

## SCR TEHNOLOGIJA I ADBLUE® KAO NJEN GLAVNI ČIMBENIK

### SCR TECHNOLOGY AND ADBLUE® ITS MAIN FACTOR

Adnan Dedović dipl. ing.  
Olma d.d.  
Ljubljana

#### REZIME

*Prije dvadesetak godina naučna istraživanja su pokazala da su najveći zagađivači planete (pored industrije) teška motorna vozila i da su ona najveći razlog efekta staklene bašte, a posljedično smanjenja ozonskog omotača. Pred naučne krugove je postavljen zadatak kako najefikasnije riješiti ovaj problem i smanjiti emisiju u prvom redu NOx-a. Rađeno je paralelno na nekoliko projekata a najbolje rezultate je pokazala tzv. SCR (Selective Catalytic Reduction) tehnologija koja je na vrlo efektan način hemijskom reakcijom natrijevih oksida sa tekućinom pod nazivom Ad Blu imala izlaz na auspuhu u vidu vode, dušika i CO<sub>2</sub>. Od prije nekoliko godina se u prvom redu u Evropi pa onda i u cijelom svijetu sva teška motorna vozila rade sa SCR tehnologijom, a od 1 janura 2015 čak i sva putnička vozila. U tekstu će biti govora kako o SCR tehnologiji tako i o samoj tekućini AdBlue®.*

**Ključne riječi:** teška motorna vozila, zagađenje, Nox, SCR, AdBlue®

#### SUMMARY

*Twenty years ago, research scientist will show that the biggest pollution planet (after industry) heavy vehicles and biggest reason effect warming planet, consequently a reduction of the ozone. The main task before scientists the most effective way to solve this problem and to reduce emissions in the first place NOx. Several project was in the plane and best result show SCR (Selective Catalytic Reduction) technology which is effective way with chemical reaction sodium oxide with a liquid name AdBlue® have exit the exhaust pipe in the water, nitrogen and CO<sub>2</sub>. Few years ago in the Europe but in the all world all heavy vehicles work with SCR tehnology but from 1 January 2015 even all passenger cars. The text will be discussed about the SCR tehnology and on the Ad Blu liquid.*

**Keywords:** heavy vehicles, pollution, NOx, SCR, AdBlue®

#### 1. UVOD

Zadnjih godina dvadesetog stoljeća, kada se definitivno uz pomoć analiza i praćenja ustanovilo da su motorna vozila a u prvom redu komercijalna vozila uz industriju najveći zagađivači vazduha prišlo se rješenju smanjenja zagađenja koja isti prouzrokuju. Uz pomoć EURO-3 motora se smanjila emisija čestica ali se pokazalo da su kod emisije stakleničkih plinova u prvom redu “zaslužni” plinovi a ne čestice. U prvom redu to su dušikovi oksidi NOx, zatim ugljovodonici HC i ugljen monoksid CO. Započela je “utrka” i veliki broj firmi proizvođača motornih vozila je krenuo u rješavanje problema. Ubrzo su se izdvojile dvije metode i to EGR (Exhaust Gas Recirculation) – recirkulacija izduvnih gasova i **SCR (Selective Catalytic Reduction)** - selektivna katalitička redukcija. SCR tehnologija se zahvaljujući mnogo čemu pokazala boljom i efikasnijom i veliki broj firmi koje zadovoljavaju EURO-4 i sve firme koje zadovoljavaju EURO-5 i koje uvode EURO-6 u svoja komercijalna

vozila su se “okrenili” prema ovoj tehnologiji.

U jesen 2001. godine zajedničkom deklaracijom svih europskih proizvođača komercijalnih vozila dogovoreno je da se uvede SCR sekundarni tretman izduvnih gasova, korištenjem sredstva AdBlue® kao reducenta emisije izduvnih gasova. U dole navedenom tekstu ćemo dati malo više informacija o SCR Tehnologiji i AdBlue® kao ključnom faktoru ove tehnologije.

