

UTICAJ STANJA AMOTIZERA, BRZINE VOZILA I TEMPERATURE OKOLINE NA ZAUSTAVNI PUTA KOČENJA

Doc. dr. Nikola Manojlović, e- mail: nikolad.manojlovic@gmail.com

MA Srdjan Marinković, e- mail: srdjan.marinkovich@gmail.com

MA Ajla Haračić, e- mail: ajla.haracic@iu-travnik.com

Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku

Pregledni članak

Sažetak: Kontrolom ispravnosti vozila utvrđeno je da značajan broj vozila ima neispravne amortizere što se odnosi na smanjenu efikasnost prigušenja oscilacija vozila i asimetričnost na prednjoj i zadnjoj osovini vozila. Na osnovu tih saznanja izvršeno je ispitivanje kočnih preformansi odnosno 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. Na osnovu rezultata istraživanja, uspostavljena je funkcionalna veza dužine zaustavnog puta kočenja vozila, od stanja efikasnosti amortizera, brzine kretanja vozila i temperature okoline. Značaj je dat na zavisnost zaustavnog puta kočenja od efikasnosti amortizera i sa povećanjem efikasnosti smanjuje se zaustavni put kočenja, a povećava pouzdanost vozila i veća bezbjednosti u saobraćaju. Istraživanje se može koristiti za povećanje tehničke ispravnosti vozila i kod ekspertiza saobraćajnih nezgoda.

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

THE EFFECT OF THE STATE OF THE SHOCK ABSORBER, VELOCITY AND THE AMBIENT TEMPERATURE ON BRAKING DISTANCE

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. Based on the research results, a relationship between the braking distance of a vehicle and the state of its shock absorbers, velocity of the vehicle and the ambient temperature was determined. Emphasis was put on determining the relationship of the braking distance and the efficiency of the shock absorber. The results showed with an increase in damper efficiency the braking distance decreases, which increases overall reliability of the vehicle and its safety in traffic. Emphasis was put on determining the relationship of the braking distance and the efficiency of the shock absorber. The results showed with an increase in damper efficiency the braking distance decreases, which increases overall reliability of the vehicle and its safety in traffic.

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

1. Uvod

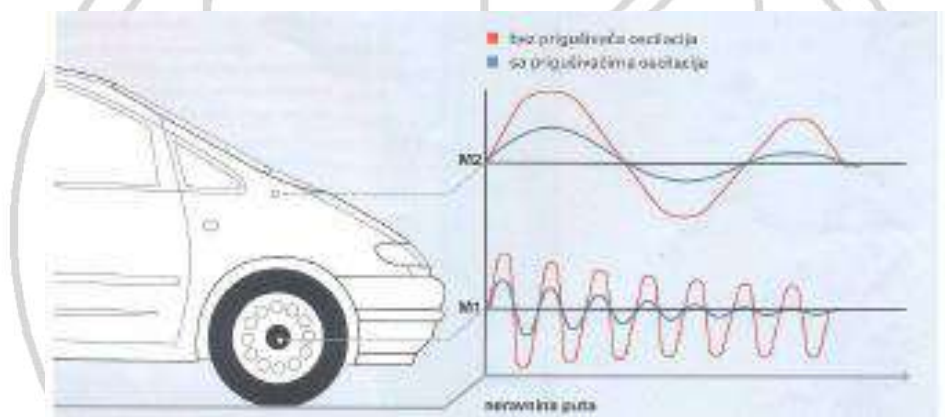
Zahtjevima razvoja i usavršavanja motornih vozila potrebno je adekvatno pratiti stanje tehničke ispravnosti motornih vozila u eksploataciji, gdje imamo motorna vozila velike starosti i sa velikim brojem pređenih kilometara. U tom cilju, potrebno je istražiti i preduzeti aktivnosti da bi se povećao stepen 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. Odrediće se kakav uticaj ima brzina vozila, temperature okoline kad se vozilo kretalo kod korištenja ispravnih i neispravnih amortizera.

2. Amortizeri

Uloga amortizera je 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 apsorbiruje 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.



