

UDK: 629.3:614.86

UTICAJ EFIKASNOSTI PRIGUŠENJA AMOTIZERA NA DUŽINU ZAUSTAVNOG PUTA KOČENJA

THE INFLUENCE OF EFFICIENCY OF SHOCK ABSORBER'S DAMPING ON THE LENGTH OF BREAKING DISTANCE

Nikola Manojlović,¹ Ranko Božićković² i Predrag Likokur³

Rezime: Preventivnom kontrolom ispravnosti vozila utvrđeno je da značajan broj vozila ima neispravne amortizere što se odnosi na smanjenu efikasnost prigušenja i asimetričnost na prednjoj i zadnjoj osovini vozila. Na osnovu tih saznanja izvršeno je ispitivanje zaustavnog puta kočenja vozila u zavisnosti od stanja amortizera i utvrđeno je da značajan uticaj na vrijednost zaustavnog puta, odnosno efikasnost kočenja vozila, ima stanje ispravnosti amortizera. Kod uočenih otkaza sa adekvatnom dijagnostikom i kontrolom imat će se uvid na osnovu čega će se odrediti način održavanja, čime bi postigli efikasnije kočenje i bezbjednije kretanje vozila.

Кljučне riječi: amotrizer, kretanje, kočenje, otkaz, kontrola

Abstract: By doing a preventive control of vehicles correctness we determined that a significant number of vehicles has faulty shock absorbers, which refers to reduced damping efficiency and asymmetry of the front and rear axle of the vehicle. Based on these finds and in dependency of shock absorbers' condition an examination of vehicles' breaking distance was done, and we determined that the correctness condition of shock absorbers has a significant influence on breaking distance value. At noted failures, with adequate diagnostics and control, we will have an insight to determine the means of maintenance to achieve more efficient breaking and moving of vehicles.

Key words: shock absorber, movement, breaking, failure, control

1. UVOD

Uporedo sa zahtjevima razvoja i usavršavanja motornih vozila potrebno je adekvatno pratiti stanje tehničke ispravnosti motornih vozila u eksploataciji, gdje imamo motorna vozila velike starosti i sa velikim brojem pređenih kilometara. U tom cilju, potrebno je istražiti i preduzeti aktivnosti da bi se povećao stepen tehničke ispravnosti, prvenstveno sistema za kočenje, upravljanje i oslanjanje kao i motornog vozila u cjelini. Adekvatnim načinom kontrole tehničke ispravnosti motornih vozila, upotrebom novih dijagnostičkih metoda i kvalitetnijim održavanjem postići će se veća tehnička ispravnost sistema za kočenje, upravljanje i oslanjanje. Istraživanjem će se utvrditi, kakav uticaj na efikasnost kočenja – zaustavni put ima stanje tehničke ispravnosti sistema za oslanjanje, odnosno elemenata prigušenja oscilacija – amortizera.

2. SISTEM ZA OSLANJANJE VOZILA

Poznato je da sistem oslanjanja ima zadatak da sve reaktivne sile i momente koji se pojavljuju između točka i tla, u raznim uslovima kretanja, prenese na ram ili karoseriju, uz što moguća veća prigušenja udarnih opterećenja, kao i da obezbijedi potrebnu stabilnost vozila, posebno pri kočenju i pri kretanju vozila u krivinama. Sistem oslanjanja u opštem slučaju predstavlja jedan vrlo složen sistem, koji se sastoji iz četiri podsistema i mehanizma i to: mehanizam za vođenje točka, elastični elementi, elementi za prigušenje, elementi stabilizacije. Zadatak mehanizma za vođenje točka je da obezbijedi povoljno vođenje točka u

¹ mr Nikola Manojlović, dipl. maš. ing., MAN COMMERC doo, Svale bb, Prijedor, RS, BiH, nikolad.manojlovic@gmail.com

² prof. dr Ranko Božićković, dipl. maš. ing., Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Vuka Karadžića 30, Istočno Sarajevo, RS, BiH, bozickovicranko@gmail.com

