

STAREA SUPRAFETEI DE RULARE

STAREA SUPRAFETEI DE RULARE

	Pagina
REZUMAT	62
FRECARE	64
UNIFORMITATE	69
BIBLIOGRAFIE	72
ANEXA SR-1. COEFICIENTI DE FRECARA (PROIECTARE)	74

REZUMAT

Principii generale

Această fișă tehnică descrie relația între siguranța rutieră și două caracteristici ale suprafeței de rulare – frecarea și uniformitatea.

În general, frecarea este definită ca fiind rezistența la deplasare între două suprafețe aflate în contact. În cazul transportului rutier, suprafețele considerate sunt pneurile și suprafața de rulare. Se distinge componenta de **frecare longitudinală** (care afectează accelerările și frânarea) și componenta de **frecare transversală** (care permite modificările de direcție). Între frecare și siguranță există o relație strânsă.



Vehicul multifuncțional

Uniformitatea este dimensiunea a planeității suprafeței de rulare. Calitatea uniformității poate fi afectată de diferite tipuri de fisuri, deformații sau probleme de dezintegrare. Se disting componentele longitudinală și transversală ale uniformității unei suprafețe de rulare. Uniformitatea longitudinală este în general măsurată în termenii IRI (indicator de rugozitate internațional), care măsoară deplasările verticale ale suspensiei unui vehicul de-a lungul unui drum, în condiții standard. Analiza uniformității transversale a unui drum permite detectarea diferitelor tipuri de probleme dintre care adâncimea fâgașelor. Defecțiunile de uniformitate au o influență directă asupra nivelului de confort al ocupanților unui vehicul, costului de exploatare a acestuia și pot avea un anumit efect asupra siguranței.

În prezent există vehicule multifuncționale care permit măsurarea simultană a mai multor caracteristici ale suprafeței de rulare.

Accidente

Frecare

Proporția accidentelor crește pe măsură ce aderența suprafeței (sau rezistența la derapaj¹) se diminuează. Situația este și mai rea când carosabilul este ud, căci contactul între pneu și roată este redus (concentrarea accidentelor pe suprafață udă poate fi un indicator al unei probleme de aderență). Următoarele condiții favorizează creșterea riscului de accident:

- problema se pune într-o locație unde nevoile de aderență sunt ridicate (de ex. apropierea de o intersecție, curbă orizontală, rampă);
- problema este izolată (de ex. contaminarea suprafeței de rulare).

În multe cazuri conducătorii auto întâmpină dificultăți în recunoașterea problemelor de aderență și, în consecință, nu pot reduce viteza pentru a menține riscul la un nivel considerat acceptabil.

Uniformitate

Literatura actuală nu permite stabilirea unei relații evidente între siguranță și uniformitate. Această situație poate fi atribuită în parte faptului că mai multe studii raportate cuprind o proporție importantă de locații care prezintă defecțiuni minore de uniformitate.

¹ Rezistența la derapaj este definită ca fiind forța de întârziere generată de interacțiunea dintre un pneu și o suprafață de rulare, în condițiile de roată blocată fără rotație (ASTM-E867). Rezistența la derapaj este în funcție de coeficientul de frecare.

Ne putem aștepta totuși la o creștere a riscului de accident când problemele de uniformitate sunt suficient de importante pentru a produce unul sau altul din următoarele efecte: reducerea contactului dintre pneuri și îmbrăcămintă, manevre de evitare periculoase, pierderea controlului, sfărâmare mecanică sau acumulări de apă pe îmbrăcămintă (de ex. tasări, făgașe).

Efectul resuprafațării

Au fost realizate diferite studii pentru determinarea efectului resuprafațării asupra siguranței.

În 1987, Cleveland a ajuns la următoarele concluzii:

„Operațiile de resuprafațare a drumurilor extraurbane, realizate pentru corectarea defecțiunilor de natură structurală sau a lacunelor care afectează confortul de rulare, au dus la o creștere imediată a numărului total de accidente în medie cu 2 % (în orice caz sub 5 %), corespunzător unei creșteri cu 10 % a accidentelor pe carosabil uscat și unei descreșteri comparabile a accidentelor pe carosabil ud.”

„În cazul drumurilor extraurbane unde resuprafațarea a fost motivată de o problemă de accidente pe carosabil ud - peste 25 % din total, de exemplu - s-a constatat o descreștere imediată cu de la 15 la 70 % a acestor accidente. Acest lucru se traduce fără îndoială printr-o reducere medie cu 20 % a duratei de exploatare a proiectului.”

„Operațiile de resuprafațare în mediu urban trebuie să se traducă prin reduceri medii ale accidentelor de circa 25 % asupra duratei de exploatare a lucrării.”

Concluziile formulate de Schanderson (1994) sunt similare.