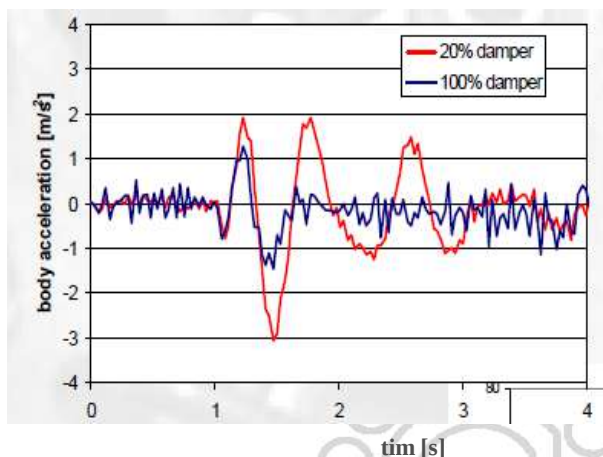
Slika br. 1: Prikaz oscilacija M_1 (osovina + točkovi) i M_2 (karoserija vozila + teret) [10]

Upravo s toga se amortizer postavlja između karoserije i nosećih elemenata točka. Elementi za prigušenje amortizera treba da zadovolje 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 osovine 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 ukazuju na to da se amortizeri razlikuju po progresivnim, degresivnim i linearnim dejstvima.

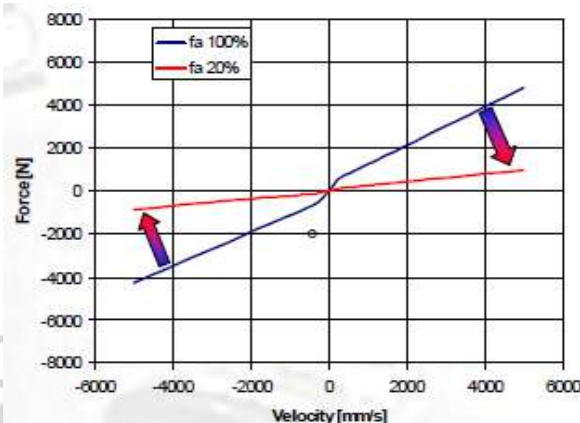
3. Stanje amortizera u eksploataciji motornih vozila

U toku eksploatacije motornih vozila, stanje sistema oslanjanja, odnosno elemenata prigušenja amortizera, zbog istrošenosti amortizera ne obezbeđuje bezbjedno kretanje motornih vozila. Kod

istrošenosti amortizera imamo degradacije karakteristika, odnosno smanjenje efikasnosti prigušenja amortizera, kako je to pokazano na slici broj 2. i slici broj 3.



Slika br.2: Zavisnost oscilaciovana karoserije od efikasnosti prigušenja amortizera [9]



Slika br. 3: Karakteristike amortizera u zavisnosti od efikasnosti prigušenja amortizera [9]

Sa slika 2. i 3. vidljivo je da je došlo do smanjenja sile prigušenja kada je efikasnost prigušenja svedena na 20%.

Obaveznim redovnim tehničkim pregledima, koje su vršile stanice za tehnički pregled vozila, 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 10 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 250.000 pređenih kilometara, prosječnu starost 17,5 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.

4. Eksperimentalna istraživanja

Kontrolom i ispitivanjem tehničke ispravnosti vozila utvrđeno je da se u saobraćaju nalazi preko 40% neispravnih vozila kod kojih su neispravni amortizeri – istrošeni ili je evidentna asimetričnost efikasnosti prigušenja lijevog i desnog amortizera na prednjoj i zadnjoj osovini.

Navedena saznanja upućuju na to da se utvrdi uticaj stanja amortizera na funkcionisanje ostalih elemenata iz sklopova vozila, odnosno da se utvrdi uticaj na efikasnost kočenja.

Ispitivanje performansi kočenja vršeno je vozilom Volkswagen „golf IV TDI 1,9“, na poligonu u Zalužanima – Banja Luka, Republika Srpska u više serija. Kod svake serije ispitivanja vršena je ugradnja amortizera s različitim koeficijentima efikasnosti prigušenja k_1 , k_2 i k_3 . Radi tačnijih rezultata mjerenja kod svake serije su ugrađeni novi pneumatici sa istom vrijednošću pritiska vazduha (za gume na prednjoj osovini 2.2 bara a na zadnjoj osovini 1.9 bara)

Istraživanja su vršena na bazi mjerenja zaustavnog puta s u funkciji karakteristike amortizera k , brzine v i temperature t , $s = f(v, k, t)$

gdje je:

k – karakteristika amortizera koja predstavlja efikasnost prigušenja oscilacija, sa tri nivoa,

t – temperatura okruženja u stepenima celzija, sa dva nivoa,

v – brzina vozila u momentu aktiviranja kočnice, sa tri nivoa km/h.