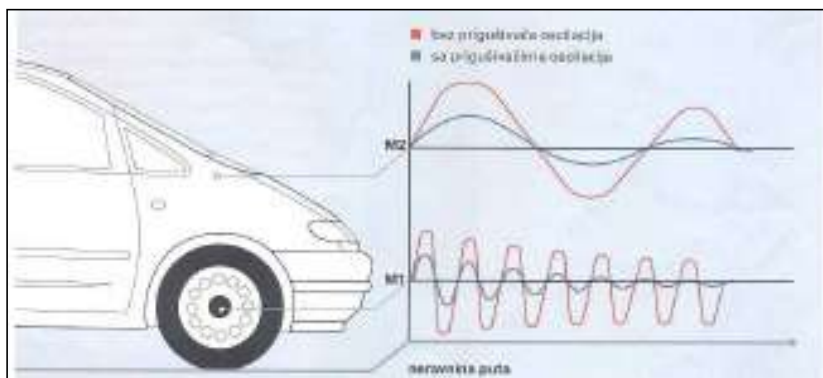
³ mr Likokur Predrag, dipl. maš. ing. Auto moto savez RS, Knjaza Miloša 29b, Banja Luka, amsrs@ams-rs.com

odnosu na karoseriju vozila. Pored toga, ovaj mehanizam mora da obezbijedi i prenošenje horizontalnih reaktivnih sila (bočnih i podužnih sila) i momenata sa točka na karoseriju. Elastični elementi imaju osnovni zadatak da prenesu na karoseriju reaktivne sile, odnosno da pri prenošenju vertikalnih sila obezbijede maksimalno njihovo ublažavanje uz minimalna udarna opterećenja.

Elementi za prigušenje imaju zadatak da prigušuju oscilacije elastičnih elemenata, odnosno sistema oslanjanja i vozila u cjelini, uz smanjenje udarnih opterećenja. Pored toga, u sistem oslanjanja ugrađuju se posebni elementi koji imaju zadatak da obezbijede sigurnost vozila pri kretanju u krivini. Ovi elementi zovu se stabilizatori. Sistem elastičnog oslanjanja motornog vozila je onaj mehanizam koji ostvaruje elastičnu vezu između osnovne konstrukcije motornog vozila, kao ovješene mase, i osovine sa točkovima kao neovješene mase.

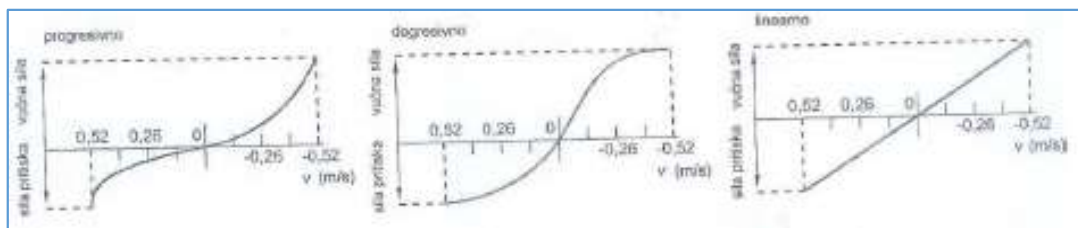
3. AMORTIZERI

Amortizeri imaju zadatak da prigušuju oscilacije elastičnih elemenata odnosno sistema oslanjanja i vozila u cjelini, uz smanjenje udarnih opterećenja. Time se kod vozila direktno utiče na udobnost, stabilnost i sigurnost kretanja, tako da isti spadaju u elemente aktivne sigurnosti vozila. Pri nailasku vozila preko neravnine elastični prigušni elementi se sabijaju. Nastale udare apsorbuje sistem oslanjanja koji sprečava kontakte između ogibljene i neoogibljene mase. Opruge sprečavaju da amortizovane komponente M_2 (karoserija vozila + teret) dođu u dodir sa neamortizovanim komponentama M_1 (osovina + točkovi). S obzirom da se frekvencije oscilovanja osovine i točka, odnosno karoserije, međusobno razlikuju, amortizer svojom funkcijom prigušuje obe oscilacije kako je to prikazano na slici broj 1.



