

VREDNOVANJE REZULTATA TEHNIČKOG PREGLEDA VOZILA ZA POTREBE EKSPERTIZA SAOBRAĆAJNIH NEZGODA

Fahrudin Kovačević
Triglav osiguranje d.d. Sarajevo
Jasmin Bijedić
Autocentar BH d.o.o. Sarajevo

Sažetak

Kada nastane neka saobraćajna nezgoda neophodno je obaviti tehnički pregled vozila, ukoliko to dozvoljava obim oštećenja na vozilu-ma. Tehnički pregled vozila i mjerenje kočione sile posebno je potrebno obaviti u saobraćajnom nezgodama gdje se radi o naletu vozila na pješaka, a u zavisnosti od doba dana korisno bi bilo obaviti i mjerenja svjetlosnog snopa vozila. U cilju utvrđivanja toka i uzroka saobraćajne nezgode obavljaju se izračuni po osnovu kojih se dobija brzina kretanja vozila u momentu sudara. U izračunu brzine kretanja vozila je jedan od bitnih parametara je iznos usporenja koje je vozilo moglo ostvariti. Rezultat krivo odabranog usporenja vozila je krivo definisana brzina kretanja vozila, a time i nestvarna slika vremensko prostorne analize dešavanja saobraćajne nezgode što može bitno uticati na ocjenu odgovornosti za nastanak iste, a time i na sudbine učesnika u istoj.

Ključne riječi : sudarni proces, usporenje, kočiona sila, koeficijent kočenja

EVALUATION OF THE RESULTS OF THE TECHNICAL INSPECTION OF VEHICLES FOR THE EXPERTISE OF TRAFFIC ACCIDENTS

Abstract:

When a traffic accident occurs it is necessary to perform a technical inspection of vehicles, if it allows the extent of damage to the vehicle-ma. Technical inspection of vehicles and measuring brake force is specifically required to do the inconvenient traffic where a burst of vehicles on pedestrians, depending on the time of day would be useful to perform measurements of the beam and the vehicle. In order to determine the flow and causes traffic accident calculations are performed on the basis of which it receives the vehicle speed at the moment of collision. In calculating the speed of a vehicle is one of the important parameter is the amount of deceleration of the vehicle could achieve. Result wrongly chosen the wrong vehicle deceleration defined vehicle speed, and thus the surreal image analysis of time and space accident events that can substantially affect the assessment of responsibility for the occurrence of the same, and hence the fate of parties in the same.

Key words: collision process, deceleration, braking force, braking coefficient

1. UVOD

Prilikom rekonstrukcije saobraćajnih nezgoda jedan od najbitnijih parametara koji je potrebno odrediti je brzina kretanja vozila. Na osnovu tragova kočenja analitičari nezgoda određuju brzinu kretanja vozila. Prilikom takvog načina izračuna brzine kretanja koristi se izraz (1):

$$v = \frac{1}{2} \cdot a_m \cdot t_s + \sqrt{2 \cdot a_m \cdot s} \dots\dots\dots (1)$$

gdje je:

v -brzinu kretanja vozila (m/s)

s -Duljina tragova kočenja (m)

t_s -porast kočione sile (obično 0,2 s)

a_m -moguće ostvarivo usporenje na tragovima kočenja (m/s²)

Duljina tragova kočenja (s) je egzaktno mjerljiva, a vrijeme porast kočione sile (t_s) uzima se u dosta pouzdanim granicama tako da ove veličine nemogu bitno da utiču na grešku prilikom izračuna brzine kretanja. Iznos moguće ostvarivog usporenja je veličina koja se usvaja, izmeđuostalog, na osnovu stanja i vrste kolovoznog zastora. Odabrani iznos bitno utiče na proračun brzine kretanja vozila. U pojedinim slučajevima iznos moguće ostvarivog usporenja je i predmetom ciljanog uticaja na dobijanje željene brzine kretanja.

