A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

EVALUAREA DISTANȚEI DE SIGURANȚĂ DINTRE AUTOVEHICULE LA DESPRINDEREA DIN COLOANĂ, ÎN VEDEREA DEPĂŞIRII

Adrian TODORUȚ, István BARABÁS

EVALUATING THE SAFETY DISTANCE BETWEEN VEHICLES WHEN INITIATING THE OVERTAKE

Depending of frequent variants meet in the overtake driving practice, it is emphasized the influence of the driver's time reaction and of the vehicles speed on minimum safety distance when initiating the overtake.

Keywords: driver reaction time, distance, safety, performance exceeded
Cuvinte cheie: conducător auto, timp de reacție, distanță de siguranță, efectuarea depăşirii

1. Introducere

Durata de percepție-reacție a conducătorului auto este variabilă, în funcție de vârsta şi gradul de oboseală a acestuia, de condițiile climaterice, de numărul stimulilor externi care pot afecta starea lui. Pentru situații care reclamă pericol iminent, o valoare a timpului de reacție între 0,8 şi 1 secundă reflectă comportamentul normal al unui conducător auto cu vârsta de 25...35 ani, odihnit, cu o experiență medie în conducere, care priveşte normal înainte şi neavizat în prealabil de un posibil pericol de accident. Față de situațiile în care conducătorul auto nu se aşteaptă la vreun pericol şi priveşte normal înainte, în cazul în care el este avizat în prealabil sau dacă circulă pe un sector de drum

ori în condiții predispuse să genereze pericole specifice (cel de la volan se aşteaptă deja la pericol), timpul său de reacție este mai scurt, cu până la 40 %. Cu cât durata reacției este mai scurtă, cu atât manevra decisivă va intra în funcțiune mai devreme, iar şansele de evitare sau de eliminare a accidentului cresc.

În procesul depăşirii trebuie percepute şi analizate raporturile de cauzalitate a unui număr relativ mare de elemente nu totdeauna previzibile (viteza autovehiculului care depăşeşte şi a celui care trebuie depăşit; distanța între autovehiculul care intenționează să depăşească şi cel care urmează să fie depăşit; pozițiile fiecăruia dintre autovehicule în raport cu lățimea drumului; viteza autovehiculului care circulă din sens opus; distanța dintre autovehiculul care intenționează să depăşească şi vehiculul de pe sensul opus etc.). În asemenea cazuri se recomandă [2] un timp mediu de reacție al conducătorului auto de trei secunde, atât pentru cel aflat în depăşire cât şi pentru cel depăşit.

În anumite situații, timpul de reacție se majorează astfel [2, 5]:

- cu 15...20 % în condițiile deplasării pe drumuri alunecoase (ude, cu mâzgă, zăpadă, polei);
- cu 15...50 % atunci când numărul de elemente percepute în vederea luării deciziei este mai mare de patru;
- cu 20...30 % pentru perioadele de răsărit şi crepuscul;
- cu 25...50 % în condiții de vizibilitate redusă (ploaie, ninsoare, ceață, întuneric);
- cu circa 50 % dacă este folosit telefonul mobil;
- cu circa 160 % în cazul orbirii trecătoare la strălucirea puternică a farurilor unui autovehicul, dacă în perioada de refacere sau imediat după, este sesizat un obstacol.

2. Etapele procesului de depăşire

Dacă desprinderea din coloană şi revenirea autovehiculului care depăşeşte este caracterizată de o anumită traiectorie (în formă de S - arce de clotoidă), cu viteza *v*, în timpul *t,* atunci distanța laterală de siguranță *D* între axele longitudinale ale autovehiculelor, poate fi apreciată cu relația [2]:

$$D = 1{,}56 \cdot \varphi_t \cdot t^2 \text{, [m]}, \qquad (1)$$

în care: φ_t reprezintă coeficientul de frecare aderentă pe direcție transversală, iar *t* este durata pargurgerii traseului desprinderii şi revenirii în coloană.

