

INŽENJERSKI PRISTUP UTVRĐIVANJU USPORENJA VOZILA NA PUTU PREVRTANJA / ENGINEERING APPROACH TO DETERMINING VEHICLE DECELERATION ON A ROLLOVER ROAD

Momčilo Sladoje¹, Asib Alihodžić¹, Jusuf Ahmić¹, Azra Medunjanin²

¹Internacionalni Univerzitet Travnik u Travniku, Aleja Konzula Meljanac bb BiH,

² Republika Kosovo, Ministarstvo rada, finansija i transfera sa sjedištem u Peći,
e-mail: m.b.sladoje@gmail.com, asibdr@gmail.com, jusuf.ahmic@iu-travnik.com,
azra_medunjanin@hotmail.com

Stručni članak

<https://www.doi.org/10.58952/zr20251401496>

UDK / UDC 656.1.073:534.83:629.113

Sažetak

Saobraćajne nezgode se događaju svakodnevno i nigdje u svijetu nema apsolutno bezbjedan saobraćajni sistem. Razne svjetske stručne organizacije i pojedinci bave se dubinskim analizama saobraćajnih nezgoda. Na osnovu takve analize, predlažu se mjere za poboljšanje stepena bezbjednosti saobraćaja. Tragovi na kolovozu, stanje kolovoza i oštećenje vozila, predstavljaju polazne objektivne podatke za provođenje dubinske analize svake pojedinačne saobraćajne nezgode. Količina kinetička energija koju vozilo posjeduje u zoni nezgode, direktno je proporcionalna masi vozila i kvadratu brzine. U toku sudarnog procesa vozilo ne gubi masu, nego gubi brzinu, a kinetička energija prelazi u druge oblike, pa u zaustavnoj poziciji, količina kinetičke energije i brzina vozila jednaki su nuli. Vozilo brzinu „troši“ u raznim fazama predsudarnog, sudarnog i postsudarnog procesa. U ovom radu će biti analiziran gubitak brzine u postsudarnoj fazi, kada se vozilo u toku smirivanja prevrće i rotira oko centra oslonca – mjesta kojim vozilo ostvaruje kontakt sa podlogom. Specifično je da se tad vozilo ne kreće na točkovima i ne ostvaruje usporenje na osnovu koeficijenta trenja klizanja ili kotrljanja točkova po podlozi, te je nužno primijeniti drugačiji inženjerski metod proračuna brzine vozila u momentu kontakta.

Ključne riječi: saobraćajna nezgoda, brzina, usporenje, prevrtanje

JEL klasifikacija: R40, R41, R48, D62

Abstract

Traffic accidents happen every day and nowhere in the world is there an absolutely safe traffic system. Various international professional organizations and individuals deal with in-depth analyzes of traffic accidents. Based on such an analysis, measures are proposed to improve the level of traffic safety. Traces on the roadway, condition of the roadway and damage to the vehicle represent initial objective data for conducting an in-depth analysis of each individual traffic accident. The amount of kinetic energy that the vehicle possesses in the accident zone is directly proportional to the mass of the vehicle and the square of the speed. During the collision process, the vehicle does not lose mass, but loses speed, and the kinetic energy changes into other forms, so in the stopping position, the amount of kinetic energy and the speed of the vehicle are equal to zero. The vehicle "uses" speed in various stages of the pre-crash, crash and post-crash process. This paper will analyze the loss of speed in the post-collision phase, when the vehicle rolls over and rotates around the center of support - the place where the vehicle makes contact with the ground. It is specific that then the vehicle does not move on its wheels and does not achieve deceleration based on the coefficient of friction of the wheels sliding or rolling on the surface, and it is necessary to apply a different engineering method of calculating the speed of the vehicle at the moment of contact.

