

# ESENCIJALNI SIGURNOSNI ZAHTJEVI ZA REZERVOARE ZRAČNIH KOČNIH SUSTAVA MOTORNIH I ŠINSKIH VOZILA

UDK 629.46.067.4  
PRIMLJENO: 8.1.2009.  
PRIHVAĆENO: 4.1.2010.

**SAŽETAK:** *U složenom dinamičkom sustavu čovjek – vozilo – okolina, pored čimbenika čovjeka i okoline, bitan čimbenik prometne sigurnosti predstavlja ispravnost prijevoznih sredstava i njihove opreme, odnosno pojedinih komponenti osnovnih sustava vozila. Ispravnost navedenih komponenti ovisi o specifikiranim projektnim i operativnim karakteristikama, uvjetima ugradnje i upotrebi, kao i kontrolnim procedurama, prije puštanja na tržište i nakon puštanja na tržište. Zračni kočni sustav predstavlja posebno značajan sustav vozila koji integrira veliki broj različitih pozicija, a sa sigurnosnog stajališta posebno je značajan zračni rezervoar, kao posuda pod tlakom koja, kako u fazi rada, tako i u fazi mirovanja predstavlja sigurnosni rizik. Iz tog razloga, rezervoari zračne kočne opreme motornih i šinskih vozila ubrajaju se u proizvode za koje je nužna harmonizacija nacionalnih legislativa u ovom području, kako bi se europsko unutrašnje tržište moglo zaštititi od nesigurnih i opasnih proizvoda.*

*U ovom radu analizirani su esencijalni sigurnosni zahtjevi definirani u Direktivi 87/404/EEC i harmoniziranim standardima serije EN 28-1 do 4 koji podržavaju navedenu Direktivu, a odnose se na serijski proizvedene posude pod tlakom koje su namijenjene za zračne kočne sustave i pomoćne sustave motornih i šinskih vozila.*

**Ključne riječi:** *zračni kočni sustav, esencijalni sigurnosni zahtjevi, direktiva, standardi*

## UVOD

Imajući u vidu funkciju transporta, te spoznaju da su sve vrste prometa potencijalno opasne djelatnosti, nužno je analizirati sve moguće čimbenike sa stajališta smanjenja ili potpunog eliminiranja određenih uzročnika ugrožavanja sigurnosti. U tom kompleksnom dinamičkom sustavu, pored čimbenika čovjeka i okoline, bitan čimbenik rizika u prometu predstavlja ispravnost i način uporabe prijevoznih sredstava i njihove

opreme, odnosno pojedinih elemenata tehničkog sustava. S tim u vezi, kočni sustavi predstavljaju posebno značajne funkcionalne cjeline kod svih motornih, šinskih i priključnih vozila. Ovi funkcionalni sustavi integriraju veliki broj različitih pozicija, a sa sigurnosnog stajališta su posebno značajni zračni rezervoari, kao posude pod tlakom koje, kako u fazi rada, tako i u fazi mirovanja predstavljaju sigurnosni rizik. Iz razloga identificirane potencijalne opasnosti koje ovi tehnički sustavi mogu uzrokovati, rezervoari zračne kočne opreme motornih i šinskih vozila ubrajaju se u proizvode za koje je nužna harmonizacija nacionalnih legislativa u ovom području kako bi se europsko unutrašnje tržište moglo zaštititi od nesigurnih i opasnih proizvoda.

---

\*Doc. dr. sc. Sabira Salihović, dipl. ing. (sabira.salihovic@gmail.com), doc. dr. sc. Suada Dacić, dipl. ing. (suada.dacic@fmt.ba), Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina.

Harmonizacija i standardizacija tehničke regulative u Europi zasnovana je na načelu uspostavljanja europskih Direktiva Novog pristupa (New Approach Directives) koje definiraju samo esencijalne zdravstvene i sigurnosne zahtjeve, upućujući na standarde za detaljne tehničke specifikacije, odnosno harmonizirane standarde (HS).

U konkretnom slučaju, rezervoari zračnog kočnog sustava motornih vozila i njihovih prikolica, kao i rezervoari namijenjeni za opremu za zračno kočenje i pomoćnu pneumatsku opremu za šinska vozila, predstavljaju sigurnosni rizik i moraju zadovoljiti zahtjeve za jednostavne posude pod tlakom definirane u Direktivi 87/404/EEC.