Slika 1. Prikaz oscilacija M_1 (osovina + točkovi) i M_2 (karoserija vozila + teret) (Katalozi)

Upravo s toga se amortizer postavlja između karoserije i nosećih elemenata točka. Elementi za prigušenje amortizera treba da ispune visoke kriterijume da brzo prigušuju oscilacije vozila i sprečavaju pojavu rezonancije koja može da se pojavi ukoliko se oscilacije brzo ne priguše. Karakteristika amortizera je definisana silom prigušenja F u zavisnosti od brzine kretanja klipa v u radnom cilindru amortizera. Karakteristike sile amortizera se određuju prema težini vozila, konstrukciji osovina i opruga i drugih elemenata sistema oscilovanja. Za amortizer su značajne maksimalne sile prigušenja pri sabijanju i istezanju, kapacitivnosti i umanjenja kapacitivnosti, zbog pretvaranja kinetičke energije u toplotnu. Karakteristike amortizera prikazane su na slici broj 2. i ukazuju da se amortizeri razlikuju po progresivnim, degresivnim i linearnim dejstvima.



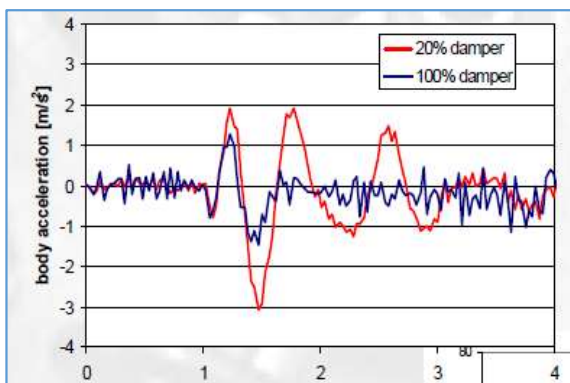
Slika 2. Karakteristike amortizera (progresivne, degresivne i linearne) (Katalozi)

Ispravni amortizeri na vozilu, svojom konstrukcijom i funkcionalnošću treba u toku vožnje da obezbijede bezbjednost i udobnost u vožnji i to:

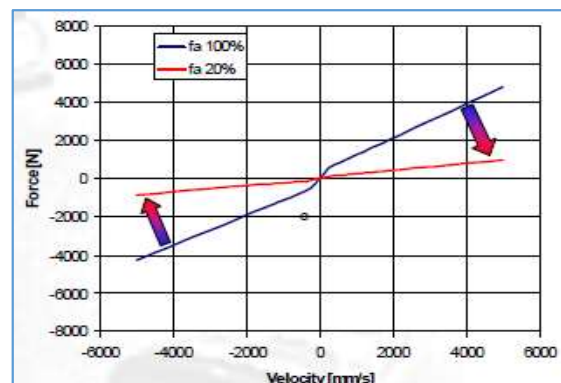
- nema poskakivanja točkova po ravnom putu,
- vozilo se pri kočenju ne zanosu u stranu,
- nema zanošenja usred proklizavanja pri vožnji u krivini,
- nema dugog prelaznog oscilovanja vozila,
- nema zaljuljivanja vozila pri naizmjeničnim neravninama,
- nema propinjanja vozila pri ubrzavanju, odnosno nema jakih poniranja pri kočenju.

4. STANJE AMORTIZERA U EKSPLOATACIJI MOTORNIH VOZILA

U toku eksploatacije motornih vozila, stanje sistema oslanjanja, odnosno elemenata prigušenja amortizera, zbog istrošenosti amortizera ne obezbjeđuje bezbjedno kretanje motornih vozila. Kod istrošenosti amortizera imamo degradacije karakteristika, odnosno smanjenje efikasnosti prigušenja amortizera, kako je to pokazano na slici broj 3. i slici broj 4.



Slika 3. Zavisnost oscilovanja karoserije od efikasnosti prigušenja amortizera (Voss,2005)



Slika 4. Karakteristike amortizera u zavisnosti od efikasnosti prigušenja amortizera

Sa slika 3. i 4. vidljivo je da je došlo do smanjenja sile prigušenja kada je efikasnost prigušenja svedena na 20%.

Obavezno redovnim i preventivnim tehničkim pregledima, koje je provodio AMS RS, nije vršena adekvatna kontrola sistema za oslanjanje, a posebno elemenata prigušenja - amortizera, što bi bilo poželjno u cilju objektivizacije stanja efikasnosti ovih sistema na vozilima. Međutim, preventivnim tehničkim pregledima AMS RS je u posljednjih 12 godina utvrdio da je veliki broj neispravnih vozila u odnosu na broj ispitanih znatan i da se kreće prosječno 45 % .