Etapele consecutive ale procesului depăşirii sunt (figura 1) [2]:

- etapa inițială care decurge pe distanța S_i (autovehiculul care depăşeşte execută o mişcare sub formă de S corespunzătoare desprinderii din coloană şi replierii pe o direcție paralelă cu a autovehiculului depăşit);
- etapa deplasării paralele cu autovehiculul depăşit pe o distanță S_p;
- etapa finală, cu o traiectorie tot în formă de S, dar pe o distanță S_s, pe care autovehiculul se desprinde de culoarul de depăşire şi revine pe banda inițială.

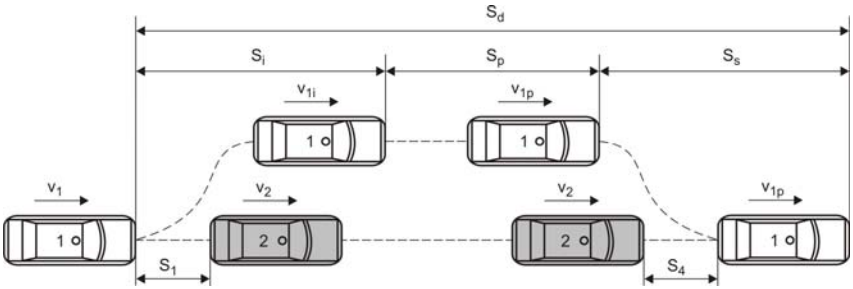

Fig. 1 Etapele procesului de depăşire. 1 - autovehiculul care efectuează depăşirea; 2 - autovehiculul care este depăşit (v_2 = const.)

Dintre variantele de efectuare a depăşirilor, frecvent întâlnite în practica conducerii auto, se menționează [2]:

- *Varianta I*: autovehiculul 1 (figura 1) se deplasează cu viteza $v_1 = v_2$ în spatele autovehiculului 2, la distanța de siguranță S_1 (figura 1). Când se iveşte posibilitatea depăşirii, autovehiculul 1 accelerează şi începe desprinderea, astfel că la finele primei etape atinge o viteză $v_{1i} > v_2$. După deplasarea paralelă pe distanța S_p (cu aceeaşi accelerație a), la finele căreia atinge viteza $v_{1p} > v_{1i}$, începe să revină pe banda inițială fără să mai accelereze; se consideră astfel că pe distanța etapei finale S_s se deplasează cu viteza constantă v_{1p}.
- *Varianta II*: autovehiculul 1, având viteza $v_1 > v_2$, intră în depăşirea lui 2, începând de la o distanță de siguranță S_1 (figura 1). Când spatele autovehiculului 1 depăşeşte cu S_3 fața autovehiculului 2 (figura 2) începe revenirea pe banda inițială, astfel ca după revenire între 1 şi 2 să existe o distanță de siguranță S_4.
- *Varianta III*: autovehiculul 1 se deplasează cu viteză constantă

$v_1 > v_2$, iar când ajunge la distanța de siguranță S_1 în spatele lui 2 (figura 1), sesizând că este posibilă depăşirea, începe desprinderea de pe bandă şi concomitent accelerează. În continuare 1 efectuează o aceeaşi deplasare ca la *varianta I*.

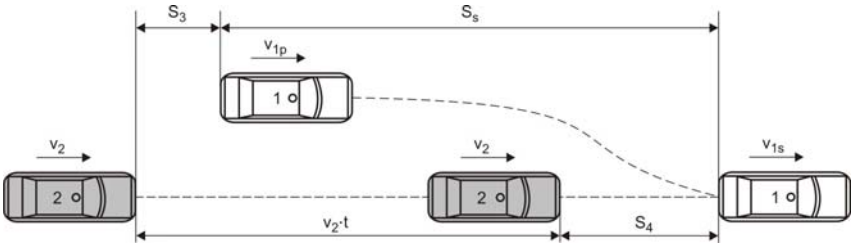

Fig. 2 Distanța dintre autovehicule la revenirea pe banda inițială

– *Varianta IV*: similară cu *varianta III* până când autovehiculul 1 începe revenirea pe banda inițială, după care se consideră că îşi continuă deplasarea cu aceeaşi mişcare uniform accelerată. Revenirea trebuie să înceapă după ce depăşeşte autovehiculul 2 cu distanța S_3, astfel ca în momentul sfârşitului depăşirii, între ele să existe o distanță de siguranță S_4 (figura 2).

