

STUDIU PRIVIND DETERMINAREA VITEZEI ȘI POZIȚIEI PIETONULUI ÎN MOMENTUL IMPACTULUI CU AUTOVEHICULE DE DIFERITE TIPURI

Autor: Alexandr MALANCIUC
Conducător științific: dr. conf. univ. Ilie MANOLI

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În acest articol se prezintă o modalitate analitică de determinare a vitezei de deplasare a pietonilor implicați în accidente de circulație, metodă ce se bazează pe analiza dispunerii deformatelor pe caroseria autovehiculului în funcție de tipul acestuia. Elementele principale descrise sunt: tipul autovehiculului cu forma frontală a acestuia, înălțimea pietonului, poziția acestuia față de axa longitudinală a autovehiculului în momentul coliziunii și cinematica pietonului în timpul impactului.

Cuvinte cheie: impact, pieton, leziuni, viteză, cinematică, autovehicul, accident

În cazul accidentelor de circulație cu implicare pietonală, modalitatea de stabilire a vitezei și direcției de deplasare a pietonului se bazează pe probatoriul testimonial, prin alegerea unor valori ale vitezei din literatura de specialitate în funcție de vârsta și sexul pietonului implicat. Aceasta s-a dovedit a fi o metodă bună, în condițiile în care majoritatea depozițiilor coincid reciproc, însă există numeroase situații când declarațiile sunt contradictorii sau nu au existat martori sau supraviețuitori. În aceste condiții este absolut necesar să se analizeze viteza și traiectoria pietonului pe baza urmelor rămase după impact și pe baza traumatismelor suferite de acesta.

Există o multitudine de variabile ce intervin în cazul unei coliziuni între un autovehicul și un pieton, făcând din acesta o ecuație foarte complexă. În continuare se face referire la o parte dintre aspectele ce intervin în cadrul unui accident cu implicare pietonală, limitându-se doar asupra acelor ce au o legătură directă cu metoda de calcul propusă.

1. Tipul autovehiculului

La impactul cu un pieton, pentru aceeași valoare a vitezei de impact (40 km/h), se poate observa (Fig. 1) că modul de preluare a pietonului și locul de impact al diferitelor părți ale corpului acestuia diferă de la un tip de autovehicul la altul în funcție de forma frontală a acestuia și de poziția relativă a pietonului față de axa longitudinală a autovehiculului (Fig. 2) [1].













	Clasa mica (Opel Corsa)	Clasa compacta (Honda Civic)	Clasa de familie (Peugeot 407)	Clasa superioara (Citroën C6)	MPV (Ford S-MAX)	SUV (Toyota RAV4)
Modelul de simulare						
Locul de impact al capului						

Figura 1 – Preluarea corpului pietonului pe capota autovehiculului pentru o viteză de impact de 40 km/h în funcție de tipul autovehiculului;

2. Înălțimea pietonului

Pe lângă forma frontală a autovehiculului, înălțimea pietonului are o importanță deosebită în cadrul analizei dispunerii urmelor rămase pe caroserie și parbriz în urma impactului (Fig. 3)[2]. Avariile suferite de autovehicul, contrapuse cu înălțimea pietonului pot furniza indicii pentru evaluarea aproximativă a vitezei de impact, direcției de deplasare a pietonului, vitezei acestuia cât și a traiectoriei post-coliziune(Fig. 4)[1].

