

ANALYSIS OF BRAKING SYSTEMS IN MOTOR VEHICLES ON PRACTICAL EXAMPLES

Slobodan Stefanovic

The academy of applied technical and preschool studies, Department of Vranje, Serbia
slobodan.stefanovic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mladenovic

The academy of applied technical and preschool studies, Department of Vranje, Serbia
stefan.mladenovic@akademijanis.edu.rs

Aleksandar Gosic

The academy of applied technical and preschool studies, Department of Vranje, Serbia
gosic.aleksandar@gmail.com

Abstract: Brakes are a device for slowing down or completely stopping a vehicle or other body in motion or for reducing or completely preventing the acceleration of the body. Brakes produce force or torque in the opposite direction from the direction of movement or rotation and thus convert the kinetic energy of a moving body into another form of energy (mainly heat). Three methods are used to transfer force from the control part to the moving part of the brake: 1. solid connection: today it is rarely used for service brakes, with the exception of bicycles and motorcycles, and in cars they are mainly used for parking brakes. It takes a lot of force on the brake command to get the brakes activated enough; 2. hydraulic: applies to cars and light trucks. The brake command pushes the oil that is piped to the hydraulic cylinders that push the brake linings; 3. air: they are always associated with the installation of a simple servo mechanism where the brake command controls the valve that opens the way to the compressed air, and that compressed air then pushes the brake pads. This ensures that a small force is applied to the brake command, regardless of the size of the brake. The paper presents a comparative analysis of brake parameters on families of different passenger motor vehicles. The obtained results made it possible to evaluate the quality of brake systems and to propose the best possible constructive solution from the aspect of brake system dynamics. The values obtained by measuring according to the stated criteria of analysis are presented in tables and graphs - diagrams that are within the paper. All passenger motor vehicles have been found to meet the necessary criteria defined by the rulebook at the technical inspection, but in terms of dynamic parameters they differ.

Keywords: Braking system, analysis of braking systems, technical inspection, reliability of braking system.

ANALIZA KOČIONIH SISTEMA KOD MOTORNIH VOZILA NA PRAKTIČNIM PRIMERIMA

Slobodan Stefanović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje, Srbija,
slobodan.stefanovic@akademijanis.edu.rs

Stefan Mladenović

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje, Srbija,
stefan.mladenovic@akademijanis.edu.rs

Aleksandar Gošić

Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija – Odsek Vranje, Srbija,
aleksandar.gosic@akademijanis.edu.rs

Rezime: Kočnice su uređaj za usporavanje ili potpuno zaustavljanje vozila ili drugog tela u pokretu ili za smanjenje ili potpuno sprečavanje ubrzanja tela. Kočnice proizvode silu ili obrtni momenat u suprotnom smeru od smera kretanja ili rotacije i tako pretvaraju kinetičku energiju tela u pokretu u neki drugi oblik energije (uglavnom toplotu). Za prenošenje sile sa upravljačkog dela na pokretni deo kočnice koriste se tri metode: 1. čvrsta veza: danas se retko koristi za radne kočnice, sa izuzetkom bicikala i motocikala, a u automobilima se uglavnom koriste za parkirne kočnice. Potrebna je velika sila na komandu kočenja da bi se kočnice dovoljno aktivirale; 2. hidraulična: primenjuju se na automobile i lake kamione. Komanda kočenja potiskuje ulje koje se dovodi cevovodom do hidrauličnih cilindara koji potiskuju obloge kočnica; 3. vazduh: uvek su povezani sa ugradnjom jednostavnog servo mehanizma gde komanda kočnice kontroliše ventil koji otvara put komprimovanom vazduhu, a taj komprimovani vazduh zatim

potiskuje kočione pločice. Ovo osigurava primenu male sile na komandu kočenja, bez obzira na veličinu kočnice. U radu je izvršena uporedna analiza kočionih parametara na familijama različitih putničkih motornih vozila. Dobijeni rezultati omogućili su da se izvrši ocena kvaliteta kočionih sistema i da se predloži najbolje moguće konstruktivno rešenje sa aspekta dinamike kočionog sistema. Dobijene vrednosti merenjem po navedenim kriterijumima analize, predstavljene su tabelarno i grafički –dijagramima koji se nalaze u okviru rada. Za sva putnička motorna vozila je utvrđeno da zadovoljavaju potrebne kriterijume koji su definisani pravilnikom na tehničkom pregledu ali u pogledu dinamičkih parametara oni se razlikuju.

