



KARAKTERISTIKE KOČENJA MOTOCIKLA

Doc. dr Momčilo Sladoje dipl. ing.saob., email: sladojem@teol.net
MA, Amila Duraković, dipl.ing.saob.i kom., email: amila.mujić@iu-travnik.com
Internacionalni univerzitet Travnik u Travniku, Bosna i Hercegovina

Sažetak: U toku vožnje motociklista mora biti siguran da će na bezbjedan način zaustaviti motocikl ispred svake očekivane prepreke. Kočenje motocikla jeste rutinska radnja, koju je svaki motociklista izgradio prilikom obuke a kasnije i u toku samostalnog upravljanja motociklom. Međutim, sama tehnika kočenja motocikla je složenija radnja od kočenja automobila. Kočenje motocikla može biti odvojeno prednjom ili zadnjom kočnicom i kombinacijom sa obje kočnice. U svim slučajevima je različit intenzitet kočenja, različita dužina zaustavnog puta, ali je istovremeno i različit rizik da u toku kočenja nastupi destabilizacija motocikla sa različitom manifestacijom konfliktnog slučaja. Upravo ova činjenica navodi nas na analizu konfliktnih situacija koje mogu nastupiti u toku kočenja. Tehničko-tehnološke karakteristike motocikla i izbor načina upravljanja motociklom, uveliko određuju bezbjednost saobraćaja i posljedice saobraćajnih nezgoda u kojima učestvuju motocikli. Zato je potrebno na naučnoj osnovi odgovoriti na pitanje izbora efikasnog i bezbjednog načina kočenja motociklom, odnosno definisati sile koje se javljaju u toku kočenja, te izabrati najbolju kombinaciju intenziteta sile kočenja prednje i zadnje kočnice.

Ključne riječi: Bezbjednost u saobraćaju, motocikl, zaustavni put, koeficijent trenja, sila trenja, usporenje, destabilizacija, kočenje motocikla.

BRAKING CHARACTERISTICS OF MOTORCYCLES

Abstract: During the ride, motorcyclists must be sure to safely stop the motorcycle in front of each expected obstacles. Braking motorcycle eating routine action which was built during every motorcyclist training and later during independent management of the motorcycle. However, the technique is more complex motorcycle braking action of the braking of the car. Braking motorcycle can be a separate front or rear brake and the combination of both brakes. In all cases, the different intensity of braking, different length of stopping, but it is also a risk that different braking performances during the destabilization of motorcycle with different manifestation konfliktnog case. This fact leads us to analyze konfliktnih situations that may occur during braking. Technical and technological characteristics of the motorcycle and the choice of management style motorcycle, largely determine the safety of traffic and the consequences of accidents involving motorcycles. Therefore, it is necessary to scientifically answer the question of choice of efficient and secure ways of motorcycle braking, and define the forces that occur during braking, and to choose the best combination of the intensity of the braking force front and rear brakes.

Keywords: Traffic safety, motorcycle, stopping distance, friction coefficient, friction force, deceleration, destabilization, braking the motorcycle.

1. UVOD

Institucije i pojedinci zaduženi za bezbjednost saobraćaja pokušavaju da utvrde šta utiče na bezbjednost saobraćaja. Identifikacija faktora koji direktno ili indirektno utiče na bezbjednost saobraćaja, predstavlja drugi korak u nastojanju da se bezbjednost podigne na viši nivo. Treći korak u podizanju bezbjednosti saobraćaja predstavlja definisanje načina i metoda „popravljanja“ faktora koji utiče na bezbjednost saobraćaja. Jedan od najbitnijih direktnih faktora koji utiče na bezbjednost saobraćaja jeste efikasnost kočenja vozila i ponašanje vozila u kočnom režimu. Različite vrste vozila imaju različito ponašanje u kočnom režimu, a što jeste posljedica njihovih tehničko-tehnoloških karakteristika. Zatim, ista vrsta vozila se različito ponaša u različitim načinima kočenja. Kada motociklo poredimo sa ostavim vrstama vozila utvrđujemo da je vrlo specifičan po načinu konstrukcije, po svojim dinamičkim karakteristika i po načinu ponašanja u različitim saobraćajnim situacijama. Posebno osjetljiva radnja motoklom u saobraćaju jeste forsirano kočenje motocikla. Efikasnost kočenja



motocikla i bezbjednost motocikliste u kočnom režimu određena je načinom kočenja. Odnosno da li se kočenje preduzima prednjim, zadnjim ili sa oba točka.

