

RUGOZITATEA – INDICATOR DE DETERMINARE A STĂRII TEHNICE A DRUMURILOR

Rozalia Melania BOITOR ¹

Rodica Dorina CADAR ²

Cristian TOȘA ³

Rezumat română

Prezenta lucrare face o sinteză a investigației stării tehnice a drumurilor. Sunt prezentate rugozitatea ca parametru funcțional al drumului și metoda de determinare a rugozității SRT. Am efectuat un studiu al factorilor ce influențează negativ rugozitatea și implicit calitatea îmbrăcăminții unei structuri rutiere nerigide.

În concluzie am prezentat câteva idei în vederea menținerii rugozității la valori corespunzătoare pentru desfășurarea traficului în condiții optime de siguranță și confort. De asemenea, am prezentat și câteva echipamente de măsurare moderne.

Cuvinte cheie: rugozitatea, studiu, trafic, agregate, echipament

Abstract

This paper presents a summary concerning investigation of technical condition of the roads and skid resistance value, which stands as an important parameter. There is a short presentation of the method for determining the skid resistance of a surface with „Pendulum Tester” (SRT). We also specified some of the elements that have a bad influence on the skid-resistance.

As a conclusion we mention some simple ideas to follow in order to maintain the skid-resistance value within the recommended limits so that the traffic flows in safety conditions. We also presented some of the modern measurement equipment.

Key words: skid-resistance, study, traffic, aggregate, equipment

1. Introducere

¹șef de lucrări, dr. ing. - UTCN, Facultatea de Construcții, rodica.cadar@cfdp.utcluj.ro

²prep. drd. ing. – UTCN, Facultatea de Construcții, melania.boitor@cfdp.utcluj.ro

³drd. ing. – UTCN, Facultatea de Construcții, cristian.tosa@dpcf.utcluj.ro

Investigarea stării tehnice a structurii rutiere este parte integrantă a sistemului de administrare optimizată a drumurilor moderne. Caracteristicile de stare a drumurilor urbane pot fi determinate în cadrul programelor de urmărire a comportării în timp a structurilor, pe termen scurt, mediu și lung, prin adaptarea normativelor și instrucțiunilor existente pentru drumurile naționale conform specificului acestora. Evaluarea stării de degradare a structurii rutiere reprezintă o etapă importantă în stabilirea intervențiilor necesare pentru a aduce drumul la nivelul de calitate impus de evoluția traficului.

Starea tehnică a drumurilor moderne se evaluează cu ajutorul următoarelor caracteristici, enumerate mai jos[1]:

- planeitatea suprafeței de rulare;
- rugozitatea suprafeței îmbrăcăminții rutiere;
- capacitatea portantă a sistemului rutier;
- starea de degradare a îmbrăcăminții rutiere,

și se stabilește pe baza calificativelor acordate caracteristicilor drumului, pe tronsoane omogene de drum.

2. Rugozitatea suprafeței îmbrăcăminții rutiere

Rugozitatea este o caracteristică funcțională a drumului, respectiv a suprafeței de rulare, care conferă o bună aderență a pneurilor roților vehiculelor la îmbrăcămintea rutieră și care se materializează prin asperități ale suprafeței de rulare produse de prezența granulelor agregatelor naturale prin dimensiunile, forma și asprimea suprafeței acestora.

Asigurarea unei rugozități corespunzătoare în cazul drumurilor, conduce la obținerea calității antiderapante a acestora, necesară pentru desfășurarea circulației în condiții de siguranță și confort.

Starea suprafeței îmbrăcăminții rutiere se caracterizează din punct de vedere al rugozității pe baza indicatorilor obținuți prin intermediul a două metode de măsurare:

- *Rugozitatea SRT (Skid Resistance Test)*, măsurată prin folosirea pendulului SRT și exprimată în unități SRT, caracterizează rugozitatea suprafețelor de rulare bituminoase.
- *Rugozitatea HS (hauteur de sable)*, măsurată prin metoda înălțimii petei de nisip și exprimată în mm, caracterizează rugozitatea suprafețelor de rulare din beton de ciment și a celor bituminoase.

