

**MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA,  
PROSTORNOG UREĐENJA I GRADITELJSTVA**

**PRILOG PROGRAMU  
POSTUPNOG SMANJIVANJA EMISIJA ZA ODREĐENE ONEČIŠĆUJUĆE TVARI U  
REPUBLICI HRVATSKOJ ZA RAZDOBLJE DO KRAJA 2010. GODINE, S  
PROJEKCIJAMA EMISIJA ZA RAZDOBLJE OD 2010. DO 2020. GODINE  
(Narodne novine 152/09)**

**Zagreb, siječanj 2010.**

Na temelju članka 5. stavka 2. Uredbe o emisijskim kvotama za određene onečišćujuće tvari u Republici Hrvatskoj (Narodne novine, broj 141/08), Vlada Republike Hrvatske je donijela Program postupnog smanjivanja emisija za određene onečišćujuće tvari u republici hrvatskoj za razdoblje do kraja 2010. godine s projekcijama emisija za razdoblje od 2010. do 2020. godine (Narodne novine 152/09).

Svrha Programa je:

a) za SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HOS-eve i NH<sub>3</sub>

- odrediti mjere po ključnim sektorima utjecaja za ispunjenje obveze iz Uredbe o emisijskim kvotama do kraja 2010. godine;
- izraditi projekcije emisija za razdoblje od 2010. do 2020. godine i vršne emisije onečišćujućih tvari u Republici Hrvatskoj za 2015. i 2020. godinu;

b) za PM i teške metale

- izraditi projekcije emisija za razdoblje od 2010. do 2020. s prijedlogom vršnih emisija te odrediti mjere po ključnim sektorima utjecaja za njihovo postizanje.

Kako bi se ispunile obveze iz Programa u nastavku je dan prikaz najboljih raspoloživih tehnika – NRT (eng. *BAT*) za nadzor emisija onečišćujućih tvari s analizom primjene u Republici Hrvatskoj i prikazom izvora podataka o djelatnostima.

»Najbolje raspoložive tehnike« (NRT) znače najdjelotvorniji i napredniji stupanj razvoja djelatnosti, i metode njihove primjene koje naznačuju praktičnu prikladnost određenih tehnika za osiguranje temelja utvrđivanja graničnih vrijednosti emisija osmišljenih u svrhu sprječavanja i, tamo gdje to nije izvedivo, općenito u svrhu smanjenja emisija i njihovih učinaka na okoliš kao cjelinu.

– ‘tehnike’ obuhvaćaju i korištenu tehnologiju i način na koji je postrojenje zamišljeno, izgrađeno, održavano, upravljano i stavljeno izvan pogona,

– ‘raspoložive’ tehnike znače one metode razvijene u rasponu koji dopušta primjenu u odgovarajućem industrijskom sektoru, u gospodarski i tehnički održivim uvjetima, uzimajući u obzir troškove i prednosti, bilo da se navedene metode rabe ili stvaraju unutar područja predmetne stranke, sve dok su one razumno dostupne operateru,

– ‘najbolje’ znači najdjelotvornije u dostizanju visoke opće razine zaštite okoliša kao cjeline.

## **SADRŽAJ**

**1.) PRIKAZ NAJBOLJIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA (NRT) ZA NADZOR EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI IZ NOVIH I POSTOJEĆIH POSTROJENJA, UKLJUČUJUĆI IZVORE IZ POLJOPRIVREDE, SUKLADNO ZAHTJEVIMA OPISANIM U PRILOZIMA GOTHENBURŠKOG PROTOKOLA UZ LRTAP KONVENCIJU PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA**

**2.) ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ U POGLEDU PRIMJENE NAJBOLJIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA PROPISANIM PROTOKOLIMA UZ LRTAP KONVENCIJU I SUKLADNO ZAHTJEVIMA UPITNIKA IZVRŠNOG TIJELA LRTAP KONVENCIJE O PRIMJENI STRATEGIJA I POLITIKA ZA SMANJIVANJE EMISIJE**

**3.) IZVORI PODATAKA O DJELATNOSTIMA ZA NFR SEKTORE**

# 1.) PRIKAZ NAJBOLJIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA (NRT) ZA NADZOR EMISIJA ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI IZ NOVIH I POSTOJEĆIH POSTROJENJA, UKLJUČUJUĆI IZVORE IZ POLJOPRIVREDE, SUKLADNO ZAHTJEVIMA OPISANIM U PRILOZIMA GOTHENBURŠKOG PROTOKOLA UZ LRTAP KONVENCIJU PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA

## NRT ZA SUMPOROV DIOKSID

Procesi izgaranja su glavni izvor antropogenih emisija sumporovog dioksida iz stacionarnih izvora. Osnovni stacionarni izvori, bazirani na EMEP/CORINAIR 90, uključuju:

- a) Termoenergetski objekti i industrijska postrojenja za pretvorbu energije:
  - i. Uređaji za loženje;
  - ii. Stacionarni motori s unutarnjim izgaranjem;
- b) Ne-industrijska postrojenja:
  - i. Uređaji za loženje u uslužnim djelatnostima;
  - ii. Uređaji za loženje u kućanstvima;
- c) Industrijske toplane i kotlovnice:
  - i. Uređaji za loženje i procesne peći;
  - ii. Procesi (npr. metalurški procesi kao što je usitnjavanje i sinteriranje, proizvodnja koksa, prerada titan dioksida i sl.)
  - iii. Proizvodnja papira
- d) Proizvodni procesi (proizvodnja sumporne kiseline, specifični organski procesi sinteze, obrada metalnih površina);
- e) Pridobivanje i distribucija fosilnih goriva;
- f) Obrada i odlaganje otpada (npr. termička obrada komunalnog ili opasnog otpada)

Opće metode smanjivanja emisija sumporovog dioksida jesu:

- a) Mjere gospodarenja energijom:
  - i. Ušteda energije – racionalno korištenje energije (unaprjeđenje energetske djelotvornosti/procesa, suproizvodnja i/ili upravljanje na strani potrošnje (eng. *Demand-Side Management, DSM*) uobičajeno rezultira smanjivanjem emisija sumporovog dioksida
  - ii. Kombiniranje energije – općenito, emisija sumporovog dioksida može biti smanjena povećanjem udjela izvora energije od ne-izgaranja (npr. energija vode, vjetra, sunca, nuklearna energija itd.) u kombiniranju energija. Ipak, potrebno je ustanoviti i ostale utjecaje na okoliš.
- b) Tehnološke mjere:
  - i. Zamjena goriva (umjesto krutog goriva s visokim sadržajem sumpora, kruto gorivo s niskim i/ili tekuće gorivo ili zamjena krutog goriva plinovitim)
    - Dovodi do smanjivanja emisije SO<sub>2</sub> uz određena ograničenja, kao što je dostupnost goriva s niskim sadržajem sumpora i mogućnost postojećeg postrojenja za korištenje različitog goriva.

## ii. Čišćenje goriva

- Čišćenje prirodnog plina, procesnih plinova (rafinerijski plin, koksni plin, bioplin itd.) i desulfurizacija tekućih goriva (laki i srednje laki destilati) predstavljaju zadnje dostignuće tehnologije.
- Odsumporavanje teških destilata nafte je tehnički izvediva no pri tom je potrebno imati na umu svojstva sirove nafte.
- Odsumporavanje teških ostataka od atmosferske destilacije se ne prakticira
- Preporuča se prerada sirove nafte s nižim udjelom sumpora
- Hidrokreking (HGK) i tehnologije potpune pretvorbe (rafinerije za duboku konverziju) spajaju visoko zadržavanje sumpora s povećanim prinosom lakih produkata (benzina i plinskih ulja), međutim troškovi investicija i prerade su vrlo visoki.
- Dostupne tehnologije za čišćenje kamenog ugljena mogu ukloniti oko 50 posto anorganskog sumpora (ovisno o svojstvu ugljena), ali ništa organskog sumpora.

## iii. Dodatne tehnologije izgaranja

- Veća toplinska efikasnost i smanjene emisije sumporovog dioksida: izgaranje u fluidiziranom sloju (FBC): izgaranje u mjehurastom (BFBC), cirkulirajućem (CFBC) i tlačnom (PFBC) fluidiziranom sloju; kombi postrojenje s integriranim rasplinjavanjem ugljena (IGCC); i kombi postrojenje sa plinskim turbinama (CCGT)
- Integriranje stacionarnih turbina s unutarnjim izgaranjem u sustav izgaranja postojećeg termoenergetskog objekta, što dovodi do povećanja ukupne efikasnosti za 5-7% i vodi npr. do smanjivanja emisije SO<sub>2</sub>. Međutim, potrebne su znatne preinake u postojećem sustavu za izgaranje.
- Izgaranje u fluidiziranom sloju je tehnologija za izgaranje kamenog i mrkog ugljena no mogu se koristiti i ostala kruta goriva kao koks, otpad, treset, drvo. Emisija se može dodatno smanjiti integriranom kontrolom izgaranja dodatkom vapna/vapneneca u fluidizirani sloj materijala.
- IGCC proces uključuje plinificiranje ugljena i proizvodnju energije u kombiniranom ciklusu plinske i parne turbine

## iv. Modifikacije procesa i izgaranja

- Injektiranje aditiva u jedinicu za izgaranje; iskustvo je međutim pokazalo da navedeno dovodi do smanjenja toplinskog kapaciteta. Omjer Ca/S je visok, a uklanjanje sumpora nisko. Također postoji problem zbrinjavanja nus-produkta. Ova mjera se stoga može primijeniti kao prijelazna mjera i za manja postrojenja.

## v. Procesi desulfurizacije otpadnih plinova

- Ovi procesi uklanjaju već nastale okside sumpora i predstavljaju sekundarne mjere. Zadnja riječ tehnologije za obradu otpadnih plinova temelji se na uklanjanju sumpora mokrim, suhim ili polusuhim katalitičkim kemijskim procesima.

Tablica P.1-1: Emisija sumporovih oksida nakon primjene sekundarnih mjera kod procesa izgaranja

	Nekontrolirane emisije		Injektiranje aditiva		Mokro čišćenje otpadnog plina <sup>a</sup>		Suha sprej adsorpcija <sup>b</sup>	
<b>Efikasnost uklanjanja (%)</b>			do 80		95		do 90	
<b>Energetska efikasnost (kW<sub>el</sub>/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>/h)</b>			0,1-1		6-10		3-6	
<b>Ukupno instalirani kapacitet (ECE Eur) (MW<sub>th</sub>)</b>					194.000		16.000	
<b>Vrsta nus-produkta</b>			Smjesa Ca-soli i lebdećeg pepela		Gips (mulj/otpadna voda)		Smjesa CaSO <sub>3</sub> x1/2H <sub>2</sub> O i lebdeći pepeo	
<b>Specifična ulaganja (cijena ECU(1990)/kW<sub>el</sub>)</b>			20-50		60-250		50-220	
	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>
<b>Kameni ugljen<sup>d</sup></b>	1.000-10.000	3,5-35	200-2.000	0,7-7	<400	<1,4	<400	<1,4
					(<200,1%S)	<0,7	(<200,1%S)	<0,7
<b>Mrki ugljen<sup>d</sup></b>	1.000-20.000	4,2-84	200-4.000	0,85-16,8	<400	<1,7	<400	<1,7
					(<200,1%S)	<0,8	(<200,1%S)	<0,8
<b>Teško loživo ulje<sup>d</sup></b>	1.000-10.000	2,8-28	400-4.000	1,1-11	<400	<1,1	<400	<1,1
					(<200,1%S)	<0,6	(<200,1%S)	<0,6
	<b>Čišćenje otpadnog plina amonijakom</b>		<b>Wellman Lord</b>		<b>Aktivni ugljik<sup>a</sup></b>		<b>Kombinirano katalitički<sup>a</sup></b>	
<b>Efikasnost uklanjanja (%)</b>	do 90		95		95		95	
<b>Energetska efikasnost (kW<sub>el</sub>/10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>/h)</b>	3-10		10-15		4-8		2	
<b>Ukupno instalirani kapacitet (ECE Eur) (MW<sub>th</sub>)</b>	200		2.000		700		1.300	
<b>Vrsta nus-produkta</b>	Gnojivo na bazi amonijaka		Elementarni S Sumporna kiselina (99 vol.%)		Elementarni S Sumporna kiselina (99 vol.%)		Sumporna kiselina (70 wt.%)	
<b>Specifična ulaganja (cijena ECU(1990)/kW<sub>el</sub>)</b>	230-270 <sup>e</sup>		200-300 <sup>e</sup>		280-320 <sup>ef</sup>		320-350 <sup>ef</sup>	
	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>	<b>mg/m<sup>3c</sup></b>	<b>g/kWh<sub>el</sub></b>
<b>Kameni ugljen<sup>d</sup></b>	<400	<1,4	<400	<1,4	<400	<1,4	<400	<1,4
	(<200,1%S)	<0,7	(<200,1%S)	<0,7	(<200,1%S)	<0,7	(<200,1%S)	<0,7
<b>Mrki ugljen<sup>d</sup></b>	<400	<1,7	<400	<1,7	<400	<1,7	<400	<1,7
	(<200,1%S)	<0,8	(<200,1%S)	<0,8	(<200,1%S)	<0,8	(<200,1%S)	<0,8
<b>Teško loživo ulje<sup>d</sup></b>	<400	<1,1	<400	<1,1	<400	<1,1	<400	<1,1
	(<200,1%S)	<0,6	(<200,1%S)	<0,6	(<200,1%S)	<0,6	(<200,1%S)	<0,6

<sup>a</sup> Za goriva s visokim sadržajem sumpora, efikasnost uklanjanja je potrebno prilagoditi. Prethodno navedeno je ovisno o specifičnostima procesa. Raspoloživost ovih procesa je 95%.

<sup>b</sup> Ograničena primjena za goriva s visokim sadržajem sumpora.

<sup>c</sup> Emisija u mg/m<sup>3</sup> (STP), suho, 6% kisika za kruta goriva, 3% kisika za tekuća goriva.

<sup>d</sup> Faktor konverzije ovisi o svojstvima goriva, specifični volumen gorivog plina i toplinska efikasnost kotla (faktori konverzije ( $m^3/kWh_{el}$ , toplinska efikasnost: 36%) korišteno: kameni ugljen:3,5; mrki ugljen 4,20; teško loživo ulje: 2,80).

<sup>e</sup> Specifični trošak ulaganja dobiven je na temelju malog uzorka instalacija.

<sup>f</sup> Specifični trošak ulaganja uključuje postupak denitrifikacije.

### **Tehnike kontrole emisija SO<sub>2</sub> u drugim sektorima**

Tehnike kontrole koje se odnose na termoenergetske objekte mogu se primijeniti i u industrijskom sektoru (tablica P.1-2).

Primjena tehnika za smanjivanje emisije SO<sub>2</sub> u industrijskom sektoru ovisi o specifičnostima i ograničenjima samog procesa u promatranom sektoru. Najznačajniji izvori emisije SO<sub>2</sub> i odgovarajuće mjere smanjivanja prezentirane su u tablici P.1-2.

U izvorima navedenim u tablici P.1-2, u proces integrirane mjere, uključujući zamjenu sirovine (ako je potrebno kombinira se s procesno-specifičnom obradom dimnih plinova), mogu biti korištene za postizanje najefikasnijeg smanjenja emisije SO<sub>2</sub>.

Tablica P.1-2: Izvori emisije SO<sub>2</sub> i odgovarajuće mjere za njeno smanjivanje

Izvor	Mjera
Pečenje ne-željeznih sulfida	Mokri katalitički proces sa sumpornom kiselinom (eng. <i>Wet sulphuric acid catalytic process, WSA</i> )
Proizvodnja viskoze	Proces s dvostrukim kontaktom
Proizvodnja sumporne kiseline	Proces s dvostrukim kontaktom, povećani prinos
Proizvodnja celuloze (Kraft)	Različite procesno-integrirane mjere

### **NRT ZA DUŠIKOVE OKSIDE**

Tehnički dodatak uključuje tehnike kontrole emisija NO<sub>2</sub> iz stacionarnih izvora.

Kategorije stacionarnih izvora za koje se predlažu NRT mjere jesu slijedeće:

- Postrojenja za izgaranje (uređaji za loženje, plinske turbine i stacionarni motori s unutarnjim izgaranjem)
- Rafinerije
- Peći za pečenje koksa
- Proizvodnja i prerada metala (Postrojenja za drobljenje i sinteriranje metalnih ruda; Postrojenja za proizvodnju sirovog željeza i čelika (primarno i sekundarno lijevanje) uključujući kontinuirani casting; Postrojenja za obradu željeznih metala (vruće valjanje))
- Cementare
- Postrojenja za proizvodnju stakla uključujući i staklenu vunu
- Postrojenja za proizvodnju nitratne kiseline i
- Postrojenja za termičku obradu otpada (komunalni, opasni, infektivni otpad i mulj od obrade otpadnih voda)

Mjere za kontrolu i smanjivanje emisija NO<sub>2</sub> iz stacionarnih izvora dijele se na primarne, sekundarne (tzv. „*add-on*“ ili „*end-of-pipe*“) i tehnološke mjere. Lista raspoloživih mjera, koje se mogu i kombinirati dana je u nastavku:

- a) Efikasnije tehnologije za kontrolu emisije NO<sub>2</sub>;
- b) Gospodarenje energijom (efikasno i racionalno korištenje energije);

- c) Odgovarajući dizajn uređaja za izgaranje;
- d) Poboljšane tehnologije izgaranja;
- e) Modificiranje izgaranja (primarne mjere);
- f) Novi koncepti za tehnologije izgaranja;
- g) Pročišćavanje dimnih plinova (sekundarne mjere);
- h) Dobro gospodarenje „*Good housekeeping*“ (npr. dobro održavanje, dobra kontrola).

## **TEHNOLOŠKE MJERE**

Korištenje „čistijih“ goriva i racionalno korištenje energije rezultirati će smanjenom emisijom NO<sub>2</sub>. Budući je korištenje „čistijih“ goriva regulirano na nacionalno-energetskoj osnovi te uvelike ovisi o prilikama u državi i trenutnoj politici samim time je i ograničeno. S druge strane smanjenjima u potrošnji energije kod mnogih proizvodnih procesa mogu se postići znatna smanjivanja NO<sub>2</sub> emisija kroz gospodarenje energijom, npr. očuvanje energije, promjena tehnologije i upravljanje potrošnjom energije na strani potrošača. Trošak primjene opcija gospodarenja energijom može biti niži od troška dodatne opskrbe energijom. Čišćenje goriva kako bi se uklonio dušik nije komercijalna opcija, no povećavanje primjene hidroprocessa u rafinerijama također rezultira smanjenim sadržajem dušika u krajnjem proizvodu.

## **PRIMARNE I SEKUNDARNE MJERE**

U svrhu postizanja što efikasnijeg smanjivanja NO<sub>2</sub>, osim mjera gospodarenja energijom, potrebno je razmotriti i kombinacije tehničkih opcija (zamjena goriva, druge tehnologije izgaranja, modificiranje procesa i izgaranja, obrada dimnih plinova). Nadalje, za utvrđivanje najboljih kombinacija modifikacija izgaranja i obrada dimnih plinova potrebna je procjena specifična za promatrano postrojenje.

Modifikacije proizvodnog procesa i procesa izgaranja se primjenjuju radi smanjivanja stvaranja NO<sub>2</sub> tijekom izgaranja. Modifikacije uključuju kontrolu dotoka zraka, temperaturu plamena, omjer gorivo-zrak, i sl. Neke opcije su tipične za nadogradnju postojeće instalacije; druge su tipične za nove instalacije, ali se također mogu primijeniti i kod nadogradnje. Efikasnost i primjenjivost mogu imati određena ograničenja. Ove mjere se često primjenjuju kao zasebne ili u kombinaciji:

- a) Izgaranje s malim pretičkom zraka (*eng. Low excess air combustion, LEA*)
- b) Smanjenje predgrijavanja zraka (*eng. Reduced air preheat, RAP*); primjenjivo samo za postojeća postrojenja
- c) Preraspodjela plamenika u radu (*eng. Burner-out-of-service BOOS i Biased-burner-firing BBF*); primjenjivo samo za postojeća postrojenja
- d) 'Low NOx' gorači (*eng. Low NOx burners, LNB*);
- e) Recirkuliranje dimnih plinova (*eng. Flue gas recirculation, FGR*);
- f) Izgaranje s dovođenjem zraka iznad plamena (*eng. Over fire air combustion, OFA ili air-staging*);
- g) Izgaranje sa stupnjevanim dovodom goriva (*eng. In-furnace NOx reduction or reburning, IFNR*)
- h) Injektiranje vode/pare i slabo izgaranje/izgaranje s predmješanjem; samo za motore s unutarnjim izgaranjem (*eng. Water/steam injection and lean/premixed combustion*).

Mjera stupnjevanog dovođenja goriva (*reburning*) je vrlo razvijena i primjenjiva je za sva goriva. Prednosti su joj kompatibilnost s drugim primarnim NO<sub>2</sub> mjerama, jednostavna



ugradnja, korištenje standardnih goriva (loživo ulje, plin) kao sredstva redukcije, ne zahtijeva aditive te ima male potrebe za dodatnom energijom.

Emisije NO<sub>2</sub> je moguće smanjiti i primjenom tehnologije izgaranja u fluidiziranom sloju. Ova tehnologija je primjenjiva za veliki raspon goriva (ugljen, biomasa, teški ostaci, itd.). Zahvaljujući nižoj temperaturi izgaranja (oko 850°C) i prisutno stupnjevano dovođenje zraka, ova tehnologija postiže malu emisiju NO<sub>2</sub> i općenito se može koristiti bez sekundarnih mjera. Izgaranje u kisiku (engl. *Oxycombustion*) je također jedan način smanjenja emisije NO<sub>2</sub>, međutim, do sada industrijska primjena ove tehnologije je ograničena na proizvodnju stakla.

Prilagodba (modifikacija) procesa izgaranja se uglavnom odnose na u strukturu kotlova i gorača (plamenika). Pa tako noviji uređaji za izgaranje uključuju plamenike s niskom emisijom NO<sub>x</sub> (eng. *low NO<sub>x</sub> burners*, LNB) i izgaranje u zraku iznad plamena (eng. *over fire air*, OFA). Zadnje generacije LNB kombiniraju stupnjevano dovođenje zraka i goriva u samoj strukturi gorača.

Kod procesa s kontaktom kao što je proizvodnja cementa i proizvodnja stakla postoje brojna ograničenja kako bi se dobio proizvod željene kvalitete, kao što je zahtjev za visokom temperaturom izgaranja te ujednačena raspodjela temperature. Tipične modifikacije izgaranja primjenjive za spomenute procese su: stupnjevito izgaranje (*staged combustion*)/ gorači s niskom emisijom NO<sub>x</sub> (LNB), recirkulacija dimnih plinova i optimiranje procesa (npr. predkalciniranje u pećima kod procesa proizvodnje cementa).

Proces selektivne katalitičke redukcije (engl. *Selective Catalytic Reduction*, SCR) je najzastupljeniji, najdostupniji proces obrade dimnih plinova s visokom efikasnošću uklanjanja NO<sub>2</sub>. SCR proces obično koristi amonijak ili ureu kao redukcijski agens, međutim, najčešće je korištenje bezvodnog čistog amonijaka uskladištenog pod tlakom. Primjenjiv je i kod manjih uređaja za loženje, a dokazana je de-NO<sub>x</sub> tehnologija za izgaranje u kotlovima i pojedinih industrijskih procesa, kao što su:

- a) Proizvodnja nitratne kiseline;
- b) Proizvodnja stakla;
- c) Proizvodnja cementa (testirano samo na razini pilot projekta);
- d) Procesi u industriji nafte;
- e) Termička obrada/spaljivanje opasnog otpada (obično u rotacijskim pećima)
- f) Termička obrada/spaljivanje komunalnog otpada (obično u pećima s izgaranjem na rešetki, engl. *grate furnace*)
- g) Termička obrada/spaljivanje infektivnog i drugog specijalnog otpada u neindustrijskim ili industrijskim uređajima za loženje (rotacijske peći, postrojenja za pirolizu, spaljivanje u fluidiziranom sloju industrijskog otpada poput muljeva, teških ostataka i sl.), ali i u manjim uređajima (<10MWt)

Proces selektivne nekatalitičke redukcije (engl. *Selective Non-catalytic Reduction*, SNCR) je primjenjiv u srednjim uređajima za loženje sa srednjim sadržajem NO<sub>2</sub> u neobrađenom plinu. Sam SNCR proces može postići 30 – 70% smanjenje emisije NO<sub>2</sub>. U kombinaciji s primarnom mjerom recirkulacije dimnih plinova vrlo je atraktivna i pouzdana tehnologija umjerenog uklanjanja NO<sub>2</sub> (50 - 80%), osobito kod manjih uređaja za loženje i industrijskih procesa.

Ostale tehnologije obrade dimnih plinova su procesi kombiniranog uklanjanja NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>.

## MJERE SPECIFIČNE ZA POJEDINE DJELATNOSTI

Mjere specifične za pojedinu djelatnost prikazane su u tablicama od P.1-3 do P.1-10.