Ključne reči: Kočioni sistem, analiza kočionih sistema, tehnički pregled, pouzdanost kočionog sistema.

1. UVOD

Kočnice su uređaj za usporavanje ili potpuno zaustavljanje vozila ili drugog tela u pokretu ili za smanjenje ili potpuno sprečavanje ubrzanja tela. Kočnice proizvode silu ili obrtni momenat u suprotnom smeru od smera kretanja ili rotacije i tako pretvaraju kinetičku energiju tela u pokretu u neki drugi oblik energije (uglavnom toplotu). Kočnice su najčešće napravljene tako da trenje proizvodi silu kočenja, a takve kočnice pretvaraju kinetičku energiju tela u pokretu u toplotu. Kočnica se sastoji od dva dela: pokretnog dela glatke površine (za rotacione pokrete to je disk ili bubanj) i obloge kočnice koja se pritiska na pokretni deo. U motornim vozilima se disk obično simetrično pritisne sa obe strane, odnosno disk se pritiska oblogama smeštenim unutra u kleštima. Kako je poteškoća u kočnicama hlađenje, odnosno uklanjanje sve toplote koju kočnica stvara pre nego što temperatura kočnice poraste kako bi oštetila kočnicu ili značajno smanjila njenu efikasnost (i dovela do proklizavanja kočnice), važno je osigurati dovoljno hlađenja kočnice. Disk je pogodniji oblik dizajna kočnica, jer se mnogo lakše hladi. Međutim, pritisak na kočione pločice na disk-kočnicama mora biti znatno jači od pritiska na vrh pločica u verziji sa bubnjastom kočnicom, zbog čega su i tipične disk-kočnice opremljene pojačivačem (servo) uređajem. Za prenošenje sile sa upravljačkog dela na pokretni deo kočnice koriste se tri metode:

1. čvrsta veza: danas se retko koristi za radne kočnice, sa izuzetkom bicikala i motocikala, a u automobilima se uglavnom koriste za parkirne kočnice. Potrebna je velika sila na komandu kočenja da bi se kočnice dovoljno aktivirale;
2. hidraulična: primenjuje se na automobile i lake kamione. Komanda kočenja potiskuje ulje koje se dovodi cevovodom do hidrauličnih cilindara koji potiskuju obloge kočnica;
3. vazduh: uvek su povezani sa ugradnjom jednostavnog servo mehanizma gde komanda kočnice kontroliše ventil koji otvara put komprimovanom vazduhu, a taj komprimovani vazduh zatim potiskuje kočione pločice. Ovo osigurava primenu male sile na komandu kočenja, bez obzira na veličinu kočnice.

Rasprostranjene su i elektromagnetne kočnice koje pretvaraju kinetičku energiju pokreta u električnu i tako usporavaju kretanje. U teškim vozilima se mogu naći kao mera usporavanja, a ne zaustavljanja. Nalazimo ih i u električnim tramvajima. Budući da nemaju habajuće delove, a pokretni delovi takvih kočnica se vrlo malo zagrevaju, ove kočnice su vrlo pogodno za duge periode upotrebe, na primer za usporavanje teških vozila na dugim nizbrdicama. Električna energija proizvedena takvim kočnicama može se pretvoriti u toplotu na električnom otporu koji je za to predviđen, a ta toplota se zatim rasipa u okolinu, odnosno može se skladištiti ili koristiti u neke druge korisne svrhe (regenerativno kočenje). U hibridnim vozilima, koja kombinuju motore sa unutrašnjim sagorevanjem i električni pogon, često nalazimo regenerativne elektromagnetne kočnice koje pune električnu energiju proizvedenu tokom kočenja natrag u baterije vozila, omogućavajući tako kinetičku energiju vozila da se sačuva i uskladišti tokom kočenja i ponovo koristi za ubrzanje vozila po potrebi.

