

## SCR I SNCR TEHNOLOGIJE SMANJENJA NO<sub>x</sub> NA STACIONARNIM SISTEMIMA

## SCR AND SNCR TECHNOLOGY NO<sub>x</sub> REDUCTION TECHNOLOGY ON STATIONARY SYSTEMS

**Adnan Dedović dipl. ing.**  
**OLMA Ljubljana**  
**Olma bh Zenica**

**mr. Vito Tič univ. dipl. ing**  
**dr. Darko Lovrec univ. dipl. ing.**  
**University of Maribor**

### REZIME

*Zahvaljujući odličnim rezultatima koje je SCR tehnologija uz pomoć AD BLU postigla u smanjenju NO<sub>x</sub> u dizel motorima vozila sličnim putem se krenulo i u razvoj tehnologija smanjenja NO<sub>x</sub> u stacionarnim sistemima. Uzimajući u obzir da se u BiH u skoroj budućnosti planira izgradnja nekoliko novih Termoelektrana kao i aktivnosti u već postojećim Termoelektaranama; Cementarama itd. treba biti spreman uključiti se u ove tehnologije. Tema rada je prikaz dvije trenutno najaktuelnije tehnologije smanjenja NO<sub>x</sub> i to SNCR (amonijačna voda) i SCR (AUS 40) kao i prednosti i nedostaci istih. U našoj državi tek predstoje aktivnosti oko uspostave ovih sistema i cilj rada je da se ukaže na kompleksnost izbora odgovarajuće tehnologije. Navedene su i zakonske legistlative koje u EU zahtjevaju smanjenje emisije na 200 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup> ali kod izbora treba uzeti u obzir da se već nakon 2020 godine preporučuje smanjenje emisije NO<sub>x</sub> na ispod 175 NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>.*

**Ključne riječi:** SCR i SNCR tehnologije, redukcija NO<sub>x</sub>, zakonske legistlative

### ABSTRACT

*Thanks to the excellent results achieved by SCR technology with the help of AD BLU in the reduction of NO<sub>x</sub> in diesel engines, a similar path was developed to develop NO<sub>x</sub> reduction technology in stationary systems. Bearing in mind that in the near future plans for the construction of several new Thermoelectric Power Plants are planned, as well as activities in existing Thermoelectric Power plants; Cementing etc. should be prepared to engage in these technologies. The theme of the presentation is a presentation of two current most current NO<sub>x</sub> and SNCR (ammoniac water) and SCR AUS 40) technologies as well as their advantages and disadvantages. In our country, only the activities around the establishment of these systems and the aim of the presentation have just begun to highlight the complexity of choosing the right technology. There are also statutory legends that require a 200mg NO<sub>x</sub> / Nm<sup>3</sup> emission reduction in the EU, but in the elections it should be taken into account that after 2020, it is recommended to reduce NO<sub>x</sub> to below 175 NO<sub>x</sub> / Nm<sup>3</sup>.*

**Keywords:** SCR and SNCR tehnology, reduction NO<sub>x</sub>, legal legislation

## 1. UVOD

Smanjenje NO<sub>x</sub> u dizel motorima koje je postignuto sa SCR tehnologijom se pokazalo kao veliki uspjeh. Emisija NO<sub>x</sub> u atmosferu je značajno smanjena i već su naučno dokazani i objelodanjeni pokazatelji smanjenja ozonske rupe. Slijedeći korak je bio očekivan. Naravno slijedeći korak je bio instaliranje sličnih tehnologija u stacionarnim sistemima tj. u fabrikama. Trenutna situacija u BiH je takva da se planira izgradnja nekoliko novih termo blokova koji bi trebali pratiti nove tehnologije ali bi to trebalo biti interesantno i već postojećim Termoelektranama ali i cementarama kao i svim ostalim industrijskim postrojenjima.