Keywords: traffic accident, speed, deceleration, overturning

JEL classification: R40, R41, R48, D62

UVOD

Bezbjednost drumskog saobraćaja je neiscrpna tema na svim naučno - stručnim konferencijama i uvijek je u fokusu dnevnih zbivanja. Ni jedan vid saobraćaja nije apsolutno bezbjedan, ali je drumski saobraćaj najnebezbedniji vid saobraćaja. Bezbjednost se izražava u broju saobraćajnih nezgoda, broju poginulih, teže i lakše povrijeđenih lica ili u iznosu pričinjene materijalne štete. Evropska unija je, kao svoj prioritet, postavila rapidno smanjenje broja saobraćajnih nezgoda na drumovima, sa preciznim terminskim planom povećanja stepena bezbjednosti.

Kako bi se povećao stepen bezbjednosti, potrebno je utvrditi šta su najčešći uzroci nastanka saobraćajnih nezgoda, te definisati precizne mjere za otklanjanje istih. Da bi se utvrdio uzrok i tok nastanka saobraćajnih nezgoda, potrebno je provesti dubinsku analizu većine saobraćajnih nezgoda, koje su se dogodile na posmatranom području. Prilikom provođenja dubinske analize, potrebno je utvrditi karakteristike sudara i odrediti količina kinetičke energije kojom vozila raspolaže u momentu ulaska u sudarni proces. Analiza saobraćajne nezgode, bilo da je radi stručna organizacija, pojedinac ili atestirani softverski program, ima zadatak da utvrde način i putanju kretanja vozila prije ulaska u sudarni proces, sam tok sudarnog procesa i putanju i način kretanja vozila u postsudarnoj fazi. U ovom radu će biti analiziran samo jedan segment iz dubinske analize saobraćajne nezgode, a to je način i metod utvrđivanje brzine kojom vozila raspolaže u momentu izlaska iz sudarne pozicije, ukoliko je došlo do prevrtanja vozila u postsudarnoj fazi smirivanja vozila.

Brzine vozila u zoni nezgode je jedan od osnovnih elemenata za dubinsku analizu saobraćajne nezgode. Koriste se razne metode sa određivanje brzine, na početku i na kraju sudarnog procesa, ili u bilo kojoj drugoj karakterističnoj fazi sudarnog procesa. Ukoliko brzinu vozila ne možemo očitati na nekom od mjernih aparata, koji su instalirani u vozilu, za određivanje brzine se koriste razni empirijski obrasci. Potrebni ulazni podaci za primjenu takvih obrazaca su stanje kolovoza, tragovi na kolovozu, način i putanja kretanja vozila u zoni nezgode, ulazak vozila u sudarnu poziciju, stepen oštećenja vozila, zatim geometrijski elementi puta, konfiguracije terena pored kolovoza i razni drugi parametri.

1. ANALIZA NAČINA KRETANJA VOZILA U ZONI NEZGODE

Posljedica saobraćajne nezgode zavise od količine kinetičke energije sa kojom vozilo raspolaže prilikom ulaska u sudarnu poziciju. Kinetička energija je vektorska veličina koja ima svoj intenzitet, pravac i smjer djelovanja. Količina kinetičke energije je direktno proporcionalna proizvodu mase i kvadrata sudarne brzine vozila, tj.

$$E_K = \frac{mV_s^2}{2}$$

U toku sudarnog procesa masa vozila se ne mijenja, ili su te promjene relativno male. Znači, u toku sudarnog procesa brzina vozila je promjenljiva veličina, pa promjena količina kinetičke energije, gotovo isključivo zavisi od promjene brzine vozila. Zato je brzine ta komponenta koja određuje količinu kinetičke energije kojom vozilo raspolaže u sudarnom procesu. Naime, brzine može imati direktne uzročne veze sa nastankom nezgode, može imati doprinos nastanku nezgode ili mogućnosti izbjegavanja iste, Bez obzira da li je uzročno povezana sa nastankom nezgode, posljedice saobraćajne nezgode uvijek zavise od sudarne brzine vozila.