Unele studii au încercat să compare efectul de siguranță al intervențiilor de resuprafațare cu cele care în plus implică alte tipuri de ameliorări. Astfel:

- Hauer și alții (1994) formulează concluziile conform cărora proiectele care constau doar în resuprafațare au ca efect inițial reducerea nivelului de siguranță în timp ce proiectele care implică resuprafațarea și alte îmbunătățiri aduse drumului² au ca efect inițial îmbunătățirea siguranței rutiere. Ei concluzionează de asemenea că siguranța se îmbunătățește o perioadă după resuprafațare.
- Totuși trebuie menționat că un studiu mai recent, care viza de asemenea estimarea impactului resuprafațării asupra siguranței cu sau fără intervenții adiționale, nu a putut aduce concluzii clare asupra subiectului și recomandă efectuarea unor cercetări suplimentare (Hughes și alții, 2001).

Observații

- *frecare*
- *uniformitate*

Soluții posibile

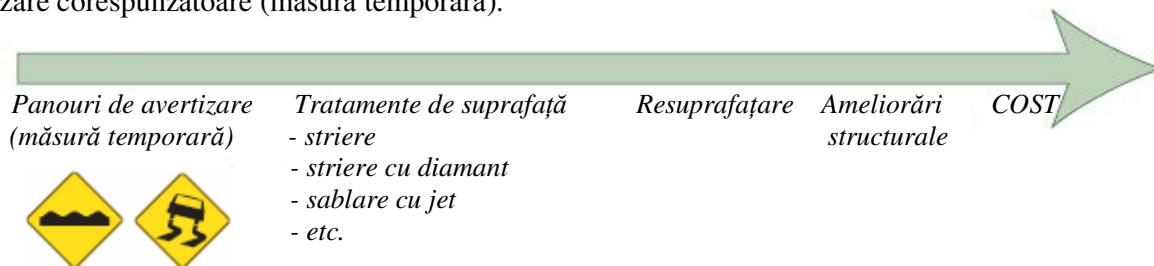
Soluția cea mai obișnuită referitor la defecțiunile suprafeței de rulare constă într-o resuprafațare, care poate corecta diferite tipuri de probleme de aderență și uniformitate.

Totuși, se vor putea dovedi necesare intervenții mai costisitoare dacă din defecțiunile structurale rezultă probleme ce necesită îmbunătățiri la nivelul fundației drumului.

Invers, în unele cazuri pot fi prevăzute diferite tipuri de tratamente de suprafață mai puțin costisitoare, totul depinzând de tipul de problemă întâlnit.

² Elementele cel mai des incluse constau din ameliorări aduse deverului, acostamentelor, drenării, pantei taluzurilor, glisiere de siguranță și margini ale drumului (îndepărtarea sau mutarea unor obiecte fixe).

În cazul în care defecțiunile suprafeței sunt susceptibile de a mări riscul de accident și când nu pot fi efectuate intervenții rapide, trebuie avertizați utilizatorii care se apropie de locul respectiv printr-o semnalizare corespunzătoare (măsură temporară).



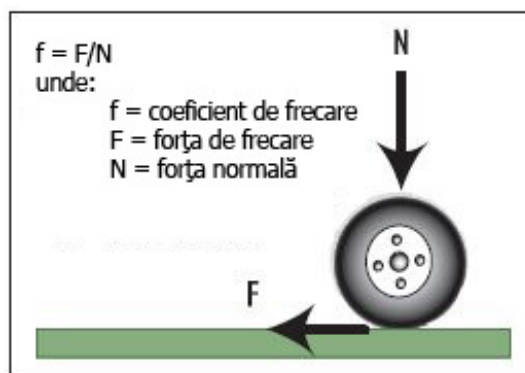
FRECARÉ

Descriere

În general, frecarea este rezistența la mișcare dintre două suprafețe care se află în contact. Valoarea sa se exprimă cu ajutorul coeficientului de frecare (f), care constă într-un raport între două forțe, una paralelă cu suprafața de contact și care se opune mișcării (forța de frecare), iar cealaltă perpendiculară pe această forță (forța normală) (figura SR-1). În domeniul transportului rutier, suprafața de contact constă din interfața pneu-îmbrăcăminte, în timp ce forța normală corespunde sarcinii pe roată.

Valorile coeficienților de frecare variază de la aproape zero pe o îmbrăcăminte cu polei până la peste 1,0 în cele mai bune condiții ale suprafeței (tabelul SR-1).

Figura SR-1. Coeficient de frecare



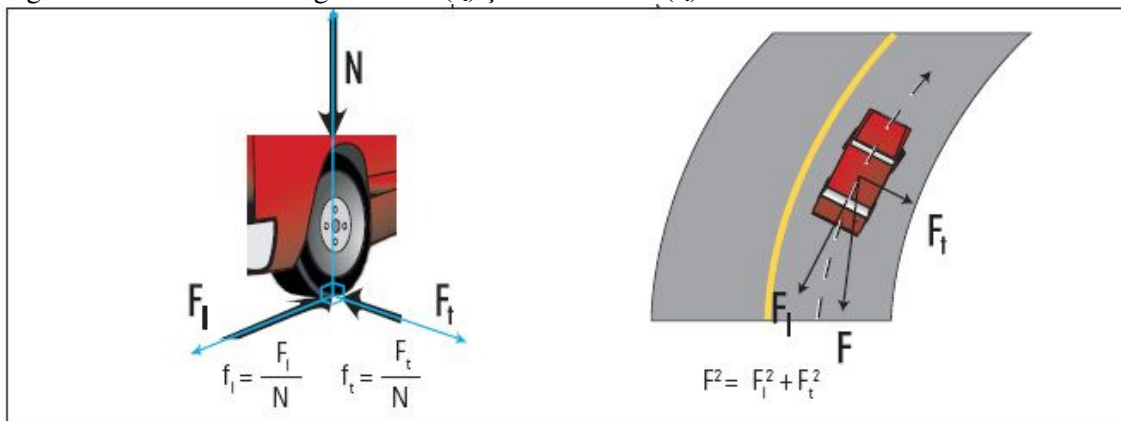
Tabelul SR-1. Coeficienți de frecare în funcție de condițiile suprafeței