2. MOTOCIKLI

Motocikl prema ZOBS-u predstavlja motorno vozilo s dva točka ili s tri asimetrično postavljena točka (s bočnom prikolicom), kod koga je radna zapremina motora veća od 125 cm³, koje na ravnom putu može razviti brzinu veću od 45 km/h. Vozač motocikla mora upravljati motociklom na način kojim se ne umanjuje stabilnost istog i ne ometaju drugi učesnici u saobraćaju, a naročito ne smije :

1. Ispuštati upravljač iz ruku, osim kad najavljuje promjenu smjera kretanja;
2. Sklanjati noge s pedala;
3. Pridržavati se za drugo vozilo;
4. Voditi, vući ili potiskivati druga vozila, odnosno životinje osim vući priključno vozilo za bicikl;
5. Dopustiti da vozilo kojim upravlja bude vučeno ili potiskivano;
6. Prevoziti predmete koji ga mogu ometati tokom upravljanja;
7. Upotrebljavati na oba uha slušalice za audiouređaje;
8. Upotrebljavati mobilni telefon.

Vozač motocikla kao i lica koja se prevoze tim vozilima moraju za vrijeme vožnje nositi zakopčanu zaštitnu kacigu. Osim zaštitne kacige koja je obavezna zakonom, svaki motociklista mora imati i dodatnu opremu koja ga štiti kao vozača u slučaju nezgode. Dodatnu opremu sačinjavaju rukavice, jakna, čizme, pantalone. Kao i bicikl, motocikl ima svoj okvir, zadnji kotač koji tjera naprijed motocikl, prednji kotač za upravljanje i komande na upravljaču. Motocikl kao i automobili imaju motore sa unutrašnjim sagorijevanjem.

3. KOČENJE MOTOCIKLA

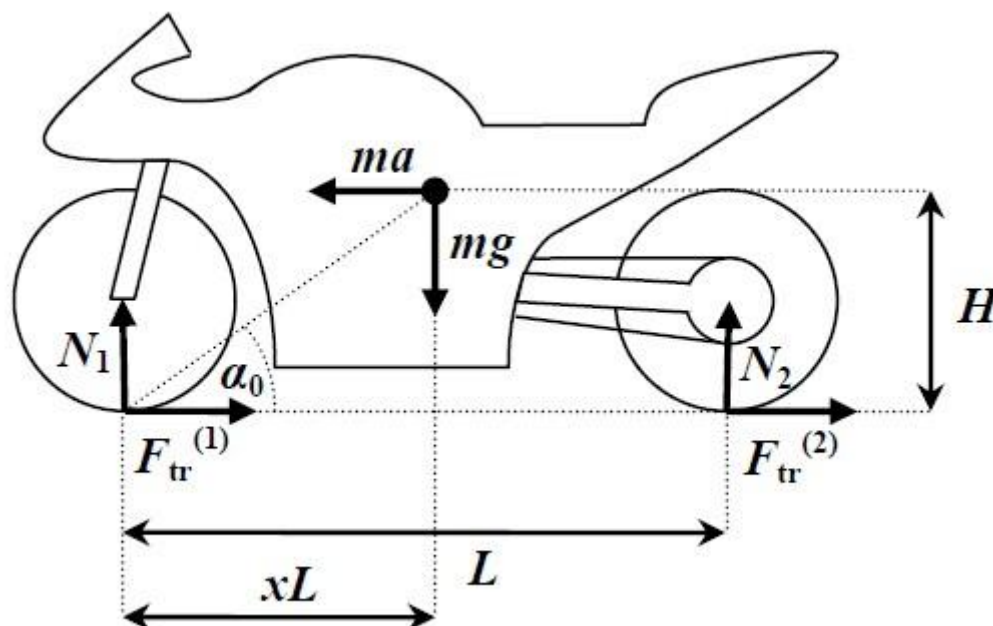
Za motocikle su karakteristični različiti slučajevi kočenja, tj. kočenje prednjom kočnicom, zadnjom ili objema u isto vrijeme. O ovim slučajevim će biti govora u nastavku.