Tablica P.1-3: Mjere za kontrolu  $NO_2$  sa koncentracijama  $NO_2$  u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (uređaji za izgaranje)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu ( $mg/Nm^3$ )
<b>Mali uređaji za loženje od 1 - 10 MW<sub>t</sub>, srednji uređaji za loženje od 10 – 50 MW<sub>t</sub></b>		
Uređaj za loženje sa odvođenjem šljake u omekšanom stanju (eng. <i>Dry Bottom Boiler, DBB</i> ); Gorivo: ugljen (>10MWth)	Primarne mjere (PM)	400 – 600
Uređaj za loženje; Gorivo: lako loživo ulje	PM	150 – 300
Uređaj za loženje; Gorivo: teško loživo ulje	PM	300 – 600
Uređaj za loženje; Gorivo: prirodni plin	PM	50 – 150
Izgaranje u cirkulirajućem fluidiziranom sloju; Gorivo: ugljen, biomasa, itd.	Bez dodatne mjere	150 – 300
Izgaranje u mjehurastom fluidiziranom sloju; Gorivo: ugljen, biomasa, ulje, sedimenti, itd.	Bez dodatne mjere	200 – 400
Uređaj za loženje u industriji; Gorivo: procesni plin	PM	100 – 300
<b>Veliki uređaji za loženje od &gt;50 MW<sub>th</sub></b>		
Uređaj za loženje sa odvođenjem šljake u omekšanom stanju (eng. <i>Dry Bottom Boiler, DBB</i> ); Gorivo: ugljen	PM	300 – 600
	PM i SCR	80 – 150
Uređaj za loženje; Gorivo: teško loživo ulje	PM (bez stupnjevanog dovoda goriva, <i>reburning</i> )	250 – 500
	PM (sa stupnjevanim dovodom goriva, <i>reburning</i> )	≤ 200
Uređaj za loženje; Gorivo: prirodni plin	PM i SCR	60 – 150
	PM	50 – 200
Uređaj za loženje sa odvođenjem šljake u rastaljenom stanju (eng. <i>Wet Bottom Boiler, WBB</i> ); Gorivo: ugljen	PM i SCR (»tail end« pozicija SCR)	≤ 150
	PM i SNCR	≤ 200
Izgaranje u tlačnom fluidiziranom sloju ; Gorivo: ugljen	Bez dodatne mjere	150 – 200
	SCR i/ili SNCR	≤ 100
Izgaranje u cirkulirajućem fluidiziranom sloju; Gorivo: ugljen, biomasa, itd.	Bez dodatne mjere	150 – 300
	SNCR	100 – 200
Izgaranje u mjehurastom fluidiziranom	Bez dodatne mjere	200 – 400

sloju; Gorivo: ugljen, biomasa, ulje, sedimenti, itd.	SNCR	130 – 200
Uređaj za loženje u industriji; Gorivo: procesni plin	PM	100 – 300
	PM i SCR	100 – 200
<b>Plinske turbine</b>		
<b>Jednostavni ciklus, kombinirani ciklus, kogeneracija (prije dodatnog izgaranja), mehanički pogon</b>		
Gorivo: prirodni plin	PM	50 – 150
	SCR	10 – 50
Gorivo: dizel ulje ili procesni plin	Kontrola ispiranjem	100 – 200
	SCR	20 – 100
<b>Kombi postrojenje s integriranim rasplinjavanjem goriva (IGCC)</b>		
Gorivo: ugljen ili teško loživo ulje	Injektiranje dušika i pare	50 – 100
<b>Motori s unutarnjim izgaranjem</b>		
<b>Paljeni iskrom (=Otto) motori, 4-taktni</b>		
„Old rich burn“	NSCR (trostazni katalizator)	350
Poboljšano „lean“ izgaranje	Bez mjere	300 – 550
	SCR	100
<b>Kompresijsko paljenje (=Dizel) motori</b>		
Gorivo: teško loživo ulje	SCR	400 – 1000
	Recirkuliranje ispušnih plinova i SCR	200 – 500
Gorivo: dizel ulje	SCR	360 – 500
	Recirkuliranje ispušnih plinova i SCR	180 – 240

Tablica P.1-4: Mjere za kontrolu  $NO_2$  sa koncentracijama  $NO_2$  u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (rafinerije)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu ( $mg/Nm^3$ )
Procesna peć; Gorivo: naftni koks	Primarne mjere (PM)	$\leq 200$
Procesna peć; Gorivo: teško loživo ulje	PM	250 – 600
Procesna peć; Gorivo: prirodni plin	PM	50 – 200
Procesna peć; Gorivo: procesni plin	PM	100 – 300
FCC	SCR	100 – 200

Tablica P.1-5: Mjere za kontrolu NO<sub>2</sub> sa koncentracijama NO<sub>2</sub> u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (proizvodnja koksa (proces u industriji željeza i čelika))

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu (mg/Nm <sup>3</sup> )
Procesna peć; Gorivo: koksni plin	Modifikacija izgaranja	≤ 500
Procesna peć; Gorivo: plin visoke peći	Modifikacija izgaranja	≤ 500

Tablica P.1-6: Mjere za kontrolu NO<sub>2</sub> sa koncentracijama NO<sub>2</sub> u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (sinter postrojenja i peći za ponovno zagrijavanje (proces u industriji željeza i čelika))

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Sinter postrojenje</b>		
Pokretna rešetka; Gorivo: coke breeze (nusprodukt proizvodnje koksa)	Recirkulacija dimnih plinova	300 – 400
	SCR	100 – 120
<b>Peć za ponovno zagrijavanje</b>		
Gorivo: plin visoke peći	Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	≤ 390
Gorivo: koksni plin, teško loživo ulje	Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	≤ 1100
Gorivo: prirodni plin, plinsko ulje	Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	≤ 250

Tablica P.1-7: Mjere za kontrolu NO<sub>2</sub> sa koncentracijama NO<sub>2</sub> u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (proizvodnja cementa)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Suhi postupak s predgrijačem/predkalcinatorom</b>		
Gorivo: ugljen	Hlađenje plamena, Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) ili stupnjevito izgaranje	500 <sup>a)</sup>
	Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SNCR	200 – 500
	Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SCR	100 – 200

a) U kombinaciji s primarnim mjerama.

Tablica P.1-8: Mjere za kontrolu NO<sub>2</sub> sa koncentracijama NO<sub>2</sub> u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (proizvodnja stakla)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Ravno staklo</b>		
<b>Bezbojno staklo</b>		
Peć s križnim plamenom i regenerativnim predgrijačem; Gorivo: prirodni plin	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> i Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	500 – 800
	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> , Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SCR	≤ 500
Peć s križnim plamenom i regenerativnim predgrijačem; Gorivo: prirodni plin ili teško loživo ulje	Stupnjevano dovođenje goriva ( <i>Reburning</i> )	≤ 500
Peć s križnim plamenom i regenerativnim predgrijačem; Gorivo: teško loživo ulje	Modifikacija izgaranja i Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	≤ 600
<b>Obojeno staklo</b>		
Peć s križnim plamenom i regenerativnim predgrijačem; Gorivo: prirodni plin	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> i Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	500 – 800
	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> , Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SCR	≤ 500
Peć s križnim plamenom i regenerativnim predgrijačem; Gorivo: prirodni plin ili teško loživo ulje	Stupnjevano dovođenje goriva ( <i>Reburning</i> )	≤ 500
<b>Ambalažno staklo</b>		
Peć s regenerativnim zagrijavanjem; Gorivo: prirodni plin	Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SCR	≤ 350
	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> , Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SNCR	≤ 600
	Izgaranje uz kisik ( <i>oxycombustion</i> ) <sup>b)</sup>	≤ 400
	Stupnjevano dovođenje goriva ( <i>Reburning</i> )	≤ 500
Peć s regenerativnim zagrijavanjem; Gorivo: teško loživo ulje	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> , Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SNCR	≤ 450
	Izgaranje uz kisik ( <i>oxycombustion</i> ) <sup>b)</sup>	≤ 300
	Stupnjevano dovođenje goriva ( <i>Reburning</i> )	≤ 500
Peć s rekuperativnim zagrijavanjem; Gorivo: prirodni plin	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> i Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB)	≤ 350
<b>Staklena vuna</b>		
Peć s rekuperativnim zagrijavanjem; Gorivo: prirodni plin	Izgaranje uz kisik ( <i>oxycombustion</i> ) <sup>b)</sup>	≤ 300
Peć s regenerativnim zagrijavanjem; Gorivo: teško loživo ulje	Izgaranje uz kisik ( <i>oxycombustion</i> ) <sup>b)</sup>	≤ 250
<b>Specijalno staklo</b>		
<b>Za široku potrošnju</b>		

Peć s rekuperativnim zagrijavanjem; Gorivo: prirodni plin	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> , Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SNCR	≤ 600
	Izgaranje uz kisik (oxycombustion) <sup>b)</sup>	≤ 400
Peć s rekuperativnim zagrijavanjem; Gorivo: teško loživo ulje	Modifikacija izgaranja <sup>a)</sup> , Low-NO <sub>x</sub> gorači (LNB) i SNCR	≤ 450
	Izgaranje uz kisik (oxycombustion) <sup>b)</sup>	≤ 300

a) U kombinaciji s primarnim mjerama, npr. s malim pretičkom zraka, smanjivanje predgrijavanja zraka, stupnjevito izgaranje.

b) Povezano s ukupnim masenim protokom NO<sub>2</sub> emisije za usporedbu.

Tablica P.1-9: Mjere za kontrolu NO<sub>2</sub> sa koncentracijama NO<sub>2</sub> u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (proizvodnje nitratne kiseline)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Proizvodnja nitratne kiseline (50-75 mas%)</b>		
Srednje dvotlačno postrojenje	SCR	≤ 400
Visoko dvotlačno postrojenje	SCR	≤ 100
<b>Proizvodnja nitratne kiseline (50-75 mas%) i (98 mas%)</b>		
Srednje dvotlačno postrojenje	SCR	≤ 240
<b>Proizvodnja nitratne kiseline (98 mas%) (ekstraktivna destilacija)</b>		
Direktni proces ili ekstraktivna destilacija	SCR	≤ 180

Tablica P.1-10: Mjere za kontrolu NO<sub>2</sub> sa koncentracijama NO<sub>2</sub> u dimnim plinovima koje se njihovom primjenom mogu postići (spaljivanje otpada)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu emisije	Ostvarive koncentracije u obrađenom plinu (mg/Nm <sup>3</sup> )
<b>Spaljivanje komunalnog otpada</b>		
Pokretne rešetke, rotacijska peć	Primarne mjere (stupnjevano dovođenje zraka, air-staging)	≤ 250
	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjevanim dovođenjem zraka i SNCR	140 – 200
	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjavanim dovođenjem zraka i SCR	≤ 70
Izgaranje u fluidiziranom sloju	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjavanim dovođenjem zraka i SNCR	≤ 80
	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjavanim dovođenjem zraka i SCR	≤ 40
<b>Spaljivanje industrijskog otpada</b>		
Rešetkasta peć, rotacijska peć, izgaranje u fluidiziranom sloju	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjevanim dovođenjem zraka i SNCR	140 – 200
	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjavanim dovođenjem zraka i SCR	≤ 70

Spaljivanje mulja s uređaja za pročišćavanje otpadnih voda		
Rešetkasta peć, izgaranje u fluidiziranom sloju, peć s više jezgri	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjevanim dovođenjem zraka i SNCR	140 – 200
	Recirkulacija dimnih plinova ili izgaranje sa stupnjavanim dovođenjem zraka i SCR	≤ 70

## NRT ZA AMONIJAK

Tehnički dodatak razmatra mjere smanjenja emisija amonijaka iz poljoprivrede i drugih stacionarnih izvora. Poljoprivreda je glavni izvor emisije amonijaka i to ponajviše od stočnih izlučevina (ekskreta): u stočnim objektima: tijekom skladištenja, prerade i primjene organskog gnojiva na tlo: te od crijevnih izlučevina od stoke na ispaši. Emisije se također javljaju pri gnojenju tla mineralnim dušičnim gnojivima. Emisije se mogu smanjiti u svim spomenutim izvorima ali i npr prilagodbom stočne hrane što rezultira stvaranjem manje količine dušika u crijevnim izlučevinama životinje i time manje količine stvorenog amonijaka.

Najbolje raspoložive tehnike prezentirane su prema slijedećim poglavljima:

- Dobra poljoprivredna praksa;
- Tehnike gnojenja tla organskim gnojivom;
- Bilanciranje dušikom i plodored;
- Tehnike skladištenja organskog gnojiva;
- Objekti za držanje životinja;
- Tehnologija hranidbe i druge mjere;
- Stacionarni izvori koji nisu iz sektora poljoprivrede.

Tehnike su grupirane u tri kategorije:

- Tehnike 1. kategorije: dobro su istražene, smatraju se praktičnima i postoje kvantitativni podaci o njihovoj efikasnosti smanjivanja emisija amonijaka (najmanje na eksperimentalnoj razini);
- Tehnike 2. kategorije: obećavajuće su ali je istraživanje na njima trenutno neadekvatno ili će uvijek biti teško kvantificirati njihovu efikasnost;
- Tehnike 3. kategorije: pokazalo se da su neefikasne ili ih se izostavlja u praksi. Ove tehnike ne mogu biti NRT.

Mjere za smanjenje emisije amonijaka u različitim fazama životinja i manipulacije organskim gnojivom su međusobno zavisne i u kombinaciji mjera<sup>1</sup> nije moguće jednostavno zbrojiti ostvareno smanjenje emisije. Kontroliranje emisija tijekom skladištenja, manipulacije i primjene organskog gnojiva na tla je naročito važno, budući je oslobađanje emisija NH<sub>3</sub> u zrak najzastupljenije u navedenim fazama. Izbjegavanjem smanjenja emisija u opisanim fazama proizvodnog postupka većina koristi od uklanjanja tijekom faze uzgoja u objektima za držanje životinja i skladištima organskog gnojiva, nepovratno se gubi. U toj fazi, većina koristi od uklanjanja tijekom faze stočnog uzgoja u objektima i skladištenja organskog gnojiva, može biti izgubljena.

<sup>1</sup> Učinkovitost kombiniranih mjera utvrđuje se preporučenim normama GLOBAL GAP, ISO itd. (Obrazloženje: Jednostavnim analizama "major – minor – must – preporuke", te "Kontrolnim točkama i Kriterijima usklađenosti" utvrđuju se mjere učinkovitosti.)

## **Dobra poljoprivredna praksa**

Cilj načela kodeksa dobre poljoprivredne prakse je zaštita tla, vode (podzemnih voda), zraka i dobrobiti životinja od emisija  $\text{NH}_3$  iz poljoprivredne proizvodnje. Primjena mjera sadrži jednostavne i složene, financijski zahtjevnije okolišne postupke kojima se dokazano utječe na smanjenje emisija  $\text{NH}_3$  u zrak. Mjere se propisuju u odnosu na stanje okoliša, zonu utjecaja proizvodnje, tehnološke preporuke sustava higijene držanja, hranjenja životinja, napajanja i izgnojavanja, te uključujući mogućnosti učinkovitog zbrinjavanja organskog gnojiva bilanciranjem dušikom, plodoredom, kao i druge elemente energetske učinkovitosti tijekom funkcioniranja radnih operacije na farmi.

Mjere zaštite okoliša promoviraju održivi razvoj proizvodnje kombinacijom jednostavnih i složenih postupaka, sukladno ekonomskim mogućnostima prilagodbe vezane uz realno ostvarenje GVE.

Jednostavne mjere podrazumjevaju promociju tehnologije, koja ne zahtjeva velika financijska sredstva, a značajno pridonosi smanjenju emisija  $\text{NH}_3$  u zrak. Pored jednostavnih mjera, postrojenja sa većom proizvodnjom, aglomeracijom životinja, moraju provoditi i složene, financijski zahtjevnije investicijske zahvate NRT, jer se emisija povećava proporcionalno razvoju obujma proizvodnje.

Kombinacijom predloženih mjera postižu se optimalni rezultati energetske učinkovitosti, smanjenja štetnih emisija zaštite okoliša, a gospodarski subjekti ostvaruju pravo na okolišnu dozvolu, poticanje proizvodnje, kreditiranje i unapređenje poslovanja korištenjem fondova EU.

## **Tehnike gnojenja tla organskim gnojivom (krutim i tekućim)**

Referentna metoda ugrađivanja organskog gnojiva u tlo bez primjene NRT-a je definirana kao emisija amonijaka iz neobrađenog krutog i tekućeg organskog gnojiva ravnomjerno raspoređena na plodoredom unaprijed određenoj površini tla i bez brzog ugrađivanja u tlo. Tehničke preporuke primjene gnojovke u smislu referentnih metoda uključuje primjenu gnojovke sukladno dnevnimi i klimatskim uvjetima, a preciznije definirane Kodeksom dobre poljoprivredne prakse i Pravilnikom o dobroj poljoprivrednoj praksi (NN 56/08). Korištenje tehničke opreme također se dijeli na jednostavnije nadzemne raspodjeljivače i složenije injektore za ubrizgavanje gnojovke u tlo.

Postupak primjene injektiranja sabija tlo i mehanički privremeno smanjuje prinos usjeva, ali se postiže veća referentna vrijednost zaštite od onečišćenja zraka. Zbog smanjenja štetnih emisija, ugrađivanje gnojovke u tlo je potrebno obaviti odmah ili neposredno nakon primjene organskog gnojiva.

### Tehnike 1. kategorije

Tehnike 1. kategorije uključuju korištenje strojeva namijenjenih smanjivanju pognojene površine i ugrađivanju tekućeg i krutog organskog gnojiva u tlo. Tehnike 1. kategorije su:

- Trakasto raspršivanje tekućeg organskog gnojiva puzećom cijevi za polijevanje;
- Trakasto raspršivanje tekućeg organskog gnojiva tzv. puzećom cipelom ili saonikom;
- Ubrizgavanje – otvoreni utor;
- Ubrizgavanje – zatvoreni utor;
- Ugrađivanje tekućeg i krutog organskog gnojiva s površine tla u tlo u roku od nekoliko sati.

Prosječna efikasnost uklanjanja emisija amonijaka tehnikama 1. kategorije prikazana je u tablici P.1-11. Navedena efikasnost vrijedi za vrstu tla i uvijete koji dozvoljavaju ugrađivanje tekućeg organskog gnojiva za tehnike od (a)-(d). kao i zadovoljavajuće uvijete za vožnju



strojeva. Tablica također navodi i ograničenja koja se moraju uzeti u obzir kada se razmatra prikladnost specifične tehnike.

Za određivanje primjenjivosti pojedine tehnike potrebno je uzeti u obzir brojne faktore kao što su: vrsta i kvaliteta tla (dubina tla, sadržaj kamenja, vlažnost tla, uvjeti vožnje strojeva), topografija (nagib, veličina parcele, ujednačenost zemlje), porijeklo krutog organskog gnojiva i sastav organskog gnojiva (tekuće ili kruto organsko gnojivo). Pojedine tehnike su primjenjivije od drugih. Tako npr, budući se tekuće organsko gnojivo raznosi preko relativno uskih mlaznica (cijevi) tehnike od (a)-(d) nisu pogodne za vrlo viskozna tekuća organska gnojiva ili ona gnojiva koja imaju visoki sadržaj slame pa čak iako većina tih tehnika uključuje strojeve za usitnjavanje i homogenizaciju takovog gnojiva.

### **Objašnjenja za pojedinu tehniku 1. kategorije**

Trakasto raspršivanje puzećom cijevi za polijevanje. Trakasti raspršivači raspršuju tekuće organsko gnojivo na ili neposredno iznad razine tla kroz niz obješenih ili pognutih cijevi. Širina je obično oko 12 m, dok je udaljenost između cijevi oko 30 cm. Tehnika je primjenjiva na pašnjacima, oranicama ili kod primjene gnojiva ulagaćima u međurednoj kultivaciji usjeva. Može također doći do začepjenja cijevi ukoliko u tekućem gnojivu ima puno slame.

Trakasto raspršivanje tekućeg organskog gnojiva tzv. puzećom „cipelom“ ili „saonikom“. Ova tehnika je prvenstveno namijenjena za pašnjake. Lišće i peteljke trave se razdvoje povlačenjem uskih „cipela“ preko površine tla i pri tom se tekuće gnojivo stavlja u uske brazde na površini tla s razmakom od 20 – 30 cm. Pognojene brazde trebaju se prekriti travnatim pokrovom tako da trava treba biti najmanje 8 cm visoka. Stroj je dostupan u rasponu širine od 7 – 8 m. Primjenjivost je ograničena veličinom, oblikom i nagibom zemljišta te sa prisutnošću kamenja na površini tla.

Ubrizgavanje – otvoreni utor. Ova tehnika je namijenjena pašnjacima. Noževi različitih oblika ili diskovi raonika pluga se koriste za rezanje vertikalnih utora u tlu do 5 – 6 cm dubine u koje se smješta tekuće organskog gnojivo. Razmak između rezova je od 20 – 40 cm, a širina stroja 6 m. Brzina primjene mora biti podešena kako ne bi došlo do izlivanja prevelike količine tekućeg gnojiva kroz otvore na površinu tla. Tehnika nije primjenjiva na stjenovitim tlima, niti na plitkim ili tvrdim tlima gdje je nemoguće postići podjednaku ulazak noževa ili diskova raonika pluga na zahtijevanu radnu dubinu.

Ubrizgavanje – zatvoreni utor. Ova tehnika može biti površinska (5 – 10 cm) ili dubinska (15 – 20 cm). Nakon ubrizgavanja gnojivo se potpuno pokriva zatvaranjem utora tj. brazdi pritiskom kotača ili valjaka smještenih iza rezervoara za ubrizgavanje. Površinsko ubrizgavanje zatvorenih utora je efikasnije od ubrizgavanja otvorenog utora u smanjivanju emisija amonijaka. Za postizanje ove dodatne koristi, tip tla i uvjeti moraju omogućavati efektivno zatvaranje utora. Tehnika je stoga nešto slabije primjenjiva od ubrizgavanja otvorenog utora. Dubinski ubrizgači obično sadrže seriju rezervoara smještenih na bočnim krilima ili „gusijim nogama“ za postizanje bočnog raspršivanja gnojiva na tlo pa se postiže relativno velika brzina primjene. Razmak između rezervoara je obično 25 – 50 cm, a radna širina od 2 – 3 m. Iako je efikasnost uklanjanja amonijaka visoka, primjenjivost ove tehnike je dosta ograničena. Korištenje dubinskog ubrizgavanja je uglavnom namijenjeno oranicama budući mehaničko oštećenje može smanjiti prinos bilja na travnjacima. Druga ograničenja uključuju dubinu tla, sadržaj gline i kamenja, nagib i velika vučna sila zahtijevaju i veće traktore. U nekim slučajevima postoji i povećani rizik od gubitka dušika kao dušikovi oksidi i nitrati.

Ugrađivanje tekućeg i krutog organskog gnojiva s površine tla u tlo u roku od nekoliko sati. Ugrađivanje gnojiva raširenog po površini u tlo oranjem je efikasno s pogleda smanjivanja emisije amonijaka. Gnojivo mora biti potpuno zatrpano zemljom kako bi se postigla efikasnost prikazana u tablicama P.1-11(a) i P.1-11(b). Niže efikasnosti se postižu s drugim tipovima strojeva za obrađivanje zemlje. Oranje je prvenstveno namijenjeno za primjenu krutog organskog gnojiva na oranicama. Tehnika se također može koristiti za tekuća gnojiva u slučajevima kad tehnika ubrizgavanja nije moguća ili nije raspoloživa. Također je

primjenjiva kod rotacije npr. travnjaka u oranicu ili kod ponovljene sjetve. Do gubitka amonijaka dolazi ubrzo nakon gnojenja površine tla pa se stoga veća smanjivanja emisije postižu kada se gnojivo ugrađuje odmah nakon nanošenja gnojenja. Navedeno zahtijeva drugi traktor sa strojem za ugrađivanje, koji mora slijediti odmah iza stroja za nanošenje gnojiva. Praktičnija opcija je da se ugrađivanje gnojiva provede tijekom istog dana ali sa što manje prohoda zbog zaštite tala od sabijanja no to ujedno znači i manju efikasnost uklanjanja emisije amonijaka. Zbog veće efikasnosti smanjenja emisija amonijaka u zrak i energetske učinkovitosti, mjera se primjenjuje isključivo na velikim oraničnim površinama, jer na malim i srednjim gospodarstvima opisana preporuka nije ekonomski isplativa.

Tablici P.1-11(a): Tehnike uklanjanja amonijaka 1. kategorije kod primjene tekućeg organskog gnojiva na tlo

Mjera uklanjanja	Tip organskog gnojiva	Tlo	Smanjenje emisije (%)	Primjenjivost <sup>a)</sup>
Trakasto raspršivanje – puzeća cijev za polijevanje	tekuće	Travnjak, oranica	30 Smanjenje emisije biti će manje ukoliko se nanese na travu <10cm.	Nagib (<15% za cisterne; <25% za umbilical sisteme); nije za tekuća gnojiva koja su viskozna ili imaju visok sadržaj slame, uzeti u obzir veličinu i oblik parcele.
Trakasto raspršivanje - puzeća cipela ili saonik	tekuće	Uglavnom travnjak	60	Nagib (<15% za cisterne; <25% za umbilical sisteme); nije za viskozna tekuća gnojiva koja su uzeti u obzir veličinu i oblik parcele, trava mora biti visoka oko 8 cm.
Površinsko ubrizgavanje (otvoreni utor)	tekuće	Travnjak	70	Nagib <10%, veća ograničenja za tip i stanje tla, nije za viskozno tekuće gnojivo
Dubinsko ubrizgavanje (zatvoreni utor)	tekuće	Uglavnom travnjak, oranica	80	Nagib <10%, veća ograničenja za tip i stanje tla, nije za viskozno tekuće gnojivo
Rasprostiranje i ugrađivanje plugom u jednom procesu	tekuće	Oranica	80-90	Samo za tlo koje se lako obrađuje
Rasprostiranje i ugrađivanje plugom u jednom procesu (<4h)	tekuće	Oranica	80-90	
Ugrađivanje diskom	tekuće	Oranica	60-80	
Ugrađivanje plugom u roku 12h	tekuće	Oranica	30	

Tablici P.1-11(b): Tehnike uklanjanja amonijaka 1. kategorije kod primjene krutog organskog gnojiva i gnojiva od peradi na tlo

Mjera uklanjanja	Tip organskog gnojiva	Tlo	Smanjenje emisije (%)
Trenutno ugrađivanje plugom	Kruto (goveda, svinje)		90
Trenutno ugrađivanje plugom	Gnojivo od peradi		95
Ugrađivanje plugom u roku 12h	kruto	Oranica	50 za goveda i svinje 70 za perad
Ugrađivanje plugom u roku 12h	kruto	Oranica	35 za goveda i svinje 55 za perad

### Tehnike 2. Kategorije

- Povećanje brzine ugradnje organskog gnojiva u tlo
- Odabir vremena za nanošenja organskog gnojiva
- Ubrizgavanje pod tlakom
- Dodavanje tekućeg organskog gnojiva u vodu za navodnjavanje

### **Objašnjenja za pojedinu tehniku 2. kategorije**

Povećanje brzine ugradnje organskog gnojiva u tlo. Kada vrsta tla i uvjeti dopuštaju brzu ugradnju tekućine, emisija amonijaka se smanjuje sa smanjivanjem sadržaja krutog u tekućem organskom gnojivu. Brzina ugradnje može se povećati na tri načina:

Razrjeđivanje tekućeg organskog gnojiva vodom ne samo da smanjuje koncentraciju dušika sadržanog u amonijaku već i povećava brzinu ugradnje u tlo nakon raspršivanja po njenoj površini. Kod koncentriranih tekućih organskog gnojiva (8 – 10% suhe tvari), razrjeđenje mora biti najmanje u omjeru 1:1 kako bi se postiglo smanjivanje emisije. Osnovni nedostatak ove tehnike je što se postavlja zahtjev za dodatnim skladišnim kapacitetom i što se na tlo mora nanijeti veliki volumen tekućeg organskog gnojiva. To pak predstavlja opasnost od odnošenja površinske zemlje i ispiranja. Stoga posebnu pozornost treba usmjeriti na brzinu nanošenja, uvijete tla, nagib zemljišta i dr.

