

ASPECTE PRIVIND O PROBLEMĂ DE COLINIARITATE ÎN CINEMATICĂ

Autori: Daniel PARASCHIV ¹, Leonardo POCCIA ¹
paraschivdaniel95@gmail.com

Coordonatori: Șef lucr.dr. ing Răzvan Bogdan ITU ², Lector univ.dr. Mihaela TOMESCU ³

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E., Ingineria Transporturilor și Traficului anul I

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de Științe, Departamentul M.I.

Rezumat

În lucrare sunt prezentate unele aspecte privind coliniaritatea în cazul unor puncte materiale în mișcarea lor și situate pe traiectorii diferite.

Cuvinte cheie

Coliniaritate, puncte materiale

1. Introducere

Coliniaritatea este, în geometrie, proprietatea unui număr mai mare de două puncte de a aparține aceleiași drepte. Mai multe puncte necoliniare sunt puncte ce nu pot aparține aceleiași drepte. Se poate demonstra și folosind vectori și numere complexe, similar cu coplanaritatea.

Dintre metodele specifice pentru demonstrarea coliniarității folosite în geometrie amintim metodele ce urmează.

Demonstrarea coliniarității cu ajutorul unghiului alungit (unghiuri suplementare).

Dacă A și C sunt situate de o parte și de alta a dreptei BD și $m(\angle ABD) + m(\angle DBC) = 180^\circ$, atunci punctele A, B și C sunt coliniare (fig. 1).

Demonstrarea coliniarității utilizând reciproca teoremei unghiurilor opuse la vârf.

Dacă punctul B este situat pe dreapta DE , iar A și C sunt de o parte și de alta a dreptei DE și $\angle ABD = \angle CBE$, atunci punctele A, B, C sunt coliniare (fig. 2).

Demonstrarea coliniarității prin identificarea unei drepte ce conține punctele respective.

Pentru a arăta ca punctele A, B, C sunt coliniare se identifica o dreapta a căreia ele să-i aparțină.

Condiția de coliniaritate a trei puncte $A(x_1, y_1), B(x_2, y_2), C(x_3, y_3)$ se obține dacă punem condiția ca punctul $C(x_3, y_3)$ să verifice ecuația dreptei AB , adică:

$$\frac{y_3 - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x_3 - x_1}{x_2 - x_1}, \quad (1)$$

Condiția de coliniaritate a celor 3 puncte se mai poate scrie sub forma de determinant:

$$\begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \end{vmatrix}, \quad (2)$$

Demonstrarea coliniarității punctelor folosind vectorii.

Doi vectori sunt coliniari dacă au aceeași direcție. Acest lucru se întâmplă în cazul în care ambii vectori sunt nenuli și dreptele lor suport sunt paralele sau coincid și cazul în care unul dintre vectori este nul. Paralelismul vectorilor reprezintă un caz particular al coliniarității lor, lucru explicabil prin faptul că vectorii liberi nu au o poziție fixă și pot fi translați în orice punct al planului.

Demonstrarea coliniarității punctelor folosind aplicațiile numerelor complexe în geometrie.

Dacă punctele A, B, C au respectiv afixele z_A, z_B, z_C , atunci A, B, C sunt coliniare dacă și numai dacă $(z_B - z_A) / (z_C - z_A) \in \mathbb{R}^*$.

În continuare vom prezenta o problemă de coliniaritate în cazul a 3 puncte materiale în mișcarea lor situate pe traiectorii diferite.

2. Relația de coliniaritate a trei puncte ce se deplasează pe traiectorii diferite

Se consideră următoarea problemă: în același moment și din același punct O , se lansează în câmp gravitațional trei corpuri cu viteze inițiate diferite v_1, v_2, v_3 reprezentate în figura 3.

Ne propunem să găsim relația care trebuie să existe între mărimile vitezelor inițiale și unghiul α , astfel încât, în tot timpul mișcării, cele trei corpuri să rămână coliniare.

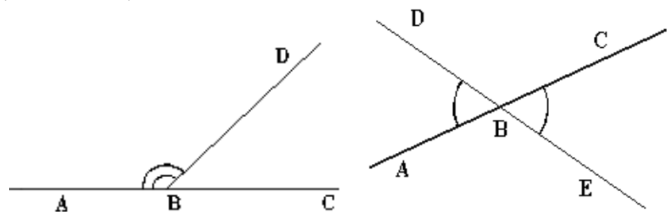


Fig. 1. Unghiuri suplementare Fig. 2. Unghiuri opuse la vârf

Pentru soluționarea unei asemenea probleme de coliniaritate va trebui să admitem următoarele două ipoteze simplificatoare care nu au fost incluse în enunțul acesteia: neglijarea rezistenței aerului și considerarea celor trei corpuri drept puncte materiale.

Pentru stabilirea condiției de coliniaritate a celor trei puncte materiale, $M_1(0, y_1)$, $M_2(x_2, y_2)$ și $M_3(x_3, y_3)$, facem la început apel la cunoștințele de geometrie analitică. Condiția de coliniaritate constă conform (2) în relația:

$$\delta = \begin{vmatrix} 0 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{vmatrix}, \quad (3)$$

Pentru exprimarea coordonatelor punctelor M_1 , M_2 și M_3 la un moment $t > 0$, socotit din momentul lansării corpurilor, facem apel la cunoștințele de cinematică din mecanică:

$$x_1 = 0, \quad y_1 = v_1 t - \frac{g}{2} t^2, \quad (\text{aruncarea pe verticală în sus}) \quad (4)$$

$$x_2 = v_2 t \cos \alpha, \quad y_2 = v_2 t \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2, \quad (\text{aruncarea pe oblică}) \quad (5)$$

$$x_3 = v_3 t, \quad y_3 = -\frac{g}{2} t^2, \quad (\text{aruncarea pe orizontală}) \quad (6)$$

Substituind apoi (6), (7) și (8) în determinantul (5) obținem:

$$\delta = \begin{vmatrix} 0 & v_1 t - \frac{g}{2} t^2 & 1 \\ v_2 \cos \alpha & v_2 t \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 & 1 \\ v_3 t & -\frac{g}{2} t^2 & 1 \end{vmatrix}, \quad (7)$$

astfel că prin dezvoltarea acestui determinant se ajunge la condiția cerută:

$$v_3 t \left(v_1 t - \frac{g}{2} t^2 \right) = \frac{g}{2} v_2 t^3 \cos \alpha - v_3 t \left(v_2 t \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 \right) - v_2 t \cos \alpha \cdot \left(v_1 t - \frac{g}{2} t^2 \right) = 0,$$

După reducerea termenilor asemenea și împărțirea cu t^2 , ($t > 0$), obținem în final relația căutăată:

$$v_2 v_3 \sin \alpha + v_1 v_2 \cos \alpha - v_1 v_3 = 0, \quad (8)$$

Demonstrarea coliniarității punctelor folosind vectorii.

Vectorii $\vec{r}_A = (x_A, y_A)$ și $\vec{r}_B = (x_B, y_B)$ sunt colineari dacă și numai dacă au coordonatele (proiecțiile pe axe) proporționale, adică:

$$\frac{x_A}{x_B} = \frac{y_A}{y_B}, \quad (9)$$

dacă $x_B, y_B \neq 0$

Punctele A, B, C sunt colineare dacă și numai dacă vectorii \overline{AB} și \overline{AC} sunt colineari deci dacă și numai dacă există $\alpha \in \mathbb{R}$ astfel încât:

$$\overline{AB} = \alpha \overline{AC}, \quad (10)$$

Dar:

$$\begin{aligned} \overline{AB} = \alpha \overline{AC} &\Leftrightarrow (x_B - x_A) \vec{i} + (y_B - y_A) \vec{j} = (\alpha x_C - \alpha x_A) \vec{i} + (\alpha y_C - \alpha y_A) \vec{j} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow (x_B - x_A) = \alpha (x_C - x_A) \quad (y_B - y_A) = \alpha (y_C - y_A) \Leftrightarrow, \quad (11) \\ &\Leftrightarrow \frac{x_B - x_A}{x_C - x_A} = \frac{y_B - y_A}{y_C - y_A} \text{ cu } x_C - x_A \neq 0, \quad y_C - y_A \end{aligned}$$

Astfel conform figurii 4, pentru punctele M_1 , M_2 și M_3 avem:

$$\begin{aligned} \vec{r}_1 &= 0 \vec{i} + y_1 \vec{j}, \quad \vec{r}_1 = \left(v_1 t - \frac{g}{2} t^2 \right) \vec{j} \\ \vec{r}_2 &= x_2 \vec{i} + y_2 \vec{j}, \quad \vec{r}_2 = v_2 t \cos \alpha \vec{i} + \left(v_2 t \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 \right) \vec{j}, \quad (12) \\ \vec{r}_3 &= x_3 \vec{i} + y_3 \vec{j}, \quad \vec{r}_3 = v_3 t \vec{i} + \left(-\frac{g}{2} t^2 \right) \vec{j} \end{aligned}$$

Pentru punctele M_1, M_2 și M_3 să fie coliniare trebuie ca:

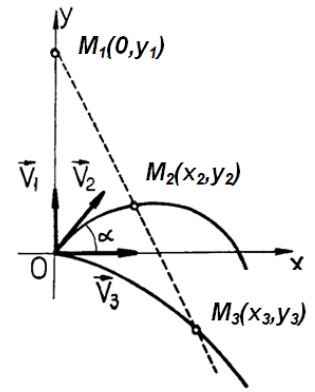


Fig. 3. Lansarea punctelor

$$\overline{M_1 M_3} = \alpha \overline{M_1 M_2} \quad \text{sau} \quad \frac{x_3 - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y_3 - y_1}{y_2 - y_1}, \quad (13)$$

Rezultă, deci:

$$\frac{v_3 t}{v_2 t \cos \alpha} = \frac{v_1 t}{-(v_2 t \sin \alpha - v_1 t)} \Rightarrow -v_3 v_2 \sin \alpha + v_3 v_1 = v_1 v_2 \cos \alpha, \quad (14)$$

Se observă că relația (14) este identică cu relația (8).

În continuare vom determina relația de coliniaritate pentru punctele M_1 , M_2 și M_3 folosind numerele complexe.

Prin asocierea $z = x + iy$, $M(x, y)$, mulțimii R a numerelor reale îi corespunde axa Ox numită, în acest context, axa reală, iar mulțimii iR a numerelor imaginare, axa Oy , numită axa imaginară. Planul ale cărui puncte se identifică cu numerele complexe prin funcția $g \circ f$, definită mai înainte, se numește planul complex.

Afixele punctelor M_1 , M_2 și M_3 conform figurii 5 sunt z_1, z_2, z_3 .

Punctele $M_1(z_1)$, $M_2(z_2)$ și $M_3(z_3)$ sunt coliniare dacă și numai dacă $(z_3 - z_1)/(z_3 - z_2)$ aparține R .

Conform figurii 5 și a relațiilor cinematice din mecanică, avem că:

$$z_1 = x_1 + iy_1, \quad z_1 = i \left(v_1 t - \frac{g}{2} t^2 \right)$$

$$z_2 = x_2 + iy_2, \quad z_2 = v_2 t \cos \alpha + i \left(v_2 t \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 \right), \quad (15)$$

$$z_3 = x_3 + iy_3, \quad z_3 = v_3 t + i \left(-\frac{g}{2} t^2 \right)$$

$$\frac{z_3 - z_1}{z_2 - z_1} = \frac{x_3 + iy_3 - (x_1 + iy_1)}{x_2 + iy_2 - (x_1 + iy_1)} = \frac{x_3 - x_1 + i(y_3 - y_1)}{x_2 - x_1 + i(y_2 - y_1)} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_3 t - 0 + i \left(-\frac{g}{2} t^2 - v_1 t + \frac{g}{2} t^2 \right)}{v_2 t \cos \alpha - 0 + i \left(v_2 t \sin \alpha - \frac{g}{2} t^2 - v_1 t + \frac{g}{2} t^2 \right)} = \frac{v_3 t - iv_1 t}{v_2 t \cos \alpha + i(v_2 t \sin \alpha - v_1 t)} = \lambda, \quad (16)$$

unde $\lambda \in \mathbb{R}^*$.

Astfel vom avea:

$$\frac{v_3 t - iv_1 t}{v_2 t \cos \alpha + i(v_2 t \sin \alpha - v_1 t)} = \lambda \Leftrightarrow \left\{ v_3 t - iv_1 t = \lambda [v_2 t \cos \alpha + i(v_2 t \sin \alpha - v_1 t)] \right\} \frac{1}{t} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow v_3 - \lambda v_2 \cos \alpha = i [v_1 + \lambda (v_2 \sin \alpha - v_1)] \Leftrightarrow v_3 - \lambda v_2 \cos \alpha - i [v_1 + \lambda (v_2 \sin \alpha - v_1)] = 0 \quad (17)$$

Pentru ca $v_3 - \lambda v_2 \cos \alpha - i [v_1 + \lambda (v_2 \sin \alpha - v_1)] = 0$, trebuie ca: $v_3 - \lambda v_2 \cos \alpha = 0$ și $v_1 + \lambda (v_2 \sin \alpha - v_1) = 0$, de unde rezultă:

$$\lambda = \frac{v_3}{v_2 \cos \alpha} \quad \text{și} \quad \lambda = \frac{v_1}{v_1 - v_2 \sin \alpha}, \quad (18)$$

Egalând cele două ecuații din (20) rezultă:

$$\frac{v_3}{v_2 \cos \alpha} = \frac{v_1}{v_1 - v_2 \sin \alpha} \Rightarrow v_3 (v_1 - v_2 \sin \alpha) = v_1 v_2 \cos \alpha \Rightarrow v_2 v_3 \sin \alpha + v_1 v_2 \cos \alpha - v_1 v_3 = 0, \quad (19)$$

Relația (19) este identică cu relația (8).

Vom considera în continuare demonstrarea coliniarității cu ajutorul unghiului alungit (unghiuri suplimentare). Dacă M_1 și M_3 sunt situate de o parte și de alta a dreptei OM_2 și $m(\angle M_1 M_2 O) + m(\angle O M_2 M_3) = 180^\circ$ (fig. 6), atunci punctele M_1 , M_2 și M_3 sunt coliniare.

Luând în considerare figura 6, vom face următoarele notații:

$$\square OM_1 M_2 = \theta, \quad \square M_1 O M_2 = \beta, \quad \square OM_3 M_2 = \varphi, \quad \square M_2 O M_3 = \gamma, \quad (20)$$

Din $\triangle O M_1 M_2$ rezultă că:

$$\square OM_2 M_1 = 180^\circ - (\beta + \theta), \quad (21)$$

Din $\triangle O M_3 M_2$ rezultă că:

$$\square OM_2 M_3 = 180^\circ - (\gamma + \varphi), \quad (22)$$

Calculând suma măsurilor unghiurilor $\square OM_2 M_1$ și $\square OM_2 M_3$, obținem:

$$\square OM_2 M_1 + \square OM_2 M_3 = 180^\circ - (\gamma + \varphi) + 180^\circ - (\beta + \theta) = 360^\circ - (\gamma + \varphi + \beta + \theta), \quad (23)$$

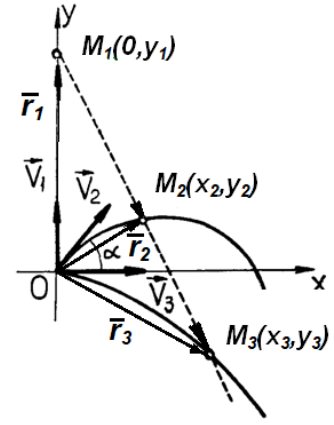


Fig. 4. Vectorii de poziție ai punctelor

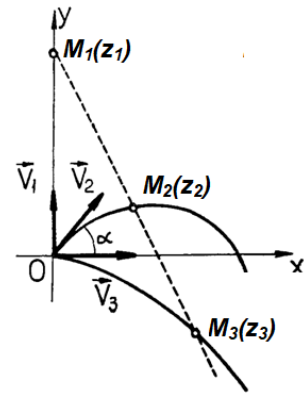


Fig. 5. Afixele punctelor M_1 , M_2 și M_3

dar

$$(\gamma + \varphi + \beta + \theta) = 180^\circ, \quad (24)$$

Atunci relația (23) devine:

$$\square OM_2M_1 + \square OM_2M_3 = 180^\circ, \quad (25)$$

De unde rezultă că punctele M_1 , M_2 și M_3 sunt coliniare și atunci vectorii $\overline{M_1M_2}$ și $\overline{M_1M_3}$ fiind coliniari produsul lor vectorial este nul.

Avem astfel:

$$\begin{aligned} \overline{M_1M_2} \times \overline{M_1M_3} &= [v_2 t \cos \alpha \bar{i} - (v_2 t \sin \alpha - v_1 t) \bar{j}] \times (v_3 t \bar{i} + v_1 t \bar{j}) = \\ &= \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ v_2 t \cos \alpha & v_1 t - v_2 t \sin \alpha & 0 \\ v_3 t & v_1 t & 0 \end{vmatrix} = 0 \end{aligned}, \quad (26)$$

Din dezvoltarea determinantului se obține:

$$v_2 v_3 \sin \alpha + v_1 v_2 \cos \alpha - v_1 v_3 = 0, \quad (27)$$

Relația (27) fiind identică cu relația (8).

O asemenea problemă se pretează însă la discuții interesante. Evident, coliniaritatea nu este posibilă dacă nu este îndeplinită condiția (8) și care, după cum se observă, are o anumită simetrie.

În plus, este de observat că dispoziția vitezelor celor trei corpuri este simetrică în raport cu axa Oy , rezultatul (8) menținându-se.

