A X-a Conferință Națională multidisciplinară - cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL - fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEŞ, 2010

RECONSTRUCȚIA ACCIDENTELOR RUTIERE MOTOCICLETĂ-AUTOMOBIL

Adrian TODORUȚ, István BARABÁS,
Petru BRÂNZAŞ, Cristian Alexandru GAVRILAŞ

MOTORCYCLE TO AUTOMOBILE ACCIDENT RECONSTRUCTION

The impact possibilities on different angles between a motorcycle and an automobile have been cinematically studied before, during and after the impact. Diagrams of the trajectories, height, speed and sliding space and time, during and after the impact, of the motorcycle driver have been drawn, based on his motion equations. The general mathematical model proposed can be used to reconstruct any particular impact case.

Cuvinte cheie: motocicletă, automobil, accident rutier

1. Introducere

În accidentul rutier sunt implicați în general doi factori importanți: autovehiculul şi omul în multiplele sale calități, de conducător auto, pasager, pieton, biciclist, motociclist etc.

Coliziunile motocicletă-automobil au particularități comune datorită unor aspecte precum:

● în momentul inițial al impactului, motociclistul este parte comună cu motocicleta, ca pe parcursul evoluției coliziunii să se separe de ea;

● masele motociclistului şi motocicletei sunt apropiate ca valoare, ceea ce influențează evoluția coliziunii: inițial participă suma

maselor, iar apoi, din cauza desprinderii motociclistului, impactul este susținut numai de masa motocicletei; în consecință se produce o coliziune cu un corp a cărui masă este variabilă cu timpul;

● în mod obişnuit coliziunea dintre un automobil şi o motocicletă are loc la viteze relativ mari, urmată de deplasări ale motocicletei pe o traiectorie care poate influența major gravitatea accidentului;

● severitatea accidentului este influențată şi de viteza relativă a celor două autovehicule care astfel reprezintă o caracteristică importantă a impactului;

● de regulă ocupanții motocicletei sunt expuşi la trei coliziuni: impactul inițial (principal) cu automobilul, impactul secundar, la căderea pe carosabil (sol) şi un ultim impact (auxiliar), cu obiecte sau componente ale drumului.

Urmările unei ciocniri dintre motocicletă şi un automobil depind de o serie de factori, printre cei mai importanți fiind tipul şi masa automobilului, locul, direcția, şi sensul impactului, caracteristicile drumului şi mediul din jurul său etc.

Dintre accidentele cu motociclete, ponderea cea mai mare şi cu o gravitate avansată revine coliziunilor cu autoturisme (figura 1), motiv care a impulsionat şi cercetările ştiințifice aferente. Pentru a sintetiza un număr mare de date extrase din accidente reale s-au definit şase tipuri de coliziuni: de tip 1: frontal autoturism – lateral motocicletă; de tip 2: frontal autoturism – frontal motocicletă; de tip 3: lateral autoturism – frontal motocicletă; de tip 4: în colțuri autoturism – frontal motocicletă; de tip 5: în spate autoturism – frontal motocicletă; de tip 6: frontal autoturism – spate motocicletă.

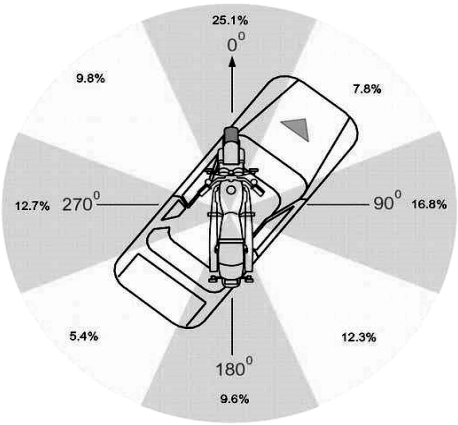

Fig. 1 Ponderea procentuală a tipurilor de coliziuni posibile
între un automobil şi o motocicletă

