



UTICAJ ADEKVATNE KONTROLE STANJA AMORTIZERA NA EFIKASNOST KOČENJA MOTORNH VOZILA I VEĆU BEZBJEDNOST U SAOBRAĆAJU

Dr. Nikola Manojlović dipl. ing.maš., email: nikolad.manojlovic@gmail.com

Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

MA Predrag Likokur dipl.ing.saob., email: homologacija@ams-rs.com

AMS RS, Knjaza Miloša 29b, Banja Luka, RS, Bosna i Hercegovina

MA Amila Duraković, dipl.ing.saob., email: amilaa.mujic@hotmail.com

Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

Rezime: 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. Otkazi amortizera koji nastaju pri kretanju vozila su nečujni i neosjetljivi za vozača što nameće potrebu da se iznađu pravovremene i efikasne metode za uočavanje, eliminisanje i smanjenje otkaza. 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.

Ključne riječi: amortizer, kretanje, kočenje, otkaz, kontrola

THE INFLUENCE OF THE ADEQUATE CONTROL OF THE BUMPER'S STATUS ON EFFICIENCY OF BREAKAGE OF THE MOTOR VEHICLES AND BETTER TRAFFIC SECURITY

Abstract: By doing a 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. Shock absorbers' failures which occur during the vehicles' movement are inaudible and insensible to the driver, which imposes the need to find beforehand and efficient methods for noticing, eliminating and reducing of failures. 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.

Keywords: shock absorber, movement, breaking, failure, control

1. Uvod

Zahtjevi razvoja motornih vozila imaju za cilj prvenstveno povećanje bezbjednosti saobraćaja za sve režime kretanja vozila: ubrzanje, usporenje - kočenje, vožnja u krivini itd. Da bi se postigao željeni cilj, neophodno je stalno pratiti i analizirati stanje ispravnosti i pouzdanosti sistema upravljanja, kočenja i oslanjanja, a samim tim i obezbijediti bezbjedno kretanje motornog vozila pri svim režimima kretanja vozila. Potrebno je stalno usavršavanje konstrukcije sistema upravljanja, kočenja i oslanjanja, kao i usaglašenost funkcionalnih karakteristika za svaki model vozila. U razvoju pojedinih elemenata, više pažnje poklonjeno je kočnom sistemu i funkcionisanju istog, čime se obezbjeđivala veća bezbjednost vozila.



Aдекватnim pracenjem stanja tehničke ispravnosti motornih vozila u eksploataciji, gdje imamo motorna vozila velike starosti i sa velikim brojem pređenih kilometara sagledati stanje i na osnovu njega odrediti postupke, čime obezbijediti veću sigurnost i pouzdanost motornih vozila.

U tom cilju, istražiti i preduzeti aktivnosti da povećamo 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, kvalitetnijim održavanjem postići veću tehničku ispravnost sistema za kočenje, upravljanje i oslanjanje. Istraživanjem utvrditi, da saznamo 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, prenesu na ram ili karoseriju, uz što moguća veća prigušenja udarnih opterećenja, kao i da objezbijedi 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 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.

Osnovni zahjevi koje treba da zadovolji sistem oslanjanja su:

- optimalna veličina sopstvenih učestalosti, određena u funkciji statičkih ugiba,
- dovoljan dinamički hod, isključujući udare u ograničavajuće elemente (graničnika),
- optimalne veličine prigušenja karoserije,

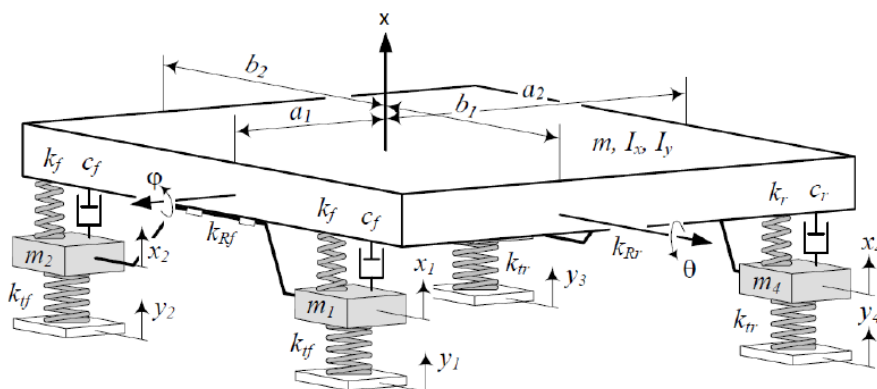


- potrebne kinematske karakteristike u cilju smanjenja habanja pneumatike, stabilizacije upravljačkih točkova i dobro ponašanje vozila pri kretanju u krivini,
- pouzdan prenos sila i momenata od točka na karoseriju, u sva tri pravca,
- pogodnosti konstrukcije vozila i razmještanja elemenata sistema oslanjanja.