## ESENCIJALNI SIGURNOSNI ZAHTJEVI PREMA DIREKTIVI 87/404/EEC

Ova Direktiva (s amandmanima 90/488/EEC – Uvođenje i tranzicijsko razdoblje i 93/68/EEC – CE označavanje) nastala je kao rezultat potrebe za usuglašavanjem nacionalnih propisa koji određuju traženu razinu sigurnosti na europskoj razini i specificiraju projektne i operativne karakteristike, uvjete ugradnje i upotrebe, kao i kontrolne procedure prije puštanja posuda na tržište i nakon toga.

Obvezujući i esencijalni sigurnosni zahtjevi, sa stajališta rizika koji proizlazi iz mogućih oštećenja jednostavnih serijski proizvedenih posuda pod tlakom<sup>1</sup>, a koji su propisani u sklopu Direktive, su:

1. Uvjeti za dijelove koji su izloženi tlaku: materijali, geometrija posude, eksploatacijski uvjeti;
2. Dizajn i proračun posude;
3. Proizvodni procesi;
4. Puštanje posude u eksploataciju.

<sup>1</sup>Prema Direktivi 87/404/EEC jednostavna posuda pod tlakom je bilo koja zavarena posuda izložena unutrašnjem tlaku koji je veći od 0,5 bar, namijenjena da sadržava zrak ili dušik i nije loživa. Serijskom proizvodnjom se smatra proizvodnja više od jedne posude istog tipa u određenom razdoblju s istim neprekidnim proizvodnim procesom, a u suglasnosti s istim dizajnom.

*Dijelove i sklopovi koji su izloženi tlaku moraju zadovoljiti sljedeće uvjete:*

- materijal za izradu je zavarljivi, kovni i žilavi, nelegirani kvalitetni čelik ili nelegirani aluminij ili aluminijska legura otporna na starenje, s definiranim ograničenjima u kemijskom sastavu i mehaničkim karakteristikama,
- posude se moraju proizvesti tako da je cilindrični dio kružnog presjeka zatvoren vanjskim sfernim ili ravnim dancima koji su u istoj osi sa cilindričnim dijelom ili dva danca koji rotiraju oko iste osi,
- maksimalni radni tlak ne smije prelaziti 30 bar, a proizvod ovog tlaka i kapaciteta posude ne smije prelaziti 10.000 bar litra,
- minimalna radna temperatura ne smije biti niža od – 50 °C, a maksimalna temperatura viša od 300 °C za čelične posude, odnosno 100 °C za posude od aluminija ili aluminijskih legura.

*Dizajn i proračun posude mora osigurati jasno definiranu namjenu i eksploatacijske uvjete posude, unutrašnju kontrolu, pražnjenje i antikorozivnu zaštitu posude.*

*Proizvodni procesi moraju biti usklađeni s planom dizajna i proizvodnje. Posuda se mora proizvesti i kontrolirati prema projektnim i proizvodnim specifikacijama, s pratećim izvještajima o kvaliteti zavarenih spojeva.*

*Puštanje posude u eksploataciju moraju pratiti upute koje je sastavio proizvođač, a u obliku prateće dokumentacije uz posudu koja se prezentira korisniku.*

## HARMONIZIRANI STANDARDI KOJI PODRŽAVAJU DIREKTIVU 87/404/EEC

Rezervoari zračnih kočnih sustava motornih i šinskih vozila, kao posude pod tlakom, moraju odgovarati esencijalnim sigurnosnim zahtjevima definiranim u Direktivi 87/404/EEC. Međutim, ako se posude usuglase s harmoniziranim europskim standardima (HS), pretpostavlja se da su

usuglašene i s esencijalnim sigurnosnim zahtjevima, a u slučaju primjene alternativnog standarda zahtijeva se verifikacija usuglašenosti standarda s esencijalnim sigurnosnim zahtjevima.

S tim u vezi, u Tablici 1. navedeni su standardi koji podržavaju Direktivu 87/404/EEC, a posebno naznačeni standardi serije EN 286-1 do 4 odnose se na serijski proizvedene posude pod tlakom namijenjene za zračne kočne sustave i pomoćne sustave motornih i šinskih vozila.