Usvojene vrijednosti usporenja, prema pojedinim izvorima, prikazane su u tabeli 1.:

Izvor	Kolovozni zastor - asfalt	
	Suh (m/s^2)	Mokar (m/s^2)
Burg/Rau 1980	5,3....8,6	5,5....7,4
Daner/Hal 1980	7,5±7%	5,5±10%
Preporuke 1980	6....9	4....8
Dekra 1980	6....9	5....7
Fucik-harti-Schlosser 1988	5,5....8	4....7
Ifba Jakubasch 1988	6....10	5....7
EVU tabele	6....11	4....7,5
Mjerenje Wolfgang Hugenann	6....8,5	5....6,8

Tabela 1 - usvojene vrijednosti usporenja

2. ZAKONSKA REGULATIVA DEFINISANJA TEHNIČKE ISPRAVNOSTI VOZILA

Pravilnikom o dimenzijama, ukupnoj masi i osovinskom opterećenju vozila, o uređajima i opremi koju moraju imati vozila i o osnovnim uvjetima koje moraju ispunjavati uređaji i oprema u saobraćaju na putevima (Službeni glasnik Bosne i Hercegovine, broj 23/2007) propisuju se dimenzije vozila, ukupne mase vozila, osovinska opterećenja vozila i osnovni uvjeti koje moraju da ispunjavaju uređaji i oprema na vozilima u saobraćaju na cestama i koji na vozilima moraju biti ugrađeni i izvedeni tako da vozila mogu sigurno učestvovati u saobraćaju na cestama, kao i drugi tehnički uvjeti kojima moraju odgovarati pojedini uređaji na vozilima koji su od značaja za sigurnost saobraćaja.

2.1. Zakonom definisani koeficijenti kočenja

U članu 159. Pravilnika o dimenzijama,.... definisani su tehnički normativi za ocjenu

efikasnosti sistema kočenja motornih i priključnih vozila:

Navedeni tehnički normativi primjenjuju se na vozila pod sljedećim uslovima:

a) vozila se ispituju u statičkim uslovima ispitivanja na valjcima za ispitivanje sile kočenja;

b) površina valjaka na kojima se ispituju kočnice mora biti dovoljnog koeficijenta trenja, minimalno $\mu > 0,5$;

c) temperatura diska ne smije iznositi više od 100 °C;

d) kod ispitivanja vozila s dvostrukom ili višestrukom osovinom mora biti osigurano da nivo ispitivane osovine ne bude niži od ostalih osovine.

Vozila koja se ne mogu ispitati na statičkom ispitivanju kočnica (valjcima) ispituju se kočenjem u vožnji na ravnoj i suhoj asfaltnoj površini, korištenjem deakcelerometra – uređaja za mjerenje usporenja vozila.

KATEGORIJA VOZILA M1 - PUTNIČKA VOZILA		
Radno kočenje	Postojeća zakonska regulativa	Direktiva 2010/48/EU Sl. list EU L 173/2010
Koeficijent kočenja $z \geq (\%)$	50	58
Nožno aktiviranje $F \leq (daN)$	50	50

Tabela 2 - Tehnički normativi za ocjenu efikasnosti sistema kočenja

Normativi iz tabele 2. primjenjuju se tako da se suma sila kočenja na obodu svih točkova koje nastaju neposredno prije blokiranja točka (ili suma sila kočenja aktiviranih maksimalnim silama aktiviranja) podijeli s težinom vozila uvećanom za težinu tereta koji se trenutno nalazi u njemu i pomnoži s konstantom 100:

$$z = \frac{\sum F_{ki}}{G} \cdot 100 (\%) \dots\dots\dots (2)$$

gdje je:

z - koeficijent kočenja (%)

$\sum F_{ki}$ - suma sila kočenja na obodu svih točkova (kN)

G – težina vozila (kg)

Ovako dobiveni rezultat mora biti veći ili jednak propisanoj vrijednosti koeficijenta kočenja.