Kod određenih sistema oslanjanja, podsistemi ili mehanizmi su izvedeni odvojeno: elastični elementi – u vidu opruga, elementi za vođenje u vidu poluga, oslonaca i zglobova, a elementi za prigušenje oscilacija u vidu – amortizera.

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.

Zbog vanjskih uticaja i uslova eksploatacije koji dolaze od karaktera podloge puta i režima vožnje motornog vozila, dolazi do pojave vanjskog poremećaja ravnomjernog kretanja osnovne konstrukcije vozila. Ovaj poremećaj može uticati na pravolinijsko i ugaono pomjeranje osnovne konstrukcije vozila, tri translacije po x , y i z .



Slika br. 1.: Mogućnost oscilovanja osnovne konstrukcije motornog vozila[1]

Navedene oscilacije imaju svoje standardne nazive: vertikalne, uzdužne i poprečne oscilacije, te ugaone oscilacije oko ose x , y , z .

Posmatrano motorno vozilo na slici broj 1. na ovaj način predstavlja kruto tijelo, kao jednu masu i ima šest stepeni slobode. Ako se ide na realnost sistema motornog vozila, od slučaja do slučaja, onda se motorno vozilo predstavlja kao vrlo složen oscilatorni sistem. Tako, npr. vozilo na slici broj 1. može se predstaviti preko ekvivalentnog oscilatornog sistema sa pet masa. Masa m je masa osnovne konstrukcije vozila, a masa m_1 i m_2 su mase prednje osovine, te m_3 i m_4 su mase zadnje osovine kao neovješene mase. Krutosti elastičnih elemenata su označeni sa k_f, k_r, k_{tf}, k_{tr} ; k_r, k_r, k_{tr}, k_{tr} , a prigušenja su izražena preko koeficijenata c_f, c_f, c_r i c_r .



3. Elementi za prigušenje oscilacija

Zadatak elemenata za prigušenje oscilacija (amortizera) je da prigušuju oscilacije elemenata 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 apsorbiruje sistem oslanjanja koji sprečava kontakte između ogibljene i neoogibljene mase. Opruge sprečavaju da amortizovane komponente M_2 (karoserija vozilo + teret) dođu u dodir sa neamortizovanim komponentama M_1 (osovina + točkovi). S obzirom da se frekvencije oscilovanja osovina i točka, odnosno karoserije i međusobno razlikuju, amortizer svojom funkcijom prigušuje obe oscilacije.

Iz gore navedenih saznanja amortizeri se postavljaju između karoserije i nosećih elemenata točka.

Karakteristika amortizera je definisana silom prigušenja F zavisnom 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. Djelovanjem sile prigušenja imamo progresivne, digresivne i linearne karakteristike. Kod eksploatacije motornih vozila amortizeri gube svoja svojstva gdje se smanjuje sila prigušenja, a time i efikasnost prigušenja.

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

Bezbjednost i udobnost u vožnji:

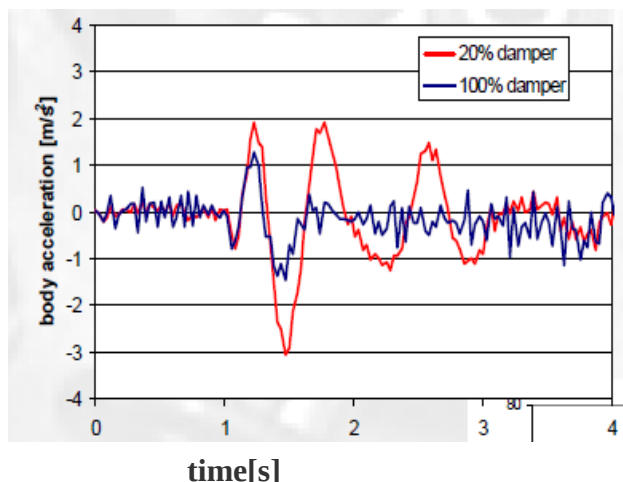
- nema poskakivanja točkova po ravnom putu,
- vozilo se pri kočenju ne zanosu u stranu,
- nema zanošenja usred proklizavanja pri vožnji u krivini.
- nema dugog prelaznog oscilovanja vozila,
- nema zaljuljivanja vozila pri naizmjeničnim neravninama,
- nema propinjanja vozila pri ubrzavanju, odnosno nema 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 2.



Slika br. 2: Zavisnost oscilacilovanja karoserije od efikasnosti prigušenja amortizera [12]

Iz slike broj 2. vidljivo je da je došlo do povećanja oscilacije karoserije, kad imamo veću istrošenost amortizera - smanjenu silu prigušenja.

Redovnim i preventivnim tehničkim pregledima u koje je vršio AMS RS nije vršena adekvatna kontrola sistema za oslanjanje, a posebno elemenata prigušenja - amortizera, a podaci iz slike broj 2. ukazuju potrebu ispitivanja i stvarnog stanja efikasnosti prigušenja amortizera na vozilima.