2. Determinarea parametrilor care caracterizează impactul motocicletă-automobil

Determinarea vitezei motocicletei în cazul coliziunilor laterale cu automobile. Mai întâi se calculează [1] distanța parcursă de motociclist din momentul începerii proiectării până la căderea lui pe sol (distanța de proiectare a motocicliştilor), (figura 2 şi figura 3):

$$S_m = \frac{W_{mo} \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{g} + \sqrt{\frac{W_{mo}^4 \cdot \sin^2\alpha \cdot \cos^2\alpha}{g^2} + \frac{2 \cdot h \cdot W_{mo}^2 \cdot \cos^2\alpha}{g}} \text{ ,[m], (1)}$$

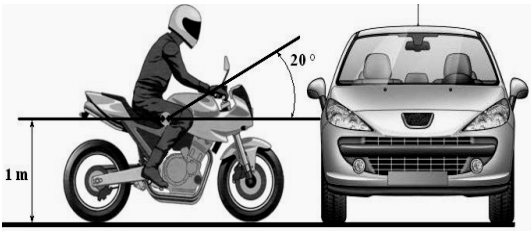

Fig. 2 Coliziune laterală între o motocicletă şi un automobil

în care: W_{mo} – viteza inițială a motociclistului [m/s]; α - unghiul între traiectoria inițială a motociclistului şi drum [grad]; h – înălțimea centrului de greutate al motociclistului în momentul începerii proiectării [m]; g – accelerația gravitațională [m/s^2].

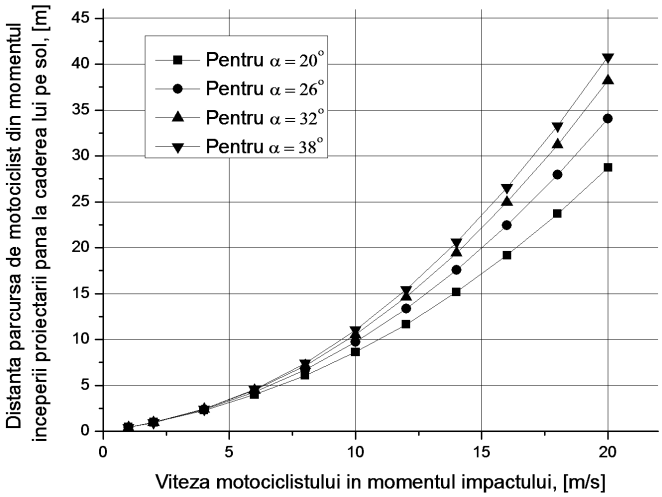

Fig. 3 Distanța parcursă de motociclist din momentul inceperii proiectării până la căderea lui pe sol

Distanta parcursă de motociclist până la atingerea înălțimii (figura 4):

$$S_m = \frac{W_{mo}^2 \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{g}, \text{ [m]}. \quad (2)$$

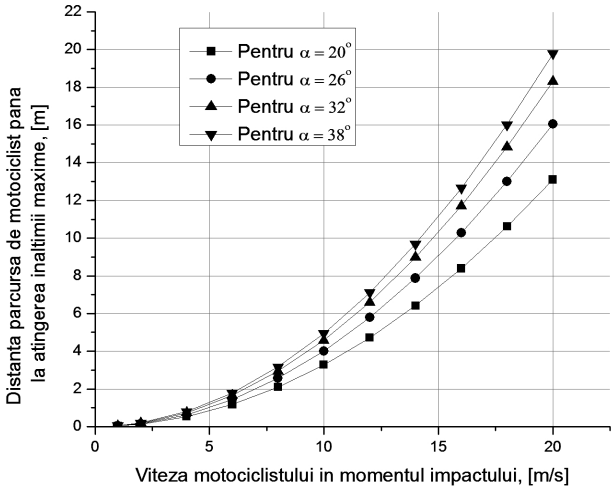

Fig. 4 Distanța parcursă de motociclist până la atingerea înălțimii maxime

Timpul scurs din momentul începerii proiectării până la atingerea înălțimii maxime (figura 5):

$$t_m = \frac{W_{mo} \cdot \sin\alpha}{g}, \text{ [s]}. \quad (3)$$

Înălțimea maximă a traiectoriei motociclistului (figura 6):

$$h_{mx} = h + \frac{1}{2} \cdot \frac{W_{mo}^2 \cdot \sin^2\alpha}{g}, \text{ [m]}. \quad (4)$$