3. Distanța de siguranță dintre autovehicule la desprinderea din coloană

Obligația respectării distanței de siguranță S_1 revine autovehiculului 1 care efectuează depăşirea. Distanța de siguranță S_1 la desprinderea din coloană se determină în funcție de varianta în care se execută depăşirea. Pentru a se evita coliziunea cu autovehiculul 2 care ar putea frâna energic, autovehiculul 1 ar trebui să se afle la o distanță S_1 care să-i permită începerea aceleeaşi manevre înainte sau chiar în locul în care a început frânarea autovehiculul 2. Considerând eficiențele egale de frânare, acest lucru este posibil dacă sunt îndeplinite condițiile [2]:

– în cazul *variantei I* (figura 3):

$$S_1 \geq v_1 \cdot t_r \text{ , [m]}, \qquad (2)$$

în care t_r reprezintă timpul de percepție-reacție la frânare al ansamblului conducător-autovehicul 1;

– la *varianta II* (figura 4):

$$S_1 \geq S_{11} + S_{12}, \text{ [m]}, \tag{3}$$

în care:

$$S_{11} = v_1 \cdot t_r \quad ; \quad S_{12} = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2 \cdot d} \quad ,$$

iar *d* este decelerația unei frânări energice;

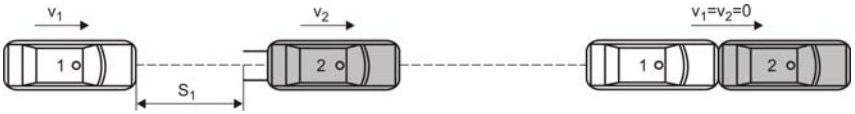

Fig. 3 Distanța de siguranță la desprinderea din coloană

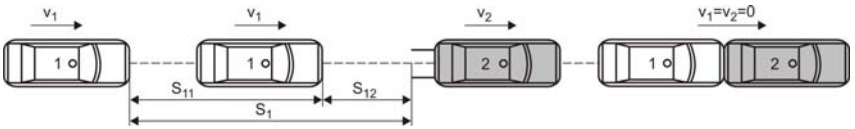

Fig. 4 Distanța de siguranță
la desprinderea din coloană pentru depăşirea cu viteză constantă

– la *variantele III* şi *IV* (figura 5):

$$S_1 \geq S_{13} + S_{14}, \text{ [m]}, \tag{4}$$

în care:

$$S_{13} = \frac{v_{1,3-4}^2 - v_1^2}{2 \cdot a} \quad ; \quad S_{14} = \frac{v_{1,3-4}^2 - v_2^2}{2 \cdot d} \quad ; \quad v_{1,3-4} = v_1 + a \cdot t_r \ ,$$

iar *a* reprezintă accelerația medie aferentă depăşirii.

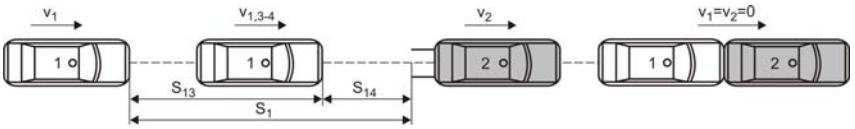

Fig. 5 Distanța de siguranță
la desprinderea din coloană pentru depăşirea uniform accelerată

Valorile parametrilor autovehiculelor 1 şi 2 sunt prezentate în tabelul 1 (Datele de intrare pentru variantele de depăşire), iar variația distanței minime de siguranță *S1*, la desprinderea din coloană, în

funcție de timpul de percepție-reacție al ansamblului conducător-autovehicul care efectuează depăşirea se poate urmări în figura 6.