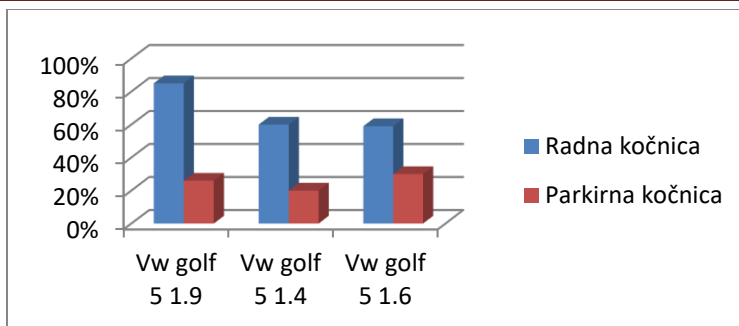
2. PRORAČUN KOEFICIJENTA KOČENJA

Proračun koeficijenta kočenja je rađen na tri grupe vozila gde je svaka grupa imala po tri vozila iste marke i tipa a različitih karakteristika. Na osnovu podataka dobijenih sa tehničkog pregleda i na osnovu podataka o samim vozilima dobijeni su sledeći podaci:

1. Prva grupa vozila je marke Volkswagen a tip vozila je Golf 5

Tabela 2.1 – Koeficijent kočenja prve grupe vozila

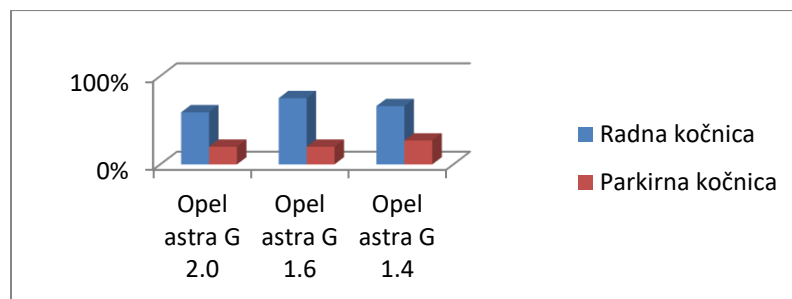
	Radna kočnica	Parkirna kočnica	Masa vozila
Vw golf 5 1.9	85%	26%	1495 kg
Vw golf 5 1.4	60%	20%	1375 kg
Vw golf 5 1.6	59%	30%	1340 kg



2. Druga grupa vozila je marke Opel a tip vozila je Astra G

Tabela 2.2 – Koeficijent kočenja druge grupe vozila

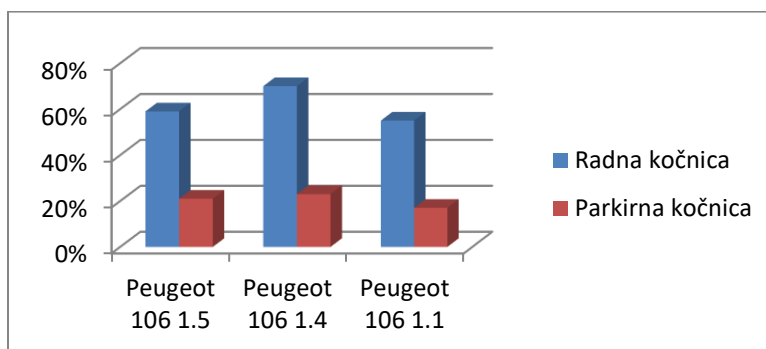
	Radna kočnica	Parkirna kočnica	Masa vozila
Opel astra G 2.0	59%	20%	1223 kg
Opel astra G 1.6	75%	20%	1020 kg
Opel astra G 1.4	66%	27%	995 kg