1.1. UTVRĐIVANJE ČINJENIČNOG STANJA (UVIDAJ)

Prilikom uviđaja na mjestu nezgode i eventualno prilikom naknadnog izlaska na lice mjesta, temeljno se utvrđuju sljedeći parametri:

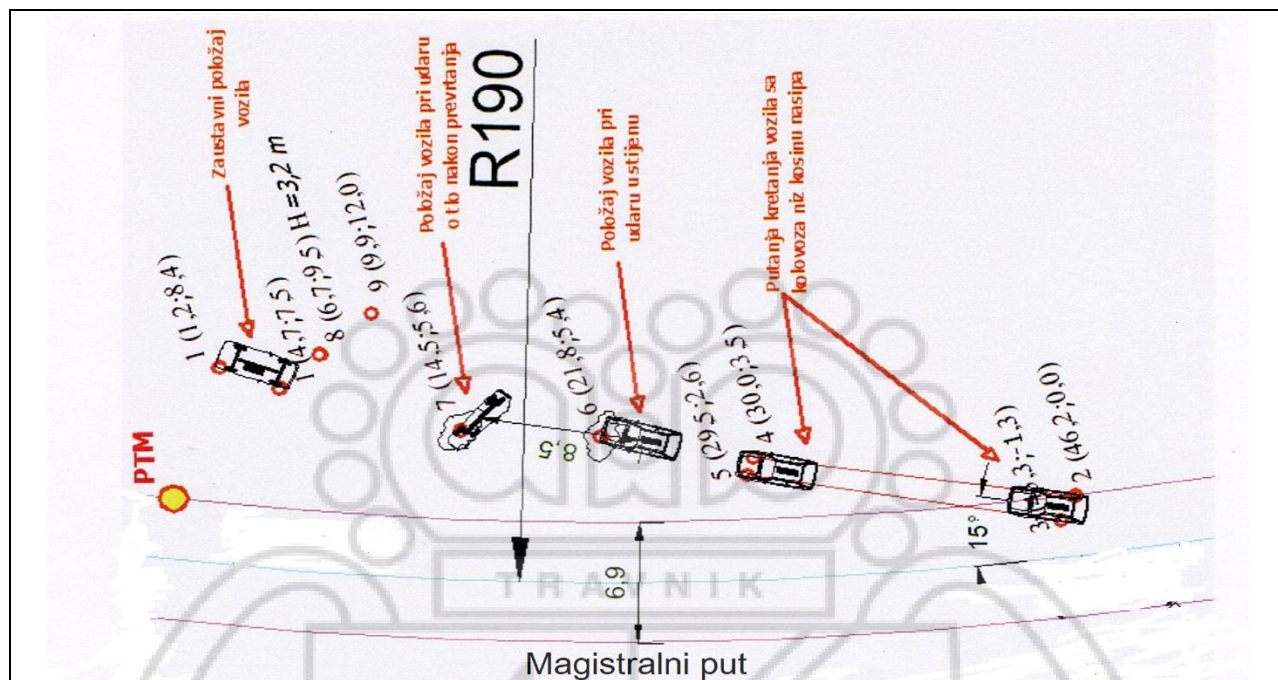
- Konstatuju se učesnici saobraćajne nezgode i svi ostali koji su potencijalno mogli imati uticaja na uzrok i tok nezgode ili su bili svjedoci nezgode,
- Izvrši se pregled mikrolokacije mjesta nezgode, koji obuhvata utvrđivanje stanja kolovoza, geometrijskih elemenata puta i konfiguracije terena pored puta,
- Vršiti se identifikacija i obilježavanje svih tragova na kolovozu. Potrebno je izvršiti eliminacija tragova koji se nalaze na kolovozu a ne potiču iz predmetne nezgode. Nakon toga se vrši pozicioniranje i mjerenje tragova, u odnosu na orijentir saobraćajne nezgode.
- Konstatuju se posljedice saobraćajne nezgode. To podrazumijeva navođenje povrijeđenih ili poginulih učesnika nezgode, sa ili bez navođenja i opisa povreda. Vršiti se vizuelno utvrđivanje oštećenja na vozilima učesnicima i evidentiraju se eventualna oštećenja objekata i opreme puta.
- Nakon izvršenog uviđaja vrši se kompletiranje dokumentacije o saobraćajnoj nezgodi, koji minimalno mora sadržavati Zapisnik sa mjesta nezgode, Skicu mjesta nezgode i foto-elaborat sa mjesta nezgode.

