

## NORMATIV pentru determinarea prin deflectografie și deflectometrie a capacității portante a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide

Indicativ: CD 31-2002

► [Cuprins](#)

### CAPITOLUL I

#### Prevederi generale

##### Secțiunea 1

###### Obiect, scop și domeniu de aplicare

**Art.1.** Prezentul normativ se referă la metodologia de determinare prin deflectografie a capacității portante a drumurilor cu structuri rutiere suple și semirigide, precizând atât scopul acestor determinări, modulile de efectuare a măsurătorilor și de prelucrare a datelor obținute.

**Art. 2.** - (1) Datele rezultatele în urma măsurătorilor cu deflectograful și deflectometrul cu pârghie, trebuie corelate în ceea ce privește perioada maximă de stocare, cu prevederile instrucțiunilor CD 155.

(2) În cazul utilizării acestor date la calculul grosimii straturilor de ranforsare, perioada de stocare va fi maximum:

- 18 luni în cazul străzilor (dacă parametrii de exploatare ai străzilor s-au păstrat constanți în această perioadă de stocare), autostrăzilor și drumurilor europene.

- 24 luni în cazul celorlalte categorii de drumuri.

**Art.3.** Prezentul normativ este elaborat în vederea efectuării măsurătorilor de deformabilitate cu deflectograful Lacroix și deflectometrul cu pârghie tip Benkelman și a interpretării rezultatelor acestora.

**Art. 4.** - (1) Dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare pe baza deflexiunii admisibile în funcție de clasa de trafic, se face cu metoda de dimensionare inclusă în prezentul normativ, pe toate drumurile publice cu structuri rutiere suple, pentru clasele de trafic FOARTE UȘOR... GREU, cu obligativitatea verificării la oboseală.

(2) Pentru clasa de trafic FOARTE GREU se utilizează această metodă de dimensionare doar pentru evaluarea preliminară a necesităților de ranforsare.

**Art. 5.** Determinările de capacitate portantă prin deflectografie și deflectometrie, se utilizează pentru:

a) determinarea stării tehnice a drumurilor, în conformitate cu prevederile instrucțiunilor CD 155;

b) verificarea capacității portante a structurilor rutiere executate pe drumuri noi pe baza deflexiunii admisibile în funcție de clasa de trafic;

c) dimensionarea straturilor de ranforsare, a structurilor rutiere suple, pentru clasele de trafic FOARTE UȘOR... GREU, conform metodei de dimensionare din Anexa 5 a prezentului normativ. Pentru clasa de trafic FOARTE GREU se utilizează doar pentru evaluarea preliminară a necesităților de ranforsare.

d) stabilirea soluțiilor de ranforsare conform "Catalogului de soluții tip de ranforsare a sistemelor rutiere suple și semirigide pentru sarcina de 115 KN pe osia simplă".

**Art. 6.** - (1) Deflectometria se poate utiliza și pentru:

a) controlul calității lucrărilor în timpul execuției în cazul drumurilor noi și de reabilitare a celor existente, conform "Normativului privind executarea mecanizată a terasamentelor de drumuri" ind. CD 182, STAS 12253 și STAS 6400;

b) stabilirea capacității portante a drumurilor nemodernizate, prin măsurări cu deflectometrul cu pârghie.

(2) În acest caz, măsurătorile cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman se efectuează în scopul evidențierii sectoarelor de drum a căror capacitate portantă prezintă variații sezoniere mari și pe care trebuie să se intervină cu lucrări de colectare și evaluare rapidă a apelor superficiale sau de îmbunătățire a drenării apelor subterane.

**Art. 7.** Deflectografia și deflectometria nu se utilizează în cazul pavajelor de piatră.

**Art. 8.** Deflectograful Lacroix se utilizează pentru determinarea capacității portante pe toate categoriile de drumuri publice.

**Art. 9.** Deflectometrul cu pârghie tip Benkelman se utilizează pentru determinarea capacității portante pe drumurile naționale secundare, județene și comunale.

##### Secțiunea a 2-a

###### Definiții, notații și terminologie

**Art. 10.** Terminologia utilizată în prezentul normativ este conform SR 4032/1.

**Art. 11.** Deflectografia constituie metoda de determinare a capacității portante prin măsurarea deflexiunilor cu ajutorul deflectografelor tip Lacroix.

**Art. 12.** Deflectometria constituie metoda de determinare a capacității portante prin măsurarea deflexiunilor cu ajutorul deflectometrelor cu pârghie.

##### Secțiunea a 3-a

###### Referințe tehnice

a) **SR 174/1 - 2002** - Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți bituminoase ci-lindrate executate la cald. Condiții tehnice de calitate.

b) **SR 7970 - 2002** - Lucrări de drumuri. Straturi de bază din mixturi bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice generale.

c) **STAS 1243 - 88** - Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor.

d) **STAS 1338/1 - 84** Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Prepararea mixturilor, pregătirea probelor și confecționarea epruvetelor.

e) **STAS 1338/2 - 87** - Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Metode de determinare și încercare.

f) **STAS 1913/5 - 85** - Teren de fundare. Determinarea granulozității.