În acest context pot fi căutate și alte dispoziții ale vitezelor celor trei corpuri pentru a se îndeplini condiția de coliniaritate, dacă nu tot timpul mișcării, măcar pentru anumite momente socotite în raport cu momentul lansării simultane a corpurilor.

În cele ce urmează ne vom limita doar la condiția (8) presupunând date v_1 , v_2 , v_3 și încercând să determinăm α pentru care coliniaritatea se menține.

În acest scop va trebui să rezolvăm ecuația (8) în raport cu necunoscuta α .

Procedând la rezolvarea acestei ecuații, vom exprima $\sin \alpha$ și $\cos \alpha$ prin $x = \operatorname{tg}(\alpha/2)$:

$$\sin \alpha = \frac{2x}{1+x^2}, \quad \cos \alpha = \frac{1-x^2}{1+x^2}, \quad (28)$$

Înlocuind (28) în (8) se obține o ecuație algebrică de forma:

$$v_1(v_2 + v_3)x^2 + 2v_2v_3x - v_1(v_2 - v_3) = 0, \quad (29)$$

Ecuația (29) are soluții reale după cum discriminantul ei $\Delta \geq 0$, adică după cum:

$$v_2^2v_3^2 + v_1^2(v_2^2 - v_3^2) \geq 0, \quad (30)$$

În acest caz soluțiile ecuației (29) sunt:

$$x_{1,2} = \frac{-v_2v_3 \pm \sqrt{v_2^2v_3^2 + v_1^2(v_2^2 - v_3^2)}}{v_1(v_2 + v_3)}, \quad (31)$$

Menținându-ne doar în primul cadran al sistemului xOy , $\alpha \in (0, \pi/2)$, unica soluție posibilă pentru x este:

$$x = x_1 = \frac{\sqrt{v_2^2v_3^2 + v_1^2(v_2^2 - v_3^2)} - v_2v_3}{v_1(v_2 + v_3)}, \quad (32)$$

Evident soluția (32) este acceptabilă dacă $v_2 > v_3$ și ca urmare:

$$\alpha = 2 \operatorname{arctg} x = 2 \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{v_2^2v_3^2 + v_1^2(v_2^2 - v_3^2)} - v_2v_3}{v_1(v_2 + v_3)}, \quad (33)$$

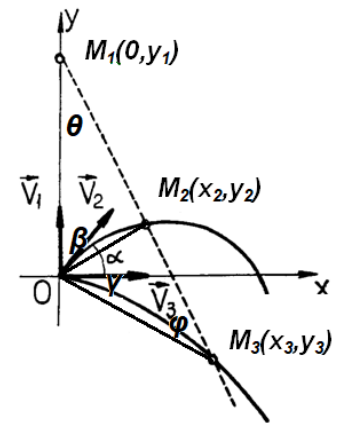


Fig. 6. Cazul unghiului alungit

Concluzii

Oprindu-ne aici cu discuția problemei, precizăm că o asemenea discuție este departe de a fi putut epuiza multitudinea aspectelor care se pot pune. Este și acesta un mic exemplu care atestă principiul continuității cunoașterii, a faptului că procesul cunoașterii este nelimitat și ca orice știință rămâne mereu deschisă achiziționării de noi contribuții.

Bibliografie

- [1] Sfichi, R., Caleidoscop de fizică, Editura Albatros, București, 1988;
- [2] *** <https://www.preferatele.com/docs/matematica/1/interpretarea-geomet16.php>
- [3] *** <https://www.scritub.com/stiinta/matematica/METODE-SPECIFICE-DE-REZOLVARE-33819.php>

STABILIREA VITEZELOR AUTOMOBILELOR ÎN MOMENTUL IMPLICĂRII ACESTORA ÎNTR-UN EVENIMENT RUTIER

Autori: Răzvan CĂTANĂ ¹, Patrick COSTACHE ¹
catanarazvan3@gmail.com

Coordonatori: Șef lucr.dr. ing Răzvan Bogdan ITU ², Șef lucr.dr. ing. Aurelian NICOLA ²

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E., Ingineria Transporturilor și Traficului anul I

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de I.M.E., Departamentul I.M.I.T.

Rezumat

Cercetarea accidentelor de circulație presupune stabilirea unor elemente sau clarificarea unor aspecte care pot să servească la conturarea naturii juridice a evenimentului, la determinarea răspunderii penale și civile ce revine persoanei vinovate de producerea accidentului, prevenirea unor evenimente viitoare de aceeași natură. În lucrare se prezintă stabilirea vitezelor automobilelor în momentul implicării într-un eveniment rutier, folosind cunoștințe de mecanică.

Cuvinte cheie

Momente principale de inerție, metoda Lagrange

1. Introducere

Circulație rutieră reprezintă mișcarea generală de vehicule și persoane, concentrată pe suprafețe de teren amenajate special în acest scop, respectiv drumurile. Fenomenul circulației rutiere sau a traficului rutier se manifestă tot atât de clar pe distanțe mari, în teritorii largi, cât și în zone restrânse (orașe și alte tipuri de așezări). Ca urmare a perfecționării continue a autovehiculelor, s-a ajuns astăzi la ritmuri ridicate și proporții foarte mari de evoluție a circulației rutiere. Practic are loc o explozie rutieră.

Centrele urbane și rurale sunt afectate direct de mobilitatea populației. Este caracteristic faptul că, în special, aglomerațiile urbane, practic sunt sufocate de prezența autoturismelor, care dispunând de o autonomie deosebită de deplasare pot satisface cele mai diverse pretenții și care, ocupă trama stradală zi și noapte, în plus un număr foarte mare de autocamioane asigură aprovizionarea cu mărfurile necesare.

Traficul rutier reprezintă un sistem tipic, om - autovehicul - drum și de aceea, este necesar să se acorde o atenție corespunzătoare analizei fiecăruia din acești participanți precum și implicarea directă asupra desfășurării fluente a circulației, în condiții depline de securitate rutieră.

Circulația cât mai fluentă și fără accidente pe drumurile publice a autovehiculelor este dezideratul permanent al societății moderne. Dar, din păcate, există suficiente abateri de la reglementările legale privind circulația pe drumurile publice, care de multe ori se soldează cu accidente.

Cercetarea locului faptei se dispune de către organul de urmărire penală, iar în cursul judecății de către instanța de judecată, atunci când este necesară constatarea directă în scopul determinării sau clarificării unor împrejurări de fapt ce prezintă importanță pentru stabilirea adevărului.

Stabilirea adevărului în legătură, în special, cu vitezele pe care le aveau autovehiculele atunci când au fost implicate într-un accident sau atunci când s-au încălcat unele prevederi legale privind circulația, după consumarea faptelor ca atare, se poate face pentru multe cazuri concrete, folosind cunoștințe de mecanică.

În continuare ne vom referi la două cazuri, dintre cele posibile care pot fi întâlnite.

2. Stabilirea vitezelor în momentul implicării în eveniment

Considerăm cazul în care un automobilist afirmă că deplasându-se pe o porțiune de șosea orizontală și plană, pentru a evita un accident, a redus viteza automobilului de la 72 km/h la zero pe distanța de 16 m. Este adevărată afirmația făcută de conducătorul auto?

Pentru simplificarea raționamentelor pe care o să le facem vom neglija frecările cu aerul.

Pentru a da răspunsul la întrebarea pusă putem aplica, de pildă, teorema variației energiei cinetice pe distanța de frânare a automobilului:

$$\frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -F_f d, \quad (1)$$

în care m este masa automobilului, d — distanța de frânare, $v_1 = 0$ - viteza automobilului în punctul în care acesta se oprește, v_0 - viteza automobilului în momentul în care acesta începe să frâneze, iar F_f — forța de frecare la alunecare între roțile automobilului și șosea. Deci:

$$\frac{mv_0^2}{2} = F_f d, \quad (2)$$

Dar $F_f = \mu mg$, în care μ este coeficientul de frecare la alunecare, iar g — accelerația gravitației terestre.

Ca urmare,

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mgd \Rightarrow \mu = \frac{v_0^2}{2gd}, \quad (3)$$

Luând în considerare datele numerice considerate, din (3) rezultă:

$$\mu = \frac{400}{2 \cdot 9,81 \cdot 16} \cong 1,27, \quad v_0 = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}, \quad (4)$$

Rezultatul (4) este imposibil, deoarece totdeauna $\mu < 1$.

La frânarea roților pe asfalt uscat, de exemplu, $\mu = 0,28 - 0,76$. Așadar, automobilistul în cauză nu poate fi crezut. Exemplul prezentat constituie în același timp o problemă cu datele de intrare incompatibile.

Într-adevăr ținând seama de valorile practice ale lui μ , distanța de frânare rezultă din (3):

$$d = \frac{v_0^2}{2\mu g}, \quad (5)$$

și este mai mare de 16 m pentru datele numerice considerate.

Un alt caz considerat este acela în care un conducător auto circulând pe o șosea rectilinie și orizontală, oprit de un agent de circulație pentru că n-ar fi respectat viteza legală în localități, $v = 60 \text{ km/h}$, susține că ar fi circulat reglementar.

În automobil agentul de circulație a găsit un vas în formă de cilindru circular drept fixat rigid, prin baza sa, de podeaua automobilului și care avea diametrul bazei $d = 40 \text{ cm}$, înălțimea $h = 50 \text{ cm}$ și avea apa până la jumătate.

Punctul cel mai înalt al peretelui interior udat al vasului era la $h_1 = 22 \text{ cm}$ deasupra apei. După începerea frânării, automobilul a mai parcurs $s = 15 \text{ m}$ până la oprire, ceea ce s-a putut constata prin urmele lăsate de cauciucuri pe șosea.

Evident, se pune întrebarea: cine a avut dreptate ?

Pentru stabilirea adevărului, trebuie să constatăm că în timpul frânării intervine forța de inerție F_i , iar suprafața apei (oginda acesteia) din vas ia forma A_1B_1 (fig. 1), astfel că punctul cel mai înalt B_1 al peretelui interior udat al vasului, este definit prin cota $BB_1 = h_1$ deasupra apei.

Pentru a lua drept bună indicația dată de nivelul atins de apă în timpul frânării, este necesar ca:

$$h_1 + \frac{h}{2} \leq h \Rightarrow h_1 \leq \frac{h}{2}, \quad (6)$$

deoarece în caz contrar apa va curge din vas, chiar dacă vasul are o poziție fixă.

Se observă că relația (6) este îndeplinită de datele numerice luate în considerație:

$$h_1 = 22 \text{ cm} < \frac{h}{2} = \frac{50 \text{ cm}}{2} = 25 \text{ cm}$$

Este de asemenea de presupus că nu s-a intervenit asupra vasului de nici o persoană din cele aflate în discuție sau eventual alte persoane ce s-ar fi aflat în automobil.

O particulă de apă, de masă m , aflându-se în echilibru dinamic pe suprafața A_1B_1 , rezultanta $\vec{F} = \vec{G} + \vec{F}_i = m(\vec{g} + \vec{a})$, este perpendiculară pe suprafața A_1B_1 . Rezultă că:

$$\text{tg} \alpha = \frac{F_i}{G} = \frac{a}{g} \Rightarrow a = g \text{tg} \alpha, \quad (7)$$

Conform formulei lui Galilei, viteza cu care circula automobilistul în momentul în care a început frânarea era:

$$v = \sqrt{2as}, \quad (8)$$

Înlocuind (7) în (8) și ținând seama că, potrivit (fig. 1),

$$\text{tg} \alpha = \frac{BB_1}{OB} = \frac{h_1}{\frac{d}{2}} = \frac{2h_1}{d},$$

avem:

$$v = 2\sqrt{g \frac{h_1}{d} s}, \quad (9)$$

Numeric rezultă $v \cong 18 \text{ m/s} = 64,8 \text{ km/h} > v_M = 60 \text{ km/h}$ și deci agentul de circulație a avut dreptate.

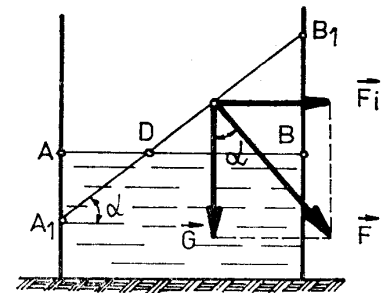


Fig. 1. Vasul cu apă

Bibliografie

[1] Sfichi, R., Caleidoscop de fizică, Editura Albatros, București, 1988;

[2] *** <https://lege5.ro/gratuit/geztkobvha/art-192-cercetarea-locului-faptei-codul-de-procedura-penala?dp=gqztimjggy>

ANALIZA CAUZELOR ACCIDENTELOR RUTIERE GRAVE ÎN ROMÂNIA

Autori: Vasile GIURGIU ¹, Ciprian FEIER ²
giurgiuvasile68@yahoo.com, ciprian.feier@yahoo.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Sorin MIHĂILESCU ³

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Ingineria Transporturilor și a Traficului, anul 4*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Sisteme de Transport pentru Industrie, Turism și Servicii, anul 2*

³ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi*

Rezumat

Îmbunătățirea siguranței rutiere reprezintă o prioritate atât la nivel internațional, cât și la nivel național, iar reducerea deceselor și a vătămărilor în accidente rutiere a fost stabilită drept obiectiv atât de Organizația Națiunilor Unite, cât și la nivelul Uniunii Europene. România se află în continuare pe primul loc la numărul de accidente rutiere din Europa raportat la un milion de locuitori [1]. Siguranța rutieră este un domeniu multidisciplinar puternic influențat de educația rutieră, aplicarea legii și infrastructura rutieră. Astfel, analiza principalelor cauze generatoare de accidente rutiere grave ajută la înțelegerea acțiunilor ce trebuie efectuate pentru combaterea acestora de către instituțiile responsabile. De asemenea, aplicarea cu responsabilitate a legii privind circulația pe drumurile publice și prin asigurarea prevenirii și monitorizării circulației rutiere ajută la reducerea accidentelor rutiere grave.

Cuvinte cheie

Accident rutier, siguranță rutieră, mobilitate rutieră

1. Introducere

Progresul economico-social general este strâns legat de evoluția transporturilor rutiere, fapt care determină creșterea continuă a valorilor de trafic, concomitent cu diversificarea categoriilor de utilizatori ai drumurilor publice. Avantajele majore ale creșterii mobilității rutiere sunt umbrite însă de consecințele negative pe care le au asupra societății accidentele de circulație, care determină anual pierderea unui număr impresionant de vieți omenești, grele suferințe și uriașe pagube materiale. Siguranța rutieră, mai ales în contextul definit mai sus, devine un domeniu dintre cele mai importante. Organismele de conducere ale Uniunii Europene stabilesc ca obiectiv reducerea cu 50% până în 2030 a numărului de persoane decedate și a accidentărilor grave în accidente rutiere pe șoselele Europei, înspre realizarea unui „spațiu european de siguranță rutieră”. Drept consecință, problematica siguranței rutiere este un domeniu de strictă actualitate, mai ales în țara noastră unde, cu toate eforturile depuse de autorități și rezultatele pozitive obținute în ultimii ani, gradul de risc rutier rămâne încă peste media europeană, la o distanță apreciabilă de statele aflate în fruntea clasamentului din acest punct de vedere [1]. Pentru o bună cunoaștere a fenomenelor de circulație în vederea creșterii siguranței rutiere, analiza factorilor care influențează siguranța rutieră are o importanță deosebită.

2. Siguranța rutieră

Ca definiție, siguranța rutieră reprezintă totalitatea acțiunilor și măsurilor destinate îmbunătățirii comportamentului uman, vehiculelor și infrastructurii rutiere, care să conducă la circulația în condiții de securitate a tuturor categoriilor de utilizatori ai drumurilor publice, prin reducerea riscului implicării în accidente rutiere și diminuarea consecințelor acestora. Din punct de vedere conceptual, siguranța rutieră presupune interdependența acțiunii următorilor factori principali [1]:

- *Omul* - este responsabil de peste 90% dintre accidentele de circulație, prin „greșelile” comise în trafic, mai mult sau mai puțin voit;
- *Autovehiculul* - care, în cei peste 130 de ani de la apariție, a fost perfecționat continuu, atât sub aspectul designului și al performanțelor tehnice, dar mai ales al mijloacelor de siguranță pasivă (centuri de siguranță, airbag-uri, tetiere, sisteme de retenție pentru copii), dar și al celor de siguranță activă (frâne antiblocaj/asistate, control al stabilității, faruri adaptive, senzori de parcare, iluminare automată, etc.);
- *Infrastructura rutieră* - este cea care contribuie în mare măsură la reducerea riscului rutier prin configurație, capacitate de preluare, semnalizare și dotări de siguranță (iluminare, separarea fluxurilor de trafic, amenajarea intersecțiilor, a pasajelor pietonale și a pistelor pentru bicicliști);
- *Sistemul de reglementare și control al traficului rutier* - este compus din cadrul legal (totalitatea actelor normative cu incidență în materie) și forțele de impunere a legii (numărul și dotarea polițiștilor rutieri);
- *Tehnologia informației* - care stă la baza dezvoltării sistemelor de transport inteligente (STI) va permite culegerea și procesarea instantanee a unui volum uriaș de date obținute de la numeroșii senzori aflați la bord,

dar și de la cei ai infrastructurii rutiere, cu care automobilul se va afla în permanentă comunicare, permițând astfel, un rulaj sigur, economic și confortabil. În acest sens, marii constructori au făcut deja pași importanți, dotându-și modelele de serie cu echipamente de asistare avansată a conducerii (ADAS), dispozitive „alcoholock” destinate combaterii conducerii autovehiculelor sub influența alcoolului sau pentru sesizarea și semnalarea instalării stării de oboseală;

- *Condițiile meteo* - reprezintă, în pofida progresului tehnic, o variabilă ce influențează siguranța rutieră, prin efectele importante pe care le pot avea asupra aderenței la carosabil (uscat, umed sau alunecos), a vizibilității (ceață ori precipitații), a ținutei de drum (rafale de vânt puternic) sau asupra organismului uman (indispoziții pe timp ploios ori favorizarea instalării oboselii sau accentuarea ei în perioadele caniculare).