Valorile limită admisibile obținute prin determinările efectuate cu aparatul SRT sau prin metoda înălțimii de nisip (HS), erau reglementate în STAS 8849-43 [2], și sunt prezentate în tabelul 1.

Valori limită ale rugozității determinat cu:		Caracterizarea suprafeței de rulare
Aparatul SRT, în unități SRT	Înălțimea de nisip HS, în mm	
$SRT \geq 70$	$HS \geq 0,6$	Suprafața bună, permite circulația cu viteze mai mari de 80 km/h
$55 \leq SRT < 70$	$0,2 \leq HS < 0,6$	Suprafață satisfăcătoare, permite, circulația cu viteze până la 80 km/h.
$SRT < 55$	$HS < 0,2$	Suprafață nesatisfăcătoare, pericol de derapare

Tabel 1. Valorile limită admisibile ale rugozității SRT și HS

Calificativul rugozității drumului se stabilește în funcție de valoarea SRT sau HS, conform indicativului CD 155-2000 „Instrucțiuni tehnice departamentale privind determinarea stării tehnice a drumurilor moderne” și sunt prezentate în tabelul 2 [3].

Calificativ	Rugozitatea	
	SRT	HS
REA	<55	<0,2
MEDIOCRĂ	55 ... 70	0,2 ... 0,6
BUNĂ	70 ... 80	0,6 ... 0,7
FOARTE BUNĂ	>80	>0,7

Tabel 2. Calificativul rugozității drumului

3. Principiul determinării rugozității SRT

Uzual, măsurarea rugozității suprafețelor de rulare a drumurilor publice, în vederea stabilirii calității lor antiderapante se realizează prin metoda înălțimii de nisip, HS, stabilită conform principiilor descrise în STAS 8849-83. Standardul SR EN 13036-1 : 2002, publicat în anul 2005 stabilește o metodă de încercare pentru determinarea adâncimii macrotexturii suprafeței îmbrăcăminții prin tehnica volumetrică a petei, prin înlocuirea nisipului cu sfere de sticlă de o anumită dimensiune [4].

Determinarea rugozității cu pendulul SRT se poate efectua în laborator sau pe teren, metoda constând în transformarea energiei cinetice a pendulului în frecare, evidențiată de înălțimea de ridicare a acestuia dincolo de punctul de contact cu suprafața îmbrăcăminții rutiere.

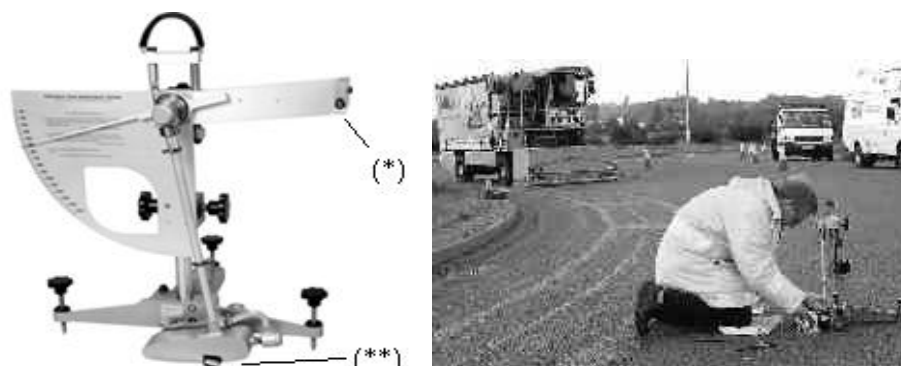


Figura 1. Aparat SRT, folosit în laborator și pe teren [4]

În prealabil, se curăță suprafața îmbrăcăminții rutiere. Se așează aparatul pe suprafața de măsurare și se orizontalizează stativul. Se verifică poziția zero a aparatului.