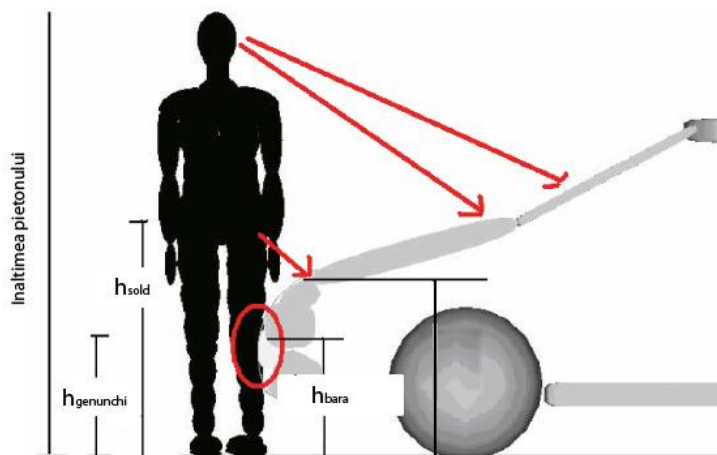
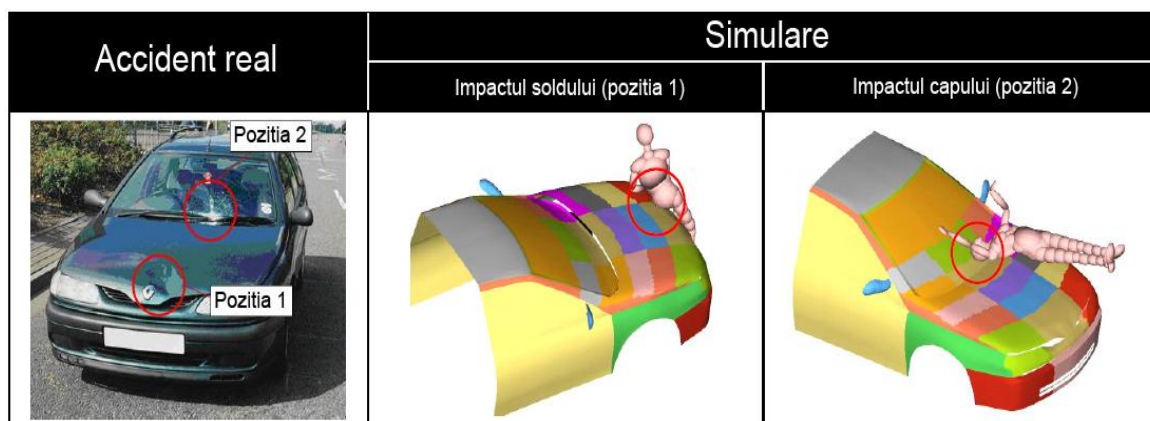


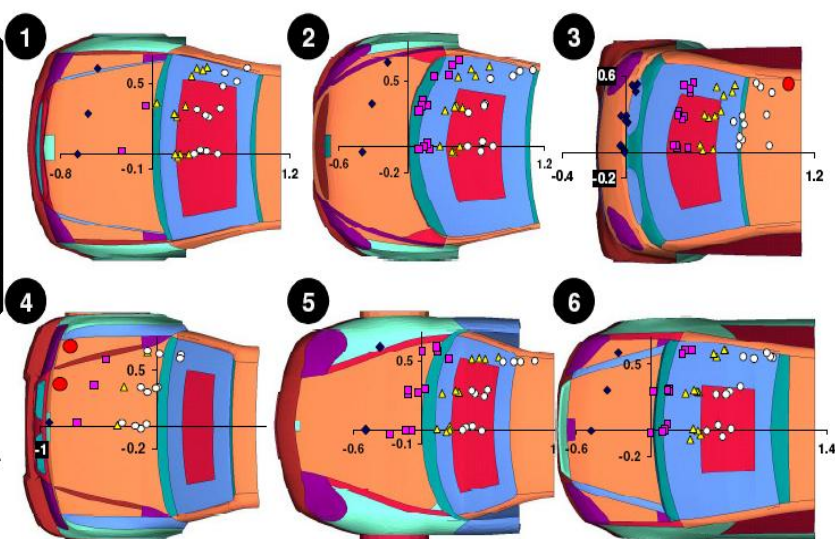
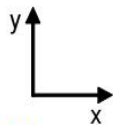
Figura 3 – Locurile de contact tipice între pieton și autovehicul;



Variația locului de impact al capului pentru diferite categorii de pietoni în funcție de înălțimea acestora înregistrate pentru șase tipuri reprezentative de autovehicule sunt prezentate în Fig. 5.

