

ANALIZA RADNJI U SAOBRAĆAJU KOJE DOVODE DO OPASNE SITUACIJE

ANALYSIS BY TRAFFIC MANEUVERS AS DANGEROUS SITUATIONS CREATED

Svetozar Kostić¹; Zoran Papić²; Vuk Bogdanović³; Nenad Saulić⁴

XI Simpozijum
"Analiza složenih saobraćajnih nezgoda
i prevare u osiguranju"

Rezime: Na osnovu izvršene analiza radnji u saobraćaju, identifikovane su i najčešće greške učesnika koje su po pravilu i neposredni uzroci saobraćajnih nezgoda. Kako postoji čitava lepeza činilaca koji utiču na nastanak nezgode izvršeno je njihovo razgraničenje na greške koje neposredno dovode do aksidente situacije, uzroke ovih grešaka kao i ostalih uslova i okolnosti koje daju podršku uzrocima opasnosti u saobraćaju. Na više tipskih primera izvršena je analiza radnji u saobraćaju, grešaka u njihovom sprovođenju i nastanak opasnih situacija. Sagledavanje uzajamnog delovanja uticajnih faktora na nastanak opasnih situacija omogućiće prilikom ekspertiza pravilno utvrđivanje propusta svih učesnika u nezgodi, a samim tim i stepen njihove odgovornosti u sudskom postupku.

KLJUČNE REČI: UZROCI NEZGODA, GREŠKE, RADNJE U SAOBRAĆAJU, OPASNE SITUACIJE, UTICAJNI FAKTORI, EKSPERTIZE

Abstract: Based on the analysis of traffic maneuvers, the most common errors of the participants are identified. These errors are usually the primary causes of accidents. There is a wide range of factors that influence the occurrence of accidents separated on errors that directly lead to accident situations, the causes of these errors and other conditions which cause the risky situations in traffic. By analyzing several typical examples were performed traffic maneuvers, errors in the implementation and development of dangerous situations. Consideration of mutual interaction of influencing factors on the occurrence of dangerous situations will enable the proper determination of failure of all participants in the accident during their expertise, and also level the of their responsibility, during the court process.

KEY WORDS: CAUSES OF ACCIDENTS, ERRORS, MANEUVERS OF PARTICIPANTS, DANGEROUS SITUATION, INFLUENCING FACTORS, EXPERTISE

¹ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, sasakostic49@gmail.com

² Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, njele@uns.ac.rs

³ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, vuk@uns.ac.rs

⁴ Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, nenadsaulic@gmail.com

1. UVOD

Pri izučavanju saobraćajnih nezgoda mora se poći od činjenice da su one izazvane uzajamnim delovanjem brojnih faktora, odnosno činilaca, čiji uticaj nije u potpunosti poznat. Da bi se na pravi način shvatili uzroci nezgoda, potrebno je da se sagledaju i analiziraju međusobni odnosi ovih činilaca. Međutim, ako se ovaj problem želi pojednostaviti, mnogo-brojni uzroci nezgoda mogli bi da se svrstaju u dve sveobuhvatne kategorije. Na one koji potiču od čoveka, njegovog ponašanja i osobina (**subjektivni faktori**) i na činoce koji se odnose na sredinu, put, vozilo, saobraćaj, regulativu, preglednost, vidljivost, i sl., odnosno tehničke, prirodne i društvene faktore (**objektivni faktori**).

Istraživanje uzroka nezgode odnosi se na analizu pojava koje najverovatnije izazivaju nezgode, nakon što se one dogode. Pri tome istraživači se oslanjaju na sopstvene sudove tih pojava. Kako pri suđenju postoje određeni propusti i predubeđenja, to objektivno otkrivanje uzroka nezgode u pravom naučnom smislu nije moguće. Zbog nužnog postojanja izvesnog stepena subjektivnosti pri utvrđivanju događaja koji su doveli do nezgode, pojam uzroka nezgode treba prihvati sa dosta rezerve. Ograničenja koja postoje pri proučavanju individualnih nezgoda donekle su prevaziđena u objektivnom pristupu proučavanja uzroka na statističkoj osnovi. U ovom pristupu osnovni uzroci nezgoda razmatraju se na osnovu statističkog proučavanja nezgode kao retkih pojava u teorijama o nezgodi. Sagleđavanjem reagovanja učesnika u opasnim situacijama bliže se uočava uzročna veza njihovih grešaka sa nastankom saobraćajnih nezgoda, a time i njihovi propusti, odnos stepen njihove odgovornosti.

2. RADNJE U SAOBRĀČAJU I OPASNE SITUACIJE

Činoci saobraćajnih nezgoda na putevima su obično kategorisani u tri osnovne grupe koje čine sistem – čovek, vozilo, put i okolina. Učešće ovih faktora, samostalno ili u sprezi sa drugim činiocima, varira kako od vrste, tako i od predmeta istraživanja, ali je nesumnjivo da je prisustvo čoveka dominantno u najvećem broju nezgoda (i do 95%). Ovi lični činoci (subjektivni faktor) su veoma brojni i mogu se različito posmatrati i razvrstavati. Postoje događaji koji prethode pojavi nezgode i koji direktno uslovjavaju njen nastanak, kao što su nepažnja, neodgovarajući manevar, pogrešna procena i sl. Prisutne su i pojave koje indirektno doprinose nastanku nezgoda, a one se mogu, prema dužini dejstva, razvrstati na kratkotrajne (alkohol, umor i dr.) i činoce koji produženo deluju, kao što su iskustvo, sposobnost, ličnost, zdravstveno stanje i sl.