Mehaničkim pritiskom rotacionog valjka na gnojivo kod procesa razdvajanja, odvaja se kruta od tekuće faze. Cijeđenje tekuće faze odvija se kroz limene otvore 1-3 mm i nakon cijeđenja gnojovka završava u jami opremljenoj sustavom crpki za izuzimanje i transport do skladišta za prihvat gnojovke (lagune). Procesom separacije gnojiva omogućava se manipulacija organskim gnojivom i smanjenje štetnih emisija u zrak do najviše 50%. Nedostatak tehnike uključuje trošak ulaganja u investicijsku opremu, radni trošak stroja tj. amortizacijski trošak održavanja opreme u funkciji i utrošak el. energije potrebne za razdvajanje, te dodatne emisije iz krute tvari. Propisana mjera iz ekonomskih razloga namijenjena je srednjoj i većoj aglomeraciji životinja.

Pranje gnojiva sa trave i u tlo nanošenjem vode odmah nakon gnojenja. Postavlja se zahtjev za velikom količinom vode te dodatna operacija nanošenja vode.

Odabir vremena za nanošenja organskog gnojiva. Emisije amonijaka su veće za vrućeg, suhog i vjetrovitog vremena. Emisije se mogu smanjiti odabirom optimalnog vremena nanošenja, npr. za hladnog i vlažnog vremena, navečer, prije ili poslije kiše i izbjegavanjem nanošenja tijekom lipnja, srpnja i kolovoza. Efikasnost ove tehnike nije moguće kvantificirati, ali se smatra vrlo isplativom, a ujedno poboljšava i efikasnost tehnika 1. kategorije. Negativna strana ove mjere je da vremenski uvjeti koji pogoduju smanjivanju emisije amonijaka (veća vlažnost, bez vjetra) povećavaju problem neugodnih mirisa.

Ubrizgavanje pod tlakom. Nova tehnika kojom se gnojivo utiskuje u tlo pod tlakom od 5 – 8 bara. Tehnika je pogodna za kosa i stjenovita tla, budući se površina tla ne razbija noževima i diskovima, gdje se drugi tip ubrizgavanje ne može primijeniti. Na pokusnim parcelama dostignuto je smanjenje emisije do 60% no potrebna je dodatna procjena ove tehnike.

Dodavanje tekućeg organskog gnojiva u vodu za navodnjavanje. Doziranje tekućeg organskog gnojiva proračunato da zadovolji zahtjev usjeva za hranjivim tvarima može se ostvariti njegovim dodavanjem u vodu za navodnjavanje travnjaka ili oranice s usjevima. Gnojivo se pumpa iz spremnika, dovodi u cjevovod s vodom za navodnjavanje i prenosi do pokretnog uređaja za navodnjavanje ili *uređaja za raspršivanje*, koji raspršuje mješavinu na tlo. Podaci o emisijama tijekom raspršivanja nisu izvješteni, ali koristi se očekuje zbog porasta ugrađenog gnojiva u tlo, nadalje zato što razrjeđenja od 1:50 i više smanjuju koncentraciju amonijaka u otopini i posljedično emisiju. Ova tehnika se ne preporuča kod uzgoja usjeva koji će se jesti sirovi, zbog mogućeg zagađivanja.

### Tehnike 3. kategorije

- Zakiseljavanje organskog gnojiva
- Drugi dodaci (aditivi)

Objašnjenja za pojedinu tehniku 3. kategorije

Zakiseljeno organsko gnojivo. Ravnoteža između dušika vezanog u amonijaku i dušika u otopini ovisna je o pH (kiselosti). Viši pH pogoduje gubitku amonijaka, dok niži pH pogoduje zadržavanje dušika vezanog u amonijaku. Smanjivanjem pH vrijednosti tekućeg organskog gnojiva na stabilnih pH 6 je uobičajeno dostatno da smanji emisiju amonijaka za 50% i više. Ukoliko se tekućem gnojivu dodaje kiselina, mora se uzeti u obzir efekt pufera, što zahtjeva redovito praćenje pH vrijednosti i dodavanje kiseline kako bi se nadomjestio proizvedeni CO<sub>2</sub> koji se emitira tijekom zakiseljavanja tekućeg gnojiva. Zakiseljavanja tekućeg gnojiva provodi se dodatkom organske (npr. mliječna kiselina) ili anorganske kiseline (npr. dušična, sumporna ili fosforna kiselina) u samo tekuće gnojivo, dodatkom u stočnu hranu (npr. benzojeve kiseline) ili npr. dodavanjem bakterija u tekuća gnojiva koje onda stvaraju mliječnu kiselinu ) i na taj način pojačavaju smanjivanje pH vrijednosti. Vrijednost pH 4-5 se zahtijeva kada se koristi dušična kiselina kako bi se izbjegao proces nitrifikacije i denitrifikacije, koji uzrokuje gubitak nitrata i proizvodnju neprihvatljivih količina N<sub>2</sub>O.

Nedostatak uporabe organskih kiselina je što se one stalno razgrađuju (što ima kao posljedicu stvaranje i otpuštanje CO<sub>2</sub>); dodatno, zahtijeva se njihova velika količina kako bi se postigla potrebna razina pH, budući su to obično slabe kiseline.

Uporaba dušične kiseline ima prednost jer povećava sadržaj dušika u gnojivu te daje uravnoteženije NPK gnojivo. Korištenje sumporne i fosforne kiseline uzrokuje preveliku količinu sumpora i fosfora u tlu, koje je bilo gnojeno gnojivom zakiseljenim ovim kiselinama. Dodatno, dodatak prevelike količine kiseline može proizvesti sumporovodik i probleme s neugodnim mirisima. Zakiseljavanje se mora provesti tijekom skladištenja gnojiva i također tijekom nanošenja uz korištenje specijalno dizajniranih cisterni. Iako je efikasna, tehnika ima veliki nedostatak jer je rukovanje jakim kiselinama na farmama vrlo opasno.

Drugi dodaci. Uporabom/korištenjem kalcijevih (Ca) i magnezijevih (Mg) soli, kiselih tvari (npr. FeCl<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) i super-fosfata se pokazalo smanjenje emisije amonijaka, ali količine u kojima ih bi se trebalo primijeniti su prevelike da bi bile praktično izvedive. Adsorbensi kao što su treset i zeolit se također koriste.

### **Tehnike skladištenja organskog gnojiva**

Trenutno, ne postoje dokazane tehnike za smanjivanje emisija amonijaka iz uskladištenog organskog gnojiva. Za skladištenje osušenog gnojiva od peradi na duže vrijeme NRT tehnika je osiguravanje prostora s nepropusnim podom i dostatnom ventilacijom kako bi gnojivo ostalo suho i kako bi se spriječio dodatni gubitak amonijaka.

Tekuće organsko gnojivo se nakon odvođenja iz objekata za držanje životinja prenosi u objekte za skladištenje gnojiva. Objekti za skladištenje gnojiva su različitih konstrukcijskih i građevinskih rješenja, što ovisi o potrebnoj zapremini obzirom na aglomeraciju i vrstu životinja, strukturu tla, razinu podzemnih voda, sustav držanja životinja u objektu uključujući i niz parametara koji određuju mjere zaštite od onečišćenja u odnosu na stanje okoliša, zonu utjecaja proizvodnje, klimatska obilježja itd.

Manja i srednja postrojenja najčešće koriste vodonepropusne armirano betonske konstrukcije (lagune) tj. nadzemne AB ili čelične konstrukcije ukoliko se radi o području velike propusnosti tla i visoke razine podzemnih voda.

Postrojenja intenzivne poljoprivredne proizvodnje organska gnojiva skladište u posebno konstruiranim rezervoarima, te na taj način postižu visoku razinu zaštite zraka od onečišćenja. Opisani oblik zbrinjavanja gnojiva se koristi u cilju smanjenja štetnih emisija u atmosferu i klimatskih promjena, ali zbog ekonomskih razloga nije pogodan za primjenu na malim i srednjim postrojenjima.

Primjenom suvremenih tehnoloških postupaka energetske učinkovitosti moguće je postojeća postrojenja prilagoditi potrebama proizvodnje obnovljivih izvora energije (npr. bioplin).

Tijekom skladištenja emisije mogu biti smanjene smanjivanjem ili uklanjanjem protoka zraka preko površine gnojiva ugradnjom krova, dopuštanjem da se stvori „korica“ ili pak smanjivanjem površine po jedinici volumena skladišnog prostora.

Kada se koriste tehnike smanjivanja emisije amonijaka tijekom skladištenja bitno je spriječiti gubitke sačuvanog amonijaka tijekom nanošenja na tlo na način da se koristi odgovarajuća tehnika nanošenja.

Referentna tehnika. Osnova za proračun efikasnosti mjere uklanjanja je emisija iz skladišnih prostora istoga tipa, bez krova ili korice na površini. Tablica P.1-12 daje pregled mjera za smanjivanje emisija amonijaka iz tekućeg organskog gnojiva i efikasnost smanjivanja emisija.

### Tehnike 1. kategorije

Najbolje dokazana i najpraktičnija tehnika smanjivanja emisija tijekom skladištenja tekućeg organskog gnojiva je prekrivanje spremnika čvrstim pokrovom, krovom ili tendom. Plastične plahte (plivajući pokrov) su pogodne za male lagune s povezanim tlom. Vreće za skladištenje tekućeg organskog gnojiva na malim farmama (npr. < 150 tovljenih svinja) također predstavljaju sustav smanjenja emisije. Treba imati na umu da je uvijek potrebno imati mali otvor za vjetrenje kao bi se spriječilo nakupljanje zapaljivog metana.

### Tehnike 2. kategorije

Fleksibilni ili plivajući pokrovi (umjetna korica). Tehnike čija efektivnost i praktičnost nije još dobro ispitana i ovise o gospodarenju farmom i drugim faktorima. Primjer takve tehnike je fleksibilni pokrov kao što je najlon smješten na površinu tekućeg organskog gnojiva ili sloj ulja koji pluta na površini. Identično, dodatkom slame, treseta, LECA kuglice (lagani ekspanzirani glineni agregati) ili drugi plivajući materijali na površini gnojiva u rezervoarima ili lagunama mogu smanjiti emisije amonijaka stvaranjem umjetne korice.

Međutim, plivajući pokrovi mogu spriječiti homogenizaciju tekućeg gnojiva prije njegova nanošenja ili mogu spriječiti sam proces nanošenja začepeljivanjem strojeva ili uzrokovati neke druge gospodarstvene probleme.

Prirodna korica. Smanjivanjem miješanja uskladištenog organskog tekućeg gnojiva s dovoljno visokim sadržajem suhe tvari stvarati će se prirodne korice. Ukoliko kora potpuno prekrije površinu gnojiva i dovoljne je debljine, a nove količine se uvode ispod nje takova korica može znatno smanjiti emisiju amonijaka uz mali ili nikakav trošak. Tehnika stvaranja

prirodne korice je opcija farmama koje ne trebaju često miješati i raspršivati tekuće organskog gnojivo. Efikasnost uklanjanja emisije amonijaka ovisit će o prirodi i vijeku trajanja korice.

Zamjena laguna spremnicima. Ovom mjerom emisije amonijaka su smanjene zbog manje površine po jedinici volumena prostora. Ovo može biti učinkovita (iako skupa) opcija za smanjivanje emisije amonijaka posebno ako se spremnik prekriva krutim pokrovom. Efikasnost je teško kvantificirati budući jako ovisi o karakteristikama lagune i spremnika.

*Tablici P.1-12: Mjere uklanjanja emisija amonijaka iz skladištenja tekućeg organskog gnojiva (od goveda i svinja)*

Mjera uklanjanja	Smanjenje emisije (%) <sup>a)</sup>	Primjenjivost
Čvrsti pokrov, krov ili tenda (kategorija 1.)	80	Rezervoari od cigle ili čelika. Možda nije pogodno za postojeća skladišta
Plastične plahte* (plivajući pokrov) (kategorija 1.)	60	Male lagune povezane tlom.
Plastične plahte* (plivajući pokrov) (kategorija 2.)	60	Male lagune povezane tlom i spremnici od cigle ili čelika. Gospodarenje i drugi faktori mogu ograničiti primjenu ove tehnike
„Primitivna tehnika“ plivajući pokrov (npr. slama, treset, LECA kuglice i dr) (kategorija 2.)	40	Spremnici i silosi od cigle ili čelika. Vjerojatno ne praktično za lagune povezane tlom. Nije pogodno ukoliko korišteni materijal stvara probleme.
Prirodna korica (plivajući pokrov) (kategorija 2.)	35 – 50	Samo za gnojiva s visokim udjelom krute tvari. Ne za farme gdje je potrebno često miješanje i narušavanje korice uslijed čestog raspršivanja gnojiva.
Zamjena laguna, itd. sa natkrivenim ili visokim otkrivenim (H>3m) spremnicima (kategorija 1.)	30 – 60	Samo za nove građevine ili planiranu rekonstrukciju s visokim spremnicima
Vreće za skladištenje (kategorija 1.)	100	Veličine dostupnih vreća kod većih farmi.

<sup>a)</sup> Smanjenje emisije je izraženo relativno obzirom na emisiju iz nenatkrivenih rezervoara/silosa za skladištenje tekućeg organskog gnojiva.

\* Plahte mogu biti plastične ili platnene ili od nekog drugog pogodnog materijala.

## Objekti za držanje životinja

Objekti za držanje životinja različitih su konstrukcijskih rješenja koja ovise o klimatskim uvjetima i tehnološkim željama investitora. Emisije amonijaka iz objekata biti će smanjene ukoliko se smanji kontaktna površina zraka s izloženim tekućim i krutim organskim gnojivom. Zbog povoljnije klime u objektima, dobrobiti životinja i ukupnog zdravstvenog stanja poželjno je osigurati uvjete skladištenje gnojiva u natkrivenom skladišnom prostoru odvojenom od objekta tj. izvan objekta. Smanjivanje emisije se također može ostvariti u peradarnicima, sušenjem gnojiva do točke kada više ne dolazi do nastajanja amonijaka.

Referentna tehnika. Razina ostvarene granične vrijednosti smanjenja emisije amonijaka značajno se povećava u suvremeno projektiranim objektima za držanje životinja<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Objekti se projektiraju prema tehničko–tehnološkim preporukama Kodeksa dobre poljoprivredne prakse i provedbenih mjera BAT-ova vezanih uz intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju.

## Objekti za muzne krave i goveda

Tehnike za smanjivanje emisije amonijaka u objektima za krupnu stoku primjenjuju jedanili više slijedećih principa:

- Polu otvoreni objekti sa pojedinačnim ležajevima i dubokom steljom, te kosom pločom koji služe za adsorpciju urina
- Zatvoreni objekti sa pojedinačnim ležajevima
- Sustav mehaniziranog održavanja higijene redovitim zbrinjavanjem tekuće i krute faze gnojiva
- Smanjivanje površine otvora rešetkastog poda i kontakta stajnjaka sa zrakom
- Smanjivanje temperature krutog organskog gnojiva.

Držanje životinja u objektima "na vezu" zbog dobrobiti životinja više nije dobra praksa u EU. Najčešći sistem građenja suvremenih govedarskih objekata je u slobodnom sustavom držanja životinja. Muzne krave u objektu borave na pojedinačnim ležajevima ili skupnim boksovima na kosoj ploči prekrivene dubokom steljom. Uslijed velike količine materijala koji se svakodnevno donose i odnose iz objekta radne operacije izgnojavanja, napajanja, hranjenja, ventilacije odvijaju se mehanizirano. Radna operacija izgnojavanja u hranidbenom dijelu objekta "blatni hodnik", zbog zaštite od onečišćenja zraka obavlja se 3 - 4 puta dnevno, a pojedinačni boksovi 1 – 2 puta dnevno. Skupni boksovi sa dubokom steljom izgnojavaju se 1 – 2 puta godišnje ili nakon završenog uzgojnog turnusa. Jedan od često korištenih sistema gradnje objekata za uzgoj muznih krava sjeverozapadne i gorske Hrvatske je zatvoreni objekt sa pojedinačnim ležajevima i rešetkastim podom iznad skladišta za gnojivo.

Zatvoreni objekti građenja koriste se u području intenzivnih oborina i prostornog ograničenja, ali uslijed velikih koncentracija emisija amonijaka u objektu nepovoljno djeluje na dobrobit životinja, kao i na otežanu kontrolu štetnih emisija amonijaka iz podnih skladišta gnojovke.

Polu otvoreni objekti opremljeni pojedinačnim ležajevima daleko su prihvatljiviji sa aspekta kontrole onečišćenja u zrak, jer je skladištenje gnojiva predviđeno izvan objekta u lagune, gdje je manipulacija gnojivom jednostavnija i kontrola emisija učinkovitija.

### Tehnike 1. kategorije

Tehnika 1. kategorije osigurava smanjivanje emisije amonijaka iz objekata za držanje stoke redovitim mehaniziranim zbrinjavanjem tekućeg i krutog organskog gnojiva, tj. smanjuje kontakt stajnjaka sa zrakom korištenjem tzv. „nazubljenog strugača“ preko žljebastog ili hrapavog poda. Pod „blatnog hodnika" mora imati hrapavu površinu radi zaštite mišićne mase životinja od proklizavanja i žljebove za drenažu urina. Električni nazubljeni strugač je potpuno automatiziran i zbog financijske i energetske učinkovitosti referentna je tehnika za srednja i velika postrojenja. Približno jednaku efikasnost postiže se i "mehaničkom odzivnom daskom" montiranom na traktor, a financijski je pogodna za mala, srednja i velika postrojenja.

### Tehnike 2. kategorije

Sustavi bazirani na slami. Objekti na dubokoj stelji uobičajeni su za muzne krave i tovnu kategoriju životinja. Kosa ploča u objektu referentna je za krševita i brdsko-planinska područja jer značajno eliminira štetne emisije amonijaka iz tekuće faze proizvodnje uz minimalni dnevni utrošak slame/UG.

Velika upojna moć stelje u potpunosti eliminira tekuću fazu i postrojenja nije potrebno opremiti financijski i energetski zahtjevnim skladištima za gnojovku (lagune). Fermentacijski ciklus i štetne emisije amonijaka zadržavaju se ispod površine na koju se svakodnevno nabacuje nova količina čistog organskog materijala. Tehnološki postupak je referentan zbog

energetske učinkovitosti za mala, srednja i velika postrojenja u područjima koja mogu osigurati dovoljnu količinu organske tvari ili stelje, približno 5 kg slame  $lu^{-1}d^{-1}$ .

Dokazano negativni efekti kose ploče odnose se na zdravstveno stanje muznih krava u fazi visokog graviditeta. Kako bi se kondicioniralo stanje dobrobiti životinja u ravničarskim područjima objekti primjenjuju ravnu ploču.

Ravna ploča zahtjeva 1-2 kg slame/UG više od kose ploče i tada se povećava nastajanje krutog organskog gnojiva. Kruto se gnojivo skladišti na deponij opremljen prihvatnim spremnikom za skladištenje manje količine tekućeg gnojiva nastalog prirodnim cijedenjem.

Tekućim dijelom reverzibilno se putem jednostavnih malih crpki "kiši" kruti stajnjak, pospešuje fermentacija i u potpunosti eliminira tekuća faza. Primjenu pojedinih mjera u građenju objekata uvjetuju raspoložive površine za proizvodnju hrane, bilanciranje dušika i plodored.

### Tehnike 3. kategorije

Sustavi struganja i ispiranja. Sustav objekata u kojima se redovito uklanja organsko gnojivo te ga se skladišti izvan objekata. Navedeno uključuje ispiranje vodom, kiselinom ili razrijeđenim stajskim tekućim gnojivom ili struganje sa ili bez vode. Općenito su se ti sustavi pokazali neučinkovitima ili kompliciranima za provedbu.

Tablica P.1-13 prikazuje emisije amonijaka iz različitih objekata za goveda i indikacije o smanjenjima emisije (referentni sistemi i tehnike 1. i 2. kategorije).

Tablici P.1-13: Emisije amonijaka i smanjenja emisije iz različitih objekata za goveda

Tip objekta	Smanjenje emisije (%)	Emisija amonijaka (kg/govedo prostor/godina)
Objekti za muzne krave i goveda (referenca 1.)	0	11
Objekti "na vezu" (referenca 2.) <sup>a)</sup>	60	4,4
Žljebasti pod (kategorija 1.)	25	8,3
Kruto gnojivo, kosi pod ili sistem s dubokim odlaganjem (s dostatnom količinom slame) (5-6 kg/kravi/dan) (kategorija 2) <sup>b)</sup>	30	7,5

<sup>a)</sup> Sustav s vezanjem goveda se ne predlaže zbog zdravlja životinja.

<sup>b)</sup> Sustavi u kojima se sav ili većina izlučevina sakuplja kao kruto gnojivo. Emisija ovisi o količini korištene slame. Premalo slame može povećati emisiju amonijaka. Sustav sa slamom se preporuča zbog zdravlja životinja.

### **Objekti za svinjogojstvo**

Referentna tehnika. Emisije iz objekata za svinjogojstvo sa niže smještenom skladišnom jamom uzeta je kao referentna tehnika iako je u nekim zemljama ova tehnika zabranjena zbog zdravstvene sigurnosti svinja.

Tehnike za smanjivanje emisije amonijaka u objektima za svinjogojstvo primjenjuju slijedeće principe:

- Smanjenje površine prekrivene gnojivom sa koje se emitira amonijak (čvrsti pod, površina pod tekućim gnojivom u kanalima);
- Učestalo uklanjanje gnojiva iz niže smještene stelje u vanjski skladišni prostor;
- Dodatna obrada kao što je primjerice aeracija, kako bi se dobila tekućina koja se može isprati;



- Hlađenje površine gnojiva;
- Izmjena kemijsko/fizikalnih svojstava gnojiva, kao što je povećanje pH vrijednosti i/ili;
- Površine koje su glatke i jednostavne za održavanje;
- Obrada izlaznog zraka kiselim *scrubberima* ili biofilterima.

Postoji i BREF za intenzivni uzgoj svinja s opisom smanjivanja svih emisija iz većih objekata za svinjogojstvo.

### Opće mjere za objekte za svinjogojstvo

Za izradu podova u objektima za svinjogojstvo koristi se cigla, čelik i plastika. Općenito govoreći, uz jamu iste dubine, gnoju koji padne na betonsku ploču treba duže vrijeme da padne u jamu što je pak povezano s većim emisijama amonijaka, nego gnoju koji padne na čeličnu ili plastičnu ploču.

### Tehnike 1. Kategorije

- Smanjenje površine prekrivene gnojivom sa koje se emitira amonijak
- Sustavi ispiranja
- Vakuum sustavi
- Hlađenje krutog organskog gnojiva (do ili ispod 12°C)

### Tehnike 2. Kategorije

- Dobra kontrola uvjeta mikroklima u objektu (potrebno je osigurati ne previsoku temperaturu i vlažnost)
- Smještanje podnih skladišta za svinjski izmet na nižu razinu (predlaže se 1,2 m umjesto na dosadašnjih 0,45 m) te dodatno posipanje slamom i tresetom.
- Biološka ili organska obrada ventiliranog zraka iz objekata za svinjogojstvo *scrubberima*

Tablica P.1-14 prikazuje tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka.

Tablica P.1-14: Tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka

Sustav	Smanjenje emisije (%)
Grupni objekti na potpuno popločenom podu (referentni sustav)*	0
Potpuno popločen pod	
S vakuum sustavom	25
Sa kanalima za ispiranje; bez aeracije	30
Sa slivnicima za ispiranje; bez aeracije	40
Sa kanalima za ispiranje; aeracija	55
Sa slivnicima za ispiranje; aeracija	55
Djelomično popločen pod	
Sa strugačem; betonske ploče	40
S perajom za hlađenje površine; betonske ploče	50
S perajom za hlađenje površine; metalne ploče	60

Sa kanalima za ispiranje; bez aeracije	50
Sa kanalima za ispiranje; aeracija	60
Sa slivnicima za ispiranje; bez aeracije	60
Sa slivnicima za ispiranje; aeracija	60
Sa kanalima/kosim zidovima/betonskim pločama	60
Sa kanalima/kosim zidovima/metalnim pločama	65
Sa strugačem; metalne ploče	50
Potpuno i djelomično popločen pod	
Kiseli <i>scrubber</i> , novi objekti	90
<i>Biotrickling</i> filter, novi objekti	70

\*Referentni sustav, sa podom potpuno popločenim betonom emitira od 2,4 do 3,0 kg NH<sub>3</sub> kg/godinu/prostor

### Svinjogojski objekti za tov

Svinje namijenjene za tov (eng. *Growers/finishers*) se uvijek smještaju u grupama te većina sustava za smještaj svinja primjenjuje se i za ovu skupinu. Navedene tehnike dane su u usporedbi s referentnim sustavom (potpuno popločen pod s dubokom jamom za gnoj u nižoj razini i mehaničkom ventilacijom). Razina emisije je između 2,39 i 3,0 kgNH<sub>3</sub> po svinji prostoru i godini.

### Objekti za prasad

Općenito se u Europi prasad drži u boksevima sa čeličnim i/ili plastičnim popločenim podom. U većini objekata svinje imaju ograničeno kretanje dok se prasad kreće neometano. Svi objekti imaju kontroliranu ventilaciju i grijani prostor tijekom prvih par dana. Navedeni sustav s dubokom jamom za gnojivo na nižoj razini predstavlja referentni sustav.

Tablica P.1-15 daje prikaz tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka za prasad.

