

## ISPITIVANJE/MJERENJE NEJEDNOLIKOSTI SILE KOČENJA, ODNOSNO OVALNOSTI/OVALITETA

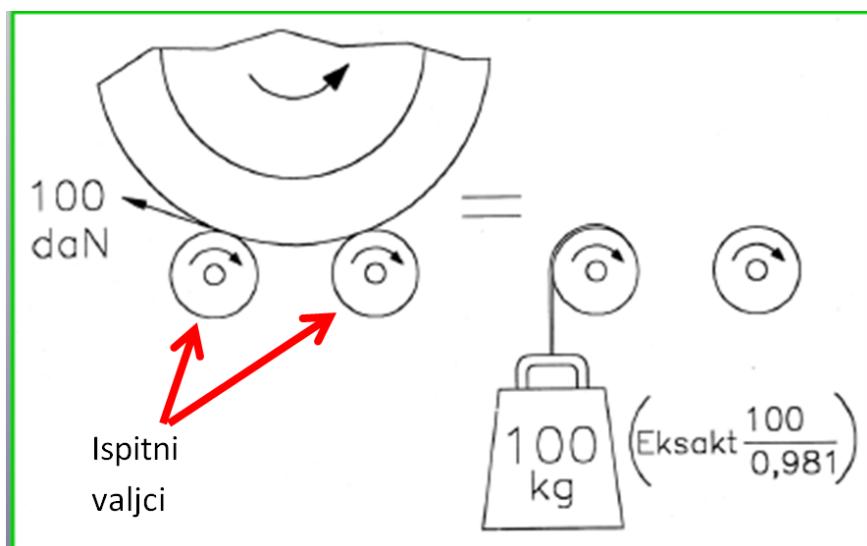


Ispitivanje kočnica se vrši najčešće na ispitnim linijama koje su opremljene između ostalog i ispitnim valjcima za mjerjenje sila kočenja.

Jedna takva ispitna linija je prikazana na slici 1.

Ispitni valjci na test liniji

Slika 1. Ispitna linija za vozila

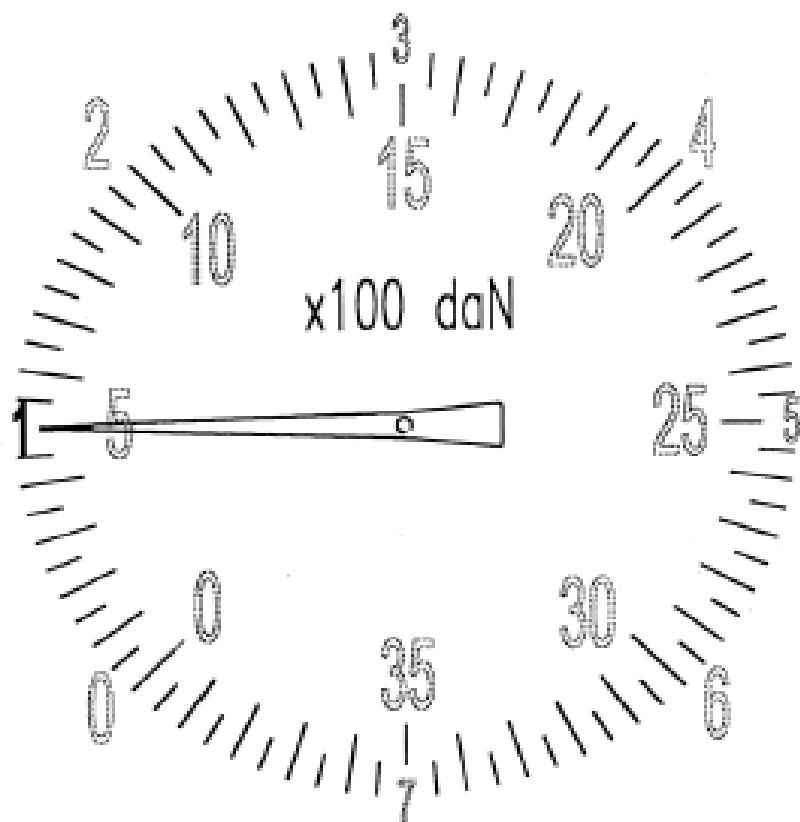


Slika 2. Prikaz ispitivanja kočnica

Samo ispitivanje kočnica podrazumjeva mjerjenje otpora kotrljanja točkova na ispitnim valjcima pokretanim elektromotorom, na način kako je to prikazano slikom 2.

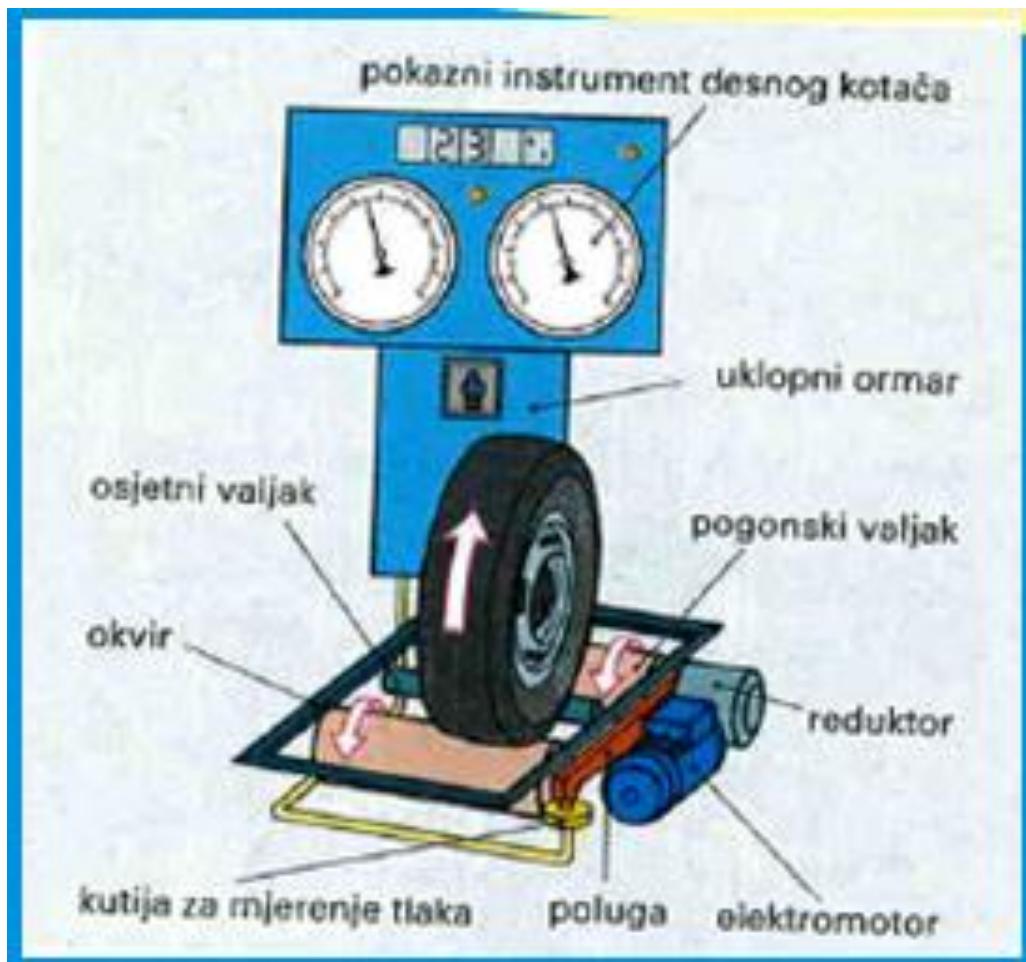
Veličina ostvarenih sila kočenja se prikazuje na monitorima, koji najčešće imaju mogućnost da prikazuju dva nivoa sila kočenja, jedan za putnička vozila i drugi za teretna vozila kako je to prikazano slikom 3.

$$1 \text{ daN} = 10 \text{ N}$$



Slika 3. Monitor za prikaz sile kočenja

Ostvareni rezultat ispitivanja kočnica se najčešće prikazuje procentualno, kao odnos ukupne kočione sile i mase vozila za koje se ispituje kočenje.