Pentru determinarea timpului scurs din momentul începerii proiectării motociclistului până la căderea lui pe sol se utilizează relația (figura 7):

$$t_{pa} = \frac{W_{mo} \cdot \sin\alpha}{g} + \sqrt{\frac{W_{mo}^2 \cdot \sin^2\alpha}{g^2} + \frac{2h}{g}}, \text{ [s]}. \quad (5)$$

Componenta pe verticală a vitezei motociclistului în momentul căderii pe sol (figura 8):

$$W_{moy} = -\sqrt{W_{moy}^2 \cdot \sin^2\alpha + 2gh}, \text{ [m/s]}. \quad (6)$$

Ca şi în cazul proiectării pietonilor, ciocnirea motociclistului cu solul se face fără ricoşeu. Viteza rezultantă cu care începe să se deplaseze corpul său după căderea pe sol se calculează astfel (figura 9):

$$W_{mor} = W_{mo} \cdot \cos\alpha - f_m \cdot \sqrt{W_{mo}^2 \cdot \sin^2\alpha - gt_{pa}}\ , \text{[m/s]}. \qquad (7)$$

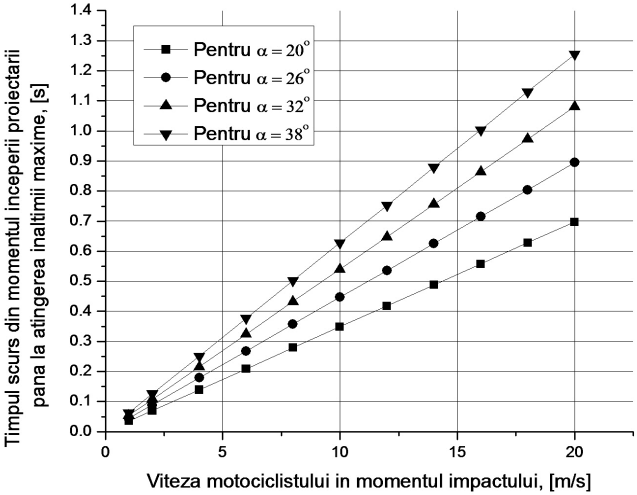

Fig. 5 Timpul scurs din momentul începerii proiectării până la atingerea înălțimii maxime