Ovdje želimo odrediti usporenje motocikla koje se može postići kočeći samo zadnjom, samo prednjom ili objema kočnicama. Obzirom da prilikom kočenja nije isti omjer ukupne mase motocikla i motocikliste na prednjem i na zadnjem točku, to će i koeficijent trenja prijanjanja prednjeg i zadnjeg točka biti različit, pa je:

- μ_1 - koeficijent trenja između prednje gume i puta, i
 μ_2 - koeficijent trenja između zadnje gume i puta.

Bitni parametri za određivanje usporenja motocikla su:

- L – udaljenost dodirnih točkova prednjeg i zadnjeg pneumatika motocikla s podlogom,
H – visina (udaljenost od podloge) zajedničkog težišta motocikla i vozača.



Slika 1. Pojednostavljena geometrija motocikla

Problem posmatramo iz neinercijalnog sistema samog motocikla. Na Slici 1. prikazane su sile koje djeluju na motocikl u režimu kočenja (usporenja).

Po sistemu akcije i reakcije, podloga djeluje na motocikl silom N_1 na prednjem točku i sile N_2 na zadnjem točku. Suma ove dvije sile jednaka je proizvodu ukupne mase motocikla, motocikliste i sile zemljine teže, tj.

$$m \cdot g = N_1 + N_2$$

Ukupna sila F_{tr} koja je zbir sile trenja prednje gume $F_{tr}^{(1)}$ i sile trenja zadnje gume $F_{tr}^{(2)}$, u uravnoteženom sistemu treba da bude jednaka proizvodu ukupne mase motocikla, motocikliste i usporenja motocikla, tj.

$$m \cdot a = F_{tr} = F_{tr}^{(1)} + F_{tr}^{(2)}$$

Smisao ovog kompletnog računa jeste zahtjev za eliminisanje ukupnog momenta sile koji djeluje na kraku xL , kako pri kočenju ne bi došlo do prevrtanja motocikla preko prednjeg točka. Ovoga rizika nema ukoliko se ostvari kočenje samo zadnjim točkom, dok je on jako izražen ukoliko se koči samo prednjim točkom.

Izračunavanje momenta sile u mjestu dodira prednjeg točka i podloge (ukoliko mjesto dodira posmatramo kao jednu tačku), možemo postaviti obrazac:

$$N_2 \cdot L + m \cdot a \cdot \sqrt{H^2 + (xL)^2} \cdot \sin \alpha_0 = m \cdot g \cdot \sqrt{H^2 + (xL)^2} \cdot \cos \alpha_0$$

Analizom predhodnog izraza vidimo da lijeva strana jednačine inicira prevrtanje motocikla i motocikliste prilikom kočenja preko prednjeg točka, dok desna strana jednačine inicira zadržavanje motocikla na podlozi.



4. NAČINI KOČENJA MOTOCIKLA

4.1. Kočenje zadnjom kočnicom

Prilikom kočenja samo zadnjom kočnicom, ukupna sila trenja jednaka je sili trenja samo zadnjeg točka. U tom slučaju bitna je samo sila reakcije podloge na zadnjem točku N_2 , tj.

$$m \cdot a = F_{tr}^{(2)}$$

Maksimalno trenje se javlja pri maksimalnom pritisku kočione papuče (ručke), tj.

$$m \cdot a_{maxzk} = \mu_2 \cdot N_2$$

Ukoliko silu reakcije podloge na zadnji točak izrazimo preko mase, rastojanja točkova i visine težišta, dobit ćemo sljedeće:

$$N_2 = \frac{m}{L} \cdot (g \cdot xL - a \cdot H)$$

Tada ćemo dobiti maksimalno usporenje kada se motocikl koči zadnjom kočnicom pomoću sljedećeg empirijskog izraza:

$$a_{maxzk} = \frac{\mu_2 \cdot g \cdot xL}{L + \mu_2 \cdot H}$$

U dinamičkom sistemu pri usporenju motocikla pod uticajem sile inercije dio težine motocikla i motocikliste prenosi se na prednji točak, pri čemu slabi kontakt zadnje gume sa podlogom, odnosno reakcija podloge N_2 opada, što je i jasno vidljivo iz predhodnog izraza.