## 2. SADRŽAJ

U daljem tekstu će biti obrađeno slijedeće:

- dvije trenutno najaktuelnije tehnologije smanjenja NO<sub>x</sub> u stacionarnim sistemima i to SCR i SNCR kao i prednosti i nedostaci istih;
- kompleksnost izbora odgovarajuće tehnologije;
- zakonske legistlative koje u EU zahtjevaju smanjenje emisije na 200 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>;
- pokazatelji zbog kojih, kod izbora, treba uzeti u obzir da se već nakon 2020 godine preporučuje smanjenje emisije NO<sub>x</sub> na ispod 175 NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>.

## 3. KONTROLA STACIONARNIH EMISIJA I OPCIJE SMANJENJA EMISIJA

NO<sub>x</sub> kontrola stacionarnih sistema je okrenuta prema slijedećim industrijskim granama: proizvodnja toplotne i električne energije, spaljivanje otpada, proizvodnja željeza i aluminija, proizvodnja cementa, stakla, keramike itd. itd. Što se tiče opreme u njima radi se o: kotlovima, plamenicima, motorima, plinskim turbinama, pećima za sušenje kao ostalim pećima itd. Smanjenje emisije je primjenjivo na bilo koju vrstu fosilnih goriva: ugalj, lignit, tekuća goriva, prirodni plin, biomasa itd.

## 4. LEGISLACIJA EMISIJA – POSTAVKE INSTALACIJE

Emisije NO<sub>x</sub> su dio ukupnog propisa o emisijama industrijskih postrojenja u EU, SAD, Japanu itd. Direktiva o industrijskim emisijama (IED 2010/75/EU) zamjenila je direktivu (IPPC 2008/1 /EC). IED primjenjuje granice emisija na razini postrojenja od 2016 i to uglavnom na instalacijama sa izlazom > 50 MW i to 200 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup> za postojeće instalacije. Prelazni nacionalni plan tj. opcije usklađenosti su dostupne za razdoblje 2016 – 2020 a potrebna je usklađenost razine emisije za postrojenja nakon 2020.

Odstupanja od navedenih mjera u pojedinim državama EU donose nadležna tijela koja takođe mogu odabrati primjenu fleksibilnosti postavljanjem manje stroge granične vrijednosti emisija. Države članice trebaju prijaviti EU primjenu odstupanja. Moram da navedem da će već planirane emisije u budućnosti biti < 175 NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>. Iako Bosna I Hercegovina još uvijek nije članica EU sve ovo trebamo uzeti u obzir jer ipak nam je zajednička preokupacija ulazak u EU u dogledno vrijeme.

## 5. NO<sub>x</sub> KONTROLA EMISIJA – MATRICA

Kontrola NO<sub>x</sub> stacionarne emisije ide u dva smjera a to su primarni smjer – primarne mjere i sekundarni smjer – sekundarne mjere. Primarne mjere zahtjevaju optimizaciju procesa izgaranja koje se sastoje u podešavanju komore za izgaranje kao i uvjeta izgaranja. Sekundarne mjere se sprovode kemijskom reakcijom:

$\text{NO}_x + \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$  (produkti su dakle dušik i voda sastavni dijelovi atmosfere)

a aktivno sredstvo za redukciju je amonijak. Sekundarne mjere se mogu provesti uz pomoć dvije tehnologije i to: Selektivna Katalitička Redukcija (SCR) i Selektivna Nekatalitička Redukcija (SNCR). Primarne mjere mogu da smanje NO<sub>x</sub> za 25-35% a sekundarne mjere SNCR – 30-60% a SCR 80-98%. Riješenja za smanjenje emisija NO<sub>x</sub> ovise od postavke

instalacije. Izbor ovisi o potrebnoj stopi pretvorbe NO<sub>x</sub>, vrsti goriva, novom postrojenju prema postojećim postrojenjima, kapacitetu (MW), investicionim troškovima...