Slika 4. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje kočnica s valjcima

Ispitni kočioni valjci omogućavaju testiranje performansi kočionog sistema vozila pod stacionarnim i kontrolisanim uslovima. Oni imaju kapacitet da pokažu silu kočenja za svaki točak, nejednolikost kočenja po osovinama, pritisak zraka u liniji i u samoj komori na točku, da testiraju kočnice za nuždu i parking kočnice i da upoređuju kočione sile za zračne ili hidraulične pritiske, potom pritisak pedale kočnice i da prikažu promjenu kočione sile tokom vremena kočenja.

Oni takođe pokazuju ovalitet i ukazuju na pukotine na kočionim dobošima i iskrivljenja na diskovima kočnica.

Ispitni kočioni valjci mogu da izmjere i otpor kotrljanja točkova, kao i pojavu sklonosti blokiranja točkova.

Najčešće se na ispitnim kočionim valjcima utvrđuje koeficijent kočenja u postocima [%].

Pri ispitivanju kočnica, jedna od najbitnijih stvari, je da razlika kočione sile na jednoj osovini ne smije biti veća od 30%.

Motorna vozila s permanentnim pogonom na sve točkove i promjenljivom raspodjelom okretnog momenta motora provjeravaju se na posebnim uređajima za ispitivanje kočnica.

Samo ispitivanje vozila na testnoj liniji, pa time i ispitivanje kočnica vrši se pomoću pulta za ispitivanje vozila, slika 5., kojim se upravlja ili direktno (pomoću tastature) ili pomoću daljinskog upravljača



- A – Glavna sklopka
- B – Start tipka
- C – Prijemnik za daljinski upravljač

Slika 5. Prikaz pulta za ispitivanje vozila na ispitnoj liniji

Prije samog ulaska u program za definiranje vozila zgodno je na njega postaviti senzore za mjerjenje pritiska u kočionoj instalaciji.

### Postavljanje senzora pritiska

Ako je uređaj opremljen sa npr. tri senzora za mjerjenje pritiska zraka u kočionim cilindrima ( $p_x$ ) i jednim senzorom za mjerjenje komandnog pritiska ( $p_m$ ) raspored ovih senzora po osovinama je sljedeći:

- Senzor  $p_m$  treba postaviti na komandni vod (njegovo najpogodnije mjesto je na spojnici između vučnog i priključnog vozila, vod žute boje), slika 6



Slika 6. Postavka senzora  $P_m$  na vučnom vozilu

- Senzore  $P_x$  treba postaviti po osovinama vozila.

## **ISPITIVANJE /MJERENJE NEJEDNOLIKOSTI SILE KOČENJA ODNOŠNO OVALNOSTI /OVALITETA**

### **OVALNOST KOČNICA**

Ovalnost se definiše kao varijacija sile kočenja tokom jednog okretaja točka. Test ovalnosti služi za određivanje kvaliteta kočnica. „Ovality“ definiše odstupanje od koncentričnog okretanja točka, tj. izvan kruga, zahvaljujući deformaciji kočionog doboša ili kočionog diska. Ili, ovalnost je odnos minimalne i maksimalne kočione sile pri jednom punom okretaju točka sa silom kočenja od 25%

Cil ispitivanja ovalnosti je istražiti efekt trošenja doboša ili diska na ovalnost i ekscentričnost, kao i efekt ovog trošenja na performanse kočenja. Samo istraživanje ovalnosti bazira se na pretpostavci da je svaki novi doboš ili disk, skoro perfektno izrađen doboš blizu perfektnog kruga. Ekscentričnost se uzima kao doboš montiran na vozilu. Uobičajeno je da se vjeruje da ovalnost (izvan kružnosti) se uzima kao zagrijavanje doboša pri njegovom korištenju ili pri korištenju parking kočnice, izazivajući time da kružni doboši postaju ovalnog oblika.

Osim ovih glavnih uticaja tu su i drugi uticaji na nedostatke na kočionim dobošima i diskovima komercijalnih vozila. Tu se prije svega misli na nepovoljnu raspodjelu kočione sile prema zasebnim osovinama koje često vodi ka netipičnom trošenju ili kvarovima na kočionim oblogama. Primjeri tih negativnih uticaja na kočione doboše ili diskove kočnica su:

Kompatibilnost tegljača i priključnog vozilo:

- Koeficijent trenja na tegljaču i priključnom vozilu su ili previški ili preniski
- Vodovi pritiska nisu uredni
- Kvar kočnica na bilo kom vozilu, tegljaču ili priključnom vozilu

Trošenje doboša teških vozila ili njihova oštećenja

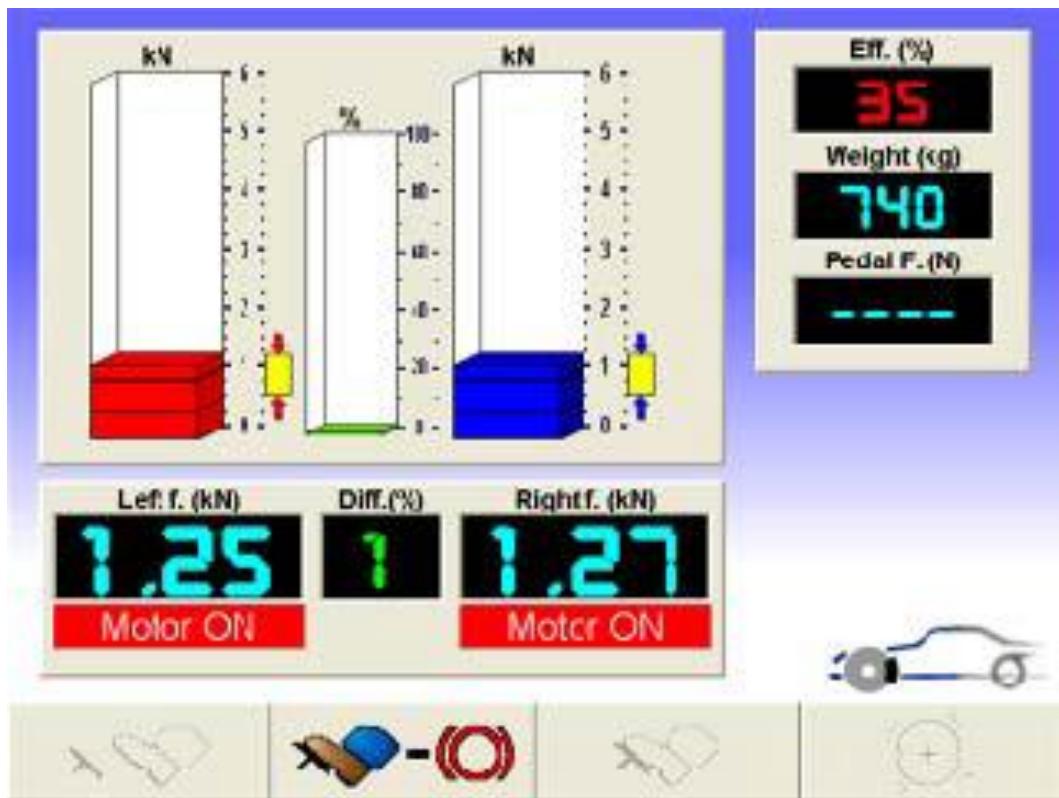
- Stvaranje pukotina kroz često kočenje na niskim nivoima pritisaka sa hladnim kolčnicama (oko 1 bar)

- Trošenje kroz čišćenje hrđe, takođe zbog prethodnog razloga
- Izgorena površina izazvana pomoću termičkog prekoračenja stvarnih doboša pri eksploataciji
- Korištenje parking kočnica kada su kočnice još uvijek zagrijane
- Kočnice teško istrošene (nedostatak odgovarajućeg vođenja obloga)
- Doboši nisu odgovarajuće izgrađeni – dimenzionalno, materijali ili obrada samih doboša
- Obloge nisu odvojene nakon izvršenog kočenja
- Pristup stranim materijalima ( promoviranim da nisu uobičajeno podesni za kočenje) – za višestruka kočenja
- Materijal doboša je suviše mekan – lako i brzo se troši – nije adekvatan za predviđenu namjenu
- Nekvalitetnim redovnim održavanjem doboša, njihovim čuvanjem ili nekvalitetnim ugrađivanjem na vozilima
- I tome slično.