4.2. Kočenje prednjom kočnicom

Prilikom kočenja samo prednjom kočnicom, ukupna sila trenja jednaka je sili trenja samo prednjeg točka. U tom slučaju bitna je samo sila reakcije podloge na prednjem točku N_1 , tj.

$$m \cdot a = F_{tr}^{(1)}$$

Maksimalno trenje se javlja pri maksimalnom pritisku kočione papuče (ručke), tj.

$$m \cdot a_{maxpk} = \mu_1 \cdot N_1$$

U slučaju kočenja samo prednjom kočnicom sila reakcije podloge na prednji točak raste sa porastom usporenja usljed djelovanja sile inercije. Naime, sigurno je da ugao dolazi do poniranja prednjeg dijela motocikla i da sila koja djeluje iz težišta na tačku oslonca prednjeg točka na podlogu zaklapa veći ugao sa podlogom nego je taj ugao bio u nekočenom stanju, tj:

$$\alpha_{kočpk} > \alpha_0$$

Ukoliko silu reakcije podloge na prednji točak izrazimo preko mase, rastojanja točkova i visine težišta, imamo sljedeći empirijski obrazac:



$$N_1 = \frac{m \cdot g \cdot L \cdot (1 - x)}{L - \mu_1 \cdot H}$$

Tada ćemo dobiti maksimalno usporenje kada se motocikl koči prednjom kočnicom pomoću sljedećeg empirijskog izraza:

$$a_{maxpk} = \frac{\mu_1 \cdot g \cdot L \cdot (1 - x)}{L - \mu_1 \cdot H}$$

U dinamičkom sistemu pri usporenju motocikla pod uticajem sile inercije dio težine motocikla i motocikliste prenosi se na prednji točak, pri čemu jača kontakt prednje gume sa podlogom, odnosno reakcija podloge N_1 raste, što je i jasno vidljivo iz predhodnog izraza.

4.3. Kočenje sa obje kočnice

Prilikom kočenja sa obje kočnice, ukupna sila trenja jednaka je zbiru sila trenja prednjeg i zadnjeg točka. U tom slučaju bitne su obje sile reakcije podloge na prednji točak N_1 i na zadnji točak N_2 , tj.

$$m \cdot a = F_{tr}^{(1)} + F_{tr}^{(2)}$$

Maksimalno trenje se javlja pri maksimalnom pritisku kočione papuče (ručke), tj.

$$m \cdot a_{max} = \mu_1 \cdot N_1 + \mu_2 \cdot N_2$$

Reakcija podloge na prednji točak jednaka je :

$$N_1 = m \cdot g - N_2$$

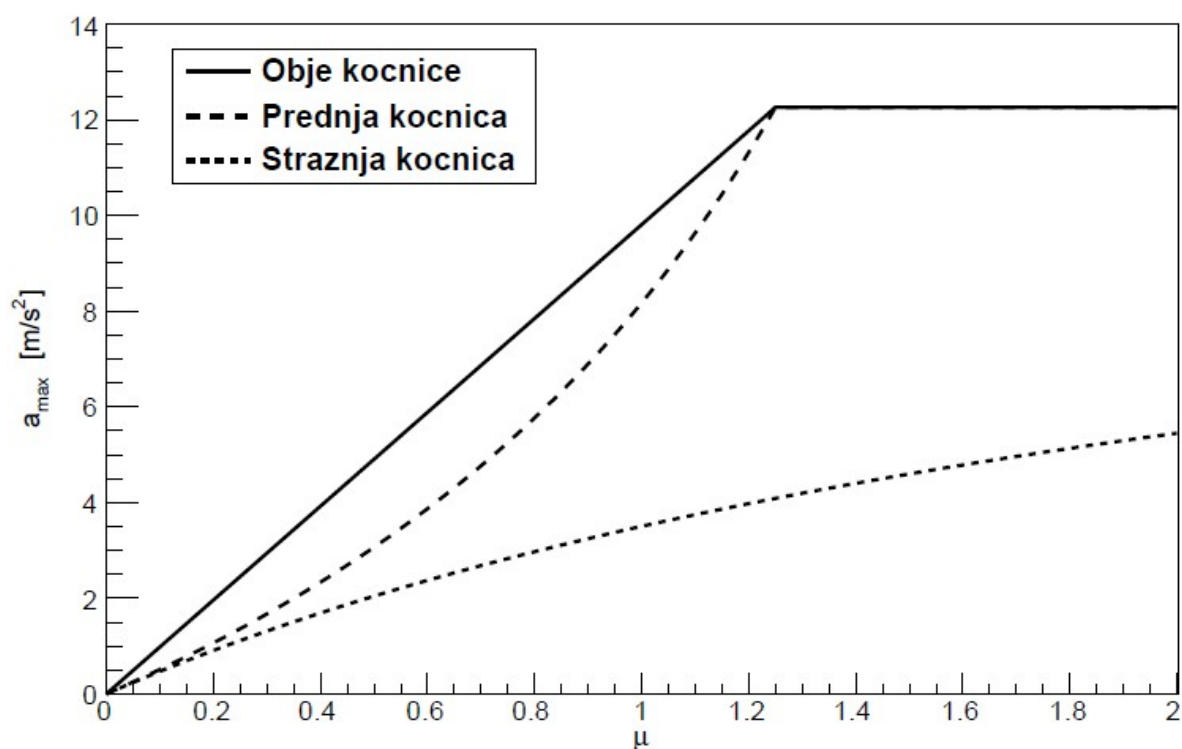
Uvrštavanjem u predzadnju jednačinu izvodimo da je :