Međutim, preventivnim tehničkim pregledima AMS RS je u posljednjih 8 godina utvrdio stanje tehničke ispravnosti za uređaj za kočenje i uređaj za upravljanje i pregledom je konstatovano:

- Broj neispravnih uređaja za kočenje (radna kočnica) je 22% u odnosu na broj pregledanih vozila, odnosno 44% u odnosu na broj neispravnih motornih vozila koji je utvrđen pregledom;
- Broj neispravnih uređaja za upravljanje je 9% u odnosu na broj pregledanih vozila, odnosno 16% u odnosu na broj neispravnih motornih vozila koji je utvrđen pregledom.

Imajući u vidu, da vozila registrovana u RS, koja se kreću u saobraćaju, imaju prosječan broj pređenih 221000 kilometara, prosječnu starost 16,8 godina, te da su putevi oštećeni i loše održavani, ukazuje 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 nisu bezbjedna sa aspekta kretanja, kočenja i stabilnosti kočnog vozila.

Evidentno je da 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 probijaju pri većim neravninama i rupama na putu,



- rizik od proklizavanja po mokrim voznim podlogama se povećava, vozilo se teško kontroliše.

5. Istraživanje stanja tehničke ispravnosti amortizera

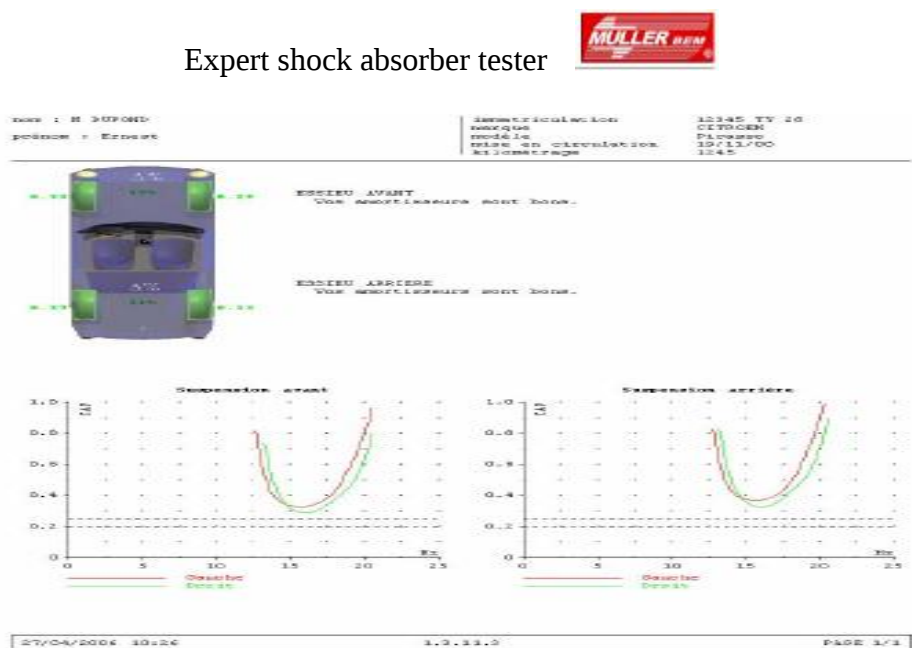
Na osnovu gore navedenih saznanja da elementi prigušenja - amortizera imaju značajnu ulogu za funkcionisanje i ispravnost motornih vozila vršena su istraživanja zajedno sa AMS RS u sklopu kontrole ispravnosti putničkih motornih vozila i poseban akcenat je dat kontoli stanja ispravnosti amortizera i kočnog sistema.

Testiranje i kontrola vršena je na cca 400 putničkih motornih vozila na lokacijama u RS. Kontrolom i provjerom smo utvrdili stanje:

- efikasnost prigušenja oscilacija pojedinačno za svaki amortizer, razlika između efikasnosti prigušenja koju ostvruju amortizeri na prednjoj osovini, tako i na zadnjoj osovini i kvarovi utvrđeni vizuelnim pregledom,

Kontrolu i provjeru stanja vršili smo uređajem:

- a) Tester uređajem utvrđujemo efikasnost prigušenja oscilacija koju ostvaruju amortizeri i koji prikazuju rezultate ispitivanja, te da su amortizeri neispravni čiji je koeficijent efikasnosti prigušenja $\leq 0,2$, kao i neispravnost ako je razlika efikasnosti prigušenja koji ostvaruje lijevi i desni amortizer na prednjoj i zadnjoj osovini $\geq 25\%$, kako je to prikazano na slici broj 3.



Slika br. 3: Ispis i dijagram kontrole amortizera

Rezultate ispitivanja su prikazani na tabeli broj 1. gdje su navedeni svi elementi utvrđeni uređajima za kontrolu amortizera.