## 2. SCR-TEHNOLOGIJA

**SCR** (Selective Catalytic Reduction) tehnologija važi za jednu od najnaprednijih tehnologija za smanjivanje štetnih emisija, koju su proizveli vodeći evropski proizvođači komercijalnih vozila u poređenju i testiranju sa različitim drugim tehničkim metodama za smanjivanje štetnih emisija do zahtjevanih graničnih vrijednosti. Samo SCR tehnologija istovremeno omogućava smanjivanje emisije izduvnih gasova i optimizaciju rada motora te potrošnje goriva.

### 2.1. Djelovanje

Poznato je da su visoke emisije NO<sub>x</sub> posljedica nepotpunog sagorjevanja goriva u motoru. U toku SCR procesa se nastali NO<sub>x</sub> obrađuje u katalizatoru. Za taj proces je potreban reducent AdBlue®, rastopina uree tačno određene čistoće i koncentracije. AdBlue je bez mirisa i netoksičan je.

Tačno određena količina AdBlue® se ubrizgava kroz mlaznice u tok izduvnih gasova, gdje najprije dođe do hidrolize, potom u katalizatoru do transformacije dušikovih oksida (NO<sub>x</sub>) u dušik (N<sub>2</sub>) i vodu (H<sub>2</sub>O).

**Reakcija hidrolize:**  $(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NH}_3 + \text{CO}_2$

**SCR reakcija:**  $4 \text{NH}_3 + 4 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

$8 \text{NH}_3 + 6 \text{NO}_2 \rightarrow 7 \text{N}_2 + 12 \text{H}_2\text{O}$

### 2.2. Sastav katalizatora

SCR katalizator je sastavljen iz katalitičnih materijala kao što su titanov dioksid, vanadijev pentoksid, volframov oksid, koji su vezani na keramičke nosače. Transformacija NO<sub>x</sub> u katalizatoru je ovisna od broja radnih aktivnih ćelija te u bitnoj mjeri i od veličine keramičkog nosača.

Trajno djelovanje SCR katalizatora je posljedično jako ovisno od AdBlue®. Fine pore i aktivne ćelije se lahko fizički blokiraju i samim tim neizbježno deaktiviraju, što vodi u uništenje SCR katalizatora. U tom slučaju se dušikovi oksidi ne moraju u dovoljnoj mjeri transformirati u dušik i vodu, što vodi u prekoračenje EURO-4, EURO 5 i EURO-6 graničnih vrijednosti i posljedično u visoke troškove.

Eventualni višak amonijaka koji nastaje pred katalizatorom sa hidrolizom AdBlue® i vrućih izduvnih gasova se ponovo re-transformira na izlazu iz katalizatora. S tim je onemogućeno da otrovan amonijak ode u okolinu.

Sa EURO-5 normom, koja za teška teretna vozila vrijedi od oktobra 2008, emisija dušikovog monoksida smanjuje se za 90 % uzimajući u obzir 2009 godinu; slijedeća EURO-6 norma granične emisije smanjuje za 97 %. Važeća EURO-4 norma je smanjila emisije dušikovog monoksida za 80 % te emisije djelića za 95 % u poređenju sa godinom 1990.

Njemačka auto industrija odakle uglavnom i dolaze komercijalna vozila u BiH je dobro pripremljena na smanjivanje emisije. Sva nova, tek proizvedena, komercijalna vozila su opremljena sa SCR tehnologijom (Selective Catalytic Reduction), koja koristi dodatak AdBlue®. SCR i AdBlue® su predhodnici tehnologije, koja zahtjeva smanjene emisije zagađivača, a pogotovo dušikovog monoksida u komercijalnim vozilima, koja upotrebljavaju