Već je 1996. godine, u Pravilniku o saobraćajno-tehničkom veštačenju: [8] „osnovni pojmovi, definicije i merne jedinice“ definisana „Opasna situacija“ kao svaka promena okolnosti na putu koja zahteva reagovanje bar jednog učesnika kako ne bi došlo do nezgode. Međutim, i dalje su prisutna pitanja, a kada se javlja opasna situacija, kako je ona vremenski posmatrano definisana i td. Ali ono što je sigurno to je da opasna situacija uvek nastaje kada pojavi, odnosno uočavanje prepreke, traje kraće od vremena zaustavljanja vozila:

Tabela 1. Vreme kočenja i zaustavljanja do prepreke u zavisnosti od brzine

Vreme/Brzina	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Kočenja	1.19	1.59	1.98	2.38	2.78	3.17	3.57	3.97	4.36	4.76
Zaustavl. do prepreke	2.29	2.69	3.08	3.48	3.88	4.27	4.67	5.07	5.46	5.86

Ovim su definisane opasne situacije koje se mogu izbeći zaustavljanjem do prepreke i to intenzivnim kočenjem. Međutim, mora se imati u vidu da su opasne i one situacije gde se

nalet na prepreku može izbeći manjim usporavanjem (prikوčivanje) ili manevrom izmica-nja. Sve to zaslužuje posebno razmatranje, i to u kontekstu situacije definisane prema intenzitetu opasnosti.

Zakon o bezbednosti saobraćaja na putevima definisao je određene radnje i postupanja učesnika u saobraćaju. Međutim, ove radnje se mogu tretirati sa više aspekata. Ako se posmatraju kroz prizmu strukture, odnosno nivoa kompleksnosti u načinu njihovog izvođe-nja, sa saobraćajno-tehničkog aspekta logično se nameće sledeća sistematizacija radnji i procesa u saobraćaju koji mogu dovesti do opasne situacije:

- | | |
|--|----|
| 1) Osnovne radnje u saobraćaju | |
| a. Polazak sa mesta i uključivanje vozila u saobraćaj | * |
| b. Promena pravca kretanja (izmicanje) | ** |
| c. Promena saobraćajne trake (prestrojavanje) | ** |
| d. Zaustavljanje i parkiranje | |
| 2) Kretanje vozila | |
| a. Vožnja – kretanje unapred (bezbedno odstojanje) | * |
| b. Kretanje unazad | * |
| c. Mimoilaženje (bezbedno rastojanje) | * |
| d. Promena načina kretanja (Naglo kočenje) | ** |
| 3) Skretanje i okretanje | |
| a. Skretanje udesno | * |
| b. Skretanje uлево | ** |
| c. Polukružno okretanje | * |
| 4) Preticanje i obilaženje | |
| a. Opšti slučaj | |
| b. Sa konstantnim brzinama kretanja oba vozila | |
| c. Sa konstantnim ubrzanjem i usporenjem | |
| d. Sa kon. ubrzanjem i usporenjem i ograničenom brzinom | ** |
| 5) Prilagođavanje brzine kretanja | |
| a. Saobraćajnoj situaciji i uslovima puta | |
| b. Vremenskim i svetlosnim prilikama | |
| c. Bezbednom zaustavljanju pred preprekom | |
| d. Bezbednom prolasku kroz krivinu | |
| 6) Propuštanje, ustupanje i ostale radnje | |
| a. Propuštanje drugih učesnika u saobraćaju | ** |
| b. Ustupanje prava prvenstva prolaza | * |
| c. <u>Korišćenje saobraćajne trake za usporenje/ubrzanje</u> | |

NAPOMENA: * - opasna situacija; ** - vrlo opasna situacija

Ostale radnje u saobraćaju, po svojoj prirodi i složenosti definisana su kao **postupanja i to pri:**

- A. nailasku na raskrsnicu
- B. izboru brzine
- C. nailasku na pešački prelaz
- D. vožnji i prelasku pruge

3. OPASNE SITUACIJE U PREDUZIMANJU RADNJI U SAOBRAĆAJU

Za pravilnu ocenu propusta učesnika u nezgodi, a posebno onih koji su u uzročnoj vezi sa njenim nastajanjem, neophodno je detaljno sagledati opasnu situaciju, kada je nastala, ko je stvorio i sl. Nekoliko primera u preduzimanju konkretnih radnji u saobraćaju, koje direk-

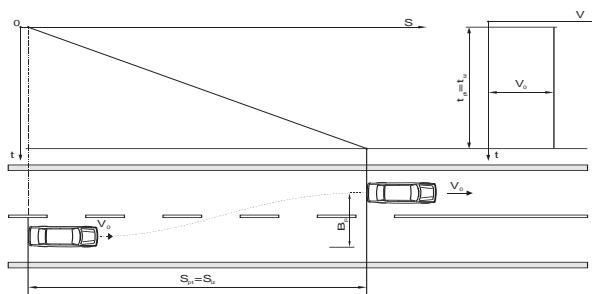
no dovode do opasne situacije, najbolje će ilustrovati suštinu ovog problema i težinu njegovih posledica. (*)

Kako smo na prethodnom simpozijumu već razmatrali neke radnje u saobraćaju, sada će se izneti samo zauzeti stavovi po tim pitanjima, a nadalje, ukazati na najsloženije radnje koje po pravilu dovode do opasne situacije.

3.1. Osnovne radnje u saobraćaju

3.1.1. Promena pravca kretanja – izmicanje

Tok izmicanja vozila ili promene saobraćajne trake može se posmatrati kao putanja težišta automobila sastavljena od dva kružna luka ili sinusoida, koja je vrlo blizu stvarnoj vožnji pri promeni saobraćajne trake. Ovaj tok radi lakšeg sagledavanja šematski je prikazan na slici 1. zajedno sa dijagramima: $S=f(t)$ i $V=f(t)$.