1.2. ANALIZA PUTANJE KRETANJA VOZILA U ZONI NEZGODE

Nakon što je kompletirana dokumentacija sa uviđaja, vještaci ili stručne organizacije pristupaju analizu saobraćajne nezgode, koja u većini slučajeva predstavlja utvrđivanje radnji učesnika nezgode koji se mogu dovesti u uzročno-posljedične veze sa nastankom iste. Jedan od najbitnijih podataka koji se utvrđuje, jeste brzina kretanja učesnika nezgode. Za određivanje brzine kretanja vozila u zoni nezgode koriste se razne metode ili empirijski obrasci. Za proračun brzine vozila potrebno je jasno odrediti način i putanju njegovog kretanja u zoni nezgode. Na uviđaju se pravi Skica lica mjesta, na kojoj su precizno ubilježeni tragovi, na osnovu čega se može utvrditi da li se radi o tragovima vožnje, kočenja, zanošenja, struganja, rotiranja, ili nekih drugih tragova na kolovozu.

Na primjeru koji je prikazan na slici br.1. predstavljena je putanja kretanja vozila u zoni nezgode, gdje se može uočiti da vozač, svjesno ili nesvjesno, usmjerava svoje vozilo u desnu stranu. U tom trenutku središnja osa vozila zaklapa ugao od 15° sa središnjom osom kolovoza. Na kolovozu počinje faza destabilizacije, pri čemu su uočljivi samo tragovi kočenja lijevih točkova na kolovozu. Nakon početne destabilizacije, vozilo prelazi sa kolovoza na bankinu pored desne ivice kolovoza, zatim slijeće niz kosinu nasipa pa na teren pored puta. Na putu smirivanja vozilo prednjim lijevom dijelom udara u kamen koji viri iz zemlje, nakon čega rotira oko centra rotacije, a to je mjesto oslonca vozila na teren.

Nakon leta kroz vazduh, vozilo zadnjim desnim dijelom udara u podlogu i nastavlja rotaciju kroz vazduh, sve dok se ne zaustavi na livadi. U konačnoj zaustavnoj poziciji vozilo je prevrnuo na krov.



slika 14. Prikaz putanje kretanja vozila u zoni nezgode

1.3. IDENTIFIKACIJA TRAGOVA NA KOLOVOZU I TERENU

Prvi trag koji vozilo ostvari je trag usporenja (kočenja) lijevih točkova na kolovozu, dok trag desnih točkova počinje na bankini. U ovom trenutku vozilo je još uvijek oslonjeno točkovima na podlogu. Dužina traga kočenja na asfaltnoj podlozi iznosi:

$$S_{uspa} = 4,9 \text{ m}$$

Na taj trag se nastavlja trag kočenja na bankini (pješčana podloga) i na kosini nasipa pored desne ivice kolovoza (podloga je kombinovana od zemlje i pijeska, a djelimično je obrasla travom). Dužina traga usporenja (kočenja) lijevih točkova na bankini i kosini, iznosi:

$$S_{uspb} = \sqrt{(40,3 - 29,5)^2 + (2,6 - 1,3)^2} = 10,88 \text{ m}$$

Nakon toga slijedi kretanje vozila bez bitnijeg oslanjanja na podlogu do mjesta kontakta prednjeg lijevog čeonog dijela vozila sa kamenom koji viri iz zemlje. Put na kom vozilo ne ostvaruje puni kontakt sa podlogom, pa samim tim nema ni puni efekat usporenja, iznosi:

$$S_{l1} = 29,5 - 21,8 = 7,7 \text{ m}$$

Od mjesta prvog udara vozila u kamen do konačne zaustavne pozicije, vozilo ostvaruje dva puta kontakt sa podlogom i napravi rotaciju od jednog punog kruga i još za 270°.