Na osnovu dobijenog koeficijenta kočenja, usporenje se računa na sljedeći način:

$$b_s = \frac{z \cdot g}{100} (\text{m/s}^2) \dots\dots\dots (3)$$

gdje je:

b_s – usporenje ((m/s²))

z – koeficijent kočenja (%)

g – gravitacija (9,81 m/s²)

Razlika sila kočenja za radnu kočnicu na točkovima iste osovine ne smije biti veća od 25%.

Nejednolikost sile kočenja (ovalitet) na točku ne smije biti veća od 20%.

3. VREDNOVANJE KOČIONOG SISTEMA

3.1. Vrednovanje kočionog sistema putničkog vozila na stanici tehničkog pregleda – laboratorijski uslovi

Mjerenje je izvršeno na uređaju za ispitivanje kočionog sistema MAHA EUROSISTEM IW7 (Slika 1.).



Slika 11 - tehnološka linija

Uređaj omogućava digitalno mjerenje vrijednosti sa mogućnošću snimanja i arhiviranja podataka. Vanjski uticaji i ljudski faktor su svedeni na minimum. Testna brzina okretanja valjaka je 3 km/h. Proces kočenja, gledajući kroz vremenski interval, odvija se postepeno.

Mjerenje je obavljeno na tri vozila (Slika 2.):

1. VOZILO 1 – BMW serije 3
2. VOZILO 2 – VW GOLF V
3. VOZILO 3 – FORD FOCUS II



Slika 12 - Ispitivana vozila

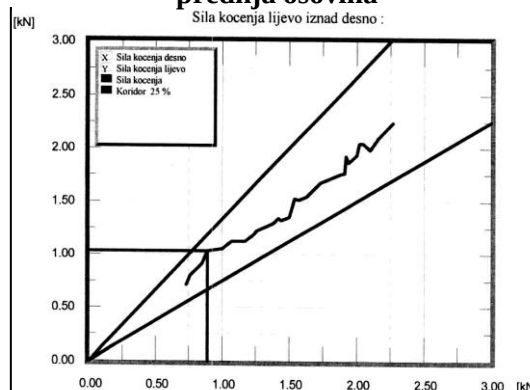
Za svako vozilo su obavljena tri mjerenja pri istim mjeriteljskim uslovima uz korištenje istih procedura mjerenja.

Ispitivanjem su dobivene sljedeće mjerne vrijednosti:

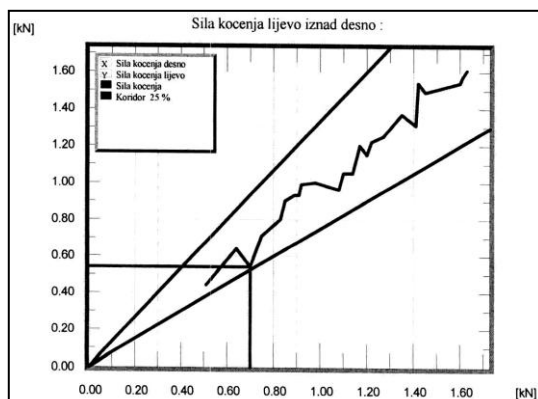
Vozilo	Mjerenje broj	Koef. kočenja (%)	Sila na pedali (N)	Prosječni i koef. kočenja (%)
BMW	1	67	58	66,33
	2	68	55	
	3	64	56	
VW	1	63	52	65,33
	2	68	50	
	3	65	50	
FORD	1	57	75	59,33
	2	61	90	
	3	60	92	

Tabela 3 - Mjerne vrijednosti

Slika 13 - Dijagram kočenja - FORD - prednja osovina



Na slikama 3. i 4. prikazani su dijagrami kočenja radne kočnice za vozilo 3 - FORD, mjerenje broj 1:



Slika 4 - Dijagram kočenja - FORD - zadnja osovina

3.2. Vrednovanje koćionog sistema vozila na poligonu –stvarni uslovi

Mjerenje je izvršeno na poligonu (Slika 5.) uz upotrebu uređaja za mjerenje usporenja vozila MAHA VZM 100 (Slika 6.). Stanjekolovoza ima veliki uticaj na konačne rezultate mjerenja.