Politica europeană pentru siguranța drumurilor cere monitorizarea câtorva criterii care determină performanța unei țări [2]:

- respectarea limitei de viteză;
- folosirea centurilor de siguranță;
- condusul sub influența alcoolului;
- distragerea atenției;
- siguranța mașinilor noi;
- siguranța infrastructurii;
- îngrijirea post-accident.

3. Accidentul rutier

Potrivit Dicționarului explicativ al limbii române, accidentul este definit ca fiind evenimentul fortuit, imprevizibil, care întrerupe mersul normal al lucrurilor (provocând avarii, răniri, mutilări sau chiar moartea), un fapt întâmplător, banal, care aduce nenorocire [3].

În accepțiune legală însă, potrivit legislației din România, respectiv a OUG 195/2002 privind circulația pe drumurile publice și Codului rutier 2023 actualizat, accidentul de circulație este evenimentul care îndeplinește cumulativ următoarele condiții [4], [5]:

- s-a produs pe un drum deschis circulației publice ori și-a avut originea într-un asemenea loc;
- a avut ca urmare decesul, rănirea uneia sau a mai multor persoane, ori avarierea a cel puțin unui vehicul sau alte pagube materiale;
- în eveniment a fost implicat cel puțin un vehicul în mișcare.

Accidentele de circulație (Fig. 1) se clasifică în funcție de mai multe criterii, care le individualizează și le diferențiază în același timp [1], [6]:

- *urmările pe care le au (gravitate)* - accidente soldate numai cu pagube materiale sau accidente soldate cu victime. La rândul lor, accidentele soldate cu victime se împart în accidente ușoare, din care au rezultat doar leziuni minore, care nu necesită spitalizarea victimelor și accidente grave, soldate cu decesul victimelor sau rănirea gravă a acestora, necesitând pentru vindecare spitalizarea celor răniți;
- *consecințele juridice pe care le implică* - criteriu care discriminează între accidentele ce atrag răspunderea contravențională și civilă (soldate numai cu pagube materiale) și cele care atrag răspunderea penală a celor care le-au produs (accidentele soldate cu victime);
- *cunoașterea autorului* - accidentele pot fi cu autori cunoscuți sau cu autori neidentificați, care au părăsit locul producerii evenimentului fără încuviințarea organelor de anchetă, sustrăgându-se cercetării.



Fig. 1. Accident de circulație grav [7]

4. Cauze pentru producerea accidentelor rutiere grave

În anul 2021, pe drumurile publice din România s-au produs 26.806 accidente rutiere. Dintre acestea, 4.915 au fost accidente rutiere grave (18,3%), evenimente care au condus la decesul a 1.779 de persoane, rănirea gravă a 3.790

de persoane și rănirea ușoară a altor 2.235 de persoane. Totodată, cele 21.891 accidente ușoare înregistrate au avut printre consecințe rănirea ușoară a 27.209 de persoane. În medie, în 2021, s-au produs zilnic aproximativ 13 accidente rutiere grave în care și-au pierdut viața 5 persoane și au fost rănite grav 10 persoane [1].

Analiza accidentelor de circulație se face în funcție de criteriile:

- mediul de producere (rural, urban, drumuri din afara localităților);
- categoria de drum (stradă, drum național, drum județean, drum comunal, autostradă, alte drumuri);
- caracteristicile speciale ale drumului (curbă, tunel, intersecție, pod, trecere cale ferată);
- caracteristicile meteo (normal, ceață, lapoviță, ninsoare, ploaie, vânt puternic);
- tipul impactului (acroșare, acvoplanare, cădere din vehicul, cădere în afara drumului, cădere în vehicul, coliziune față-spate, coliziune frontală, coliziune în lanț, coliziune laterală, coliziune urmată de incendiu, coliziune urmată de răsturnare, coliziune vehicul în staționare, derapare, lovire animal, lovire obstacol în afara carosabilului, lovire obstacol pe carosabil, lovire pieton, părăsire vehicul de către participanți, răsturnare, altele);
- luna producerii accidentului;
- ziua producerii accidentului;
- ora producerii accidentului;
- cauzele accidentelor rutiere grave;
- categoria de vehicul implicat (autoturism, bicicletă, tracțiune animală, moto 2 roți, utilitare, transport public, alte categorii);
- vechimea permisului conducătorilor de autovehicule;
- vârsta conducătorului auto implicat în accidente rutiere grave;
- sexul conducătorului auto;
- persoane decedate în accidente grave;
- pitoni decedați (vârstă și sex);
- bicicliști decedați (vârstă);
- conducători vehicule 2 roți motorizate decedați (vârstă);
- categorie decese (tip drum).

Conform datelor înregistrate în Evidența Accidentelor de Circulație, principalele cauze, din punct de vedere al numărului evenimentelor produse și al numărului de morți, pentru producerea accidentelor rutiere grave sunt (Fig. 2) [1], [8]:

- indisciplinarea pietonilor (traversare neregulamentară, deplasarea pietonilor pe carosabil, imprudența ori nesupravegherea minorilor) (2.349 în 2008, 893 în 2021 cu 389 de morți);
- viteza de deplasare (neregulamentară, neadaptată la condițiile de drum) (2.088 în 2008, 768 în 2021 cu 281 de morți);
- neacordarea de prioritate pietonilor (915 în 2008, 470 în 2021 cu 101 de morți);
- neacordare prioritate vehicule (900 în 2008, 408 în 2021 cu 102 de morți);
- abateri bicicliști (277 în 2007, 437 în 2021 cu 103 de morți);
- alte preocupări de natură a distragă atenția (845 în 2008, 232 în 2021 cu 122 de morți);
- depășire neregulamentară (509 în 2008, 203 în 2021 cu 96 de morți);
- nerespectare distanță între vehicule (394 în 2018, 203 în 2021 cu 72 de morți);
- conducere sub influența alcoolului (343 în 2018, 182 în 2021 cu 54 de morți).

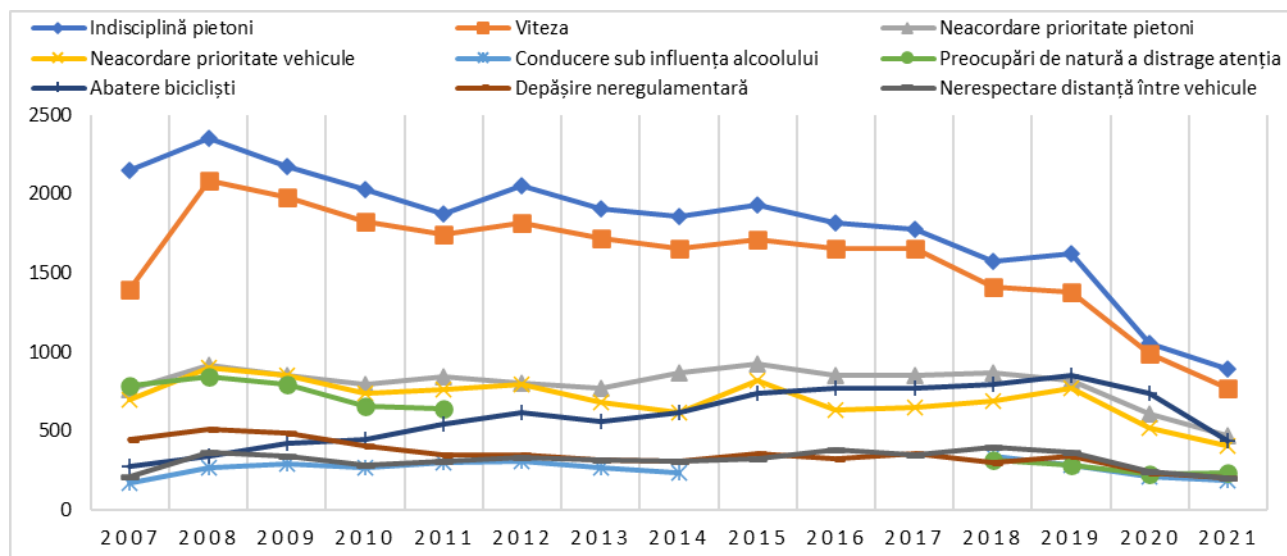


Fig. 2. Cauze pentru producerea accidentelor rutiere grave

Conform datelor înregistrate de Poliția Română, pe lângă principalele cauze pentru producerea accidentelor rutiere grave, mai intervin și alte de cauze (în ordinea evenimentelor produse): circulație pe sens opus, neasigurare la schimbarea direcției de mers, conducere fără permis, abateri ale conducătorilor de atelaje sau animale, adormire la volan, neasigurare la mers înapoi, abateri pasageri/călători/însoțitori, întoarcere neregulamentară, nerespectare semnalizare semafor, neasigurare schimbare bandă de circulație, nerespectare reguli la trecere cale ferată, abateri ale conducătorilor de utilaje, defecțiuni tehnice vehicul, animale sau alte obiecte, infirmități sau alte afecțiuni medicale, nerespectare indicatoare rutiere de obligare sau reglementare, conducere sub influența drogurilor, oprire, staționare neregulamentară, drum deteriorat sau în lucru, semnalizare rutieră incompletă/insuficientă, conducere agresivă.

5. Activități pentru prevenirea și combaterea indisciplinei și infraționalității rutiere

Îndrumarea, supravegherea și controlul respectării normelor de circulație pe drumurile publice se fac de către poliția rutieră din cadrul Inspectoratului General al Poliției Române, care are obligația să ia măsurile legale în cazul în care constată încălcări ale acestora.

Unul din obiectivele generale ale Poliției Române este „creșterea gradului de siguranță și protecție pentru cetățeni”. Prin activitatea desfășurată, Direcția Rutieră urmărește realizarea acestuia, respectiv a obiectivului propriu, de reducere a victimizării populației prin accidente de circulație. Astfel, Poliția Rutieră urmărește combaterea sistematică a cauzelor generatoare de accidente, prin aplicarea fermă a măsurilor din competență, concomitent cu dezvoltarea activităților de educație rutieră. Pentru combaterea principalelor elemente care pun în pericol siguranța participanților la trafic, pe baza structurilor Poliției Rutiere organizează acțiuni care vizează, în principal:

- combaterea principalelor cauze generatoare de accidente rutiere grave;
- combaterea infraționalității rutiere;
- impunerea normelor rutiere prin acțiuni tematice, organizate la nivel european.

În acest context, se aplică sancțiuni contravenționale pentru încălcarea normelor rutiere, principalele abateri sancționate fiind:

- depășirea regimului legal de viteză;
- nefolosirea centurii de siguranță sau neutilizarea dispozitivelor de retenție;
- nerespectarea regulilor de circulație de către pietoni;
- folosirea dispozitivului mobil fără a avea dispozitiv tip ”mâini libere”;
- nerespectarea regulilor referitoare la depășire;
- neacordarea priorității de trecere pietonilor;
- conducerea unui autovehicul de către o persoană aflată sub influența băuturilor alcoolice;
- nerespectarea culorii roșii a semaforului;
- neacordarea priorității de trecere vehiculelor.

Situația permiselor de conducere reținute, pe categorii de contravenții, este prezentată în Fig. 3.

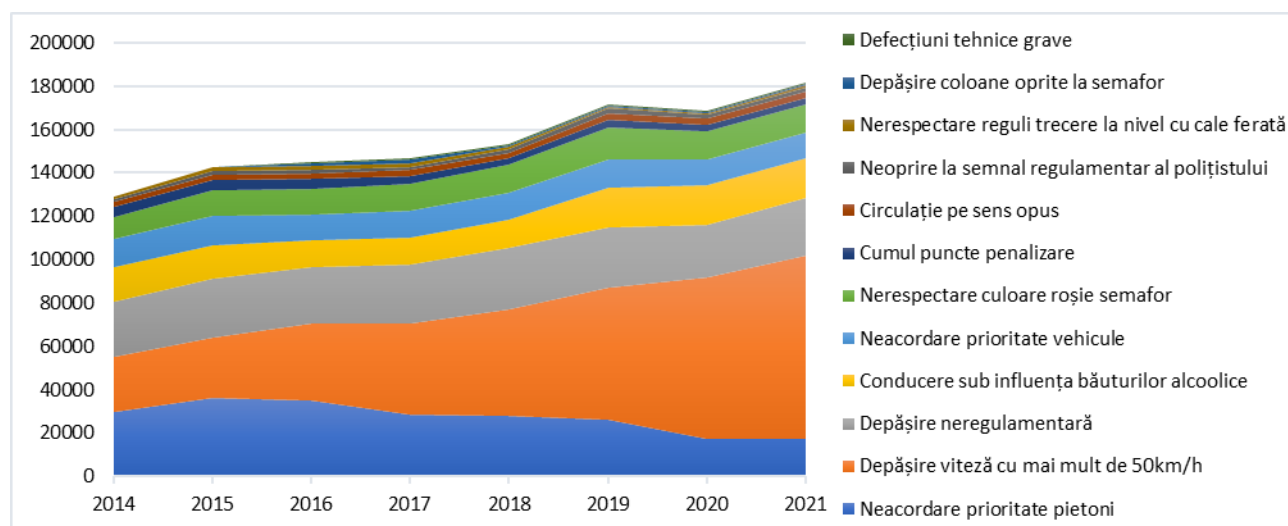


Fig. 3. Situația permiselor de conducere reținute, pe categorii de contravenții

4. Concluzii

Pentru creșterea gradului de siguranță rutieră este imperios necesară implicarea activă și directă a tuturor structurilor administrative, de la cele de la nivel european, regional, național și până la cele de la nivel local.

Cel mai important aspect privește însă responsabilizarea individuală a tuturor participanților la trafic, pentru că numai prin adoptarea unui comportament preventiv de către fiecare utilizator al drumurilor publice se poate obține un

climat de siguranță rutieră corespunzător. Educația rutieră reprezintă o componentă principală a activității de poliție rutieră, care are drept scop cunoașterea și aplicarea corectă a regulilor de circulație de către participanții la trafic, în vederea adoptării unui comportament rutier preventiv. În acest sens, activitățile educative menite să conștientizeze participanții la trafic asupra riscului rutier și a rolului determinant pe care atitudinea lor îl are în îmbunătățirea securității circulației rutiere, trebuie intensificate și diversificate, pentru că numai astfel poate fi combătută atitudinea indiferentă a unei mari părți a populației, bazată pe mentalitatea potrivit căreia problematica siguranței rutiere este treaba autorităților, iar evitarea situațiilor riscante în trafic este sarcina partenerilor de drum [1].

Ca rezultat a campaniilor educative desfășurate de Direcția Rutieră din cadrul Inspectoratului General al Poliției și acțiunilor, tot mai numeroase de îndrumare, supraveghere și control a respectării normelor de circulație pe drumurile publice (128.960 permise de conducere reținute în 2014 la 181.700 permise de conducere reținute în 2021), se observă o scădere semnificativă a accidentelor grave pe drumurile României având cauze indisciplina pietonilor și viteza de deplasare a autovehiculelor, de la 4.437 accidente în anul 2008 la 2.999 accidente în anul 2019. În anul 2021 au avut loc doar 1.661 accidente rutiere grave având drept cauză indisciplina pietonilor și viteza autovehiculelor, dar trebuie menționat că a fost un an pandemic cu restricții importante de circulație. Abaterile bicicliștilor au înregistrat o creștere în ponderea accidentelor rutiere grave de la 277 în anul 2007 la 851 în anul 2019, probabil și pe fondul înmulțirii aproape exponențiale al utilizatorilor de biciclete. Celelalte cauze importante pentru producerea accidentelor rutiere grave au rămas aproximativ constante ca număr de producere a accidentelor rutiere grave.

Bibliografie:

- [1]. <https://www.politiaromana.ro/ro/prevenire/buletinul-sigurantei-rutiere>
- [2]. https://romania.representation.ec.europa.eu/news/siguranta-rutiera-ue-numarul-deceselor-2021-ramane-cu-mult-sub-nivelul-de-dinainte-de-pandemie-2022-03-30_ro
- [3]. <https://dexonline.ro/definitie/accident>
- [4]. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/74028>
- [5]. <https://www.xn--legislaie-wmd.ro/codul-rutier/>
- [6]. <https://www.businesslease.ro/blog/tipuri-de-accidente-rutiere-si-greselile-flagrante-pe-care-le-fac-soferii-in-traffic/>
- [7]. <https://www.hotnews.ro/stiri-international-26135042-accident-urias-autostrada-din-ungaria-din-cauza-unei-furtuni-praf-fost-implicate-43-vehicule-zeci-persoane-sunt-ranite.htm>
- [8]. <https://www.digifm.ro/stiri/intern/top-10-cauze-pentru-producerea-accidentelor-rutiere-grave-din-romania-147919>

ANALIZA ACCIDENTELOR RUTIERE LA TRECERILE LA NIVEL CU CALEA FERATĂ ÎN ROMÂNIA

Autori: Ciprian FEIER¹, Vasile GIURGIU²
ciprian.feier@yahoo.com, giurgiuvasile68@yahoo.com

Coordonator: Conf. univ. dr. ing. Sorin MIHĂILESCU³

¹ Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Sisteme de Transport pentru Industrie, Turism și Servicii, anul 2

² Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, specializarea: Ingineria Transporturilor și a Traficului, anul 4

³ Universitatea din Petroșani, Facultatea de Inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul: Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi

Rezumat

Accidentele la treceri de nivel cu calea ferată sunt una dintre cele mai mari grupe de accidente cu decese și este adesea util de a le investiga din punct de vedere al siguranței, în scopul evitării repetării acestora. Traversarea unei trecere la nivel fără respectarea indicatoarelor este o problemă larg răspândită. Chiar și în cazul unei violări evidente a normelor de siguranță, factorul cauzal poate proveni din sistemul feroviar. Accidentele la trecerile de nivel au un impact evident asupra reglementării siguranței feroviare sau asupra managementului siguranței, în cazul în care accidentul a fost un rezultat al deficiențelor din sistemul feroviar (ex. defecțiuni tehnice ale dispozitivelor de infrastructură sau materialului rulant, personal care nu respectă procedurile, deficiențe în sistemul de management al siguranței, etc.) [1]. În acest context, analiza accidentelor rutiere la trecerile la nivel cu calea ferată din România ajută la înțelegerea situației actuale și a măsurilor necesare modernizării acestora pentru creșterea siguranței rutiere.