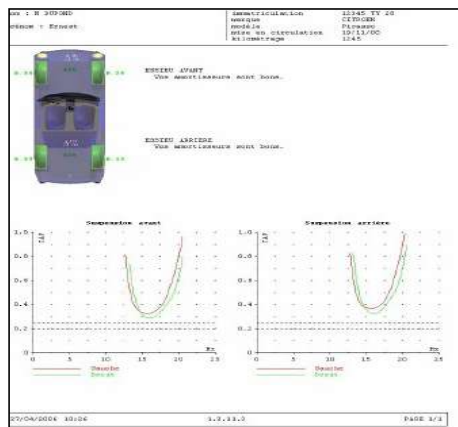
Imajući u vidu, da putnička motorna vozila registrovana u RS, koja se kreću u saobraćaju, imaju prosječno oko 225.000 pređenih kilometara, prosječnu starost 17 godina, te da su putevi oštećeni i loše održavani, može se zaključiti da su radne sposobnosti amortizera znatno smanjene. Činjenica, da je kontrola ispravnosti i održavanje amortizera neadekvatna, kao i da su izostale preventivne aktivnosti, ukazuje da vozila imaju smanjenu bezbjednost sa aspekta kretanja, kočenja i stabilnosti kočnog vozila. U kritičnim situacijama kod kretanja motornog vozila oslabljeni amortizeri imaju za posljedicu:

- vozilom se teško upravlja u krivini i dolazi do zanošenja,
- vozilo reaguje osjetljivo na bočni vjetar,
- zaustavni put se produžava,
- amortizeri se oštećuju pri većim neravninama i rupama na putu,
- rizik od proklizavanja po mokrim voznim podlogama se povećava.

5. ISTRAŽIVANJE STANJA TEHNIČKE ISPRAVNOSTI AMORTIZERA

Na osnovu gore navedenih saznanja, da elementi prigušenja - amortizeri imaju značajnu ulogu za funkcionisanje i ispravnost motornih vozila, vršena su dodatna istraživanja u sklopu kontrole ispravnosti

putničkih motornih vozila i poseban akcenat je dat kontoli stanja ispravnosti amortizera i kočnog sistema. Testiranje i kontrola vršena je na 356 putničkih motornih vozila na raznim lokacijama u RS. Kontrolom i provjerom je utvrđeno sljedeće: efikasnost prigušenja oscilacija pojedinačno za svaki amortizer, razlika između efikasnosti prigušenja koju ostvaruju amortizeri na prednjoj i zadnjoj osovini i kvarovi utvrđeni vizuelnim pregledom. Tester uređajem utvrđena je efikasnost prigušenja oscilacija koju ostvaruju amortizeri i koji prikazuju rezultati ispitivanja. Amortizeri su neispravni ako im je koeficijent efikasnosti prigušenja $\leq 0,2$, kao i ukoliko je razlika efikasnosti prigušenja koji ostvaruje lijevi i desni amortizer na prednjoj i zadnjoj osovini $\geq 25\%$, kako je to prikazano na slici broj 5.



Slika 5. Ispis rezultata kontrole amortizera

Rezultati ispitivanja su prikazani u tabeli broj 1, gdje su navedeni svi elementi utvrđeni korišćenim uređajima za kontrolu amortizera i kočnica.

Tabela 1. Rezultati kontrole amortizera i kočnica

R. br.	Model	km / god.pr.	Kof. efikasnosti amortizera k_i				Razlika k_i	
			pl	pd	zl	zd	pl - pd	zl - zd
1	CLIO II	41000/ 2006	0.34	0.32	0.36	0.34	0.02 - 5%	0.02 - 5%
2	VW GOLF	173600/ 1990	0.60	0.44	0.27	0.28	0.16 - 26%	0.01 - 3%
:	:	:	:	:	:	:	:	:
350	PEUGOT 307	180000/ 2003	0.28	0.26	0.41	0.59	0.02-7%	0.18-30%
351	VW PASSAT	250000/ 2004	0.27	0.32	0.45	0.42	0.05-15%	0.03-6%

Rezultati kontrole i ispitivanja pokazuju da od kontrolisanih 356 vozila imamo 142 vozila sa registrovanim neispravnostima amortizera i nedozvoljenom asimetričnošću.