3. Treća grupa vozila je marke Peugeot a tip vozila 106

Tabela 2.3 – Koeficijent kočenja treće grupe vozila

	Radna kočnica	Parkirna kočnica	Masa vozila
Peugeot 106 1.5	59%	21%	995 kg
Peugeot 106 1.4	70%	23%	950 kg
Peugeot 106 1.1	55%	17%	890 kg



3. ODREĐIVANJE POKAZATELJA POUZDANOSTI NA OSNOVU DOBIJENIH REZULTATA

Model pouzdanosti rada kočionih sistema
Za radnu kočnicu kočionog sistema

Pod pretpostavkom da 400 daN predstavlja 100% pouzdanost vrednosti = 1, a najmanja vrednost 35 daN predstavlja 60% pouzdanost vrednosti 0,6. Ostale vrednosti pouzdanosti su uzete proporcionalno od najmanje do najveće u odnosu na početnu vrednost.

35 daN = 60% = 0,6

80,625 daN = 65% = 0,65

126,25 daN = 70% = 0,7

171,875 daN = 75% = 7,5

217,5 daN = 80% = 0,8

263,125 daN = 85% = 0,85

308,75 daN = 90% = 0,9

354,375 daN = 95% = 0,95

400 daN = 100% = 1

Za parkirnu kočnicu kočionog sistema

Pod pretpostavkom da 250 daN predstavlja 100% pouzdanost vrednosti = 1, a najmanja vrednost 35 daN predstavlja 60% pouzdanost vrednosti 0,6. Ostale vrednosti pouzdanosti su uzete proporcionalno od najmanje do najveće u odnosu na početnu vrednost.