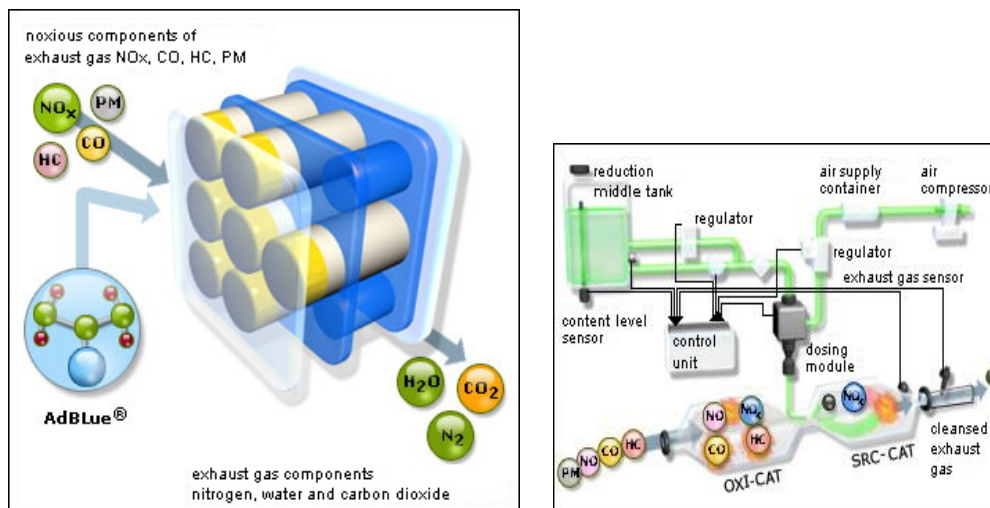
dizel gorivo. SCR proces se vrši dodavanjem amonijaka u izduvne plinove. Amonijak se dodaje u obliku AdBlue®, čija je robna marka registrirana od strane udruženja automobilske industrije (VDA). Danas postoji 146 licenci za AdBlue® po svijetu.

Trenutno je u Europi preko 300.000 komercijalnih vozila opremljenih sa SCR i AdBlue®. U Bosni i Hercegovini nema tačnih podataka za broj vozila koja koriste SCR tehnologiju ali uzimajuću u obzir da vozila koja iz BiH voze za zemlje Europske unije moraju biti opremljena SCR tehnologijom taj broj će bivati sve veći. Na svijetu broj komercijalnih vozila sa SCR tehnologijom raste približno za 25.000 na mjesec. Uzimajući u obzir svjetsku potrošnju, SCR tehnologija se širi takođe u SAD i u Japanu. Sa tom tehnologijom, komercijalna vozila već imaju ulogu predhodnika, a pošto se je potvrdila u teškim komercijalnim vozilima, SCR tehnologija se počinje upotrebljavati takođe i kod lakih komercijalnih, a takođe i putničkih vozila.

### 2.3. Princip djelovanja SCR Tehnologije

Poznato je da je kod savremenih motora rad optimiziran do stupnja, koji daje pri sagorjevanju goriva samo male količine čađi, a sa druge strane tvore se velike količine dušikovog monoksida. AdBlue® kao reducent, se ubrizgava u tok izduvnih gasova. Zbog visokih temperatura izduvnih gasova AdBlue® se hidrolizira u amonijak i CO<sub>2</sub>. Uz pomoć amonijaka NO<sub>x</sub> na površini katalizatora reagira i nastaje dušik i voda, prirodne komponente naše atmosfere.

Na slici 1. prikazani su učinci SCR katalizatora ili kako SCR vrši dodatnu obrada izduvnih gasova?



Slika 1. Učinci SCR katalizatora i dodatna obrada izduvnih gasova preko SCR

### 3. STANDARDIZACIJA IZDUVNIH GASOVA U EU

Granične vrijednosti izduvnih gasova u komercijalnim vozilima su bile određene sa Uredbom 88/77/EGS, koju su naslijedile nove uredbe. Godine 2005 je došlo do značajne konsolidacije graničnih uredbi sa Uredbom 05/55/EC. U principu su granične vrijednosti emisija za EURO-4 i EURO-5 motore određene već u Uredbi 99/96/EC. Svaka nova EURO uredba je bila strožija, kao što to pokazuje donja tabela 1, a posebno su bile bitno smanjene granične vrijednosti za emisije NO<sub>x</sub>.