Tabelul 1

Caz	Date de intrare				
	v_1, km/h	v_2, km/h	t_r, s	d, m/s^2	a, m/s^2
Varianta I	50	50	0,48...1,5	-	-
Varianta II	70	50	0,48...1,5	7	-
Varianta III şi IV	70	50	0,48...1,5	7	4

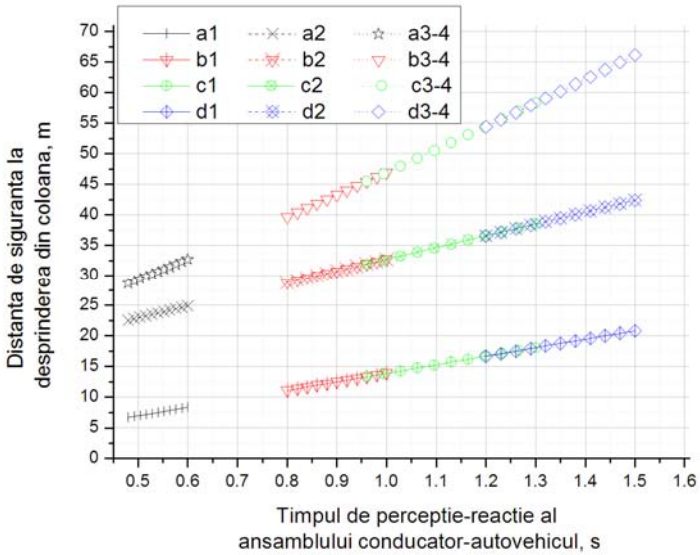

Fig. 6 Variația distanței minime de siguranță la desprinderea din coloană în funcție de timpul de percepție-reacție al ansamblului conducător-autovehicul care efectuează depăşirea

Situația conducătorului auto	Varianta I	Varianta II	Varianta III şi IV
❑ se aşteaptă la pericol	a1	a2	a3-4
❑ comportament normal în situațiile care reclamă un pericol iminent	b1	b2	b3-4
❑ pentru perioadele de răsărit şi crepuscul	c1	c2	c3-4
❑ situațiile de folosire a telefonului mobil	d1	d2	d3-4

Faţă de situaţiile care reclamă un pericol iminent, în cazul unui comportament normal al conducătorului auto, distanţa minimă de siguranţă la desprinderea din coloană în funcţie de timpul de percepţie-reacţie al ansamblului conducător-autovehicul care efectuează depăşirea, variază în funcţie de situaţia conducătorului auto şi a variantei de depăşire conform figurii 7.

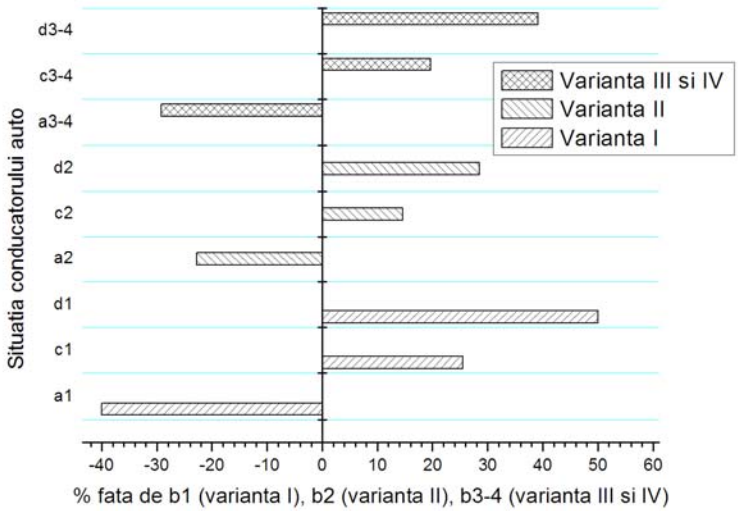

Fig. 7 Variaţia distanţei minime de siguranţă la desprinderea din coloană în funcţie de situaţia conducătorului auto, luând ca bază de comparaţie cazul unui comportament normal al conducătorului auto în situaţiile care reclamă un pericol iminent

Variaţia distanţei minime de siguranţă, la desprinderea din coloană, în funcţie de viteza de deplasare a autovehiculului care este depăşit se poate urmări în figura 8 (se consideră un comportament normal al conducătorului auto în situaţiile care reclamă un pericol iminent).