## 6. KONSTRUKCIJA SNCR I SCR DENO<sub>x</sub> TEHNOLOGIJE

Navešćemo neke od prednosti i nedostataka ove dvije tehnologije:

### SNCR

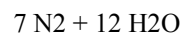
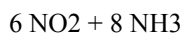
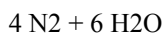
- Vrijeme reakcije i potreba prostora - sekundarne frakcije, potreban veliki prostor;
- Dizajn – Sofisticirani dizajn protoka, kontrola i prilagođeni kotao;
- Geometrija reaktivne zone – ograničeno raspršavanje, udaljenost i raspon miješanja;
- Raspon temperature 850 – 1050 C;
- Redukciono sredstvo – standardna otopina čistog amonijaka ili uree;
- Potrošnja redukcionog sredstva – značajna potrošnja - veća potrošnja od SCR teh.;
- Strategija – intermedijalno – privremeno rješenje;
- Troškovi ulaganja – značajni – ipak manji od SCR;

### SCR

- Vrijeme reakcije i potreba prostora - sekundarne frakcije, potreban manji prostor;
- Dizajn – standardni dizajn modula; bez izmjene izvedbe kotla;
- Geometrija reaktivne zone – bez ograničenja;
- Raspon temperature 350 – 410 C;
- Redukciono sredstvo – AUS 40;
- Potrošnja redukcionog sredstva – znatno manja potrošnja ali zahtjeva amonijak visoke čistoće rastopine uree i samim tim ima veću cijenu;
- Strategija – intermedijalno – dugoročno rješenje;
- Troškovi ulaganja – značajni – dosta veći nego kod SNCR;

## 7. DENO<sub>x</sub> KEMIJA I REDUKCIJSKO SREDSTVO

Tokom procesa se odvijaju slijedeće kemijske reakcije:



Pored toga odvijaju se i neželjene reakcije kod obje tehnologije:

### NEŽELJENE REAKCIJE – SNCR DENO<sub>x</sub>

- $\text{SO}_2 + 1/2 \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_3$
- $\text{NH}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4 \text{HSO}_4$  – depoziti na zidovima kotla
- $\text{NH}_3 + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – depoziti na zidovima kotla
  
- Ioni(joni) Ca, Mg, Fe +  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow$  Metal ( $\text{SO}_4$ ) depoziti na zidovima kotla
- POSEBNI ADITIVI ZA SMANJENJE DEPOZITA traže znanje o dobavljačima SNCR tehnologije.
- SMANJENJE AMONIJAKA = Amonijak koji nije reagovao u SNCR procesu – ostaje u dimnim plinovima – pepelu.

### NEŽELJENE REAKCIJE – SCR DENO<sub>x</sub>

- Nečistoće u vodi/urei ili amonijak/voda djeluju kao otrovi koji rezultiraju gubitkom aktivnosti katalizatora (Stopa konverzije NO<sub>x</sub>) i vijek trajanja (obavezna upotreba demij vode i čiste uree). Ukoliko se koristi obična voda mogu se izdvojiti slijedeći otrovi u SCR katalizatoru: kloridi, P, K, Na, Ca, Mg, Hg, Pb, Si, ...

## 8. IZBOR REDUKCIJSKOG SREDSTVA ZA SCR I SNCR DENO<sub>x</sub>

Izvor amonijaka (NH<sub>3</sub>) za reakciju redukcije NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub> → N<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O može biti slijedeći:

- Amonijak bezvodni (tekućina) - sadržaj amonijaka: Min. 99.8% wt.
- Amonijačna voda (vodena otopina amonijaka) - sadržaj amonijaka: 24 - 25% wt.
- Otopina uree u vodi
  - Koncentracija uree u vodi 32 – 68%
  - Najčešća koncentracija je 40% otopina uree u vodi

Specifikacija parametara kvalitete redukcijskih sredstava nije standardizirana (suprotno ISO 22241 Auto industriji i ISO 18611 u Mornarici). Pojedinačna kontrola NO<sub>x</sub> emisija za svaki projekt.

Izbor redukcijskog sredstva za SCR I SNCR NO<sub>x</sub> tehnologiju se vrši:

- Pojedinačno za svaki projekat kontrole ispuštanja NO<sub>x</sub>.
- Dizajn/Preporuka dobavljača DENO<sub>x</sub> Tehnologije

Idealni model za redukcijska sredstva - dobavljač:

- Biti uključen na početku projekta
- Saradnja sa dobavljačem DENO<sub>x</sub> Tehnologije

## 9. KONTROLA NO<sub>x</sub> STACIONARNE EMISIJE - BUDUĆNOST

### LEGISLATIVA

- Direktiva o industrijskim emisijama (IED 2010/75/EU) – daljnje smanjenje graničnih vrijednosti emisija (emissions limit values - ELV) očekivano nakon 2020 (ispod 175 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>).