Tabela br.1: Stanje tehničke ispravnosti amortizera prema istrošenosti odnosno efikasnosti amortizera i vizuelnog pregleda sistematizovano je prema broju pređenih kilometara vozila

Red br.	MODEL	km	Kof.ef. am. ki				Razlika ki		Procena t razlike		Vr. kv.	Isp r. efik am.	Ispr po ki	Ukup na ispr./ neispr
			ppl	pp d	ztl	ztd	ppl - pd	ztl - zd	pre d.	za d.				
1	TOYOTA	182 27	0.2 7	0.2 9	0.3 4	0.3 2	0.0 2	0.0 2	6	5	-	1	1	1
2	OPEL CORSA	183 00	0.5 2	0.6 3	0.2 7	0.2 5	0.1 1	0.0 2	17	7	-	1	1	1
3	VW VENTO	200 00	0.6 0	0.6 6	0.2 5	0.2 4	0.0 6	0.0 1	9	4	-	1	1	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
349	VW PASSAT	570 000	0.5 7	0.4 2	0.6 8	0.4 1	0.1 5	0.2 7	26	39	A ₄	1	2	2
350	VW 1200- 1300	604 000	0.4 7	0.3 9	0.2 0	0.1 8	0.0 8	0.0 2	17	10	-	2	1	2
351	MERCEDE S BENZ	900 000	0.3 8	0.4 1	0.3 6	0.3 4	0.0 3	0.0 2	7	5	-	1	1	1

Rezultati kontrole i ispitivanja pokazuju da od kontrolisanih cca 400 vozila imamo 140 vozila, gdje imamo neispravnosti amortizera, asimetričnost i kvarove utvrđene vizuelno.

Na osnovu iskustvenih saznanja postoje određene neispravnosti – otkazi amortizera, koji su dati u tabeli broj 2. sa elementima uzroka otkaza.

Tabela br.2: Neispravnosti – otkaz amortizera

OTKAZ (neispravnost)	UZROK OTKAZA
Amortizer probija	Defekt ograničenja hoda opruge vozila; Amortizer ima nedovoljno dejstvo
Buka (lupanje, kloparanje itd.)	Amortizeri su nedovoljno pričvršćeni; Zaštitna cijev zapinje o cijev cilindra; Amortizeri istrošeni; Istrošeni ležajevi za oslanjanje
Amortizeri ne djeluju	Oštećena klipnjača, istrošena zaptivka ili ventil; Klipnjača zaglavljena u vodice
Amortizeri nezaptiveni/značajan gubitak ulja, slabljenje sile amortizacije	Istrošena zaptivka klipnjača; Klipnjača oštećena kliještima prilikom montaže; Sjaj hroma na klipnjači skinut (oguljen)
Amortizeri previše tvrdi u djelovanju	Ugrađeni pogrešni amortizeri; Prigušeni ventili nisu ispravni
Amortizeri previše mekani u djelovanju	Ugrađeni pogrešni amortizeri; Amortizeri pohabani
Loše vozne karakteristike	Prigušno dejstvo je popustilo; Prenizak pritisak



	vazduha u pneumaticima; Vozilo pogrešno opterećeno; Izbijeni dijelovi upravljača ili istrošeni gumeno – metalni dijelovi sistema oslanjanja
Neuobičajeno habanje profila pneumatika	Razmak između točkova nije ispravan ili su točkovi nakrivljeni; Istrošeni dijelovi upravljačkog sklopa/gumeno – metalni dijelovi sistema oslanjanja; Amortizeri pohabani

6. Istraživanje uticaja ispravnosti amortizera na dužinu zaustavnog puta kod većih brzina

Preporuke proizvođača kao i iskustvena saznanja koji konstatuju da povećanjem broja kilometara povećava se 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 rezultata datih u tabeli broj 2. iz koje je vidljivo da se u saobraćaju nalazi veliki broj vozila sa neispravnim amortizerima, pristupićemo eksperimentalnom istraživanju uticaja amortizera na efikasnost kočenja.

Eksperimentalno istraživanje koje smo obavili koristili smo vozilo: Golf 4. Testiranje smo vršili na suhom asfaltu na stazi u Založanima. Brzina kojom smo vršili istraživanje, bila je u momentu aktiviranja kočnog sistema $v_z = 100$ km/h.

Ispitivanja kočnih preformansi: zaustavni put, usporenje, vrijeme i brzine smo vršili 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, smo vršili 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:

- Rezultati mjerenja 1: ispitivanje vozila sa ugrađenim amortizerima, koji su neispravni, gdje je koeficijent efikasnosti prigušenja $k_1=0,1$,
- Rezultati mjerenja 2: ispitivanje vozila sa amortizerima, koji su se nalazili na vozilu, gdje je koeficijent efikasnosti prigušenja $k_2 = 0,272$,
- Rezultati mjerenja 3: ispitivanje vozila sa novougrađenim amortizerima, gdje je koeficijent efikasnosti prigušenja $k_3 = 0,525$.