1.4. KARAKTERISTIKE SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Prevrtanje vozila je najčešće uslovljeno poremećajem njegove dinamičke stabilnosti. Tokom prevrtanja vozilo opisuje složenu trajektoriju, a poseban problem kod saobraćajnih nezgoda ovoga tipa je utvrđivanje brzine na početku inicijalne destabilizacije. Kod prevrtanja vozila karakteristične su dvije pojave, koje se mogu više puta naizmjenično pojavljivati (udar u tlo – let kroz vazduh, i tako više puta) na kompletnom putu smirivanja.

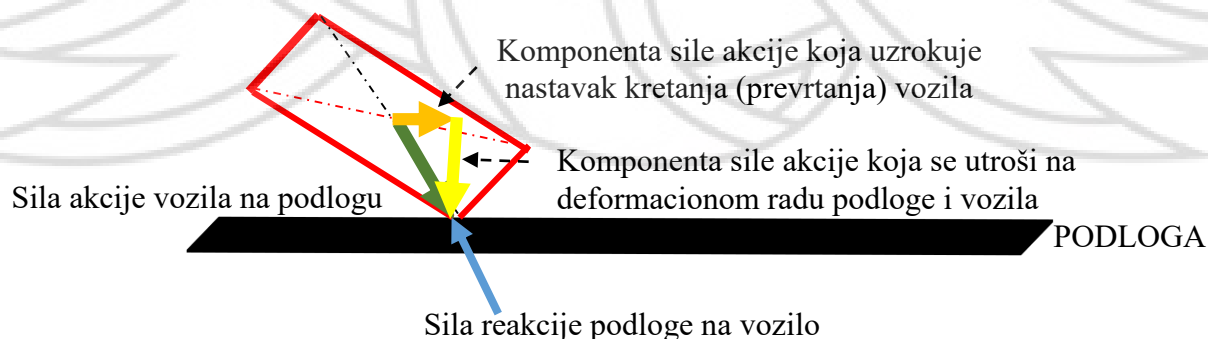
Putanja kretanja posmatranog vozila, posmatrano sa aspekta promjene načina i brzine kretanja, pokazuje sledeće faze:

- Prva faza, udar vozila u podlogu, kada nastaje enormno smanjenje brzine kretanja, i
- Druga faza, kretanje vozila kroz vazduh, bez kontakta sa podlogom, kada je gubitak brzine neznatan.

Zbog navedenih razloga se ne može primijeniti kontinualno usporeenje vozila na kompletnom putu smirivanja, nego se moraju uvažiti specifičnosti vezane za prevrtanje vozila. Usporeenje koje vozilo ostvari prilikom prevrtanja dobije se pomoću parametara koji se utvrđuju različitim crash testovima i studijama slučaja realnih saobraćajnih nezgoda, a koje su praćene i dokumentovane video zapisom. Osnovni princip za utvrđivanje brzine kretanja vozila je zasnovan na energetske metodi, koja podrazumijeva procjenu ekvivalenta brzine izgubljene na deformacionom radu, kao i dio brzine izgubljen na putu rotiranja, uz usvajanje empirijske vrijednosti usporenja.