No.	Modelul autovehiculului
1	(Opel Signum)
2	(Peugeot 307)
3	(Smart)
4	(Mitsubishi Pajero)
5	(Porsche 911)
6	(Ford C-MAX)

- ◆ 1,14 m
 - 1,52 m
 - ▲ 1,75 m
 - 1,88 m
- Inaltimea pietonului



Pentru o viteză de impact de 40 km/h, parbrizul, cu precădere partea de jos a acestuia, prezintă relevanță pentru cinci din cele șase configurații prezentate mai jos, rezultatele de pe modelul SUV diferind foarte mult față de celelalte datorită înălțimii consolei față.

Figura 5 – Locul de impact al capului pietonului în funcție de tipul autovehiculului și înălțimea pietonului (40 km/h);

Analiza datelor sintetizate în Fig. 5 concluzionează faptul că la o viteză de impact de 40 km/h, locul de impact al capului cu autovehiculul se situează cu precădere în zona inferioară a ramei parbrizului și a componentelor înconjurătoare, unde se regăsesc elemente dure ale caroseriei cum ar fi pilonul A.

3. Cinematica impactului pieton – autovehicul

Timpul scurs între impactul diferitelor părți ale corpului pietonului și caroseria autovehiculului, reprezintă un element important pe baza căruia determinarea vitezei relative a pietonului față de autovehicul poate fi efectuată.

Unele studii de specialitate asupra cinematicii impactului dintre pieton și autovehicul ([3], [4]) evidențiază faptul că pentru aceeași viteză de impact, tipul autoturismului și forma frontală a acestuia influențează semnificativ mișcarea pietonului și timpii în care șoldul, umărul și capul iau contact cu partea frontală a autovehiculului. (Fig. 6)

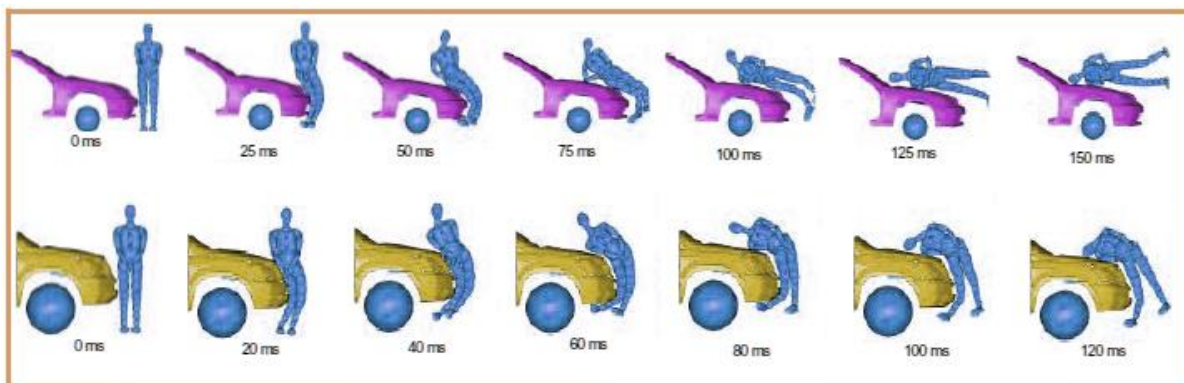


Figura 6 – Cinematica impactului pentru două tipuri diferite de autovehicule;

Pentru o viteză de impact de 40 de km/h și o decelerație de 0.9 g, sunt expuse rezultatele obținute pe câteva tipuri reprezentative de autovehicule (Fig. 7) în care se poate observa evoluția corpului în raport cu autovehiculul respectiv contactele succesive ale șoldului, umărului și capului.