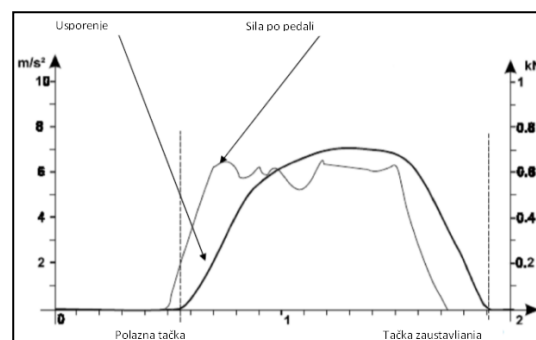
Slika 5 - Poligon



Slika 6 - MAHA VZM 100

Uređaj za mjerenje usporenja vozila MAHA VZM 100 omogućava trenutno mjerenje i memorisanje vrijednosti usporenja vozila za vrijeme procesa kočenja i slobodnog zaustavljanja, uz mjerenje i registriranje nožnog pritiska na papučicu kočnice. Teoretska testna brzina vozila u trenutku neposredno pred kočenje je 50 km/h. Kočenje motornog vozila je ekstremno i uzrokuje blokiranje točkova motornog vozila.

Ogledni dijagram toka kočenja prikazan je na slici 7.:



Slika 7 - Ogledni dijagram toka kočenja

Prosječno usporenje računa se po izrazu:

$$a_{av} = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \sum_{i=t_1}^{t_2} a_i \dots\dots\dots(4)$$

gdje je:

a_{av} – prosječna aritmetička vrijednost usporenja (m/s²)

a_i – trenutno usporenje (m/s²)

t_1 – polazno vrijeme mjerenja (s)

t_2 – krajnje vrijeme mjerenja (s)

Prosječna brzina se računa po izrazu:

$$v_{av} = a_{av} \cdot t \dots\dots\dots(5)$$

gdje je:

v_{av} – prosječna brzina (m/s)

a_{av} – prosječno usporenje (m/s²)

t – vremenski interval prosječnog usporenja (s)

Prosječna dužina kočenja (zaustavni put) računa se po izrazu:

$$s_{av} = \frac{1}{2} \cdot a_{av} \cdot t^2 \dots\dots\dots(6)$$

gdje je:

s_{av} – prosječna dužina kočenja (m)

a_{av} – prosječno usporenje (m/s²)

t – vremenski interval prosječnog usporenja (s)

Vrijeme kočenja je:

$$t_k = t_2 - t_1 \dots\dots\dots(7)$$

gdje je:

t_k – vrijeme kočenja (s)

t_1 – polazno vrijeme mjerenja (s)

t_2 – krajnje vrijeme mjerenja (s)

Mjerenje je obavljeno na tri vozila (Slika 2.):

4. VOZILO 1 – BMW serije 3
5. VOZILO 2 – VW GOLF V
6. VOZILO 3 – FORD FOCUS II

Ispitivanje je vršeno po zadatim mjeriteljskim procedurama pri brzini od 50 km/h, na asfaltnom grubom suhom kolovoznom zastoru i istom mokrom kolovoznom zastoru. Za svako vozilo su obavljena tri mjerenja pri približno istim mjeriteljskim uslovima uz korištenje istih procedura mjerenja. Ispitivanjem su utvrđene sljedeće mjerne vrijednosti (Tabela 4. – asfalt suh; Tabela 5. – asfalt mokar):