1.5. TEORETSKA PODLOGA ZA ANALIZU OVIH TIPOVA SAOBRAĆAJNE NEZGODE

Kad vozilo, prilikom prevrtanja, udari u podlogu, tad se u tački kontakta sučeljavaju sile akcije i reakcije. Silom akcije vozilo djeluje na podlogu, a suprotstavlja joj se reakcije. Sile akcije i reakcije su identične po intenzitetu i pravcu djelovanja, samo su suprotnog smjera. Sila akcije djeluje na pravcu koji spaja mjesta kontakta sa težištem vozila, a usmjerena je od težišta vozila. Sila akcije se razloži na komponente koje djeluju horizontalno i vertikalno. Komponenta sile koja djeluje vertikalno uzrokuje deformaciju vozila i podloge, pa se ta količina kinetičke energije potroši na deformacionom radu i eventualno na odbijanje (skok) vozila od podloge. Razlika brzina vozila na početku kontakta sa podlogom i na kraju kontakta (izlazne brzine), je za količinu kinetičke energije koja vozilo utroši na deformacionom radu. Komponenta sile koja djeluje horizontalno uzrokuje nastavak rotacije vozila.



Slika 15. Prikaz sučeljavanja sile prilikom pada oslanjanja vozila na podlogu

Kako je već navedeno, usporavanje vozila na putu prevrtanja nije konstantno, i kreće se od 0 kada je vozilo u vazduhu, bez oslanjanja na podlogu, do vrijednosti g (9.81 m/s^2) u trenutku prvog kontakta vozila sa podlogom. Naučnici se slažu da usporenje zavisi od položaja vozila u momentu kontakta sa podlogom. Tako su eksperimentalno dobili da je znatno veće usporenje ukoliko vozilo ostvari kontakt točkova sa podlogom u odnosu na to kad vozilo ostvari kontakt krova sa podlogom. Niz naučnika se bavilo ovom problematikom, odnosno definisanjem realnog usporenja koje vozilo ostvari na putu prevrtanja. Jedan od bitnijih teoretičara, čiji su rezultati ispitivanja uveliko pomogli razumijevanju ovih problema jeste Orlowski. On je pomoću posebne opreme izazvao 8 eksperimanata sa prevrtanjem vozila i dobio da je ostavreno prosječno usporenje¹⁰⁹:

$$b_{p8} = 0,43 * g = 4,22 \frac{m}{s^2}$$

Nezavisno su radili eksperimente Orlowski, Segal i Young i na 41 primjeru su dobili da je prosječno usporenje¹¹⁰:

$$b_{p41} = 0,42 * g = 4,12 \frac{m}{s^2}$$

Anderson je analizirao video snimke prevrtanje u realnim uslovima, i dobio je da usporenja koja su ostvarila težišta vozila imalo prilične disperzije, te se kretalo u sledećim granicama¹¹¹:

$$0,2 * g < b_{pan} < 0,6 * g \leftrightarrow 1,96 \frac{m}{s^2} < b_{pan} < 5,89 \frac{m}{s^2}$$

Rezultate koje je Anderson dobio o zavisili su od konstrukcije vozila, zatim od toga kojim dijelom je vozilo ostvarilo prvi kontakt sa podlogom, a najviše je zavisilo od podloge na kojoj vozilo ostvaruje prevrtanje. U svojoj publikaciji koju je objavio Henderson navedeno je da su vršili ispitivanje tako što su vozilo marke Ford Expedition potisnuli sa specijalno izrađene platforme, pri brzini od 70 km/h. Platforma je bila nageta pod uglom od 23°. Podloga na kojoj se vršilo ispitivanje bila je izrađena od blago sabijenog (uvaljanog) pijeska pomiješanog sa zemljom. Potisnuto vozilo se zaustavilo nakon 4 puna kruga na dužini puta smirivanja od 36,5 m. Prosječno usporenje vozila koje je ostvareno na putu prevrtanja¹¹²:

$$b_{pfe} = 0,52 * g = 5,1 \frac{m}{s^2}$$

Grupa istraživača na čelu sa naučnikom Nathan-om, je u svom naučnom radu objavili da su vršili istraživanje prevrtanja u realnim uslovima, a što je zabilježeno video zapisom. Predstavili su slučaj u kome je analizirana putanja prevrtanja vozilo „GMC Yukon Denali”. Procijenjeno je da se prevrtanje vozila dogodilo pri brzini od 77 km/h, da se vozilo zaustavilo nakon 44,0 m, te da je ostvarilo prosječno usporenje na putu prevrtanja¹¹³:

$$b_{pgmc} = 0,53 * g = 5,2 \frac{m}{s^2}$$

¹⁰⁹ Orlowski R.K., Moffatt A.E., Bundorf R, and Helcomb M.: Reconstruction of Rollover Collisions, Tehnical Papers 1989.

¹¹⁰ Orlowski R.K., Moffatt A.E., Bundorf R, and Helcomb M.: Reconstruction of Rollover Collisions, Tehnical Papers 1989.

¹¹¹ Anderson J.D. et.al. Analysis of a Real-World High-Speed Rollover Crash from a Video Record and Physical Evidence 2008

¹¹² Henderson M. Paine M: Passenger Car Roof Crush Strength Requirements, 1997

¹¹³ Nathan A., Rose, Gray Beauchamp: Development of a Variable Deceleration Rate Approach to Rollover Chrash Recostruction, SAE International, 2007.

1.6. ODREĐIVANJE BRZINE KRETANJA VOZILA IZ ANALIZIRANOG SLUČAJA

Brzinu koju vozilo posjeduje u zoni nezgode potroši na:

- Putu usporenja prije mjesta udara u kamen (prije početka prevrtanja), i
- Putu rotacije (prevrtanja) do konačne zaustavne pozicije.

Tabela 10. Put i usporenje koje vozač ostvari u zoni nezgode

Putanja kretanja	Način kretanja	Dužina traga	Usporenja
Traga kočenja na asfaltnoj podlozi (lijevi trag kočenja)	Kretanje pod uglo od 15° u odnosu na osu kolovoza	$S_{ap} = 4,9 \text{ m}$	Raspon (5,4–7,3) $b_{ap} = 6,5 \text{ m/s}^2$
Dužina traga kočenja na kosini nasipa i livadi	Nastavak kretanja nakon silaska sa asfaltna podloge	$S_{tp} = 10,88 + 7,7 = 18,58 \text{ m}$	Raspon (2,0–4,2) $b_{tp} = 3,1 \text{ m/s}^2$
Dužina puta usporenja pri prevrtanju vozila	Putanja kombinovana udaranjem u podlogu i letom kroz vazduh	$S_{pr} = 21,21 \text{ m}$	Usporenje dobijeno eksperimentalnim putem: $b_{pr} = 5,2 \text{ m/s}^2$

a) Dio brzine koju vozač izgubi na putu usporenja prije udara u kamen, iznosi:

$$\Delta V_{4k} = \sqrt{2 \cdot [(b_{ap} \cdot S_{ap}) + (b_{tp} \cdot S_{tp})]} = 13,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Dio brzine koju vozač izgube prilikom prevrtanja, iznosi:

$$\Delta V_{pre} = \sqrt{2 \cdot b_{pr} \cdot S_{pr}} = 14,85 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Brzina koji vozač posjeduje na početku tragova kočenja, iznosi :

$$V_{1o} = \sqrt{\Delta V_{4k}^2 + \Delta V_{pr}^2} = 20,02 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Brzina koji vozač posjeduje u zoni nezgode, iznosi :

$$V_{0o} = V_{1o} + \frac{b \cdot t_3}{2} = 20,67 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 74 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