6. ISTRAŽIVANJE UTICAJA EFIKASNOSTI PRIGUŠENJA AMORTIZERA NA DUŽINU ZAUSTAVNOG PUTA

Postoje određene preporuke proizvođača kao i iskustvena saznanja koja ukazuju na to da se povećanjem broja kilometara povećava istrošenost amortizera, što ima uticaj na povećanje zaustavnog puta vozila. Iz gore navedenih saznanja vidljivo je da stanje amortizera ima uticaj na kretanje vozila u svim režimima rada vozila, pri ubrzanju, usporenju i vožnji u krivini. Evidentno je, da na osnovu pretpostavke da stanje amortizera utiče na zaustavni put, odnosno efikasnost kočenja, kao i rezultatata datih u tabeli broj 2. iz koje je vidljivo da se u saobraćaju nalazi veliki broj vozila sa neispravnim amortizerima, pristupilo se eksperimentalnom istraživanju uticaja amortizera na efikasnost kočenja. Za eksprimentalno istraživanje korišćeno je vozilo Golf 4. Testiranje je vršeno na suhom asfaltu, autodroma Zalužani. Brzina kojom je vršeno istraživanje, bila je $v_z = 80$ km/h. Ispitivanja kočnih preformansi: zaustavni put, usporenje, vrijeme i brzine je vršeno sa uređajem Vericom VC 3000, a ispitivanje efikasnosti prigušenja oscilacija koje ostvaruje amortizer sa uređajem Testerom za ispitivanje efikasnosti prigušenja na frekvenciji od 15 Hz. Ispitivanje kočnih preformansi, u zavisnosti od stanja amortizera, vršeno je u tri faze sa prosječno izračunatim koeficijentom k_i ,

$$k_i = \frac{k_{pl} + k_{pd} + k_{zl} + k_{zd}}{4}$$

gdje su k_{pl} , k_{pd} , k_{zl} i k_{zd} izmjerene vrijednosti efikasnosti prigušenja koji ostvaruje lijevi i desni amortizer na prednjoj osovini, odnosno lijevi i desni amortizer na zadnjoj osovini, i to:

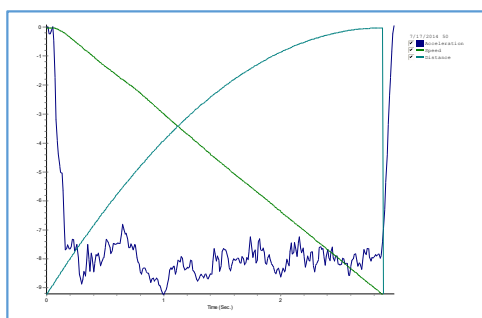
- **prva faza:** ispitivanje vozila sa ugrađenim amortizerima, koji su neispravni, gdje je koeficijent efikasnosti prigušenja $k_1=0,1$,
- **druga faza:** ispitivanje vozila sa amortizerima, koji su se nalazili na vozilu, gdje je koeficijent efikasnosti prigušenja $k_2 = 0,272$,
- **treća faza:** ispitivanje vozila sa novougrađenim amortizerima, gdje je koeficijent efikasnosti prigušenja $k_3 = 0,525$.

6.1. Rezultati istraživanja

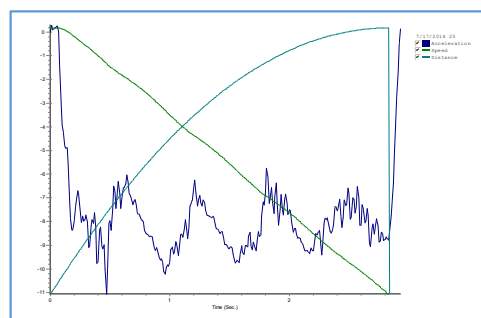
Prva faza: Rezultati mjerenja preformansi kočnog sistema vozila, sa ugrađenim amortizerima na vozilu, sa koeficijentom efikasnosti prigušenja $k_1=0,1$ i zadanom brzinom $v_z = 80$ km/h predstavljeni su u tabeli 2. Vršena su četiri mjerenja zaustavnog puta i ostalih preformansi kočnica, što je dijagramski predstavljeno na slikama 6, 7, 8 i 9. i Tabeli br.2

Tabela 2. Rezultati ispitivanja kočnih performansi ($v_z=km/h$, $k_1=0,1$)