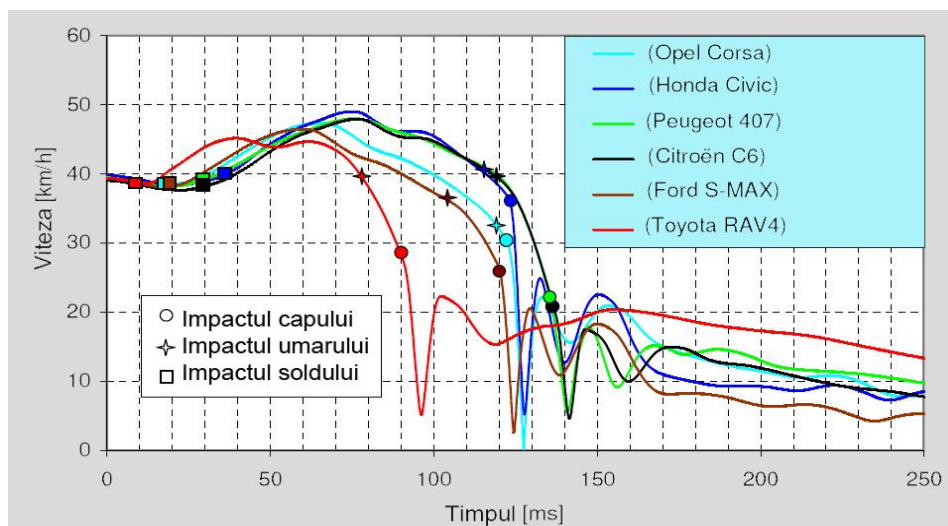


Figura 7 – Rezultatele obținute pe șase tipuri reprezentative de autovehicule [1];

4. Metodologia de calcul

Viteza relativă a pietonului față de autovehicul, poate fi determinată analitic, atunci când se cunoaște distanța dintre locul de impact al șoldului și locul de impact al capului, materializată prin dispunerea deformațiilor pe caroserie și timpul scurs între cele două impacturi având în vedere tipul autovehiculului și forma frontalei acestuia.

Folosind următoarea relație, putem calcula viteza cu care pietonul se deplasa față de autovehicul:

$$V_p = 3,6 \cdot \frac{d_{s-c}}{t_{s-c}} \quad [\text{km/h}] \quad (1)$$

unde:

d_{s-c} reprezintă distanța dintre locul de impact al șoldului și locul de impact al capului;

t_{s-c} reprezintă timpul scurs între impactul șoldului și cel al capului;

5. Studiu de caz

Conform datelor primite, persoana B. M. se deplasa pe o strada în direcția centrului localității conducând autoturismul marca Subaru Justy.

În jurul orelor ----, conform propriilor susțineri, a observat tardiv un pieton care s-a angajat în traversarea străzii de la stânga spre dreapta prin spatele unor autovehicule care circulau pe sensul opus.

Pietonul, ignorând culoarea roșie a semaforului, s-a angajat în traversarea străzii pe trecerea de pietoni, printre autovehiculele ce circulau în direcția Pieței Centrale și a intrat pe celălalt sens de circulație, moment în care a fost lovit cu partea față-dreapta de către autoturismul Subaru.

Procedând la analiza posibilităților de evitare a accidentului am determinat viteza de deplasare a pietonului față de autovehicul pe cale analitică utilizând relația de calcul expusă anterior.

Distanța dintre locul de impact al șoldului și locul de impact al capului a fost măsurată pe baza fotografiilor judiciare efectuate la fața locului de către organele de poliție, rezultând o valoare de cca. 30 cm (Fig. 8).

De asemenea, luând în calcul clasa mică de autovehicule și având în vedere faptul că viteza de impact s-a situat în jurul valorii de cca. 40 km/h am extras din diagrama din Fig. 7 un timp între impactul șoldului și cel al capului de cca. 100 ms. (Fig. 9).

Înlocuind datele în formulă obținem:

$$V_p = 3,6 \cdot \frac{d_{s-c}}{t_{s-c}} = 3,6 \cdot \frac{0,3}{0,1} = 10,8 \approx 11 \quad [\text{km/h}]$$

unde:

$d_{S-C} = 0,3 \text{ m}$ – reprezintă distanța dintre locul de impact al șoldului și locul de impact al capului;

$t_{S-C} = 0,1 \text{ s}$ – reprezintă timpul scurs între impactul șoldului și cel al capului;



Figura 8 – Distanța dintre locul de impact al șoldului și cel al capului.