35 daN = 60% = 0,6

61,875 daN = 65% = 0,65

88,75 daN = 70% = 0,7

115,625 daN = 75% = 7,5

142,5 daN = 80% = 0,8

169,375 daN = 85% = 0,85

196,25 daN = 90% = 0,9

223,125 daN = 95% = 0,95

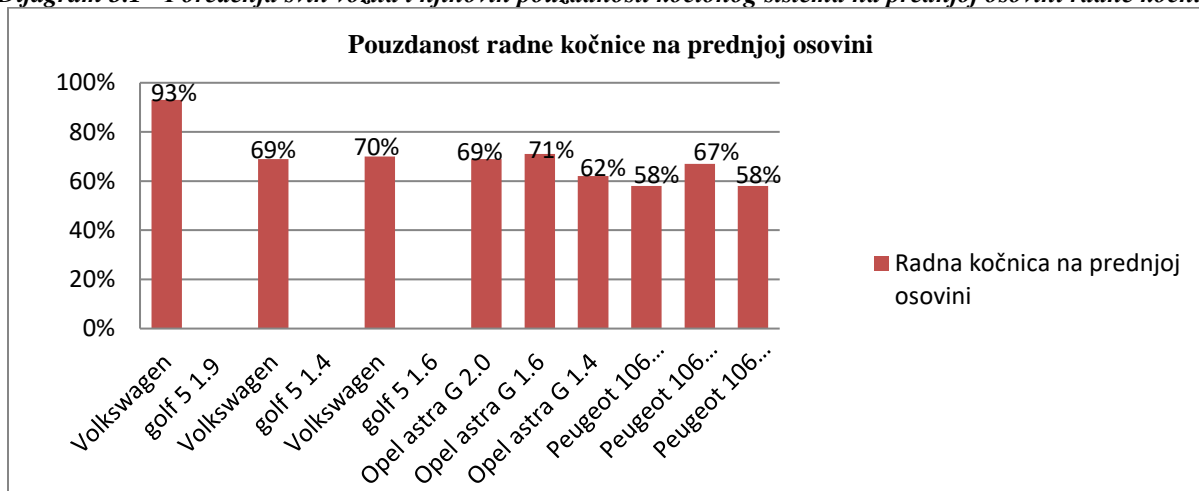
250 daN = 100% = 1

Pouzdanost sistema

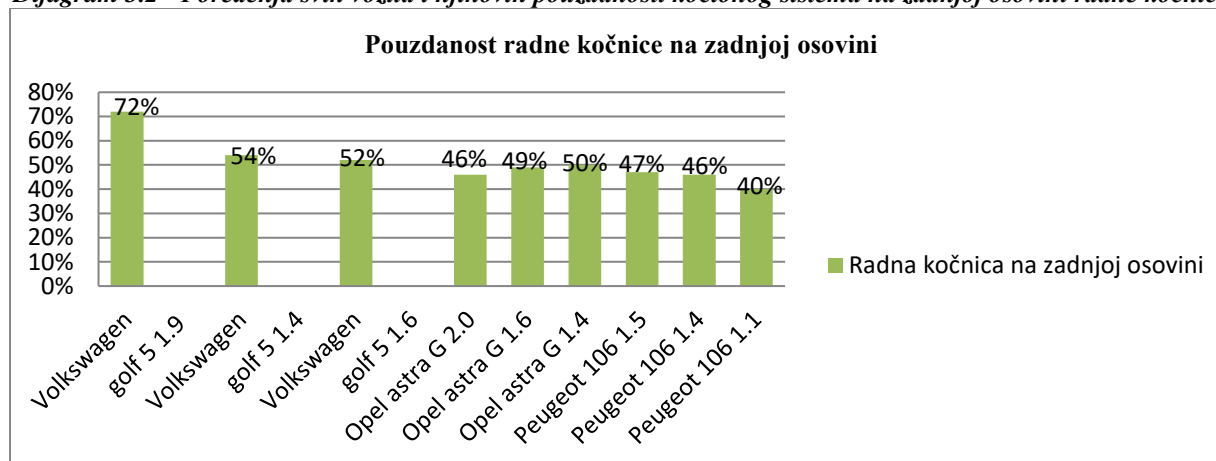
Tabela 3.1 - Pouzdanost svih vozila

Marka vozila	Radna kočnica na prednjoj osovini	Radna kočnica na zadnjoj osovini	Parkirna kočnica	Ceo kočioni sistem
Volkswagen golf 5 1.9	0,93 = 93%	0,72 = 72%	0,8 = 80%	0,8 = 80%
Volkswagen golf 5 1.4	0,69 = 69%	0,54 = 54%	0,61 = 61%	0,56 = 56%
Volkswagen golf 5 1.6	0,7 = 70%	0,52 = 52%	0,84 = 84%	0,64 = 64%
Opel astra G 2.0	0,69 = 69%	0,46 = 46%	0,58 = 58%	0,53 = 53%
Opel astra G 1.6	0,71 = 71%	0,49 = 49%	0,53 = 53%	0,54 = 54%
Opel astra G 1.4	0,62 = 62%	0,5 = 50%	0,62 = 62%	0,51 = 51%
Peugeot 106 1.5	0,58 = 58%	0,47 = 47%	0,53 = 53%	0,44 = 44%
Peugeot 106 1.4	0,67 = 67%	0,46 = 46%	0,55 = 55%	0,51 = 51%
Peugeot 106 1.1	0,58 = 58%	0,4 = 40%	0,45 = 45%	0,39 = 39%