Mjerenje performansi kočenja vozila vršeno je u tri serije u zavisnosti od stanja amortizera:

- Serija I – vozilo s neispravnim amortizerima - karakteristika amortizera k_1
- Serija II – vozilo sa korištenim amortizerima u eksploataciji - karakteristika amortizera k_2
- Serija III – vozilo sa novougrađenim amortizerima - karakteristika amortizera k_3

Pod performansama kočenja u istraživanju podrazumijevani su:

- brzina u momentu kočenja (km/h),
- vrijeme kočenja od aktiviranja kočnog sistema do zaustavljanja vozila,
- zaustavni put kočenja od momenta aktiviranja kočnog uređaja do zaustavljanja vozila,
- maksimalno usporenje m/s^2 ,
- srednje usporenje m/s^2 ,
- bočno usporenje m/s^2 .

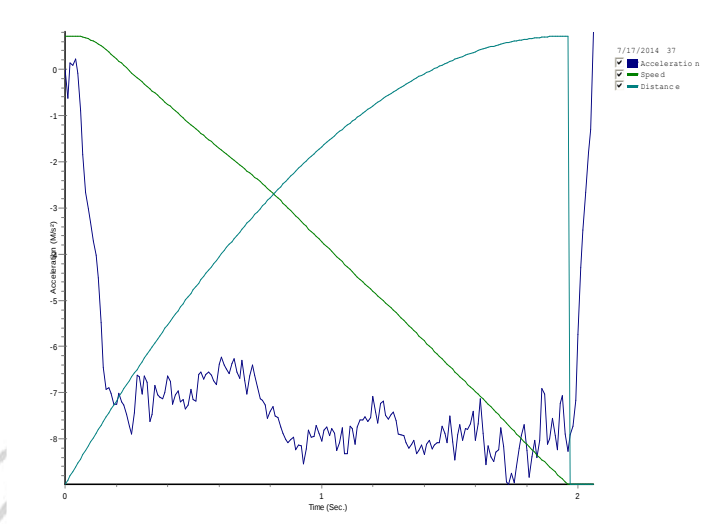
Prije početka mjerenja performansi kočenja vršeno je mjerenje karakteristika amortizera za svaku seriju. Mjerenje karakteristika amortizera je izvršeno testerom Expert i utvrđeno je da je $k_1=0,1$; $k_2=0,272$ i $k_3=0,525$.

Na osnovu plana eksperimenta izvršena su 72 mjerenja kod kočenja vozila i utvrđene su preformanse kočenja odnosno vrijednost zaustavnog puta, za različite brzine u momentu kočenja, različite koeficijente efikasnosti prigušenja amortizera i temperature okoline kada su vršenja mjerenja. Mjerenja preformansi kočenja vršena su uređajem Veircom VC 3000 koji je rezultate dao u tabelama i dijagramima, kako je to prikazano na jednom od 72 mjerenja - tabela 1, sl.4

Rezultati mjerenja performansi kočnog sistema vozila sa ugrađenim amortizerima i izmjerenim koeficijentom efikasnosti $k_1 = 0,1$ i zadatom brzinom $v_z = 50$ km/h, odnosno $v_z = 13,89$ m/s i temperature okoline $t=19^{\circ}C$ prikazane na tabeli T1 i slici br.4.

Tabela 1: Rezultati ispitivanja kočnih performansi ($v_z = 50$ km/h, $k_i = 0,1$, $t = 19^\circ\text{C}$)

Redni broj	Brzina [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	50,67	1,96	14,90	-7,182	-8,985	-0,177	50	14,51



Slika 4: Brzina 50,67 km/h, $k_i = 0,1$, $t = 19^\circ\text{C}$ (8)

Na osnovu navedenih rezultata mjerenja i dijagrama na temperaturi $t = 19^\circ\text{C}$ i temperaturi $t = 32^\circ\text{C}$ formirane su i sistematizovane tabele T2 i T3.

Tabela 2.: Rezultati mjerenja zaustavnog puta (s) na temperaturi $t = 19^\circ\text{C}$, zavisno od brzine (v_{zi}) u momentu aktiviranja kočnog sistema, te preračunate vrijednosti zaustavnog puta (s_z) u odnosu na zadate brzine (v_z) $v_1 = 50$ km/h, $v_2 = 80$ km/h i $v_3 = 100$ km/h pri mjerenju kada su na vozilu bili ugrađeni amortizeri sa efikasnošću prigušenja $k_1 = 0,1$; $k_2 = 0,272$ i $k_3 = 0,525$ (8)