Slika 1. Tok izmicanja ili promene saobraćajne trake putničkog vozila

S obzirom da se ovim manevrom često pokušava izbeći saobraćajna nezgoda, u veštačenju ovih nezgoda vrlo je značajno utvrditi put i vreme bočnog izmicanja. Za to se koristi poznata empirijska formula za proračun ukupnog vremena izmicanja (t_{iz}):

$$t_{iz} = t_{ru} + t_{ei} = t_{ru} + 2,51 \sqrt{\frac{B_p}{\mu_s g}} [s] \quad (1.)$$

gde su:

t_{ru} – vreme reagovanja vozača na upravljanje [s];

t_{ei} – vreme efektivnog izmicanja [s];

B_p – bočni pomak vozila [m];

μ_s – koeficijent bočnog prijanjanja ($\mu_s \approx 0,8\mu$);

g – ubrzanje Zemljine teže $9,81 \text{ m/s}^2$.

Dugi niz godina, veštaci prave ozbiljnu grešku usvajanjem vremena reagovanja vozača na upravljački mehanizam u granicama od 0,3 – 0,5 s. Zaboravlja se da to nije samo efektivno reagovanje na upravljač, već prethodno vozač mora da uoči prepreku, shvati opasnost, doneše odluku i tek onda da deluje. Kako je reagovanje rukom kraće za oko 0,2s od reagovanja nogom i ako se uzme u obzir potrebno vreme za odziv upravljačkog mehanizma i savladavanja slobodnog hoda upravljača, može se ukupno vreme reagovanja na upravljački mehanizam priхватiti u granicama:

$$t_{ru} = 0,7 - 0,9 \text{ s}$$

Ukupan put izmicanja (S_{iz}) može se posmatrati za dva granična slučaja i to za:

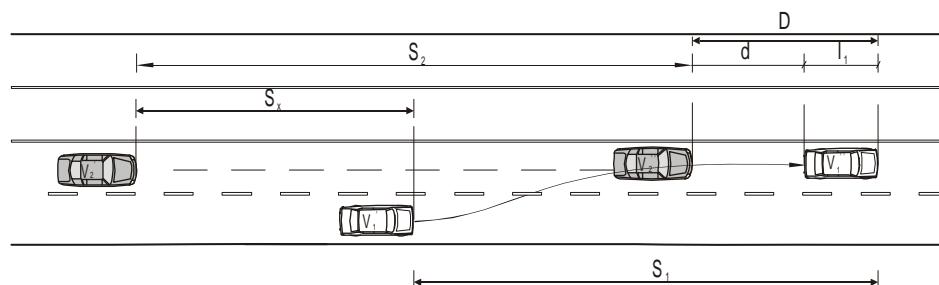
- Izbegavanje naleta na prepreku $C_x = 1,91$
- Potpuni manevar bočnog izmicanja: $C_x = 2,78$

Put izmicanja za prvi slučaj računa se po empiriskom obrascu [10]:

$$S_{iz} = 1,91 \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{B_p}{b_s}} \quad (2.)$$

3.1.2. Promena saobraćajne trake (prestrojavanje)

Ako je bočno pomeranje vozila u punoj širini saobraćajne trake, takav tok kretanja nazivamo promenom saobraćajne trake. Rastojanje do nailazećeg vozila kada se može započeti bezbedno prestrojavanje može se utvrditi iz sledeće situacije (slika 2.).



Slika 2. Tok promene saobraćajne trake – prestrojavanje

Za vreme prestrojavanja (t_p) prvo vozilo pređe put S_1 , dok drugo vozilo treba da pređe bezbedno rastojanje (S_x) i da stigne do prvog vozila na rastojanje sleđenja (d). Iz ovoga se može uspostaviti relacija: $S_2 = S_x + S_1 - D = \frac{V_2 \cdot t_p}{2}$

Sređivanjem ove relacije dobija se bezbedno odstojanje na kome vozilo može započeti prestrojavanje:

$$S_x \geq \frac{V_1 \cdot t_p}{2} + D = \frac{V_1(V_2 - V_1)}{2a} + D \quad (3)$$

Ovo odstojanje, **u naselju**, zavisno od razlike u brzinama vozila ($V_1 - V_2$) prikazano je u tabeli 2.

Tabela 2. Bezbedno odstojanje u zavisnosti od ($V_1 - V_2$)

V_1	45	40	30	20	15	10
$V_2 - V_1$	5	10	20	30	35	40
S_x	12,0	15,9	20,3	20,2	18,6	15,9

Ako se posmatra slučaj promene saobraćajne trake širine 3,5 m, vreme prestrojavanja može se jednostavno proračunati preko vremena izmicanja:

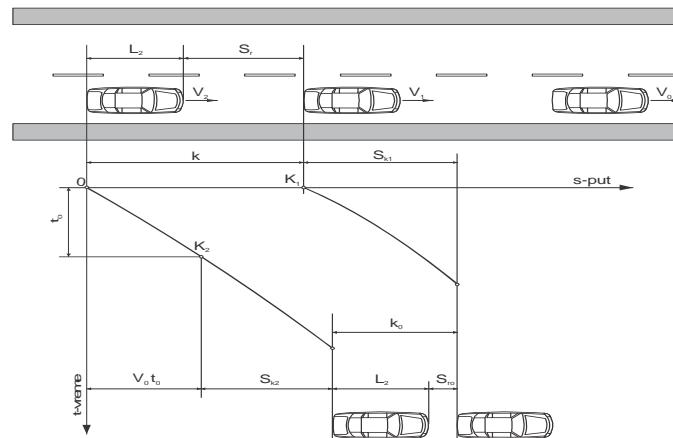
$$t_{iz} = t_{ru} + 2,0 \text{ [s]}$$

3.2. Kretanje vozila

Prilikom analiziranja kretanja vozila po putu potrebno je razmotriti opšta pravila o kretanju vozila po putu (način i strana kretanja), mimoilaženje, kretanje vozilom unazad, promena načina kretanja i bezbedno odstojanje pri kretanju vozila u nizu ili koloni.