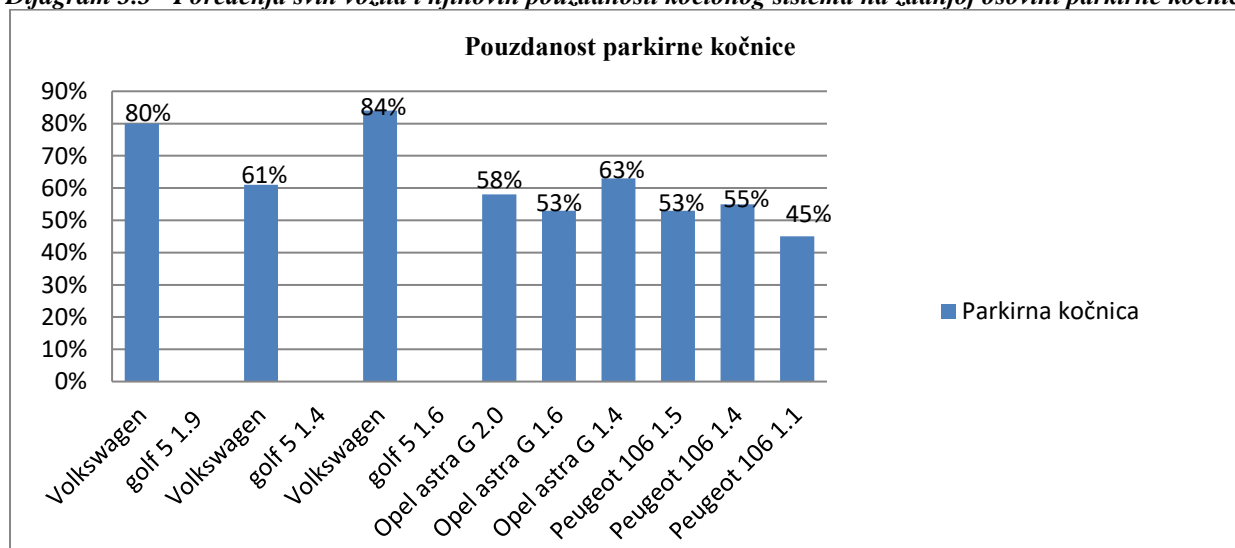
Dijagram 3.1 - Poređenja svih vozila i njihovih pouzdanosti kočionog sistema na prednjoj osovini radne kočnice



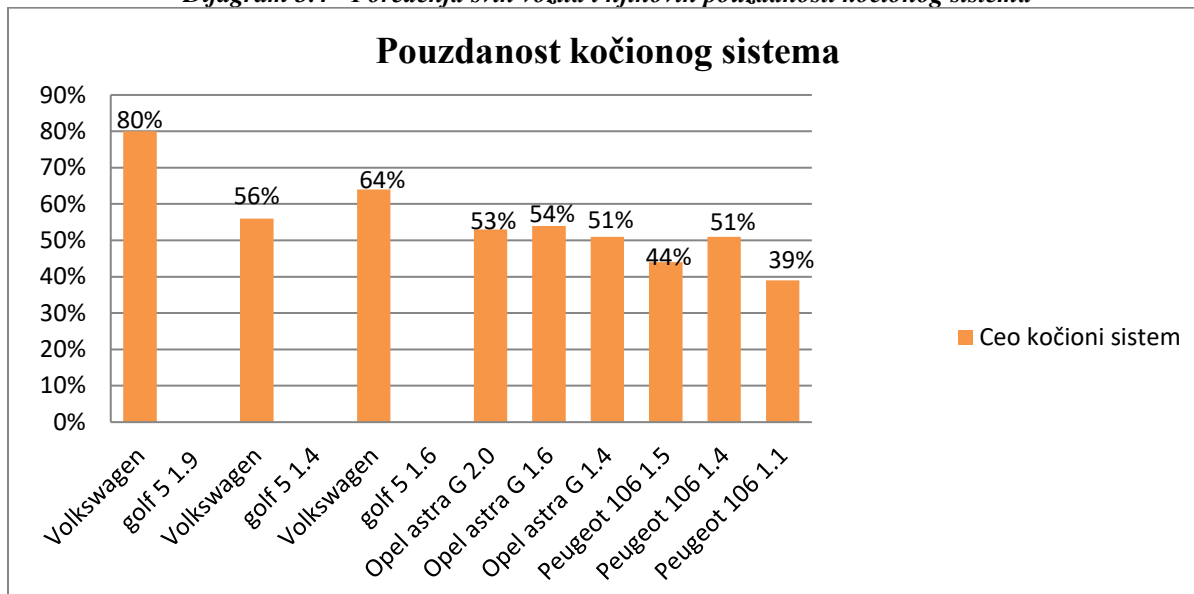
Dijagram 3.2 - Poređenja svih vozila i njihovih pouzdanosti kočionog sistema na zadnjoj osovini radne kočnice



Dijagram 3.3 - Poređenja svih vozila i njihovih pouzdanosti kočionog sistema na zadnjoj osovini parkirne kočnice