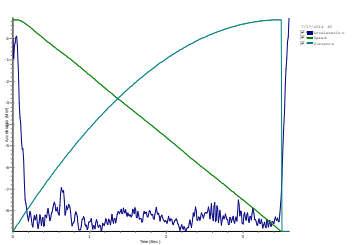
6.1.Rezultati istraživanja

Rezultati mjerenja 1: Rezultati mjerenja preformansi kočnog sistema vozila, sa ugrađenim amortizerima na vozilu, sa koeficijentom efikasnosti prigušenja $k_1=0,1$ i zadanom brzinom $v_z = 100$ km/h. Vršili smo četiri mjerenja zaustavnog puta i ostalih preformansi kočnice koji su dati u tabeli broj 3. Na slikama 4, 5, 6 i 7, dati su dijagrami sa kočnim preformansama.

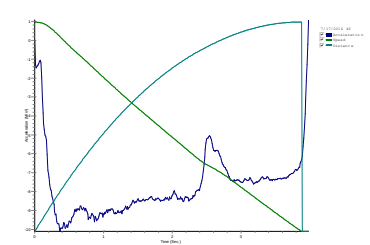


Tabela 3: Rezultati ispitivanja kočnih performansi ($v_z = 100$ km/h, $k_i = 0,1$)

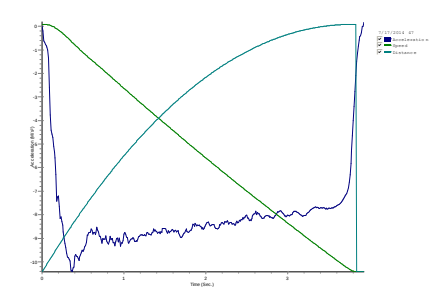
Redni broj	Brzine [km/h]	Vrijeme [s]	Put [m]	a_{is} [m/s ²]	a_{imax} [m/s ²]	a_{isb} [m/s ²]	Zadana brzina (v_z) [km/h]	Put za v_z [m]
1	101,88	3,50	51,09	-8,086	-8,969	-0,222	100	49,22
2	109,00	3,88	57,23	-7,804	-10,105	-0,303	100	48,35
3	112,00	3,83	58,79	-8,127	-10,424	-0,087	100	48,51
4	102,10	3,53	50,77	-8,93	-9,42	-0,248	100	48,71
Szs₃								48,70



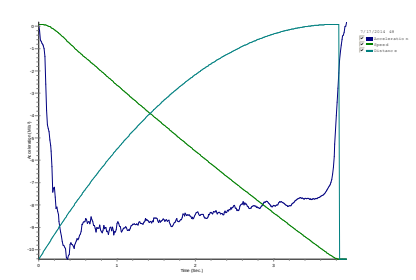
Slika 4: Brzina 101,88 km/h, $k_i = 0,1$



Slika 5: Brzina 109,00 km/h, $k_i = 0,1$



Slika 6: Brzina 112,00 km/h, $k_i = 0,1$



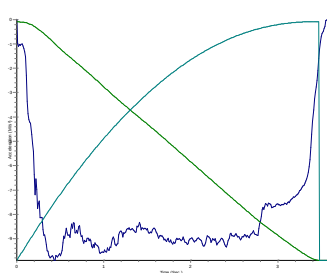
Slika 7: Brzina 102,10 km/h, $k_i = 0,1$

Rezultati mjerenja 2: 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. Vršili smo četiri mjerenja zaustavnog puta i ostalih preformansi kočnice koji su dati u tabeli broj 4. Na slikama 8, 9, 10 i 11. dati su dijagrami sa kočnim preformansama.

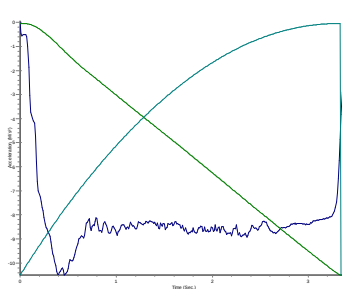
Tabela 4: Rezultati ispitivanja kočnih performansi ($v_z = 100$ km/h, $k_i = 0,272$)



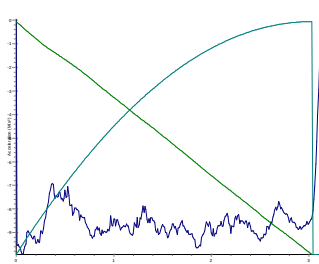
Redni broj	Brzine [km/h]	Vrijeme [s]	Put [m]	a_{is} [m/s ²]	a_{imax} [m/s ²]	a_{isb} [m/s ²]	Zadana brzina (v_z) [km/h]	Put za v_z [m]
1	101,00	3,47	48,97	-8,763	-8,887	-0,156	100	47,05
2	98,97	3,33	46,73	-8,255	-10,499	-0,041	100	47,34
3	94,33	3,03	39,77	-9,928	-8,648	-0,497	100	44,71
4	99,50	3,37	47,01	-8,261	-10,120	-0,063	100	47,34
Szs ₆								46,61