Se aduce acul indicator în poziția de repaus a brațului pendulului. Se deblochează brațul pendulului acționând șurubul (*). Pendulul efectuează o oscilație antrenând și acul indicator până în dreptul unei gradații pe scală. La întoarcerea din oscilație, pendulul se oprește cu mâna înainte ca placa de cauciuc (**) să atingă din nou suprafața de încercare. Se citește valoarea indicată de acul indicator pe scala gradată în unități SRT. Se aduce brațul pendulului și acul indicator pe scala gradată, iar apoi în poziție de repaus. Pe fiecare placă se fac 5 citiri.

Valoarea rezistenței la alunecare se calculează ca media aritmetică a acestor cinci citiri, cu condiția ca diferența între citiri să fie de maximum 3 unități SRT.

Determinarea pe teren se poate efectua doar în perioada aprilie – octombrie cu recomandarea ca temperaturile atmosferice să fie mai mari de 15°C. Se începe prin recunoașterea traseului de drum. Pentru un tronson de 1 km lungime, se stabilesc cel puțin 3 secțiuni de încercare, pe fiecare secțiune alegându-se profile transversale situate la 5 - 10 m. Pentru un tronson de 1 - 5 km se stabilesc 5 profile, iar pentru un tronson ce depășește 5 km lungime se va alege 1 profil transversal pe km de drum. Punctele în care se fac măsurătorile vor fi situate pe benzile de circulație (pe urmele roților) și în ax. Aparatul va fi orientat cu direcția de oscilare a pendulului în sensul desfășurării traficului. Valoarea rezistenței la alunecare pentru fiecare bandă de circulație se calculează ca media aritmetică a valorilor punctelor respective [2].

4. Factorii ce influențază rugozitatea suprafeței îmbrăcăminții rutiere

S-a constatat că, în timp, textura suprafeței îmbrăcăminții rutiere se modifică substanțial; odată, datorită calității materialelor care intră în componența straturilor, inclusiv efectului îmbătrânirii acestora, și apoi, datorită factorilor externi, traficului și condițiilor climatice.

Se cunoaște influența agregatelor asupra rugozității suprafeței rutiere, prin dimensiunile, forma și asperitatea suprafeței acestora (macrotextură și microtextură). De exemplu, la structurile rutiere nerigide, există posibilitatea ca, după executarea stratului superior de îmbrăcămintă, acesta să fie protejat prin stropire cu bitum sau cu emulsie cationică. În acest caz efectul agregatelor din punct de vedere al rugozității este redus, la început, până în momentul în care vehiculele din trafic reușesc să elimine stratul de protecție - perioada aproximată de la 6 luni până la 2 ani [5]. Din acest moment, microtextura agregatului începe să sufere modificări, induse de frecarea ce are loc între stratul rutier și anvelopele vehiculelor.

Practic, traficul produce uzura îmbrăcăminții rutiere, în timp. O întreținere necorespunzătoare a drumurilor conduce la apariția degradărilor de suprafață sau de tip structural. Din categoria degradărilor de suprafață ce apar la structurile rutiere nerigide, care afectează rugozitatea îmbrăcăminții rutiere, prezentăm succint: suprafața exudată, suprafața șlefuită și suprafața cu ciupituri [3]:

- Suprafața exudată se datorează excesului de bitum din mixtură și se manifestă, de obicei, pe urma roților. Prezintă trei nivele de severitate: nivel redus de severitate(r), când suprafața îmbrăcăminții se colorează ușor cu bitumul în exces; nivel mediu de severitate (M), când o parte din suprafață este afectată de bitumul în exces; nivel ridicat de severitate (R), când suprafața drumului devine lucioasă datorită bitumului în exces, iar agregatele sunt acoperite cu un strat de bitum. Rugozitatea este redusă.
- Suprafața șlefuită se prezintă lucioasă, fără nici un fel de asperități, de culoare mai deschisă. Nu i se atribuie nivel de severitate. Rugozitatea este redusă.
- Suprafața cu ciupituri apare datorită desprinderii particulelor de agregate din îmbrăcămintă. I se atribuie trei nivele de severitate: nivel redus de

severitate (r), când agregatele sau bitumul încep să se uzeze cu pierdere de părți fine de agregat; nivel mediu de severitate (M), când suprafața îmbrăcăminții devine aspră, existând desprinderi de materiale; nivel ridicat de severitate (R), când suprafața îmbrăcăminții este foarte aspră și se desprind particule mari.

O influență importantă o are sucesiunea de anotimpuri, cald - rece, prin diferențele substanțiale de temperatură pentru același interval orar. Conform unui studiu [6] efectuat de o echipă de inginerii de la „Pennsylvania State University”, rugozitatea are cele mai scăzute valori la finalul verii, iar cele mai ridicate valori în timpul iernii, într-o variație aproximativ sinusoidală. Se presupune că pe perioada verii, particulele de praf de pe suprafața de rulare împiedică aderența anvelopei la stratul rutier, conducând astfel la scăderea rugozității, efect care dispare pe perioada rece, datorită precipitațiilor și lucrărilor de curățare a carosabilului cu diverse soluții chimice. Această variație este aproximativ reprezentată în Fig. 2.

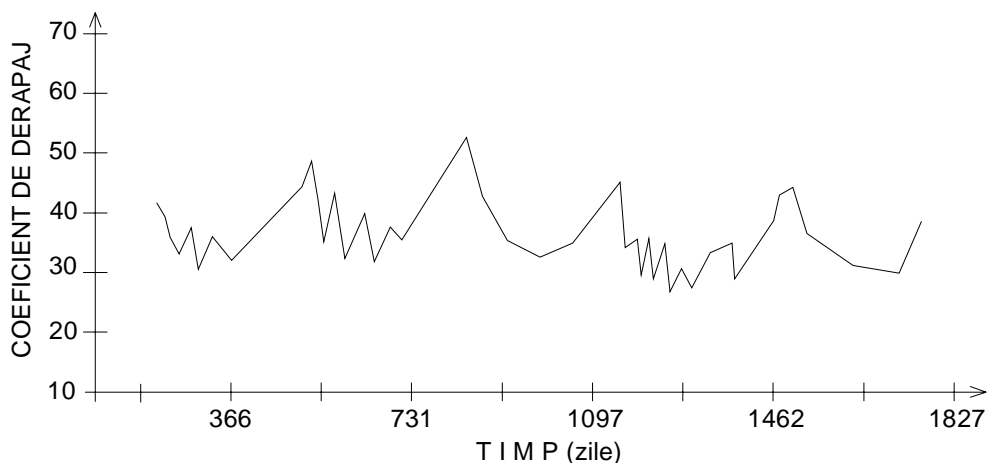


Figura 2 – Variația rugozității în funcție de anotimp

Condițiile climatice - variații de temperatură, acțiunea aerului, ploi acide - afectează în mod negreșit structura stratului de îmbrăcămintă bituminos, provocând în timp, îmbătrânirea lianților din compoziția sa. Efectul asupra rugozității este negativ.

5. Metode de determinare a rugozității în alte țări

În țările cu o infrastructură dezvoltată, se impune monitorizarea atentă și permanentă a stării drumurilor pentru menținerea lor la standarde superioare, astfel încât să permită

desfășurarea traficului intens în condiții de siguranță. Pentru verificarea rugozității pe tronsoane lungi de drum este necesară folosirea unor echipamente performante, ce asigură culegerea de date din teren într-un mod cât mai simplu și rapid. Au fost dezvoltate vehicule fiabile și ușor de manipulat, care efectuează măsurători de mare precizie a suprafeței îmbrăcăminții drumului din mers, într-un mod continuu. În Europa și Statele Unite au fost reglementate mai multe tipuri de echipamente [7] pentru stabilirea rugozității, dezvoltate inițial pentru investigarea calității pistelor de aeroport. Prezentăm, în continuare câteva dintre cele mai utilizate dispozitive din această categorie.