Svaki kvalitetan tester kočnica danas mjeri ovalnost kočnica i čini ih dijelom procedure ocjenjivanja efikasnosti kočnica. Ovalnost može imati vrlo velike rezultate u slučaju vrlo laganih vozila. Stoga mjerjenje treba jedino izvoditi sa minimalno 500 N. Kao i samo mjerjenje efikasnosti kočnica tako je i mjerjenje ovalnosti olakšano uputama prikazanim na monitorima testera kočnica. Prikaz jednog takvog monitora sa uključenim testnim uređajem za mjerjenje ovalnosti prikazan je na slijedećoj slici 7.

Na njemu se trebaju primjetiti:

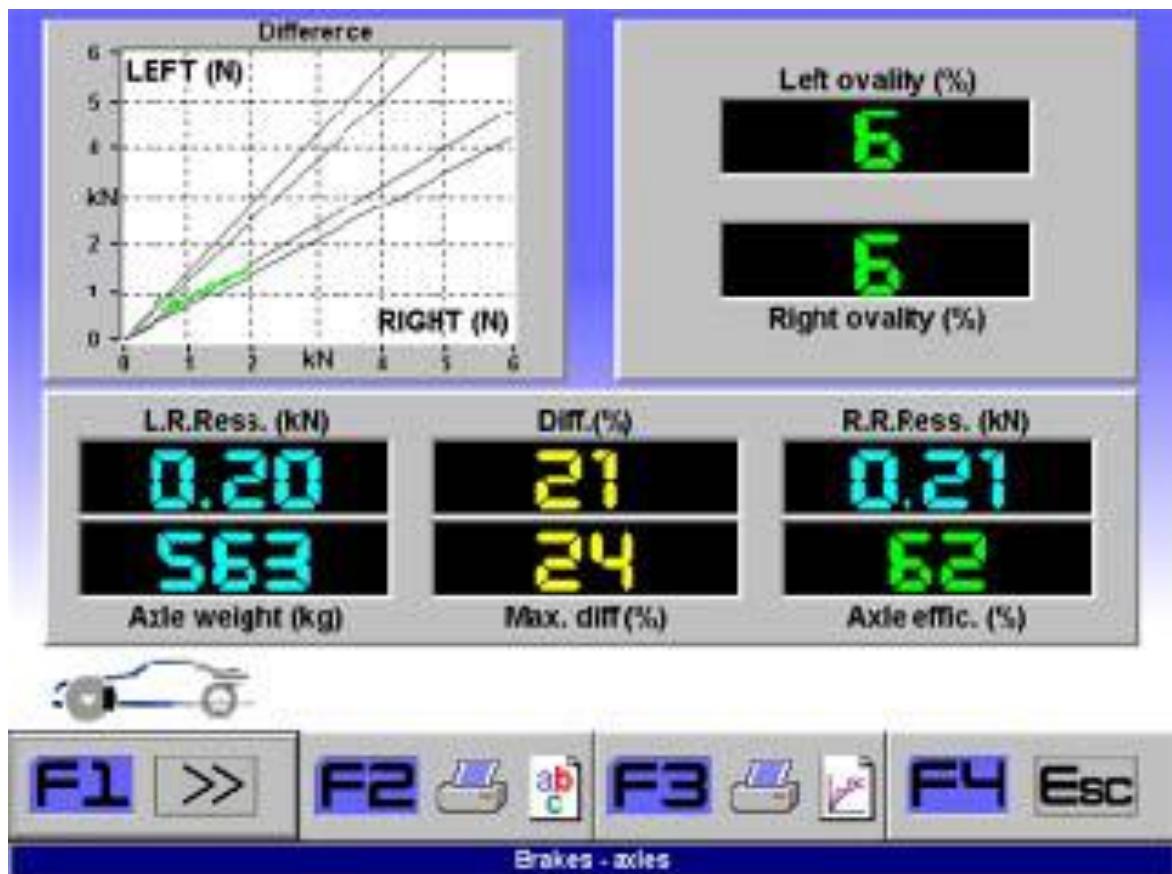
- žuti pravougaonici, koji pokazuju vrijeme za koje je neophodno zadržati konstantnu silu kočenja tokom mjerena ovalnosti, kao i
- ikona koja ukazuje na potrebno djelimično kočenje (prikazana u donjem nizu prozora).



Slika 7. Prikaz monitora za proceduru testiranja ovalnosti kočnica

Procedura za test ovalnosti se prikazuje ikonom koja vas napominje da čuvate vaše stopalo mirno na djelimičnoj sili kočenja (do 2/3 maksimalne sile kočenja) tokom nekoliko okretaja točka.

Teoretski sila kočenja trebala bi da ostane jednaka, a varijacije u sili kočenja se pohranjuju i ocjenjuju i potom prikazuju na rezultujućem prikazu na monitoru, slika 8. Prikazana je rezultujuća stranica za prednju osovinu za vozilo na kojoj se vidi da je to vozilo sa 6% ovalnosti na svojim kočnicama. Kako su vrijednosti prikazana zelenom bojom rezultat je zadovoljavajući (ponegdje se to na monitorima prikazuje sijalicom sa crvenom ili zelenom bojom).



Slika 8. Prikaz rezultujuće stranice testa ovalnosti za prednju osovину

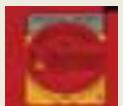
### PREDLOŽENI TOK MJERENJA OVALNOSTI NA TESTNOJ LINIJI (MAHA)

Nakon što motori seta valjaka testne linije iste startaju potrebno je sačekati dok se žuta „READY“ sijalica ne upali. Test ovalnosti kočnica sada može biti startan, kako je prikazano na slici 9.

- Primjeniti umjerenu silu na pedalu kočnice

Primjeniti umjerenu silu na pedalu kočnice – oko polovine od maksimalne sile kočenja (vrijednost pri isključenju seta valjaka) i održavati silu kočenja konstantnom za najmanje jedan okretaj točka. Sila kočenja je oko 1 kN. Ista je u funkciji vrste i veličine vozila. Vrijeme potrebno za mjerjenje ovalnosti je za teretna vozila oko 7

sekundi, a za laka vozila je to 3 do 4 sekunde. Vrijednost ovaliteta će pokazati kazaljke na displeju. Razlika između najveće i najmanje vrijednosti prikazane sa kazaljkama na displeju je ovalitet, mjerен u kN.

MJERENJE OVALNOSTI		
1.	Uključite glavni prekidač	
		
2.	Pritisnite POWER ON	
		
3.	Vozite na valjke	
		
4.	Valjci se počinju obrtati Kočite umjereno. Zadržite konstantan pritisak.	
5.	Gledajte pokazivač. Veliko pomjeranje kazaljki znači veliki ovalitet	
		
6.	Ispitivanje ovalnosti je završeno.	

Slika 9. Tok mjerenja ovalnosti (MAHA)

- Pritisnite tipku za ovalitet.

Ako se za ispitivanje koristi daljinski upravljač, tipka za ovalnost mora ostati pritisnuta za minimalno jedan cijeli obrtaj točka.

Ovalnost se automatski pohrani zajedno sa vrijednostima kočenja.

Vrijednosti izmjerene ovalnosti ne trebaju prelaziti 20 % od konstantne sile kočenja. Ova vrijednost predstavlja samo predloženi vodič i nije bazirana na bilo kom zakonskom propisu.

## **MJERENJE OVALNOSTI NA TESTERU MAHA EUROSYSTEM PROFESIONAL**

Nakon izlaska iz izbornika DEFINIRATI treba uvesti vozilo na valjke te kočiti prateći instrukcije na ekranu.