Koef. efikas. amort. (k_i)	Redni broj	Brzina koč. (v_i) [km/h]	Zaust. put (s_{zi}) [m]	Zada. brz. (v_z) [km/h]	Zaust. put (s_z) [m]	Brzina koč. (v_i) [km/h]	Zaust. put (s_i) [m]	Zada. brzina (v_z) [km/h]	Zaust. put (s_z) [m]	Brzina koč. (v_i) [km/h]	Zaust. put (s_i) [m]	Zada. brzina (v_z) [km/h]	Zaust. put (s_z) [m]
$k_1 = 0,1$	1	50,67	14,90	50	14,51	80,33	33,09	80	32,81	101,88	51,09	100	49,22
	2	50,50	14,77	50	14,48	80,05	32,68	80	32,68	109,00	57,23	100	48,35
	3	49,07	14,88	50	15,46	84,82	37,41	80	33,28	112,00	58,79	100	48,51
	4	54,52	16,66	50	14,20	80,42	32,81	80	32,47	102,1	50,77	100	48,71
	Szsi				14,66				32,81				48,70
$k_2 = 0,272$	1	48,56	11,86	50	12,57	85,13	34,51	80	30,47	101,00	48,97	100	47,05
	2	48,14	11,56	50	12,47	76,70	29,17	80	31,75	98,97	46,73	100	47,34
	3	46,26	11,07	50	12,92	81,07	31,21	80	30,39	94,33	39,77	100	44,71
	4	51,69	13,13	50	12,30	80,52	30,34	80	29,95	99,50	47,01	100	47,34
	Szsi				12,57				30,64				46,61
$k_3 = 0,525$	1	53,69	13,87	50	11,95	84,50	31,22	80	27,99	91,46	35,88	100	42,91
	2	49,60	10,20	50	10,37	78,32	28,15	80	29,50	108,82	49,48	100	41,94
	3	58,83	14,94	50	10,86	79,27	29,25	80	29,79	99,72	43,33	100	43,52
	4	52,45	11,44	50	10,39	87,54	31,41	80	26,26	100,10	43,04	100	43,00
	Szsi				10,89				28,39				42,80

Tabela 3: Rezultati mjerenja zaustavnog puta (s) na temperaturi $t = 32^\circ\text{C}$, zavisno od brzine (v_{zi}) u momentu aktiviranja kočnog sistema, te preračunate vrijednosti zaustavnog puta (s_z) u

odnosu na zadate brzine (v_z) $v_1 = 50$ km/h; $v_2 = 80$ km/h i $v_3 = 100$ km/h pri mjerenju kada su na vozilu bili ugrađeni amortizeri sa efikasnošću prigušenja $k_1 = 0,1, k_2 = 0,272$ i $k_3 = 0,525(8)$

Koef. efikas. amort. k_i	Redni broj	Brzina koč. (v_i) [km/h]	Zaust. put (s_{zi}) [m]	Zada. brz. (v_z) [km/h]	Zaust. put (v_z) [m]	Brzina koč. (v_i) [km/h]	Zaust. put (s_i) [m]	Zada. brzina (v_z) [km/h]	Zaust. put (v_z) [m]	Brzina koč. (v_i) [km/h]	Zaust. put (s_i) [m]	Zada. brzina (v_z) [km/h]	Zaust. put (s_{zi}) [m]
$k_1 = 0,1$	1	54,52	16,6	50	13,81	80,33	33,09	80	32,73	102,3	50,23	100	48
	2	52,49	14,88	50	13,72	81,81	34,07	80	32,59	107,2	56,00	100	48,80
	3.	53,37	15,96	50	14,00	82,29	33,79	80	31,94	111,5	58,88	100	47,34
	4	53,56	15,98	50	13,90	78,06	30,48	80	32,02	103	49,91	100	47,05
	Szsi				13,85				32,32				47,60
$k_2 = 0,272$	1	48,27	11,47	50	12,28	79,54	27,90	80	28,30	98,4	42,46	100	43,86
	2	51,57	12,44	50	11,78	74,32	24,75	80	28,76	101,5	49,45	100	48,00
	3	57,24	15,30	50	12,03	78,57	29,00	80	30,07	93,41	37,92	100	43,46
	4	46,5	10,10	50	11,95	76,30	29,83	80	32,73	101,08	49,61	100	48,56
	Szsi				12,01				29,97				45,97
$k_3 = 0,525$	1	45,64	8,46	50	10,01	82,93	30,20	80	28,17	93,41	36,65	100	42,01
	2	47,07	9,00	50	10,16	80,27	27,54	80	27,36	107,32	48,38	100	42,10
	3	61,17	15,51	50	10,36	70,00	20,90	80	27,94	98,16	41,62	100	43,00
	4	53,92	12,46	50	10,37	81,91	29,17	80	27,78	101,08	43,42	100	43,20
	Szsi				10,23				27,81				42,58