### TEHNOLOGIJA

- Mnoga postrojenja sa trenutnim ograničenjima emisija No<sub>x</sub> do (200 NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup>) iste mogu postići pomoću primarnih mjera i SNCR DENO<sub>x</sub>.
- Razine emisija ispod 175 mg NO<sub>x</sub>/Nm<sup>3</sup> mogu se postići sa:
  - SCR DENO<sub>x</sub> (status BAT, dokazano)
  - Ultra niski NO<sub>x</sub> plamenici (novi, skupi)
  - Alternativni procesi izgaranja koji koriste kisik, ozon (novi, nije komercijaliziran).

### ENERGETSKA GENERACIJA MIX

- Fosilna goriva (ugalj) još uvijek su bitni, iako postoje regionalne razlike.
- Kina, Indija, Indonezija, Južna Afrika koristiće još uvijek 30-40% energije iz ugljena do 2040.
- Čak se i Evropa značajno razlikuje (obnovljivi izvori x nuklearna x fosilna goriva).

## 10. KONTROLA EMISIJE NO<sub>x</sub> PROJEKT – ALGORITMI – KORACI

Kako bi se uradio kvalitetan projekat odabira odgovarajuće tehnologije kao i svi ostale parametre koji utječu na to potrebno je izvršiti slijedeće:

- Identifikacija projekta kontrole emisije NO<sub>x</sub> (krajnji kupac – proizvodnja energije, proizvodnja toplote, spaljivanje otpada, kemijska industrija, industrija cementa, ...)
- Identifikacija izvođača radova za realizaciju projekta kontrole emisije NO<sub>x</sub>
- Identifikacija korištene tehnike NO<sub>x</sub>
  - Primarne mjere (Optimizacija opreme i procesa sagorjevanja)
  - Sekundarne mjere (SCR – SNCR)
- Identifikacija dobavljača - Sekundarne mjere (SCR – SNCR)
- Identifikacija redukcijskog sredstva koje se koristi (Amonijačna voda, Otopina uree)
- Identifikacija specifikacije upotrebljenog redukcijskog sredstva (dobavljač SCR – SNCR)
- Priprema komercijalne ponude (brojne opcije):
  - Krajnji kupac
  - Izvođač radova
  - Dobavljač SCR – SNCR
  - Agent

## 11. NO<sub>x</sub> EMISSION KONTROLA PROJEKTA – ZAKLJUČCI

SNCR – amonijačna voda

Topivost amonijaka u tekućim otapalima s porastom temperature pada. Zasićena otopina na 15,6 ° C sadrži 35% (308 g / L ili 18 mol / L) amonijaka i ima gustoću od 0,88 g / cm<sup>3</sup>. Uz povećanje temperature, koncentracija zasićene otopine pada i gustoća se povećava. Čvrsto zatvoreni spremnik sa zasićenom otopinom može se, kada se zagrijava zbog povećanog pritiska amonijaka, rasprsnuti, a otvaranje takvog spremnika može izazvati izbijanje plinovitog amonijaka. U ekstremnim uvjetima, spremnik može eksplodirati. Koncentracija amonijaka u laboratorijskim posudama zbog konstantnog otvaranja i povišene temperature okoline smanjuje se tako da zasićena otopina više nije 18 mol. Stoga se njegova koncentracija treba provjeriti titracijom prije upotrebe.

## 12. USPOREDBA SCR I SNCR

Prečišćavanje dimnih plinova u termoelektranama na ugalj a u cilju DeNO<sub>x</sub> (redukcije NO<sub>x</sub>) je:

- SCR – 80 – 90%
- SNCR – 30 – 50%

Jednostavnije rukovanje sa AUS 40 nego sa amonijačnom vodom

- skladištenje ; Prevoz – bez ADR; Bezbjednost – sigurnost su na strani AUS 40 u odnosu na amonijačnu vodu

Cijena

- Na strani amonijačne vode i nabavna cijena sirovine i investiciono ulaganje

Dugoročno a zbog više faktora prednost za SCR tehnologiju u odnosu na SNCR tehnologiju.