5.1. Vehiculul SCRIM

Prezentat mai jos, în figura 3, vehiculul SCRIM este un camion echipat cu un rezervor de apă de mari dimensiuni și care are pe partea stângă la mijloc o roată de testare, orientată la 20° față de axa laterală de deplasare. Vehiculul se poate deplasa cu viteze de la 20 la 100 km/h (viteza reglementată pentru determinare - 50 km/h), care asigură parcurgerea și examinarea unor tronsoane lungi de drum [8]. În timp ce vehiculul se deplasează, suprafața de rulare este udată chiar înaintea roții de testare. Apa formează un film subțire de grosime constantă și astfel se determină coeficientul de frânare pe suprafețe umede. Această determinare prezintă o importanță mare, în contextul în care se cunoaște efectul negativ al unei pelicule de apă pe suprafața îmbrăcăminții. Vehiculul SCRIM a fost utilizat în Marea Britanie la anchetarea rețelei de drumuri și încadrarea acestora după calificativul obținut din punct de vedere al rugozității.

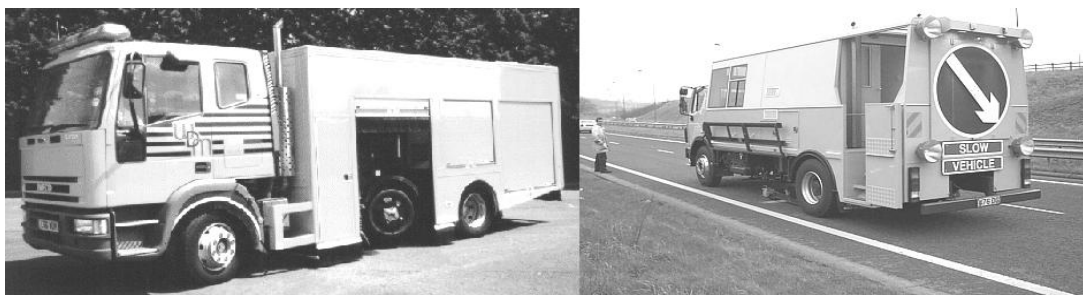


Figura 3 – Vehiculul SCRIM
(sursa: www.dorsetforyou.com)

5.2. Echipamentele Skidometru (BV 11) și Griptester

Există și echipamente de dimensiuni mai mici pentru măsurarea coeficienților de frânare, dezvoltate în primă fază pentru controlul rugozității pe pistele aeroportuare. Aceste aparate conțin dispozitive de înregistrare și măsurare continuă a coeficientului de frânare și sunt de mai multe tipuri [9]: SKIDOMETRU, μ - metru sau GRIPTESTER, etc.

Suedezii au dezvoltat Skidometrul la începutul anilor '90 pentru controlul și urmărirea în timp a suprafețelor pistelor acoperite de zăpadă, proaspăt așezată/compactată, sau de gheață.

Măsurarea coeficienților de frânare se face pe drumul umed, acoperit cu o peliculă de apă de 1 mm înălțime, conform prescripțiilor din normativ. Aparatul este atașat unui rezervor de apă sau remorcă de apă. Ca o caracteristică specială, unitatea nu are nevoie de calibrare, aceasta fiind asigurată în mod automat de către computerul atașat, în momentul punerii în funcțiune.