3.2.1. Kretanje – vožnja vozila unapred

Vozilo se kreće desnom stranom kolovoza u smeru kretanja, što bliže desnoj ivici kolovoza, ali na tolikoj udaljenosti da ne ugrožava druge učesnike u saobraćaju. Vozač mora da drži bezbedno odstojanje od vozila koje se kreće ispred njega, tako da može blagovremeno da uspori ili se zaustavi, ako vozilo ispred njega uspori ili se zaustavi. Bezbedno odstojanje između vozila u nizu zavisi od: brzine kretanja vozila, tehničke ispravnosti vozila, stanja puta (tehnički elementi, kvalitet kolovoznog zastora i drugo), vremenskih uslova (kiša, blato, sneg, led i dr.), vidljivosti i preglednosti, ali i od psihofizičkog stanja vozača.



Slika 3. Put u funkciji vremena za dva vozila koja se kreću u nizu jednakim brzinama

Analizirajući gornji dijagram sledi da ako vozač prvog vozila iz bilo kog razloga ili opasnosti na putu naglo koči, vozilo će od trenutka aktiviranja kočnice u tački K_1 do zaustavljanja vozila preći put S_{k_1} . Vozač drugog vozila s vremenskim kašnjenjem t_0 aktivira kočnicu u K_2 . Do tog trenutka drugo vozilo pređe put ($V_0 t_0$) a od trenutka aktiviranja kočnice do zaustavljanja put S_{k_2} . Iz navedenih elemenata može se utvrditi bezbednog odstojanja dvaju vozila na početku posmatranja, odnosno kočenja prvog vozila:

$$S_r = \frac{V_0 \cdot t_r}{3,6} + \frac{(b_1 - b_2) \cdot V_0^2}{26 \cdot b_1 \cdot b_2} + S_{r_0} \quad (4)$$

gde su:

S_r – bezbedno odstojanje dvaju vozila [m];

t_r – vreme reagovanja sistema vozač – vozilo [s];

V_0 – brzina kretanja vozila [km/h];

b_1 – usporenje pri ekstremnom kočenju prednjeg vozila [m/s^2];

b_2 – usporenje pri ekstremnom kočenju zadnjeg vozila [m/s^2];

S_{r_0} – bezbedno odstojanje između zaustavljenih vozila [m].

Kako se preporučuje bezbedno odstojanje nakon zaustavljanja od 2,5 m, pod pretpostavkom da su usporenja vozila jednaka ($b_1 = b_2$), a vreme reagovanja $t_r=1,1$ s, tada se dobija:

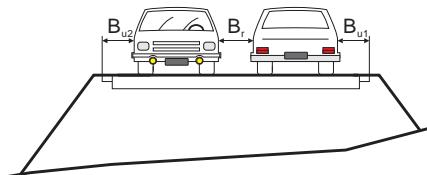
$$S_r = \frac{1,1V_0}{3,6} + 2,5 = 0,30V_0 + 2,5 \approx 0,3V_0 \quad (5)$$

Na ovaj način vozač u praksi lakše bira bezbedno odstojanje, u funkciji brzine kretanja svog vozila, nego da uzima u obzir i dodatne parametre navedene u opštoj formuli.

3.2.2. Mimoilaženje (bezbedno rastojanje)

Mimoilaženje je prolazanje vozilom pored drugog vozila koji se po istom kolovozu kreće iz suprotnog smera. Prilikom mimoilaženja vozač je dužan da sa svoje leve strane ostavi dovoljno rastojanja do vozila sa kojim se mimoilazi, a pri mimoilaženju sa pešakom da i od njega drži bezbedno rastojanje. Prilikom kretanja po putu, ili izvođenja neke radnje vozilom, vozač mora da vodi računa i o bočnom odstojanju do ivice kolovoza, prepreke ili drugog vozila sa kojim se mimoilazi, obilazi ili pretiče, tako da ga ne ometa niti ugrožava u saobraćaju. Pri ovome mora da vodi računa o brzini kretanja vozila, uslovima saobraćaja, stanju i osobinama puta i drugim okolnostima.

Imajući u vidu do sada uspostavljene relacije, u analizi procesa i radnji u saobraćaju, **bočno odstojanje za bezbedno kretanje (B_{u1})**, prikazano na slici 4. iznosi:



Slika 4. Bočno odstojanje potrebno za bezbedno kretanje i mimoilaženje

$$B_{ui} = 0,2 + 0,005 \cdot V_i \quad [m] \quad (6)$$

gde su:

B_{ui} – bočno odstojanje od ivice kolovoza do desne strane vozila ($i=1,2$); [m].
 V_i – brzina kretanja vozila ($i=1,2$) [km/h].

b) **Bočno rastojanje za bezbedno mimoilaženje (B_r)**, prikazano na slici 4. može se utvrditi iz sledećeg izraza:

$$B_r = 0,4 + 0,005 \cdot (V_1 + V_2) \quad [m] \quad (7)$$

Gde su: V_1 i V_2 – brzine vozila koja se mimoilaze [km/h].

c) **Bočno odstojanje potrebno za bezbedno preticanje**, može se izračunati kao:

$$B_p = 0,4 + 0,005 \cdot V_1 + 0,005 \cdot (V_1 - V_2) \quad [m] \quad (8)$$

Gde su: V_1 i V_2 – brzine vozila koja se pretiču [km/h].

3.2.3. Promena načina kretanja (naglo kočenje)

Vozila koja se kreću u saobraćaju na putu nalaze se u međusobnoj zavisnosti često većoj nego što to na prvi pogled izgleda. Ona se kreću određenom brzinom, utoliko ujednačeni-

jom ukoliko je saobraćajni tok gušći, držeći međusobno potrebno odstojanje. Zbog toga sva-ko odstupanje od tog konkretnog režima kretanja, svaka promena načina kretanja pojedinih vozila, predstavlja potencijalnu opasnost za ostale učesnike u saobraćaju i njegovu bezbed-nost uopšte. Ovakve promene su po prirodi stvari česte i bez njih se u saobraćaju ne može.