Tip de îmbrăcăminte	Uscată				Udă			
	Sub 50 km/h		Peste 50 km/h		Sub 50 km/h		Peste 50 km/h	
	DE	Å	DE	Å	DE	Å	DE	Å
Ciment portland nou	0,80	1,20	0,70	1,00	0,50	0,80	0,40	0,75
operă normală	0,60	0,80	0,60	0,75	0,45	0,70	0,45	0,65
șlefuit sub trafic	0,55	0,75	0,50	0,65	0,45	0,65	0,45	0,60
Mixturi asfaltice noi	0,80	1,20	0,65	1,00	0,50	0,80	0,45	0,75
operă normală	0,60	0,80	0,55	0,70	0,45	0,70	0,40	0,65
șlefuit sub trafic	0,55	0,75	0,45	0,65	0,45	0,65	0,40	0,60
exces de bitum	0,50	0,60	0,35	0,60	0,30	0,60	0,25	0,55
Pietriș compactat, ulei	0,55	0,85	0,50	0,80	0,40	0,80	0,40	0,60
necompactat	0,40	0,70	0,40	0,70	0,45	0,75	0,45	0,75
Cenuși compactat	0,50	0,70	0,50	0,70	0,65	0,75	0,65	0,75
Piatră concasată	0,55	0,75	0,55	0,75	0,55	0,75	0,55	0,75
Gheață neted	0,10	0,25	0,07	0,20	0,05	0,10	0,05	0,10
zăpadă compactată	0,30	0,55	0,35	0,55	0,30	0,60	0,30	0,60
necompactată	0,10	0,25	0,10	0,20	0,30	0,60	0,30	0,60

Sursă: Fricko 1991

Analiza frecării se efectuează pornind de la componentele longitudinală și transversală.

Figura SR-2. Frecarea longitudinală (f_l) și transversală (f_t)



Frecarea longitudinală (f_l)

Coeficientul de frecare longitudinală (f_l) este o măsură a frecării în direcția de deplasare a vehiculului (figura SR-2). Distanțele de accelerare și decelerare cresc pe măsură ce valorile lui f_l se diminuează.

Distanțele de frânare se pot calcula cu ajutorul ecuațiilor SR-1 sau SR-2:

- ecuația SR-1 presupune o valoare constantă de frecare longitudinală, influența vitezei vehiculului fiind redusă. Adesea se utilizează în practică o simplificare a realității (*ajustarea coeficientului de frecare în funcție de viteză*);
- ecuația SR-2 permite obținerea unor distanțe de frânare mai precise căci aceasta ia în considerare diminuarea frecării asociată cu o creștere a vitezei. Relația dintre viteză și frecare trebuie cunoscută pentru a se putea utiliza această ecuație.

Diferența dintre rezultatele obținute cu aceste două ecuații depinde de caracteristicile suprafeței de rulare. O ecuație similară calculează distanța de frânare prin utilizarea decelerației vehiculelor în locul coeficientului de frecare longitudinală (*ecuația DV-2*).

Un program de calcul al manualului permite determinarea distanțelor de frânare cu ajutorul uneia sau alteia dintre aceste trei ecuații. Dacă V_f este egal cu zero, rezultatul corespunde distanței de oprire.

$$\text{Distanța de frânare} = \frac{V_i t}{3,6} + \frac{V_i^2 - V_f^2}{254(f_l \pm G)} \quad [\text{Ec. SR-1}]$$

sau

$$\text{Distanța de frânare} = \frac{V_i t}{3,6} + \int_{V_i}^{V_f} \frac{V}{127(f_{lv} \pm G)} dV \quad [\text{Ec. SR-2}]$$

unde:

V_i = viteza inițială (km/h)

V_f = viteza finală (km/h)

t = timp de reacție (s)

f_l = coeficient de frecare longitudinală

f_{lv} = coeficient de frecare longitudinală la viteza V

G = declivitate (%/100)

Frecare transversală (f_t)

Coeficientul de frecare transversal (f_t) este o măsură a aderenței suprafeței într-o direcție perpendiculară pe sensul de deplasare a vehiculului (figura SR-2). Această componentă a frecării este cea care permite schimbarea direcției.