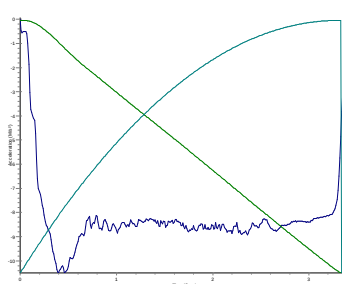
Slika 8 : Brzina 101,00 km/h, $k_i = 0,272$



Slika 9: Brzina 98,97 km/h, $k_i = 0,272$



Slika 10: Brzina 94,33 km/h, $k_i = 0,272$



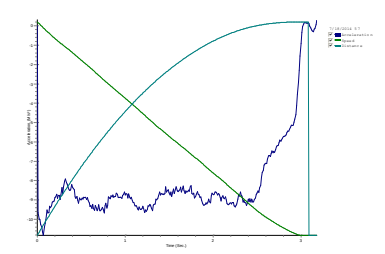
Slika 11: Brzina 99,50 km/h, $k_i = 0,272$

Rezultati mjerenja 3: Rezultati mjerenja preformansi kočnog sistema vozila sa ugrađenim amortizerima na vozilu sa koeficijentom efikasnosti prigušenja $k_3=0,525$ i zadanom brzinom $v_z = 80$ km/h. Vršili smo četiri mjerenja zaustavnog puta i ostalih preformansi kočnice koji su dati u tabeli broj 5. Na slikama 12, 13, 14 i 15. dati su dijagrami sa kočnim preformansama.

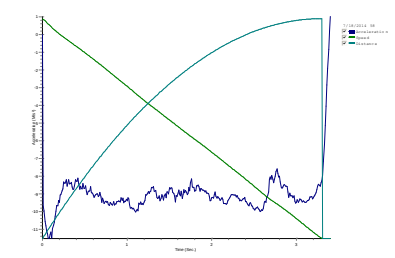


Tabela 5: Rezultati ispitivanja kočnih performansi ($v_z = 100 \text{ km/h}$, $k_i = 0,525$)

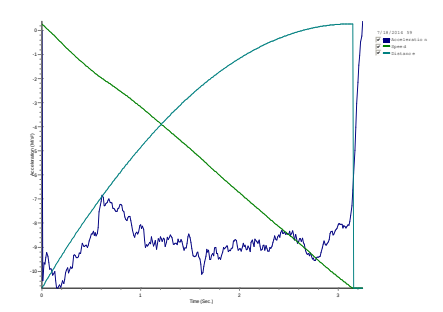
Redni broj	Brzine [km/h]	Vrijeme [s]	Put [m]	a_{is} [m/s ²]	a_{imax} [m/s ²]	a_{isb} [m/s ²]	Zadana brzina (v_z) [km/h]	Put za v_z [km]
1	91,46	3,08	35,88	-8,249	-10,836	-0,554	100	42,91
2	108,82	3,30	49,48	-9,160	-11,519	-0,383	100	41,94
3	99,72	3,15	43,33	-8,794	-10,697	-0,735	100	43,52
4	100,10	3,07	43,04	-9,058	-10,146	-0,606	100	43,00
Szs₉								42,80



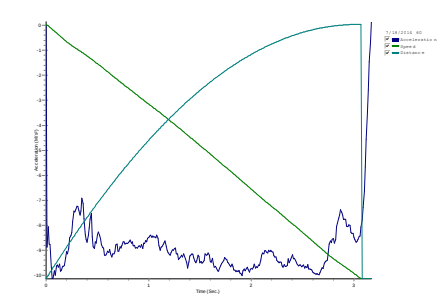
Slika 12: Brzina 91,42 km/h, $k_i = 0,525$



Slika 13: Brzina 108,82 km/h, $k_i = 0,525$



Slika 14: Brzina 99,72 km/h, $k_i = 0,525$



Slika 15: Brzina 100,10 km/h, $k_i = 0,525$

6.2. Obrada rezultata eksperimentalnog istraživanja

Na osnovu rezultata, koje smo dobili mjerenjem pomoću uređaja Vericom VC 3000 utvrdili smo razliku i međusobnu zavisnost puteva kočenja kod stanja ispravnosti amortizera, koji su ugrađeni u vozilo. Dobijeni rezultati prikazani su kako slijedi:

- za $k_1 = 0,1$ srednji zaustavni put je $s_{sr1} = 48,70 \text{ m}$,
- za $k_2 = 0,272$ srednji zaustavni put je $s_{sr2} = 46,61 \text{ m}$,
- za $k_3 = 0,525$ srednji zaustavni put je $s_{sr3} = 42,84 \text{ m}$.