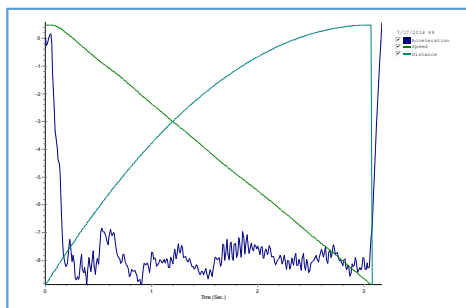
R.br.	Brzine [km/h]	Vrijeme [s]	Put [m]	a_{is} [m/s ²]	a_{imax} [m/s ²]	a_{isb} [m/s ²]	Zadana brzina v_z km/h	Put za v_z m
1	80,33	2,87	33,09	-7,775	-9,224	-0,178	80	32,81
2	80,05	2,83	32,68	-7,853	11,070	-0,353	80	32,68
3	84,82	3,07	37,41	-7,675	-8,873	-0,280	80	33,28
4	80,42	2,81	32,81	-7,949	-9,095	0,155	80	32,47
								32,81



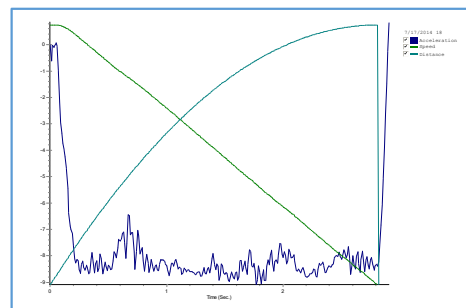
Slika 6. Brzina 80,33 km/h, $k_1=0,1$



Slika 7. Brzina 80,05 km/h, $k_1=0,1$



Slika 8. Brzina 84,82 km/h, $k_1=0,1$



Slika 9. Brzina 80,42 km/h, $k_1=0,1$

Druga faza: Rezultati mjerenja preformansi kočnog sistema vozila sa ugrađenim amortizerima na vozilu sa koeficijentom efikasnosti prigušenja $k_2=0,272$ i zadanom brzinom $v_z = 80$ km/h su dati u tabeli broj 3.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja kočnih performansi ($v_z=km/h$, $k_2=0,272$)

R.br.	Brzine [km/h]	Vrijeme [s]	Put [m]	a_{is} [m/s ²]	a_{imax} [m/s ²]	a_{isb} [m/s ²]	Zadana brzina v_z km/h	Put za v_z m
1	85,13	2,76	34,51	-8,567	-10,346	0,011	80	30,47
2	76,70	2,62	29,17	-8,132	-10,105	-0,411	80	31,75
3	81,07	2,66	31,21	-8,464	-9,854	0,178	80	30,39
4	80,52	2,61	30,34	-8,570	-9,983	0,274	80	29,95
								30,64

Трећа фаза: Резултати мјерења преформанси кочног система возила са уграђеним амортизерима на возилу са коефицијентом ефикасности прегушења $k_3=0,525$ и заданом брзином $v_z = 80$ km/h су представљени у табели број 4.

Табела 4. Резултати испитивања кочних перформанси ($v_z=km/h$, $k_i=0,525$)

R.br.	Brzine [km/h]	Vrijeme [s]	Put [m]	a_{is} [m/s ²]	a_{imax} [m/s ²]	a_{isb} [m/s ²]	Zadana brzina v_z km/h	Put za v_z m
1	84,50	2,57	31,22	-9,133	-10,783	-0,933	80	27,99
2	78,32	2,46	28,15	-8,844	-10,717	0,054	80	29,50
3	79,27	2,54	29,25	-8,669	-10,375	0,021	80	29,79
4	87,54	2,49	31,41	-9,766	-12,048	-0,819	80	26,26
								28,39

6.2. Obrada rezultata istraživanja

На основу резултата, који су добијени мјерењем помоћу уређаја Vericom VC 3000 утврђено је да постоји разлика и међусобна зависност путева кочења од стања исправности амортизера. Добијени резултати приказани су у табели br.5 што упућује на параболу зависност.