$$N_2 = \frac{m \cdot (a_{max} - g \cdot \mu)}{\mu_2 - \mu_1}$$

Konačno, potpuno rješenje za maksimalno usporenje obje kočnice jednako je:

$$a_{max} = \frac{L \cdot g \cdot [\mu_1 + x \cdot (\mu_2 - \mu_1)]}{L + H \cdot (\mu_2 - \mu_1)}$$

Na slici 2. prikazano je kočenje prednjom, zadnjom te objema kočnicama, respektivno. Za koeficijente trenja prednje i stražnje kočnice pretpostavljeno je da su jednakog iznosa μ , odnosno $\mu_1 = \mu_2 = \mu$. Uz $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, za preostale parametare izabrane su vrijednosti: $L = 1.5 \text{ m}$, $H = 0.6 \text{ m}$ te $x = 0.5$.



Slika 2. Maksimalno usporenje pri kočenju zadnjom, prednjom te objema kočnicama u zavisnosti od koeficijenta trenja ($\mu_1 = \mu_2 = \mu$). $L = 1.5$ m; $H = 0.6$ m; $x = 0.5$; $g = 9.81$ m/s²

Kada su u pitanju koeficijenti usporenja koji se mogu ostvariti u zavisnosti od podloge, odnosno u zavisnosti od načina kočenjakojom kočnicom koči motocikl, a da se pri tom kreće brzinom od 60 km/h, nalaze se u sljedećoj tabeli:

Tabela 1. Tabela usporenja motocikla¹²¹

Način kočenja	Usporenje (m/s ²)
koči samo zadnji točak	3,5.....4,5
koči samo prednji točak	5,0.....6,5
koči prednji i zadnji točak	6,5.....9,0

¹²¹ Autori G.Gurath i W. Groser



5. DUŽINA ZAUSTAVNOG PUTA MOTOCIKLA

Dužina zaustavnog puta motocikliste ukoliko se kreće u granicama dozvoljene brzine za naselje i za magistralni put, ukoliko se kreće po mokrom i vlažnom kolovozu i ukoliko koči samo prednji točak, samo zadnji točak ili kočice i prednji i zadnji točak, izračunat ćemo po sljedećem obrascu i predstaviti u sljedećoj tabeli:

$$S_{zp} = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_0}{3,6} + \frac{V_0^2}{26 \cdot a}$$