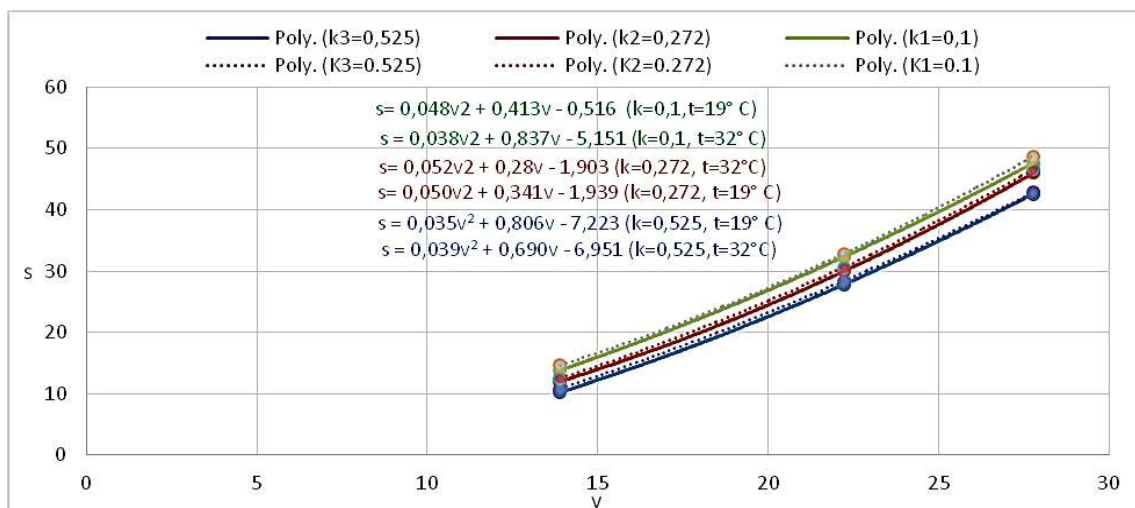
5. Zaključna razmatranja eksperimentalnog istraživanja

Na osnovu rezultata i obrade eksperimentalnih istraživanja uspostavljene su funkcionalne veze zavisnosti zaustavnog puta s od:

- 1) brzine u momentu aktiviranja kočnog sistema, $s = f(v)$,
- 2) stanja ispravnosti ugrađenih amortizera mjereno efikasnošću prigušenja amortizera, $s = f(k)$,
- 3) temperature okoline kada su vršena mjerenja, $s = f(t)$.

1. Funkcionalna veza $s = f(v)$. Na slici 5. prikazani su grupni rezultati istraživanja zavisnosti zaustavnog puta od brzine $s = f(v)$, sa varijacijom koeficijenta efikasnosti prigušenja amortizera k i temperature okoline. Iz datih krivih na slici se vidi da se kočenjem vozila pri većim brzinama povećava zaustavni put, te ako su na vozilu ugrađeni amortizeri sa većim koeficijentom efikasnosti prigušenja pri čemu se zaustavni put smanjuje. Uočljivo je i da je zaustavni put kraći ako je temperatura okoline viša i da čini neznatan uticaj.

22. INTERNATIONAL CONSULTATION
TECHNICAL - TECHNOLOGICAL ADAPPTIONS TO THE CHALLENGES OF TRAFFIC, ECOLOGY, INFORMATION TECHNOLOGIES AND LOGISTICS IN THE CIRCUMSTANCES OF THE COVID - 19