### **Postavljanje vozila na valjke**

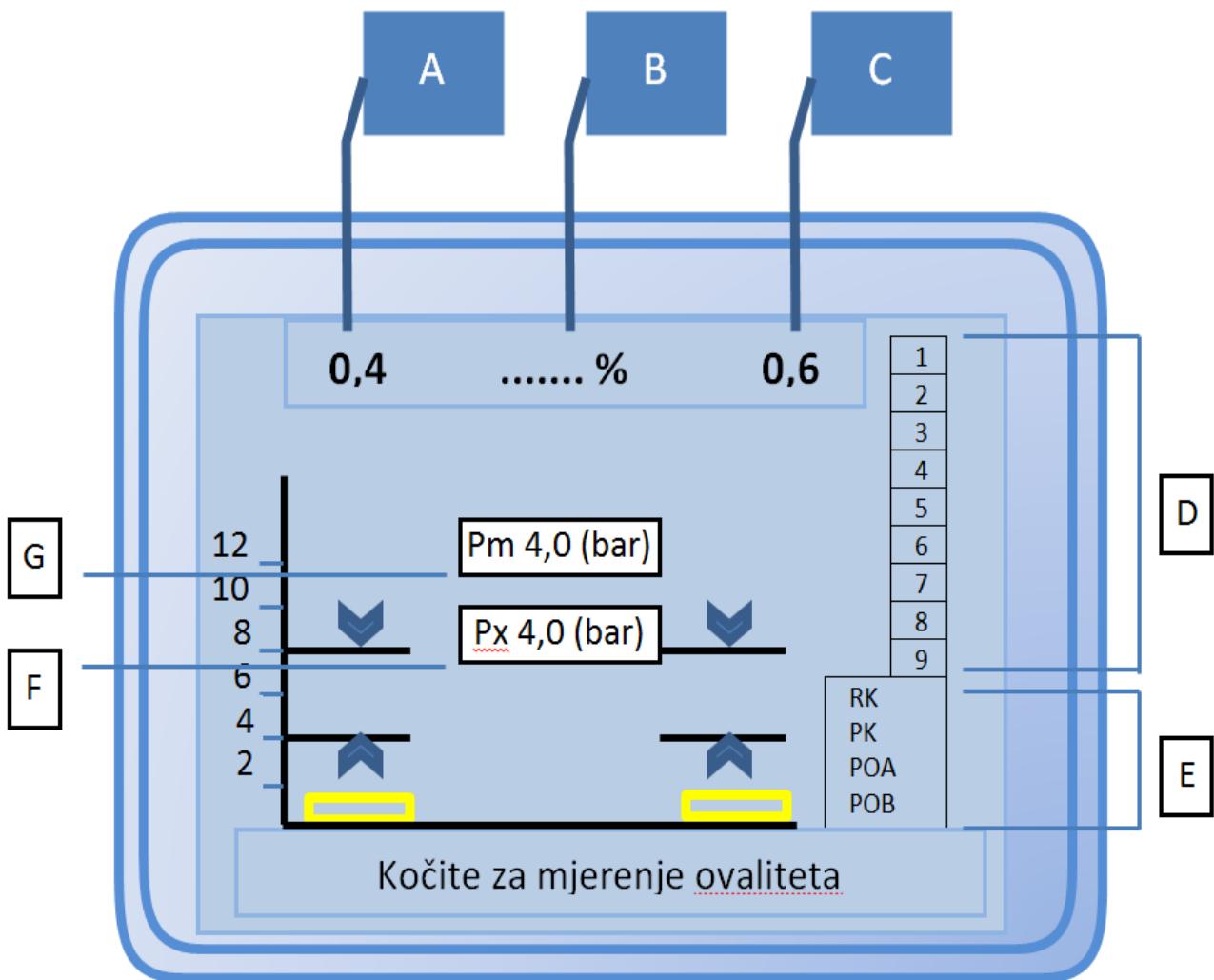
#### **1. Osovina**

Treba uvasti prvu osovinu vozila na valjke

### **Mjerenje ovaliteta**

Program za mjerenje ovaliteta starta se automatski kod ispitivanja radne kočnice svake osovine, slika 10. Uvijek za određenu osovinu ide prvo ispitivanje radne, a potom pomoćne kočnice.

Nakon što se valjci uključe uređaj šalje poruku o mjerenu ovaliteta, slike 11. i 12.:



A – Trenutna sila kočenja – lijevo

B - Trenutna razlika lijevo - desno

C – Trenutna sila kočenja – desno

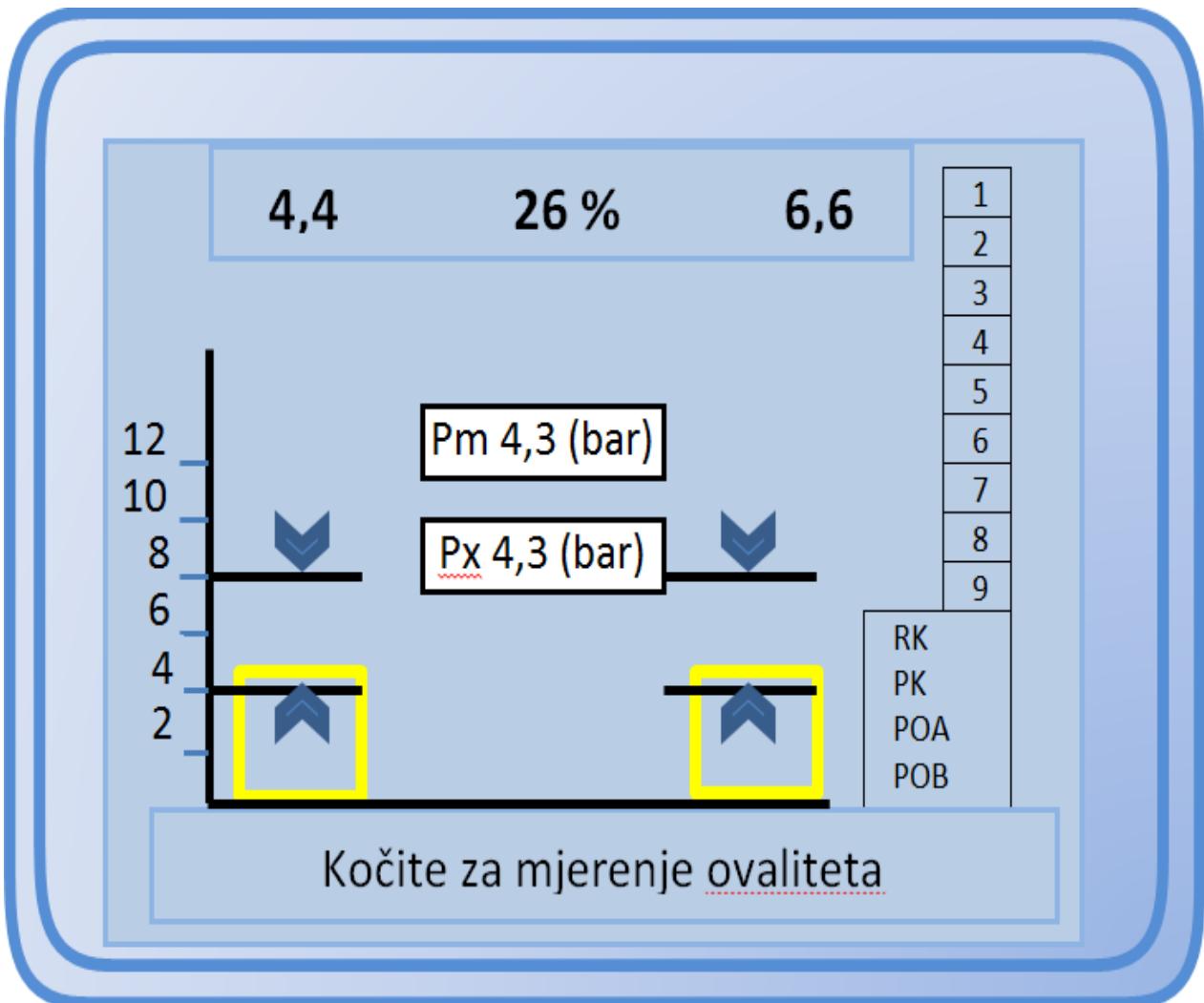
D – Broj ispitivane osovine . zatamnjeni broj

E – Vrsta kočnice – zatamnjeno

F – Redni broj senzora pritiska i trenutni iznos pritiska

G – Trenutni iznos komandnog pritiska

Slika 10. Prikaz prozora za mjerjenje ovaliteta



Slika 11. Mjerenje ovaliteta - prikaz

Malo stisnite kočnicu (do 10% max. sile kočenja), a potom otpustite. Nakon toga stisnite kočnicu i zadržite papučicu tako da sila kočenja bude između naznačenih crta na ekranu uređaja, (između strelica). Kad nestanu ove dvije crte otpustite kočnicu.