Ako vozač pri 80 km/h vozi na 40 m, on za vreme reagovanja pređe 24 m, pa mu ostaje 16 m da kompenzuje razliku u intenzitetu kočenja. Usporenje od $b > 4-5 \text{ m/s}^2$ može se smatrati naglim.

Vozač ne sme da menja način upravljanja vozilom naglim smanjenjem brzine kretanja vozila – osim u slučaju neposredne opasnosti. Vozač koji ima nameru da znatnije smanji brzinu kretanja vozila dužan je da to učini na način kojim neće ugroziti, ili u većoj meri ometati, druge vozače koji se kreću iza njega, kao i da im tu svoju nameru saopšti i upozori ih aktiviranjem stop-svetla na svom vozilu. Međutim, u slučaju neposredne opasnosti (izne-nadno istraživanje dece na kolovoz, odron kamenja, naglo kočenje vozila ispred, nailazak na neosvetljeno vozilo ili iznenadnu prepreku na putu i sl.), vozač nije dužan da ovako po-stupa, tj. kad nema druge mogućnosti da neposrednu opasnost izbegne preduzeće forsi-rano kočenje bez prethodnog upozorenja.

Sa stanovišta promene načina kretanja neophodno je posebnu pažnju posvetiti: zaustavnom putu, vremenu reagovanja sistema vozač-vozilo i koeficijentom trenja i usporenju, jer su to faktori koji direktno utiču na mogućnost promene – smanjenja brzine kretanja vozila. Tako na primer, za usporenje od $b=5,0 \text{ [m/s}^2]$, (koeficijent trenja $\mu \approx 0,5$ – vlažan asfalt ili beton) i vreme reagovanja od $t_r=1,0 \text{ [s]}$ zaustavni put bi iznosio:

Tabela 4. Put i vreme kočenja u funkciji brzine

Brzina [km/h]	Put kočenja [m]	Vreme kočenja [s]	koeficijent trenja	Put reagovanja [m]	Zaustavni put [m]
			usporenje $[\text{m/s}^2]$		
			vreme reagovanja [s]		
20	3,09	1,11	$\mu=0,5$ $b=5,0$ $t_r=1,0 \text{ [s]}$	5,56	8,65
40	12,35	2,22		11,1	23,45
60	27,78	3,33		16,7	44,48
80	49,38	4,44		22,2	71,58
100	77,16	5,55		27,8	104,96
120	111,11	6,66		33,3	144,41

4. PROCES PRILAGOĐAVANJA BRZINE

U procesu prilagođavanja brzine vozač je u obavezi da bira, određuje brzinu prema:

- saobraćajnoj situaciji i uslovima puta
- vremenskim i svetlosnim prilikama
- bezbednom zaustavljanju pred preprekom koju vidi/može da predviđa
- zaustavljanju i propuštanju vozila na raskrsnici
- upravljanju koje ne ugrožava bezbednost saobraćaja
- bezbednom prolasku kroz krivinu

Vozač je dužan da prilagodi brzinu kretanja vozila (uslovima*) tako da:

- a. vozilo može blagovremeno da zaustavi pred svakom preprekom koju može da vidi ili ima razloga da predviđa,
- b. zaustavi i propusti vozila na raskrsnici

(*) – uslovi su: osobine i stanje puta, vidljivost, preglednost, atmosferske prilike, stanje vozila i tereta, gustina saobraćaja i drugi saobraćajnim uslovima.

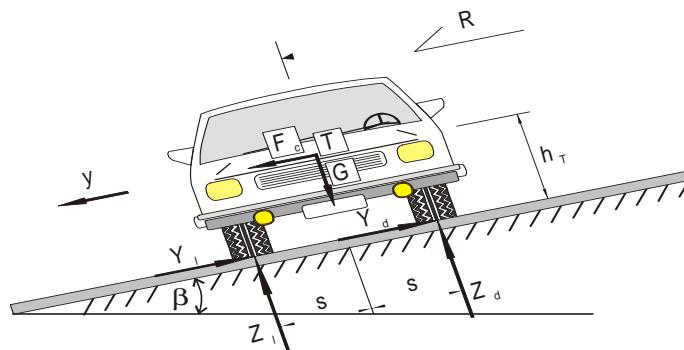
4.1. Upravljanje na način kojim ne ugrožava bezbednost saobraćaja

Vozač je dužan da prilagodi brzinu kretanja vozila i kada nema potrebu da se zaustavi, na primer da uspori i propusti pešaka, bezbedno skrene na raskrsnici – desno ili levo itd. Način upravljanja kojim se ne ugrožava bezbednost saobraćaja je posebno pitanje i podrazumeva primenjivanja pravila i način postupanja vozača u realnoj situaciji u saobraćaju na putu.

4.2. Bezbedan prolazak kroz krivinu

Prilikom kretanja u krivini, na motorno vozilo, osim sila koje se javljaju pri vožnji u pravcu, deluje i bočna, tzv. centrifugalna sila. Intenzitet delovanja te sila proporcionalan je proizvodu težine vozila i kvadratu brzine, a obrnuto proporcionalan poluprečniku krivine. To znači, da sa povećanjem težine i brzine kretanja vozila i smanjenjem radijusa krivine centrifugalna sila raste. Stabilnost vozila u krivini može se posmatrati kao mogućnost bočnog zanošenja, ili prevrtanja.

Da bi se poboljšali uslovi stabilnosti, u krivinama se put naginje ka centru krivine, a taj poprečni nagib kolovoza povećava stabilnost vozila pri prolasku kroz krivinu. Vozilo neće izleteti iz krivine ako je centrifugalna sila, pri određenoj brzini u krivini, manja od sile trenja koja se pojavljuje između pneumatika i kolovoza.