Dijagram 3.4 - Poređenja svih vozila i njihovih pouzdanosti kočionog sistema



4. ZAKLJUČAK

Analizom rezultata sa tehničkog pregleda iz izveštaja o veličinama kočionih sila dobijeni su rezultati pouzdanosti svih segmenata kočionog sistema svih vozila koja su obuhvaćena testiranjem. Analiza je obuhvatila tri grupe vozila sa po tri vozila iste marke i tipa. U prvoj grupi vozila nalaze se tri putnička motorna vozila marke- Volkswagen tipa- golf 5, u drugoj grupi vozila nalaze se tri putnička motorna vozila marke- Opel tipa- Astra G, u trećoj grupi vozila nalaze se tri putnička motorna vozila marke- Peugeot tipa- 106. Određena je pouzdanost njihovog kočionog sistema na prednjoj osovini radne kočnice, pouzdanost na zadnjoj osovini radne kočnice, kao i pouzdanost parkirne kočnice. Na osnovu rezultata dobijenih tokom proračuna pouzdanosti svih elemenata kočionog sistema na osnovu računskog postupka, tabela i dijagrama možemo videti da se radi o putničkim motornim vozilima koji su polovni i već duže vreme u eksploataciji, pa samim tim možemo zaključiti da njihova pouzdanost nije 100%, i postoji mogućnost otkazivanja elemenata kočionog sistema u skorije vreme u zavisnosti od načina upotrebe vozila i njihovog preventivnog održavanja po specifikaciji proizvođača vozila ili proizvođača potrošnih delova kočionog sistema. Predlozi za povećanje vrednosti sila kočionog sistema mogu biti sledeći: **zamena kočionih obloga, kočionih pločica, diskova ili dobosa u zavisnosti od toga koji sistem je zastupljen na vozilu, ukoliko je promena ne znatna sledi provera celog kočionog sistema dok se ne utvrdi zbog čega je slaba sila kočenja.** Povećanje radijus diska – ako je površina diska veća, i sila pritiska se raspoređuje po većoj površini, čime je kočenje bolje. Zapravo se povećava udaljenost od centra diska, što je dobra stvar kod kočenja. Povećanje broja ili veličinu klipova u kočnicama – kada se poveća njihov broj ili veličina znači da se povećava i površina na koju se prebacuje određeni pritisak. Kada je pritisak konstantan, a poveća se područje na koje se prebacuje, povećaće se i sila koja je korišćena.

LITERATURA

- Vujanović D. (2021). Upravljanje održavanjem vozničkih parkova. II izdanje. Saobraćajni fakultet. Univerzitet u Beogradu.
- Dimitrijević, N., Stefanović S., Mladenović S., & Krstić V. (2019). Intelligent Braking Systems for Motor Vehicles. XXIII International Scientific Conference „Knowledge in Practice“. Bansko. Bulgaria. pp. 1009-1014.
- Ivković, I. (2020). Motorna vozila. I izdanje. Saobraćajni fakultet. Univerzitet u Beogradu.
- Krstić, B. (2009). Tehnička eksploatacija motornih vozila i motora. Mašinski fakultet. Kragujevac. ISBN 978-86-86663-32-0.
- Mladenović S., Stefanović, S., & Gošić, A. (2021). Vehicle brake system diagnostics. XXXIV International Scientific Conference „Knowledge in Practice“ Online conference.
- Pešić, D., Antić, B., & Lipovac, K. (2019). Bezbednost saobraćaja – metode i analize. Saobraćajni fakultet. Univerzitet u Beogradu.
- Pešić, R., Petković, S., & Veinović, S. (2008). Motorna vozila i motori – Oprema. Mašinski fakultet. Kragujevac. ISBN 978-99938-39-20-0.

- Panić, V. (2007). Transportna sredstva i održavanje. Beograd
Stojić, B. (2012). Teorija kretanja drumskih vozila. Fakultet tehničkih nauka. Novi Sad.
Stefanović A. (2010). Drumaska vozila - osnovi konstrukcije. Mašinski fakultet - Centar za motore i motorna vozila.
Niš.