Kada kočioni doboš nije okrugao, ili je disk iskrivljen sila kočenja će varirati čak i pri konstantnom pritisku na pedalu.



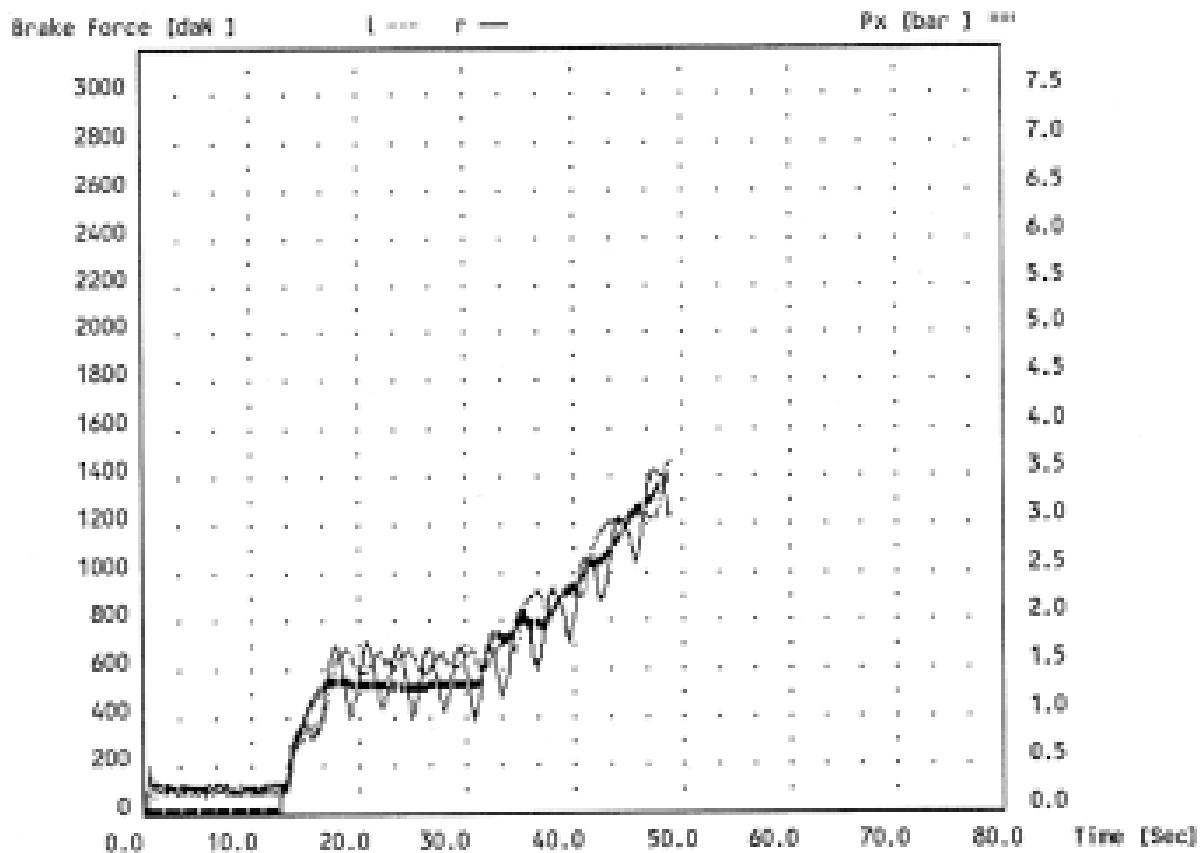
Slika 12. Prikaz prozora pri mjerenu ovaliteta

Grafički prikaz izvršenog mjerena ovaliteta kočionog doboša, ili iskrivljenosti kočionog diska, prikazan je na sljedećim slikama 13. i 14.

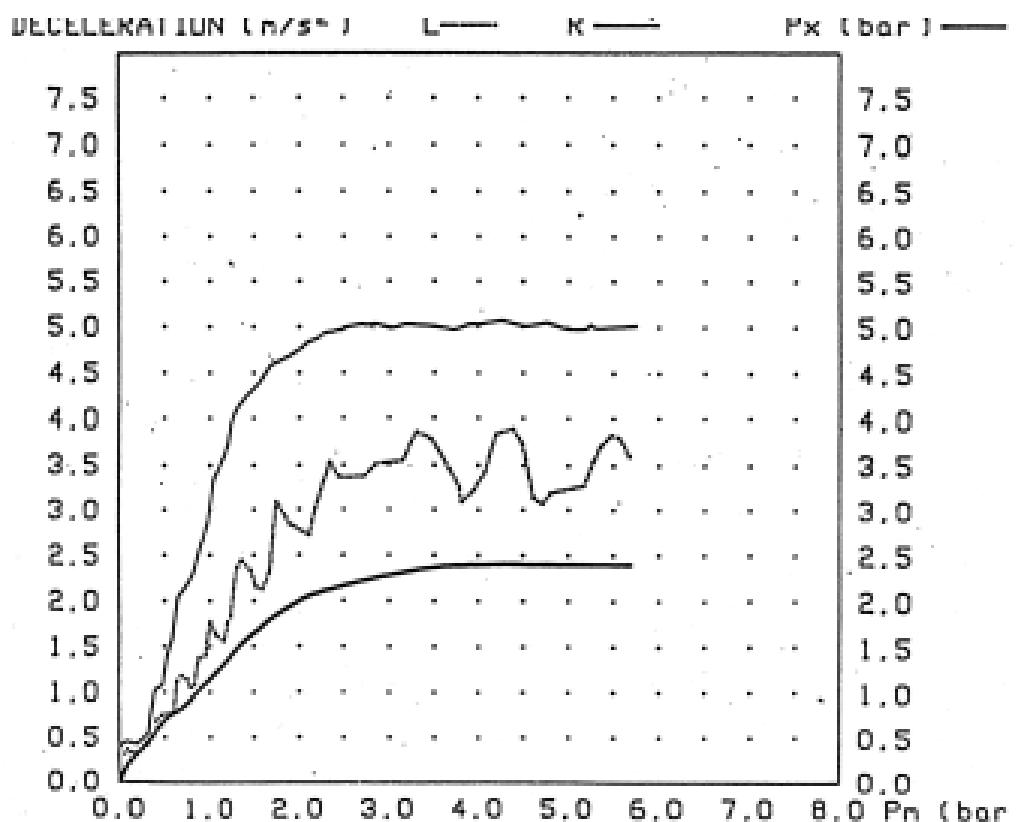
Iskrivljenost diska utiče na pojavu vibracija pri svakom prolasku istanjenog dijela diska kroz kočionu čeljust, istovremeno omogućavajući gubitak gripa i to nikada istovremeno na oba točka. Time se direktno ugrožava bezbjednost saobraćaja.