Cuvinte cheie

Siguranța circulației, indice de mortalitate, cale ferată

1. Introducere

Conform cu Ordonanța de Urgență nr. 73/2019 privind siguranța feroviară, accident la trecere la nivel înseamnă orice accident la trecerile la nivel care implică cel puțin un vehicul feroviar și unul sau mai multe vehicule care utilizează trecerea, alți utilizatori ai trecerii, precum pietonii sau obiecte aflate temporar pe calea ferată sau lângă aceasta, care au fost pierdute de un vehicul sau de un utilizator care a folosit trecerea [1].

Nerespectarea regulilor de trecere la calea ferată este extrem de riscantă, consecințele fiind adesea tragice. Cu toate acestea, pe fondul grabei și al neatenției, astfel de abateri sunt comise tot mai des, în ciuda faptului că indicele de mortalitate rutieră asociat cu acest tip de accidente este extrem de ridicat. Potrivit statisticilor, raportul dintre numărul de persoane decedate și numărul de accidente grave în care s-au produs aceste decese depășește cu mult valorile înregistrate în cazul altor situații de accident [2]. Majoritatea acestor tragedii rutiere pot fi, însă, prevenite. Există mai multe practici simple care pot ajuta la traversarea în siguranță a căilor ferate și este important să conștientizăm că:

- este responsabilitatea noastră să evităm accidentul, pentru că mecanicul trenului nu o poate face;
- un tren aflat în frânare de urgență se va opri cu dificultate din cauza inerției mari, dar nu la timp pentru a evita o coliziune;
- spre deosebire de trenurile de călători, cele de marfă nu au un orar strict și ne pot surprinde oricând, nu putem miza pe cunoașterea mersului trenurilor;
- în cazul căilor ferate duble, nu circulă un singur tren, care vine dintr-o singură direcție;
- oprirea pentru asigurare la trecerea căii ferate ne poate întârzia cu câteva zeci de secunde călătoria, în timp ce graba poate avea consecințe tragice;
- oricând putem fi înșelați de iluzia optică generată de combinația dintre dimensiunea trenului, unghiul de vizibilitate și liniile paralele ale șinelor care converg spre orizont - adesea trenul se mișcă mai repede și este mult mai aproape decât pare;
- datorită tehnologiilor moderne, în prezent trenurile sunt mult mai silențioase și mai greu de auzit de la distanță.

2. Caracteristicile speciale ale drumului

Unul din criteriile în funcție de care se face analiza accidentelor de circulație îl reprezintă caracteristicile speciale ale drumului (curbă, tunel, intersecție, pod, trecere cale ferată). Peste două treimi dintre accidentele grave produse în România au avut loc pe segmente de drum care nu presupuneau existența unei caracteristici speciale a acestuia. Astfel, deși unele dintre aceste elemente deosebite ale drumului rămân factori semnificativi în configurarea riscului rutier pentru aproape o treime dintre evenimentele rutiere grave, cea mai mare parte a accidentelor rutiere grave s-au petrecut pe segmente de drum care nu ridicau probleme deosebite din punctul de vedere al configurației acestuia. Dintre accidentele grave care se petrec pe segmente de drum cu caracteristici deosebite, cele mai multe se produc în curbe și în

intersecții (Tabelul 1, Fig. 1) [3]. Astfel, caracteristicile speciale ale drumului nu reprezintă un factor major care să influențeze producerea de accidente rutiere grave.

Analizând din punct de vedere al indicelui de mortalitate rutieră (raportul dintre numărul de decedați și numărul de accidente grave în care s-au produs aceste decese $\times 100$), calculul acestuia pentru evenimentele rutiere produse în circumstanțe legate de caracteristica drumului demonstrează caracterul deosebit de periculos al trecerii de cale ferată, precum și gradul ridicat de periculozitate al curbei, atunci când acestea devin elemente ale descrierii accidentului rutier (Fig. 2). Totodată, calculul indicilor de mortalitate rutieră pentru fiecare dintre aceste caracteristici a surprins și caracterul deosebit de periculos al trecerii la nivel cu calea ferată, cu indici de mortalitate de peste 73%. Accidentele produse la trecerea de cale ferată au lăsat foarte puține șanse supraviețuirii în urma producerii lor.

Tabelul 1. Numărul accidentelor de circulație în funcție de caracteristica drumului

Caracteristica drumului \ Anul	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Fără	6241	6249	5678	5654	6050	5855	5811	5730	5711	4092	3332
Curbă	1495	1458	1331	1340	1485	1355	1412	1342	1277	1037	744
Intersecție	1450	1577	1443	1357	1746	1390	1337	1412	1575	1061	790
Tunel	6	14	16	14	7	11	11	7	18	11	6
Pe pod	63	38	52	44	48	42	47	54	36	38	22
Sub pod	11	2	4	2	3	3	3	3	4	4	3
Trecere cale ferată	24	28	31	36	40	30	25	21	21	30	18

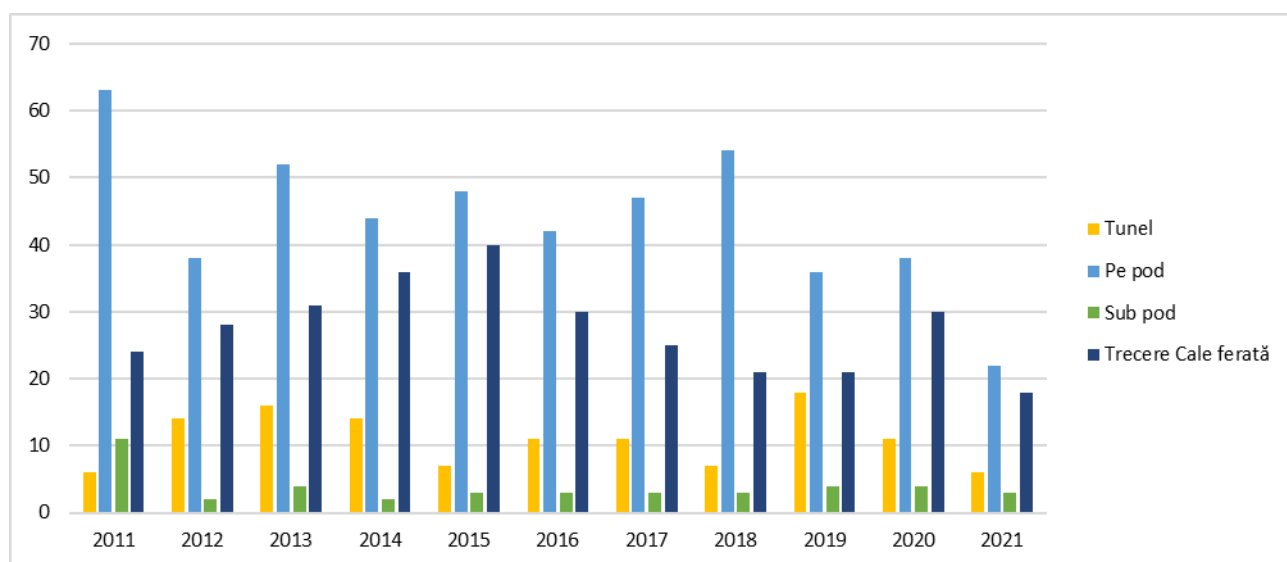


Fig. 1. Accidente grave de circulație rutieră, în funcție de caracteristica drumului pe care s-a produs

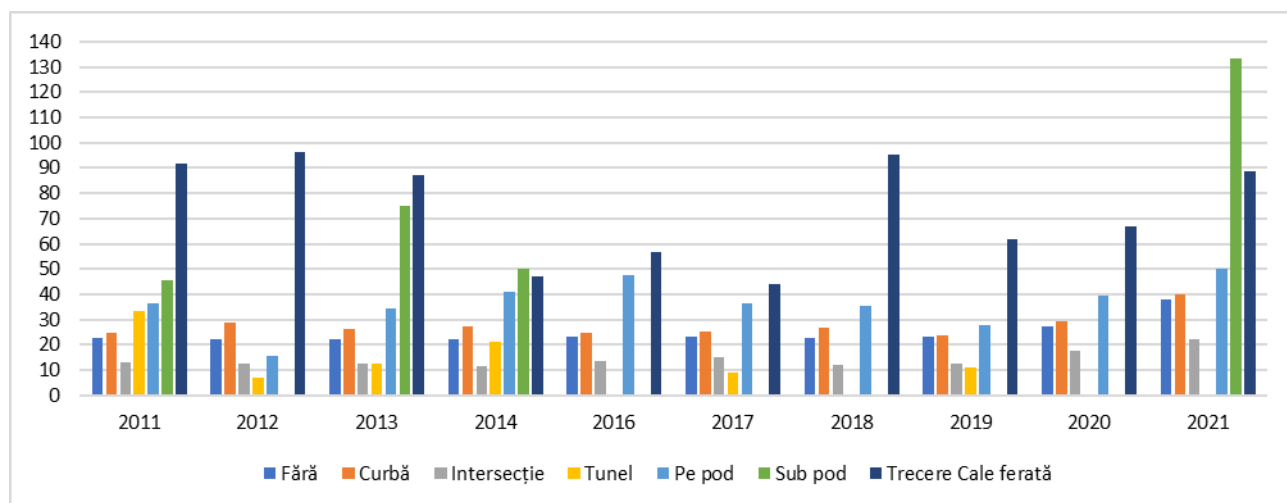


Fig. 2. Indicele de mortalitate rutieră al accidentelor grave de circulație rutieră în funcție de caracteristicile drumurilor

Indicele de mortalitate rutieră în perioada 2011-2021 demonstrează importanța asigurării siguranței rutiere și feroviare la trecerile la nivel cu calea ferată (34%) (Fig. 3).

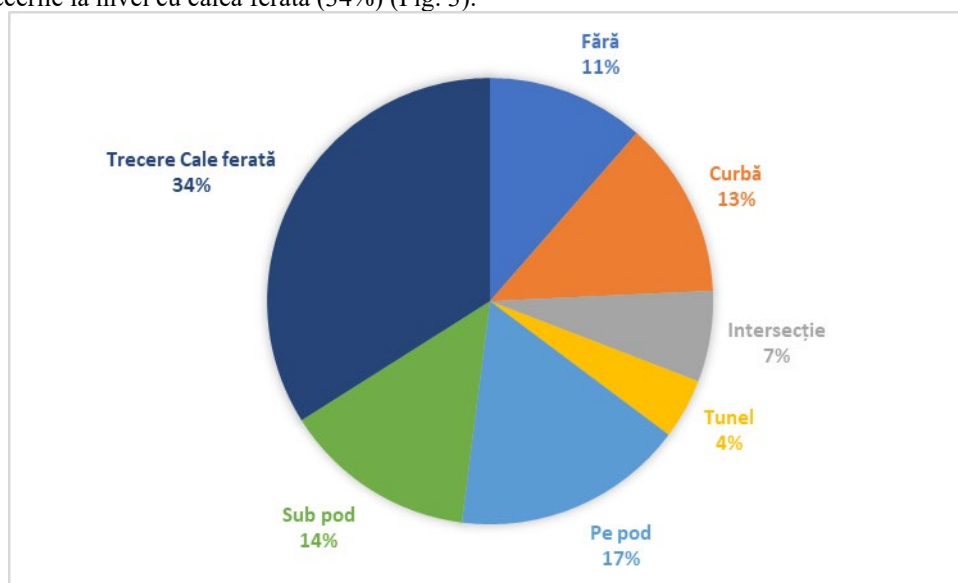


Fig. 3. Indicele de mortalitate rutieră în perioada 2011-2021 în cazul accidentelor grave de circulație

Faptul că România nu are cele mai sigure treceri la nivel cu linia ferată a fost subliniat recent și într-un raport din 2019 al Rail Safety and Standards Board (RSSB), organism neguvernamental din Marea Britanie însărcinat cu siguranța feroviară. La capitolul „treceri de cale ferată” România are 2,1 incidente la o mie de kilometri de cale ferată, peste media UE de 1,35. Poziția de top este deținută de Slovacia cu 4,7 incidente, iar cea mai bună situație este întâlnită în Irlanda, unde sunt doar 0,1 incidente [4].

3. Trecerea la nivel cu calea ferată

Potrivit OUG 195/2002 privind circulația pe drumurile publice republicată, trecerea la nivel este încrucișarea la nivel dintre un drum public și o cale ferată sau linie de tramvai, care dispune de o platformă independentă [5]. Conform cu Ordonanța de Urgență nr. 73/2019 privind siguranța feroviară, trecere la nivel reprezintă orice intersecție la nivel între un drum sau un pasaj și o cale ferată, autorizată de administratorul de infrastructură și deschisă publicului sau utilizatorilor privați [1].

Din punct de vedere al siguranței feroviare se întâlnesc următorii indicatori referitori la siguranța tehnică a infrastructurii și la implementarea acesteia [1]:

- *trecere la nivel pasivă* - o trecere la nivel fără niciun sistem de avertizare sau protecție activat atunci când trecerea nu poate fi folosită de utilizatori în condiții de siguranță;
- *trecere la nivel activă* - o trecere la nivel ai cărei utilizatori sunt protejați sau avertizați de apropierea trenului prin activarea unor dispozitive atunci când trecerea nu poate fi folosită de aceștia în condiții de siguranță.

Protejarea prin utilizarea unor dispozitive fizice include: bariere sau semibariere; porți.

Avertizarea se face prin utilizarea unor echipamente fixe instalate la trecerea la nivel:

- semnale vizuale: lumini;
- dispozitive de avertizare sonoră: clopote, sirene, claxoane etc.

Trecerile la nivel active se clasifică în:

- manuală - o trecere la nivel în cazul căreia dispozitivele de protecție sau de avertizare a utilizatorului sunt activate manual de un angajat al companiei de căi ferate;
- automată cu avertizarea utilizatorului - o trecere la nivel în cazul căreia dispozitivul de avertizare a utilizatorului este activat la apropierea trenului;
- automată cu protejarea utilizatorului - o trecere la nivel în cazul căreia dispozitivul de protecție a utilizatorului este activat la apropierea trenului. Această categorie include o trecere la nivel care dispune atât de dispozitive de protecție, cât și de dispozitive de avertizare a utilizatorului;
- cu protecție pe partea căii ferate - o trecere la nivel în cazul căreia un semnal sau un alt sistem de protecție a trenului îi permite acestuia să înainteze numai atunci când trecerea la nivel este protejată integral pe partea utilizatorilor și nu mai este posibilă pătrunderea acestora.

Pe rețeaua feroviară administrată de CFR SA sunt 5.025 treceri la nivel cu calea ferată, dintre care, 252 sunt prevăzute cu barieră automată, 888 sunt prevăzute cu semnale acustice și luminoase, 436 sunt prevăzute cu bariere mecanice și 3449 sunt semnalizate cu indicator rutier (Crucea Sfântului Andrei) [6].

Ca urmare a semnalelor transmise de opinia publică în urma accidentului din 1 iunie 2017, rezultat cu 5 morți la trecerea la nivel cu calea ferată din localitatea Vișoara, județul Bistrița-Năsăud, a fost actualizată Ordonanța nr. 43 din 28 august 1997 privind regimul drumurilor [7]. Conform acesteia la articolul 31 se menționează:

- indicatoarele de semnalizare a trecerilor la același nivel cu calea ferată se realizează de către administratorul drumului, cu avizul administratorului căii ferate și al poliției rutiere;
- instalațiile de semnalizare și presemnalizare a trecerii la același nivel cu calea ferată se realizează de către administratorul căii ferate, în funcție de categoria drumului, traficul rutier, frecvența și viteza de circulație a trenurilor.
- trecerile la același nivel cu calea ferată ale tuturor drumurilor internaționale «E», precum și ale drumurilor naționale care prezintă un grad ridicat de risc de producere a accidentelor rutiere vor fi prevăzute cu bariere sau semibariere realizate de către administratorul căii ferate, cu avizul administratorului drumului și al poliției rutiere;
- administratorul căii ferate este obligat să asigure vizibilitatea trecerilor la același nivel cu calea ferată prin curățarea vegetației pe o rază de 150 de metri măsurată din intersecție.

În data de 08.02.2022 Compania Națională de Căi Ferate CFR SA a lansat o licitație în valoare de 160 milioane de euro pentru modernizarea trecerilor la nivel cu calea ferată din toată țara în următorii patru ani de zile. Acordul-cadru va fi încheiat la nivel central CFR SA, iar contractele subsecvente la nivelul regionalelor [8]. Prin execuția acestor lucrări se realizează înlocuirea elementelor componente ale trecerii la nivel cu calea ferată și ale suprastructurii căii, având ca rezultat eliminarea restricțiilor de viteză, prin aducerea liniei în parametrii de exploatare proiectați și implicit asigurarea confortului sporit și a siguranței circulației rutiere.