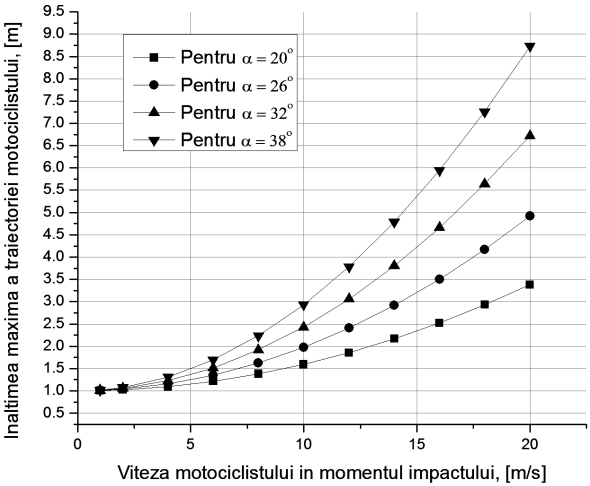

Fig. 6 Înălțimea maximă a traiectoriei motociclistului

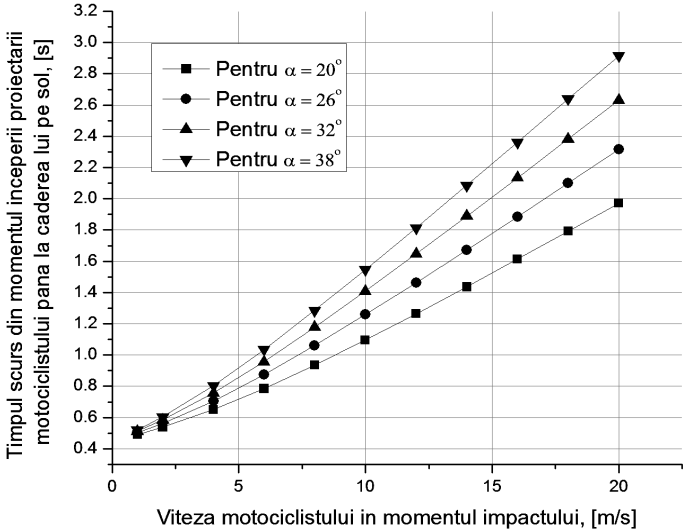

Fig. 7 Timpul scurs din momentul începerii proiectării motociclistului până la căderea lui pe sol

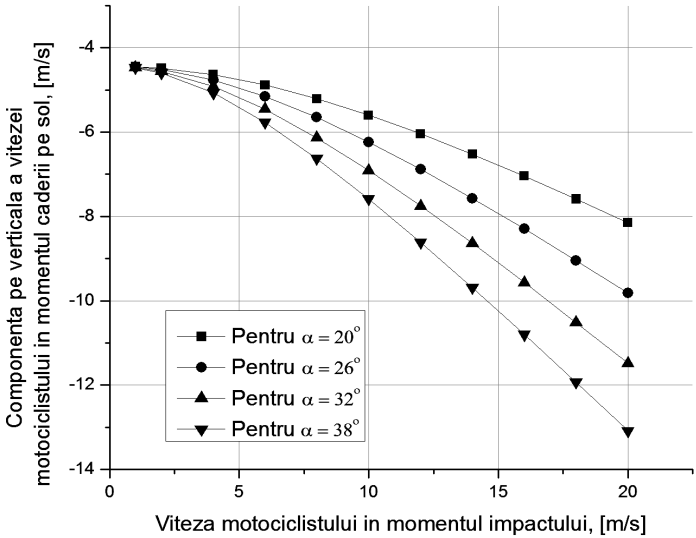

Fig. 8 Componenta pe verticală a vitezei motociclistului în momentul căderii pe sol

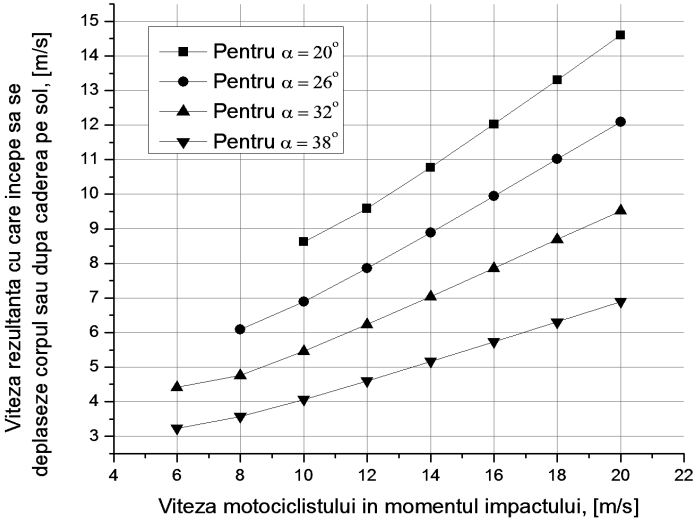

Fig. 9 Viteza rezultantă cu care începe să se deplaseze corpul motociclistului după căderea pe sol