- g) STAS 1913/4 - 86 - Teren de fundare. Determinarea limitelor de plasticitate.
- h) STAS 1913/1 - 82 - Teren de fundare. Determinarea umidității.
- i) STAS 2914 - 84 - Lucrări de drumuri. Terasamente.
- j) SR 4032/1 - 2002 - Lucrări de drumuri. Terminologie.
- k) STAS 6400 - 84 - Lucrări de drumuri. Stratul de bază și de fundație. Condiții tehnice generale de calitate.
- l) SR 662 - 2002 - Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră pentru lucrări de drumuri. Condiții tehnice de calitate.
- m) STAS 12253 - 84 - Lucrări de drumuri. Stratul de formă. Condiții tehnice generale de calitate.
- n) Normativ pentru dimensionarea ranforsărilor cu strat din agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici a structurilor rutiere suplă și semirigide, ind. CD 152 - 2002.
- o) Instrucțiuni tehnice privind determinarea stării tehnice a drumurilor moderne, ind. CD 155 - 2000.
- p) Normativ privind executarea mecanizată a terasamentelor de drumuri, ind. CD 182 - 87.
- q) Normativ pentru dimensionarea ranforsărilor din beton de ciment ale structurilor rutiere rigide, suplă și semirigide, ind. PD 124 - 2002.
- r) Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suplă și semirigide (metoda analitică), ind. PD 177 - 2001.
- s) Normativ pentru evaluarea stării de degradare a îmbrăcămînții pentru structuri rutiere suplă și semirigide, ind. AND 540 - 98.
- t) Normativ privind întreținerea și repararea drumurilor publice, ind. AND 554 - 2002.

[\[top\]](#)

## CAPITOLUL II

### Tehnici de măsurare a capacității portante a structurii rutiere suplă și semirigide

**Art. 13.** Capacitatea portantă a structurilor rutiere suplă și semirigide se determină prin folosirea unor tehnici diferite de măsurare a caracteristicilor de deformabilitate a complexului rutier, diferențiate de următorii factori:

- componenta măsurată a deformației verticale (elastică sau totală) a suprafeței complexului rutier sub solicitarea osiei din spate a autovehiculului de măsurare;
- durata de solicitare a complexului rutier în tipul măsurării;
- autonomia dispozitivului de măsurare față de vehiculul de măsurare.

**Art. 14.** Tehnica de măsurare a capacității portante este specifică dispozitivului de măsurare utilizat și anume:

- în cazul deflectometrelor cu pârghie tip Benkelman durata de solicitare a complexului rutier în timpul măsurării este de maximum 1 min. fiind corespunzătoare unei viteze de deplasare a vehiculului de măsurare de max. 0,5 km/h. Modul de efectuare a măsurătorilor și de prelucrare a datelor obținute sunt date în capitolul 6 al normativului.

- în cazul deflectografelor Lacroix, durata de solicitare a complexului rutier în timpul măsurării este de ordinul sutimilor de secundă, fiind corespunzătoare unei viteze de deplasare a vehiculului de măsurare de 2... 3 km/h.

Modul de efectuare a măsurătorilor și de prelucrare a datelor obținute sunt date în capitolul 7 al normativului.

**Art. 15.** Deflexiunile complexului rutier sunt corespunzătoare solicitării complexului rutier produsă de sarcină pe una din roțile duble din spate de 57,5 kN ale vehiculului etalon (cu sarcina pe osia din spate de 115 kN)

**Art. 16.** În cazul măsurătorilor efectuate în scopul evaluării stării tehnice a drumurilor publice cu structuri rutiere suplă și semirigide și în cel al ranforsării acestora, capacitatea portantă a sectorului de drum măsurat va fi exprimată, în mod unitar, indiferent de tehnica de măsurare utilizată, (conf. art. 52 și art. 54).

**Art. 17.** În cazul măsurătorilor efectuate în scopul stabilirii capacității portante a drumurilor nemodernizate și pentru controlul calității execuției drumului, capacitatea portantă a sectorului de drum măsurat este caracterizată de rezultatele prelucrării statistice a datelor măsurate, corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman.

[\[top\]](#)

## CAPITOLUL III

### Modul de stabilire a sectoarelor de măsurare

**Art. 18.** Măsurările pentru ranforsarea structurilor rutiere suplă și semirigide se efectuează pe toată lungimea tronsonului de drum pe care se efectuează proiectul de sporire a capacității portante.