Tabela 1. Granične vrijednosti izduvnih gasova prema EC uredbama, po godinama donošenja

Godina	g/kWh	NOx	HC	CO	PM
1992	EURO-1		0,97	2,72	0,14
1996	EURO-2		0,7	1	0,08
2000	EURO-3	0,5	0,56	0,64	0,05
2005	EURO-4	0,25	0,3	0,5	0,025
2008	EURO-5	0,18	0,23	0,5	0,005

#### 4. KVALITET ADBLUE®

Kvaliteta AdBlue® je propisana od strane međunarodne norme ISO 22241. Naziv je zaštićen od strane Udruge automobilske industrije u Njemačkoj (VDA), koji kontrolira kvalitetu robe, ali je također dao konkretne upute za pravilno korištenje, distribuciju i skladištenje (Tabela 2). Potrebna standardna kvaliteta treba, naravno, ostati ista sve do završne upotrebe u vozilu. Iako izgleda kao vrlo jednostavan proizvod već prvi pogleda na zahtjeve norme ISO 22241 pokazuje da zahtjeva izuzetno visoku čistoću i nizak sadržaj drugih kontaminanata izmjerenih u mg/kg.

- U principu, zahtjevi kvalitete dijele se na:
  - potrebne kvalitete u proizvodnom procesu,
  - zahtjevi za osiguranje kvalitete u distribuciji i krajnje korištenje.

Tabela 2. Kvaliteta AdBlue®, Certifikat prema ISO 22241

	Units	Sample 61110008	Sample 61110009	Sample 611100010	Spec
Urea content	Wt %	32.8	32.2	32.5	31.8-33.3
Alkalinity	%	0.002	0.002	0.0020	0.2 max
Biuret	%	0.33	0.33	0.33	0.3 max
Formaldehyde	mg/kg	0.84	0.92	1.01	5 max
Insolubles	mg/kg	0.01	0.02	0.02	20 max
Phosphate	mg/kg	0.03	0.03	0.01	0.5 max
Density 20	kg/m <sup>3</sup>	1.091	1.089	1.090	1.087-1.093
R. I. 20		1.383	1.382	1.382	1.3814-1.3843
Calcium	mg/kg	0.031	0.042	0.056	max 0.5
Iron	mg/kg	0.087	0.022	0.011	max 0.5
Copper	mg/kg	0.006	0.004	0.006	max 0.2
Zinc	mg/kg	0.012	0.010	0.015	max 0.2
Chromium	mg/kg	0.031	0.03	0.024	max 0.2
Nickel	mg/kg	0.043	0.034	0.028	max 0.2
Magnesium	mg/kg	0.012	<0.001	0.009	0.5 max
Sodium	mg/kg	<0.012	<0.012	0.104	0.5 max
Potassium	mg/kg	<0.043	0.042	<0.043	0.5 max
Aluminium	mg /kg	0.034	0.035	<0.033	0.5 max
Reference		corr.	corr.	corr.	

Tabela 3. Primjer jedne analize u laboratoriji Olma prema ISO 22241

Rezultati analize:

Lastnosti	Enota	Metoda	Mejne vrijednosti		Rezultat
Izgled koncentrata		DN 8-53	Bistra tekočina		<b>Bistra tekočina</b>
Urea	%	ISO 22241-2 (C)	31,8	33,2	32,1
Alkalnost kot NH <sub>3</sub>	%	ISO 22241-2 (D)	Max. 0,2		<0.01
Gostota pri 20°C	kg/m <sup>3</sup>	ISO 12 185	1087,0	1093,0	1087,9
Indeks refrakcije pri 20°C	-	ISO 22241-2 (C)	1,3814	1,3843	1,3822
Nečistoće	mg/kg	ISO 22241-2 (G)	Max. 20		6,1
Biuret	%	ISO 22241-2 (E)	Max. 0,3		0,13
Aldehidi	mg/kg	ISO 22241-2 (F)	Max. 5		0,0
Fosfati (PO <sub>4</sub> )	mg/kg	ISO 22241-2 (H)	Max. 0,5		<0.05
Aluminij	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,5		< 0.050
Kalcij	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,5		< 0.050
Železo	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,5		< 0.050
Baker	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,2		0,033
Cink	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,2		0,053
Krom	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,2		0,025
Nikelj	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,2		0,031
Magnezij	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,5		< 0.050
Natrij	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,5		< 0.050
Kalij	mg/kg	ISO 22241-2 (I)	Max. 0,5		< 0.050
IR		ISO 22241-2 (J)	Identičen ref. vzorcu		Da