Pentru varianta I de depăşire, viteza de deplasare a autovehiculului care depăşeşte se consideră aceeaşi ca a autovehiculului care este depăşit (20-70 km/h), iar pentru variantele II, III şi IV de depăşire luate în studiu, viteza autovehicului care depăşeşte se consideră la valoarea de 70 km/h.

În cazul unui comportament normal al conducătorului auto în situaţiile care reclamă un pericol iminent, pentru varianta I de depăşire,

distanța minimă de siguranță la desprinderea din coloană creşte proporțional cu viteza de deplasare a autovehiculelor, iar pentru variantele II, III şi IV de depăşire luate în studiu, considerând că viteza de deplasare a autovehiculului care depăşeşte este un maxim considerat (70 km/h), iar a autovehiculului depăşit variază între un minim şi maximul considerat (20-70 km/h), se constată că distanța minimă de siguranță la desprinderea din coloană scade odată cu creşterea vitezei autovehiculului depăşit.

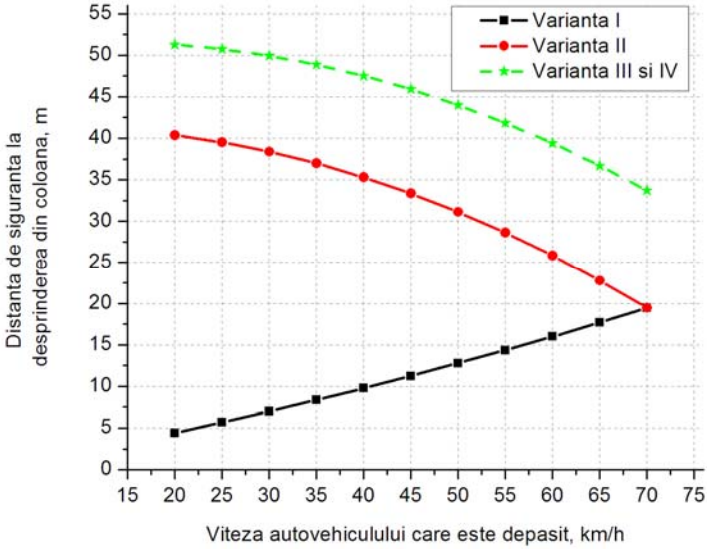

Fig. 8 Variația distanței minime de siguranță la desprinderea din coloană în funcție de viteza de deplasare a autovehiculului care este depăşit, în cazul unui comportament normal al conducătorului auto în situațiile care reclamă un pericol iminent

Variația distanței minime de siguranță, la desprinderea din coloană, în funcție de viteza de deplasare a autovehiculului care este depăşit şi situația conducătorului auto se poate urmări în figura 9.

Condițiile referitoare la vitezele de deplasare ale autovehiculelor se consideră aceleaşi ca şi în cazul figurii 8, iar semnificația notațiilor din figura 9 este aceeaşi ca în figura 6.

Față de situațiile care reclamă un pericol iminent, în cazul unui comportament normal al conducătorului auto, distanța minimă de siguranță la desprinderea din coloană în funcție de viteza de deplasare

a autovehiculului care este depăşit şi situaţia conducătorului auto, variază în funcţie de situaţia conducătorului auto şi a variantei de depăşire conform tabelului 2 (Variaţia distanţei minime de siguranţă la desprinderea din coloană în funcţie de viteza de deplasare a autovehiculului care este depăşit şi situaţia conducătorului auto, luând ca bază de comparaţie cazul unui comportament normal al conducătorului auto în situaţiile care reclamă un pericol iminent).