**Art. 19.** Măsurările cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman pentru determinarea stării tehnice se efectuează pe sectoare omogene de măsurare, stabilite potrivit prevederilor instrucțiunilor CD 155 și a normativului AND 540.

**Art. 20.** Pentru evaluarea stării tehnice și în cazul deflectografului Lacroix, măsurările se vor efectua pe cel puțin 1/3 din lungimea acestora.

**Art. 21.** Măsurările pentru determinarea stării tehnice a drumurilor se vor efectua după cum urmează:

- a) în cazul drumurilor cu două benzi de circulație pe ambele benzi;
- b) în cazul drumurilor cu trei benzi de circulație, pe benzile laterale;
- c) în cazul drumurilor cu minim patru benzi de circulație, pe benzile laterale, iar pe benzile centrale, când acestea sunt mai degradate decât cele laterale sau când structura rutieră este diferită de cea de pe benzile laterale.

**Art. 22.** Măsurările cu deflectometrul cu pârghie se efectuează pe firele de măsurare, situate la distanța de cca 1,00 m de marginea părții carosabile.

**Art. 23.** Pe fiecare fir de măsurare, măsurările se efectuează în puncte situate la distanțe egale astfel încât pe un fir de măsurare să fie cel puțin 20 puncte de măsurare.

**Art. 24.** Prin fir de măsurare se înțelege linia imaginată care unește punctele de măsurare sub aceleași perechi de roți duble ale osiei din spate a vehiculului de măsurare.

**Art. 25.** Măsurările cu deflectograful se efectuează pe două fire de măsurare (sub ambele perechi de roți duble ale osiei din spate) astfel încât firele laterale de măsurare să fie situate la distanța de cca 1,00 m de marginea părții carosabile.

**Art. 26.** În vederea controlului autostrăzilor, drumurilor noi, a amenajării, lărgirii și reparării părții carosabile a drumurilor existente, măsurările de capacitate portantă se efectuează pe sectoare de drum la nivelul superior al terasamentului, înainte de execuția stratului de formă, în cazul în care este prevăzut în proiect, la nivelul patului drumului și la nivelul straturilor de fundație și al stratului de bază din materiale granulare. În vederea controlului calității execuției autostrăzilor măsurările de capacitate portantă se efectuează și la nivelul terenului de fundare al rambleelor.

**Art. 27.** Măsurările se efectuează în profiluri transversale amplasate la distanțe cât mai mici (max 20 m), astfel încât să redea imaginea cât mai fidelă a variației capacității portante a drumului pe întreaga sa suprafață, puțin înainte de execuția stratului imediat superior.

**Art. 28.** Se recomandă ca atunci când există condiții tehnice, măsurările să se efectueze pe câte 2 fire de măsurare (sub ambele perechi de roți duble ale osiei din spate) amplasate pe benzi longitudinale cu lățimea de 4.0 m.

**Art. 29.** În cazul drumurilor cu profil transversal mixt, măsurările se efectuează pe partea în care drumul se află în debleu.

[\[top\]](#)

## CAPITOLUL IV

### Perioada de măsurare a capacității portante a complexelor rutiere

**Art. 30.** Măsurările cu deflectograful cu pârghie se efectuează în perioadele în care complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice și anume:

- primăvara, imediat după dezgheț și până cel mult 15 zile după perioada ploilor de primăvară (aprilie-mai) în mod informativ fiind după o perioadă de min 10 zile cu valori pozitive medii zilnice ale temperaturii aerului și nu mai mică de +5°C;

- toamna după un număr suficient de zile (aproximativ 10-15 zile) de ploi care au condus la crearea condițiilor hidrologice defavorabile, dar înainte de îngheț.

**Art. 31.** Măsurările se pot efectua și în alte perioade decât cele menționate mai sus, rezultatele fiind numai cu caracter informativ.

**Art. 32.** Decizia și stabilirea perioadei de măsurare se face pe baza unei analize tehnico-ingenerești, prin analizarea factorilor care conduc la realizarea condițiilor hidrologice defavorabile ale complexului rutier.

**Art. 33.** Confirmarea condițiilor hidrologice defavorabile se recomandă a se efectua prin prelevare de probe pentru determinarea umidității relative (exprimată prin raportul dintre umiditatea naturală și limita superioară de plasticitate), mai ales pentru sectoarele și zonele unde sunt dubii în ceea ce privește existența condițiilor hidrologice cele mai defavorabile. În acest scop într-o zonă caracterizată prin aceleași cantități de precipitații (bazin hidrografic) se vor preleva pe unul din sectoarele de măsurare situat cu precădere la nivelul terenului sau în debleu câte minim două probe din pământul de fundație.