Tablici P.1-15: Tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka za prasad

Sustav	Smanjenje emisije (%)
Objekti sa ograničenim kretanjem (referentni sustav)*	0
Potpuno popločen pod sa plastičnim ili čeličnim pločama	
Sa pločom na nagibu	30
Sa kanalima za vodu i za gnojivo	50
Sa slivnicima za ispiranje i za gnojivo	60
Sa posudom za gnojivo	65
S perajom za hlađenje površine	70
Djelomično popločen pod sa plastičnim ili čeličnim pločama	
Sa smanjenom jamom za gnojivo	30
Potpuno i djelomično popločen pod	
Kiseli <i>scrubber</i> , novi objekt	90
<i>Biotrickling</i> filter, novi objekt	70

\*Referentni sustav, sa metalnim ili plastičnim pločama emitira od 8,3 do 8,7 kg NH<sub>3</sub> kg/godinu/prostor

## Objekti za krmače u fazi pripusta ili inseminacije – Pripustilište i

### Objekti za krmače u fazi čekanja – Čekalište

Krmače u fazi parenja/gestacije (eng. *Mating/gesting* svinje) se drže pojedinačno ili u grupi. Grupno držanje zahtijeva drugačiji sustav hranjenja (npr. električne hranilice za svinje) i dizajn koca koji utječe na ponašanje svinje (uključivanje zona za gnojivo i za ležanje). Referentni sustav za smještaj *mating/gesting* svinje je potpuno popločen pod (betonske ploče) s dubokom jamom za gnoj.

Tablica P.1-16 prikaz tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka za *mating/gesting* svinje.

Tablici P.1-16: Tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka za *mating/gesting* svinje

Sustav	Smanjenje emisije (%)
Individualni objekti na potpuno popločenom podu (referentni sustav)*	0
Potpuno betonom popločen pod	
S vakuum sustavom	25
Sa kanalima za ispiranje; bez aeracije	30
Sa slivnicima za ispiranje; bez aeracije	40
Sa kanalima za ispiranje; aeracija	55
Sa slivnicima za ispiranje; aeracija	55
Djelomično popločen pod	
Sa smanjenom jamom za gnojivo	30
S perajom za hlađenje površine	50
S vakuum sustavom betonske ploče	25
S vakuum sustavom metalne ploče	35
Sa kanalima za ispiranje; bez aeracije	50
Sa kanalima za ispiranje; aeracija	60
Sa slivnicima za ispiranje; bez aeracije	50
Sa slivnicima za ispiranje; aeracija	70
Sa strugačem; betonske ploče	30
Sa strugačem; metalne ploče	50
Potpuno i djelomično popločen pod	
Kiseli <i>scrubber</i> , novi objekt	90
<i>Biotrickling</i> filter, novi objekt	70

\*Referentni sustav, individualna objekt sa podom potpuno popločenim betonom emitira od 3,12 do 4,2 kg NH<sub>3</sub> kg/godinu/prostor

### Objekti za odbijenu prasid - Odgajivališta

Odbijena prasid (eng. *Weaners*) se drže grupno u

1. euro-boksovima na podnim kanalima za izgnojavanje
2. uzdignutim euro-boksovima (tzv.kavezni sustav držanja)
3. držanje prasadi na tvrdj podlozi i dubokoj stelji

Tehnološke preporuke imaju potpuno različite sustave izgnojavanja

1. Zbrinjavanje gnojiva iz ero-boksova na podu odvija se kroz podne kanale i prirodnim padom odlazi do otvora za izuzimanje gnojiva smještenom izvan objekta.
2. Izgnojavanje iz uzdignutih euro-boksova i boksova na kat primjenjuje se mehanički (sustav koji se zbog dobrobiti životinja napušta u EU).
3. Držanje prasadi u boksovima na betonskokm podu i dubokoj stelji – izgnojavanje je u turnusu

Tablica P.1-17 prikaz tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka za odbijenu prasad.

Tablici P.1-17: Tehnike kategorije 1. i potencijal smanjenja emisije amonijaka za odbijenu prasad

Sustav	Smanjenje emisije (%)
Koci ili uzdignuti koci s potpuno popločenim podu (referentni sustav)*	0
Potpuno popločen pod	
S vakuum sustavom	25
Djelomično popločen pod	
Sa smanjenom jamom za gnojivo i kosim zidovima	70
Potpuno i djelomično popločen pod	
Sa strugačem gnojiva	35 – 70
Sa slivnicima ili cijevima za ispiranje; bez aeracije	45 – 65
Sa dva klimatska sustava	35
Sa kosim ili konveksnim podom	40
Sa jamom za gnojivo + kanal za otpadnu vodu	55
S trokutastim čeličnim pločama + kanal za gnojivo i kosi zidovi	70
S perajom za hlađenje površine	75
Kiseli <i>scrubber</i> , novi objekt	90
<i>Biotrickling</i> filter, novi objekt	70

\*Referentni sustav je potpuno popločen pod (čelične ili plastične ploče) s kojeg se emitira od 0,6 do 0,8 kg NH<sub>3</sub> kg/godinu/prostor

## Objekti za perad

### Objekti za kokoši nesilice

Razlikuju se dva sustava objekata za smještaj kokoši nesilice:

- Sustav baterije, tradicionalni objekti tzv. duboka stelja (kokošinjci) u kojima gnojivo pada u rupu ispod kokošinjca i tu ostaje uskladišteno i do nekoliko godina. Predstavlja sustav s najvećim emisijama kod intenzivnog uzgoja nesilica, te je stoga uzet kao referentni sustav.
- Kavez i sustavi slobodnog prostora (duboke stelje i avariji)

### Tehnike 1. kategorije

Emisija amonijaka iz objekata baziranih na sustavu baterija (sustav duboke stelje) mogu biti smanjene smanjivanjem sadržaja vlage u gnojivu potaknuto prirodnim ili umjetnim ventiliranjem preko stelje s gnojivom. Primjer za to su tzv. objekti na štulama, kod kojih su bočni zidovi u nižem dijelu kokošinjca namijenjenom za sakupljanje gnojiva uklonjeni.

Sakupljanje gnojiva na zonama za gnojivo te njegovo uklanjanje i skladištenje izvan objekta također rezultira manjom emisijom. Gnojivo treba osušiti do sadržaja suhe tvari od 60-70% kako bi se spriječilo stvaranje amonijaka. Općenito, emisije iz objekata sa zonama za gnojivo će ovisiti o:

- Vremenu koje gnojivo provede na zonama (duže vrijeme = veće emisije);
- Sustavu sušenja;
- Vrsti peradi;
- Brzini ventiliranja (niža brzina = veće emisije);
- Sastavu hrane.

### **Objekti za piliće**

Tradicionalno se pilići drže u objektima tvrdog poda potpuno prekrivenog gnojivom, što se uzima kao referentni sustav (nije NRT). Kako bi se spriječile emisije amonijaka važno je održavati gnojivo što sušim. Sadržaj suhe tvari i emisije amonijaka ovise između ostalog o:

- Sustavu vode za piće;
- Trajanju perioda rasplodivanja;
- Gustoći i težini životinje;
- Korištenju sustava za pročišćavanje zraka;
- Korištenju podne izolacije
- Hrani.

### Tehnike 1. kategorije

Jednostavan način za održavanjem gnojiva suhim je smanjivanje prolijevanja vode iz sustava za opskrbu pitkom vodom.

### Tehnike 2. kategorije

Emisija amonijaka učinkovito se može smanjiti pospješenim sušenjem gnojiva. U Nizozemskoj se gnojivo od peradi prozračuje ubacivanjem zraka ispod poda od tkanine i gnojiva. Sustav zahtjeva dosta energije i može povećati emisiju čestica. Ipak, dodatnim ventiliranjem se pospješuje raspodjela topline i štedi se na energiji.

### Tehnike 3. kategorije

Pospješenim sušenjem gnojiva od peradi uz korištenje bioloških i organskih *scrubbera*, koji su vrlo skupi dovodi do povećanja volumena otpada.

Tablica P.1-18 prikazuje tehnike i potencijale smanjivanja emisije amonijaka iz objekata za kokoši nesilice i piliće.

Tablici P.1-18: Smanjivanje emisije amonijaka iz različitih sustava objekata za perad u odnosu na referentni sustav

Šifra	Tip objekta	Smanjenje emisije (%)
Kokoši nesilice		
Kavezni sustavi		
1	Kavezni sustav s otvorenim skladištenjem gnojiva ispod kaveza, bez ventiliranja (Referentni sustav, nije NRT)*	0*
2	Kavezni sustav s otvorenim skladištenjem gnojiva ispod kaveza, s ventiliranjem (uvjetni NRT; npr za mediteransko područje gdje su više temperature ovaj sustav je NRT))	30
3	Uklanjanje gnojiva pomoću remenja smještenih ispod kaveza u zatvoreno skladište	58-76
4	Vertikalni katni kavezi s remenjem za odvođenje gnojiva i pospješanim sušenjem	55
5	Vertikalni katni kavezi s remenjem za odvođenje gnojiva i brzo pospješanim sušenjem	60
6	Vertikalni katni kavezi s remenjem za odvođenje gnojiva i poboljšanim pospješanim sušenjem	70-88
7	Vertikalni katni kavezi s remenjem za odvođenje gnojiva i unutarnjim ili vanjskim tunelom za sušenje	80
Sustav slobodnog prostora		
1	Sustav duboke stelje (Referentni sustav, nije NRT)**	0**
2	Duboka stelja s pospješanim sušenjem gnojiva	60
3	Duboka stelja s perforiranim podom i pospješanim sušenjem gnojiva	65
4	Alternativni sustav smještaja (aviarij)	71
Pilići		
1	Tradicionalno	Referenca
2	Katni pod sa intenzivnim sušenjem gnojiva (kategorija 2)	94
3	Katne pomične stranice, intenzivno sušenje gnojiva (kategorija 2)	94
4	Perforirani pod sa pospješanim sušenjem gnojiva (kategorija 2)	82
	"Combideck" sustavi (kategorija 2)	44

\*Referentni sustav i svi ostali postoci smanjenja emisija amonijaka drugih tehnika temelje se na: 0,083 kg NH<sub>3</sub>/godina x mjesto

\*\*Referentni sustav i svi ostali postoci smanjenja emisija amonijaka drugih tehnika temelje se na: 0,315 kg NH<sub>3</sub>/godina x mjesto

## Strategija prehrane i druge mjere

### Strategija prehrane

Mjerama u prehrani životinja, kojima se smanjuje količina proteina smanjiti će se izlučivanje N i na taj način smanjiti potrebu za primjenu mjera u objektima za držanje životinja i u gospodarenju organskim gnojivom. Upravljanje količinom hranjivih tvari u stočnoj hrani ima za cilj odabir odgovarajuće prehrane usklađene s potrebama životinja u njihovim različitim fazama, te tako smanjiti količinu izlučenog N.

Tehnike za primjenu mjera u prehrani životinja mogu biti različite i mogu se primjeniti pojedinačno ili više njih istovremeno, kako bi se postiglo što veće smanjenje izlučenih hranjivih tvari.

**Referentna tehnika.** Mjera kojom se emisija NH<sub>3</sub> može smanjiti kroz strategiju prehrane će ovisiti o trenutnoj praksi ishrane životinja. Općenito se uzima da smanjivanjem 1 kg dušika u izlučevinama životinja, rezultira smanjivanjem emisije amonijaka od 0,3 – 0,5 kg N. Zbog nesigurnosti referentne tehnike i promjenjive učinkovitosti (obzirom na sastav obroka i fiziologiju životinja) strategija prehrane smatra se tehnikom 2. kategorije.

### Strategija prehrane kod intenzivnog uzgoja svinja

Strategija prehrane u svinjogojstvu uključuju fazu hranjenja, propisivanje dijeta temeljem lako probavljivih/raspoloživih hranjivih tvari koje se mogu dopuniti dijetama baziranim na aminokiselinama s niskim sadržajem proteina.

Faza hranjenja (različiti sastav hrane za različite dobne skupine) nudi troškovno učinkovit način za smanjenje izlučenog N kod svinja i mogu uglavnom biti primjenjene u kratkom roku. Više-fazna prehrana je ovisna o računalno potpomognutoj automatskoj opremi.

Količinu sirovih proteina (bjelančevina) u obrocima moguće je smanjiti na način da se optimizira sadržaj amino kiselina kroz dodatak sintetičkih aminokiselina (npr. lizin, metionin, treonin, triptofan) ili posebnih hranjivih komponenti.

Smanjenje sirovih bjelančevina od 2 do 3% (20 do 30 g/kg hrane) može se postići ovisno o vrsti svinja i njihovoj trenutnoj ishrani. Potreban sadržaj bjelančevina u hrani za svinje prikazan je u tablici P.1-19. Vrijednosti u tablici su indikativne i zahtijeva usklađivanje i prilagodbu lokalnim uvjetima.

Tablici P.1-19: Indikativne vrijednosti sadržaja proteina u hrani za svinje u različitim fazama

Vrsta svinja	Faza	Sadržaj sirovih proteina (% u hrani)	Napomena
Odbijena prasad ( <i>weaner</i> )	< 10 kg	19-21	Uz odgovarajući i optimalan sadržaj aminokiselina
Prasad (piglet)	< 25 kg	17,5-19,5	
Tovne svinje	25-50 kg	15-17	
	50-100 kg	14-15	
Krmače	gestacija	13-15	
	laktacija	1-17	

**Dodaci hrani.** Dodaci s visokim sadržajem ne-škrobnih polisaharida (npr. šećerna repa, sojine ljuske) mogu smanjiti pH izlučevina svinja i tako smanjiti emisiju NH<sub>3</sub>. Ova opcija zahtijeva dodatna istraživanja i može se trenutno smatrati mjerom 3. kategorije. Isti učinak se može postići dodatkom kiseline u hranu.

### Strategija prehrane kod intenzivnog uzgoja peradi

Kod peradi, potencijal za smanjenje količine izlučivanja N, primjenom mjera u prehrani je više ograničena nego kod svinja, budući je učinkovitost pretvorbe visoka, a veće su i različitosti unutar jednog jata ptica. Općenito je moguće smanjiti količinu sirovih proteina od 1 do 2 posto (10 do 20 g/kg hrane) što ovisi i o trenutnoj praksi ishrane peradi. Rasponi sadržaja sirovih bjelančevina namijenjenih za prehranu peradi prikazani su u tablici P.1-20. Vrijednosti u tablici su indikativne i zahtijeva usklađivanje i prilagodbu lokalnim uvjetima.

Tablici P.1-20: Indikativne vrijednosti sadržaja proteina u hrani za perad u različitim fazama

Vrsta svinja	Faza	Sadržaj sirovih proteina (% u hrani)	Napomena
Pilići	<i>Starter</i>	20-22	Uz odgovarajući i optimalan sadržaj aminokiselina
	<i>grower</i>	19-21	
	<i>finisher</i>	18-20	
Pure	< 4 tjedna starosti	24-27	
	5-8 tjedana starosti	22-24	
	9-12 tjedana starosti	19-21	
	>13 tjedana starosti	16-19	
	>16 tjedana starosti	14-17	
Kokoši	18-40 tjedana starosti	15,5-16,5	
	>40 tjedana starosti	14,5-15,5	

### Strategija prehrane kod uzgoja goveda

Za goveda koja se hrane uglavnom travom, sijenom, krmom, itd. prisutan je određeni suvišak proteina (uglavnom ljeti) zbog neuravnoteženosti između energije i proteina u mladoj travi. Taj suvišak moguće je smanjiti dodatkom tvari s niskim sadržajem proteina u obrok (npr. kukuruz, sijeno) ili povećanjem udjela koncentrata u obroku. Druga opcija je ograničena u travnatim područjima u kojima je krmno bilje jedina lokalno dostupna hrana za stoku.

### Druge mjere

#### Mineralna gnojiva

Urea je mineralno gnojivo čijom primjenom dolazi do najvećeg gubitka dušika kao amonijak. Gubici mogu iznositi od 9-40 % ovisno o načinu primjene, npr. u slučaju primjene na golo tlo bez unošenja u tlo, u suhim i toplim klimatskim uvjetima te na laganim i pjeskovitim tlima. Zbog toga se kao mjera predlaže zamjena uree nekim drugim mineralnim gnojivom čime se mogu smanjiti emisije amonijaka i do 90%, ovisno o zamjenskom gnojivu, klimatskim uvjetima i stanju tla. Mjera zamjene je trenutno provediva bez dodatnih zahtjeva. Učinkovitost ove mjere je dobro poznata (tehnika 1. kategorije).

#### Ispaša

Urin stoke izlučen na ispaši obično se infiltrira u tlo prije nego dođe do emisije amonijaka. Zbog toga je emisija amonijaka po grlu manja za grla na ispaši od grla u objektima. Smanjivanje emisije amonijaka postignuto povećavanjem perioda kojeg stoka provodi na ispaši ovisiti će o bazi (tj. vrijednost emisije amonijaka za stoku u objektima), vremenu ispaše, razini gnojiva od ispaše, itd. Ispaša se, iako vrlo učinkovita, zbog ovisnosti o nizu uvjeta i nesigurnosti oko drugih emisija dušika smatra tehnikom 2. kategorije.

#### Obrada organskog gnojiva

Ova mjera ima potencijala, ali se još uvijek istražuje te se zbog postojećih nesigurnosti svrstava u tehnike 2. ili 3. kategorije.

Kompostiranje krutog i tekućeg organskog gnojiva uz dodatak soli. Eksperimentalni podaci su vrlo različiti i poneki čak pokazuju povećanje emisije.

Kontrolirani proces denitrifikacije u tekućem organskom gnojivu: pilot postrojenja pokazuju da je kontroliranjem denitrifikacije (naizmjenično aerobni i anaerobni uvjeti) moguće smanjiti



emisiju amonijaka pretvorbom amonijaka u dušikov plin. Za ovo je potrebno imati posebni reaktor.

#### Upotreba gnojiva izvan poljoprivrednog sektora<sup>3</sup>

Upotrebom gnojiva izvan poljoprivrednog sektora, emisije amonijaka u poljoprivrednom sektoru se smanjuju. Primjer kojeg već primjenjuju u nekim državama je spaljivanje peradarskog gnoja i korištenje konjske balege i peradarskog gnojiva pri uzgoju gljiva. Smanjenje emisije ovisit će o tome koliko se brzo gnoj odvozi s farme i kako ga se obrađuje. Sveukupno smanjenje emisije biti će postignuto jedino ako upotreba organskog gnojiva ne dovodi do dodatnog povećanja emisija (uključujući i emisije osim amonijaka).

#### Dodatne tvari (aditivi) u hrani i organskom gnojivu

Brojni aditivi su predloženi u svrhu smanjivanja emisije amonijaka. Većina njih ima za cilj smanjenje sadržaja amonijaka ili vrijednosti pH kemijskim ili fizikalnim procesima. Njihova učinkovitost u smanjivanju emisije amonijaka ovisi o tome koliko dobro dostižu svoj cilj te u kojem dijelu gospodarenja se one primjenjuju. Smatraju se tehnikom 3. kategorije.

### **Stacionarni izvori koji nisu iz sektora poljoprivrede**

#### Proizvodnja anorganskih dušičnih gnojiva, uree i amonijaka

Postrojenja za proizvodnju dušičnih gnojiva uključuju proizvodnju amonijaka, uree, amonij sulfata, amonij nitrata i/ili amonij sulfat nitrat. U procesu se koristi dušična kiselina koja se također proizvodi u krugu postrojenja. Do emisija amonijaka najčešće dolazi kada se dušična kiselina neutralizira s bezvodnim amonijakom. Te emisije mogu se kontrolirati mokrim *scrubberom* do koncentracije od 35 mg NH<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> ili niže. Faktori emisije za ovo postrojenje kreću se od 0,25 do 0,5 kg NH<sub>3</sub>/t proizvoda.

Dodatne tehnike kontrole emisija osim *scrubbera*, ciklona i filtera, koji su sastavni dio proizvodnog postrojenja općenito nisu potrebne. Granična vrijednost emisije amonijaka od 50 mg NH<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> može se postići povećavajući regeneraciju produkta i smanjivanjem emisija u zrak sa odgovarajućim održavanjem i kontrolom radnih uvjeta.

Pri proizvodnji NPK mineralnih gnojiva (nitrofosfatni put ili miješanjem kiselina) dolazi do emisija od 0,3 kg NH<sub>3</sub>/t proizvedenog NPK i 0,01 kg NH<sub>3</sub>/t proizvedenog NPK (izraženog kao N).

Emisije amonijaka iz proizvodnje uree izvještavaju se obzirom na ispuste: kolona za regeneraciju apsorpcijom (0,1 – 0,5 kg NH<sub>3</sub>/t proizvedene uree), apsorpcijska kolona za koncentriranje (0,1 – 0,2 kg NH<sub>3</sub>/t proizvedene uree), „*prilling*“ uree (0,5 – 2,2 kg NH<sub>3</sub>/t proizvedene uree), granuliranje (0,2 – 0,7 kg NH<sub>3</sub>/t proizvedene uree). Ispust iz procesa „*prilling*“ je također izvor prašine od uree (0,5 – 2,2 kg čestica/t proizvedene uree), kao i granulator (0,1 – 0,5 kg čestica/t proizvedene uree).

---

<sup>3</sup> zaštitna mjera je u eksperimentalnoj fazi, srazmjer između potreba i produkcije veliki

## NRT ZA HLAPIVE ORGANSKE SPOJEVE

Tehnički dodatak obuhvaća stacionarne izvore navedene u tablici P.1-21.

Tablica P.1-21: Stacionarni izvori emisije HOS-eva promatrani u okviru tehničkog dodatke uz Gothenburški Protokol

Stacionarni izvor
1. Izgaranje u kućanstvima (<300 kWth)
2. Rafinerije
3. Pridobivanje i distribucija fosilnih goriva
4. Proizvodnja organskih kemijskih proizvoda
5. Nanošenje adheziva (ljepila) (uključujući laminiranje drva i plastike)
6. Procesi premazivanja (metalnih i plastičnih površina kod automobila, kamionskih kabina, kamiona, autobusa i drvenih površina)
7. Nanošenje premaza (na metalne, plastične i drvene površine) i boja u građevinarstvu i kućanstvu
8. Premazivanje metala u elektroničkoj industriji
9. Suho čišćenje
10. Proizvodnja premaza, lakova boja i adheziva
11. Proizvodnja farmaceutskih proizvoda
12. Tiskarska industrija
13. Prerada gume
14. Površinsko čišćenje
15. Proizvodnja ulja i masti biljnog o životinjskog podrijetla
16. Završna obrada vozila
17. Impregnacija drvenih površina
18. Proizvodnja mineralne vune
19. Upotreba otapala u kućanstvima
20. Proizvodnja pekarskih i slastičarskih proizvoda
21. Proizvodnja piva (uključena i proizvodnja pivskog slada)
22. Proizvodnja destiliranih alkoholnih pića

Pri planiranju mjera ili tehnologija za stacionarne izvore koji emitiraju HOS-eve, ali i druge onečišćujuće tvari kao SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, teške metale, čestice, POP korisno je te mjere i tehnologije razmatrati u kombinaciji s ostalim mogućim tehnikama kontrole drugih onečišćujućih tvari kako bi se povećao efekt uklanjanja i smanjio utjecaj na okoliš.

Za gotovo sve stacionarne izvore su mjere za kontrolu i sprječavanje ispuštanja HOS-eva dostupne i u primjeni. Razlikuju se primarne, sekundarne (tzv. „*add-on*“ ili „*end-of-pipe*“) i strukturne mjere koje se mogu primijeniti kod postojećih i novih postrojenja.

Lista raspoloživih mjera s mogućnošću kombiniranja dana je u nastavku:

- a) Efektivnije tehnologije za kontrolu HOS-eva u smislu efikasnog održavanja opreme, boljeg hvatanja otpadnih plinova i općenito optimiranje procesnih uvjeta;
- b) Zamjena HOS-eva, npr. korištenje otapala/proizvoda s malim udjelom organske komponente ili otapala bez organske komponente (kao npr. boje i premazi na bazi vode) i/ili modifikacija procesa;
- c) Smanjivanje emisija najboljom praksom upravljanja, kao što je dobro održavanje, poboljšan program nadzora i održavanja, promjenom u procesima kao što su zatvoreni cirkulirajući uređaji, poboljšano brtvljenje spremnika za skladištenje ili strukturnim promjenama kao što je prijenos aktivnosti na lokaciju gdje je smanjivanje HOS emisija efikasnije (npr. predpremazivanje određenih proizvoda);
- d) Recikliranje i/ili obnavljanje HOS-eva kontrolnim tehnologijama kao što su kondenzacija, adsorpcija, apsorpcija i membranski procesi (pred-procesni korak). Dodatna mogućnost je obnavljanje topline (energije) iz HOS-eva. Poželjno je da se organska komponenta ponovno koristi na mjestu prvog korištenja, ukoliko se ne koriste složene mješavine. Složene mješavine je bolje obrađivati izvan mjesta njihovog prvog korištenja; no tada može doći do emisija uslijed distribucije, rukovanja, transporta i skladištenja;
- e) Uništavanje/uklanjanje HOS-eva kontrolnim tehnologijama kao što su termička obrada, katalitičko spaljivanje ili biološka obrada. Pri termičkoj obradi preporuča se regeneracija topline kako bi se smanjio radni trošak i dodatno onečišćenje. Drugi uobičajeni postupak uništavanja ne-halogeniranih HOS-eva je korištenje sakupljenih otpadnih plinova HOS-eva te njihovo korištenje kao sekundarni zrak ili gorivo u postojećoj jedinici za pretvorbu energije.