Anexa TP-1 a fișei tehnice de traseu în plan descrie relația dintre diferiții parametri ai unei curbe și arată cum se calculează viteza maximă (teoretică) la care este posibilă circulația într-o curbă atunci când se cunoaște raza acesteia, deverul și coeficientul de frecare transversal. În mod asemănător, se poate de asemenea calcula coeficientul de frecare transversal necesar în funcție de viteză, de o rază de curbura și de dever. În acest scop a fost dezvoltat un program de calcul.

Valorile frecării longitudinale și transversale sunt în general foarte similare, în afară de cazul locațiilor unde condițiile locale au antrenat îmbătrânirea prematură a suprafeței de rulare într-o anumită direcție.

Combinații de f_l și f_t : schimbări de direcție și frânare simultană

Atunci când manevrele de frânare și de schimbare a direcției trebuie efectuate în același timp (de ex. frânare într-o curbă), frecarea disponibilă se împarte în componenta sa longitudinală și componenta transversală, ceea ce mărește distanța de frânare (ec. SR-3).

$$bd_{\text{curba}} = \frac{V_i t}{3,6} + \frac{V_i^2 - V_f^2}{254 \left(\sqrt{f^2 - \left(\frac{V_i^2}{127R} - e \right)^2} \pm G \right)} \quad [\text{Ec. SR-3}]$$

unde:

$bd_{\text{curbă}}$ = distanță de frânare în curbă (m)

f = coeficient de frecare

R = raza de curbura (m)

e = dever

Frecarea și proiectarea rutieră

Drumurile trebuie proiectate astfel încât să permită deplasări sigure chiar și când condițiile nu sunt ideale. Coeficienții de frecare longitudinală utilizați în etapa de proiectare iau în calcul condiții de suprafață udă și pneuri uzate³. Se vor găsi în anexa SR-1 valorile coeficienților de frecare longitudinală recomandate în mai multe țări; ele variază de la 0,45 (la 30 km/h) la sub 0,30 (la viteză mare).

Valorile coeficienților de frecare transversală utilizați în etapa de proiectare rutieră sunt mai degrabă legați de criterii de confort decât de siguranță; ele depind de viteza la care efectul forței centrifuge devine suficient de incomod pentru ca șoferii să simtă nevoia să încetinească. Anexa SR-1 prezintă valorile lui f_t recomandate în mai multe țări. Fără excepții, ele variază între 0,07 și 0,18. Aceste valori scăzute permit conservarea a peste 90 % din frecarea totală pentru eventuale manevre de frânare în curbă. Se evită astfel o creștere excesivă a distanțelor de frânare (tabelul SR-2).

Tabelul SR-2. Exemple – Coeficienți de frecare longitudinală disponibili în curbă

VITEZA DE PROIECTARE (km/h)	f	f_t	f_l^1	f_l/f
50	0,40	0,16	0,37	92 %
100	0,28	0,11	0,26	92 %

¹ f_l disponibil se calculează după $f_{\text{tot}}^2 - f_t^2 = f_l^2$

³ Fără a merge până la a lua în considerare condiții foarte defavorabile, cum ar fi carosabil înzăpezit, cu ploi sau inundat, caz în care un conducător auto „rezonabil” reduce viteza.

Frecarea pe drumurile existente

Valorile coeficienților de frecare utilizate în proiectarea rutieră constituie minimum absolut. Pe rețeaua existentă trebuie să fie disponibili coeficienți mai ridicați, mai ales în locurile în care nevoia de aderență este mai ridicată (de ex. apropierea unei intersecții, curbă orizontală, pantă).

În Marea Britanie, rețeaua rutieră este divizată în 13 categorii de locații cu praguri de investigare specifice (tabelul SR-3).

Tabelul SR-3. Aderența – Praguri de investigare în funcție de categoriile de locație (Marea Britanie)

CATEGORIA LOCAȚIEI	DESCRIERE	PRAGURI DE INVESTIGARE PENTRU COEFICIENT DE FRECARE TRANSVERSALĂ MEDIE DE VARĂ LA 50 KM/H							
		0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
A	AUTOSTRADĂ								
B	DRUM CU CĂI SEPARATE (UTILIZARE GENERALĂ) SECTOARE FĂRĂ EVENIMENTE								
C	DRUM CU CALE UNICĂ SECTOR FĂRĂ EVENIMENTE								
D	DRUM CU CĂI SEPARATE (UTILIZARE GENERALĂ) INTERSECȚII MINORE								
E	DRUM CU CALE UNICĂ INTERSECȚII MINORE								
F	INTRĂRI ZONE DE ÎNCRUCIȘARE ÎN INTERSECȚII MAJORE (TOATE ACCESELE)								
G1	PANTĂ 5...10 % , PESTE 50 m CĂI SEPARATE (PANTĂ) CALE UNICĂ (PANTĂ ȘI RAMPĂ)								
G2	PANTĂ PESTE 10 % PESTE 50 m CĂI SEPARATE (PANTĂ) CALE UNICĂ (PANTĂ ȘI RAMPĂ)								
H1	CURBĂ (FĂRĂ LIMITĂ DE VITEZĂ DE 40 MI/H SAU SUB) RAZĂ DE CURBURĂ < 250 m								
J	INTRARE GIRAȚIE								
K	APROPIERE SEMAFOARE, TRAVERSARE PIETONI, TRAVERSARE LA NIVEL SAU ALT ELEMENT ASEMĂNĂTOR								
		PRAGURI DE INVESTIGARE LA 20 KM/H							
		0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
H2	CURBĂ (FĂRĂ LIMITĂ DE VITEZĂ DE 40 MI/H SAU SUB) RAZĂ DE CURBURĂ < 100 M								
L	INTERSECȚIE GIRATORIE								