## ESENCIJALNI SIGURNOSNI ZAHTJEVI DEFINIRANI U STANDARDU EN 286-2

Harmonizirani standard EN 286-2 primjenjuje se za dizajn i proizvodnju jednostavnih, neloživih, serijski proizvedenih posuda pod tlakom koje sadrže samo komprimirani zrak i namijenjene su za zračne kočne i pomoćne sustave motornih vozila i njihovih prikolica. Ograničenja koja su dana u sklopu ovog dijela serije standarda EN

**Tablica 1. Pregled HS koji podržavaju Direktivu 87/404/EEC<sup>2</sup>**

**Table 1. Review of HS that support the Directive 87/404/EEC**

HS	Naziv standarda
EN 286-1: 1998 EN 286-1:1998/A1:2002 EN 286-1:1998/A2:2005 EN 286-1:1998/AC:2002	Dio 1: Posude pod tlakom za opću upotrebu Dizajn, izrada, ispitivanje
EN 286-2:1992	Dio 2: Posude pod tlakom za zračne kočnice i pomoćne sustave motornih vozila i njihovih prikolica
EN 286-3:1994	Dio 3: Čelične posude pod tlakom dizajnirane za zračnu kočnu opremu i pomoćnu pneumatsku opremu za šinska vozila
EN 286-4:1994	Dio 4: Posuda pod tlakom od aluminijskih legura namijenjene za opremu za zračno kočenje i pomoćnu pneumatsku opremu za šinska vozila
EN 287-1:2004 EN 287-1:2004/A2:2006 EN 287-1:2004/AC:2004	Kvalifikacija zavarivača – Zavarivanje topljenjem – Dio 1: Čelici
EN 571-1:1997	Nedestruktivna ispitivanja – Penetrantska ispitivanja – Dio 1: Opća načela
EN 583-1:1998	Nedestruktivna ispitivanja – Ultrazvučna ispitivanja – Dio 1: Opća načela
EN 970:1997	Nedestruktivna ispitivanja zavariva – Vizualna ispitivanja
EN 1011-1:98	Zavarivanje – Preporuke za zavarivanje metalnih materijala – Dio 1: Opća pravila za elektrolučno zavarivanje
EN 1290:1998	Nedestruktivna ispitivanja zavariva – Ispitivanje zavariva magnetnim česticama
EN 1330-3:1997	Nedestruktivna ispitivanja – Terminologija – Dio 3: Termini koji se primjenjuju u industrijskim radiografskim ispitivanjima
EN 1714:1997	Nedestruktivna ispitivanja zavariva – Ultrazvučna ispitivanja zavarenih spojeva
EN 10207:2005	Čelici za posude pod tlakom – tehnički zahtjevi za limove, trake i šipke
EN ISO 15614-1:2004; EN ISO 15614-1/A1:2008	Specifikacija i kvalifikacija procedura zavarivanja za metalne materijale – Dio 1: Elektrolučno i gasno zavarivanje čelika i elektrolučno zavarivanje nikla i niklovi legura (ISO 15614-1:2004)
EN 12062:1997	Nedestruktivna ispitivanja zavariva – Opća pravila za metalne materijale
EN ISO 15614-2:2005	Specifikacija i kvalifikacija procedura zavarivanja za metalne materijale – Dio 2: Elektrolučno zavarivanje aluminija i njegovih legura (ISO 15614-2:2005)

<sup>2</sup> <http://ec.europa.eu/enterprise/1.11.2008>.

286, a odnose se na esencijalne sigurnosne zahtjeve definirane u Direktivi 87/404/EEC, navedena su u Tablici 2.

## ESENCIJALNI SIGURNOSNI ZAHTJEVI DEFINIRANI STANDARDIMA EN 286-3 I EN 286-4

Harmonizirani standardi EN 286-3 i EN 286-4 primjenjuju se na jednostavne, neložive, serijski proizvedene posude pod tlakom dizajnirane za zračnu kočnu i pomoćnu pneumatsku opremu šinskih vozila. Zahtjevi ovih dijelova serije standarda EN 286 odnose se na posude nami-

jenjene za montažu na šinska vozila koja se upotrebljavaju na glavnim državnim mrežama, gradskim mrežama, podzemnim željeznicama, tramvajima, regionalnim željezničkim prugama itd. Standardi, također, daju zahtjeve koji se odnose na proračun, dizajn, proizvodnju, inspekciju tijekom proizvodnje i certificiranja, označavanje, montažu za vozilo i održavanje tijekom eksploatacije.

Ograničenja koja su dana u standardima EN 286-3 i EN-286-4, a odnose se na esencijalne sigurnosne zahtjeve definirane u Direktivi 87/404/EEC, navedena su u Tablici 3.

