

dr Jovan Tanasković, dr Vojkan Lučanin



pasivna bezbednost

# šinskih vozila

Beograd, 2014.



UNIVERZITET U BEOGRADU  
MAŠINSKI FAKULTET

Dr Jovan Tanasković  
Dr Vojkan Lučanin

# **PASIVNA BEZBEDNOST ŠINSKIH VOZILA**

Beograd, 2014.

# PASIVNA BEZBEDNOST ŠINSKIH VOZILA

## *Autori:*

Dr Jovan D. Tanasković, dipl.inž.maš.  
Dr Vojkan J. Lučanin, dipl.inž.maš.

## *Recenzenti:*

Prof. dr Milosav Ognjanović  
Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

Prof. dr Nenad Radović  
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

Prof. dr Gradimir Ivanović  
Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet

## *Izdavač:*

UNIVERZITET U BEOGRADU  
MAŠINSKI FAKULTET  
Kraljice Marije 16, Beograd  
Tel.: +381 11 3370 760  
Faks.: +381 11 3370 364  
[www.mas.bg.ac.rs](http://www.mas.bg.ac.rs)



## *Za izdavača*

Prof. dr Milorad Milovančević, dekan

## *Glavni i odgovorni urednik:*

Prof. dr Vojkan Lučanin

Odobreno za štampu odlukom Dekana br. 224/13 od 07.02.2013.

*Tehnička priprema teksta, ilustracije i dizajn korica*

autori

## *Tiraž*

200 primeraka

## *Štampa:*

PLANETA PRINT

## PREDGOVOR

Monografija *“Pasivna bezbednost šinskih vozila”* je rezultat višegodišnjih istraživanja u oblasti pasivne bezbednosti šinskih vozila u našoj zemlji. Više od decenije rada u ovoj oblasti pretočeno je u knjigu koja je namenjena, kako studentima Mašinskog fakulteta, tako i istraživačima i naučnim radnicima koji se bave ovom oblašću ili baziraju svoj istraživački rad na ovoj oblasti. Naravno, monografija je namenjena i inženjerima koji ove rezultate primenjuju u praksi.

Zahvaljujemo se na pomoći koju su nam pružili recenzenti Prof. dr Milosav Ognjanović, Prof. dr Nenad Radović i Prof. dr Gradimir Ivanović i svojim sugestijama doprineli da sadržaj monografije bude znatno kvalitetniji.

Posebnu zahvalnost dugujemo rukovodstvu GOŠA Fabrike šinskih vozila, kao i zameniku generalnog direktora GOŠA Fabrike opreme i mašina dr Aleksandru Živkoviću i direktoru proizvodnje Goranu Dimitrijeviću, na nesebičnoj pomoći koju su nam pružili tokom pripreme i realizacije eksperimentalnih istraživanja koja su prikazana u monografiji. Takođe se zahvaljujemo vlasnicima preduzeća „Beaz-Plus“ iz Arandjelovca i „Metal-Produkt“ iz Smederevske palanke.

U Beogradu, jul 2014.

Autori



## SADRŽAJ

<b>Uvod</b> .....	1
<b>1. Pasivna bezbednost šinskih vozila</b> .....	4
1.1. Kategorije sudara .....	5
1.2. Sistemi pasivne zaštite putničkih vagona .....	9
<b>2. Pregled apsorbera KINETIČKE energije sudara šinskih vozila</b> .....	18
2.1. Analiza karakteristika apsorbera ispitivanih u okviru ERRI komiteta.....	18
2.1.1. Rezultati kvazi-statičkih ispitivanja .....	21
2.1.2. Rezultati dinamičkih ispitivanja.....	24
2.1.3. Analiza rezultata istraživanja.....	27
2.2. Analiza karakteristika čeličnih cevni apsorbera kvadratnog poprečnog preseka .....	30
2.2.1. Kvazi-statička ispitivanja .....	30
2.2.2. Rezultati istraživanja.....	31
2.2.3. Analiza rezultata istraživanja.....	33
2.3. Analiza karakteristika cevni apsorbera koji rade na principu proširivanja cevi.....	34
2.3.1. Kvazi-statička ispitivanja .....	34
2.3.2. Rezultati ispitivanja .....	35
2.4. Analiza karakteristika apsorbera koji rade na principu sužavanja cevi.....	36
2.4.1. Eksperimentalna istraživanja .....	36
2.4.2. Kvazi-statička ispitivanja .....	38
2.4.3. Dinamička ispitivanja .....	39
2.4.4. Rezultati istraživanja.....	39
2.4.5. Pregled značajnih parametara .....	41
a) Kvazi-statička ispitivanja.....	41
b) Dinamička (udarna) ispitivanja.....	42
2.5. Modifikacija apsorbera koji radi na principu sužavanja cevi.....	44
2.5.1. Dimenzionisanje apsorpcionog para.....	44
2.5.2. Proračun deformacionog otpora.....	49
2.5.2.1. Kvazi-statički proračun vrednosti deformacionog otpora.....	50
2.5.2.2. Dinamički proračun vrednosti deformacionog otpora.....	56
2.5.2.3. Rezultati kvazi-statičkog i dinamičkog proračuna.....	56
2.5.2.4. Analiza rezultata proračuna.....	60

2.5.3. Eksperimentalna istraživanja.....	62
2.5.3.1. Priprema uzoraka .....	63
2.5.3.2. Kvazi-statička ispitivanja .....	74
2.5.3.3. Dinamička ispitivanja – ispitivanje vagona na sudar .....	85
2.5.3.4. Analiza dobijenih rezultata.....	107
2.6. Kombinovani apsorber - princip sužavanja i gužvanja cevi bez šava.....	110
2.6.1. Princip rada .....	110
2.6.2. Proračun deformacionog otpora .....	111
2.6.3. Eksperimentalna istraživanja.....	112
2.6.3.1. Priprema uzoraka .....	113
2.6.3.2. Kvazi-statička ispitivanja – I faza.....	114
2.6.3.3. Kvazi-statička ispitivanja – II faza.....	114
2.6.3.4. Rezultati proračuna deformacionog otpora.....	115
2.6.3.5. Rezultati eksperimentalnih istraživanja .....	116
2.7. Kombinovani apsorber – princip sužavanja i raspertlavanja cevi bez šava.....	121
2.7.1. Princip rada .....	121
2.7.2. Eksperimentalna istraživanja.....	122
<b>3. Numeričke simulacije .....</b>	<b>129</b>
<b>4. Korelacija rezultata proračun-eksperiment.....</b>	<b>131</b>
<b>Zaključak .....</b>	<b>134</b>
<b>Literatura .....</b>	<b>136</b>