1. Pragurile de investigare sunt pentru valoarea medie de rezistență la derapare pe lungimea de segment corespunzătoare.
2. Pragurile de investigare pentru categoriile A, B și C sunt pentru segmente cu lungimea de 100 m.
3. Pragurile de investigare pentru categoriile D, E, F, J și K sunt pentru 50 m apropiere de element.
4. Pragurile de investigare pentru categoriile G și H sunt pentru segmente cu lungimea de 50 m sau pentru lungimea curbei dacă aceasta este inferioară pentru categoria H.
5. Pragul de investigare pentru categoria L este pentru segmente cu lungimea de 10 m.
6. Lungimile reziduale de segmente sub 50 % dintr-un segment complet trebuie atașate penultimului segment.
7. Trebuie examinate valorile individuale în fiecare segment și trebuie analizată semnificația valorilor considerabil inferioare mediei.

Sursa: Design manual for roads and bridges (<http://www.official-documents.co.uk/document/deps/ha/dmrb/index.htm>).

Siguranță

Riscul de accidente crește pe măsură ce aderența suprafeței se diminuează (figura SR-3). Așa cum s-a menționat în introducere, accidentele legate de probleme de aderență survin mai ales pe carosabil ud, căci frecarea disponibilă este redusă în acest caz. În plus, concentrațiile de accidente pe carosabil ud sunt mai mari în locațiile cu o aderență redusă și exigențe de frecare ridicate:

- Page și Butas (1986) arată că proporția accidentelor pe carosabil ud este mai mare în curbe orizontale, mai ales în cele unde **indicele de alunecare**⁴ este sub 25. Rata accidentelor este de asemenea mai redusă pe teren plat decât în declivități de peste 3 % (pante sau rampe).
- Farber și alții (1974) raportează că doar 2,3 % din accidentele pe carosabil ud s-au produs pe sectoare în aliniament, unde exigențele de frecare sunt relativ scăzute.
- Parrz și alții (2001) arată că unele dintre cele mai periculoase condiții de conducere auto sunt cele care rezultă dintr-o diminuare a frecării în urma unor ploii puternice, în locații unde configurația geometrică este dificilă sau în cele unde coeficientul de frecare scade subit, fapt ce poate fi atribuit unei contaminări a suprafeței locale, unei deteriorări subite a îmbrăcăminții sau unei prime căderi de zăpadă.

În Anglia, utilizarea unor materiale antiderapante s-a dovedit măsura de reducere a accidentelor cea mai eficace în intersecțiile majore din mediul urban, în absența măsurilor de calmare a traficului (DOT Londra, 2001).

Cum se detectează problemele

Accidente: accidente pe carosabil ud.

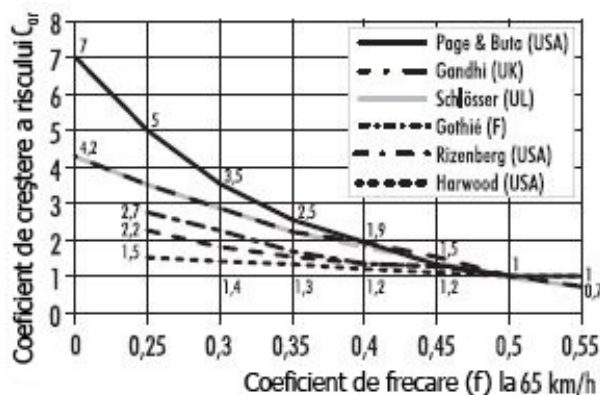
Circulația: derapaj

Caracteristici de suprafață:

- îmbătrânirea agregatelor;
- exsudare;
- acumularea apei sau a resturilor (se verifică instalațiile de drenaj);
- prezența elementelor care necesită un nivel ridicat de aderență (intersecție, curbă orizontală, pante etc.).

Aceste diferite probleme sunt descrise în partea a 4-a a manualului la „*Studiu de frecare*”.

Figura SR-3. Coeficientul de creștere a riscului (C_{ar})



Sursa: Delanne and Travert, 1997



Exsudare

⁴ Indice de alunecare (în limba engleză skid number) = $100 f_i$

UNIFORMITATE

Descriere

Uniformitatea este o măsură a planeității suprafeței de rulare. Toate tipurile de îmbrăcăminte (rigidă, flexibilă, pietruire etc.) se degradează într-un ritm care variază în funcție de acțiunea combinată a mai multor factori:

- sarcina pe osie a vehiculelor;
- debitele de trafic;
- condițiile climaterice;
- calitatea materialelor;
- tehnicile de construcție.