Neki od prikaza uočenih ovaliteta kočionog doboša mogu da budu:

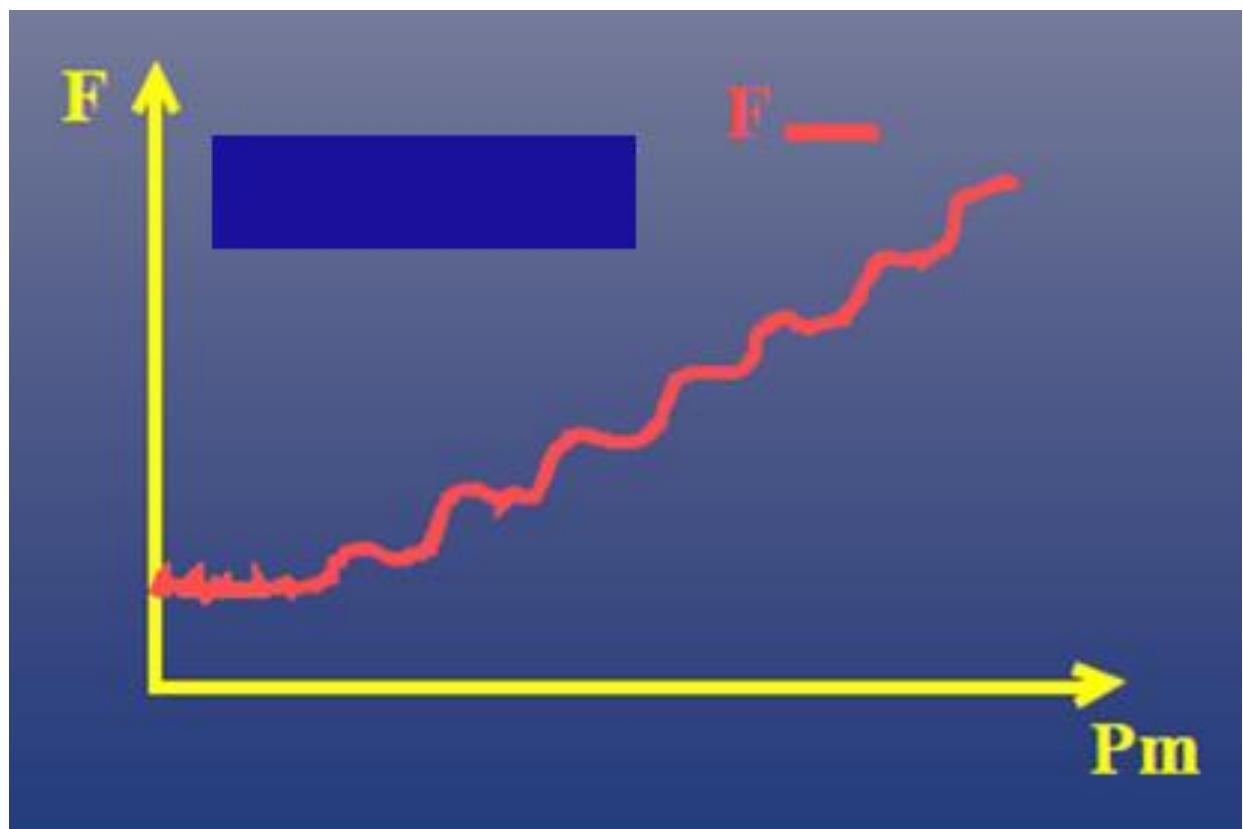
- Očigledna ovalnost kočionog doboša (slika 15.)
- Pukotine na kočionom dobošu (slika 16.)
- Stanjen kočioni doboš (slika 17.)