## 13. TELEMETRIJA ZALIHA AUS 40 KOD KUPCA

Bazira se na GSM tehnologiji. Može se upotrijebiti postojeći senzor nivoa (ako već postoji) ili se postavlja na licu mjesta odgovarajući senzor. Što se tiče isporuka potrebno se prilagođavati potrebama i zahtjevima kupca. AUS 40 se može isporučivati u:

- IBC kontejneri;
- Nadzemni rezervoari;
- Podzemni rezervoari;
- Moguć je i monitoring količine čiste uree u silosu na licu mjesta mješanja;

- Trenutna količina i povijest je vidljiva iz svih uređaja (PC, GSM, Tablet);
- Racionalizacija troškova proizvodnje, skladištenje i isporuka.



• **TIPIČNA SCR DENO<sub>x</sub> INSTALACIJA: Jordan**

**Novo postrojenje**  
**Elektrana: Bazno opterećenje i vršno opterećenje**  
**38 x 16,6 MW motori**  
**Gorivo: HFO(visokosumporno teško gorivo), moguće NG**  
**Redukciono sredstvo:AUS 40**  
**Proizvedeno na licu mjesta od čiste uree (AMU grade)**



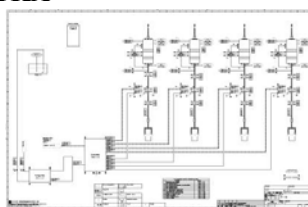
• **TYPICAL SNCR DENO<sub>x</sub> INSTALLATION: Czech Republic**

**Retrofit**  
**Elektrana: Bazno punjenje**  
**5 x 200 MW**  
**Gorivo: Lignit**  
**Redukciono sredstvo: AUS 40**  
**Uvezeni gotovi proizvod**  
**Opcija: Proizvedeno na licu mjesta od čiste uree**

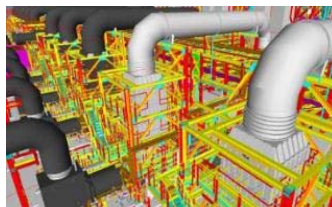
**KOMPLEKSNOŠT ZADATKA**



Upravljanje projektima



Procesno inženjerstvo



Mašinstvo



Elektrotehnika



Proizvodnja

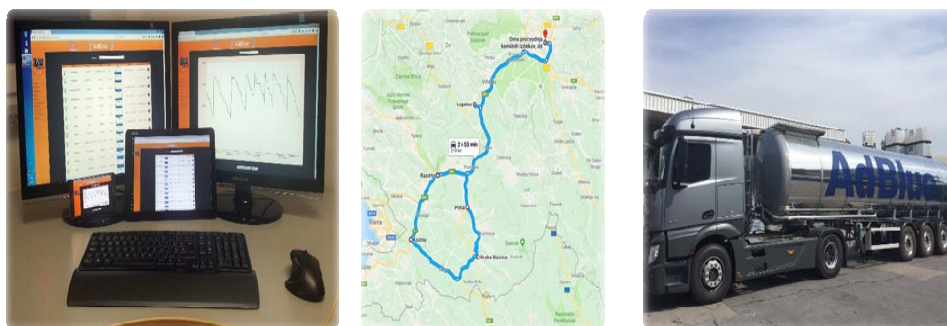


Puštanje u rad

## TELEMETRIJA ZALIHA AUS 40 KOD KUPCA



## NADZOR NAD ZALIHOM I ISPORUKA AUS 40



## 14. LITERATURA

- [1] Direktiva (IPPC 2008/1 /EC); DIRECTIVE 2008/1/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 January 2008 concerning integrated pollution prevention and control)
- [2] Direktiva o industrijskim emisijama (IED 2010/75/EU): DIRECTIVE 2010/75/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)