Aceste degradări afectează uniformitatea, provocând fie rupturi, deformări fie probleme de dezintegrare.

Uniformitate longitudinală

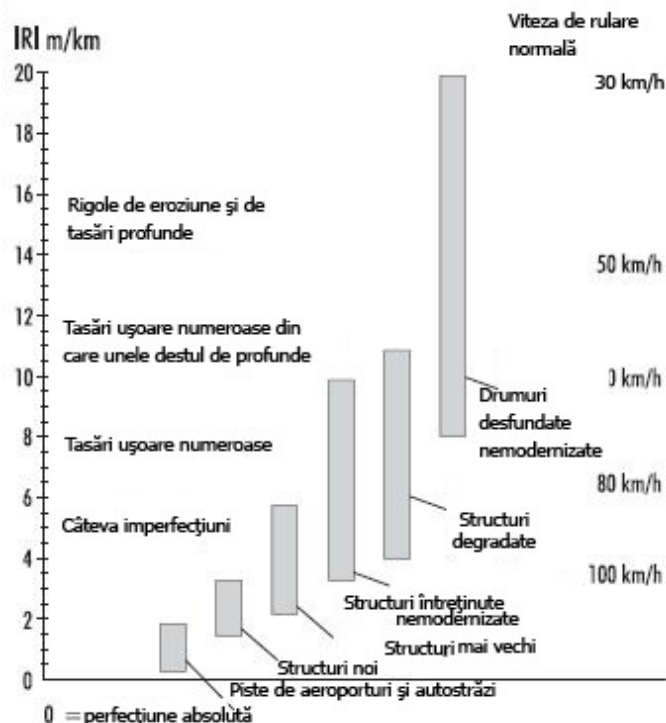
Pot fi utilizați diferiți indicatori pentru a descrie calitatea uniformității longitudinale a unei suprafețe de rulare, dar cel mai utilizat în prezent este indicele de rugozitate internațional (IRI), care a fost dezvoltat de Banca mondială în anii 1980.

IRI măsoară deplasările verticale ale suspensiei unui vehicul care circulă de-a lungul unui drum în condiții de încercare standardizate (se măsoară numărul de metri de deplasare verticală pe kilometru parcurs).

Unul din principalele avantaje ale metodei IRI față de metodele de măsurare mai vechi constă în fiabilitate: condițiile de testare ușurează într-adevăr repetarea încercărilor și compararea rezultatelor.

Tipic, valorile IRI variază între 0 și 20 m/km („0”-ul reprezentând condiții perfecte (tabelul SR-4 și figura SR-4)).

Figura SR-4. Scara IRI



Sursa: Sayers, Gillespie și Paterson, 1986



Degradare avansată a suprafeței de rulare (combinație de diferite tipuri de probleme: rupturi, gropi, tasări și burdușiri).

Tabelul SR-4. Exemple de valori IRI critice. Drumuri extraurbane principale (Spania)

VALOARE IRI	PROCENT MINIM DE LUNGIME INFERIOR PRAGULUI IRI
1,5	50
2,0	80
2,5	100

Uniformitate transversală

Măsurarea profilului transversal al suprafeței de rulare permite identificarea diferitelor tipuri de probleme: fâgașe, bombament necorespunzător, tasări între banda de circulație și acostament etc.

Mai multe administrații rutiere au stabilit praguri de intervenție în funcție de adâncimea fâgașelor. Într-adevăr prezența fâgașelor face mai dificile deplasările laterale ale vehiculelor, mărește disconfortul și posibilitățile de pierdere a controlului. Fâgașele pot de asemenea cauza acumulări de apă, măbind astfel riscul de acvoplanare. Situația este deosebit de periculoasă pentru vehiculele cu două roți. O adâncime a fâgașelor de 20...25 mm este adesea considerată critică. Ea se măsoară manual sau cu ajutorul aparatelor cu laser.



Ridicături



Fâgașe

Siguranța

Atunci când uniformitatea este foarte defectuoasă pe ansamblul unui sector rutier, utilizatorii își diminuează viteza pentru a reduce disconfortul la un nivel considerat acceptabil, reducând în același timp efectul negativ potențial asupra siguranței.

Acest efect este totuși mai marcat dacă defecțiunile de uniformitate sunt de natură punctuală, neașteptată și dacă ele sunt importante. Astfel de situații pot într-adevăr să ducă la manevre de evitare periculoase, pierderi ale controlului sau căderi mecanice ale vehiculelor, măbind astfel riscul de accident. Scăderile aderenței ocazionate de oscilațiile verticale ale vehiculelor se pot de asemenea dovedi periculoase, mai ales pentru vehiculele grele și atunci când degradările de uniformitate sunt punctuale.