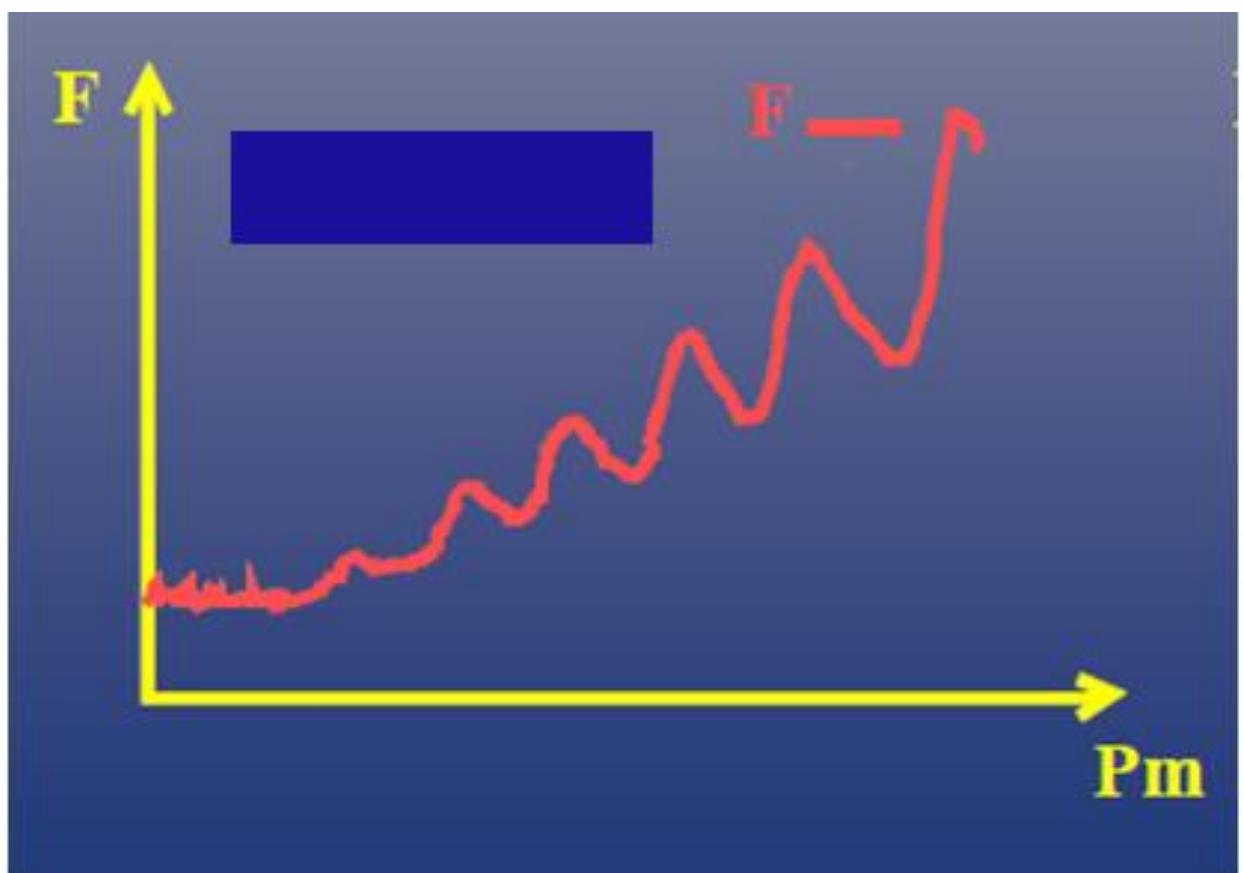
Slika 13. Ovalitet kočionog doboša



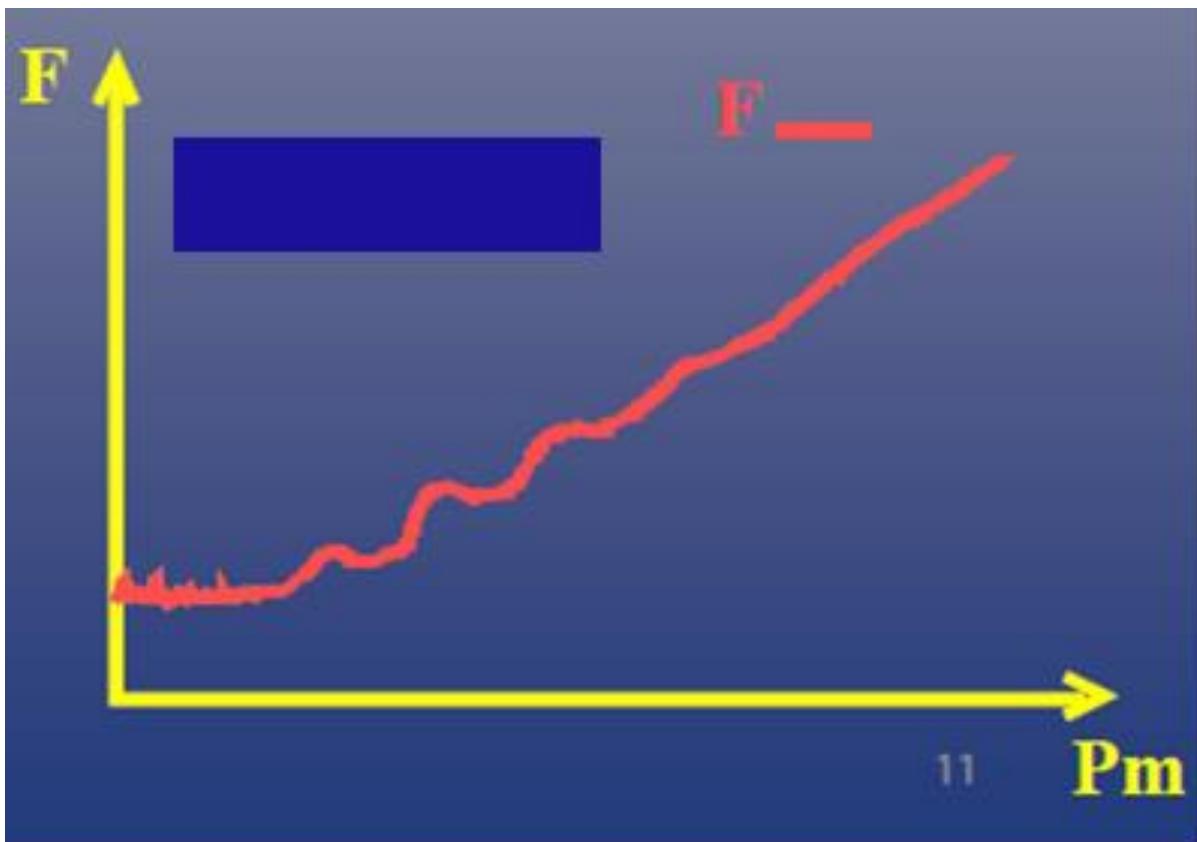
Slika 14. Iskrivljjenosti kočionog diska



Slika 15. Očigledna ovalnost kočionog doboša



Slika 16. Pukotine na kočionom dobošu



Slika 17. Stanjen kočioni doboš

Nakon uočenih ovalnosti na kočionom dobošu ili iskrivljenosti diska tokom mjerjenja neophodno je preduzeti sljedeće mjere.

Ukoliko je ta ovalnost ispod 30 % moguće je sposobiti kočioni doboš, njegovom doradom i kvalitetnim montiranjem ponovno na osovine vozila. Preko tih vrijednosti neophodno je porazmisiliti o daljem korištenju takvog kočionog doboša. Velike vrijednosti uočene ovalnosti od preko 90 %, ukazuju da vozilo odmah treba proglašiti neispravnim i zabraniti njegovo dalje korištenje u javnom saobraćaju.

Iskrivljenost diskova kočnica, njihova istanjenost i pukotine uočene na istim takođe treba da budu signal da iste treba ili doraditi ili zamjeniti novim. Dopuštene pukotine na diskovima su do 40 mm dužine i 1,5 mm širine, ali ako te pukotine nisu na rubovima diskova. Takođe, debljina diskova ne bi trebala da bude manja od 40 mm.

## TEST OVALNOSTI I EKSCENTRIČNOSTI – PBBT – NOVI PRISTUP

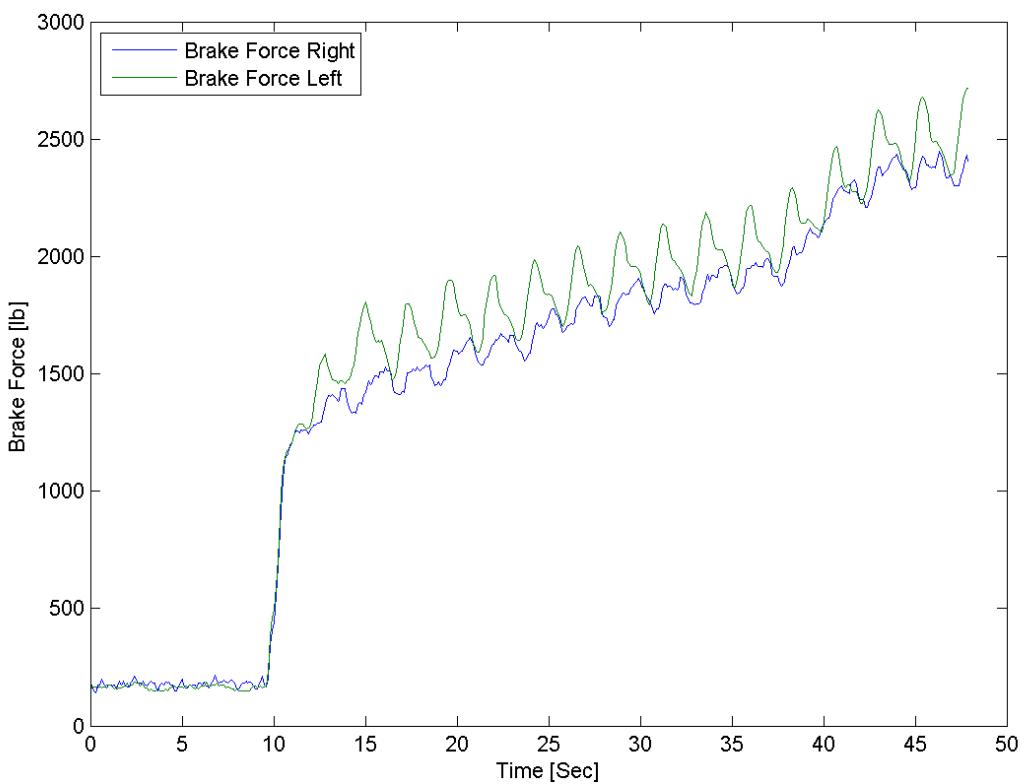
Kočioni doboši teških motornih vozila trpe ekstremna opterećenja i temperaturne promjene koje su očigledni razlog za deformacije istih. Kako se kočioni doboši hlađe sa visokih temperatura, smatra se da uključenje parking kočnice može izazvati iskrivljenje doboša odnosno njegov ovalitet.

Identifikovanje ovaliteta doboša fizičkim mjeranjem doboša je moguće, ali vremenski zahtjevno, pa stoga nije idealno za brzi korak kontrole teških komercijalnih vozila na stanicama tehničkih pregleda.

Ako prisustvo ovalnosti može negativno uticati na performanse kočenja teških teretnih vozila onda kontinuirano ispitivanje u određivanju i kvantifikaciji ovaliteta će svakako imati neprocjenjiv značaj za bezbjednost saobraćaja. S tim ciljem vrše se ispitivanja ovalnosti na vozilima pomoću PBBT testova – kočioni testovi zasnovani na perfomansnom ispitivanju teških teretnih vozila. To su ustvari valjkasti dinamometri koji se sada koriste za mjerjenje efikasnosti kočnica teških teretnih vozila. Pri PBBT testu vozač vozila pri mjerenu kočenja pritišće kočnicu povečavajućom silom kako bi PBBT tester održao konstantnu brzinu okretanja točka pri ispitivanju. Prikaz takvog jednog ispitivanja je dat u daljem tekstu.

Od interesa je odrediti da li i koliko ovalnost kao karakteristika odstupanja od kružnosti utiče na performanse kočenja vozila. Testovi na terenu poput PBBT (Performance-Based BrakeTester - USA) testova pokazuju da ovalnost može biti značajan faktor u izvršavanju PBBT testova, karakteriziran sa sinusoidalnim oblikom nadograđenim na redovnu krivu kočnice, kao što je prikazano na slici 18.

Kružni izlaz (izgled) je mjerен sa dobošem u i van vozila, rotirajući doboš oko stacionarnog brojčanog indikatora. Mjerjenje van vozila je izvedeno uz pokušaj razdvajanja montiranog ekscentriteta od ovalnosti. Ovo je urađeno sa samostalno stojećim uređajem prikazanim na slici 19. Ovaj uređaj sadrži mehanizam koji osigurava da se doboš mjeri u diskretnom broju jednakim raspoređenih pozicija (do 36).