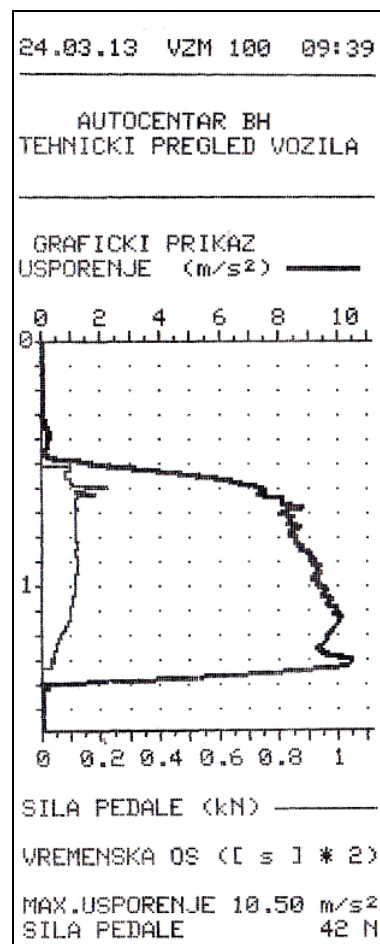
asfalt suh				
Vozilo	Mjerenje broj	Usporenje (m/s ²)	Sila na pedali (N)	Prosječno usporenje (m/s ²)
BMW	1	9,72	54	9,6
	2	9,48	50	
	3	9,6	50	
VW	1	9	52	9,53
	2	10,16	56	
	3	9,44	50	
FORD	1	9,04	46	9,88
	2	10,12	36	
	3	10,5	42	

Tabela 4 - Mjerne vrijednosti

asfalt mokar				
Vozilo	Mjerenje broj	Usporenje (m/s ²)	Sila na pedali (N)	Prosječni usporenje (m/s ²)
BMW	1	9,54	58	9,46
	2	9,21	59	
	3	9,62	52	
VW	1	8,86	62	8,68
	2	8,56	60	
	3	8,64	62	
FORD	1	10,18	62	9,94
	2	9,52	56	
	3	10,14	70	

Tabela 5 - Mjerne vrijednosti

Na slici (8) prikazan je ispis rezultata mjerenja sa uređaja MAHA VZM 100 za vozilo 3 - FORD, mjerenje broj 3:



Slika 8 - Ispis rezultata iz MAHA VZM 100 – FORD – asfalt suh

Poređenja radi izvršena su dodatna ispitivanja po zadatim mjeriteljskim procedurama pri brzini od 30 km/h i 70 km/h, na grubom asfaltnom mokrom kolovoznom zastoru i dobijene su sljedeće mjerne vrijednosti:

Brzina 30 km/h				
Vozilo	Mjerenje broj	Usporenje (m/s ²)	Sila na pedali (N)	Prosječno usporenje (m/s ²)
BMW	1	8,58	58	8,46
	2	8,20	52	
	3	8,60	55	
VW	1	9	52	7,97
	2	10,16	56	
	3	9,44	50	
FORD	1	9,42	52	8,95
	2	8,94	55	
	3	8,50	50	

Tabela 6 - Mjerne vrijednosti

Brzina 70 km/h				
Vozilo	Mjerenje broj	Usporenje (m/s ²)	Sila na pedali (N)	Prosječni usporenje (m/s ²)
BMW	1	9,72	68	9,09
	2	9,25	65	
	3	8,90	65	
VW	1	8,36	55	8,48
	2	8,78	59	
	3	8,30	64	
FORD	1	10,60	65	9,99
	2	9,88	58	
	3	9,50	70	

Tabela 7 - Mjerne vrijednosti

6.3. Uporedba rezultata mjerenja – laboratorijski i stvarni uslovi

Vozilo	BMW	VW	FORD
Ispitivanje na stanici – koeficijent kočenja μ_z (%)	66,33	65,33	59,33
Ispitivanje na stanici – usporenje $b_s = \frac{z \cdot g}{100}$ (m/s ²)	6,51	6,41	5,82
Mjerenje akcelerometrom – suh asfalt b_a (m/s ²)	9,36	9,53	9,88
Mjerenje akcelerometrom – mokar asfalt b_a (m/s ²)	9,46	8,68	9,94
Razlika u mjerenju – suh asfalt $\frac{b_a - b_s}{b_a} \cdot 100$ (%)	32,22	32,75	41,09
Razlika u mjerenju – mokar asfalt $\frac{b_a - b_s}{b_a} \cdot 100$ (%)	31,22	26,17	41,45

Tabela 8 - Usporedni rezultati mjerenja

4. VREDNOVANJE REZULTATA MJERENJA

Sprovedene su dvije vrste mjerenja:

- laboratorijski uslovi - u stanici tehničkog pregleda
- realni uslovi - na poligonu.