Sekundarne mjere za smanjivanje emisija HOS-eva jesu:

- a) Adsorpcija: HOS-evi se procesom adsorpcije uklanjaju iz otpadnih plinova, nakon čega se desorbiraju u visoko koncentrirani otpadni plin, koji se potom obrađuje tako da se otapalo regenerira (koncentrira) ili se spaljuje uz regeneraciju topline, ukoliko je to provedivo u okviru proizvodnog procesa;
- b) Apsorpcija: primarno se primjenjuje u kemijskoj, farmaceutskoj industriji i industriji mineralnih gnojiva, gdje je poželjna zbog postojeće infrastrukture;
- c) Termička obrada: standardna tehnologija, sigurna, pouzdana i efikasna metoda uklanjanja širokog spektra HOS-eva (osim halogeniranih ugljikovodika), koja se primjenjuje kod velike većine procesa. Dodatno, omogućava regeneraciju vrijedne toplinske energije pa je stoga i vrlo isplativa;
- d) Katalitička termička obrada: pouzdana, dokazana i široko primjenjiva metoda uklanjanja HOS-eva (halogeniranih i ne-halogeniranih), a također i neugodnih mirisa. Posebno je atraktivna u slučajevima kada su mogućnosti za korištenje regenerirane topline smanjene i kada se zna da su tehnike regeneriranja otapala skupe;
- e) Kondenzacija: dodatna obrada je potrebna ukoliko dvije ili više komponenti moraju biti regenerirane. Kada se kondenzira samo jedna komponenta tada je produkt čist, ali u većini slučajeva zahtijeva se dodatni proces obrade plina kako bi se udovoljilo zahtjevanim graničnim vrijednostima emisija. Klasična kondenzacija je namijenjena otapalima s niskim tlakom isparavanja;
- f) Membranska tehnologija (permeacija): tipično se primjenjuje za nadogradnju otpadnih plinova prije slijedećeg procesa. Ova tehnika je u razvoju;

- g) Biofiltracija: uspješno se primjenjuje za uklanjanje mirisa, ali i za smanjivanje emisija HOS-eva. Zbog tehničkih i ekonomskih razloga, biofiltracija je primjenjiva uvijek kada regeneracija komponenti iz otpadnih plinova nije atraktivna ili kada je koncentracija HOS-a u otpadnom plinu vrlo niska;

Izbor pojedine tehnike kontrole emisija HOS-eva ovisiti će o različitim parametrima kao što su: koncentracija HOS-eva u otpadnom plinu, volumni protok plina, sastav HOS-eva u otpadnom plinu i dr. Stoga se najprihvatljivija tehnika mora odabrati obzirom na uvijete promatranog procesa.

Sveukupna učinkovitost sekundarnih mjera za smanjivanje emisija HOS-eva nastale uporabom organskih otapala u postrojenjima u velikoj mjeri ovise o efikasnosti hvatanja otpadnih plinova HOS-eva, naročito se to odnosi na procese za koje je karakteristična fugitivna emisija.

Prikaz relevantnih parametara zahtijevanih za primjenu pojedine sekundarne mjere kao i koncentracija HOS-eva koja se dobiva primjenom iste prikazano je u tablici P.1-22.

Tablica P.1-22: Prikaz parametara zahtijevanih za primjenu pojedine sekundarne mjere kao i koncentracija HOS-eva koja se dobiva primjenom iste

Parametar	Kondenzacija	Adsorpcija/ desorpcija	Apsorpcija	Permeacija	Termička obrada	Katalitička termička obrada	Termička regenerativna obrada	Katalitička regenerativna termička obrada	Bio- filtracija	Bio- scrubbing
Koncentracija na ulazu (K) [g C/Nm <sup>3</sup> ]:										
K>50	++	-	0	++	-	-	-	-	-	-
10<K<50	+	+	+	-	+	+	0	-	-	-
1<K<10	-	+	+	-	++	++	++	++	-	+
K<1	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++
Brzina protoka (BP) [Nm <sup>3</sup> /h]:										
BP>10.000	++	0	+	++	+	+	0	+	+	+
10.000<BP<100.000	-	+	+	0	+	+	+	++	+	+
BP>100.000	-	+	0	-	-	-	++	-	0	0
Tlak:										
Visoki	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Niski	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Recikliranje otapala:	++	++	++	++	NM	NM	NM	NM	NM	NM
Ostvarena koncentracija HOS-eva u obrađenom plinu [mg C/Nm <sup>3</sup> ]:	100 – 150	20 – 100	50 – 100	a)	20 – 50	20 – 50	20 – 50	20 – 50	40 – 150	40 – 150

Tumač znakovlja: ++=poželjno;

+ = primjenjivo;

0 = slabije primjenjivo;

- = nije primjenjivo;

NM = nije moguće.

a) Propisane zakonske vrijednosti ne mogu se postići primjenom samo ove metode. Zahtijeva se općenito dodatna jedinica za obradu otpadnog plina.

## MJERE SPECIFIČNE ZA POJEDINE DJELATNOSTI

Mjere za smanjivanje emisije HOS-eva specifične za pojedinu djelatnost prikazane su u tablicama od P.1-23 do P.1-44.

*Tablica P.1-23: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod uređaja za loženje*

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije (g/GJ toplinskog kapaciteta) <sup>a)</sup>
<b>Uređaji za loženje od ≤ 120 kW<sub>th</sub></b>		
Gorivo: kameni ugljen	Zamjena starog uređaja za loženje novim	40
Gorivo: mrki ugljen	Zamjena starog uređaja za loženje novim	76
Gorivo: koks	Zamjena starog uređaja za loženje novim	44
Gorivo: biomasa (drvo)	Stari uređaj za loženje sa akumulacijskim spremnikom	oko 1.250
	Novi uređaj za loženje sa akumulacijskim spremnikom	350
Gorivo: loživo ulje	Zamjena starog uređaja za loženje i/ili starog plamenika novim	1,5
Gorivo: prirodni plin	Zamjena starog uređaja za loženje i/ili starog plamenika novim	3
<b>Uređaji za loženje od &gt;120 kW<sub>th</sub> i &lt;300 kW<sub>th</sub></b>		
Gorivo: kameni ugljen, mrki ugljen, koks	Zamjena starog uređaja za loženje novim	6
Gorivo: drvo, drveni ugljen, treset	Zamjena starog uređaja za loženje novim	16
Gorivo: loživo ulje, prirodni plin	Zamjena starog uređaja za loženje novim	1

a) Velike su razlike u emisijama ovisno o npr. snazi uređaja za loženje (15 kW, 120 kW), rad pod punim ili djelomičnim opterećenjem, konstrukcija (izmjenjivač topline, peć / ručno ili automatizirano punjenje).

*Tablica P.1-24: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije za rafinerije*

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Procesi u rafineriji</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vakum destilacija</li> <li>- Koking</li> <li>- Termički krekning</li> <li>- FCCa)</li> <li>- Drugi CC osim FCC</li> <li>- Katalitički reforming</li> <li>- Katalitički hidrokrekning</li> <li>- Katalitičko hidrorafiniranje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stroga kontrola fugitivnih emisija (polugodišnji ili kvartalni nadzor, popravak i zamjena) i zamjena tlačnih odzračnih sustava zatvorenima i zatvoreni sustav za uzorkovanje</li> <li>- Kontrola prostora za sakupljanje i obradu otpadnih voda</li> <li>- Spaljivanje neukapljivih emisija iz „<i>blow-down</i>“ sustava i sustav sakupljanja plina u baklji</li> </ul>	20 – 60 (g/t sirovine)

- Proizvodnja maziva - Proizvodnja bitumena	- Uništenje (spaljivanje, biofiltracija) ili regeneracija (adsorpcija na aktivnom ugljenu, apsorpcija) ukapljivih emisija	
<b>Skladištenje i rukovanje naftnim proizvodima</b>		
<b>Spremnik s fiksnim krovom</b>		
Niski tlak para ( $0 < p \leq 10$ kPa)	Zamjena fiksnog krova s unutarnjim plivajućim	1 – 3 g/t skladištenog
Visoki tlak para ( $p > 10$ kPa)	Zamjena fiksnog krova s unutarnjim plivajućim	10 – 40 g/t skladištenog
	Uravnoteženje para i regeneracija	150 – 160 g/t skladištenog
<b>Spremnik s vanjskim plivajućim krovom</b>		
Niski tlak para ( $0 < p \leq 10$ kPa)	Poboljšane radne procedure, poboljšane brtve i sekundarne brtve, kontrolirano brtvljenje krova i svijetla boja spremnika	0,5 – 2 g/t skladištenog
Visoki tlak para ( $p > 10$ kPa)	Poboljšane radne procedure, poboljšane brtve i sekundarne brtve, kontrolirano brtvljenje krova i svijetla boja spremnika	5 – 25 g/t skladištenog
<b>Spremnik s unutarnjim plivajućim krovom</b>		
Niski tlak para ( $0 < p \leq 10$ kPa)	Poboljšane radne procedure, poboljšane brtve i sekundarne brtve, kontrolirano brtvljenje krova i svijetla boja spremnika	1 – 3 g/t skladištenog
Visoki tlak para ( $p > 10$ kPa)	Poboljšane radne procedure, poboljšane brtve i sekundarne brtve, kontrolirano brtvljenje krova i svijetla boja spremnika	10 – 40 g/t skladištenog

p = tlak para

Tablica P.1-25: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod pridobivanja i distribucije fosilnih goriva

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Djelatnosti na kopnu tzv. „Off-shore“ (tekuća fosilna goriva)</b>		
Kombinirana postrojenja za pridobivanje nafte i plina, postrojenja samo za pridobivanje nafte	Uklanjanje plinova tijekom bušenja ( <i>drilinga</i> ) i spaljivanje na baklji umjesto sustava ventiliranja i regeneracije za punjenje i transport	150 (g/t pridobivene sirove nafte)
<b>Djelatnosti na mjestu vađenja (plinovita fosilna goriva)</b>		
Postrojenje za pridobivanje plina ili terminali plina	Uklanjanje plinova tijekom bušenja ( <i>drilinga</i> )	1,5 (g/Mm <sup>3</sup> plina)
<b>Terminali u marinama (tekuća fosilna goriva osim benzina)</b>		
Skladištenje i rukovanje sirovom naftom u spremnicima s plivajućim krovom, rukovanje otpadnim (balasnim) vodama naftnih spremnika	Sustav za uravnoteženje para	40 (g/t sirove nafte)
<b>Ostalo rukovanje i skladištenje (tekuća fosilna goriva osim benzina)</b>		
Skladištenje proizvoda s niskim tlakom para u spremnicima s fiksnim krovom	Sustav za uravnoteženje para i poboljšan nadzor i održavanje	80 (g/t goriva)
Skladištenje proizvoda s visokim tlakom para i sirove nafte u spremnicima s vanjskim plivajućim krovom	Sustav za uravnoteženje para i poboljšan nadzor i održavanje	10 (g/t goriva)
<b>Rafinerijske dispečarske stanice (benzin)</b>		

Punjenje oceanskih brodova	Modificirana tehnika punjenja s vrha i sustav za povratak i regeneraciju para	30 (g/t benzina)
Punjenje riječnih brodova	Modificirana tehnika punjenja s vrha i sustav za povratak i regeneraciju para	70 (g/t benzina)
Punjenje željezničkih cisterni	Tehnika potopljenog punjenja s vrha i sustav za povratak i regeneraciju para	75 (g/t benzina)
Punjenje cestovnih cisterni	Tehnika punjenja s dna i sustav za povratak i regeneraciju para	60 (g/t pridobivene sirove nafte)
<b>Transport i skladištenje (benzin)</b>		
Pražnjenje namjenskih ili prespajanje punjenje brodskih teretnih spremnika na tržišnim skladištima ili pograničnim terminalima, potopljeno punjenje cestovnih cisterni	Spremnik s fiksnim krovom nadograđen s unutarnjim plivajućim pokrovom ili bijelo obojeni spremnik s plivajućim krovom	700 (g/t benzina)
	Sustav za uravnoteženje para između spremnika, utakačke jedinice i jedinice za regeneraciju para ili spaljivanje u jedinici za termičku oksidaciju	300 – 400 (g/t benzina)
<b>Benzinske postaje</b>		
Benzinske postaje bez sustava za uklanjanje para HOS-eva	Ugradnja I i II stupnja kontrole	200 (g/t benzina)
Benzinske stanice sa ugrađenim I stupnjem za kontrolu para HOS	Ugradnja II stupnja kontrole	200 (g/t benzina)
<b>Plinovodi</b>		
<b>Spojene cijevi</b>		
Mali dijametar uz tlak od $p < 0,075$ hPa	Smanjivanje broja prirubnica, ventila itd, i poboljšan nadzor i rukovanje	400 g/godinu/km
Srednji dijametar uz tlak od $0,075 < p < 7$ hPa	Smanjivanje broja prirubnica, ventila itd, i poboljšan nadzor i rukovanje	4 g/godinu/km
Veliki dijametar uz tlak od $2 < p < 2$ hPa	Smanjivanje broja prirubnica, ventila itd, i poboljšan nadzor i rukovanje	20 g/godinu/km
<b>Zavarene cijevi</b>		
Mali dijametar uz tlak od $p < 0,075$ hPa	Poboljšan nadzor i rukovanje	0,4 g/godinu/km
Srednji dijametar uz tlak od $0,075 < p < 7$ hPa	Poboljšan nadzor i rukovanje	0,004 g/godinu/km
Veliki dijametar uz tlak od $2 < p < 2$ hPa	Poboljšan nadzor i rukovanje	0,2 g/godinu/km

Tablica P.1-26: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje organskih kemijskih proizvoda

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Proizvodnja etilena</b>		
Parno kreiranje ili dehidratacija	Stroga kontrola fugitivnih emisija i povremeno spaljivanje na baklji; smanjivanje emisija iz procesnih ventila, otvora za uzorkovanja i procesnih analizatora na način da se plin odvodi u prihvatni plinski kompresor, jedinicu za spaljivanje ili na adsorpciju aktivnim ugljenom	700 g/t etilena
<b>Skladištenje organskih kemijskih proizvoda (isto kao i za rafinerije: tablica 4.4-4)</b>		



Tablica P.1-27: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod nanošenje adheziva (ljepila) uključujući i laminiranje drva i plastike

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Ručno nanošenje, Adhezivi s 50%-nim udjelom otapala	Postupni prelazak s adheziva s visokim udjelom otapala na adhezive s niskim udjelom otapala i termička obrada ili katalitičko spaljivanje kada se koriste adhezivi s visokim udjelom otapala	40 g/kg adheziva
Ručno nanošenje, Adhezivi s 75% -tnim udjelom otapala Adhezivi s 25% -tnim udjelom otapala	Postupni prelazak s adheziva s visokim udjelom otapala na adhezive s niskim udjelom otapala i termička obrada ili katalitičko spaljivanje kada se koriste adhezivi s visokim udjelom otapala	70 g/kg adheziva
Industrija cipela	Korištenje vrućeg omekšanog adheziva za gornju kožu i adheziva na bazi otapala za lijepljenje đonova	275 g/kg adheziva
Automatizirano nanošenje	Postupni prelazak s adheziva s visokim udjelom otapala na adhezive s niskim udjelom otapala i termička obrada ili katalitičko spaljivanje kada se koriste adhezivi s visokim udjelom otapala	40 g/kg adheziva
Laminiranje drva i plastike	Prelazak na adhezive na bazi vode	160 g/kg adheziva

Tablica P.1-28: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod procesa premazivanja (metalnih i plastičnih površina kod automobila, kamionskih kabina, kamiona, autobusa i drvenih površina)

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Proizvodnja vozila</b>		
Proizvodnja automobila (M1, M2)	Prelazak na primer i osnovnu boju na bazi vode <sup>a)</sup> i spaljivanje u suhoj peći i adsorpciju na aktivnom ugljenu u kabini za špricanje boje uz termičku obradu otpadnog plina	30 g/m <sup>2</sup> premazanih automobila
Proizvodnja kamionskih kabina i kamiona (N1, N2, N3)	Prelazak na primer i osnovnu boju na bazi vode <sup>a)</sup> i spaljivanje u suhoj peći i adsorpciju na aktivnom ugljenu u kabini za špricanje boje uz termičku obradu otpadnog plina	50 g/m <sup>2</sup> premazanih kamionskih kabina ili kamiona
Proizvodnja autobusa i prikolica (M3, O)	Prelazak na primer i osnovnu boju na bazi vode <sup>a)</sup> i spaljivanje u suhoj peći	70 g/m <sup>2</sup> premazanih autobusa
<b>Premazivanje drvenih površina</b>		
Sva postrojenja	Prelazak na premaz sa srednjim sadržajem otapala <sup>b)</sup> i poboljšani proces nanošenja premaza i dobro gospodarenje i termička obrada otpadnog plina	4 g/m <sup>2</sup> premazanih drvenih površina
	Prelazak na premaz sa malim sadržajem otapala <sup>b)</sup> i poboljšani proces nanošenja premaza i dobro gospodarenje	3 g/m <sup>2</sup> premazanih drvenih površina

a) Primer na bazi vode: sadrži 8 mas%-organskog otapala i osnovna boja na bazi vode: sadrži 13 mas%-organskog otapala

b) Premaz sa srednjim sadržajem otapala: sadrži 20% organskog otapala

c) Premaz sa malim sadržajem otapala: sadrži 50% organskog otapala

M1: vozila namijenjena prijevozu putnika i koja ne sadrže više od 9 sjedala (uključujući i vozačevo)

M2: vozila namijenjena prijevozu putnika i koja ne sadrže više od 9 sjedala (uključujući i vozačevo) i kojima najveća masa ne prelazi 5 t.

M3: vozila namijenjena prijevozu putnika i koja ne sadrže više od 9 sjedala (uključujući i vozačevo) i kojima najveća masa prelazi 5 t.

N1: vozila namijenjena prijevozu robe i kojima najveća masa ne prelazi 3,5 t.

N2: vozila namijenjena prijevozu robe i kojima je najveća masa između 3,5 i 12 t.

N3: vozila namijenjena prijevozu robe i kojima najveća masa prelazi 12 t.

0: prikolice

*Tablica P.1-29: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod uporabe boja u građevinarstvu*

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Uporaba boja u građevinarstvu	Prelazak na boje s malim sadržajem otapala	40 g/kg boje

*Tablica P.1-30: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS sa ostvarivim faktorom emisije kod premazivanje metala u elektroničkoj industriji*

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Premazivanje čeličnih i aluminijskih zavojnica	Prelazak na premaze na bazi vode i suho spaljivanje u peći	3 g/m <sup>2</sup>

*Tablica P.1-31: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS sa ostvarivim faktorom emisije kod suhog čišćenja*

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Stroj za suho čišćenje (otvoreni –kružni sustav) koji koristi otapalo	Prelazak na mokri proces sa korištenjem vode	0 g/kg očišćenog tekstila
	Prelazak na stroj nove generacije (zatvoreni-kružni sustav) i dalje sa zatvorenim sustavom ispuštanja otpadnog plina i pražnjenje na vratima za punjenje i dobro gospodarenje i odgovarajuća dostava i skladištenje otapala	10 g/kg očišćenog tekstila
	Prelazak na stroj nove generacije (zatvoreni-kružni sustav) uz uporabu ne-kloriranih ugljikovodičnih otapala i dalje sa zatvorenim sustavom ispuštanja otpadnog plina i pražnjenje na vratima za punjenje i dobro gospodarenje i odgovarajuća dostava i skladištenje otapala	10 g/kg očišćenog tekstila

Tablica P.1-32: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje boja i adheziva

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Proizvodnja boja</b>		
Utrošak otapala < 600 t/godinu	Prelazak na boje s malim sadržajem otapala, uključujući sadržane uvijete	10 g/kg boje
Utrošak otapala > 600 t/godinu	Prelazak na boje s malim sadržajem otapala, katalitičko spaljivanje ili termička obrada otpadnog plina ili kondenzacija ili adsorpcija na ugljiku, uključujući zagrađivanje postrojenja (uređaja)	2 g/kg boje
<b>Proizvodnja adheziva (ljepila)</b>		
Postrojenja s proizvodnim kapacitetom adheziva > 3000 t/godinu	Prelazak na adhezive s malim sadržajem otapala, katalitičko spaljivanje ili termička obrada otpadnog plina ili kondenzacija ili regenerativna adsorpcija na ugljiku, uključujući zagrađivanje postrojenja (uređaja)	1 g/kg boje

Tablica P.1-33: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje farmaceutskih proizvoda

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Sva postrojenja	Prelazak sa halogeniranih i ne-halogeniranih otapala na otapala na bazi vode i katalitičko spaljivanje ili termička obrada otpadnog plina ili kondenzacija ili adsorpcija	90000 g/zaposleniku/godini

Tablica P.1-34: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije u tiskarskoj industriji

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Fleksotisak i bakrotisak u sektoru ambalaža</b>		
Sva postrojenja	Prelazak na tiskarske boje na bazi vode (uz sadržaj otapala od 10 mas%), katalitičko spaljivanje ili termička obrada otpadnog plina ili adsorpcija na aktivnom ugljenu	50 g/kg nerazrijeđene tiskarske boje
<b>Novinski tisak (cold set offset)</b>		
Vlaženje, čišćenje	Smanjivanje potrošnje isopropanola za vlaženje, optimiranje sustava za vlaženje i čišćenje sredstvima na bazi jestivog ulja	40 g/kg tiskarske boje
<b>Revijalni tisak (heat set offset)</b>		
Utrošak otapala > 15 t/godinu	Tiskarske boje bez otapala (radijacijsko stvrdnjavanje) i smanjivanje potrošnje isopropanola namijenjenog za impregnaciju i korištenje sredstava za čišćenje na bazi jestivog ulja	40 g/kg tiskarske boje
<b>Bakrotisak u sektoru naklade/publikacije</b>		
Sva postrojenja	Adsorpcija na aktivnom ugljenu (ovisi o efikasnosti hvatanja fuginivnih emisija)	375 g/kg nerazrijeđene tiskarske boje
	Prelazak na tiskarske boje na bazi vode (uz sadržaj otapala od 10 mas%) i adsorpcija na	55 g/kg nerazrijeđene

	aktivnom ugljenu (ovisi o efikasnosti hvatanja fugitivnih emisija)	tiskarske boje
<b>Sitotisak</b>		
Mala i velika postrojenja	Prelazak na tiskarske boje na bazi vode i katalitičko spaljivanje ili termička obrada otpadnog plina ili biofiltracija	25 g/kg tiskarske boje
	Prelazak na UV-sušenje (stvrđavanje) tiskarske boje	0 g/kg tiskarske boje

Tablica P.1-35: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod prerade gume

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Proizvodnja sintetičke gume</b>		
Postrojenja s proizvodnim kapacitetom gume $\geq 2000$ t/godinu	Djelomična zamjena sredstava na bazi otapala sa sredstvima na bazi vode i čišćenje i termička obrada otpadnog plina	1 g/kg proizvedene gume
<b>Proizvodnja automobilskih guma</b>		
Sva postrojenja	Djelomična zamjena sredstava na bazi otapala sa sredstvima na bazi vode i čišćenje i termička obrada otpadnog plina ili adsorpcija	25 g/kg automobilskih guma

Tablica P.1-36: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod površinskog čišćenja

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Otvoreno površinsko odmašćivanje (hladno ili parom)	Zamjena halogeniranih i nehalogeniranih sredstava sa sredstvima na bazi vode <sup>a)</sup> i prilagodba adsorpciji na aktivnom ugljenu	25 g/kg uporabljenog otapala
	Prelazak na zatvoreno ili konvekcijsko odmašćivanje s integriranim adsorpcijom na aktivnom ugljenu i zamjena halogeniranih i nehalogeniranih sredstava sa sredstvima na bazi vode <sup>a)</sup>	10 g/kg uporabljenog otapala
Zatvoreno ili konvekcijsko odmašćivanje (hladno ili parom) s integriranim aktivnim ugljenom kao adsorbensom	Zamjena halogeniranih i nehalogeniranih sredstava sa sredstvima na bazi vode <sup>a)</sup>	10 g/kg uporabljenog otapala

<sup>a)</sup> Uporaba sredstva za odmašćivanje s 10% halogeniranog otapala, 10% nehalogeniranog i 80% vode.

Tablica P.1-37: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje ulja i masti biljnog i životinjskog podrijetla

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Ekstrakcija ulja iz sjemenja; šaržni ili kontinuirani proces	Optimiranje procesa i Schumacher tip otapanje ( <i>desolventizer</i> )-tostiranje-sušenje-hlađenje i kondenzacija ili adsorpcija ili biofiltracija	0,85 g/kg prerađenog sjemenja <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Sjemenje između ostalog uključuje uljanu repicu, suncokretovo sjemenje i soju.

Tablica P.1-38: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod završne obrade vozila

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Završna obrada vozila ili dijelova vozila	Prelazak na sustave sadržaja: 40% krutog i 60% premaza na bazi vode i prelazak na HVLP pištolje <sup>a)</sup> za nanošenje premaza i korištenje sredstava za njihovo čišćenje	500 g/tretiranom vozilu

a) HVLP=high volume, low-pressure tj veliki volumen uz niski tlak

Tablica P.1-39: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod impregnacije drvenih površina

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Mala postrojenja s potrošnjom otapala < 25 t/godinu	Poboljšanja tehnika nanošenja i zagrađivanje pogona za sušenje	3500 g/m <sup>3</sup> tretirane drvene površine
Velika postrojenja s potrošnjom otapala ≥ 25 t/godinu	Poboljšanja tehnika nanošenja i zagrađivanje pogona za sušenje i termička obrada otpadnog plina	900 g/m <sup>3</sup> tretirane drvene površine
Sva postrojenja	Prelazak na proces s bornom soli i bornom parom	0 g/m <sup>3</sup> tretirane drvene površine

Tablica P.1-40: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje mineralne vune

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Proizvodnja staklene vune	Prelazak sa konvencionalnih na reformulirana vezivna sredstva i „uništavanje“ emisija nastalih pri procesima formiranja i sušenja i očvršćivanja (katalitičko spaljivanje ili adsorpcija prethodena precipitacijom/uklanjanjem prašine)	120 g/ t staklene vune

Tablica P.1-41: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod uporabe otapala u kućanstvima

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu
Uporaba ljepila, sredstava za održavanje vozila, sredstava za čišćenje, sredstava za održavanje kože i namještaja, kreozota, pesticida i kozmetičkih pripravaka	Prelazak na proizvode bez ili s malim sadržajem otapala (otapala na bazi vode), anorganski <i>propelanti</i> i smanjivanje volumena ambalaže

Tablica P.1-42: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje pekarskih i slastičarskih proizvoda

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
Obrtnička ili industrijska proizvodnja pekarskih i slastičarskih proizvoda	Odvođenje otpadnih plinova od fermentacije i pečenja na spaljivanje ili biofiltraciju	200 g/t pekarskih i slastičarskih proizvoda
Lanac pekarskih ili slastičarskih trgovina	Odvođenje otpadnih plinova od fermentacije na obradu biofiltracijom	400 g/t pekarskih i slastičarskih proizvoda

Tablica P.1-43: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje piva

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Proizvodnja piva kapaciteta <math>\geq 1000 \text{ m}^3/\text{godinu}</math></b>		
Pivovara	Biofiltracija emisija iz procesa proizvodnje slada iz žitarica i CO <sub>2</sub> regeneracija tijekom fermentiranja	4 g/ m <sup>3</sup> piva

Tablica P.1-44: Izvori emisije i izabrane mjere za kontrolu HOS-eva sa ostvarivim faktorom emisije kod proizvodnje destiliranih alkoholnih pića

Izvor emisije	Kombinacija mjera za kontrolu	Ostvarivi faktor emisije HOS-eva
<b>Proizvodnja destiliranih alkoholnih pića kapaciteta <math>\geq 30 \text{ m}^3/\text{godinu}</math></b>		
Proces destilacije koji uključuje fermentaciju i destilaciju	Spaljivanje etanola iz procesa fermentacije	80 g/ m <sup>3</sup> proizvoda
Proces destilacije koji uključuje fermentaciju, destilaciju i proizvodnju slada	Spaljivanje etanola iz procesa fermentacije i spaljivanje ili biofiltracija otpadnih plinova iz procesa proizvodnje slada	140 g/ m <sup>3</sup> proizvoda
Proces destilacije koji uključuje fermentaciju, destilaciju i proizvodnju slada i dozrijevanje (tijekom nekoliko godina)	Spaljivanje etanola iz procesa fermentacije i spaljivanje ili biofiltracija otpadnih plinova iz procesa proizvodnje slada	16000 g/ m <sup>3</sup> proizvoda

## NRT ZA TEŠKE METALE

Najbolje raspoložive tehnike za teške metale predložene su u dodatku 3. Protokola o teškim metalima.