Табела 5. Зависност путева кочења у зависности од исправности амортизера

k_i	s_i	s_1	s_2	s_3	s_4	s_{ir}
$k_1 = 0,1$		32.81	32.68	33.28	32.47	32.81
$k_2 = 0,272$		30.47	31.75	30.39	29.95	30.64
$k_3 = 0,525$		27.99	29.50	29.79	26.26	28.39

Подаци за вредност коефицијента ефикасности прегушења амортизера и зауставног пута кочења возила израчунатог на основу четири мјерења са средњим зауставним путем на задану брзину 22,22m/s (80 km/h) датих у табели br.5 и износе:

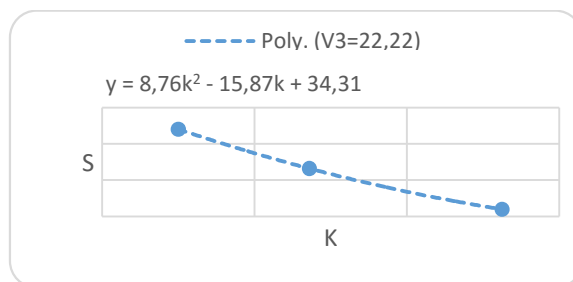
- за $k_1 = 0,1$ средњи зауставни пут је $s_{sr1} = 32,81$ m
- за $k_2 = 0,272$ средњи зауставни пут је $s_{sr2} = 30,64$ m
- за $k_3 = 0,525$ средњи зауставни пут је $s_{sr3} = 28,39$ m

Ако уврстимо наведене вредности за горе наведене коефицијенте ефикасности прегушења и зауставне путеве кочења у формулу : $s = A \cdot k^2 + B \cdot k + C$ добићемо три једначине са три непознате.

Рјешавањем једначине добићемо вредности за слободне чланове, који износе: $A = 8,76$, $B = -15,87$, $C = 34,31$. Уврштавањем вредности за слободне чланове у једначину $s = A \cdot k^2 + Bk + C$ добићемо једначину која гласи:

$$s = 8,76 k^2 - 15,87 k + 34,31 \quad (1)$$

На основу ове једначине добили смо релевантне податке и могућност израчунавања зауставног пута кочења возила зависно од уграђених амортизера и њиховог коефицијента ефикасности прегушења.



Слика 10. Дијаграм $s = f(k)$ за $v_z = 22,22$ m/s

На слици број 18. је приказан дијаграм $s = f(k)$ из које се веома једноставно може одредити зауставни пут кочења возила ако је познат коефицијент прегушења амортизера и обрнуто. Ефикасност кочења израчунаћемо на следећи начин:

$$E_{ks} = \frac{S_{k1} - S_{ki}}{S_{k1}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где је:

- E_{ks} – ефикасност кочног система возила,
- S_{k1} – пут коčenja за возило са неисправним амортизерима, $k_i \leq 0, 20$
- S_{ki} – пут коčenja за возило са исправним амортизерима, $k_i > 0, 20$.

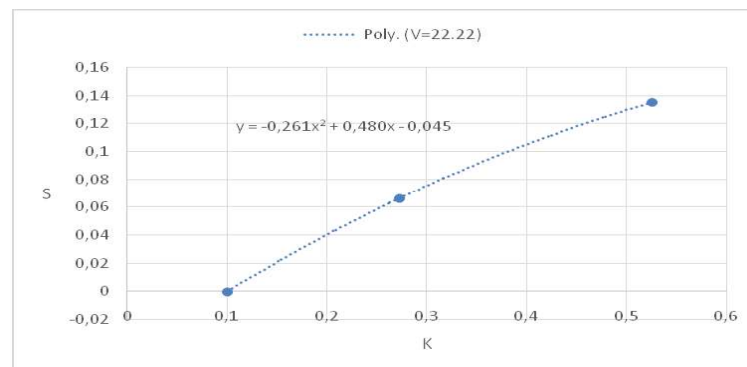
Учинак повећања ефикасности коčenja израчунаће се на основу формуле (2) и резултата датих у табели број 5. су приказани у табели број 6.

Табела 6. Ефикасност коčenja

v (km/h)	k_i	$S_{k1} - S_{ki}$	E_{ks}
80 km/h	0,100	0	0
	0,272	2,17	6,6 %
	0,525	4,42	13,5 %

На основу резултата истраживања показано је да значајан утицај на дужину зауставног пута има исправност амортизера – коефицијент ефикасности пригушења. Зависност зауставног пута од ефикасности пригушења осцилација које остварују амортизери приказан на слици број 18, гдје је видљиво да је код неисправних амортизера већи зауставни пут него код исправних, што указује да треба изнаћи начине и методе како pratiti i otklanjati otkaze амортизера, а на тај начин smanjiti зауставни пут коčenja и повећати ефикасност коčenja.