Distanța de alunecare pe sol şi timpul aferent parcurgerii acestei distanțe rezultă din condițiile mişcării uniform decelerate a motociclistului, utilizând relațiile (figura 10 şi figura 11):

$$S = \frac{W_{mor}^2}{2 \cdot g \cdot f_m}, \quad [\text{ m}], \tag{8}$$

$$t_a = \frac{W_{mor}}{g \cdot f_m}, \quad [\text{s}]. \tag{9}$$

În final se determină [1] timpul total de mişcare şi distanța de proiectare ale motociclistului cu relațiile (figura 12 şi figura 13):

$$t_p = t_{pa} + t_a, \quad [\text{s}], \tag{10}$$

$$S_p = S_{pa} + S, \quad [\text{m}]. \tag{11}$$

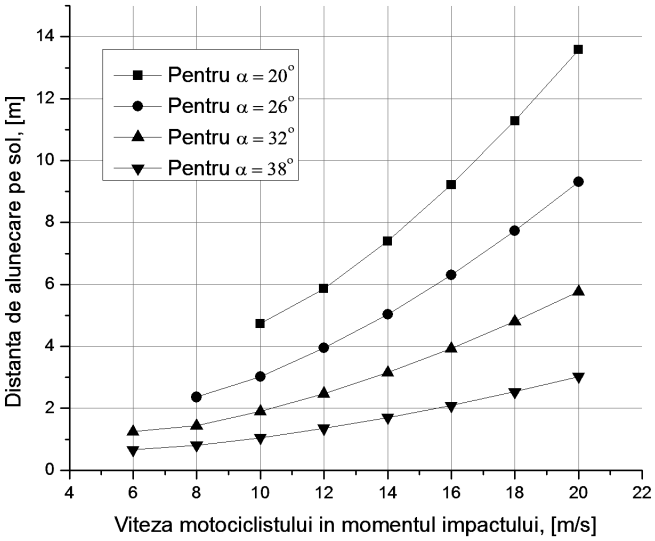

Fig. 10 Distanța de alunecare pe sol

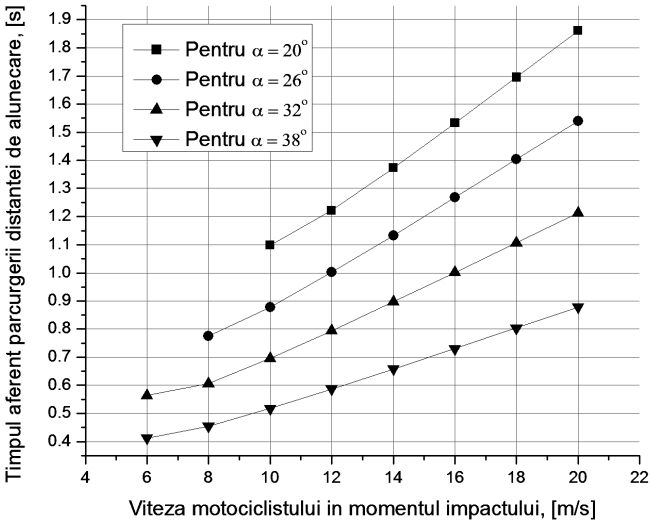

Fig. 11 Timpul aferent parcurgerii distanței de alunecare

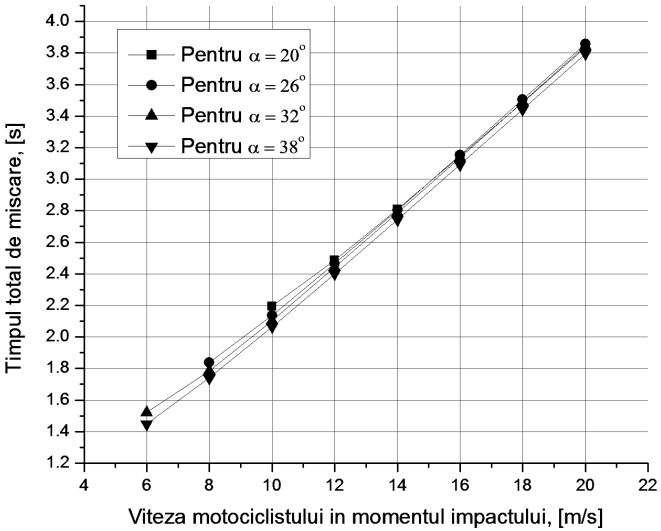

Fig. 12 Timpul total de mişcare

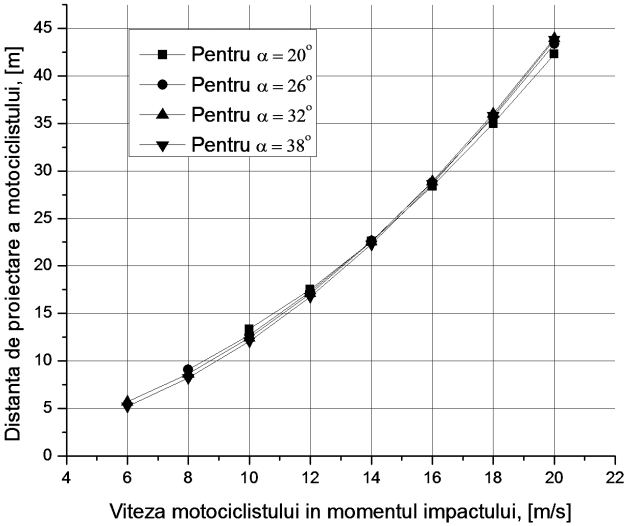

Fig. 13 Distanța de proiectare a motociclistului

3. Concluzii

■ Pe plan mondial, a devenit deja o tradiție, ca fiecare producător de automobile, sau mai nou motociclete, să aibă propriile programe de cercetare în domeniul securității conducătorilor şi a pasagerilor, ceea ce reprezintă o componentă a imaginii firmei constructoare şi a noilor modele lansate pe piață.