În aplicația App2022_TN pentru vizualizarea datelor despre modernizarea trecerilor la nivel cu calea ferată se poate afla stadiul de modernizare al acestora (Fig. 4), conform datelor furnizate de CNCF "CFR" SA [9].

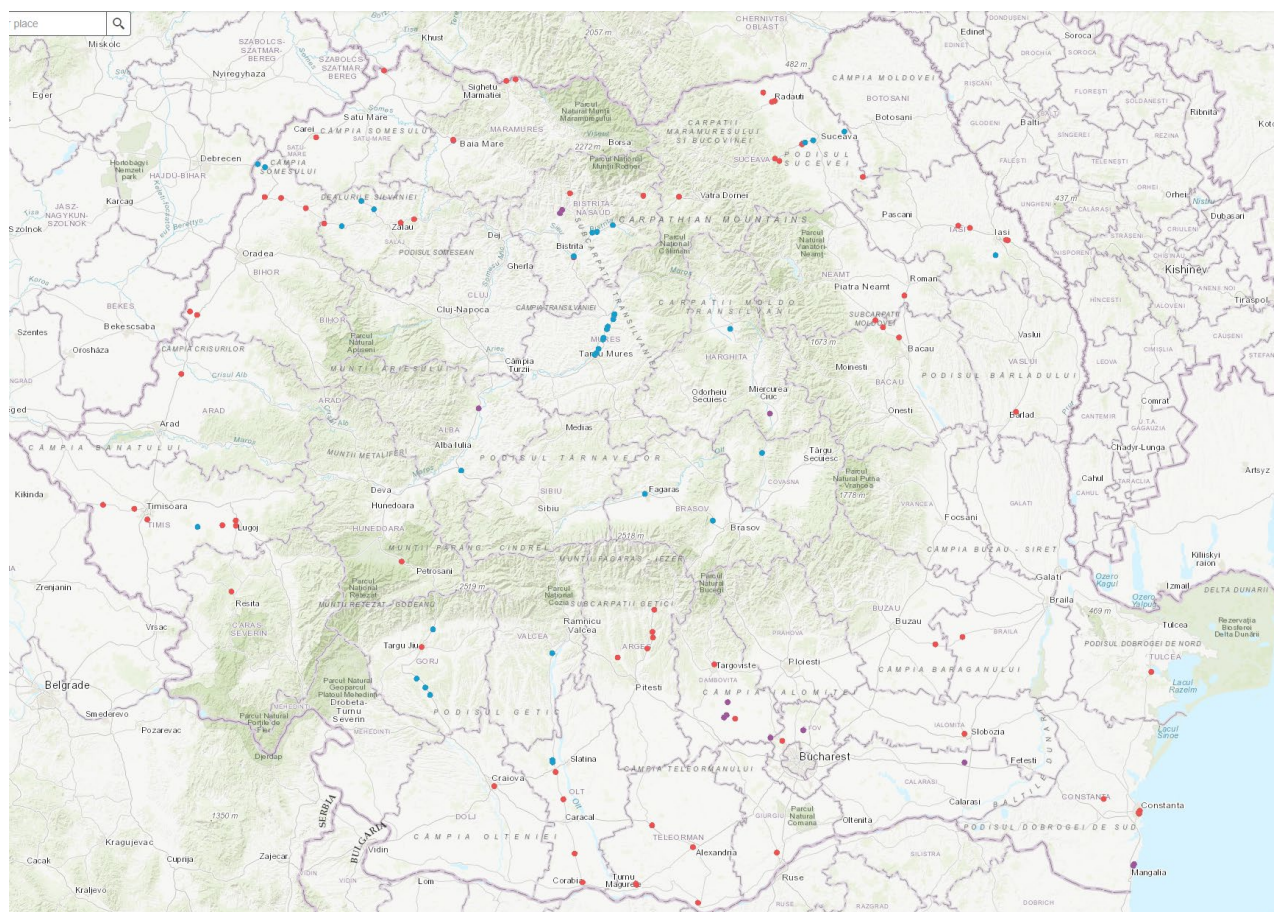


Fig. 4. Modernizarea trecerilor la nivel cu calea ferată:
 ● - în execuție; ● - în pregătire; ● - finalizate

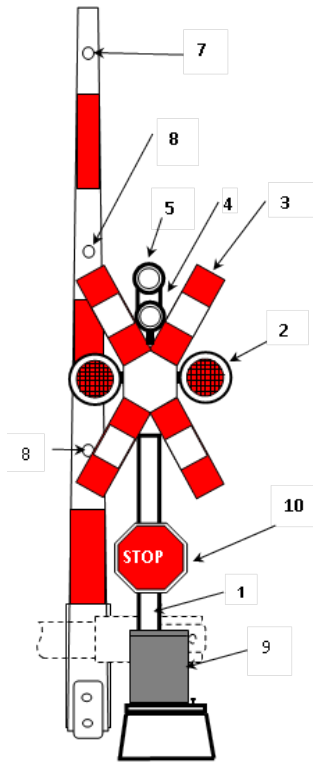
Instalațiile automate de la trecerile la nivel cu calea ferată de semnalizare rutieră cu 4 semibariere (BAT) vor fi realizate cu logica cu relee, comandate și controlate direct de către instalațiile de centralizare electronice. Instalațiile automate de la trecerile la nivel vor fi prevăzute cu semibariere conform standardelor în vigoare, în funcție de viteza de circulație pe secțiunea pe care se află. Aceste instalații vor fi în conformitate cu prevederile fișei UIC 762-R, SR 1244-111996, STAS 1244/3-90, și alte standarde relevante, românești și internaționale. Părțile componente ale instalațiilor de semnalizare rutieră cu semibariere sunt precizate în figura 5. Timpul de anunțare este timpul dintre momentul începerii semnalizării rutiere și momentul. Timpul de anunțare este minim 50 secunde și maximum 120 secunde.

Modul de funcționare pentru instalațiile de semnalizare automată tip BAT cu patru semi bariere este următorul:

- la apropierea trenului, se vor închide mai întâi cele două semibariere care blochează benzile pentru sensul normal de circulație rutieră, iar după un interval de 10-12 secunde se vor închide și celelalte două semibariere,

care vor bloca și benzile rutiere pentru sensul contrar de mers;

- după eliberarea pasajului de către tren, se vor deschide mai întâi cele două semibariere de pe benzile rutiere pentru sensul contrar de mers și apoi se vor deschide și celelalte două semibariere de pe benzile rutiere pentru sensul normal de circulație rutieră.



1. Stâlp
2. Semnal roșu (două unități cu LED cu lumină roșie alternativă intermitentă)
3. Semn în cruce simplu (dublu) acoperit cu folie retro- reflectorizantă
4. Dispozitiv de semnalizare acustică
5. O unitate LED cu lumină intermitent pulsatoare (alb- clipitor) care afișează funcționarea corectă a BAT
6. Semicumpănă
7. Două unități LED de atenție în vârful semibarierei (una cu o lumină roșie continuă către drum și alta cu o lumină galbenă continuă către calea ferată)
8. Lămpi de atenție pe semicumpănă (cu lumină roșie alternativă intermitentă către drum)
9. Cutia mecanismului de barieră
10. STOP

Fig. 5. Instalație BAT

4. Siguranța circulației

Conform OUG 195/2002 privind circulația pe drumurile publice republicată, la trecerea la nivel cu calea ferată trebuie respectate următoarele [5]:

- participanții la trafic trebuie să dea dovada de prudență sporită la apropierea și traversarea liniilor de cale ferată curentă sau industrială, după caz;
- la trecerea la nivel cu o cale ferată curentă, prevăzută cu bariere sau semibariere, conducătorii de vehicule sunt obligați să oprească în dreptul indicatorului ce obligă la oprire, dacă acestea sunt în curs de coborâre ori în poziție orizontală și/sau semnalele sonore și luminoase care anunță apropierea trenului sunt în funcțiune;
- la trecerea la nivel cu o cale ferată industrială, semnalizată corespunzător, conducătorii de vehicule sunt obligați să se conformeze semnificației semnalelor agentului de cale ferată.

Participanții la trafic trebuie să dea dovada de prudență sporită la apropierea și traversarea liniilor de cale ferată curentă sau industrială, după caz, respectând indicatoarele de avertizare, semnalele luminoase și panourile adiționale (Fig. 6) [5] [10]. La trecerea la nivel cu o cale ferată curentă, prevăzută cu bariere sau semibariere, conducătorii de vehicule sunt obligați să oprească în dreptul indicatorului ce obligă la oprire, dacă acestea sunt în curs de coborâre ori în poziție orizontală și/sau semnalele sonore și luminoase care anunță apropierea trenului sunt în funcțiune. La trecerea la nivel cu o cale ferată industrială, semnalizată corespunzător, conducătorii de vehicule sunt obligați să se conformeze semnificației semnalelor agentului de cale ferată.

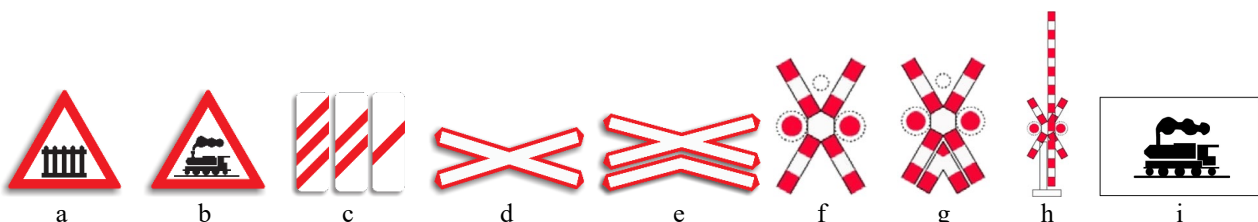


Fig. 6. Indicatoare de avertizare, luminoase și adiționale de la trecerile la nivel cu o cale ferată:

- a - Trecere la nivel cu o cale ferată cu bariere sau semibariere; b - Trecere la nivel cu o cale ferată fără bariere; c - Panouri suplimentare pentru trecerea la nivel cu o cale ferată; d - Trecere la nivel cu o cale ferată simplă, fără

bariere; e - Trecere la nivel cu o cale ferată dublă, fără bariere; f - Trecere la nivel cu o cale ferată simplă, fără bariere, prevăzută cu semnale luminoase de avertizare a apropierii trenului; g - Trecere la nivel cu o cale ferată dublă, fără bariere, prevăzută cu semnale luminoase de avertizare a apropierii trenului; h - Trecere la nivel cu o cale ferată simplă cu semibarieră, prevăzută cu semnale luminoase de avertizare a apropierii trenului; i - Trecere la nivel cu cale ferată industrială completând semnificația indicatorului "Alte pericole"

Un aspect foarte important îl constituie identificarea și punerea în practică a celor mai eficiente măsuri și metode de prevenire a victimizării populației prin accidente de circulație. Astfel, pentru prevenirea evenimentelor rutiere negative la trecerea la nivel cu calea ferată se recomandă [2]:

- traversarea căii ferate numai pe la trecerile desemnate și semnalizate ca atare;
- încetinirea, întotdeauna, la apropierea de o trecere la nivel cu calea ferată prevăzută cu bariere;
- oprirea obligatorie înaintea trecerilor la nivel cu calea ferată acolo unde nu există bariere;
- asigurarea temeinică de fiecare dată, ascultând și privind atent, de două ori în ambele sensuri;
- să nu fie forțată trecerea dacă barierele sau semibarierile sunt coborâte, în curs de coborâre sau atunci când semnalele cu lumini roșii și/sau sonore sunt în funcțiune;
- neangajarea în traversarea căii ferate dacă nu este loc suficient pentru a trece complet (oprirea pe șine este interzisă);
- ca în timp ce se traversează un pasaj feroviar la nivel să nu se schimbe niciodată treptele de viteză (trecerea într-o treaptă inferioară să se facă înainte de a ajunge la trecerea la nivel cu calea ferată; deplasarea să fie constantă; trecerea într-o treaptă superioară să se facă numai după traversarea căii ferate);
- așteptarea, cu răbdare, a ridicării complete a semibarierelor și încetării semnalelor cu lumini roșii și/sau sonore (în cazul căii ferate duble poate exista un alt tren care se apropie);
- neangajarea în depășirea altor vehicule pe treceri la nivel cu calea ferată și la mai puțin de 50 m de acestea;

Oprirea voluntară a vehiculelor este interzisă pe trecerile la nivel cu calea ferată și la o distanță mai mică de 50 m înainte și după acestea.

4. Concluzii

Trecerea la nivel cu calea ferată reprezintă nu cea mai importantă caracteristică a drumului din punct de vedere al numărului de accidente grave, ci din punct de vedere al indicelui de mortalitate, acesta având o valoare de 73,6% și o pondere 34% în perioada 2011-2021 în cazul accidentelor grave de circulație. De asemenea România este peste media Europeană la capitolul incidente la treceri la nivel de cale ferată la o mie de kilometri de cale ferată.

Pentru a reduce numărul de accidente grave la trecerile de cale ferată, pe lângă campaniile educative și acțiunile de îndrumare, supraveghere și control a respectării normelor de circulație pe drumurile publice, trebuie luate măsuri referitoare la semnalizarea acestora. Astfel, apare necesitatea unei actualizări a legislației privind siguranța rutieră și siguranța feroviară, prin care să se impună modernizarea trecerilor la nivel cu calea ferată prin montarea de bariere automate și semnale sonore și luminoase.

Totuși indisciplina în trafic nu poate fi redusă decât prin acțiuni concertate ale Direcției de Poliție Transporturi și ai Direcției Rutiere din cadrul Inspectoratului General al Poliției. Și aici amintesc că pentru prevenirea accidentelor produse în zona trecerilor la nivel cu calea ferată, doar într-o singură zi polițiștii au aplicat 2.612 sancțiuni contravenționale, dintre care 320 pentru nerespectarea regulilor de trecere la nivel cu calea ferată, 2.017 pentru alte abateri prevăzute de legislația rutieră și 275 pentru alte fapte. În urma neregulilor la regimul rutier, polițiștii au constatat 16 infracțiuni și au reținut 238 de permise de conducere, dintre care 81 au fost reținute pentru nerespectarea regulilor de trecere la nivel cu calea ferată, 18 pentru depășiri neregulate în zona trecerilor la nivel cu calea ferată și 139 pentru alte abateri [11].

Bibliografie:

- [9]. http://www.afcr.ro/legislatie_nationala/BUG%20nr.%2073%20din%202019.pdf
- [10]. <https://asiguropedia.ro/riscurile-asociate-trecerii-la-nivel-cu-calea-ferata/>
- [11]. <https://www.politiaromana.ro/ro/prevenire/buletinul-sigurantei-rutiere>
- [12]. <https://clubferoviar.ro/ministrul-transporturilor-luat-la-rost-privind-trecerile-la-nivel-ale-caii-ferate/>
- [13]. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/74028>
- [14]. <https://economedia.ro/69-din-cele-5000-de-treceri-la-nivel-cu-linia-de-cale-ferata-sunt-semnalizate-doar-cu-indicatoare-rutiere-de-la-inceputul-anului-si-pana-acum-au-fost-124-de-accidente-la-trecerile-la-nivel-cu-linia.html#.ZBru-3bP0uX>
- [15]. <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/11269>
- [16]. <https://clubferoviar.ro/licitatie-modernizarea-trecerilor-la-nivel/>
- [17]. https://transparenta.infofer.ro/modernizare_tn/
- [18]. <https://soferonline.ro/indicatoarele-si-marcaje-rutiere/semne-de-circulatie/capitol-indicatoare-instalate-la-trecerea-cu-calea-ferata/trecere-la-nivel-cu-cale-ferata-dubla-fara-bariere-prevazuta-cu-semnale-luminoase-de-avertizare-apro-328/>
- [19]. <https://clubferoviar.ro/politie-la-trecerile-la-nivel/>

REABILITAREA LINIEI C.F. FRONTIERĂ – CURTICI – SIMERIA, PARTE COMPONENTĂ A CORIDORULUI IV PAN EUROPEAN PENTRU CIRCULAȚIA TRENURILOR CU VITEZĂ MAXIMĂ DE 160 KM/H TRONSONUL 2B : CAP Y BÂRZAVA – CAP Y ILTEU”

Autori: Mihai Alexandru AUNER ¹
auerner1989@gmail.com

Coordonator: Șef.lucr.dr.ing. Stela DINESCU ²

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de inginerie Mecanică și Electrică, masterand STITS I*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea de inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi*

Rezumat

Tronsonul de cale ferată cuprins între km 614+000ex și Gurasada (km 511+982ex) face parte din linia c.f. Simeria – Curtici – Frontiera cu Ungaria, componentă a coridorului IV paneuropean.

Tronsonul are o lungime de 102,018 km. Linia c.f. este dublă și electrificată. Pe cuprinsul tronsonului există 12 puncte de secționare, dintre care șapte sunt stații c.f. și cinci sunt halte de călători.

Din punct de vedere administrativ tronsonul sus menționat se află pe teritoriul județelor Hunedoara (de la Gurasada până la km 529+000 ex) și Arad (de la km 529+000 ex până la km 614+000 ex). Tunelul este amplasat între km 559+967 – 560+570, pe malul stâng al râului Mureș, într-o zonă cu versant împădurit, cu o diferență între cota în axul traseului și albia minoră de circa 30m-40m.

Cuvinte cheie

Linie ferată, tunel T3 Bătuta

1. Introducere

Varianta locală de traseu a noii căi ferate a fost aleasă pentru a realiza viteza dorită de 160 km/h. Aceasta a impus necesitatea construirii tunelului T3 (Batuta), km 559+967 - 560+570, L = 603 m.