ZAKLJUČAK

Ponašanje učesnika u saobraćajnoj nezgodi je vrlo bitno sa aspekta utvrđivanja odgovornosti za nastanak nezgode. Iz tog razloga analiziraju se radnje pojedinačno za svakog učesnika u nezgodi, kao i njihova veza sa radnjama drugih učesnika. Pri analizi svakog vanrednog događaja, neophodno je utvrditi konkretne radnje učesnika u nezgodi i uporediti ih sa radnjama koje su bili obavezni da preduzmu. Znači, odgovornost učesnika se utvrđuje na osnovu radnji koje čine i koje ne čine, a bili su u obavezi da ih preduzmu. Brzina vozila je jedan od najčešćih uzročnika nastanka saobraćajne nezgode. Brzina vozila, bez obzira da li jeste ili nije uzročno povezana sa nastankom nezgode, uvijek ima direktan uticaj na posljedice nezgode. Iz tog razloga je veoma bitno utvrditi tačnu brzinu kojom se vozilo kretalo na početku konfliktne situacije. Za dubinsku analiziranja saobraćajne nezgode, tragovi na kolovozu i oštećenje vozila su objektivni ulazni podaci, na osnovu kojih se može utvrditi način i putanja kretanja učesnika nezgode. Međutim, ukoliko se u postsudarnoj fazi, jedan od učesnika nezgode, prevrtao jednom ili više puta, tada se ne mogu upotrijebiti klasični empirijski obrasci za određivanje brzine kretanja vozila na početku konfliktne situacije. U takvim slučajevima se dovodi u vezu brzina kretanja sa daljinom puta smirivanja vozila. Iz kompletnog rada je bitno izvući zaključak da vozilo na kompletnom putu prevrtanja nema konstantno usporenje, nego je njegovo usporenje dijametralno suprotno po pojedinim fazama. Prilikom leta kroz vazduh vozilo imam minimalno usporenje koje nastaje od otpora vazduha, a prilikom udara u tlo usporenje je maksimalno i kreće se do veličine (jednog) 1 g .

LITERATURA

1. Adamović Ž., Alihodžić A. (2002). *Teorija globalnog razmišljanja*. Naučna knjiga, I. Sarajevo.
2. Alihodžić A., Planjaks H. (2017). *Metodologija naučnoistraživačkog rada*. Internacionalni univerzitet Travnik, Travnik.
3. Alihodžić A., Sladoje M. (2018). *Vrednovanje investicija i projekata*. Saobraćajni fakultet u Doboju, Doboju.
4. Alihodžić A., Stević Ž. (2015). *Specijalne oblasti logistike*. Saobraćajni fakultet Doboj.
5. Anderson J.D. et al. (2008). *Analysis of a Real-World High-Speed Rollover Crash from a Video Record and Physical Evidence*.
6. Henderson M., Paine M. (1997). *Passenger Car Roof Crush Strength Requirements*.
7. Hunger J.D., Wheelen T.L. (1997). *Essential of Strategic Management*. Addison-Wesley.
8. Jovanović P. (1999). *Strateški menadžment*. Grafoslog, Beograd.
9. Keifer O.P., Richardson W.C., Layson P.D., Reckamp B.C., Heilmann T.C. (2007). *Vehicle Linear and Rotational Acceleration, Velocity and Displacement during Staged Rollover Collisions*. SAE International.
10. Markham J. (1994). *Project Manager, External Effects of Transport*, Dublin.
11. Nathan A., Rose, Gray Beauchamp (2007). *Development of a Variable Deceleration Rate Approach to Rollover Crash Reconstruction*. SAE International.
12. Orlowski R.K., Moffatt A.E., Bundorf R., Helcomb M. (1989). *Reconstruction of Rollover Collisions*. Technical Papers.
13. Sladoje M. (2023). *Multimodalni transport*. Internacionalni univerzitet Travnik, Travnik.
14. Sladoje M. (2024). *Uvod u špediciju i transportnu logistiku*. Internacionalni univerzitet Travnik, Travnik.
15. Steierwald G., Künne H.-D. (1993). *Stadverkehrs-planung*, Stuttgart.
16. <http://web.efzg.hr/dok/OIM/dtipuric/2013-12-novo-Implementacija%20strategije.pdf> (posjećeno: 28.03.2024.)