Tabela 2. Dužina zaustavnog puta motocikla na suhom i mokrom kolovozu

Način kočenja	Podloga asfaltna, bez prisustva udarnih rupa	Vožnja u naselju (Ograničenje 50 km/h)	Vožnja van naselja (Ograničenje 80 km/h)
Koči samo zadnji točak	Na mokrom kolovozu	$S_{zzt} = 39,97 \text{ m}$	$S_{zzt} = 90,33 \text{ m}$
	Na suhom kolovozu	$S_{zzt} = 33,87 \text{ m}$	$S_{zzt} = 74,70 \text{ m}$
Koči samo prednji točak	Na mokrom kolovozu	$S_{zpt} = 31,73 \text{ m}$	$S_{zpt} = 69,23 \text{ m}$
	Na suhom kolovozu	$S_{zpt} = 27,29 \text{ m}$	$S_{zpt} = 57,87 \text{ m}$
Koči prednji i zadnji točak	Na mokrom kolovozu	$S_z = 27,29 \text{ m}$	$S_z = 57,87 \text{ m}$
	Na suhom kolovozu	$S_z = 23,18 \text{ m}$	$S_z = 47,35 \text{ m}$

Pored brzina koje su neophodne za izračunavanje dužine zaustavnog puta kočenja motocikla, vrlo značajan faktor je i podloga po kojoj se kreće vozilo ili u ovom slučaju motocikl. Podloga predstavlja važan element pri zaustavljanju motocikla, tj. ovisi od kolovozne konstrukcije te uslova odvijanja saobraćaja. Također vrijeme reagovanja vozača utječe na zaustavni put, a ono zavisi od psihofizičkih osobina vozača i njegove spremnosti da reaguje na neku prepreku. Općenito se uzima da je vrijeme reagovanja (t_r) sastavljeno od sljedećih komponenti:

$t_1 = 0.8 \text{ (s)}$ - vrijeme uočavanja i reagovanja vozača

$t_2 = 0.05 \text{ (s)}$ - vrijeme kašnjenja aktiviranja kočionog mehanizma

$t_3 = 0.15 \text{ (s)}$ - vrijeme porasta usporenja kod putničkih automobila

6. ZAKLJUČAK

Osnova dobre tehnike vožnje je dobro razumijevanje osnova rukovanja motociklom, pri čemu se mora rutinirati kočenje i upravljanje motociklom. To su osnovne tehnike koje se stalno koriste u saobraćaju i koje se tokom upravljanja usavršavaju. U kriznim situacijama mogućnost i vještina kočenja i upravljanja omogućuju izbjegavanje nesreće. Kočnicom se kontroliše način kretanja motocikla, dosta više nego bilo kojom drugom radnjom. Ukoliko se kočnica ispravno upotrebljava, način kočenja pravi razliku između kontrolisanog upravljanja motociklom i vožnje motocikla. Efikasno kočenje omogućuje precizno kontrolisanje brzina kroz zavoj, snage modernih motocikala i panične reakcije u iznenadnim situacijama. Dobro poznavanje tehnike kočenja daje ogromnu dozu pouzdanosti u sopstvenu vožnju.



Trenutak kada motociklista pustigas, čak i prije nego što počne kočenje, otpočinje prenos težine sa zadnjeg na prednji dio motocikla. Opruge prednje viljuške počinju da se sabijaju, a zadnji amortizer da se razvlači. Progresivnim pojačavanjem sile kočenja, sve više težine prebacuje se na gaznu površinu prednje gume, a to ujedno uzrokuje pomjeranje težišta motocikla. Promjena težišta motocikla određuje način ponašanja istog u kočnom režimu. U vožnji, težina je više-manje pravilno distribuirana i približno isto opterećuje prednji i zadnji točak motocikla. Prilikom umjerenog kočenja približno 75% težine prebacuje na prednji dio motocikla, a kod snažnijih kočenja i do 90%, ostavljajući zadnji točak sa opterećenjem od svega 10% ukupne težine. Svaku promjenu smjera ili pravca kretanja vršimo tako da na tren, koliko traje promjena, otpustimo kočnice te ih ukoliko je to potrebno, nakon promjene ponovno apliciramo kad je motocikl 'poravnat'. Iznimka su vozila sa sustavom protiv proklizavanja kotača pri kočenju, kada je moguće vršiti promjene i kočiti istovremeno.

LITERATURA:

- [1] Lindov O.(2007) Sigurnost u cestovnom saobraćaju, Sarajevo;
- [2] Zakon o osnovama sigurnosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini („Službeni glasnik BiH“, broj:06/06 od 31.01.2006. godine),
- [3] Nacionalni program sigurnosti cestovnog prometa, (2014) Udruga karavana za život „Bikeri na cesti“, Zagreb