În plan, tunelul este în aliniament până la km 560+102,138, în curbă de racordare până la km 560+310,457 iar restul tunelului este în curba cu raza de 1500m.

În profil în lung tunelul este în pantă de 2,996‰ pe toată lungimea., acoperirea maximă este de cca. 35 m.

2. Scopul lucrării

Scopul lucrării, este executarea și finalizarea lucrărilor pentru obiectivul de investiții Reabilitarea liniei C.F. Frontieră – Curtici – Simeria, parte componentă a coridorului IV Pan European pentru circulația trenurilor cu viteză maximă de 160km/h : Tronsonul 2 : km 614 – Gurasada, subtronsonul 2b : Cap Y Bârzava – Cap Y Ilteu

3. Descrierea obiectivului

Tunelul nr. 3 (Batuta) este amplasat între **km 559+967- 560+570 (L=603m)**, pe malul stâng al râului Mureș, într-o zonă cu versant împădurit, cu o diferență între cota în axul traseului și albia minoră de cca. 30m - 40m.

Realizarea acestui tunel reprezintă o soluție viabilă justificată de următoarele:

- îmbunătățirea caracteristicilor traseului atât în plan de situație cât și în reducerea declivităților și scurtarea lungimii, în scopul îmbunătățirii condițiilor reducerii timpului de parcurs;
- protecția specifică a mediului (probleme de habitat, conservarea peisajului);
- evitarea exproprierii sau divizării unor proprietăți.

Secțiuni transversale tunel:

Structura de rezistență (tipul de susținere) a secțiunii transversale a tunelului a fost stabilită în concordanță cu tipul terenului străbătut.

Pe baza datelor geologice și geotehnice existente și a interpretării parametrilor geotehnici și a stratificației posibile rezultate din foraje și din investigațiile geofizice (geoelectrice și seismice), s-a realizat o împărțire ipotetică **inițială** a terenului străbătut de tunel în trei tipuri comportamentale:

Tipul I: parțial în roca la partea inferioară și parțial în deluviu sau rocă alterată la partea superioară pe capetele tunelului, cu o acoperire de teren cuprinsă între 7,00-30,00m, pe cca. 96m (km 559+977-560+003, km 560+143-560+163, km 560+223-560+243, km 560+443-560+473);

Secțiune Tip I - alcătuită din două sprijiniri: una exterioară, primară, formată din: cinte metalice GI 100, ancore betonate L=3m la 2m transversal și 2.6m longitudinal și beton torcretat cu grosimea de 20cm și o sprijinire interioară, finală, din beton armat cu grosimea de 40cm.

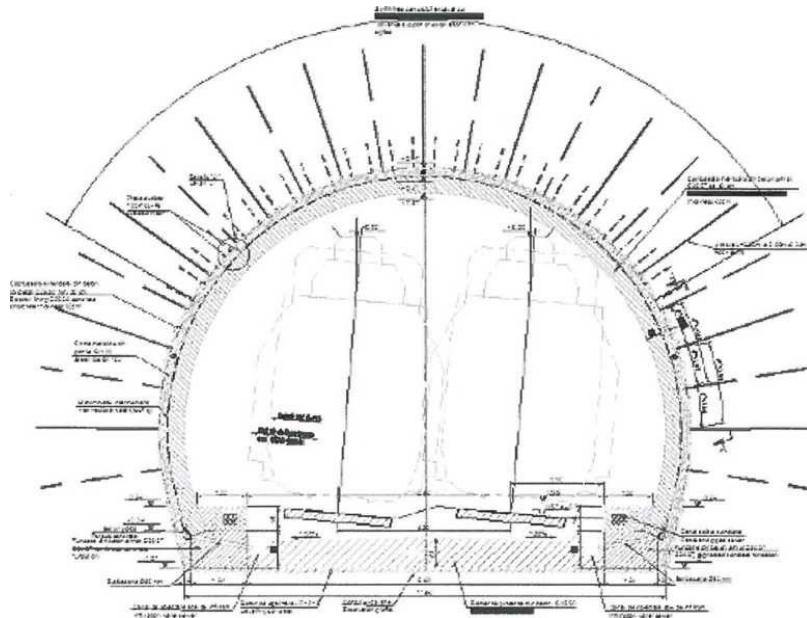


Fig. 1 - Secțiune transversala Tip I

Tipul III: total în rocă, cu o acoperire de teren cuprinsă între 16,00-33,00m, pe o lungime de cca 340 m (km 560+003-560+143, km 560+243-560+443).

Tipul **IIIA:** total în deluviu, constituit din praf argilos, slab nisipos, cafeniu, în amestec cu fragmente mici de roca și rar pietriș, plastic consistent, cu o acoperire de teren cuprinsă între 5,00-11,00m, pe cca. 40m de la ieșire cu caracteristici geotehnice slabe (km 560+523-560+563);

Tipul **IIIB:** parțial în rocă în partea de jos și parțial în deluviu în partea de sus, cu o acoperire de teren cuprinsă între 8,00-25,00m, pe cca. 110 m (km 560+163-560+223, km 560+473- 560+523).

Acest tip de secțiune a fost adoptat pe zonele de la ieșire, unde tunelul traversează stratele de deluviu din nisip argilos și roci alterate și fisurate. La ieșire din tunel pe o distanță de 40m secțiunea este situată numai în deluviu (TIP IHA) iar în rest are în baza roca alterată (TIP IIIB).

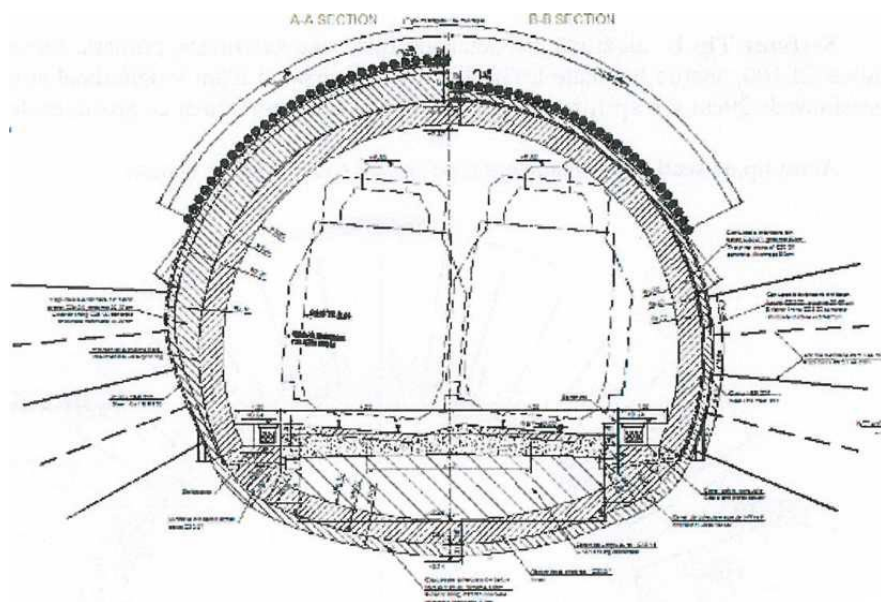


Fig. 2 - Secțiune transversala Tip III

Pe baza celor 3 tipuri de teren predictibile au fost propuse următoarele tipuri de secțiuni:

Secțiuni de tunel tip:

I- alcătuită din: o susținere primară (căptușeală exterioară), formată din: cindre metalice GI 100, ancore betonate L=3m la 2m transversal și 2,6m longitudinal și frigări (ancore înclinate la 14° de 3.5m lungime, la 50 cm distanță transversal și 2m longitudinal) beton torcretat cu grosimea de 20cm, hidroizolație intermediară pe boltă și picioarele drepte, căptușeala interioară, finală, din beton armat cu grosimea de 40cm, având la partea de jos un radier de protecție de 70cm grosime.

II- alcătuită din: o susținere primară exterioară, primară, formată din ancore betonate L=3m la 2m transversal și 3,4m longitudinal și beton torcretat cu grosimea de 10cm, hidroizolație intermediară pe boltă și picioarele drepte, căptușeala interioară, finală, din beton armat cu grosimea de 40cm, având la partea de jos un radier de protecție de 70cm grosime.

IIIa alcătuită din : o susținere primară exterioară alcătuită din: - umbrelă de micropiloți (ancore autoperforante d=103mm) pe zona bolții; - căptușeală exterioară din beton torcretat clasa C25/30 cu grosimea variabilă de la 30cm la 97 cm pe zona bolții și 30cm pe zona radierului, cindre metalice HEB 200mm la 1m distanță pe boltă și picioarele drepte și ancore betonate ϕ 25mm pe zona picioarelor drepte, având lungimea de 4m la distanța de 2m transversal și longitudinal în șah la 2m; - hidroizolație intermediară pe boltă și picioarele drepte; - căptușeală interioară din beton armat clasa C30/37cu grosimea de 60cm, având radierul boltă întoarsă de 75 cm grosime.

IIIB cu aceeași alcătuire ca tipul IIIa diferind doar armarea căptușelii interioare.

4. Materiale și metode

Metoda aleasă pentru execuția tunelului este Noua Metodă Austriacă pentru roci tari și Noua Metodă Austriacă adaptată cu umbrelă de tevi, pentru roci slabe. Ideea de bază a acestei metode este ca roca din jurul golului excavat, poate fi transformată într-un element portant (inel de rocă portantă), cu ajutorul unui sistem de sprijinire pus în opera într-un timp corespunzător.

Conceptul NATM prevede o susținere compusă formată din:

- susținerea primară alcătuită din masa de rocă (componenta principală) consolidată eventual cu ancore și susținerea propriu zisă aplicată asupra suprafeței expuse a masei de rocă (componenta secundară) formată din căptușeala de torcret consolidată eventual cu cindre sau arce metalice;
- susținerea secundară constituită din căptușeala interioară din beton armat.

Construcția tunelului prin această metodă necesită următoarele faze de lucru:

A) Execuția tunelului în teren tare (secțiune tip II)

- realizarea excavației
- realizarea ancorajelor
- realizarea căptușelii exterioare din beton torcretat
- excavarea miezului central
- montarea ancorelor pe zona picioarelor drepte
- torcretarea pe zona picioarelor drepte
- excavarea radierului cu ajutorul piconului pe jumătate de secțiune
- betonarea radierului
- montarea hidroizolației
- betonarea căptușelii interioare

B) Execuția tunelului în teren slab (secțiunea tip III)

- realizarea umbrelăi de micropiloți și ranforsarea frontului cu ancore din fibre de sticlă și beton torcretat de 10cm grosime
- realizarea excavației
- realizarea unui strat de beton torcretat de 5cm și montarea cintrelor metalice
- realizarea betonului torcretat pe ultimii 25cm ai căptușelii exterioare pe zona calotei și a bolții întoarse provizorii cu grosime de 25cm acolo unde este cazul
- excavarea miezului central pe zona picioarelor drepte pe stânga
- montarea cintrelor și ancorelor pe zona picioarelor drepte
- realizarea betonului torcretat pe ultimii 25cm ai căptușelii exterioare pe zona picioarelor drepte
- excavarea părții inferioare a tunelului (fundații și radier) cu ajutorul unui excavator
- montarea armăturilor și betonarea fundațiilor și a radierului
- montarea hidroizolațiilor și a armăturii pentru căptușeala interioară
- betonarea căptușelii interioare

C) Execuția tunelului în teren semitare (secțiunea tip I)

Această secțiune nouă poate fi excavată la secțiune plină (după cum se confirmă și prin analiză numerică) și excavarea se face folosind:

- Centuri metalice HEB200
- Umbrela de micropiloți la boltă (53 ϕ 88.9 th.6.3)
- Drenuri longitudinale

Căptușeala finală are o grosime variabilă de la 40 cm până la 107 cm, inversul are o grosime constantă de 50 cm și este necesar deoarece partea de jos a tunelului este în sist fracturat și nu atinge nivelul compact al rocii.

Secțiunea 1A este prezentată în imaginile următoare, pentru detalii suplimentare, consultați planse specifice.

Secțiunea 1A este excavată complet, dar în zona din apropierea părții centrale a tunelului și în apropierea portalului Curtici tunelul este excavat parțial (prima parte superioară, apoi finalizată) și, prin urmare, secțiunea 1B s-a definit: este exact aceeași cu secțiunea 1A cu singura diferență că secțiunea 1B este excavată în două etape.

Secțiunea 1C este exact aceeași ca secțiunea 1B, cu singura diferență că secțiunea 1C prezintă consolidare față cu bare VTR pe partea superioară (prima parte care urmează să fie excavată).

5. Rezultate și discuții

Execuția tunelului în teren tare (secțiune tip II)

a. Realizarea excavației cu ajutorul explozivilor în roci tari și foarte tari.

Tehnologia de excavare cu ajutorul explozivilor, impune executarea unui anumit număr de găuri de mină pe suprafața frontului, de o anumită lungime și încărcate cu o anumită cantitate de exploziv, care constituie schema de împuşcare (găuri de sâmburi, găuri de lărgire, găuri de contur, găuri de protecție).

Realizarea găurilor se face cu utilajul de perforat cu mai multe brațe tip **Jumbo**.

b. Realizarea excavației cu ajutorul mașinii de forat punctiforme în roci semitari în două trepte.

Avantajele acestei metode față de metoda cu explozivi sunt:

- nu deranjează roca din masiv;
- nu realizează supraprofil;
- asigură un flux continuu excavare, încărcare, transport;
- are grad mare de mecanizare cu manoperă puțină.

Lucrările demarează prin excavarea calotei. Excavarea se realizează cu o mașină cu taiere selectivă punctiformă și modul de deplasare pe senile. Acest tip de mașină trebuie ales astfel încât caracteristicile (Gabaritul utilajului: lungimea, lățimea, înălțimea) să se potrivească tipului de secțiune avut. Materialul tăiat este încărcat cu dispozitivul de încărcare în dumpere.

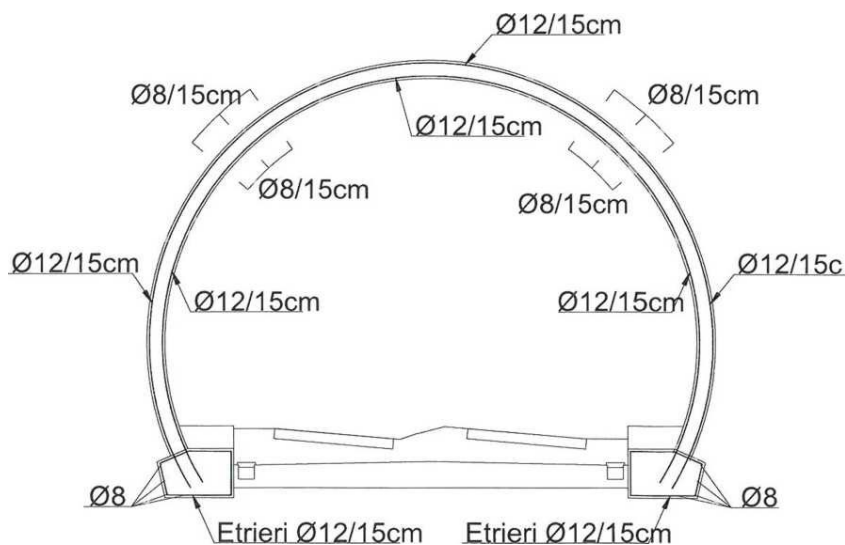
Dumperile sunt tractoare cu remorca cu descarcare pe spate, articulate și au un gabarit mai redus pentru capacitatea transportată în comparație cu camioanele obișnuite și care au emanații reduse de CO.

Tunelul Batuta în funcție de dotarea beneficiarului și pentru scurtarea timpului de execuție se poate executa astfel:

- prin atacarea lucrării de săpare dintr-un singur sens; ori din intrarea în tunel dinspre Simeria, ori din ieșirea din tunel dinspre Curtici;
- prin atacarea lucrărilor (tunelului) din două puncte și anume: din intrarea dinspre Simeria și din ieșirea dinspre Curtici

Lucrările care se execută din cele două puncte au aceleași condiții de lucru.

Schița armare secțiunea I



Săparea tunelului:

din intrarea dinspre Simeria;

Punctul de atac dinspre Simeria are coordonatele:

X = 510288,60;

Y = 270725,12;

-Tipul lucrării - tunel CF

- Lungimea lucrării (km 559+967; 560+200) = 233 m, ;

- Secțiunea liberă =76 m²; Secțiunea în săpare =104 m²

- Profilul la boltă =cu bolta circulară cu raza de sapare R₁ = 6200 mm; raza utilă R₁ = 5800 mm.;

- Profilul la vatră = vatră betonată cu contraboltă la sapare;

- lățimea liberă la vatră = 11000 mm; lățimea liberă la vatră în săpare 11950mm;

- înălțimea liberă =7870 mm.

Pentru executare acestui tronson de lucrare se va aplica tehnologia prezentată pentru roci semitari și tari. În funcție de tăria rocii întâlnite tehnologia poate fi adaptată la noile condiții (la hotărârea șefului de secție).

Alegere unei anumite tehnologii se va face pe măsura executării profilului înaintaș când se poate stabili cu exactitate tipul de rocă în care se execută lucrarea minieră.

Din proiectul pus la dispoziție de către beneficiar privind executia tunelului T3 Batuta reiese ca pe acest tronson de tunel tehnologia de săpare prin procedeul împușcare cu explozivi se va aplica pe **140m** (Secțiunea Tip II).

Acest tronson se execută cu pantă constantă în profil longitudinal de 2,996‰, astfel încât tronsonul să se unească după 233 m cu tronsonul executat din sens invers, dinspre Curtici.