## 5. PROIZVODNJA ADBLUE®

Standardni postavljaju visoke zahtjeve za čistoću sirovina koje se koriste za proizvodnju AdBlue®. Tako se mogu koristiti samo neke uree specifične čistoće i kvalitete. Takva proizvodnja zahtijeva poseban odvojeni postupak skladištenja, odvojeni prostor za pripremu i pakiranje. U nekim slučajevima se koristi za proizvodnju AdBlue®-urea u tekućem obliku. Zbog niskog sadržaja metala proizvodnja zahtijeva standardnu proceduru. Kod proizvodnje AdBlue® ne smiju se koristiti npr. reaktor ili instalacije izrađene od bakra, aluminija ili pocinčanih materijala. Visoki zahtjevi se odnose i na kvalitetu vode koja se koristi u proizvodnji AdBlue®. U principu to se može postići samo s jonskim izmjenjivačem.

### 5.1. Distribucija AdBlue®

Na kamionu ili autobusu AdBlue® se pohranjuje u zasebnom spremniku i kroz specifičan sustav ubrizgava u katalizator. Valja napomenuti da se ne dodaje u gorivo. Vozila koja zahtijevaju AdBlue®, isti mogu naći na benzinskim pumpama ili vozači vozila imaju spremnike napunjene kod kuće tj. u firmi. U opskrbi vozila u "firmi" dolaze u igru uglavnom dva rješenja: posebni 1.000 litarski spremnici sa pumpom ili manje crpne stanice za internu uporabu kapaciteta 3000 do 5000 litara i opskrbe sredstava u AdBlue® spremniku. U daljem tekstu ćemo uglavnom pisati o pravilima za ispravno korištenje i skladištenje sredstva regularne kvalitete naravno.

To je postalo osobito važno za novu generaciju vozila koja imaju ugrađene on-board dijagnostičke sisteme. Senzori i sonde koje su ugrađene u motor i izduvni sustav otkriće bilo kakve pogreške u radu motora (izgaranje na pogrešan način, loša kvaliteta goriva), pogotovo ako sadržaj NOx neće biti unutar propisanih granica (vožnje bez AdBlue® ili loše kvalitete istog). Vozilo kao rezultat ima smanjenje snage do 40% i takvom vozilu je potreban servis.

Ovi elektronički sustavi kontrole propisane vrijednosti emisija tereta vozila (sa automatskom dojavom smetnje) primjenjivati će se u cijelom svijetu. Sustav će osigurati da vozilo ne

prelazi dopuštene granice za emisije izduvnih gasova, dok će u suprotnom elektronika pokazivati neispravan rad motora. Nova regulacija "Globalna Tehnička Uredba "(GTR) zahtjeve da u budućnosti svi motori koji imaju SCR tehnologiju budu opremljeni ovim sustavima.



*Slika 2. Pumpne stanice za pretakanje AdBlue® različitih kapaciteta*

Posebno je važno što EU komisija propagira uvođenje zaslona za netačne operacije, koja će biti integrirana u ploči s instrumentima (pogreška detektor). Komisija, koja se sastaje u Ženevi, a bavi se na usklađivanjem standarda propisanih u novom zakonu također predlaže upotrebu posebnih sustava izvještavanja. Ovdje će se posebno pokloniti pažnja smanjenju toksičnosti izduvnih gasova (npr. vožnja bez AdBlue®). U tom slučaju, spremaju poseban kod koji će vozaču, održavaocu ali i inspekciji, omogućiti nadzor nad motornim vozilima i podobnosti za upotrebu u prometu. Takve informacije mogu se dobiti samo putem standardnog sustava On-Board- Diagnose. Kao što svakako bežični prijenos podataka postaje neizbježan u komunikaciji tako i ovi sustavi postaju sve važniji. Takođe i Međunarodna organizacija za normizaciju (ISO) priprema novi standard u tom smjeru.