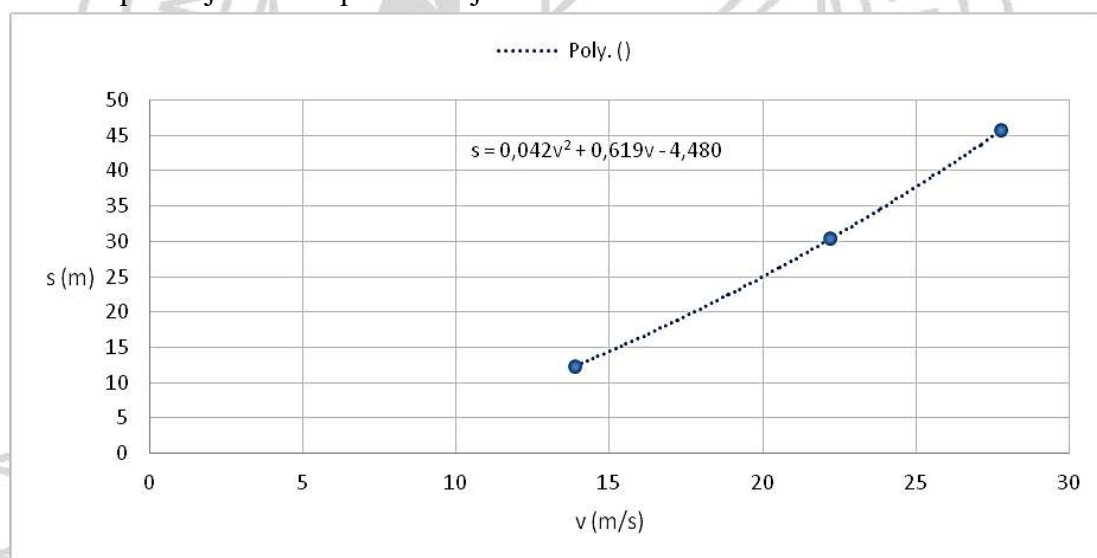


Slika 5: Uporedni put u funkciji brzine za $s = f(v)$, $t_1 = 19^\circ\text{C}$ (- - -) $t_2 = 32^\circ\text{C}$ (—)

Rezultatima mjerenja i izračunatim vrijednostima zaustavnog puta (tabele 2. i 3.), za uslove brzine kretanja (od 50 km/h, 80 km/h i 100 km/h), koeficijentima efikasnosti prigušenja oscilacija kod amortizera ($k = 0.1$, $k = 0.272$ i $k = 0.525$) i temperature ($t = 19^\circ\text{C}$ i $t = 32^\circ\text{C}$), određen je opšti matematički model za vrijednosti zaustavnog puta u funkciji brzine v , jednačinom 1.

$$s = 0.042 \cdot v^2 + 0.619 \cdot v - 4.480. \quad (1)$$

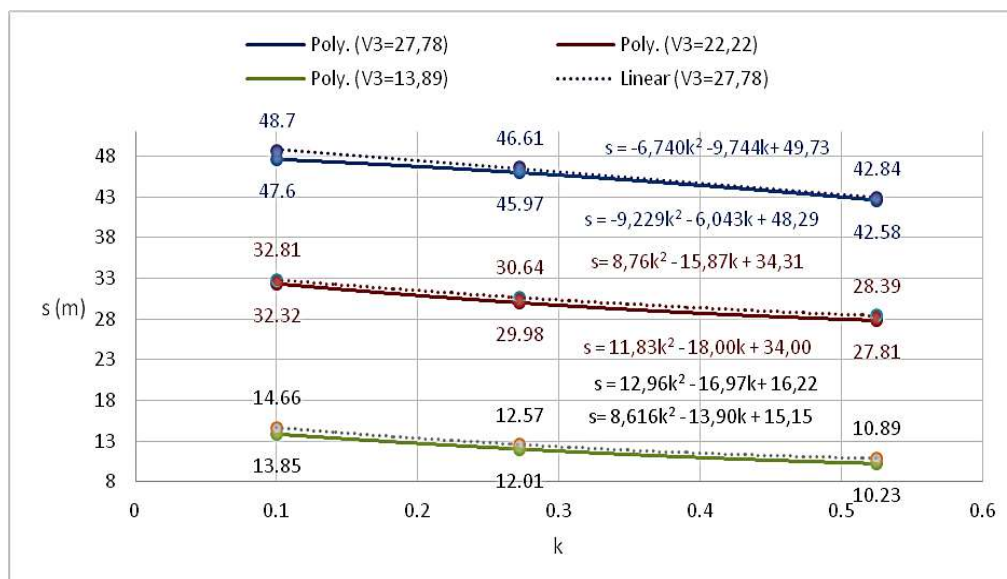
Grafička interpretacija modela prikazana je na slici 6..



Slika 6: Put u funkciji brzine $s = f(v)$

2. Funkcionalna veza $s = f(k)$. Na slici 7. prikazani su grupni rezultati istraživanja zavisnosti zaustavnog puta od brzine $s = f(k)$ s varijacijom brzine u momentu aktiviranja kočnog sistema v i temperature okoline t . Iz datih krivi na slici se vidi da se sa ugradnjom amortizera sa većim koeficijentima prigušenja smanjuje zaustavni put pri kočenju. Takođe je uočljivo da je zaustavni put kraći ako je temperatura okoline veća i da čini neznatan uticaj.

22. INTERNATIONAL CONSULTATION
TECHNICAL - TECHNOLOGICAL ADAPPTIONS TO THE CHALLENGES OF TRAFFIC, ECOLOGY, INFORMATION TECHNOLOGIES AND LOGISTICS IN THE CIRCUMSTANCES OF THE COVID - 19