- **din ieșirea dinspre Curtici;**

Punctul de atac dinspre Curtici are coordonatele :

X = 510894,45;

Y = 270661,01

-Tipul lucrării - tunel CF

- Lungimea lucrării (km 560+200; 560+570) = 370 m, ;

- Secțiunea liberă =76 m²; Secțiunea în săpare =104 m²

- Profilul la boltă =cu bolta circulară cu raza de sapare R₁ = 6200 mm; raza utilă R₁ = 5800 mm.;

- Profilul la vatră = vatră betonată cu contraboltă la sapare;

- lățimea liberă la vatră = 11000 mm; lățimea liberă la vatră în săpare 11950mm;

- înălțimea liberă =7870 mm.

Acest tronson se execută cu pantă în profil longitudinal de 2,996‰ spre Curtici, constant pe toată lungimea, astfel încât acest tronson să se unească cu tronsonul executat din sens invers, dinspre Simeria.

Pentru executare acestui tronson de lucrare se va aplica tehnologia prezentată pentru roci semitari și tari. În funcție de tăria rocii întâlnite, tehnologia poate fi adaptată la noile condiții (la hotărârea șefului de secție).

Tehnologiile care se vor adopta sunt întrucâtva asemănătoare din punct de vedere al săpării, diferențierea făcându-se la susținerea provizorie și definitivă.

Săparea tunelului ca lucrare miniera în roci tari (Secțiune tip II) se va face cu ajutorul explozivilor.

În proiect se prezintă o schemă de perforare împușcare de principiu, planșa nr....., aceasta urmând a fi completată după primele două, trei pușcări.

Principalii parametri ai acestei scheme sunt:

- numărul de găuri perforate = 192 buc,
- lungimea medie găurilor = 3,2 m;
- diametrul găurilor = 42 mm;
- lungimea saltului = 3 m;
- încărcătura medie pe gaură = 1,30kg/gaură;
- felul explozivului = RIOMAX HE 38x400mm; capse DETINEL
- lungimea totală de gaură = 589 m; din care: gauri de sâmbure =43, găuri de lărgire 64; găuri de profilare 85
- lungimea totală de buraj = 390 m; 122kg argilă +nisip la o pușcare
- lungimea totală de încărcătură cu exploziv = 196,4 m;
- volumul de rocă excavat la un salt = 312 m³;
- consumul specific al lucrărilor de forare = 1,89m gaură /m³;
- încărcătura de exploziv medie 0,45 kg/m;
- consumul specific de exploziv = 0,88 kg/m³;

În urma calculelor efectuate a rezultat realizarea următorului sistem de aeraj:

- realizarea unui aeraj parțial aspirant pentru săparea tunelului Batuta prin montarea la gura tunelului a unui ventilator axial și a unei coloane de aeraj Ø 1800 mm (conform planșei – Schema de principiu – Aeraj parțial aspirant).

Aerajul se va face cu ventilatoare tip **2 x ZVN 1-16-75/4**, producător: **Zitrom**, cu următoarele caracteristici:

- debitul nominal din calcul: 39 m³/s; 2340 m³/min

- debitul ventilator tip 2 x ZVN 1-16-75-4: 50 m³/s
- depresiunea dezvoltată de ventilator: 77mm H₂O

Pentru stabilirea tipului de ventilator s-a ținut cont de următorii parametri tehnici maximali:

- secțiunea liberă a tunelului: S = 104mp
- lungimea tunelului: L = 600m
- diametrul coloanei de aeraj: d = 1800mm
- viteza medie a aerului din interiorul conductelor de ventilație (instalație tehnologică): 8 – 12m/s
- debitul de aer necesar a fi vehiculat în frontul de lucru: Q_{med} = 35,5mc/s
- presiunea necesară la ventilator: h_v = 77 mmH₂O
- debitul de aer necesar a fi dezvoltat de ventilator: Q_v = 39 – 50mc/s

Tunelul se poate executa în următoarele variante:

Varianta de săpare	Aerajul	Particularități
1 – sapare tunel cu atacarea lucrării de la unul din capete	- aeraj aspirant, coloana de aeraj pe L = 600m, diametrul coloanei de aeraj 1800mm	- montare ventilator la gura tunelului - timp de execuție mare - o coordonare foarte bună a fazelor de execuție a tunelului - monitorizare permanentă a aerului din fronturile de lucru prin măsurători
2 – săpare tunel cu atacarea lucrării din ambele capete: intrare dinspre Simeria, din ieșirea dinspre Curtici	- aeraj aspirant, coloana de aeraj L=233m (Simeria – Curtici), diametrul coloanei de aeraj 1800mm - aeraj aspirant, coloană de aeraj L=370m (Curtici – Simeria), diametrul coloanei de aeraj 1800mm Zona de întâlnire la km 560+194m	- montare ventilator electric axial la gura tunelului de intrare dinspre Simeria - montare ventilator electric axial la gura tunelului de ieșire dinspre Curtici - timp de execuție mai redus - număr de utilaje de sapare, încărcare și transport steril mai mare - număr de personal de execuție mai mare - o coordonare foarte bună a fazelor de execuție a tunelului - monitorizare permanentă a aerului din fronturile de lucru prin măsurători

S-a ales acest tip de aeraj ca fiind cel mai sigur posibil respectând cu strictețe recomandările din literatura de specialitate. Se poate adopta și un alt sistem de aeraj având experiența îndelungată de aerisire a tunelurilor (în situația în care nu se semnaleză nici un fel de emanații de gaze pe parcursul execuției acestuia).

6. Concluzii

Prin reabilitarea liniei CF Frontieră – Curtici – Simeria se vor îmbunătăți parametrii tehnici și de siguranță a acestui tronson de transport feroviar.

Trasarea lucrărilor pe teren se va face în conformitate cu STAS 9824/4-83, folosind ca reper de trasare axele liniilor c.f. cele mai apropiate, iar ca reper de nivel NSS-urile liniilor c.f. Categoria de importanță a lucrărilor: categoria de importanță "B", în conformitate cu Hotărârea Guvernului României Nr. 766 din 21 noiembrie 1997, Anexa Nr. 3: "Regulamentul privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor".

7. Bibliografie

1. POYRY DEUTSCHLAND GmbH MANNHEIM SUCURSALA București - proiectan
2. Astaldi SpA Italia Sucursala România București - constructor
3. Legea 55/2006 – Legea privind siguranța feroviară
4. Regulament de exploatare tehnică feroviara nr 004/2006

STUDIUL SITUAȚIILOR DE DERIVĂ ALE AUTOTURISMULUI ÎN TIMPUL FRÂNĂRII

Autor: Edmond-Karoly FULOP¹.
anacolceriu80@gmail.com

Coordonator: Șef.lucr.dr.ing. Stela DINESCU³

¹ *Universitatea din Petroșani, Facultatea de inginerie Mecanică și Electrică, Ingineria transporturilor și a traficului, anul III*

² *Universitatea din Petroșani, Facultatea de inginerie Mecanică și Electrică, Departamentul de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi*

Rezumat

Capacitatea de frânare a unui automobil are o importanță deosebită, deoarece determină direct securitatea activă a automobilului și posibilitatea de utilizare integrală a vitezei și accelerației acestuia în timpul exploatării. La o frânare de urgență, vehiculul are tendința de a se așeza transversal pe drum, acest fenomen având originea în diferența de aderență a solului, între roți, înainte de blocarea lor. S-a demonstrat că eficacitatea maximă a frânării este obținută la limita aderenței între roată și cale. Blocarea roților generată de apăsarea prea puternică a pedalei de frână chiar în condiții de asfalt curat poate duce la o creștere importantă a spațiului de frânare. Sistemul ABS intervine în momentul frânării puternice pentru a preveni oprirea brusca a roților din rotire. Blocarea roților pe un drum alunecos determină deraparea autovehiculului fără a mai fi menținut pe traiectoria de mers normal.

Cuvinte cheie

sistem de frânare, timp de reacție, coeficient de aderență, spațiul de frânare, sistem ABS.

1. Introducere

Alături de sistemul de direcție, sistemul de frânare de pe un automobil este utilizat aproape integral în timpul deplasării acestuia.

Componentele sistemului de frânare trebuie astfel proiectate încât să utilizeze în mod optim forța de apăsare pe pedală, forță exercitată de către conducătorul auto, și să mențină la un nivel constant forța de frânare pentru o comandă constantă. (Dinescu și Andraș, 2019)

Pentru a opera asupra sistemului de frânare pe un autovehicul convențional (sistem de frânare mecano-hidraulic) (fig 1) conducătorul auto aplică o forță de apăsare pe pedala de frână 8 deplasând tija pistonului servomecanismului 7. Servomecanismul amplifică forța de apăsare pe pedală și o transmite pistonului pompei centrale 5. Pompa centrală face conversia forței din tijă în presiune. Cele două pistoane ale pompei centrale măresc presiunea lichidului de frână din conductele rigide 4 și flexibile 2 care se transmite mai departe frânelor cu disc 1 și frânelor cu tambure 12.

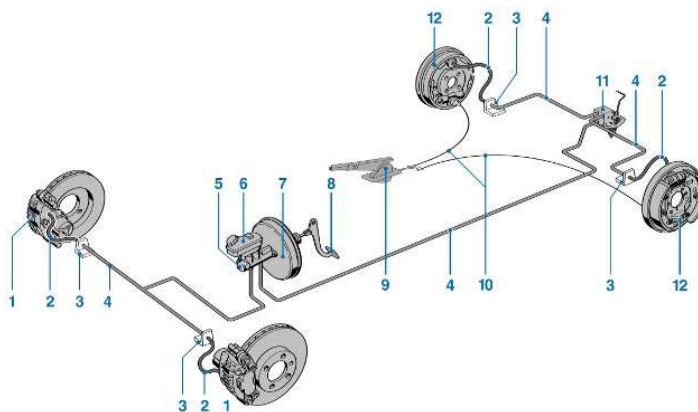


Fig. 1. Componentele unui sistem de frânare hidraulic cu structură în paralel pentru automobile; 1 - etrier cu disc de frână; 2 - conductă flexibilă; 3 - element de îmbinare; 4 - conductă rigidă; 5 - pompa centrală; 6 - rezervor lichid frână; 7 - servomecanism; 8 - pedală frână; 9 - levier frână de parcare; 10 - cablu acționare frână de parcare; 11 - supapă de reglare a presiunii; 12 - frână cu tambur

În timpul procesului de frânare, datorită decelerațiilor, puntea față a automobilului este încărcată cu o greutate mai mare decât cea a punții spate. Pentru a preveni frânarea excesivă a punții spate, ce poate provoca blocarea roților acesteia, supapa de reglare a presiunii 11 modulează presiunea de frânare a punții spate în funcție de încărcarea

automobilului. Sistemul de frânare de parcare (frâna de mână) acționează asupra roților punții spate prin intermediul levierului 9 și a cablului 10.

2. Frânarea

Principiul de bază al frânării îl constituie crearea unei forțe care se opune avansării vehiculului, ținând cont de 3 factori : Factorul mecanic, Factorul fiziologic și Factorul fizic. (Dinescu și Andraș, 2019)

a) Factorul mecanic.

Oprirea roților este obținută prin frecarea unui element fix al șasiului de un element solidar cu roata în mișcare de rotație. Aceasta va duce la degajare de căldură. Frânarea transformă energia cinetică în energie calorică. Astfel apar alte două calități indispensabile ale sistemului de frânare : O bună eficiență la temperaturi înalte și un timp de recuperare minim.

b) Factorul fiziologic.

Timpul de reacție : este timpul care se scurge între perceperea obstacolului și începutul efectiv de frânare. Acest timp, variabil după fiecare individ și după starea lui generală, este în medie de 0,75 s.

Distanța de oprire : este distanța parcursă în timpul de reacție, plus distanța de frânare.

Distanța de frânare optimă este funcție de : Viteza vehiculului, Coeficientul de frecare, Decelerația posibilă (caracteristică frânării vehiculului).

Diagrama distanței de oprire (fig.2): Reprezentarea distanței de oprire în funcție de viteză (pe un sol dur și uscat cu o decelerație medie de $6 \text{ m/s}^2 = 0,59g$):

c) Factorul fizic – aderență.

Dacă roata este oprită foarte brutal, ea se blochează și alunecă fără să se învârtă, vehiculul continuând să înainteze: se spune atunci că roata nu mai are aderență.

Forța de aderență F_a se opune deplasării unui corp în raport cu suprafața pe care este așezat în repaus. Ea este influențată de: forța verticală produsă de greutatea corpului F_z și de coeficientul de aderență μ .

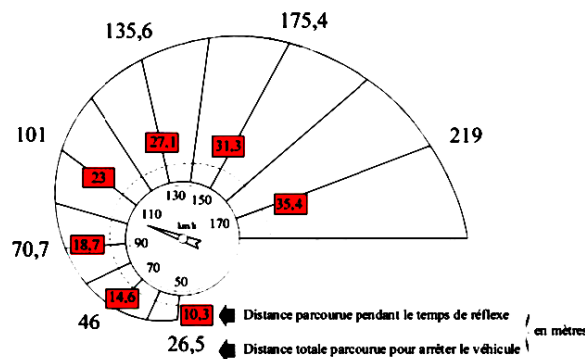


Fig. 2. Diagrama distanței de oprire

Coeficientul de aderență este funcție de: natura materialelor, starea suprafețelor, ungerea dintre suprafețe. Forța de aderență în funcție de alunecare este prezentată în fig. 3.

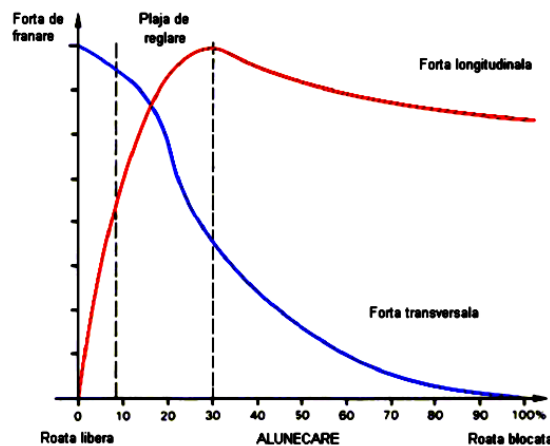


Fig. 3. Forța de aderență în funcție de alunecare

Dacă alunecarea crește peste o anumită valoare, forța de aderență scade. Blocajul unei roți este de asemenea obținut cu o alunecare de 100 %. Alunecarea și forța de aderență sunt strâns legate, deci pentru a obține cea mai bună

forță de aderență între anvelopă și șosea este necesar să se atingă o anumită valoare de alunecare. Această alunecare provoacă o uzură a anvelopelor.

Se remarcă pe curbe că o creștere importantă a alunecării până la blocajul roții, provoacă o diminuare a forței de aderență longitudinală. Pe de altă parte, posibilitatea derapării laterale crește. De asemenea, dacă se privește vehiculul în totalitate, blocajul roților din față provoacă o pierdere a « dirijabilității » vehiculului, iar blocajul roților spate produce o pierdere a stabilității acestui vehicul (risc de răsucire). (Burlacu, 2014)

Astfel pentru o alunecare situată în jurul a 20 %, oferă un bun compromis între stabilitatea și maniabilitatea direcțională a forței de frânare. Dacă automobilul dotat cu ABS se află în curbă și se produce o frânare de urgență, vehiculul rămâne pe traiectoria impusă de conducător în 85% din situații. În absența ABS-ului numai 38% din vehicule rămân pe traiectoria impusă.

3. Situațiile de derivă ale autoturismului în frânare

Observăm un vehicul lansat în linie dreaptă cu toate cele 4 roți blocate (fig. 4a).

Dacă se efectuează o frânare de urgență, vehiculul are tendința de a se așeza transversal pe drum: acest fenomen își găsește originea în diferența de aderență a solului, între roți, înainte de blocarea lor. Blocajul astfel obținut, vehiculul urmează atunci traiectoria sa învârtindu-se în jurul său.

Dacă nu vom mai apăsa pedala de frână, vehiculul se va stabiliza pe o nouă traiectorie rectilinie, diferită de prima și suprapusă cu axa sa longitudinală.

Cele 2 roți față blocate - fig. 4b.

Se constată că, dacă roțile față sunt blocate, direcția devine inoperantă.

S-a demonstrat ca eficacitatea maximă a frânării este obținută la limita aderenței între roată și cale. Blocarea roților generată de apăsarea prea puternică a pedalei de frână chiar în condiții de asfalt curat poate duce la o creștere importantă a spațiului de frânare.

Mai grav este cazul în care limitatorul de presiune pentru puntea din spate nu funcționează roțile din spate blocându-se.