Griptesterul este un dispozitiv ce se prezintă sub formă de mini-remorcă și se folosește pentru măsurarea rugozității suprafețelor umede. Proiectat și dezvoltat inițial pentru pistele aeroporturilor, este folosit în prezent de multe autorități locale la monitorizarea rețelelor rutiere. Griptesterul are câteva avantaje: poate fi folosit pentru sectoare de drum greu accesibile vehiculului SCRIM – datorită dimensiunilor reduse, manevrabilitatea și costurile reduse.

Griptesterul folosește principiul derapării controlate, având un sistem care frânează roata dispozitivului la intervale regulate. Suprafața carosabilă este udată înainte ca roata cu cauciuc neted să înceapă să derapeze. Forțele orizontale și verticale care acționează asupra roții sunt înregistrate, calculându-se automat un coeficient de aderență [10].



Figura 4 – Skidometrul BV 11 [11]



Figura 5 – Griptesterul

Concluzii

Conform studiului efectuat, observăm că rugozitatea stratului de uzură al îmbrăcăminții rutiere și coeficientul de frecare sunt în strânsă.

Stabilirea stării tehnice a drumurilor moderne presupune evaluarea rugozității, deoarece aceasta constituie o caracteristică/proprietate funcțională, importantă și necesară sistemului de transport, atât din punct de vedere al calității căii rutiere, cât și al unei bune desfășurări a circulației, în siguranță.

Acest parametru, suferă influențe permanente datorită condițiilor de trafic, climat și nu în ultimul rând datorită calității materialelor din structura rutieră. Pentru administrațiile de drumuri și pentru inginerii implicați în lucrările din domeniul căilor de comunicație rutiere, este important studiul variației rugozității în funcție de acești factori, pentru a putea prevedea și estima, încă dinaintea construcției unui drum, dozajul optim de materiale de calitate corespunzătoare și lucrările de întreținere necesare.

Rugozitatea drumurilor scade în timp, direct proporțional cu distrugerea particulelor de agregat de calitate slabă. Soluția menținerii rugozității la parametrii necesari presupune o investiție în achiziția agregatelor cu rezistență ridicată la șlefuire; investiție ce se compensează prin efectele benefice pe termen lung privind facilitarea întreținerii drumului și buna comportare în timp a acestuia, sub influența factorilor externi.

Am definitivat prin prezentarea acestui articol etapa inițială, de studiu a rugozității și aparaturii de determinare a acesteia. Acest studiu constituie un punct de pornire, în viitor, a unei analize complexe de evaluare a stării tehnice a drumurilor din municipiul Cluj-Napoca pentru derularea unui program integrat de monitorizare și întreținere a acestora.

Bibliografie:

[1] Cadar Rodica Dorina – Întreținerea și reabilitarea drumurilor. Curs, format electronic;

[2] STAS 8849-43 Lucrări de drumuri – Rugozitatea suprafețelor de rulare. Metode de măsurare;

[3] Indicativ CD 155-2000 – Instrucțiuni tehnice departamentale privind determinarea stării tehnice a drumurilor moderne;

[4] Cadar Rodica Dorina – Aspecte privind determinarea unor caracteristici ale suprafeței de rulare a drumurilor urbane, simpozionul „Materiale și tehnologii noi în construcția și întreținerea drumurilor și podurilor”, Cluj-Napoca, 2010;

[5] Minh-Tan Do, Zhenzhong Tang, Malal Kane, François de Larrard – “Pavement polishing – Development of a dedicated laboratory test and its correlation with road results”, WEAR, Volume 263;

[6] Henry, J.J., Meyer W.E. – Prediction of aggregate and pavement polishing, International Symposium on Aggregates, Nice, 21–23 May 1984, W. E. Int. Assoc. Eng. Geol., Bull. No. 29, June 1984;

[7] SR EN 13036/1 – 2002, Lucrări de drumuri. Rugozitatea suprafețelor de rulare. Metode de măsurare;

[8] www.highwaymaintenance.com;

[9] <http://www.caa.ro>;

[10] <http://www.trl.co.uk>;

[11] www.ugurel-ltd.com.