Slika 18. Ilustracija primjećene ovalnosti ili ekscentričnosti na krivoj sile kočenja



Slika 19. Prikupljanje podataka ekscentričnosti i ovalnosti dok je doboš još montiran na vozilu (RD 379)

Rezultati mjerjenja van vozila, slika 20. su se pokazali neuvjerenljivi. Za doboše mjerene na oba načina na vozilu i van vozila, kružno odstupanje (razlika između maksimalnih i minimalnih očitanja brojačanog indikatora) mjereno na vozilu je uopšteno manje od ili jednako kružnom odstupanju mjerrenom na testeru kočnica.



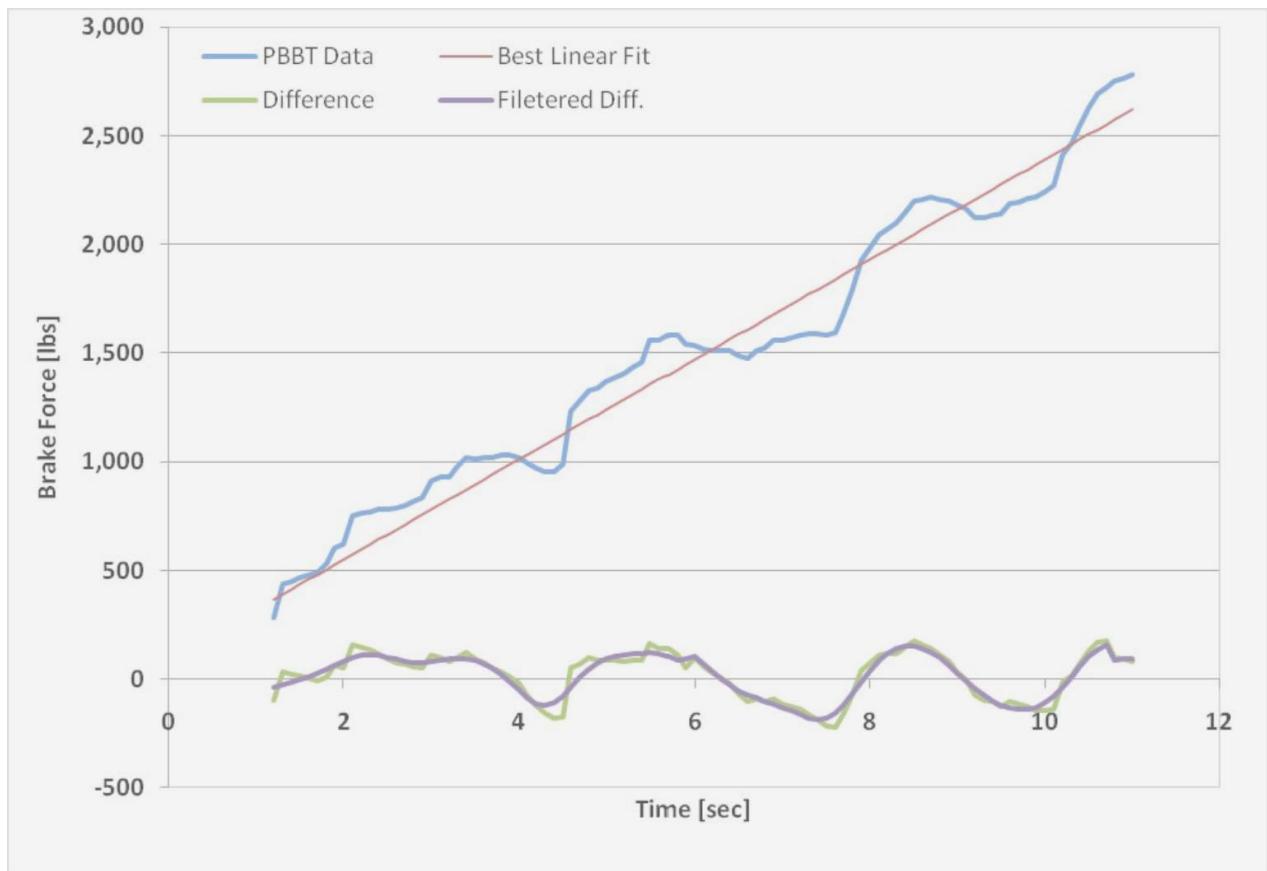
Slika 20. Prikupljanje podataka ovalnosti doboša koristeći uređaj (RD 379)

### Karakteristika ovalnosti PBBT

Test ovalnosti se izvodi koristeći PBBT uređaj; ipak, ovo je različit test od normalnih testova efikasnosti kočnica. Metodologija opisana ovdje koristi informacije sakupljene tokom uobičajenog PBBT testa da pokuša da izmjeri ovalnost, tako eliminišući potrebu za ekstra testovima. Tokom PBBT testova, vozač primjenjuje kočnice sa pojačavajućim pritiskom kako PBBT valjci održavaju konstantnu brzinu točka. U većini slučajeva sile kočenja mjerene uređajem variraju (povećavaju se) linearno s vremenom. Ipak, u nekim primjerima, grubi sinusoidalni poremećaji su prisutni u ovom pravolinijskom grafu, moguće ukazujući ovalnost kočionog doboša

ili odstupanje od kružnosti. Metodologija predložena ovdje, izolira ove smetnje i mjeri amplitudu kvazi-sinusoidalne rezultujuće funkcije kao aproksimaciju za mjerjenje ovalnosti doboša.

Slika 21. pokazuje prikupljene podatke u jednom od PBBT testova – desno upravljačka osovina testiranog vozila – gdje samo centralni dio testa, u kojem sile kočenja rastu s vremenom, je prikazan. Ovaj srednji dio testa sadrži informacije koje se mogu uzeti za procjenu ovalnosti, mada u nekim slučajevima sinusoidalna odstupanja su primijećena u zadnjem dijelu testa, kada sila kočenja dostiže svoju maksimalnu vrijednost.



Slika 21. Dio kočione sile naspram krive vremena (filtrirano i nefiltrirano)

Fokusirajući se na prikupljene podatke u centralnom dijelu testa, metodologija za procjenu ovalnosti se zasniva prvo u određivanju najboljeg linearног poravnanja sa prikupljenim podacima. U normalnim testovima – tj., testovi bez ovalnosti – ovaj centralni dio je karakteriziran linearnim povećanjem kočionih sila kako vrijeme prolazi. Najbolje linearno približenje pokušava da ponovno uspostavi donju linearnu međusobnu

vezu između sile kočenja i vremena. Najbolje linearno približenje je potom izdvojeno iz prikupljenih podataka; Rezultat je prikazan kao „Difference“ kriva na slici 1, koja je filtrirana koristeći Butterworth filter kako bi se eliminisale velike frekvantne smetnje (buka). Najzad, prikazana kao „FilteredDifference“ u slici 7, je korištena za izračun amplitude smetnji koja se koristi kao (aproksimativna) mjera ovalnosti.

Kao zaključak, navedeni test pokazuje između ostalog i da se mjerjenje ovalnosti na testnim linijama može smatrati potpuno prihvativim i mjerodavnim za kvalitetno određivanje veličine ovalnosti, a samim tim i efikasnosti kočionih sistema na vozilima koja se pregledaju.

## ZAKLJUČAK

Ovalnost kočionih doboša i iskrivljenost diskova kočnica su događaji koji sigurno prate eksploataciju vozila, a posebno teških teretnih vozila.

Ispitivanje ovalnosti doprinosi bezbjednosti saobraćaja i svakako će i dalje biti dio sveukupnog ispitivanja vozila na ispitnim linijama.

Edukacija osoblja koje je uposleno na stanicama tehničkih pregleda po pitanju ovalnosti kočionih doboša stoga direktno doprinosi poboljšanju ukupne bezbjednosti saobraćaja.

Neophodno je i da uposlenici na stanicama tehničkih pregleda vrše internu edukaciju i po ovom pitanju kako bi se obezbjedio veći kvalitet pregleda vozila, a time i smanjenje neispravnosti na vozilima u javnom saobraćaju.

Primjer novih ispitivanja ovalnosti s ciljem brže identifikacije nedostataka i njihovog pravovremenog otklanjanja će svakako doprinijeti ukupnoj bezbjednosti saobraćaja, ali i bitnom smanjenju troškova eksploatacije vozila, posebno teških komercijalnih vozila.