## **5.2. Pravilno korištenje**

Nedavna istraživanja proizvođača tih vozila pokazuju da ne korištenje ili korištenje niske kvalitete tekućine AdBlue® može uzrokovati smanjeni vijek katalizatora, a time i motora.

U slučaju da se vozilo koristi bez AdBlue® sredstva, u katalizatoru dolazi do povećanja temperature, jer nema učinka hlađenja uzrokovanog ubrizgavanjem otopine uree u vodi. Rezultat je smanjenje životnog vijeka katalizatora i njegova brza zamjena. Korištenje vode umjesto uobičajenog sredstva AdBlue® je štetno za katalizator jer na svojoj površini dovodi do stvaranja kamenca i otkaza katalizatora.

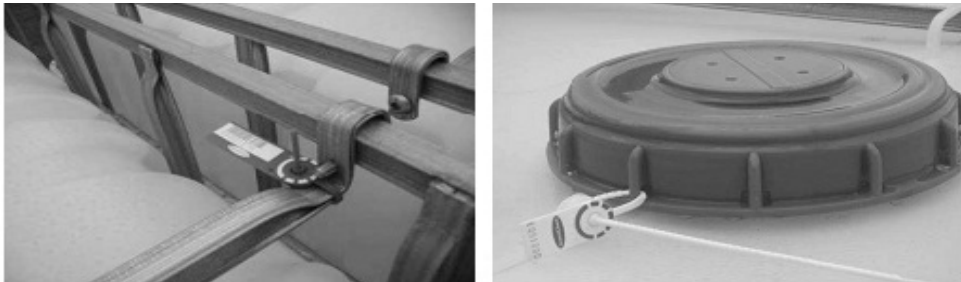
Većina distributera AdBlue® odlučila se za posebne povratne ambalaže 1.000 litara, Slika 3. To iziskuje da korisnici moraju uzeti u obzir sve potrebne upute za rukovanje njima. Stoga moramo ukratko ponoviti ove upute, koje mnogi ljudi ne uzimaju u obzir, što može često dovodi do problema kod korištenja AdBlue®AD BLU-a.



*Slika 3. Kontejner od 1000 litara sa pumpom za pretakanje*

Budući da za vrijeme skladištenja i korištenja tekućine iz spremnika ne bi trebalo dovesti istu do onečišćenja drugom tvari ili izravnom dodiru sa zrakom, kontejner na vrhu ima veći poklopac i poseban adapter za spajanje crijeva sa pumpom.

Veći poklopac je tvornički zaplombiran i namjenjen je samo za punjenje kontejnera kod proizvođača AdBlue®. Poklopac je sastavljen iz tri dijela (unutarnje kutije, unutarnje oZRake-bijele boje i zaštitnog poklopca u sredini). Na taj način je omogućeno “disanje” kontejnera prilikom pumpanja sadržine i kod temperaturnih promjena.



*Slika 4. Različiti načini plombiranja tekućine AdBlue® u kontejneru*

Niti u kom slučaju se ne smije odstraniti plomba ili skidati poklopac.

Za pumpanje sadržine je kontejner opremljen sa posebnim nastavkom na koji se natakne spojka usisne cjevi pumpe. Prije toga je potrebno odstraniti zavareni poklopac crvene ili plave boje.

Još jednom ponavljamo, da je pumpanje sa odstranjenim ili rastavljenim srednjim poklopcem nedozvoljeno. U takvom primjeru i u primjeru upotrebe neodgovarajuće pumpe može doći do zaprljanja srestva AdBlue® i posljedično kvara katalizatora.