După Al-Masaeid (1997), impactul defecțiunilor de uniformitate asupra siguranței depinde de tipul de accident considerat:

- rata accidentelor care implică un singur vehicul descrește pe măsură ce IRI crește, fapt ce poate fi atribuit unei diminuări a vitezelor practicate;
- rata accidentelor care implică mai multe vehicule crește, fapt ce poate fi atribuit deplasărilor laterale și diferențelor de viteză între utilizatori.

Trebuie totuși observat că o ameliorare a calității uniformității ca rezultat al unei resuprafațări poate duce la creșterea vitezelor practicate și având un ușor impact negativ asupra siguranței (*efecte ale resuprafațării asupra siguranței*).

În ceea ce privește fâgașele, unele studii constată creșterea numărului de accidente o dată cu creșterea adâncimii fâgașelor, atunci când carosabilul este ud (Schandersson, 1994; Start și alții, 1995).

Cum se detectează problemele (uniformitate)

Circulație:

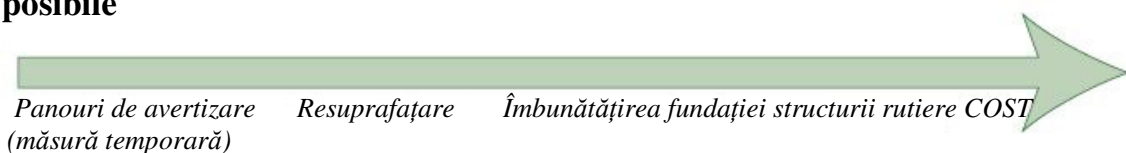
- manevre periculoase sau poziționare laterală periculoasă a vehiculelor (în scopul evitării defecțiunilor suprafeței);

Caracteristici fizice:

- defecțiuni mari ale suprafeței (gropi, fisuri, văluriri, fâgașe, alte defecțiuni);
- defecțiuni de suprafață izolate sau neașteptate ce pot surprinde conducătorul auto;
- acumulări de apă sau de resturi atribuite deformărilor îmbrăcămintei.

La nevoie se măsoară adâncimea fâgașelor.

Măsuri posibile



BIBLIOGRAFIE

America Association of State Highway and Transportation Officials (1990) *A Policy on geometric design of highways and streets*, Washington, DC.

Ali, A.A., Al-Mahrooqi R., Al-Mammari M. et Al-Hinai N. (1999) *Measurement, analysis, evaluation and restoration of skid resistance on the streets of muscat*, Transportation Research Board, 78th Annual Meeting, Washington, DC.

Al-Masaeid, H.R. (1997) *Impact of pavement condition on rural road accidents*, Canadian Journal of Civil Engineering, V24, N4, pp. 523-531.

ASTM (1987) *Standard definitions of terms relating to travelled surface characteristics*, E867-87, ASTM, Philadelphia, PA-USA.

Carlson, P.J. et Mason, J.M. (1999) *Relationships between ball bank indicator readings, lateral acceleration rates, and vehicular body-roll rates*, Transportation Research Board, 78th Annual Meeting, Washington, DC.

Cleveland, D.E. (1987) *Effect of resurfacing on highway safety*, dans *Relationship between safety and key highway features. A synthesis of prior research, State of the art report 6*, pp. 78-95, Transportation Research Board, Washington, DC., 1987.

Comité technique AIPCR des caractéristiques de surface (1995) *Rapport du Comité technique des caractéristiques de surface* "XX^e congrès mondial de la route, AIPCR/PIARC, Montréal

Commission of the European Union (1996) *Intersafe – Technical guide on road safety for interurban roads*, Brussels

Delanne, D. et Travert, P. (1997) *Accident rates and road surface skidding properties : A literature strategy*. 30th International symposium on automotive technology & automation, Italy.

Department for Transport, Local Government and the Regions : London (2001) *A road safety good practice guide*, First Edition. U.K.

(http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_504564-06.hcsp).

Fambro, D.B., Fitzpatrick, K. et Koppa, R.J. (1997) *Determination of stopping sight distances*, NCHRP Report 400, Transportation Research Board, Washington, DC.

Farber, E., Janoff, M.S., Cristinzio, S., Bluebaugh, J.G, Reisener, W. et Dunning, W. (1974) *Determining pavement skid resistance requirements at intersections and braking sites*, NCHRP Report No 154, Transportation Research Board, Washington, DC.

Fricke, L.B. (1990) *Traffic accident reconstruction, Volume 2 of The traffic accident investigation manual*, Northwestern University Traffic Institute, Evanston, Illinois.

Gothié, M. (1990) *Relations entre accidents et adhérence CFT/SCRIM*, compte rendu de recherches no 102449, Lyon, France

Harwood, D.W., Mason, J.M., Glauz, W.D., Kulakowski, B.T. et Fitzpatrick, K. (1989) *Truck characteristics for use in highway design and operation*, Volume I, Research report, FHWA RD-89-226

Harwood, D.W., Fambro, D.B., Fishburn, B., Joubert, H., Lamm, R. et Psarianos, B. (1995) *International sight distance design practices*, International symposium on highway geometric design practices, Transportation Research Board, Boston, Massachusetts.