Slika 5. Delovanje sila prilikom kretanja vozila kroz krivinu

Pri razmatranju brzine vozila razlikujemo tri tipa krivina:

- bez poprečnog nagiba;
- sa pozitivnim poprečnim nagibom (α);
- sa negativnim (kontra) poprečnim nagibom.

a. Granična brzina vozila **na zanošenje** određuje se prema izrazu:

$$V_{gz} \leq \sqrt{R \cdot g \cdot \frac{\tan \beta + \mu_b}{1 - \mu_b \tan \beta}} \quad (9)$$

Pri kretanju u krivini do zanošenja vozila neće doći ako je $\tan \beta > \mu_b$

b. Granična brzinu vozila **na prevrtanje** određuje se prema izrazu:

$$V_{gr} \leq \sqrt{g \cdot R \cdot \frac{c + h_T \cdot \operatorname{tg}\beta}{h_T - c \cdot \operatorname{tg}\beta}} \quad (10)$$

gde je:

i_{pk} – poprečni nagib kolovoza [$^{\circ}$]; $\operatorname{tg}\beta = i_{pk}$
 c – rastojanje od težišta vozila do ose prevrtanja [m];
 h_T – visina težišta vozila [m];

5. SKRETANJE I OKRETANJE

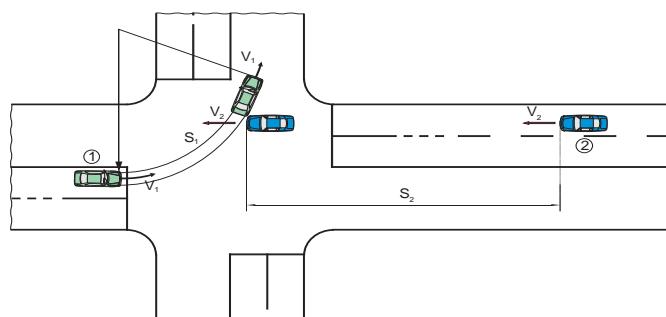
Pod skretanjem se podrazumeva promena pravca kretanja vozila uлево ili удесно и то не само на raskrsnici već i na svim drugim mestima gde vozilo menja dotadašnji pravac kretanja (na pr. ulaz u dvorište, na parkiralište i sl.). Postupak vozač prilikom svakog skretanja treba da bude sledeći:

- da na dovoljnoj udaljenosti pre mesta skretanja proveri kretanje vozila iza sebe i uveri se da može izvršiti bezbedno skretanje, a ako skreće uлево da proveri i stanje na kolovoznoj traci kojom se kreću vozila iz suprotnog smera;
- da blagovremeno pokazivačem pravca (odносно rukom) obavesti ostale učesnike u saobraćaju o svojoj nameri skretanja;
- da sa vozilom blagovremeno zauzme na kolovozu odgovarajući položaj kako bi i na taj način njegova namera postala jasnija ostalim učesnicima u saobraćaju.

5.1. Skretanje – uлево

Prilikom skretanja sa puta, znatno je opasnije to vršiti ulevu stranu, pa zato ova radnja zaslužuje pažnju da se i ovde razmotri. Kod skretanja uлево treba razlikovati dve situacije i to: skretanje sa puta sa dvosmernim saobraćajem i skretanje sa puta sa jednosmernim saobraćajem. Takođe, postoje bitne razlike i kada se skretanje vrši u pokretu, ili iz mirovanja, sa zaustavne linije. Zakon propisuje da vozač vozila koji skreće uлево dužan je da skretanje izvrši krećući se krajnjom levom saobraćajnom trakom koja se proteže uz razdelnu liniju, odnosno saobraćajnom trakom koja se proteže uz levu ivicu puta sa jednosmernim saobraćajem, ako saobraćajnim znakom nije drugačije određeno.

Prilikom skretanja vozilo (1) prelazi put S_1 kojim po kružnoj putanji prelazi jednu ili više saobraćajnih traka i mora celom dužinom da napusti raskrsnicu. Ovo skretanje vozilo (1) vrši od »STOP« linije jednakom – ubrzanim kretanjem. U najnepovoljnijem slučaju može se prihvati da vozilo (1) startuje iz mirovanja ($V_1=0$) i da ubrzava ubrzanjem $a=1,0 – 2,0 \text{ [m/s}^2\text{]}$.



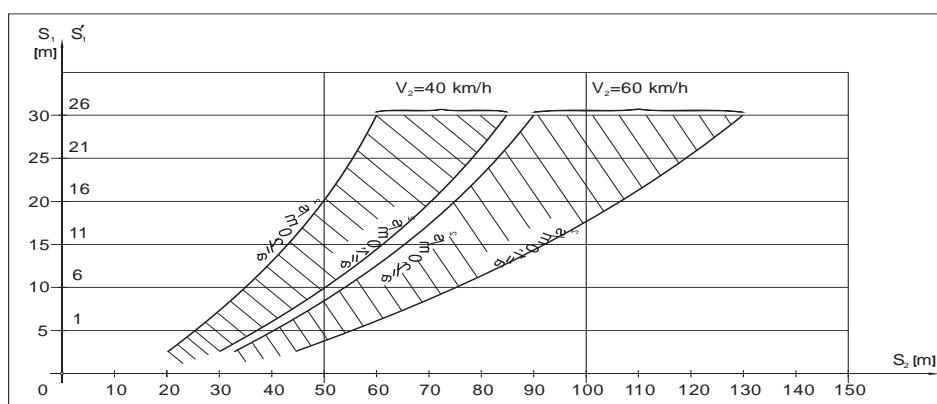
Slika 6. Bezbedno rastojanje za skretanje vozila uлево (S_2)