**Općenite metode** smanjivanja emisija teških metala i njihovih spojeva sukladno:

- primjena tehnologija s niskim emisijama, osobito na novim postrojenjima,
- čišćenje dimnih plinova (sekundarne mjere smanjenja), pomoću filtara, uređaja za ispiranje otpadnih plinova („scrubber“), apsorpcijskih uređaja, itd.,
- zamjena ili priprava sirovina, goriva i/ili drugih pogonskih materijala za strojeve (npr. uporaba sirovina s niskim udjelom teških metala),
- primjena najboljih iskustava pri upravljanju, kao što je dobro gospodarenje, program preventivnoga održavanja, odnosno primarne mjere, kao što je ograđivanje postrojenja koja stvaraju prašinu,
- primjena odgovarajuće metode upravljanja okolišem za korištenje i odlaganje određenih proizvoda koji sadrže Cd, Pb i/ili Hg.

**Metode** kontrole emisija Cd, Pb i Hg dijele se na primarne (npr. zamjene sirovina i/ili goriva i procesne tehnologije s malim emisijama) i sekundarne (npr. nadzor fugalnih emisija i čišćenje dimnih plinova).

Podaci o efikasnosti dobivaju se iz radnoga iskustva i za njih se smatra da odražavaju sposobnosti postojećih postrojenja. Sveukupna efikasnost u smanjivanju emisija dimnih plinova i fugalnih emisija ovisi o tome koliko uspješno rade kolektori za plin i prašinu (npr. napa). Ostvarena je efikasnost kolektora od 99%. U pojedinačnim slučajevima je iskustvo pokazalo kako je primjenom emisijskih kontrolnih mjera moguće postići sveukupno smanjenje emisija od 90 i više posto.

U slučaju emisija čestica s vezanim Cd, Pb i Hg, metali mogu biti uklonjeni u uređajima za odvajanje prašine. U tablici P.1-45. prikazane su tipične koncentracije prašine nakon čišćenja otpadnih plinova odabranim tehnikama. Većina navedenih mjera je uglavnom primjenjiva u svim sektorima.

Najmanja očekivana efikasnost odabranih tehnika za hvatanje/izdvajanje plinovite žive navedena je u tablici P.1-46. Primjena navedenih mjera ovisi o specifičnostima procesa i najvažnija je za one u kojima su koncentracije žive u otpadnim plinovima visoke.

*Tablica P.1-45: Efikasnost uređaja za uklanjanje prašine (izraženo kao prosječna koncentracija prašine po satu)*

	Koncentracije prašine nakon pročišćavanja (mg/m <sup>3</sup> )
Vrećasti filtri	< 10
Vrećasti filtri, membranskog tipa	< 1
Suhi elektrostatski precipitator	< 50
Vlažni elektrostatski precipitator	< 50
Visokoefikasni skruberi	< 50

Napomena: Srednje i niskotlačni uređaji za ispiranje otpadnog plina („scrubber“) i cikloni općenito pokazuju nižu efikasnost uklanjanja prašine.

*Tablica P.1-46: Najmanja očekivana efikasnost uređaja za izdvajanje žive iz otpadnog plina (izraženo kao prosječna koncentracije žive po satu)*

	Koncentracije žive nakon pročišćavanja (mg/m <sup>3</sup> )
Selenski filter	< 0,01
Selenski skruber	< 0,2
Ugljični filter	< 0,01
Ubrizgavanje ugljika + uređaj za uklanjanje prašine	< 0,05
Kloridni proces Odda Norzink	< 0,1
Olovno-sulfidni proces	< 0,05
Proces Bolkem (tiosulfatni)	< 0,1

Navedene tehnike kontrole emisije mogu stvoriti druge probleme u okolišu. Treba voditi računa da pojedini procesi koji imaju niske emisije u zrak, mogu pogoršati sveukupni utjecaj emisije određenoga teškog metala na okoliš, npr. uslijed pojačanoga onečišćenja vode tekućim efluentima. Treba razmotriti i način postupanja sa sakupljenom prašinom, nastalom uslijed poboljšanoga načina čišćenja plina. Negativni utjecaj na okoliš od postupanja s takvim otpadom smanjit će korist od smanjenih emisija prašine i dima u zrak.

Mjere smanjenja emisija mogu se usredotočiti na procesne tehnike kao i na čišćenje otpadnog plina. Ovo dvoje nije ovisno jedno o drugom; odabir određenoga procesa može isključiti neke metode čišćenja plina.

Odabir tehnike kontrole emisija ovisit će o koncentracijama onečišćujućih tvari u otpadnom plinu, masenom protoku onečišćujuće tvari i o parametrima stanja otpadnih plinova (veličine stanja, sastav, zacrnjenje, druge fizikalne veličine) Stoga može doći do preklapanja područja primjene; u slučaju čega, sukladno specifičnim uvjetima pojedinoga slučaja valja odabrati najprikladniju metodu.

Kontrola emisije prašine vezana za ispuste, postupanje i odlaganje sirovina ili nusproizvoda, iako nema utjecaja na dalekosežni prijenos, može biti značajna za bliži okoliš. Emisije je moguće smanjiti uporabom tih djelatnosti u potpuno zatvorenim prostorima, koji mogu biti ventilirani i opremljeni uređajima za uklanjanje prašine, sustavima raspršivanja ili drugim prikladnim kontrolnim mjerama. Kada se materijali odlažu u nenatkrivenim prostorima, njihova površina treba biti na neki drugi način zaštićena od prodora vjetra. Površine depoa materijala i pristupne putove, treba održavati čistima.

**Metode specifične za pojedine sektore** sukladno poglavlju IV. Dodatka 3. Protokola o teškim metalima navedene su u nastavku.

**Izgaranje fosilnih goriva u javnim i industrijskim kotlovima** (Dodatak II., kategorija 1. - Postrojenja za izgaranje, prosječne neto toplinske snage preko 50 MW)

- Povećana djelotvornost mjera energetske pretvorbe (energetska efikasnost) i očuvanja energije imat će za posljedicu pad emisija teških metala uslijed smanjene potrebe za gorivima. Izgaranje zemnoga plina ili alternativnih goriva s niskim udjelom teških metala umjesto ugljena također bi za posljedicu imalo značajno smanjenje emisija teških metala, poput žive. Tehnologija kombi postrojenje s integriranim rasplinjavanjem ugljena/goriva (IGCC) je nova tehnologija, s niskoemisijским potencijalom.
- Dodatne metode, kao npr. „pranje“ ili „biološka-obrada“ ugljena smanjuje udio teških metala u anorganskoj tvari ugljena.
- Značajno uklanjanje prašine, više od 99,5%, može se postići uz pomoć elektrostatskih precipitatora (ESP) ili vrećastih filtara (FF), primjenom kojih se u mnogim slučajevima postižu koncentracije prašine od cca. 20 mg/m<sup>3</sup>. Uz izuzetak žive, emisije teških metala moguće je smanjiti za najmanje 90-99%, pri čemu se ovaj niža vrijednost odnosi na hlapljivije elemente. Niska temperatura filtra pomaže pri smanjivanju udjela plinovite žive u otpadnom plinu.
- Primjena tehnika za smanjivanje emisija NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i čestica iz dimnih plinova također može ukloniti teške metale. Odgovarajućom obradom otpadnih voda treba izbjeći moguće učinke kontrole onečišćenja jednoga medija (zraka) na onečišćenje drugog (vode).

Tablica P.1-47: Mjere kontrole onečišćenja, njihova efikasnost i troškovi (izgaranja fosilnih goriva)

Izvor emisije	Mjera kontrole onečišćenja	Efikasnost smanjivanja emisije prašine (%)	Troškovi (ukupni troškovi u USD)
Izgaranje loživoga ulja	Prijelaz s loživoga ulja na plin	Cd, Pb: 100; Hg: 70 – 80	Izrazito specifično za pojedini slučaj
Izgaranje ugljena	Prijelaz s ugljena na goriva s manjom emisijom teških metala	Prašina: 70 – 100	Izrazito specifično za pojedini slučaj
	Elektrostatski precipitator - ESP (hladni)	Cd, Pb: > 90; Hg: 10 – 40	Specifično ulaganje 5-10 USD/m <sup>3</sup> otpadnoga plina na sat (> 200.000 m <sup>3</sup> /h)
	Mokro odsumporavanje (wet-FGD) a/  Vrećasti filtri (FF)	Cd, Pb: > 90; Hg: 10 – 90 b/  Cd: > 95; Pb: > 99; Hg: 10 – 60	15 – 30/t otpada  Specifično ulaganje 8 – 15 USD/m <sup>3</sup> otpadnoga plina na sat (> 200.000 m <sup>3</sup> /h)

a/ Efikasnost uklanjanja žive raste sa udjelom oksidirane/ioniske žive u ukupnoj živi. «High dust» pozicija SCR-a pospješuje stvaranje Hg (II).

b/ Ova tehnika se koristi primarno na smanjenje emisije SO<sub>2</sub>. Smanjenje emisije teških metala je popratna pojava ove tehnike. (Specifična investicija: US\$ 60 – 250/ kW<sub>e</sub>)



**Primarna industrija željeza i čelika** (Dodatak II., kategorija 2. - Postrojenja za pečenje ili sinteriranje metalne rudače (uključujući sulfidnu rudaču) i koncentrate, kapaciteta preko 150 tona dnevno sinterirane željezne rudače ili koncentrata, i 30 tona dnevno sinteriranog materijala za taljenje bakra, olova ili cinka, ili obrade bilo koje zlatne i živine rudače)

Emisije Cd, Pb i Hg pojavljuju se u okviru ovog sektora u spoju sa česticama. Udio tih teških metala u emitiranoj prašini ovisi o sastavu sirovina i vrstama metala za legiranje čelika, koji se dodaju pri izradi čelika. Najvažnije mjere smanjenja emisija navedene su u tablici P.1-48. Kada god je to moguće, treba rabiti vrećaste filtre; ukoliko to uvjeti onemogućuju, mogu se rabiti elektrostatski precipitatori i/ili visoko efikasni skruberi.

Pri upotrebi NRT-e u primarnoj industriji željeza i čelika, ukupne specifične emisije prašine izravno povezane s procesom mogu se smanjiti do sljedećih razina:

Postrojenja za sinteriranje: 40-120 g/t

Postrojenja za proizvodnju poluproizvoda (metalne kuglice, engl. pellets): 40 g/t

Visoke peći; 35-50 g/t

Kisikov konvertor, (eng. *Basic Oxygen Furnace*, BOF): 35-70 g/t.

Pročišćavanje plinova pomoću vrećastog filtra smanjit će koncentraciju prašine na manje od 20 mg/m<sup>3</sup>, dok će elektrostatski precipitatori i skruberi smanjiti udio prašine na 50 mg/m<sup>3</sup> (satni prosjek). Međutim, postoje brojne primjene vrećastih filtara u primarnoj industriji željeza i čelika kojima se postižu znatno niže vrijednosti.

*Tablica P.1-48: Izvori emisija, kontrolne mjere, efikasnost smanjivanja emisije prašine i troškovi (primarna industrija željeza i čelika)*

Izvor emisije	Mjera kontrole onečišćenja	Efikasnost smanjivanja emisije prašine (%)	Troškovi (ukupni troškovi u USD)
Postrojenja za sinteriranje	Sinteriranje optimizirano s obzirom na emisije	oko 50	..
	Skruberi i ESP	> 90	..
	Vrećasti filtri (FF)	> 99	..
Postrojenja za proizvodnju poluproizvoda (metalne kuglice, engl. pellets)	ESP + apsorber na bazi reakcije s vapnom + vrećasti filtri	> 99	..
	Skruberi	> 95	..
Visoke peći	FF/ESP	> 99	ESP: 0,24-1/t sirovoga željeza
	Mokri skruberi	> 99	..
	Mokri ESP	> 99	..
Kisikov konvertor	Primarno uklanjanje prašine: mokri separator/ESP/FF	> 99	Suhi ESP: 2,25/t čelika
	Sekundarno uklanjanje prašine: suhi ESP/FF	> 97	FF: 0,26/t čelika
Fugitivne emisije	Zatvorene transportne trake, ograđeni prostori, vlaženje depoa rastresitih materijala, čišćenje cesta	80 – 99	..

**Sekundarna industrija željeza i čelika** (Dodatak II., kategorija 3. - Postrojenja za proizvodnju sirovoga željeza ili čelika (primarna ili sekundarna fuzija, uključujući lučne peći), uključujući neprekidno lijevanje, s kapacitetom većim od 2,5 t/h)

Vrlo je važno djelotvorno zahvatiti sve emisije što se postiže ugradnjom kabina ili pokretnih napa ili pražnjenjem cijele zgrade. Emisijom zahvaćeni materijal mora biti obrađen metodama čišćenja. Za sve procese u sekundarnoj industriji željeza i čelika iz kojih se emitira prašina, uklanjanje prašine pomoću vrećastih filtara, koji smanjuju udio prašine na manje od 20 mg/m<sup>3</sup> smatrat će se najboljom raspoloživom tehnikom (NRT). Kada se rabi NRT-a i za najveće moguće smanjivanje kratkotrajnih emisija, specifične emisije prašine (uključujući kratkotrajne emisije izravno povezane s procesom) neće prijeći vrijednosti u rasponu od 0,1 - 0,35 kg/t čelika. Postoje mnogi primjeri očišćenog plina kod kojeg je vrijednost udjela prašine ispod 10 mg/m<sup>3</sup> pri uporabi vrećastog filtra. Specifične emisije prašine u tom slučaju obično se nalaze ispod 0,1 kg/t.

Najvažnije mjere smanjenja emisija prašine navedene su u tablici P.1-49.

*Tablica P.1-49: Izvori emisija, kontrolne mjere, efikasnost smanjenja emisije prašine i troškovi (sekundarna industrija željeza i čelika)*

Izvor emisije	Mjera kontrole onečišćenja	Efikasnost smanjivanja emisije prašine (%)	Troškovi (ukupni troškovi u USD)
Lučne peći	ESP	> 99	..
	FF	> 99,5	FF: 24/t čelika

**Ljevaonice željeza** (Dodatak II., kategorija 4. - Ljevaonice željezne rudače s proizvodnim kapacitetom preko 20 t/dan)

Vrlo je važno djelotvorno zahvatiti sve emisije što se postiže ugradnjom kabina ili pokretnih napa ili ugradnjom ventilacije u objekt. „Uhvaćeni“ otpadni plinovi se potom moraju obraditi na odgovarajući način. U ljevaonicama željeza rabe se peći u obliku upole, lučne peći i indukcione peći. Izravne emisije čestica i plinovitih teških metala osobito su povezane s taljenjem i ponekad, u manjoj mjeri, s lijevanjem. Fugitivne emisije nastaju pri postupanju sa sirovinama, taljenju, lijevanju i čišćenju sirovina kao pripremi za zagrijavanje. Najvažnije mjere smanjenja emisija navedene su u tablici P.1-50, zajedno s ostvarivom efikasnošću smanjenja i troškovima, gdje su oni raspoloživi. Za postojeća manja postrojenja, navedene mjere možda nisu najbolje raspoložive mjere ukoliko nisu gospodarski održive.

*Tablica P.1-50: Izvori emisija, kontrolne mjere, efikasnost smanjenja emisije prašine i troškovi (ljevaonica željeza)*

Izvor emisije	Mjera kontrole onečišćenja	Efikasnost smanjivanja emisije prašine (%)	Troškovi (ukupni troškovi u USD)
Lučna peć	ESP	> 99	..
	FF	> 99,5	FF: 24/t željeza
Indukcijska peć	FF/suha apsorpcija + FF	> 99	..
Hladna visoka kupolna peć (cold blast cupola)	<i>Below the door take-off</i> (odvođenje otpadnih plinova «ispod vrata»): FF	> 98	..
	<i>Above the door take-off</i> (odvođenje otpadnih plinova «iznad vrata»): FF+ prethodno uklanjanje prašine	> 97	8 – 12/t željeza

	FF+ kemijska apsorpcija	> 99	45/t željeza
Vruća visoka kupolna peć ( <i>hot blast cupola</i> )	FF+ prethodno uklanjanje prašine	> 99	23/t željeza
	drobilica/venturi skruber	> 97	..

**Primarna i sekundarna industrija obojenih metala** (Dodatak II., kategorije 5. - Postrojenja za proizvodnju bakra, olova i cinka iz rudače, koncentrata ili sekundarnih sirovina pomoću metalurških procesa kapaciteta preko 30 tona metala dnevno za primarna postrojenja i 15 tona metala dnevno za sekundarna postrojenja, ili za svaku vrstu primarne proizvodnje žive i 6. - Postrojenja za taljenje (rafiniranje, lijevanje itd.) kao i legiranje, bakra, olova i cinka, uključujući obnovljene proizvode, s kapacitetom taljenja većim od 4 tona olova dnevno, ili 20 tona bakra i cinka dnevno)

Djelotvorne tehnike uporabe žive:

- mjere za smanjivanje stvaranja prašine tijekom vađenja i stvaranja zaliha rudače, uključujući stvaranje što manjih pojedinačnih gomila,
- neizravno zagrijavanje peći,
- održavanje rudače što sušom,
- održavanje temperature plina koji ulazi u kondenzator na samo 10 do 20° C iznad točke rosišta,
- održavanje što niže izlazne temperature,
- propuštanje reaktivnih plinova kroz uređaj za ispiranje plina i/ili kroz selenski filter koji je postavljen iz kondenzatora.

Stvaranje prašine može se održavati na niskoj razini neizravnim zagrijavanjem, odvojenom obradom fino usitnjene rudače, te kontrole udjela vode u rudači. Prašinu treba ukloniti iz vrućega reaktivnog plina, prije nego ona uđe u jedinicu za kondenzaciju žive, pomoću ciklona i/ili elektrostatskih kondenzatora.

Slične strategije kao za živu mogu se primjenjivati i kod proizvodnje zlata amalgamiranjem. Zlato se proizvodi i drugim tehnikama, osim amalgamiranjem, koje se preferiraju za nova postrojenja.

Obojeni metali (metali koji ne sadrže željezo) pretežito se dobivaju iz sulfidnih ruda. Iz tehničkih razloga zbog kakvoće proizvoda, nastali plin mora proći kroz proces temeljitoga uklanjanja prašine (< 3 mg/m<sup>3</sup>), a možda je također potrebno dodatno uklanjanje žive prije nego ga se ubacuje u postrojenje za vezanje SO<sub>3</sub>, na taj način dodatno smanjujući emisije teških metala.

Kada je to prikladno, treba rabiti vrečaste filtre. Tako se može dobiti udio prašine manji od 10 mg/m<sup>3</sup>. Prašina iz cjelokupne pirometalurške proizvodnje treba biti oporabljena u okviru postrojenja ili na nekom drugom mjestu, istodobno vodeći računa o zaštiti na radu.

Kod primarne proizvodnje olova, prva iskustva ukazuju na to da postoje zanimljive nove tehnologije smanjivanja izravnim taljenjem, bez sinteriranja koncentrata. Navedeni procesi su primjeri novoga pokoljenja izravnih autogenih tehnologija taljenja olova, koje manje onečišćuju, a troše i manje energije.

Sekundarno olovo pretežito se proizvodi iz rabljenih automobilskih i kamionskih akumulatora, koji se rastavljaju prije njihovoga ubacivanja u talioničke peći. Ova NRT treba obuhvatiti jednu operaciju taljenja u niskoj rotacijskoj peći ili osovinskoj peći. Plamenici kisika mogu smanjiti obujam otpadnog plina i proizvodnju dimne prašine za 60%. Čišćenje dimnoga plina filtrima od tkanine omogućuje postizanje koncentracija prašine od 5 mg/m<sup>3</sup>.

Primarna proizvodnja cinka provodi se uporabom tehnologije električnog žarenja – izluživanja. Izluživanje pod pritiskom može biti alternativa taljenju i može se smatrati NRT-om za nova

postrojenja, ovisno o značajkama koncentrata. Emisije iz piro-metalurške proizvodnje cinka u pećima s temeljnim („imperialnim“) taljenjem (eng *Imperial smelting*) mogu se smanjiti uporabom dvostrukih obloga za peći i čišćenjem uz uporabu visoko djelotvornih uređaja za ispiranje otpadnog plina, djelotvornim pražnjenjem i čišćenjem otpadnih plinova od šljake i lijevanja olova, te temeljitim čišćenjem ( $< 10 \text{ mg/m}^3$ ) sporednih otpadnih plinova iz peći, bogatih ugljikovim monoksidom.

Kako bi se iz oksidiranih ostataka ponovno dobio cink, ti se ostaci obrađuju u IT peći. Niskokvalitetni ostaci i dimna prašina (npr. iz industrije čelika) prvo se obrađuju u rotacijskim (Waelz) pećima, u kojima se dobiva visoko zasićeni cinkov oksid. Metalni materijali se oporabljuju taljenjem, bilo u indukcijskim pećima, bilo u pećima s izravnim ili neizravnim zagrijavanjem prirodnim plinom, bilo tekućim gorivima, bilo u okomitim retortama tipa New Jersey, u kojima je moguće oporabiti raznovrsne oksidne i metalne sekundarne materijale. Cink je moguće ponovno dobiti i iz šljake iz olovnih peći, putem procesa dimljenja šljake.

Općenito, svi proizvodni procesi trebaju biti spojeni s djelotvornim skupljačem prašine iz primarnih plinova i iz fugitivnih emisija. Najvažnije mjere smanjenja emisija navedene su u tablicama P.1-51(a) i (b). U nekim su slučajevima, uporabom filtra od tkanine, postignute su koncentracije prašine ispod  $5 \text{ mg/m}^3$ .

*Tablica P.1-51 (a): Izvori emisija, kontrolne mjere i efikasnost smanjenja emisije prašine (primarna industrija obojenih metala)*

Izvor emisije	Mjere kontrole onečišćenja	Efikasnost smanjenja emisije prašine (%)
Fugitivne emisije	Nape, ograđivanje, itd. čišćenje otpadnog plina vrećastim filtrima	> 99
Žarenje/sinteriranje	Sinteriranje uzlaznim zračnim strujanjem: ESP + skruberi (prije postrojenja sumporne kiseline s dvostrukim kontaktom) + FF za krajnje dimne plinove (tail gas)	..
Konvencionalno taljenje (redukcija u visokim pećima)	Šahna peć: zatvoreni krov/efikasna evakuacija otvora za ispuštanje taline (tap holes)+ FF, zatvoreni kanali za transport rastaljenog materijala, dvostruki pokrov peći (double bell)	..
Temeljno taljenje ( <i>imperial smelting</i> )	Visokoefikasni uređaji za ispiranje otpadnih plinova Venturi ređaji za ispiranje otpadnih plinova Dvostruki pokrov peći	> 95 .. ..
Ispiranje pod pritiskom	Primjena ovisi o karakteristikama koncentrata pri ispiranju	> 99
Redukcijski procesi izravnim taljenjem	Taljenje plamenom , npr. procesi Kivcet, Otokumpu i Mitsubishi  Kupke za taljenje npr. rotacijski pretvarač s vršnim plamenom, procesi Ausmelt, Isasmelt, QSL i Noranda	..  Ausmelt: Pb 77, Cd 97; QSL: Pb 92, Cd 93

Tablica P.1-51 (b): Izvori emisija, kontrolne mjere i efikasnost smanjenja emisije prašine (sekundarna industrija obojenih metala)

Izvor emisije	Mjere kontrole onečišćenja	Efikasnost smanjenja emisije prašine (%)
Proizvodnja olova	Niske rotacijske peći, nape za otvore za ispušt taline + vrečasti filter; cijevni kondenzator, plamenik kisika	99,9
Proizvodnja cinka	Temeljno (imperialno) taljenje	> 95

**Industrija cementa** (Dodatak II., kategorija 7. - Postrojenja za proizvodnju cementnog klinkera u rotacijskim pećima proizvodnoga kapaciteta većega od 500 t/dan, ili u drugim pećima proizvodnoga kapaciteta većega od 50 t/dan)

Sljedeće vrste peći raspoložive su za proizvodnju troske: duga mokra rotacijska peć, duga suha rotacijska peć, rotacijska peć s ciklonskim predgrijačem, rotacijska peć s rešetkastim predgrijačem, šahtna peć. U smislu energetske potražnje i mogućnosti nadzora emisija, preferiraju se rotacijske peći s ciklonskim predgrijačima.

Za potrebe ponovnoga dobivanja topline, otpadni plinovi iz rotacijskih peći provode se kroz sustav predzagrijavanja i mlinove sušare (gdje su isti ugrađeni) prije uklanjanja prašine. Prikupljena prašina vraća se u sirovinu.