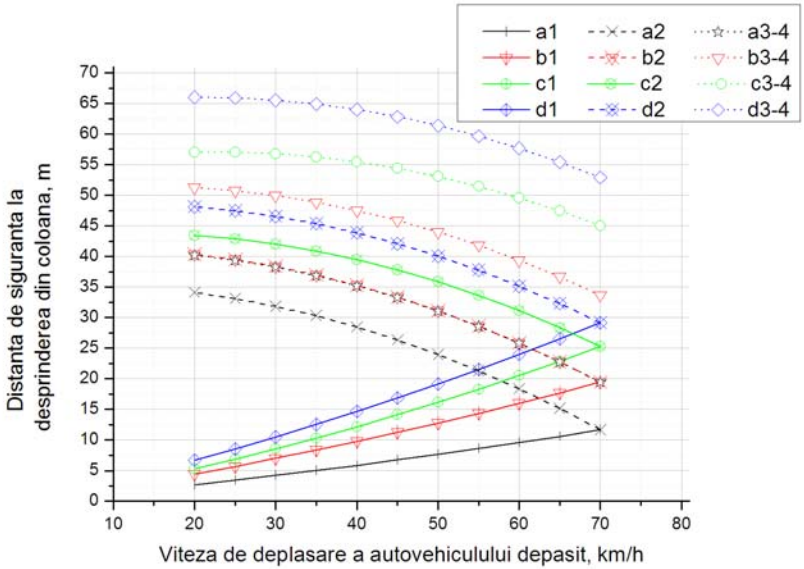

Fig. 9 Variaţia distanţei minime de siguranţă la desprinderea din coloană în funcţie de viteza de deplasare a autovehiculului care este depăşit şi situaţia conducătorului auto

Tabelul 2

Situaţia conducătorului auto	Varianta I	Varianta II	Varianta III şi IV
❑ se aşteaptă la pericol	-40%	-20.993%	-27.520%
❑ pentru perioadele de răsărit şi crepuscul	+25,556%	+13.414%	+18.511%
❑ situaţiile de folosire a telefonului mobil	+50%	+26.241%	+36.896%

3. Concluzii

Se pot concluziona următoarele:

■ luând ca bază de comparație cazul unui comportament normal al conducătorului auto în situațiile care reclamă un pericol iminent, variația distanței minime de siguranță la desprinderea din coloană în funcție de timpul de percepție-reacție al ansamblului conducător-autovehicul care depăşeşte (vezi figura 7) cât şi în funcție de viteza de deplasare a autovehiculului care este depăşit şi situația conducătorului auto (vezi tabelul 2) prezintă aproximativ aceeaşi tendință de variație pentru fiecare din variantele de depăşire studiate;

■ rezultatele obținute cu referire la distanța minimă de siguranță dintre autovehicule, la desprinderea din coloană în vederea depăşirii, reflectă necesitatea păstrării distanței de securitate adecvate fiecărei variante de depăşire considerate;

■ creşterea vitezei autovehiculului antrenează o reducere importantă a distanței de siguranță şi conducătorul auto nu poate compensa acest fapt printr-o reacție mai rapidă, contribuind astfel la creşterea riscului de accident;

■ estimarea corectă a vitezei de deplasare a autovehiculelor şi o apreciere corespunzătoare a distanței minime de siguranță necesară efectuării depăşirii, sporesc siguranța rutieră.

BIBLIOGRAFIE

[1] Gainginschi, R., Filip, I., *Expertiza tehnică a accidentelor rutiere*. Editura tehnică, Bucureşti, 2002.
[2] Gaiginschi, R., *Reconstrucția şi expertiza accidentelor rutiere*. Bucureşti, Editura tehnică, 2009.
[3] Lepădatu, M., Sándor, G., *Conducerea preventivă*. Editura Institutul de formare profesională în transport rutier, Miercurea-Ciuc, 2008.
[4] Todoruț, A., *Bazele dinamicii autovehiculelor*. *Algoritmi de calcul, teste, aplicații.* Cluj-Napoca. Editura Sincron, 2005.
[5] Todoruț, A., *Dinamica accidentelor de circulație.* Cluj-Napoca, Editura U.T.PRESS, 2008.

Conf.Dr.Ing. Adrian TODORUȚ,
Conf.Dr.Ing. István BARABÁS,
Facultatea de Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
membri AGIR