Zavisno od dužine skretanja (S_1) vozilu (1) treba određeno vreme da bi izvršilo skretanje koje se može utvrditi iz izraza (11). Za ovo vreme vozilo iz suprotnog smera preći će put od $S_2=V_2 \cdot t_{sk}$, pa je bezbedno odstojanje za skretanje vozila ulevo:

$$t_{sk} = \sqrt{\frac{2S_1}{a}} \text{ [s]} \quad (11.)$$

$$S_2 = V_2 \sqrt{\frac{2S_1}{a}} \text{ [m]} \quad (12.)$$

Za gradske uslove saobraćaja, može se utvrditi minimalno odstojanje do vozila iz suprotnog smera posle koga vozilo više ne bi smelo da započne skretanje ulevo, jer stvara opasnu situaciju. Na dijagramu je data ova zavisnost, za ubrzanja vozila od $1,0 - 2,0 \text{ [m/s}^2\text{]}$.



Slika 7. Bezbedno odstojanje pri skretanje u levo (S_2) u funkciji puta skretanja (S_1)

6. USTUPANJE PRVENSTVA PROLAZA

6.1. Propuštanje pešaka na kolovozu

Na kraju, treba istaći i opasne situacije koje su nastaju u susretu vozila sa pešacima koji:

- prelaze kolovoz sa leve na desnu stranu
- prelaze kolovoz sa desne na levu stranu
- kreću se duž kolovoza

Kako je sa saobraćajno-tehničkog aspekta najsloženiji slučaj prelaska pešaka sa leve na desnu stranu, odnosno kada on stvara opasnu situaciju, podsetićemo se na utvrđene stavove. Opasna situacija nastaje kada se pešak nalazi:

Način prelaska	odstojanje	do saobraćajne trake
Normalan hod	na manje od 0,7 m	do ulaska u saobraćajnu traku
Pretrčavanje	na najmanje 0,7 m	ulevo od leve ivice saob. trake
Prelazi iza prepreke	ušao najviše 0,7 m	u saobraćajnu traku
Kada se zaustavi	kada vozač uoči	nameru pešaka da menja smer

7. PRETICANJE I OBILAŽENJE

Preticanje i obilaženje vrši se sa leve strane vozila koje se pretiče. Preticanje mora da se vrši sa desne strane ako je vozilo na kolovozu zauzelo takav položaj i njegov vozač daje takav znak da se može zaključiti da to vozilo skreće ulevo. Na putu na kome postoje najmanje dve saobraćajne trake namenjene za saobraćaj vozila u istom smeru, na kome su kolone vozila, brže kretanje vozila u jednoj traci od kretanja vozila u drugoj traci ne smatra se preticanjem.

Tokom preticanja vozač (V_1) koji sledi preticano vozilo (V_2) mora jednako-ubrzanim kretanjem da pređe sledeće rastojanje (dodatni put pretičućeg vozila):

$$I = d_1 + l_1 + d_2 + l_2 \quad (13.)$$

gde je:

d_1 – rastojanje sleđenja vozila;

l_1 – dužina preticanog vozila; j

d_2 – zaštitno rastojanje posle preticanja;

l_2 – dužina vozila koje vrši preticanje;

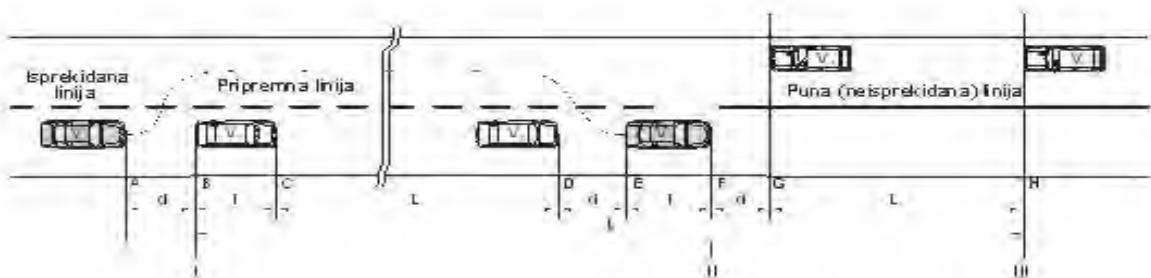
I – dodatni put pretičućeg vozila.

U stručnoj literaturi po pravilu se prihvata da je $d_1=d_2$, pa vozilo u preticanju treba da pređe put: $I=2d+l_2$. S obzirom na precizno definisan položaj "kritične tačke", logično se zaključuje da se u "dodatnom putu" vozila tokom preticanja može izostaviti rastojanje sleđenja (d_1) pa izraz dobija konačan oblik:

$$I = l_1 + d_2 + l_2 \quad (14.)$$

Ova relacija, pored ranije prihvaćenih polaznih parametara za analizu procesa preticanja imaće značajan uticaj na definisanje potrebne dužine preglednosti za bezbednosno preticanje i njenu praktičnu primenu. Na slici 8. prikazana je šema procesa preticanja kako se najčešće objašnjavaju u stručnoj literaturi. U osnovi polazi se od činjenice da je potrebna **dužina preglednosti za bezbedno preticanje**: put koji pređe preticano vozilo (V_2), i put vozila iz suprotnog smera (V_3) za vreme preticanja (t_{pr}), sa odgovarajućim zaštitnim rastojanjem (D):

$$S_{pr} = L = V_1 \cdot t_{pr} + V_2 \cdot t_{pr} + I + D \quad (15.)$$



Slika 8 Proces preticanja vozila na putu

Vreme preticanja (t_{pr}) predstavlja razliku potrebnog vremena da se pređe: ukupan put preticanja i puta do kritične tačke: $t_{pr} = t_1 - t_k$

Ili vreme da se pređe "dodatni put" pretičućeg vozila:

$$t_1 = \sqrt{\frac{2(l_2 + d + l_1)}{a}} \text{ (sec)} \quad (16.)$$

d – je bezbedni razmak posle preticanja: d=0,5 V₁, (može se prihvatiti i d=0,3 V₁), V₁ je dato u [km/h].