**Tablica 2. Esencijalni sigurnosni zahtjevi prema standardu EN 286-2**

**Table 2. Essential safety requirements according to the EN 286-2 standard**

<b>Materijali za dijelove koji su izloženi tlaku</b>	Čelične posude: lim, traka i šipka prema EN 10027: SPH 235, SPH 265 i SPHL 275; cijevi prema ISO 2604: Dio 2 (vrsta TS5 i TS9) i ISO 2604: Dio 3 (vrste TW5 i TW9); otkivci po ISO 2604: Dio 1 (vrsta F9) Aluminijske posude: Al, AlMg, AlMn, AlMgMn
<b>Geometrija posude</b>	Cilindrični plašt kružnog poprečnog presjeka, izvana zatvoren ispupčenim (polusferičnim, eliptičnim, torisferičnim) ili ravnim dancima, s priključcima promjera manjim od polovine promjera cilindra na koji se zavaruje.
<b>Eksploatacijski uvjeti</b>	Unutrašnji tlak: iznad 0,5 bar Radni tlak: ispod 30 bar Zapremnina posude: ispod 150 litara Proizvod tlaka i zapremnine: $50 \leq PS \cdot V \leq 1.500$ bar litar Radna temperatura: $-50 \text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$
<b>Dizajn i proračun posude</b>	Odgovornost proizvođača: - osiguranje svih mjera za osiguranje kvalitete izrade i dizajna, - osiguranje specijalista za proizvodnju i vlastitog kompetentnog osoblja za nadzor. Debljina zida posude: - za čelične posude: $e \geq 2$ mm - za posude od Al i Al legura: $e \geq 3$ mm.
<b>Proizvodni procesi</b>	Posude moraju biti konstruirane i podvrgnute provjeri tijekom proizvodnje u skladu s odobrenim planom dizajna i proizvodnje (certifikat o adekvatnosti). Tijekom pripreme dijelova komponenti posude ne smiju se pojaviti greške štetne za sigurnost posude.
<b>Puštanje posude u eksploataciju</b>	Proizvođač mora korisniku prezentirati prateću dokumentaciju uz posudu koja sadrži: informaciju o namjeni posude, podatke o posudi, deklaraciju o usklađenosti, broj odobrenja, instalacijske zahtjeve, zahtjeve za održavanje, informaciju o zabrani naknadnog zavarivanja i termičke obrade na dijelovima posude koji su pod tlakom.

**Tablica 3. Esencijalni sigurnosni zahtjevi prema standardima EN 286-3 i EN 286-4****Table 3. Essential safety requirements according to the EN 286-3 and EN 286-4 standards**

	EN 286-3	EN 286-4
Materijali za dijelove koji su izloženi tlaku	Nelegirani čelik oznake SPH 235 ili SPH 265, prema EN 10027	Aluminijske legure oznaka: AlMg2Mn0,8; AlMg3; AlMg3Mn; AlMg4; AlMg4,5Mn0,7 prema ISO 209, dijelovi 1 i 2
Geometrija posude	Jedan cilindrični plašt kružnog poprečnog presjeka, zavarivanjem zatvoren sa dva vanjska ispupčena torisferična dancu, iste osi rotacije. Ako je plašt napravljen iz više zavarenih dijelova, broj radijalnih zavara mora biti minimalan. Standard se ne odnosi na posude s ravnim dancima ili na one koje su napravljene iz više komora.	
Eksploatacijski uvjeti	Unutrašnji tlak: iznad 0,5 bar	
	Radni tlak: maksimalno 10 bar	
	Proizvod tlaka i zapremnine: $50 \leq PS \cdot V \leq 10.000$ bar/l	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radna temperatura: <math>-40^\circ\text{C} &lt; T &lt; +100^\circ\text{C}</math></li> <li>Veza posuda s vozilom: pomoću čeličnih remenova ili pomoću zavarenih nosača</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Radna temperatura: <math>-50^\circ\text{C} &lt; T &lt; +100^\circ\text{C}</math> za aluminij. legure oznaka: AlMg2Mn0,8; AlMg3; AlMg3Mn</li> <li><math>-50^\circ\text{C} &lt; T &lt; +100^\circ\text{C}</math> za aluminijske legure oznaka AlMg4 i AlMg4,5Mn0,7</li> <li>Veza posuda s vozilom: pomoću čelič. remenova</li> </ul>
	Debljina zida posude:	
	Za čelične posude: $e \geq 2$ mm	Za posude od Al legura: $e \geq 3$ mm
Dizajn i proračun posude	Odgovornost proizvođača: - osiguranje svih mjera za osiguranje kvalitete dizajna i izrade u skladu s dokumentiranim postupcima, usklađenim sa standardom; - osiguranje specijalista za proizvodnju i vlastitog kompetentnog osoblja za nadzor	
Proizvodni procesi	Posude moraju biti konstruirane i podvrgnute provjeri tijekom proizvodnje u skladu s odobrenim planom dizajna i proizvodnje (certifikat o adekvatnosti). Tijekom pripreme dijelova komponenti posude ne smiju se pojaviti greške štetne za sigurnost posude.	
Puštanje posude u eksploataciju	Isporuci posude prethodi potpuno sušenje unutrašnjih zidova, nakon ispitivanja tlakom, potpuno zatvaranje svih otvora posude zbog zaštite unutrašnjosti od prašine, vode i drugih stranih tijela, te zaštita posude od bilo kakvog oštećenja tijekom transporta. Proizvođač mora korisniku prezentirati prateću dokumentaciju uz posudu koja sadrži: podatke dane na natpisnoj ploči posude, uključujući serijsku identifikaciju, informaciju o namjeni posude, deklaraciju da je posuda u skladu sa zahtjevima ovog standarda, informaciju o zabrani naknadnog zavarivanja i termičke obrade na dijelovima posude koji su pod tlakom.	