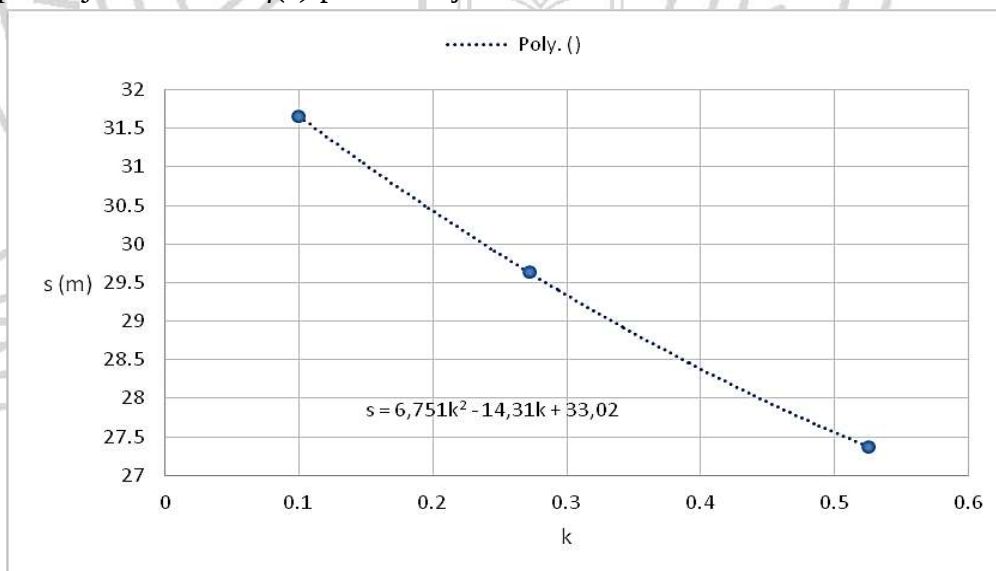


Slika 7: Uporedni put u funkciji karakteristike za $s = f(k)$, $t_1 = 19^\circ\text{C}$ (- - -), $t_2 = 32^\circ\text{C}$ (—)

Rezultatima mjerenja i izračunatim vrijednostima zaustavnog puta (tabele T2 i T3), za uslove brzine kretanja (od 50 km/h, 80 km/h i 100 km/h), koeficijentima efikasnosti prigušenja oscilacija kod amortizera ($k = 0,1$, $k = 0,272$ i $k = 0,525$) i temperature ($t = 19$ i 32 stepena Celzijusa), određen je opšti matematički model za vrijednosti zaustavnog puta u funkciji koeficijenta prigušenja k , jednačina 2.

$$s = 6,751 \cdot k^2 - 14,31 \cdot k + 33,02 \quad (2)$$

Grafička interpretacija modela $s = f(k)$ prikazana je slici 8.

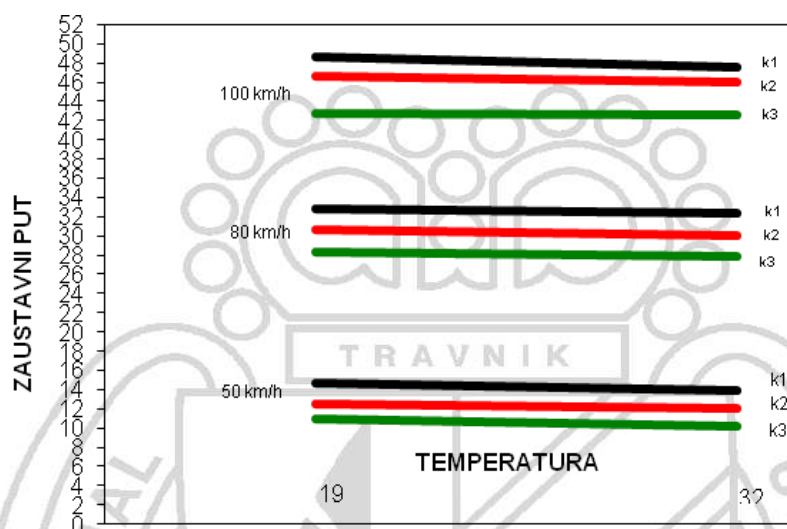


Slika 8: Put u funkciji karakteristike amortizera $s = f(k)$

Iz analize navedenog matematičkog izraza (2) i slike 8. vidljivo je da je znatan uticaj ispravnosti amortizera mjereno efikasnošću prigušenja amortizera na vrijednost zaustavnog puta pri kočenju vozila. Osim upozorenja vozačima za vrijednost zaustavnog puta u zavisnosti od brzine vozila u

momentu kočenja i stanja ispravnosti amortizera, potrebno je vozače upozoriti da je i temperatura okoline jedan od faktora koji utiče na vrijednost zaustavnog puta.

3. Funkcionalna veza $s = f(t)$. Na slici 5.98 prikazani su grupni rezultati istraživanja zaustavnog puta od temperature okoline $s = f(t)$ s varijacijom brzine u momentu aktiviranja kočnog sistema i koeficijenta efikasnosti prigušenja oscilacija. Iz datih grafika na slici se vidi da se smanjuje zaustavni put povećanjem temperature okoline.