Mjerenja su izvršena po radnim procedurama koja je propisao proizvođač kontrolno-mjerne opreme. Korišteni uređaji posjeduju tipska odobrenje izdata od nadležne institucije i uređaj je umjeren u skladu s mjeriteljskim procedurama od strane nadležne institucije.

Dobijeni rezultati mjerenja se razlikuju i pokazuju da se daleko veće vrijednosti usporenja ostvaruju u realnim uslovima.

Mjerne vrijednosti dobijene mjerenjem na asfaltnom suhom kolovoznom zastoru veće su od mjernih rezultata dobijenih u laboratorijskim uslovima u granicama od 32,22 % do 41,09%. Pri mjerenju na asfaltnom mokrom kolovoznom zastoru dobijeni rezultati mjerenja su u granicama od 26,17% do 41,45 % veći od mjernih rezultata dobijenih u laboratorijskim uslovima.

5. ZAKLJUČAK

Zakonskim propisima je definisano koliko usporenje vozilo minimalno mora ostvariti da bi se isto smatralo tehnički ispravnim. Domaći propisi već više od dvije godine nisu usklađeni s evropskim propisima koji tretiraju kočioni sistem za putnička vozila

Stanje kočionog sistema, a samim tim iznos moguće ostvarivog usporenja, može se dobiti ispitivanjem kočionog sistema vozila na stanici tehničkog pregleda vozila i u stvarnim uslovima uz korištenje mjernih uređaja.

U izračunu brzine kretanja vozila iznos dobijenog rezultata direktno je proporcionalan iznosu odabranog/dobijenog usporenja vozila. Pravilno odabrano usporenje posebno je važno da bi se realno mogao analizirati tok dešavanja saobraćajne nezgode i da bi se sačinila realna vremensko prostorna analiza dešavanja iste, a time i pojedinačna odgovornost učesnika u nezgodi.

Odabir usporenja je jako bitan faktor u analizi saobraćajnih nezgoda sa smrtnim posljedicama, bilo da se radi u kontaktu dva vozila ili naletu vozila na pješaka. U takvim nezgodama nije rijedak slučaj da se vozilo, ukoliko je tehnički sposobno, uputi na vanredni tehnički pregled, a najviše s ciljem kontrole ispravnosti kočionog sistema. U dosta slučajeva rezultati dobijeni sa vanrednog tehničkog pregleda, u pogledu moguće ostvarivog usporenja, uzimaju se za izračun dinamike kretanja vozila. Dobijeni rezultati su laboratorijski i njih treba koristiti s velikom rezervom.

Iznos moguće ostvarivog usporenja najbolje je dobiti mjerenjem u stvarnim uslovima. Provedena ispitivanja u ovom radu su pokazala da su iznosi moguće ostvarivog usporenja, u stvarnim uslovima

u odnosu na dobijeni iznos usporenja na stanici tehničkog pregleda, veći do cca 40%. Konkretna mjerenja su pokazala da se iznos moguće ostvarivog usporenja dobijenog na stanici tehničkog pregleda koristi uvećan koeficijentom od 1,2 do 1,4.

LITERATURA

- [1] Burg / Rau, Handbuch Der Verkehrsunfallrekonstruktion
- [2] Werner Gratzner, Rekonstrukton von Strassenverkehrsunfallen
- [3] Herausgeber: Wolfgang Hugemann, Unfallrekonstruktion 1 i 2
- [4] M.Kuhn, A.Rose, K.Seifert, Untersuchung des Fussganger-Fahrzeug Unfall hinsichtlich des Fahrerverhaltens
- [5] Internet- www.unfallforensik.de
- [6] Internet- www.unfallaufnahme.info
- [7] Internet- www.ibb-com.de
- [8] Internet- www.dsd.at
- [9] Internet- www.analyzer.at
- [10] Internet- www.cvh.hr