Hauer, E., Terry, D. et Griffith, M.S. (1994) *Effect of resurfacing on safety of two-lane rural roads in New-York State*, Transportation Research Record 1467, Transportation Research Board, Washington, DC.

Hughes, L.M., McGee, H.W. et Hauer, E. (2001) *Impacts of resurfacing projects with and without additional safety improvements*, Research Results Digest Number 255, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, DC.

(http://gulliver.trb.org/publications/nchrp/nchrp_rrd_255.pdf).

- Krammes, R.A. et Garnham, M.A. (1995)** *Worldwide review of alignment design policies*, International symposium on highway geometric design practices, Transportation Research Board, Boston, Massachusetts.
- Leu, M.C. et Henry, J.J. (1978)** *Prediction of skid resistance as a function of speed from pavement texture measurements*, Transportation Research Record 666, Transportation Research Board, Washington, DC.
- OCDE (1984)** *Caractéristiques de surface de revêtements routiers : leur interaction et leur optimisation*, Paris
- Olson, P.L., Cleveland, D.E., Fancher, P.S., Kostyniuk, L.P. et Schneider, L.W. (1984)** *Parameters affecting stopping sight distance*, NCHRP Report 270, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Page, B.G. et Butas, L.F. (1986)** *Evaluation of friction requirements for California state highways in terms of highway geometrics*, Report FHWA/CA/TL-86-01, Office of Transportation Laboratory, California Department of Transport.
- Sayers, M.W., Gillespie, T.D. et Paterson, W.D.O. (1986)** *Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements*, Technical Paper Number 46, The World Bank, Washington DC.
- Schanderson, R. (1994)** *Road pavement condition and traffic safety*, Some results and conclusions from the Nordic project TOVE, VTI samtryck, Nr 231, Swedish Road and Transport Research Institute.
- Shah, V.R. et Henry, J.J. (1978)** *Determination of skid resistance-speed behaviour and side force coefficients of pavements*, Transportation Research Record 666, Transportation Research Board, Washington, DC.
- Start, M.R., Kim, J., et Berg, W.D. (1995)** *Development of safety-based guidelines for treatment of pavement rutting*, dans *Proceeding of the Conference Road Safety in Europe and Strategic Highway Research Program (SHRP)*, Prague, the Czech Republic, September 20-22, 1995, No 4A, Part 5, pp. 79-98. Linköping, Swedish National Road and Transport Research Institute, 1996.
- Wambold, J.C., Antle, C.F., Henry, J.J. et Rado, A. (1995)** *Expérience internationale AIPCR de comparaison et d'harmonisation des mesures d'adhérence et de texture*, Comité technique AIPCR des caractéristiques de surface.

ANEXA SR-1

Coeficienți de frecare (proiectare)

Tabelul SR-A1. Coeficienți de frecare longitudinală (f_l)

		VITEZA DE PROIECTARE (km/h)									
Țara		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Africa de Sud	vehicule	0,42	0,38	0,35	0,32	-	0,30	-	0,29	-	0,28
	veh. grele	0,28	0,25	0,23	0,23	-	-	-	-	-	-
Germania		0,51	0,46	0,41	0,36	0,32	0,29	0,25	0,23	0,21	0,19
Australia		-	-	0,52	0,48	0,45	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35
Austria		0,44	0,39	0,35	0,31	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16
Statele Unite		0,40	0,38	0,35	0,33	0,31	0,30	0,30	0,29	0,28	0,28
Franța		-	0,37	-	0,37	-	0,33	-	0,30	-	0,27
Grecia		0,46	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28	0,26	0,24	0,23
Suedia		0,46	0,45	0,42	0,40	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	-
Elveția		-	0,43	0,37	0,33	0,29	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22

Sursa: Harwood și alții 1995

Tabelul SR-A2. Coeficienți de frecare transversală (f_t)

		VITEZA DE PROIECTARE (km/h)							
Țara		50	60	70	80	90	100	110	120
Africa de Sud		0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,11
Germania		-	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	-	0,07
Australia		0,35	0,33	0,31	0,26	0,18	0,12	0,12	0,11
Austria		-	0,16	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10
Belgia		-	0,14	-	-	0,10	-	-	0,07
Canada		0,16	0,15	0,15	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09
Spania		-	-	0,08	-	-	0,10	-	0,10
Statele Unite		0,16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09
Franța		-	0,17	-	0,14	-	0,12	-	-
Grecia		0,16	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,09
Italia		-	0,17	-	-	-	0,13	-	0,10
Japonia		0,10	0,09	-	0,08	-	0,07	-	0,06
Luxemburg		-	0,17	0,16	0,17	0,13	0,15	0,12	0,12
Norvegia		0,20	0,18	0,16	0,14	0,12	0,10	0,08	0,07
Olanda		-	0,15	0,15	-	-	0,12	-	0,08
Portugalia		-	0,16	0,13	0,12	-	0,09	-	0,08
Marea Britanie		0,10	0,10	0,10	-	-	0,10	-	0,10
Suedia		0,18	-	0,15	-	0,12	-	0,10	-
Elveția		0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10

Sursa: Krammes și Gramham, 1995