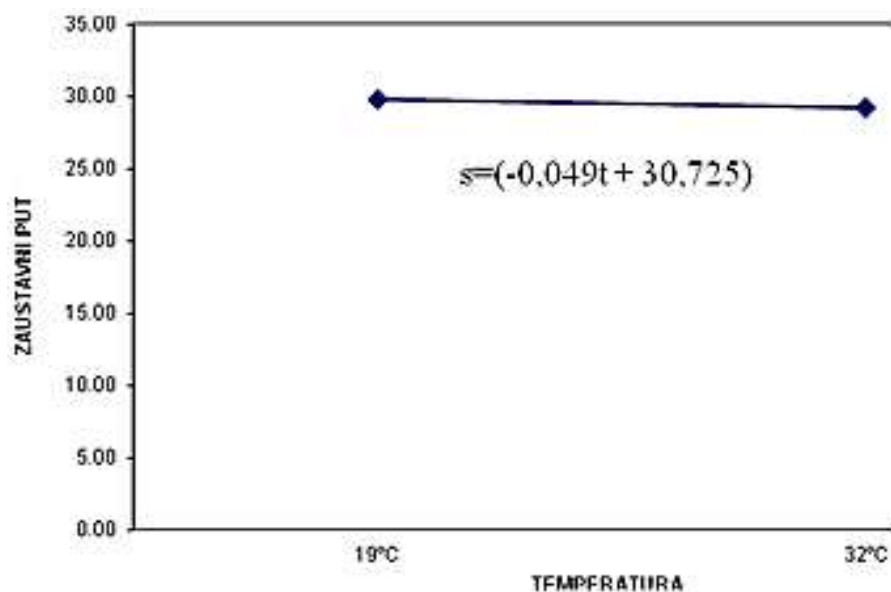


Slika 9: Uporedni dijagrami puta u funkciji temperature za $s = f(t)$, ($k_i : 0,1, 0,272$ i $0,525$) i ($v_i : 50\text{km/h}, 80\text{km/h}$ i 100 km/h).

Rezultat mjerenja i izračunatim vrijednostima zaustavnog puta (tabele T2 I T3) za uslove brzine kretanja (50 km/h, 80 km/h i 100 km/h) koeficijent efikasnosti prigušenja oscilacije kod amortizera ($k_1 = 0,1$, $k_2 = 0,272$ i $k_3 = 0,525$) i temperature okoline ($t = 19$ i 32 stepena Celzijusa) određen je opšti matematički model za vrijednost zaustavnog puta u funkciji temperature okoline, jednačina (3)

$$s = -0,049 \cdot t + 30,725. \quad (3)$$

Grafička interpretacija modela $s = f(k)$ prikazana je na slici 10.



Slika 10: Put u funkciji temperature $s = f(t)$

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.

Eksperimentalnim istraživanjem je utvrđena zavisnost puta kočenja od brzine koeficijenta efikasnosti prigušenja amortizera i temperature okoline.

Matematički izraz-modeli koji pokazuju zavisnost puta zaustavnog puta kočenja od efikasnosti amortizera, brzine u momentu kočenja i temperature okoline dati su u sledećem obliku:

$$s = 0,042 \cdot v^2 + 0,619 \cdot v - 4,480. \quad (1)$$

$$s = 6,751 \cdot k^2 - 14,31 \cdot k + 33,02 \quad (2)$$

$$s = -0,049 \cdot t + 30,725. \quad (3)$$

Ovi obrasci mogu da se primjenjuju kod održavanja vozila sa ciljem povećanja efikasnosti kočenja, te analizi puteva kočenja i ekspertizama saobraćajnih nezgoda.

Pored ovoga opravdano bi bilo preporučiti sljedeće:

- Da se kontrola ispravnosti amortizera formalizuje kroz propise o tehničkim pregledima vozila,
- Da se prilikom provođenja preventivnih aktivnosti obrati dodatna pažnja na stanje amortizera,

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

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.

Literatura

- [1] Albinsson A., Routledge C.(2013): *The damper levels influence on vehicle roll, pitch, bounce and cornering behaviour of passenger vehicles*, Chalmers Univesity of Tehnology, 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 vehiculr 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] Manojlović N. (2016): *Istraživanje uticaja pouzdanosti amortizera na efikasnost kočenja putničkih vozila*, doktorska disertacija, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, Mašinski fakultet;
- [9] 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
- [10] Katalozi i publikacije proizvođača amortizera: KYB, MONRO i SACHS.