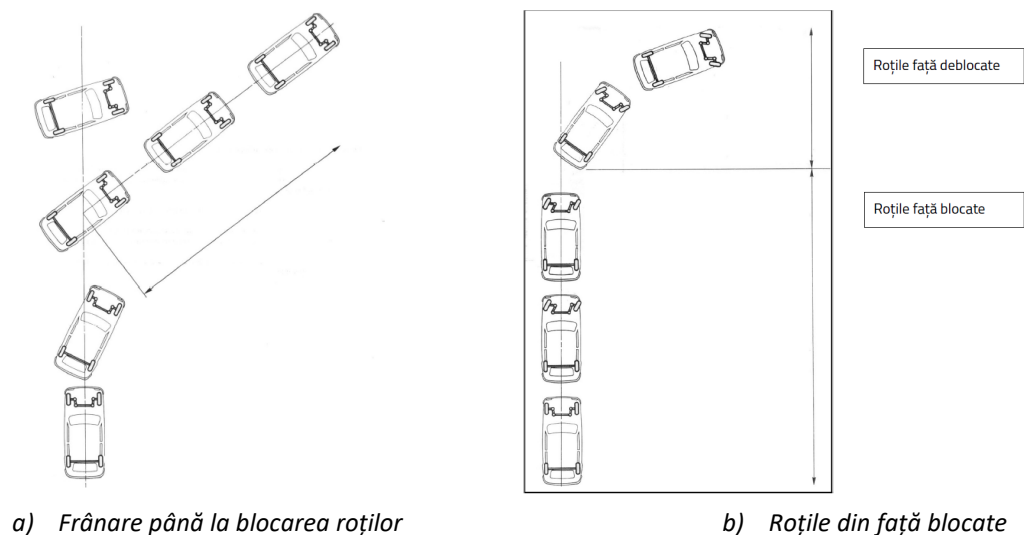


Fig. 4. Frânare cu roțile blocate

ABS este un sistem electrohidraulic sau electropneumatic, cu comandă electronică care are rolul de a corecta în mod automat momentele de frânare a fiecărei roți sau osii, în funcție de gradul de aderență.

Adaptând forța de frecare cu aderența disponibilă pentru fiecare roată, sistemul ABS permite conducătorului auto sa mențină autoturismul pe traiectoria dorită.

Reglarea procesului de anti blocare se realizează în funcție de accelerația autoturismului și în funcție de viteza unghiulară relativă a roții. Regimul de funcționare este coordonat de către un microprocesor.

Sistemul ABS intervine în momentul frânării puternice pentru a preveni oprirea bruscă a roților din rotire. Blocarea roților pe un drum alunecos determină deraparea autovehiculului fără a mai fi menținut pe traiectoria de mers normal. Senzorii ABS măsoară viteza unghiulară a fiecărei roți, și când sistemul constată riscul de blocare a unei roți, unitatea de comandă va reduce pentru câteva milisecunde presiunea în instalația de frânare permițând rotația roții.

Odată activat elementul ABS face ca pedala de frână apăsată la podea să pulseze.

Simțind acest efect unii conducători de vehicule reduc forța de apăsare asupra pedalei de frână și astfel în locul opririi eficiente măresc spațiul de frânare și riscul de accident.

În fig. 5 este prezentat comportamentul autoturismului în timpul frânării

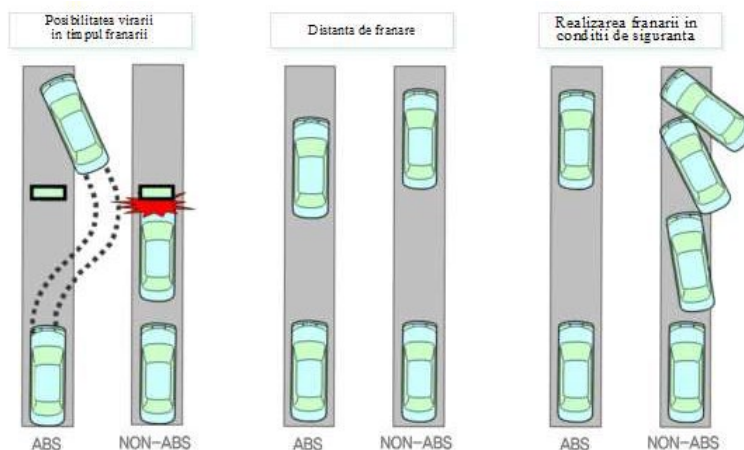


Fig. 5. Comportamentul autoturismului în timpul frânării

4. Determinarea timpului și spațiului de frânare

Se pot evalua, din punct de vedere matematic, vitezele înainte de coliziune și spațiul parcurs de autovehicul în cadrul procesului de frânare, surprins prin modele fizice.

La evaluarea mărimilor respective se ține seama de: numărul și lungimea urmelor de frânare; tipul sistemului de frânare; natura și starea drumului; înclinarea longitudinală a drumului; starea conducătorului auto.

Pentru diferite înclinări longitudinale ale drumului și diferitele stări ale conducătorului auto (se așteaptă la pericol; nu este avizat în prealabil de un posibil pericol de accident, având un comportament normal în situațiile care reclamă un pericol iminent; circulă în perioadele de răsărit și crepuscul), rezultatele obținute surprind variațiile vitezelor inițiale în funcție de timpul de întârzieri la frânare, având în vedere astfel fazele de blocare a roților și de frânare efectivă, iar pe baza acestora se recurge la evaluarea spațiului total de oprire în funcție de timpul de percepție-reacție al ansamblului conducător-autovehicul, corespunzător diferitelor stări ale conducătorului auto, surprinzând și faza de percepție-recepție-reacție din cadrul procesului de frânare, care depinde exclusiv de starea conducătorului auto.

Un algoritm de lucru poate permite schimbarea datelor de intrare și obținerea rezultatelor cu interpretare grafică pentru diferite stări ale conducătorului auto și diferite situații de exploatare a autovehiculelor, ceea ce facilitează aprecierea și compararea diferitelor condiții luate în studiu.

S-au luat în considerare diferite stări ale conducătorului auto, simbolizate astfel:

A - se așteaptă la pericol;

B - comportament normal în situațiile care reclamă un pericol iminent;

C - pentru perioadele de răsărit și crepuscul.

Procesul de frânare este unul complex, constituit din mai multe faze (Fig. 6., Fig. 7.), fiecare dintre acestea influențând în mod direct eficiența frânării (Todoruț, 2008):

– faza de percepție-recepție-reacție (f.p.r.r.), caracterizată de durata de percepție-reacție a conducătorului auto t_{pr} , în cadrul căreia deplasarea autovehiculului se realizează cu viteză constantă;

– faza de blocare a roților (f.b.r.), care începe din momentul în care apare decelerația și până în momentul imprimării urmelor de frânare pe îmbrăcămintea drumului, caracterizată de durata întârzierilor la frânare (t_{fr} - timpul care corespunde blocării roților, respectiv atingerii eficacității maxime a frânării);

– faza de frânare (f.f.), care începe din momentul apariției urmelor de frânare și se termină odată cu oprirea autovehiculului sau încetarea procesului de frânare, caracterizată de timpul minim de frânare t_{fmin} .

Durata procesului de percepție-reacție t_{pr} (intervalul O÷F, Fig. 7.), scurs din momentul apariției pericolului (sesizării necesității de frânare) și până în momentul creșterii eficienței de frânare (începerea cursei utile a pedalei de frână), se determină ca fiind suma între durata întârzierilor fiziologice t_{fiz} (intervalul O÷E, Fig. 7.) și durata întârzierilor mecanice t_{mec} (intervalul E÷F, Fig. 7.)

$$t_{pr} = t_{fiz} + t_{mec}, \quad (1)$$

unde

- t_{mec} reprezintă intervalul de timp necesar pentru ridicarea piciorului de pe pedala de accelerație, punerea piciorului pe pedala de frână și consumarea cursei libere a pedalei de frână (eliminarea jocurilor dintre articulații, reglaje ale saboților, elasticitatea conductelor), care este de 0,1...0,2 s pentru frâne cu acționare mecanică și hidraulică, respectiv 0,2...0,4 s pentru frânele cu acționare pneumatică;
- t_{fiz} are valori cuprinse în intervalul 0,5...1,5 s, dar dacă se cunoaște situația care a declanșat acțiunea de frânare, t_{fiz} prezintă valori între 0,5...1,1 s pentru situații de surpriză și 0,4...0,8 s pentru situații anticipate și este dat de relația:

$$t_{fiz} = t_{pp} + t_{rp}, \quad (2)$$

unde:

- t_{pp} caracterizează intervalul O÷P (Fig. 3.8), iar

- t_{rp} caracterizează intervalul P÷E (Fig. 3.8)

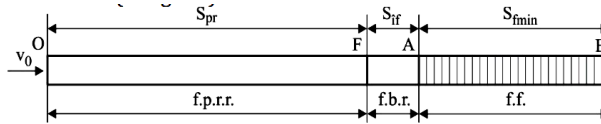


Fig. 6. Fazele procesului de frânare.

v_0 - viteza inițială; A - punctul în care apare urma de frânare; B - sfârșitul frânării

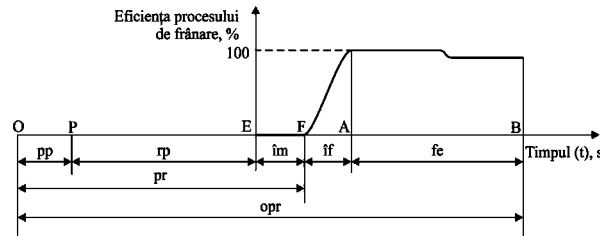


Fig. 7. Schema procesului de frânare

(O, P, E, F, A, B - evenimente; pp, rp, im, pr, if, fe, opr - durate).

Durata întârzierilor involuntare t_{ii} (intervalul O÷A, Fig. 3.8) reprezintă intervalul de timp scurs din momentul în care conducătorul auto percepe apariția pericolului, până în momentul în care frânarea autovehiculului este constantă și se determină cu relația:

$$t_{ii} = t_{pr} + t_{if}, \quad (3)$$

unde

t_{if} (intervalul F÷A, Fig. 7) este timpul scurs de la începerea procesului de frânare până la blocarea roților (atingerea eficacității maxime a frânării), cu valori de 0,15...0,25 s - pentru frâne mecanice și hidraulice și 0,6...0,8 s - pentru frâne pneumatice.

Durata frânării efective t_{fmin} (intervalul A÷B, Fig. 7) este intervalul de timp în care frânarea se efectuează cu decelerație maximă, la care se adaugă durata frânării cu roțile blocate și decelerație scăzută.

Intervalul de timp total de oprire t_{opr} (intervalul O÷B, Fig. 7) este definit ca fiind timpul scurs din momentul apariției pericolului de producere a unui accident, până în momentul opririi autovehiculului și se determină cu relația:

$$t_{opr} = t_{ii} + t_{fmin}. \quad (4)$$

Viteza inițială v_0 se calculează în ipoteza în care autovehiculul este oprit după parcurgerea spațiului de frânare ($v_B = 0$) (Fig. 6, Fig. 7).

În ipoteza că frânarea se realizează cu toate roțile, urmele de frânare sunt continue, iar profilul longitudinal al drumului este înclinat și autovehiculul este oprit după parcurgerea spațiului de frânare ($v_B = 0$, Fig. 6, Fig. 7), viteza inițială v_0 se poate determina conform relației :

$$v_0 = \frac{1,8}{k_e} \cdot \varphi_{max0} \cdot g \cdot t_{if} + \sqrt{\frac{26 \cdot \varphi_{med0} \cdot g \cdot S_{fmin}}{k_e}}, \text{ în km/h}, \quad (5)$$

în care:

$$\varphi_{max0} = \varphi_{max} \cdot \cos\alpha \pm \sin\alpha; \varphi_{med0} = \varphi_{med} \cdot \cos\alpha \pm \sin\alpha, \text{ ("+" urcare; "-" coborâre)}.$$

Spațiul suplimentar de frânare (datorat întârzierilor) S_s , se determină ținând seama de faza de percepție-recepție-reație și cea de blocare a roților, respectiv de faptul că drumul este orizontal sau cu înclinare longitudinală. Astfel, pentru determinarea spațiului suplimentar de frânare (S_s) se are în vedere relația:

$$S_s \left(\begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} \right) = \frac{v_0}{3,6} \cdot \left[t_{pr} \left(\begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} \right) + t_{if} \right], \text{ în m}, \quad (6)$$

unde v_0 este viteza inițială iar A, B, C indică diferitele stări ale conducătorului auto.

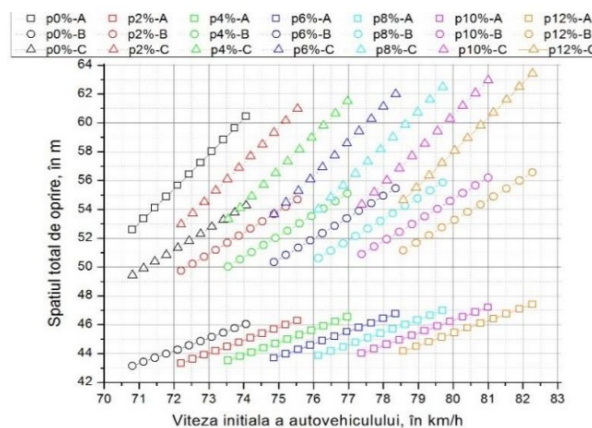
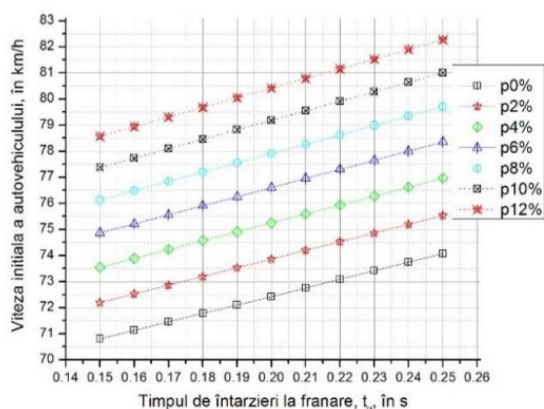
Spațiul total de oprire (S_{opr}) se determină ținând seama de spațiul minim (S_{fmin}) și suplimentar de frânare (S_s), astfel:

$$S_{opr} \left(\begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} \right) = S_s \left(\begin{matrix} A \\ B \\ C \end{matrix} \right) + S_{fmin}, \text{ în m} \quad (7)$$

Considerăm următorul exemplu: în modelul de calcul numeric, s-au avut în vedere următoarele date de intrare:

- urmele de frânare sunt discontinue (două urme de frânare paralele cu $L_1 = 9,5$ m; două urme de frânare paralele cu $L_2 = 7,7$ m; două urme de frânare paralele cu $L_3 = 5,3$ m; între primele urme de frânare s-a măsurat o distanță cu $l_{12} = 6,4$ m; între ultimele urme de frânare s-a măsurat o distanță cu $l_{23} = 4,8$ m) și
- provin de la un autoturism prevăzut cu sistem de frânare hidraulic cu repartitor, aflat în urcare pe un drum din asfalt uscat, cu înclinarea longitudinală de 0...12%; valorile timpilor de percepție-reacție la frânare al ansamblului conducător-autovehicul, în funcție de starea conducătorului auto, sunt considerate astfel:
 $t_{pr(A)} = 0,48...0,6$ s; $t_{pr(B)} = 0,8...1$ s; $t_{pr(C)} = 0,96...1,3$ s;
- duratele întârzierilor mecanice și duratele întârzierilor la frânare se iau în considerare pentru cazul unui autovehicul prevăzut cu sistem de frânare cu acționare hidraulică.

Pe baza datelor de intrare se obțin rezultate cu privire la variația vitezei inițiale în funcție de durata întârzierilor la frânare, pentru fiecare din condițiile de exploatare considerate (Fig. 8a). Pentru fiecare din stările conducătorului auto luate în studiu și pentru toate situațiile considerate de înclinare longitudinală a drumului, în figura 8b sunt surprinse rezultate cu privire la variația spațiului total de oprire în funcție de viteza inițială a autovehiculului.



a) Variația vitezei inițiale a autovehiculului în funcție de timpul de întârzieri la frânare, pentru diferite situații de înclinare longitudinală a drumului

b) Variația spațiului total de oprire, corespunzător diferitelor stări ale conducătorului auto și situații de înclinare longitudinală a drumului, în funcție de viteza inițială a autovehiculului

Fig. 8. Variația vitezei inițiale a autovehiculului și a spațiului total de oprire

5. Concluzii

- Observăm un vehicul lansat în linie dreaptă cu toate cele 4 roți blocate pentru care dacă se efectuează o frânare de urgență, vehiculul are tendința de a se așeza transversal pe drum înainte de blocarea roților. La blocajul astfel obținut, vehiculul urmează traiectoria sa învârtindu-se în jurul său.
- Dacă nu vom mai apăsa pedala de frână, vehiculul se va stabili pe o nouă traiectorie rectilinie, diferită de prima și suprapusă cu axa sa longitudinală.
- Dacă roțile față sunt blocate, direcția devine inoperantă. Eficacitatea maximă a frânării este obținută la limita aderenței între roată și cale. Blocarea roților generată de apăsarea prea puternică a pedalei de frână chiar în condiții de asfalt curat poate duce la o creștere importantă a spațiului de frânare.
- Pentru diferite înclinări longitudinale ale drumului și diferitele stări ale conducătorului auto rezultatele obținute surprind variațiile vitezelor inițiale în funcție de timpul de întârzieri la frânare, având în vedere astfel fazele de blocare a roților și de frânare efectivă, iar pe baza acestora se recurge la evaluarea spațiului total de oprire în funcție de timpul de percepție-reacție al ansamblului conducător-autovehicul. (fig. 8a și 8.b)
- Un algoritm de lucru poate permite schimbarea datelor de intrare și obținerea rezultatelor cu interpretare grafică pentru diferite stări ale conducătorului auto și diferite situații de exploatare a autovehiculelor, ceea ce facilitează aprecierea și compararea diferitelor condiții luate în studiu.

Bibliografie

1. Burlacu F., A., (2014)- *Influența caracteristicilor drumului asupra siguranței circulației*, Teză de doctorat, Universitatea de Construcții București, Facultatea de Căi Ferate, Drumuri și Poduri
2. Dinescu S., Andraș A., (2019), *Analiza accidentelor de circulație – Accidentologie*, Editura Universitas, Petroșani
3. Todoruț A., (2008), *Dinamica accidentelor de circulație*. Cluj-Napoca, Editura U.T. Press.