Manje od 0,5% olova i kadmija, koji ulaze u peći, ispušta se u obliku ispušnih plinova. Visoki alkalni sadržaj i ispiranje plinova u peći pogoduju zadržavanju metala u troski ili prašini iz peći. Emisije teških metala u zrak mogu biti smanjene, na primjer, odvođenjem struje plina oslobođenoga kroz oduške, te prikupljanjem zahvaćene prašine, umjesto njezina vraćanja u sirovinu. Ipak, u svakom slučaju treba odvagati ove mogućnosti u odnosu na posljedice ispuštanja teških metala kao sadržaja otpada. Druga je mogućnost bypass vruće prašine, pri čemu se kalcinirana praškasta tvar djelomično ispušta ispred ulaza u peć i ubacuje u postrojenje za pripremu cementa. Alternativno, prašina se može dodati klinkeru. Još jedna važna mjera je dobra kontrola jednolikog rada peći, kako bi se izbjeglo sigurnosno isključivanje (ispadi iz pogona) elektrostatskih precipitatora, koje može biti izazvano prekomjernim koncentracijama CO. Važno je izbjegavati visoke pikove emisija teških metala u takvim situacijama.

Najvažnije mjere smanjenja emisija navedene su u tablici P.1-52. Kako bi se smanjile izravne emisije prašine iz drobilica, mlinova i sušara, pretežito se rabe vrečasti filteri, dok se kontrola otpadnih plinova iz peći i hlađenja klinkera provodi pomoću elektrostatskih precipitatora. Uz pomoć ESP-a se koncentracija prašine može smanjiti ispod 50 mg/m<sup>3</sup>. Pri uporabi FF-a udio prašine u očišćenom plinu može se smanjiti na 10 mg/m<sup>3</sup>.

Tablica P.1-52: Izvori emisija, mjere kontrole emisije i efikasnost smanjenja prašine industrije cementa

Izvor emisije	Mjere kontrole emisije	Efikasnost smanjenja emisije prašine (%)
Izravne emisije iz drobilica, mlinova, sušara	FF	Cd, Pb: > 95
Izravne emisije iz rotacijskih peći, hlađenja klinkera	ESP	Cd, Pb: > 95
Izravne emisije iz rotacijskih peći	Adsorpcija ugljikom	Hg: > 95

**Industrija stakla** (Dodatak II., kategorija 8. - Postrojenja za proizvodnju stakla korištenjem olova s kapacitetom taljenja preko 20 t/dan)

Emisije prašine potječu pretežito iz miješanja šarži, peći, difuznih propuštanja kroz otvore peći, te završne obrade i propuhivanja staklenih proizvoda. One zamjetno ovise o vrsti goriva koje se koristi, vrsti peći i vrsti stakla koje se proizvodi. Plamenici u kojima gorivo izgara uz dovod kisika mogu smanjiti volumen otpadnoga plina i proizvodnju prašine za 60%. Emisije olova iz sustava električnoga grijanja znatno su niže od onih iz sustava grijanja na naftu/plin.

Šarža se tali u kontinuiranim spremnicima, dnevnim spremnicima ili topioničkim loncima. Tijekom ciklusa taljenja u nekontinuiranim/šaržnim pećima, emisija prašine znatno varira. Emisije prašine iz spremnika kristalnoga stakla (< 5 kg/t otopljenoga stakla) veće su nego iz drugih spremnika (< 1 kg/t otopljenoga natrijevog i kalijevog stakla).

Slijede neke mjere smanjivanja izravnih emisija prašine koja sadrži metale: izrada peleta iz staklene mase, zamjena sustava grijanja na naftu/plin električnim grijanjem, ubacivanje većega dijela staklenih ostataka u šaržu, bolji odabir sirovina (raspodjela po veličini) i oporabljena stakla (izbjegavanjem frakcija koje sadrže olovo). Ispušni plinovi mogu se očistiti vrećastim filtrima, smanjujući emisije ispod 10 mg/m<sup>3</sup>. Elektrostatskim precipitatorima postiže se 30 mg/m<sup>3</sup>. Odgovarajuće efikasnosti smanjenja emisija navedene su u tablici P.1-53.

*Tablica P.1-53: Izvori emisija, mjere kontrole emisije i efikasnost smanjenja emisije prašine industrije stakla*

Izvor emisije	Mjere kontrole emisije	Efikasnost smanjenja emisije prašine (%)
Izravne emisije	FF	> 98
	ESP	> 90

**Klor – alkalna industrija** (Dodatak II., kategorija 9. - Postrojenja za klor-alkalnu proizvodnju elektrolizom pomoću živinoga članka.)

U klor–alkalnoj industriji, Cl<sub>2</sub>, alkalni hidroksidi i vodik proizvode se elektrolizom otopine soli. U postojećim postrojenjima naširoko se rabi živin proces i proces s dijafragmom za koje treba dobro iskustvo, kako bi se izbjegla opasnost njihovog negativnog djelovanja na okoliš. Membranski proces ne dovodi do izravne emisije žive. Štoviše, membranski proces troši manje energije za hidrolizu i ima veću potrebu za toplinom pri koncentriranju alkalnih hidroksida (što, s obzirom na globalnu energetska ravnotežu, donosi malu prednost tehnologiji membranskoga članka, u rasponu od 10 do 15%), te kompaktniji rad članka. Stoga se on smatra preferiranom opcijom za nova postrojenja. Odluka br. 90/3 Povjerenstva za sprječavanje onečišćenja mora kopnenim izvorima (PARCOM-a) od 14. lipnja 1990. preporuča što skorije postupno ukidanje postojećih živinih klor-alkalnih postrojenja, s ciljem njihova potpunoga ukidanja do 2010. godine.

Izvori emisija žive u okoliš u živinom procesu su sljedeći: prozračivanje prostora u kojima se nalaze članci; ispusti iz procesa; produkti, osobito vodik i otpadne vode. S obzirom na emisije u zrak, osobito je važna Hg koja se difuzno emitira iz članaka u prostor s člancima. Preventivne mjere i stalni nadzor od velike su važnosti i treba im dati prvenstvo s obzirom na odgovarajuću važnost svakoga izvora na određenom postrojenju. U svakom slučaju, pri uporabi žive iz procesnoga mulja potrebne su posebne mjere kontrole.

Moguće je poduzeti sljedeće mjere s ciljem smanjenja emisija iz postojećih postrojenja sa živinim procesom:

- mjere kontrole procesa i tehničke mjere za optimiziranje rada članaka, održavanje i djelotvornije radne metode;
- pokrovi, pečačenje i nadzor istjecanja usisavanjem;

- čišćenje prostora s člancima, i mjere koje olakšavaju održavanje njihove čistoće; i
- čišćenje ograničenih struja plina (određeni kontaminirani zračni tokovi i vodikov plin).

Ovim mjerama mogu se smanjiti emisije žive na vrijednosti ispod 2,0 g/t Cl<sub>2</sub> proizvodnoga kapaciteta, izraženo kao godišnji prosjek.

**Spaljivanje komunalnoga, medicinskog i opasnog otpada** (Dodatak II., kategorije 10. - Postrojenja za spaljivanje opasnoga ili medicinskog otpada, kapaciteta preko 1 t/h, ili suspaljivanje opasnoga ili medicinskog otpada sukladno domaćem zakonodavstvu i 11. - Postrojenja za spaljivanje komunalnoga otpada, kapaciteta preko 3 t/h, ili za suspaljivanje komunalnoga otpada sukladno domaćem zakonodavstvu)

Emisije Cd, Pb i Hg dolaze iz spaljivanja komunalnoga, medicinskog i opasnog otpada. Živa, veliki dio kadmija, i manji dio olova u procesu hlape. I prije i nakon spaljivanja treba poduzeti posebne postupke kako bi se smanjile njihove emisije.

NRT uklanjanja prašine smatraju se vrećasti filtri u kombinaciji sa suhim ili mokrim metodama kontrole hlapljivih tvari. Elektrostatski precipitatori u kombinaciji s mokrim sustavima mogu se projektirati tako da postižu niske emisije prašine, međutim oni pružaju manju efikasnost od vrećastih filtara, osobito sa pred-oblogom za adsorpciju hlapljivih onečišćujućih tvari.

Najvažnije mjere smanjenja sekundarnih emisija navedene su u tablici P.1-54.

Teški metali nalaze se u svim dijelovima komunalnoga otpada (npr. proizvodima, papiru, organskim materijalima). Stoga je smanjivanjem količine komunalnoga otpada koji se spaljuje moguće smanjiti i emisije teških metala. To je moguće postići različitim strategijama upravljanja otpadom, uključujući programe oporabe i kompostiranje organskih materijala. Uz to, neke zemlje UN/ECE-a dopuštaju odlaganje komunalnoga otpada zakapanjem. Na mjestu zakapanja, kojim se propisno upravlja, emisije kadmija i olova bivaju uklonjene, a emisije žive mogu biti niže nego što je slučaj kod spaljivanja. Istraživanja emisija žive iz mjesta zakapanja provode se u nekoliko zemalja UN/ECE-a.

*Tablica P.1-54: Izvori emisija, mjere kontrole emisije i efikasnost smanjenja emisije prašine (spaljivanje komunalnog, medicinskog i opasnog otpada)*

Izvor emisije	Mjere kontrole emisije	Efikasnost smanjenja emisije prašine (%)
Dimni plinovi	Visokoefikasni skruberi	Pb, Cd: > 98; Hg: oko 50
	ESP (3 polja)	Pb, Cd: 80 – 90
	Vlažni ESP (1 polje)	Pb, Cd: 95 – 99
	Vrećasti filtri	Pb, Cd: 95 – 99
	Ubrizgavanje ugljika + FF	Hg: > 85
	Filtriranje u sloju ugljika (carbon bed filtration)	Hg: > 99

## 2.) ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA U REPUBLICI HRVATSKOJ U POGLEDU PRIMJENE NAJBOLJIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA PROPISANIM PROTOKOLIMA UZ LRTAP KONVENCIJU I SUKLADNO ZAHTJEVIMA UPITNIKA IZVRŠNOG TIJELA LRTAP KONVENCIJE O PRIMJENI STRATEGIJA I POLITIKA ZA SMANJIVANJE EMISIJE

Analiza je provedena po pojedinom relevantnom protokolu i po relevantnim onečišćujućim tvarima te je prezentirana u tablicama.

Zakonodavstvo Republike Hrvatske koje propisuje granične vrijednosti emisija je slijedeće:

- Uredba o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 21/07, 150/08, 05/09 ispr.)
- Uredba o graničnim vrijednostima sadržaja hlapivih organskih spojeva u određenim bojama i lakovima i proizvodima za završnu obradu vozila (NN 94/07)
- Uredba o kakvoći tekućih naftnih goriva (NN 53/06, 154/08)

Tu bi bilo dobro da se stavi izvor (pravilnici, uredbe iz našeg zakonodavstva – gdje je to propisano)

### PROTOKOL O SUZBIJANJU ZAKISELJAVANJA, EUTROFIKACIJE I PRIZEMNOG OZONA SUMPOROV DIOKSID

Tablica P.2-1: Postojeća postrojenja

Kategorija stacionarnog izvora	Referentni udio O <sub>2</sub> u otpadnom plinu (%)	Granična vrijednost emisije (mg SO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Alternativno: Razina odsumporavanja za domaće kruto gorivo (%)	Zakonodavstvo Republike Hrvatske
1. Kruta goriva 50-100 MW <sub>th</sub>	6	2000		2000
2. Kruta goriva 100-500 MW <sub>th</sub>	6	2000-400 (linearno smanjivanje)		2000-400 (linearno smanjivanje)
3. Kruta goriva >500 MW <sub>th</sub>	6	400		400
4. Tekuća goriva 50-300 MW <sub>th</sub>	3	1700	n.r.	1700
5. Tekuća goriva 300-500 MW <sub>th</sub>	3	1700-400 (linearno smanjivanje)	n.r.	1700-400 (linearno smanjivanje)
6. Tekuća goriva >500 MW <sub>th</sub>	3	400	n.r.	400
7. Plinovita goriva	3	35	n.r.	35
8. Ukapljeni plin	3	5	n.r.	5
9. Niskokalorični plinovi (npr. isplinjavanje rafinerijskih ostataka ili izgaranje plinova iz koksare)	3	800	n.r.	800
10. Plinovi iz visokih peći	3	800	n.r.	-
11. Postrojenje za izgaranje u rafinerijama (prosjeak svih postojećih uređaja za loženje)	6 i 3	1000	n.r.	1000

n.r.-nije raspoloživo



GVE za postojeća postrojenja moraju se postići do 31.12.2017.

GVE za nova postrojenja moraju postojeća postrojenja, koja su puštena u rad nakon 1.7.1987., postići do 31.12.2017.

GVE za postojeća postrojenja se do 31.12.2009. smiju prekoračiti u trostrukom iznosu, a nakon toga najviše 1,5 puta do propisanih rokova.

Osim: GVE za SO<sub>2</sub> za tekuće gorivo za postojeća postrojenja moraju se postići do 31.12.2011. te se do tada mogu prekoračiti u trostrukom iznosu; i GVE za SO<sub>2</sub> za tekuće gorivo za postojeća postrojenja je 1700 mg/m<sup>3</sup> do 31.12.2017 i smiju se do tada prekoračiti u trostrukom iznosu.

Tablica P.2-2: Nova postrojenja

Kategorija stacionarnog izvora	Referentni udio O <sub>2</sub> u otpadnom plinu (%)	Granična vrijednost emisije (mg SO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Alternativno: Razina odsumporavanja za domaće kruto gorivo (%)	Zakonodavstvo Republike Hrvatske
1. Kruta goriva 50-100 MW <sub>th</sub>	6	850		850
2. Kruta goriva 100-300 MW <sub>th</sub>	6	850-200 <sup>1/</sup> (linearno smanjivanje)		200 (i za biomasu)
3. Kruta goriva >300 MW <sub>th</sub>	6	200 <sup>1/</sup>		200 (i za biomasu)
4. Tekuća goriva 50-100 MW <sub>th</sub>	3	850		850
5. Tekuća goriva 100-300 MW <sub>th</sub>	3	850-200 <sup>1/</sup> (linearno smanjivanje)		400-200 (linearno smanjivanje)
6. Tekuća goriva >300 MW <sub>th</sub>	3	200 <sup>1/</sup>		200
4. Plinovita goriva	3	35	n.r.	35
5. Ukapljeni plin	3	5	n.r.	5
6. Niskokalorični plinovi (npr. isplinjavanje rafinerijskih ostataka ili izgaranje plinova iz koksare)	3	400		400
7. Plinovi iz visokih peći	3	200	n.r.	200
8. Postrojenje za izgaranje u rafinerijama >50 MW <sub>th</sub> ukupni kapacitet rafinerije (prosjeak svih novih uređaja za izgaranje)	6 i 3	600	n.r.	600

1/ 400 s teškim loživim uljem S<0,25%.

n.r.-nije raspoloživo

Kod tehnološkog procesa dobivanja sumpora (nova i postojeća Clausova postrojenja) granične vrijednosti emisije:

1. sumpora: za Clausovo postrojenje kapaciteta: stupanj emitiranja sumpora:
  - do uključivo 20 t sumpora po danu: 3%
  - od 20 do uključivo 50 t sumpora po danu: 2%
  - od 50 t sumpora po danu: 0,5%
2. sumporovodika: 10 mg/m<sup>3</sup>.

Kod tehnološkog procesa dobivanja titan-dioksida (TiO<sub>2</sub>) za postupak ispuštanja uslijed digestije i ovapnjivanja u proizvodnji TiO<sub>2</sub>, GVE za SO<sub>2</sub> je 10 kg/t proizvedenog TiO<sub>2</sub>.

Tablica P.2-3: Granične vrijednosti sadržaja sumpora u plinskom ulju

	Sadržaj sumpora (maseni postotak) (% m/m) MPME Protokol	Sadržaj sumpora (maseni postotak) (% m/m) Zakonodavstvo Republike Hrvatske*
Plinsko ulje	< 0,2 nakon 1. srpnja 2000. < 0,1 nakon 1. siječnja 2008.	<0,1 nakon 1. siječnja 2008

\*Uredba o kakvoći tekućih naftnih goriva (NN 53/06)

## DUŠIKOVI OKSIDI

Tablica P.2-4: Postojeća postrojenja

Kategorija stacionarnog izvora	Granična vrijednost emisije (mg NO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Zakonodavstvo Republike Hrvatske
<b>A. Kotlovi</b>		
1. Kruta goriva 50-100 MWth	650	600 (50-500 MWth)
2. Kruta goriva 100-300 MWth	650	500 (>500 MWth)
3. Kruta goriva >300 MWth	650	-
4. Tekuća goriva <sup>a/</sup> 50-100 MWth	450	450 (50-500 MWth)
5. Tekuća goriva <sup>a/</sup> 100-300 MWth	450	400 (>500 MWth)
6. Tekuća goriva <sup>a/</sup> >300 MWth	450	-
7. Zemni plin 50-300 MWth	350	300 (50-500 MWth)
8. Zemni plin >300 MWth	350	200 (>500 MWth)
9. Ostali plinovi	350	-
<b>B. Koprne turbine za izgaranje<sup>b/</sup> &gt;50MWth</b>		
1. Zemni plin	150	150
2. Tekuća goriva	200	150
<b>C. Proizvodnja cementa (10% O<sub>2</sub>)</b>		
1. Suhe peći	1200	800
2. Ostale peći	1200	1200 (u kupolnim pećima)
<b>D. Postrojenja za sinteriranje</b>	400	-
<b>E. Proizvodnja dušične kiseline, osim jedinica za koncentriranje kiseline</b>	450	450

a/ Za kruta goriva s manje od 10 % hlapivih spojeva granična vrijednost emisije NO<sub>2</sub> je 1300 mgNO<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup>.

b/ Ova granična vrijednost odnosi se samo na turbine za izgaranje koje rade manje od 150 sati godišnje.

Tablica P.2-5: Nova postrojenja

Kategorija stacionarnog izvora	Granična vrijednost emisije (mg NO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> )	Zakonodavstvo Republike Hrvatske
<b>A. Kotlovi</b>		
1. Kruta goriva 50-100 MWth	400	400 (uključujući i biomasu) 200 (>100 MWth)
2. Kruta goriva 100-300 MWth	300	300 (samo za biomasu)
3. Kruta goriva >300 MWth	200	200 (samo za biomasu)
4. Tekuća goriva 50-100 MWth	400	400
5. Tekuća goriva 100-300 MWth	300	200 (>100 MWth)
6. Tekuća goriva >300 MWth	200	-
7. Zemni plin 50-300 MWth	150	150
8. Zemni plin >300 MWth	100	100
9. Ostali plinovi	200	200
<b>B. Kopnene turbine za izgaranje &gt;50Mwth</b>		
1. Zemni plin	50 <sup>a/</sup>	50 <sup>a/</sup> 120 (za plinsko gorivo osim zemnog plina)
2. Tekuća goriva	120 <sup>b/</sup>	120
<b>C. Proizvodnja cementa (10% O<sub>2</sub>)</b>		
1. Suhe peći	500	500
2. Ostale peći	800	-
<b>D. Stacionarni motori</b>		
1. Motori s paljenjem na iskru (=Otto motori), 4-taktni, >1 MW <sub>th</sub> : motori sa slabim izgaranjem	250	250
2. Svi ostali motori s paljenjem na iskru	500	500
3. Motori s kompresijskim paljenjem (=Diesel motori), >5 MW <sub>th</sub> : zemni plin (motori s mlaznim paljenjem)	500	500
4. Motori s kompresijskim paljenjem (=Diesel motori), >5 MW <sub>th</sub> : teško loživo ulje	600	600
5. Motori s kompresijskim paljenjem (=Diesel motori), >5 MW <sub>th</sub> : diesel ulje ili plinsko ulje	500	500
<b>E. Postrojenja za sinteriranje</b>		
	400	-
<b>F. Proizvodnja dušične kiseline, osim jedinica za koncentriranje kiseline</b>		
	350	350

<sup>a/</sup> 75 mg/Nm<sup>3</sup> ako se radi o:

- plinskoj turbini korištenoj u kombiniranom toplinsko-strujnom sustavu;
- plinskoj turbini koja pokreće kompresor u javnoj plinskoj mreži.

Za plinske turbine koje ne pripadaju nijednoj od ovih kategorija, već imaju učinak veći od 35%, utvrđen u uvjetima za određivanje temeljnog opterećenja, prema ISO-u, granična će vrijednost biti 50\*n/35, gdje »n« označava učinak plinske turbine izraženu kao postotak (i utvrđenu u uvjetima za određivanje temeljnog opterećenja, prema ISO-u).

<sup>b/</sup> Ova granična vrijednost odnosi se samo na turbine za izgaranje koje pokreću laki i srednji destilati.

## HLAPIVI ORGANSKI SPOJEVI

Tablica P.2-6: Nova i postojeća postrojenja

Kategorija izvora	Granična vrijednost emisije (g HOS-eva/Nm <sup>3</sup> )	Zakonodavstvo Republike Hrvatske
<b>Skladištenje i distribucija benzina, s izuzetkom utovara brodova namijenjenih morskoj plovidbi:</b> Jedinica za oporabu pare koje služi kao spremnik i distribucijski objekti na rafinerijskim spremnicima ili terminalima s godišnjim protokom benzina > 5000m <sup>3</sup>	10 uključujući metan	Nije regulirano

Kategorija izvora i potrošnja otapala (t/god)	Granična vrijednost (mg C/Nm <sup>3</sup> ) i relevantni uvjeti / alternative npr. ponovna uporaba oporabljenih otapala, <i>process sub-part</i> , % unosa otapala	Granična vrijednost fugitivnih emisija HOS-eva (% unosa otapala) i relevantni uvjeti / alternative npr. <i>process sub-part</i> , kg otapala po jedinici proizvoda	Zakonodavstvo Republike Hrvatske  (GVE; % fugitivnih emisija)
<b>1. Nanošenje ljepila (adheziva) (Dodatak VI, Tablica 2. Gothenburškog Protokola)</b>			
(a) Proizvodnja obuće >5 t/god (nova i postojeća postrojenja)	25 g otapala po paru obuće	-	25 g otapala po paru obuće
(b) Ostali prijanjajući premazi, osim obuće (nova i postojeća postrojenja)			
(i) 5-15 Mg/god	50/150	25	50/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 25%
(ii) >15 Mg/god	50/150	20	50/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%
<b>2. Proces premazivanja u različitim industrijskim djelatnostima (Dodatak VI, Tablica 5.)</b>			
(a) Ostalo premazivanje, uklj. metal, plastiku, tekstil, tkanine, foliju i papir (ne i tiskanje s papirnih valjaka na tkanine) (nova i postojeća postrojenja)			
(i) 5-15 t/god	100	25	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 25%
(ii) >15 t/god	50/75	20	50/75 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%
(b) Premazi za drvo			
(i) 15-25 t/god	100	25	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%
(ii) >25 t/god	50/75	20	50/75 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%

Kategorija izvora i potrošnja otapala (t/god)	Granična vrijednost (mg C/Nm <sup>3</sup> ) i relevantni uvjeti / alternative npr. ponovna uporaba oporabljениh otapala, <i>process sub-part</i> , % unosa otapala	Granična vrijednost fugeivnih emisija HOS-eva (% unosa otapala) i relevantni uvjeti / alternative npr. <i>process sub-part</i> , kg otapala po jedinici proizvoda	Zakonodavstvo Republike Hrvatske (GVE; % fugeivnih emisija)
<b>3. Premazivanje zavojnica &gt; 25 t/god (Dodatak VI, Tablica 6.)</b>			
(i) Nova postrojenja	50/150	5	50/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 5%
(ii) Postojeća postrojenja	50/150	10	50/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 10%
<b>4. Proizvodnja premaza, lakova, tinte i ljepila (Dodatak VI, Tablica 8.)</b>			
(i) 100-1000 t/god	150	5	150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 5%
(ii) >1000 t/god	150	3	150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 3%
<b>5. Tiskanje (Dodatak VI, Tablica 9.)</b>			
(a) Toplinski podešeni tisak (nova i postojeća postrojenja)			
(i) 15-25 t/god	100	30	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 30%
(ii) > 25 t/god	20	30	20 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 30%
(b) Rotogravura u izdavaštvu > 25 t/god			
(i) Nova postrojenja	75	10	75 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 10%
(ii) Postojeća postrojenja	75	15	75 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 15%
(c) Ostala rotogravura, fleksografija, tiskanje rotacijskim zaslonom, jedinice za proizvodnju laminata i lakiranje (nova i postojeća postrojenja)			
(i) 15-25 t/god	100	25	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 25%
(ii) >25 t/god	100	20	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%

Kategorija izvora i potrošnja otapala (t/god)	Granična vrijednost (mg C/Nm <sup>3</sup> ) i relevantni uvjeti / alternative npr. ponovna uporaba oporabljenih otapala, <i>process sub-part</i> , % unosa otapala	Granična vrijednost fugitivnih emisija HOS-eva (% unosa otapala) i relevantni uvjeti / alternative npr. <i>process sub-part</i> , kg otapala po jedinici proizvoda	Zakonodavstvo Republike Hrvatske (GVE; % fugitivnih emisija)
Tiskanje rotacijskim zaslonom na tkanini, kartonu > 30 t/god	100	20	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%
<b>6. Proizvodnja farmaceutskih proizvoda &gt;50 t/god (Dodatak VI, Tablica 10.)</b>			
(i) Nova postrojenja	20/150	5	20/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 5%
(ii) Postojeća postrojenja	20/150	15	20/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 15%
<b>7. Pretvaranje prirodne i sintetičke gume &gt; 15 t/god (Dodatak VI, Tablica 11.)</b> (nova i postojeća postrojenja)			
	20/150	25	20/150 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 25%
<b>8. Površinsko čišćenje (Dodatak VI, Tablica 12.)</b>			
(a) Korištenje tvari navedenih u stavku. 3(w) (nova i postojeća postrojenja)			
(i) 1-5 t/god	20 mg spoja/Nm <sup>3</sup>	15	20 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 25%
(ii) >5 t/god	20 mg spoja/Nm <sup>3</sup>	10	20 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 10%
(b) Ostalo površinsko čišćenje			
(i) 2-10 t/god	75	20	75 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 20%
(ii) >10 t/god	75	15	75 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 15%
<b>9. Završna obrada (lakiranje) vozila &gt;0.5 t/god. (Dodatak VI, Tablica 14.)</b> (nova i postojeća postrojenja)			
	50	25	50 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 25%
<b>10. Impregnacija drvenih površina &gt;25 t/god (Dodatak VI, Tablica 15.)</b> (nova i postojeća postrojenja)			
	100	45	100 mg C/m <sup>3</sup> u otpadnim plinovima; 45%
<b>11. Proizvodnja drvenih i plastičnih laminata &gt;5 t/god (Dodatak VI, Tablica 3.)</b>			
	30 g HOS/m <sup>2</sup>	-	GVE ukupnih emisija 30 g/m <sup>2</sup>
<b>12. Proces premazivanja u automobilskoj industriji (Dodatak VI, Tablica 4.)</b>			
			GVE ukupnih emisija