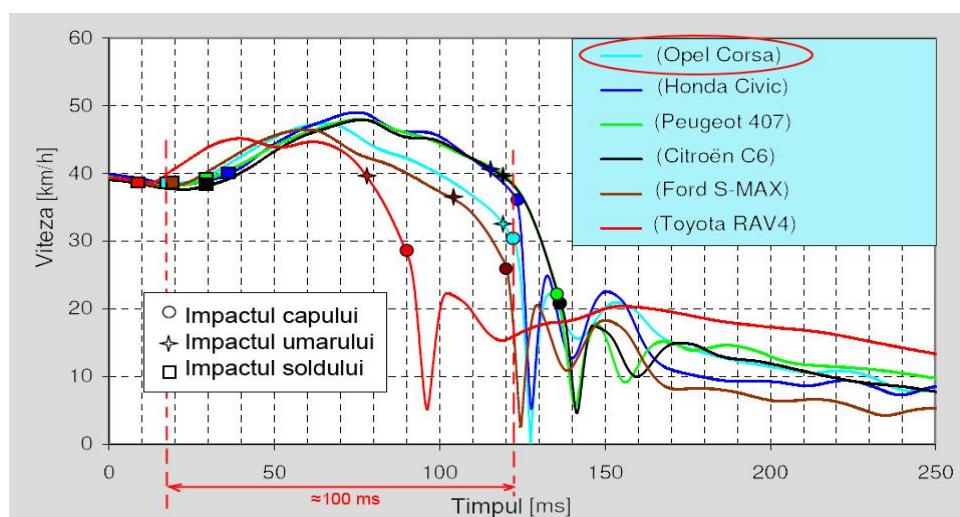


Figura 9 – Timpul dintre impactul șoldului și cel al capului.

Valoarea vitezei de deplasare a pietonului astfel calculată este în concordanță cu probatoriul testimonial administrat în cauză și se încadrează în limitele indicate de literatura de specialitate (Tab. 1).

Tabelul 1 – Vitezele de deplasare ale pietonilor, în km/h pentru categoria de vârstă 60 -70 de ani[5].

Vârsta [ani]	Sex	Valori	Mers încet	Mers liniștit	Mers rapid	Fugă lentă	Fugă rapidă
60...70	B	Extreme	2,4...3,4	3,5...4,4	4,5...6,0	6,2...7,6	9,0...12,0
		Medii	3,0	3,9	5,1	7,0	10,5
	F	Extreme	2,4...3,3	3,5...4,4	4,5...5,6	6,2...7,5	8,5...11,5
		Medii	2,9	3,9	4,9	6,8	9,5

Concluzii

Această metodă de calcul a vitezei de deplasare a pietonilor implicați în accidente de circulație, metodă ce se bazează pe analiza dispunerii urmelor de deformare pe caroserie, poate fi folosită ca o alternativă la metoda clasică și prezintă interes în situația în care declarațiile martorilor cu privire la modul de deplasare a pietonului sunt contradictorii.

Pentru obținerea unor rezultate cât mai pertinente, distanța dintre locul de impact al șoldului și cel al capului poate fi măsurată cu precizie crescută în cazul în care se folosesc programe de fotogrametrie, iar ca o alternativă la determinarea timpului dintre impactul șoldului și cel al capului se pot folosi programele de simulare a accidentelor unde acesta poate fi extras cu ușurință pentru orice viteză de impact și înălțime a pietonului.

Bibliografie

1. Jens Bovenkerk, Bernd Lorenz, Oliver Zander, Luis J. Guerra, Clive E Neal - *Sturgess - Pedestrian Protection in Case of Windscreen Impact*;
2. Ciaran Simms, Denis Wood – *Pedestrian and Cyclist Impact: A Biomechanical Perspective* - 2009 – Springer;
3. Lex van Rooij, Mark Meissner, Kavi Bhalla and Jeff Crandall – *A comparative Evaluation of Pedestrian Kinematics and Injury Prediction for Adults and Children upon Impact with a Passenger Car* - 2004-01-1606 – SAE TECHNICAL PAPER SERIES;
4. Lex van Rooij, Mark Meissner, Kavi Bhalla and Jeff Crandall – *A Multi-Body Computational Study of the Kinematic and Injury Response of a Pedestrian with Variable Stance upon Impact with a Vehicle* – 2004-01-1607 – SAE TECHNICAL PAPER SERIES
5. Gaiginschi, R., *Reconstrucția și expertiza accidentelor rutiere*, Editura Tehnică, București, 2009;