На слици број 19. приказана је ефикасност коčenja од исправности амортизера, односно од вриједности коефицијена ефикасности пригушења. Повећањем коефицијена ефикасности пригушења повећава се ефикасност коčenja.



Слика 11. Дијаграм $E_{ks} = f(k)$ за $v_2 = 22,22$ m/s

7. ZAKLJUČAK

Циљ овог истраживања је био да се скрене пажња на то да у саобраћају учествује велики број возила са старошћу изнад пројектованог вијека, што само по себи значи да су уманјене њихове перформансе и да је повећана вјероватноћа појаве оtkaza.

Амортизери су елементи који нису на адекватан начин подвргнути превентивним прегледима и резултати истраживања показују да се оtkazi дешавају у много већем броју случајева него што се то примјећује. Да би имали пројектовану ефикасност кочног система потребно је да се остваре три услова: добре кочнице, адекватни пнеуматичи и исправни амортизери. Неисправности амортизера проузрокују да точак не пријанја уз подлогу па се не могу ни остварити добри зауставни путеви коčenja.

Експерименталним истраживањем је утврђено да се повећањем старости амортизера smanjuje њихова исправност а time i produžuju зауставни путеви возила. Математички израз односа стања ефикасности пригушења осцилација и зауставног пута је добијен у слjedeћем облику:

$$s = 8,763 \cdot k^2 - 15,91 \cdot k + 34,31 \quad (4)$$

Овај образац може поуздано да се користи и у практичне сврхе, при анализи зауставних путева и експертизама саобраћајних незгода. Поред овога оправдано би било препоручити sljedeće:

- Да се контрола исправности амортизера формализује кроз propise o техничким прегледима возила,
- Да се приликом provođenja превентивних активности обрати додатна пажња на стање амортизера,

- Da se vozačima i stručnoj javnosti predstave problemi koje prouzrokuju neispravni amortizeri,

Cijeneći prirodu otkaza i činjenicu da se u redovnim kontrolnim postupcima ne vrši provjera stanja ispravnosti ovih uređaja, na osnovu rezultata istraživanja, opravdano se pretpostavlja da bi više pažnje amortizerima doprinijelo skraćanju zaustavnih puteva i samoj efikasnosti kočnog sistema.

8. LITERATURA

- [1]. Albinsson A., Routledge C. (2013): The damper levels influence on vehicle roll, pitch, bounce and cornering behaviour of passenger vehicles, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden
- [2]. Aly A. (2012): Car suspension control systems: Basic principal, International journal of control, automation and systems vol.1, no.1
- [3]. Creed B., Kahawatte N., Varnhagen S. (2010.): Design of an LQR control strategy for implementation on a vehiclr active suspension system, University of California, Davis
- [4]. Laković D., Janković A. (2004): Uticaj konstrukcije sistema elastičnog oslanjanja na ponašanje vozila pri kočenju, Zastava Kragujevac;
- [5]. Manojlović N., Lubura J., Miljević M. (2009): Preventivni tehnički pregledi i njihov doprinos povećanju bezbjednosti saobraćaja, IV međunarodno savjetovanje Tehničkih pregleda Jahorina;
- [6]. Manojlović N., Talić D., Božićković R., Sarvan M. (2014): Uticaj stanja amortizera na kretanje, kočenje i stabilnost vozila, Savjetovanje sa međunarodnim učesćem na temu Saobraćajne nezgode, Zlatibor
- [7]. Manojlović N., Talić D., Božićković R. (2015.): The influence of shock absorbers correctness condition on the lenght of vehicles breaking distance, International Automotive Conference Science and Motor Vehicles, Beograd, Serbia
- [8]. Stefanović A. (2003): Drumska vozila, Centar za motore i motorna vozila Mašinski fakultet u Nišu i Centar za bezbjednost Mašinski fakultet u Kragujevcu;
- [9]. Voss H. J. (2005): The effect of reduced damping capacity on vehicle dynamics and safety, 2005 Cita conference – ‘Global perspective on roadworthiness enforcement’, Chicago
- [10]. Katalozi i publikacije proizvođača amortizera: KYB, MONRO i SACHS.