Da bi se utvrdile minimalne dužina preglednosti za bezbedno preticanje porebno je poći od realne i najčešće situacije: da se vrši preticanje putničkog vozila koje se kreće brzinom od 60 km/h, a u susret dolazi drugo vozilo maksimalno dozvoljenom brzinom (80 km/h). Potrebno vreme preticanja, zavisno od realnog ubrzanja je:

$$t_{pr} = 4,3 - 5,3 \text{ s}$$

a dužina preglednosti:

$$S_{pr} = 210 - 240 \text{ m}$$

Znači, pojava vozila iz suprotnog smera na rastojanju **manjem od 200 m** može se smatrati opasnom, pa vozač treba da odustane od započetog preticanja, jer mu je nekoliko puta efikasnije kočiti nego ubrzavati vozilo.

8. ZAKLJUČAK

Za pravo shvatanje suštine uzroka nezgode i grešaka kao njihove posledice, nužna je analiza većeg broja nezgoda određenih karakteristika, što omogućava da se pouzdanije otkriju činioci koji ih izazivaju. Pri izučavanju saobraćajnih nezgoda mora se poći od činjene da su one izazvane uzajamnim delovanjem brojnih faktora, čiji uticaj nije u potpunosti poznat. Da bi se na pravi način shvatili uzroci nezgoda, potrebno je da se sagledaju i analiziraju međusobni odnosi svih činilaca i to u svetlu stvorene opasne situacije na putu. Brojni uzroci nezgoda svrstani su u tri šire grupe: na *uslove i okolnosti* koje indirektno doprinose nastanku opasne situacije i daju logističku podršku *uzrocima saobraćajnih nezgoda*, kao druge faze u nestanku nezgode i *greške* učesnika koje neposredno dovode do njih. Za potpuno i pravilno sagledavanje uzajamnog dejstva uzroka i grešaka u nastanku saobraćajnih nezgoda mora se poći od toga da su neposredni izvor opasnosti u saobraćaju uzroci, koji utiču prvenstveno na stvaranje *opasne situacija*, a zatim i na greške, kao površni oblika ovog uzroka.

Prilikom preduzimanja radnji u saobraćaju, ili postupanja po pravilima saobraćaja vozači često prave ozbiljne greške koje dovode do stvaranje opasne situacije, a daljim neadekvatnim reagovanjem i do saobraćajne nezgode.

Ako se pravilno definišu uzroci nezgoda na njih se može i direktno uticati i znatno efikasnije usmeriti mere kontrole saobraćaja, represivno delovanje, kao i tehničko-regulativne mere za stvaranje povoljnijih uslova odvijanja saobraćaja. Suzbijanje grešaka učesnika koje pri opasnim situacijama neposredno dovode do nezgode zahteva znatno složenije i dugotrajnije angažovanje celokupne društvene zajednice. Nije dovoljno konstatovati da je potrebno stalno obrazovanje i edukacija svih učesnika u saobraćaju za podizanje nivoa saobraćajne kulture, jer i „kulturni“ vozači izazivaju saobraćajne nezgode. Mora se konačno shvatiti da groble problema u bezbednosti saobraćaja pravi manja grupa opasnih i visokorizičnih učesnika.

zičnih vozača. Oni uglavnom znaju propise i pravila saobraćaja, ali voze rizično, agresivno i stalno negde žure. Njima ne treba predavanja o propisima i bezbednoj vožnji, već sistemski rad sa timom stručnjaka u organizovanim terapeutskim grupama, na promeni shvatanja i određenih osobina ličnosti.

LITERATURA

- [1] Dragač, R., *Bezbednost drumskog saobraćaja III deo*, Saobraćajni fakultet u Beogradu, Beograd, 2000.
- [2] Ilić, M., *Bezbednost drumskog saobraćaja*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2001.
- [3] Kostić, S., *Brzina kao faktor bezbednosti drumskog saobraćaja*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 1994.
- [4] Kostić, S., *Saobraćajna tehnika - I*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 1998.
- [5] Kostić, S., *Tehnike bezbednosti i kontrole saobraćaja*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2005.
- [6] Kostić, S., *Ekspertize saobraćajnih nezgoda*, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.
- [7] Kostić, S., Bogdanović, V., Papić, Z. i Simeunović, M. : "Uzroci i greške kod saobraćajnih nezgoda – Novi pristup u njihovom sisematisovanju", *5 Savetovanje o saobraćajnim nezgodama*, Zlatibor, 2011.
- [8] Kostić, S. : "Opasne situacije nastale prilikom preduzimanja radnji kao uzrok složenih saobraćajnih nezgoda", *10 Simpozijum o ekspertizama saobraćajnih nezgoda*, Saobraćajni fakultet u Beogradu, 2011.
- [9] Milošević, S., *Saobraćajna psihologija*, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
- [10] Papić, Z., "Prilog istraživanju manevra bočnog izmicanja vozila za potrebe ekspertiza saobraćajnih nezgoda", Doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2010.
- [11] Vujanić, M., Okanović, D., i Božović M., "Nastanak opasne situacije, pojam i definisanje graničnih slučajeva", *Zbornik radova IX simpozijuma Opasna situacija i verodostojnost nastanka saobraćajne nezgode*, 227-246, Zlatibor, 2010.
- [12] Vujanić, M., i grupa autora, "Saobraćajno-tehničko veštačenje i procena štete na vozilu", *Modul*, Banja Luka, 2000.
- [13] Pravilniku o saobraćajno-tehničkom veštačenju – osnovni pojmovi, definicije i merne jedinice, Savez inženjera i tehničara Srbije, Beograd 1996.