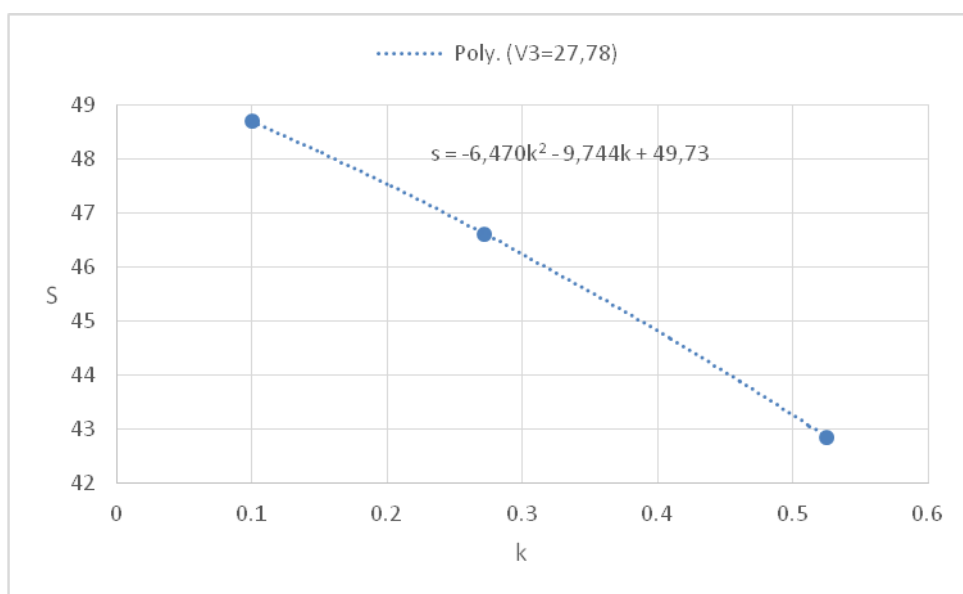
Ako se ove vrijednosti koeficijenta efikasnosti prigušenja i zaustavne puteve kočenja uvrste u formulu $s = A \cdot k^2 + B \cdot k + C$, dobijaju se tri jednačine sa tri nepoznate. Rješenjem jednačine dobiće se vrijednosti za slobodne članove koji iznose:

$$A = -6,47, \quad B = -9,744, \quad C = 49,73.$$

Uvrstavanjem vrijednosti za slobodne članove u jednačinu $s = A \cdot k^2 + Bk + C$ dobiće se jednačina:

$$s = -6,47 \cdot k^2 - 9,744 \cdot k + 49,73.$$

Na osnovu ove jednačine dobijeni su relevantni podaci i mogućnost izračunavanja zaustavnog puta kočenja vozila zavisno od ugrađenih amortizera i njihovog koeficijenta efikasnosti prigušenja.



Slika 16: Put u funkciji karakteristike amortizera $s = f(k)$ za $V3 = 27,78$ m/s

Na slici 16. prikazan je dijagram $s = f(k)$ gdje se veoma jednostavno može odrediti zaustavni put kočenja vozila ako je poznat koeficijent prigušenja amortizera, i obrnuto.

Iz navedenih sagledavanja rezultata istraživanja, obrade rezultata i dijagrama vidljiv je uticaj stanja ispravnosti amortizera na vozilu na efikasnost kočenja vozila.

Efikasnost kočenja (efikasnost kočnog sistema) izračunaćemo na sljedeći način:

$$E_{ks} = \frac{S_{k1} - S_{ki}}{S_{k1}} \cdot 100\%$$

(1)

gdje je:

E_{ks} – efikasnost kočnog sistema vozila, gdje su ugrađeni ispravni amortizeri u odnosu ako na vozilu imamo neispravne amortizere



S_{k1} – put kočenja za vozilo sa ugrađenim neispravnim amortizerima, gdje je $k_i \leq 0,20$

S_{ki} – put kočenja za vozilo, gdje imam ugrađene ispravne amortizere $k_i > 0,20$.

Učinak povećanja efikasnosti kočenja izračunavamo na osnovu formule (1) i podataka gore navedenih prikazaćemo u tabeli broj 6.

Tabela br. 6: Učinak povećanja efikasnosti kočenja

v km/h	k_i	$S_{k1} - S_{ki}$	$E_{ks} = \frac{S_{k1} - S_{ki}}{S_{k1}} \cdot 100\%$
100 km/h	0,100	0	0
	0,272	2,09	4,3 %
	0,525	5,86	12,0 %

Na osnovu rezultata istraživanja pokazano je da značajan uticaj na dužinu zaustavnog puta ima ispravnost amortizira – koeficijent efikasnosti prigušenja. Zavisnost zaustavnog puta od efikasnosti prigušenja oscilacija koje ostvaruju amortizeri prikazan na slici broj 16., gdje je vidljivo da je kod neispravnih amortizera veći zaustavni put nego kod ispravnih, što upućuje da trebamo iznaći načine i metode kako pratiti i otklanjati otkaze amortizera, a na taj način smanjiti zaustavni put kočenja i povećati efikasnost kočenja.