Uslovno je moguće sadržaj istakati uz pomoć prostog pada preko vanjskog ventila i odgovarajućeg cjevnog priključka. U tom slučaju kontejner treba postaviti na više mjesto.

Za prepumpavanje moramo koristiti samo posebne pumpe za AdBlue®. Izrađene su od nehrđajućeg čelika i posebnih plastičnih materijala. Nikako se ne smiju koristiti pumpe za ulje ili gorivo koje sadrže materijale kao što su bakar, pocinčani dijelovi ili mesing. Jako važna je i temperatura skladištenja, koja mora biti u granicama između -11 i +30 C.

Upotrebom kvalitetnog AdBlue® se potrošnja goriva smanjuje za 5%. U odnosu na potrošnju goriva potrošnja AdBlue® je u granicama oko 5% od potrošnje goriva. Iz ovoga se vidi da upotrebom AdBlue® koji je znatno jeftiniji od goriva ne gubimo ništa već suprotno imamo uštedu kod ukupne potrošnje prilikom vožnje vozila koja koriste AdBlue®.

Bitno je napomenuti da je AdBlue® ekstremno čista rastopina. Takvu čistoću zahtijevaju proizvođači vozila jer samo tako katalizatori pravilno rade pa je za njih moguće odobriti garanciju.

Životna dob AdBlue® je najviše do godinu dana uz uslov pravilnog skladištenja. Jako bitan faktor je temperatura i suho skladištenje.

### 5.3. Skladištenje

Prema ISO 22241-3:

- treba izbjegavati duže skladištenje AdBlue (AUS 32) na temperaturama višim iznad 25°C, jer to utiče na rok trajanja proizvoda, što se može vidjeti i u Tabeli 4.
- treba izbjegavati skladištenju AdBlue (AUS 32) na temperaturama nižim od -5°C jer je tačka tečenja AdBlue (AUS 32) oko -11°C. Skladištenje kod temperatura nižih od -5°C može voditi do solidifikacije proizvoda.

Tabela 4. Rok trajanja u zavisnosti od temperature skladištenja

Konstantna temperatura okoline (°C)	Minimalni rok tranja (mjeseci)
≤10	36
≤25 <sup>a</sup>	18
≤30	12
≤35	6
>35	- <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Da se spreči raspad AUS 32 treba izbjegavati duže skladištenje AUS 32 na temperaturama višim iznad 25°C	
<sup>b</sup> Značajno smanjenje vijeka trajanja; provjeri svaku šaržu prije upotrebe	

## 6. ZAKLJUČAK

Iz svega nevedenog primjetno je da je SCR (Selective Catalytic Reduction) tehnologija koja važi za jednu od najnaprednijih tehnologija za smanjivanje štetnih emisija uopšte a pogotovo za smanjenje štetnih emisija iz izduvnih gasova teretnih ali i putničkih vozila. Smanjenje zagađenje iz izduvnih gasova je zahvaljujući hemijskoj reakciji i do 97% i skoro da ne postoji bolji način, uopšte u oblasti ekologije, bez obzira na konstrukciono rješenje. Na izgled dosta jednostavna proizvodnja ali uz uslov izuzetne čistoće gotovog proizvoda dovela je do niske prodajne cijene. Uzevši u obzir da je potrošnja Ad Blu otprilike oko 5% od potrošnje goriva a uz nisku cijenu (nekoliko puta manju od goriva) uz istovremeno uštedu goriva od 5% vidimo da nemamo nekih dodatnih troškova a značajno smanjujemo zagađenje okoline. Ovo sve uz uslov da krajnji potrošači koriste kvalitetan i certificiran Ad Blu.

## 7. LITERATURA

- [1] Standard ISO 22241-1
- [2] Standard ISO 22241-2
- [3] Standard ISO 22241-3
- [4] Standard DIN 70070
- [5] VDA Verband der Automobilindustrie
- [6] Laboratorija "Olma" njena lična iskustva i istraživanja