## ZAKLJUČAK

Rezervoari zračnih kočnih sustava motornih, šinskih i priključnih vozila ubrajaju se u posude pod tlakom koje, kako u stanju eksploatacije, tako i u stanju mirovanja, predstavljaju sigurnosni rizik. Zbog identificirane potencijalne opasnosti, a u cilju zaštite europskog tržišta od nesigurnih i opasnih proizvoda, nužna je standardizacija i harmonizacija nacionalnih legislativa iz ovog

područja. Donošenje odgovarajućih propisa počiva na načelu provođenja esencijalnih sigurnosnih i zdravstvenih zahtjeva definiranih u sklopu Direktive 87/404/EEC i harmoniziranih standarda EN 286-1, 2, 3 i 4 koji podržavaju navedenu direktivu, a odnose se na materijale, geometriju i eksploatacijske uvjete dijelova posude koji su izloženi tlaku, dizajn i proračun posude, proizvodne procese, te uvjete za puštanje posude u eksploataciju.

## LITERATURA

Behmen, A., Salihović, S.: *Materijali i robe u transportu, Knjiga 1 - klasifikacija, standardizacija, identifikacija*, Univerzitet u Sarajevu, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, DES Sarajevo, Sarajevo, 2007.

*Council Directive of 25 June 1987 on the harmonization of the laws of the member States relating to simple pressure vessels (87/404/EEC.)*

*EN 286-1: 1998; EN 286-1:1998/A1:2002; EN 286-1:1998/A2:2005; EN 286-1: 1998/AC:2002: Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen, Part 1: Pressure vessels for general purposes.*

*EN 286-2: Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen, Part 2: Pressure vessels for air braking and auxiliary systems for motor vehicles and their trailers.*

*EN 286-3: Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen, Part 3: Steel pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock.*

*EN 286-4: Simple unfired pressure vessels designed to contain air or nitrogen, Part 4: Aluminium alloy pressure vessels designed for air braking equipment and auxiliary pneumatic equipment for railway rolling stock.*

Salihović, S.: Označavanje i održavanje spremnika zračnog kočionog sustava željezničkih vozila sukladno zahtjevima normi EN 286, *ITHZ-Željeznice*, 21, br. 2., 2005.

Salihović, S.: Osiguranje kvaliteta rezervoara zračnog kočionog sustava željezničkih vozila u skladu sa zahtjevima europskih standarda, *TTI - Transport i transportna infrastruktura*, br. 4., 2008.

### **ESSENTIAL SAFETY REQUIREMENTS FOR AIR BRAKE SYSTEM TANKS OF MOTOR AND RAIL VEHICLES**

*SUMMARY: In the complex and dynamic man – vehicle – environment system, alongside human and environmental factors, a significant factor for traffic safety is the proper functioning of various means of transportation and their equipment, in other words, the functioning of certain components of basic vehicular systems. Proper functioning of these components depends on specified project and operational features and conditions of installation and use, as well as control procedures before and after their placing on the market. The air brake system is an especially important vehicular system which integrates a large number of different positions. From a safety perspective, one of them is particularly important: the air tank, a pressure vessel which poses a security risk in both its working phase and its idle phase. For this reason air brake system tanks of motor and rail vehicles fall into the category of products that require harmonization of pertinent national legislations in order to protect the internal European market from unsafe and hazardous products. This paper analyzes essential safety requirements as stated in the Directive 87/404/EEC and in harmonized standards of the EN 286-1 to 4 series, which support this Directive and refer to serially manufactured pressure vessels used in air brake systems and auxiliary systems of motor and rail vehicles.*

**Key words:** *air brake systems, essential security requirements, directive, standards*

*Subject review  
Received: 2009-01-08  
Accepted: 2010-01-04*