7. Zaključak

Cilj ovog istraživanja je bio da se skrene pažnja na to da u saobraćaju učestvuje veliki broj vozila sa starošću iznad projektovanog vijeka, što samo po sebi znači da su umanjene njihove performanse i da je povećana vjerovatnoća pojave otkaza. Amortizeri su elementi koji nisu na adekvatan način podvrgnuti preventivnim pregledima i rezultati istraživanja pokazuju da se otkazi dešavaju u mnogo većem broju slučajeva nego što se to primjećuje. Da bi imali projektovanu efikasnost kočnog sistema potrebno je da se ostvare tri uslova: dobre kočnice, adekvatni pneumatici i ispravni amortizeri. Neispravnosti amortizera prouzrokuju da točak ne prijanja uz podlogu pa se ne mogu ni ostvariti dobri zaustavni putevi kočenja. Na osnovu analize istraživanja tehničke ispravnosti amortizera i njihovom uticaju na efikasnost kočenja potrebno je preduzeti određene mjere i metode da bi povećali efikasnost prigušenja amortizera, a time smanjili zaustavni put kočenja, a time i bezbjednije kretanje i kočenje vozila.

Potrebne mjere su:

- potrebno je kvalitetnije održavanje puteva i eliminisanjem neravnina i oštećenja na putevima kao i asfaltiranjem postojećih makadamskih puteva stvoriti uslove koji će smanjiti istrošenost i oštećenja na amortizerima, kao i povećati nivo pouzdanosti.
- obavezno kod tehničkih pregleda vozila uvesti kontrolu stanja amortizera testiranjem i kvalitetnijim pregledom;
- određenom medijskom kampanjom podsticati da vozači budu upoznati sa uticajem neispravnih amortizera na smanjenu efikasnost kočenja vozila, sigurnost kretanja vozila i povećanja rizika kod korištenja motornih vozila;
- potrebno je preduzeti odgovarajuće mjere sa aspekta društvene opravdanosti da se podigne nivo pouzdanosti s ciljem:



- smanjenja broja saobraćajnih nezgoda, povreda i smrtno nastradalih,
- smanjenja materijalnih troškova kao posljedice saobraćajnih nezgoda,
- smanjenja troškova održavanja vozila kod kojih su nastale neispravnosti,
- određenih elemenata, kao posljedica neispravnih amortizera,
- bolje i bezbjednije odvijanje saobraćaja.

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] Božičković R., Ajanović, M., (2011): Eksploatacija i održavnje vozila, Saobraćajni fakultet Doboj;
- [4] 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
- [5] Laković D., Janković A. (2004): Uticaj konstrukcije sistema elastičnog oslanjanja na ponašanje vozila pri kočenju, Zastava Kragujevac;
- [6] Manojlović N., (2015): Istraživanje uticaja pouzdanosti amortizera na efikasnost kočenja putničkih vozila, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet Istočno Sarajevo;
- [7] Manojlović N., Lubura J., Miljević M. (2009): Preventivni tehnički pregledi i njihov doprinos povećanju bezbjednosti saobraćaja, IV međunarodno savjetovanje Tehničkih pregleda Jahorina;
- [8] Manojlović N., Lubura J.(2012): Kontrola tehničke ispravnosti motornih vozila u toku eksploatacije – preventivno u cilju povećanja bezbjednosti saobraćaja, Stručni skup Tehnički pregled RS Univerziteta u Banja Luci;
- [9] Manojlović N., Talijan D., Božičković R., Sarvan M.(2014): Uticaj stanja amortizera na kretanje, kočenje i stabilnost vozila, Savjetovanje sa međunarodnim učesćem na temu Saobraćajne nezgode, Zlatibor
- [10] Milidrag S., Popović Z., Muždeka S. (2000): Dinamika motornih vozila u funkciji eksploatacije i projektovanja, Fakultet Tehničkih nauka Novi Sad;
- [11] Stefanović A. (2003): Drumska vozila, Centar za motore i motorna vozila Mašinski fakultet u Nišu i Centar za bezbjednost Mašinski fakultet u Kragujevcu;
- [12] Talijan D. (2008.): Tehnički pregled vozila, Centar za motorna vozila Banja Luka;
- [13] Voss H. J.(2005): The effect of reduced damping camping capacity on vehicle dymanics and safety, 2005 Cita conference – ‘Global perspective on roadworthiness enforcement’, Chicago
- [14] Katalozi i preporuke proizvođača amortizera: KYB, MONRO i SACHS.