■ În cazul modelării matematice circumstanțele accidentului rutier se pot examina cu ajutorul modelului descris prin teoria mecanică şi metode matematice, putând obține rezultate simulate grafic care oferă o imagine clară a evenimentelor. Metodele matematice au mai multe avantaje: modelul astfel construit permite schimbarea datelor de intrare şi efectele lor se pot cerceta în mod mai simplu, se pot reproduce cu datele de intrare asemănătoare, rezultatul nu depinde de timpul execuției şi simularea matematică este practic fără pericol. Precizia rezultatelor obținute prin simulare depinde de construirea modelului matematic, de datele de intrare şi de complexitatea modelului.

■ Utilizarea analizei computerizate, prin avantajele pe care le oferă (reducerea timpilor de calcul, simularea diferitelor situații de accident etc.) devine un instrument util şi necesar experților tehnici şi inginerilor care îşi desfăşoară activitatea în cadrul reconstituirii accidentelor rutiere şi dezvoltării sistemelor de securitate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Gaiginschi, R., *Reconstrucția şi expertiza accidentelor rutiere*. Bucureşti, Editura tehnică, 2009.
[2] Todoruț, A., *Dinamica accidentelor de circulație.* Cluj-Napoca, Editura U.T.PRESS, 2008.
[3] Werner, M., *European Motorcycle Accidents Report (MAIDS) 2nd edition available,* http://news.motorbiker.org/blogs.nsf/dx/european-motorcycle-accidents-report-maids-2nd-edition-available.htm.

Conf.Dr.Ing. Adrian TODORUȚ,
Conf.Dr.Ing. István BARABÁS,
Prof.Dr.Ing. Petru BRÂNZAŞ,
Ing. Cristian Alexandru GAVRILAŞ,
Catedra ARMA,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
membri AGIR