Kategorija izvora i potrošnja otapala (t/god)	Granična vrijednost (mg C/Nm <sup>3</sup> ) i relevantni uvjeti / alternative npr. ponovna uporaba oporabljanih otapala, <i>process sub-part</i> , % unosa otapala	Granična vrijednost fugitivnih emisija HOS-eva (% unosa otapala) i relevantni uvjeti / alternative npr. <i>process sub-part</i> , kg otapala po jedinici proizvoda	Zakonodavstvo Republike Hrvatske (GVE; % fugitivnih emisija)
PREMAZIVANJE AUTOMOBILA (M1, M2) - Nova postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (>5000 premazanih automobila godišnje)	45 g HOS/m <sup>2</sup> ili 1,3 kg/automobilu i 33 g HOS/m <sup>2</sup>		45 g HOS/m <sup>2</sup> ili 1,3 kg/automobilu i 33 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (>5000 premazanih automobila godišnje)	60 g HOS/m <sup>2</sup> ili 1,9 kg/automobilu i 41 g HOS/m <sup>2</sup>		60 g HOS/m <sup>2</sup> ili 1,9 kg/automobilu i 41 g HOS/m <sup>2</sup>
- Nova i postojeća postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (≤5000 premazanih jedno(mono)volumenskih okvira ili >3500 premazanih šasija godišnje)	90 g HOS/m <sup>2</sup> ili 1,5 kg/automobilu i 70 g HOS/m <sup>2</sup>		90 g HOS/m <sup>2</sup> ili 1,5 kg/automobilu i 70 g HOS/m <sup>2</sup>
PREMAZIVANJE NOVIH KAMIONSKIH KABINA (N1, N2, N3) - Nova postrojenja >15 t/god potrošnje otapala (≤5,000 premazanih kabina godišnje)	65 g HOS/m <sup>2</sup>		65 g HOS/m <sup>2</sup>
- Nova postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (>5,000 premazanih kabina godišnje)	55 g HOS/m <sup>2</sup>		55 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (≤ 5000 premazanih kabina godišnje)	85 g HOS/m <sup>2</sup>		85 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (> 5000 premazanih kabina godišnje)	75 g HOS/m <sup>2</sup>		75 g HOS/m <sup>2</sup>
PREMAZIVANJE NOVIH KAMIONA (BEZ KABINA) (N1, N2, N3) - Nova postrojenja >15 t/god potrošnje otapala			

Kategorija izvora i potrošnja otapala (t/god)	Granična vrijednost (mg C/Nm <sup>3</sup> ) i relevantni uvjeti / alternative npr. ponovna uporaba oporabljenih otapala, <i>process sub-part</i> , % unosa otapala	Granična vrijednost fugitivnih emisija HOS-eva (% unosa otapala) i relevantni uvjeti / alternative npr. <i>process sub-part</i> , kg otapala po jedinici proizvoda	Zakonodavstvo Republike Hrvatske (GVE; % fugitivnih emisija)
(≤2,500 premazanih kamiona godišnje)	90 g HOS/m <sup>2</sup>		90 g HOS/m <sup>2</sup>
- Nova postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (> 2500 premazanih kamiona godišnje)	70 g HOS/m <sup>2</sup>		70 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (≤ 2500 premazanih kamiona godišnje)	120 g HOS/m <sup>2</sup>		120 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja > 15 t/god potrošnje otapala (> 2500 premazanih kamiona godišnje)	90 g HOS/m <sup>2</sup>		90 g HOS/m <sup>2</sup>
PREMAZIVANJE NOVIH AUTOBUSA (M3) - Nova postrojenja >15 t/god potrošnje otapala (≤2,000 premazanih autobusa godišnje)	210 g HOS/m <sup>2</sup>		210 g HOS/m <sup>2</sup>
- Nova postrojenja >15 t/god potrošnje otapala (>2,000 premazanih autobusa godišnje)	150 g HOS/m <sup>2</sup>		150 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja >15 t/god potrošnje otapala (≤2,000 premazanih autobusa godišnje)	290 g HOS/m <sup>2</sup>		290 g HOS/m <sup>2</sup>
- Postojeća postrojenja >15 t/god potrošnje otapala (>2,000 premazanih autobusa godišnje)	225 g HOS/m <sup>2</sup>		225 g HOS/m <sup>2</sup>
<b>13. Kemijsko čišćenje (Dodatak VI, Tablica 7.)</b> (nova i postojeća postrojenja)	20 g HOS/m <sup>2</sup>		GV ukupnih emisija 20 g HOS/m <sup>2</sup>
<b>14. Ekstrakcija biljnog ulja i životinjske masti i rafinacije biljnog ulja &gt;10 t utrošenog otapala na godinu (Dodatak VI, Tablica 13.)</b>			GVE ukupnih emisija



Kategorija izvora i potrošnja otapala (t/god)	Granična vrijednost (mg C/Nm <sup>3</sup> ) i relevantni uvjeti / alternative npr. ponovna uporaba oporabljenih otapala, <i>process sub-part</i> , % unosa otapala	Granična vrijednost fugitivnih emisija HOS-eva (% unosa otapala) i relevantni uvjeti / alternative npr. <i>process sub-part</i> , kg otapala po jedinici proizvoda	Zakonodavstvo Republike Hrvatske (GVE; % fugitivnih emisija)
(nova i postojeća postrojenja)			
(a) Životinjska mast	1,5 kg/t		1,5 kg/t
(b) Ricinus	3,0 kg/t		3,0 kg/t
(c) Sjeme uljane repice	1,0 kg/t		1,0 kg/t
(d) Sjeme suncokreta	1,0 kg/t		1,0 kg/t
(e) Soja (krupno mljevena)	0,8 kg/t		0,8 kg/t
(f) Soja (brašno)	1,2 kg/t		1,2 kg/t
(g) Ostalo sjemenje i biljni materijal	3,0 kg/t		3,0 kg/t
(h) Svi procesi frakcioniranja, osim uklanjanja smole iz ulja	1,5 kg/t		1,5 kg/t
(i) Uklanjanje smole iz ulja	4,0 kg/t		4,0 kg/t

## AMONIJAK

### Nadzor emisije iz izvora u poljoprivredi

Unutar godine dana od stupanja na snagu Gothenburškog Protokola (5. siječnja 2010.) Republika Hrvatska je obvezna propisno se pobrinuti za potrebu smanjenja gubitaka iz čitavog ciklusa dušika te provesti mjere definirane točkama od A. do E. u dodatku IX.

#### A. Savjetodavni kodeks dobre poljoprivredne prakse

- Izrada, objava i razaslanje savjetodavnog kodeksa dobre poljoprivredne prakse za nadzor emisija amonijaka. Kodeks će voditi računa o specifičnim uvjetima u državnom području stranke i uključivati odredbe o:
  - »upravljanju« dušikom, vodeći računa o čitavom ciklusu dušika,
  - strategijama hranjenja stoke,
  - metodama rasprostiranja organskog gnojiva s malim emisijama,
  - sustave skladištenja organskog gnojiva s malim emisijama,
  - sustavi smještaja životinja s malim emisijama,
  - mogućnosti ograničavanja emisija amonijaka iz uporabe mineralnih gnojiva.

Kodeksu treba dati neki naziv kako bi se izbjegle zabune s drugim kodeksima-smjernicama.

## **B. Umjetna gnojiva na bazi uree i amonij-karbonata**

2. Poduzeti izvedive korake u cilju ograničenja emisija amonijaka iz uporabe krutih umjetnih gnojiva na bazi uree.
3. Zabraniti uporabu umjetnih gnojiva na bazi amonij-karbonata.

## **C. Primjena organskog gnojiva**

4. Pobrinuti se za uporabu metoda primjene tekućeg organskog gnojiva s malim emisijama (kako navodi smjernica V., usvojena od Izvršnog tijela na njegovom 17. zasjedanju (odluka 1999/1) i sve njezine izmjene i dopune) koje dokazano smanjuju emisije za najmanje 30% u usporedbi s referentnim vrijednostima iz navedene smjernice, u razmjerima u kojima ih RH smatra primjenjivima, vodeći računa o lokalnim uvjetima tla i geomorfologije, vrsti tekućeg organskog gnojiva i ustroju poljoprivrednog dobra. Vremenski rokovi primjene ovih mjera bit će: 31. prosinca 2009. za stranke s gospodarstvima u tranziciji.
5. Pobrinuti se, u mjeri u kojoj Republika Hrvatska to smatra prikladnim, da se kruto organsko gnojivo koje se primjenjuje na tlo namijenjeno obrađivanju, umiješa u roku najmanje 24 sata od rasprostiranja, vodeći računa o lokalnim uvjetima tla i geomorfologije.

## **D. Skladištenje organskog gnojiva**

6. U novim skladištima tekućeg organskog gnojiva na velikim svinjogojskim i peradarskim dobrima s 2.000 svinja za tov ili 750 krmača ili 40.000 peradi RH će rabiti sustave skladištenja s malim emisijama ili metode koje dokazano smanjuju emisije za 40 ili više posto u usporedbi s referentnim vrijednostima (kako navodi smjernica iz stavka 6.), ili druge sustave odnosno metode jednake djelotvornosti koja se može dokazati.
7. Za postojeća skladišta tekućeg organskog gnojiva na velikim svinjogojskim i peradarskim dobrima s 2.000 svinja za tov ili 750 krmača ili 40.000 peradi, stranka ima ostvariti 40%-tno smanjenje emisija ako dotična stranka potrebne metode smatra tehnički i gospodarski izvedivima.

Vremenski rokovi primjene ovih mjera bit će: 31. prosinca 2009. za stranke s gospodarstvima u tranziciji.

## **E. Smještaj životinja**

8. U novim objektima za smještaj životinja na velikim svinjogojskim i peradarskim dobrima s 2.000 svinja za tov ili 750 krmača ili 40.000 peradi RH će rabiti sustave smještaja koji dokazano smanjuju emisije za 20 ili više posto u usporedbi s referentnim vrijednostima (kako navodi smjernica iz stavka 6.), ili druge sustave odnosno metode jednake djelotvornosti koja se može dokazati. Iz razloga dobrobiti životinja primjenjivost može biti ograničena, na primjer u slamnatim sustavima za svinje i sustavima kaveza i otvorenih dvorišta za perad.

## GORIVA I NOVI POKRETNİ IZVORI

Tablica P.2-7: Granične vrijednosti za nova osobna vozila i laka teretna vozila

Kategorija, klasa	Referentna masa (RW) (kg)	Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene	Granične vrijednosti						
			CO		HC	NOx		HC+NOx	Čestice
			L1 (g/km)		L2 (g/km)	L3 (g/km)		L2+L3 (g/km)	L4 (g/km)
			Benzin	Diezel	Benzin	Benzin	Diezel	Diezel	Diezel
A M	Sve	1.1.2001.	2,3	0,64	0,20	0,15	0,50	0,56	0,05
A N1 (I)	RW≤1305	1.1.2001.	2,3	0,64	0,20	0,15	0,50	0,56	0,05
A N1 (II)	1305< RW≤1760	1.1.2002.	4,17	0,80	0,25	0,18	0,65	0,72	0,07
A N1 (III)	1760<RW	1.1.2002.	5,22	0,95	0,29	0,21	0,78	0,86	0,10
B M	Sve	1.1.2006.	1,0	0,50	0,10	0,08	0,25	0,30	0,025
B N1 (I)	RW≤1305	1.1.2006.	1,0	0,50	0,10	0,08	0,25	0,30	0,025
B N1 (II)	1305< RW≤1760	1.1.2007.	1,81	0,63	0,13	0,10	0,33	0,39	0,04
B N1 (III)	1760<RW	1.1.2007.	2,27	0,74	0,16	0,11	0,39	0,46	0,06

Tablica P.2-8: Granične vrijednosti za teška teretna vozila – europski ispitni test s ustaljenim uvjetima (ESC) i europski ispitni test s dinamičkim opterećenjem (ELR)

Red	Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	Čestice (g/kWh)	Dim (m <sup>-1</sup> )
A	1.10.2001.	2,1	0,66	5,0	0,10/0,13	0,8
B1	1.10.2006.	1,5	0,46	3,5	0,02	0,5
B2	1.10.2009.	1,5	0,46	2,0	0,02	0,5

Tablica P.2-9: Granične vrijednosti za teška teretna vozila – europski ispitni test s ustaljenim uvjetima (ESC) i europski ispitni test s dinamičkim opterećenjem (ELR)

Red	Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene	CO (g/kWh)	Nemetanski HC (g/kWh)	Metan (g/kWh)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	Čestice (g/kWh)
A (2000.)	1.10.2001.	5,45	0,78	1,6	5,0	0,16/0,21
B1 (2005.)	1.10.2006.	4,0	0,55	1,1	3,5	0,03
B2 (2008.)	1.10.2009.	4,0	0,55	1,1	2,0	0,03

Tablica P.2-10: Granične vrijednosti (I. i II. stupanj) za dizelske motore van-cestovnih pokretnih radnih strojeva (mjerni postupak ISO 8178)

Stupanj	Neto snaga (P) (kW)	Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	Čestice (g/kWh)
I.	130 ≤ P < 560	31.12.1998.	5,0	1,3	9,2	0,54
I.	75 ≤ P < 130	31.12.1998.	5,0	1,3	9,2	0,70
I.	37 ≤ P < 75	31.03.1998.	6,5	1,3	9,2	0,85
II.	130 ≤ P < 560	31.12.2001.	3,5	1,0	6,0	0,2
II.	75 ≤ P < 130	31.12.2002.	5,0	1,0	6,0	0,3
II.	37 ≤ P < 75	31.12.2003.	5,0	1,3	7,0	0,4
II.	18 ≤ P < 37	31.12.2000.	5,5	1,5	8,0	0,8

Tablica P.2-11: Granične vrijednosti za motocikle i motocikle s prikolicom na 3 ili 4 kotača (>50 cm<sup>3</sup>; > 45 km/h).

Tip motora	Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NOx (g/kWh)
<b>1. 2-taktni</b>				
(a) Motocikli	17.06.1999.	8	4	0,1
(b) Motocikli s prikolicom na 3 ili 4 kotača	17.06.1999.	12	6	0,15
<b>2. 4-taktni</b>				
(a) Motocikli	17.06.1999.	13	3	0,3
(b) Motocikli s prikolicom na 3 ili 4 kotača	17.06.1999.	19,5	4,5	0,45

Tablica P.2-12: Granične vrijednosti za mopede (≤ 50 cm<sup>3</sup>; ≤ 45 km/h)

Stupanj	Tip motora	Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene	CO (g/kWh)	HC+ NO <sub>x</sub> (g/km)
I.	Moped	17.6.1999.	6,0	3,0
I.	Moped s prikolicom na 3 ili 4 kotača	17.6.1999.	12,0	6,0
II.	Moped	17.6.2002.	1,0	1,2
II.	Moped s prikolicom na 3 ili 4 kotača	17.6.2002.	3,5	1,2

Tablica P.2-13: Specifikacije zaštite okoliša za benzin u slobodnoj prodaji namijenjen vozilima opremljenima motorima s pozitivnim paljenjem

Parametar	Granične vrijenosti		Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene
	Najniže	Najviše	
1. Istraživački oktanski broj	95	-	isto
2. Motorni oktanski broj	85	-	isto
3. Reid tlak pare, ljetno razdoblje (u kPa)	-	60	isto
4. Destilacija:			
(a) Isparavanje na 100° C (u %v/v)	46	-	isto
(b) Isparavanje na 150° C (u %v/v)	75	-	isto
5. Analiza ugljikovodika:			
(a) Olefini (u %v/v)	-	18	35
(b) Aromati (u %v/v)	-	42	
(c) Benzen (u %v/v)	-	35	
		1	
6. Udio kisika (u %m/m)	-	2,7	
7. Oksigenati (u %v/v):			
(a) Metanol, treba dodati stabilizirajuće agense	-	3	
(b) Etanol, možda su potrebni stabilizirajući agensi	-	5	
(c) Isopropilni alkohol	-	10	
(d) Tercbutilni alkohol	-	7	
(e) Izobutilni alkohol	-	10	
(f) Eteri koji sadrže 5 ili više ugljika u molekuli	-	15	
8. Drugi oksigenati (u %v/v)	-	10	
9. Udio sumpora (u mg/kg)	-	150	
		50	

Od 1. srpnja 2010. godine granična vrijednost količine sumpora u motornom benzinu, koji se stavlja u promet na domaće tržište je najviše 10 mg/kg.

Tablica P.2-14: Specifikacije zaštite okoliša za dizelsko gorivo u slobodnoj prodaji namijenjen vozilima opremljenima motorima s kompresijskim paljenjem

Parametar	Granične vrijenosti		Zakonodavstvo Republike Hrvatske i početak primjene
	Najniže	Najviše	
1. Cetanski broj	51	-	isto
2. Gustoća na 15° C (u kg/m <sup>3</sup> )	-	845	isto
3. Točka destilacije: 95% (u °C)	-	360	isto
4. Policiklički aromatski ugljikovodici (u % m/m)	-	11	isto
5. Udio sumpora (u mg/kg)	-	350	50
		50	

Od 1. srpnja 2010. godine granična vrijednost ukupnog sumpora u dizelskom gorivu koje se stavlja u promet na domaće tržište je najviše 10 mg/kg.

## PROTOKOL O TEŠKIM METALIMA (Pb, Cd, Hg, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)

### POSTOJEĆA POSTROJENJA

Tablica P.2-15: postojeća postrojenja

Kateg. Dodatak II	Postojeći stacionarni izvori	Onečišćujuća tvar	Granična vrijednost emisije (mg/ m <sup>3</sup> )	% O <sub>2</sub> u otp. plinu	Zakodavstvo Republike Hrvatske	Alternativne strategije <sup>4</sup>
1	Izgaranje fosilnih goriva					
	(a) krutih i (b) tekućih	čestice čestice	50 50	6 3	50 50	
2	Postrojenje za sinteriranje	čestice	50	n.r.	50	
	Postrojenje za proizvodnju poluproizvoda (metalne kuglice):			n.r.		
	(a) mljevenje, sušenje	čestice	25		25	
	(b) oblikovanje kuglica	čestice	25		25	
	(c) ukupne emisije za cijelo postrojenje	čestice	40 g/t proizvedenih kuglica		40 g/t proizvedenih kuglica	
3	Visoke peći	čestice	50	n.r.	50	
	Lučne peći	čestice	20	n.r.	20	
5 i 6	Proizvodnja bakra i cinka, uklj Imperijalne peći za taljenje	čestice	20	n.r.	20	
	Proizvodnja olova	čestice	10	n.r.	10	
7	Industrija cementa	čestice	50	n.r.	50	
8	Industrija stakla	Pb	5	8% peći spremnici 13% kositrene peći i dnevni spremnici	5	
9	Klor-alkalna industrija	Hg	-	n.r.	-	
10 i 11	Spaljivanje opasnog otpada	čestice	10	11	10	
		Hg	0,05	11	0,05	
	Spaljivanje medicinskog otpada	čestice	10	11	10	
		čestice	25	11	25	
Spaljivanje komunalnog otpada	Hg	0,08	11	0,08		

n.r. –nije raspoloživo

## NOVA POSTROJENJA

Tablica P.2-16: nova postrojenja

Kateg. Dodatak II	Novi stacionarni izvori	Onečišćujuća tvar	Granična vrijednost emisije (mg/ m <sup>3</sup> )	% O <sub>2</sub> u otp. plinu	Zakodavstvo Republike Hrvatske	Alternativne strategije <sup>4</sup>
1	Izgaranje fosilnih goriva					
	(a) krutih i (b) tekućih	čestice čestice	50 50	6 3	50 50	
2	Postrojenje za sinteriranje	čestice	50	n.r.	50	
	Postrojenje za proizvodnju poluproizvoda (metalne kuglice)::			n.r.		
	(a) mljevenje, sušenje	čestice	25		25	
	(b) oblikovanje kuglica	čestice	25		25	
	(c) ukupne emisije za cijelo postrojenje	čestice	40 g/t proizvedenih kuglica		40 g/t proizvedenih kuglica	
3	Visoke peći	čestice	50	n.r.	50	
	Lučne peći	čestice	20	n.r.	20	
5 i 6	Proizvodnja bakra i cinka, uklj Imperijalne peći za taljenje	čestice	20	n.r.	20	
	Proizvodnja olova	čestice	10	n.r.	10	
7	Industrija cementa	čestice	50	n.r.	50	
8	Industrija stakla	Pb	5	8% peći spremnici 13% kositrene peći i dnevni spremnici	5	
9	Klor-alkalna industrija	Hg	0,01 Hg/t Cl proizvodnog kapaciteta	n.r.	0,01 Hg/t Cl proizvodnog kapaciteta	
10 i 11	Spaljivanje opasnog otpada	čestice	10	11	10	
		Hg	0,05	11	0,05	
	Spaljivanje medicinskog otpada	čestice	10	11	10	
Spaljivanje komunalnog otpada	čestice	25	11	25		
	Hg					

n.r.-nije raspoloživo

## NADZOR PROIZVODA

Na tržištu benzina primjenjuju se slijedeće mjere za nadzor:

Udio olova u benzinu namijenjnog cestovnim vozilima neće prelaziti 0,005 g/l s primjenom šest mjeseci od dana stupanja na snagu Protokola o teškim metalima.

Ukoliko se na tržištu nudi olovni benzin s udjelom olova nižim od 0,005 g/l tu razinu će nastojati zadržati ili sniziti.

Tablica P.2-17: nadzor proizvoda

<b>Proizvod</b>	<b>Sadržaj Hg (% žive po težini)</b>	<b>Mjere (npr. Zakonodavstvo Republike Hrvatske, vodiči, itd.)</b>
1. Alkalne manganske baterije za produljenu uporabu u izvanrednim uvjetima (npr. temperatura ispod 0 °C ili iznad 50 °C, izloženost udarcima)	0,05	
2. Sve druge alkalne manganske baterije	0,025	

Gornja ograničenja mogu biti prijeđena pri novoj uporabi baterijske tehnologije, ili pri uporabi baterije u novom proizvodu, ukoliko su poduzete razumne zaštitne mjere kako bi se osiguralo okolišu prihvatljivo odlaganje dobijene baterije odnosno proizvoda bez lako uklonjive baterije. Alkalni manganski članci i baterije sastavljene od članaka također će biti izuzete od ove obveze.



## IZVORI PODATAKA O DJELATNOSTIMA ZA NFR SEKTORE

NFR Sektor	Podatak o aktivnosti	Izvor
<b>1. Energetika</b> 1 A 1 Termoelektrane, javne toplane i kotlovnice	Prodana količina goriva	Energetska bilanca - Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva u suradnji s Energetskim institutom Hrvoje Požar
	Utrošena količina goriva	Registar onečišćenja okoliša (ROO) - Agencija za zaštitu okoliša Nacionalni proizvođač električne energije
1 A 2 Izgaranje u industriji	Prodana količina goriva	Energetska bilanca - Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva u suradnji s Energetskim institutom Hrvoje Požar
	Utrošena količina goriva	Registar onečišćenja okoliša (ROO) - Agencija za zaštitu okoliša Velike nacionalne industrijske tvrtke
1 A 3 Promet	Prodana količina goriva	Energetska bilanca - Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva u suradnji s Energetskim institutom Hrvoje Požar
	Broj vozila Godišnje prijeđeni puta	Baze podataka o vozilima - Ministarstvo unutrašnjih poslova i Centar za vozila Hrvatske Statistički ljetopis RH - Državni zavod za statistiku
1 A 4 Kućanstvo - usluge - poljoprivreda / šumarstvo / ribarstvo	Prodana količina goriva	Energetska bilanca - Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva u suradnji s Energetskim institutom Hrvoje Požar
1 B Fugitivne emisije iz goriva	Količina tretiranog, skladištenog i distribuiranog goriva	Energetska bilanca - Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva u suradnji s Energetskim institutom Hrvoje Požar
<b>2. Industrijski procesi</b>	Podaci o proizvodnji	Industrijska proizvodnja, godišnji izvještaj – PRODCOM - Državni zavod za statistiku
		Glavni nacionalni proizvođači: cementa i gnojiva Glavna nacionalna tvrtka za preradu nafte
<b>3. Uporaba otapala</b>	Količina proizvedenog otapala	Industrijska proizvodnja, godišnji izvještaj – PRODCOM - Državni zavod za statistiku
<b>4. Poljoprivreda</b>	Broj životinja	Statistički ljetopis RH - Državni zavod za statistiku
	Prodana količina gnojiva	Izvešće o realizaciji prodaje mineralnih gnojiva Međunarodna udruga proizvođača gnojiva - IFA data bank Glavni nacionalni proizvođač gnojiva
<b>5. Korištenje tla, promjene tla i šume</b>	-	-
<b>6. Gospodarenje otpadom</b>	Količina otpada	Registar onečišćenja okoliša (ROO) - Agencija za zaštitu okoliša

NFR - nomenklatura za izvještavanje sukladno LRTAP Konvenciji

(eng. *Nomenclature For Reporting*)

## Literatura:

1. Izvješće sa sedamnaestog zasjedanja Izvršnog tijela Konvencije o prekograničnom onečišćenju zraka, LRTAP Konvencija, *ece.eb.68.e (Report of the seventeenth session of the Executive Body for The Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution)*
2. Nacrt vodiča o tehnikama kontrole i ekonomskih instrumenata Protokola o sprečavanju zakiseljavanja, eutrofikacije i prizemnog ozona *eb.air.1999.2.e (Draft Guidance Documenta on Control Techniques and Economic Instruments to The Protocol to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone)*
3. Upitnik, *ece.eb.air.2007.5.e\_Questionar*
4. *ece.eb.air.wg.5.2007.13. AMONIJAK*