**Art. 34.** Probele trebuie transportate în condiții corespunzătoare pentru evitarea modificării umidității (ambalate în folie de plastic) la laboratorul cel mai apropiat pentru determinarea operativă a umidității relative. Laboratorului de specialitate i se va solicita efectuarea următoarelor determinări:

- umiditatea, conform STAS 1913/1, iar în cazurile în care nu sunt

cunoscute caracteristicile geotehnice din studiile anterioare;

- granulozitatea, conform STAS 1913/5

- limitele de plasticitate, conform STAS 1913/4.

**Art. 35.** Emiterea buletinului de analiză nu trebuie să depășească 3 zile de la prelevarea probelor de pământ.

**Art. 36.** Pentru fiecare probă se calculează umiditatea relativă.

**Art. 37.** În funcție de compoziția granulometrică și limitele de plasticitate se stabilește tipul pământului, conform tabelului 1.

**Tabelul 1**

Categoria pământului	Tipul de pământ	Clasificarea pământurilor STAS 1243-1988	Indicele de plasticitate $I_p$ %	Granulozitate		
				Argilă %	Praf %	Nisip %
Necoezive	P1	Pietriș cu nisip	sub 10% cu sau fără fracțiuni sub 0,5mm			
	P2		10...20 % cu fracțiuni sub 0,5mm			
Coezive	P3	Nisip prăfos, nisip argilos	0...20	0...30	0...50	35...100
	P4	Praf nisipos, praf argilos-nisipos, praf argilos	0...25	0...30	35...100	0...50
	P5	Argilă prăfoasă, argilă nisipoasă, argilă prăfoasă-nisipoasă	Peste 15	30...100	0...70	0..70

**Art. 38.** Valoarea medie aritmetică a umidității relative obținută se compară cu valoarea din tabelul 2 pentru același tip de pământ și același tip de profil transversal.

**Art. 39.** Dacă valoarea medie a umidității relative obținută este mai mare decât valoarea minimă prevăzută în tabelul 2, stabilită în funcție de tipul climateric, tipul profilului transversal (rambleu, nivelul terenului, profil mixt, debleu) și tipul pământului, atunci complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice.

**Art. 40.** În cazul profilului transversal mixt, regimul hidrologic al terasamentului este determinat de umiditatea relativă a pământului de fundație din săpătură.

**Tabelul 2**

	Umidități relative (w/w <sub>L</sub> )					
	Tip climateric					
	I		II		III	
	Tipul profilului transversal					
	Rambleu	La nivelul terenului sau debleu, profil mixt	Rambleu	La nivelul terenului sau debleu, profil mixt	Rambleu	La nivelul terenului sau debleu, profil mixt
P 3	0.495	0.570	0.509	0.540	0.585	0.621
P 4	0.436	0.510	0.482	0.527	0.585	0.625
P 5	0.495	0.500	0.545	0.545	0.581	0.600

**Art. 41.** În cazul în care buletinele de analiză confirmă existența unor condiții hidrologice defavorabile, măsurările de capacitate portantă pot începe.

**Art. 42.** În caz contrar acestea se sistează, sau, în cazul în care se efectuează, rezultatele pot avea un caracter informativ.

**Art. 43.** Valorile minime ale umidității relative a pământului de fundație, sunt caracteristice regimului hidrologic cel mai defavorabil al terasamentului rutier.

**Art. 44.** Regimul hidrologic al sectoarelor de drum cu pământ de fundație tip 1 (pietriș cu nisip cu  $I_p < 10\%$ ) și tip 2 (pietriș cu nisip cu  $I_p=10-20\%$ ) este același cu cel al sectoarelor de drum imediat alăturate cu pământ de fundație tip P3 (nisip prăfos, nisip argilos), tip P4 (praf nisipos, praf argilos-nisipos, praf, praf argilos) și tip P5 (argilă prăfoasă, argilă nisipoasă, argilă prăfoasă-nisipoasă, argilă).

**Art. 45.** Confirmarea condițiilor hidrologice este obligatorie pentru toate unitățile de drumuri.

**Art. 46.** În vederea stabilirii capacității portante a drumurilor nemodernizate măsurătorile cu deflectometrul cu pârghie se efectuează în perioadele în care complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice, conform art. 30.

**Art. 47.** În vederea stabilirii sensibilității la variații sezoniere a capacității portante a acestor drumuri, se efectuează măsurări cu deflectometrul cu pârghie și în timpul verii sau al toamnei, după o perioadă de min. 30 de zile lipsită de precipitații.

**Art. 48.** În cazul măsurărilor de capacitate portantă pentru straturi bituminoase, temperatura medie a mixturii asfaltice nu trebuie să fie sub  $+5^{\circ}\text{C}$  și nu trebuie să depășească  $+30^{\circ}\text{C}$ .

**Art. 49.** În cazul utilizării deflectografului Lacroix se pot efectua în mod excepțional măsurări de capacitate portantă până la temperaturi de  $+40^{\circ}\text{C}$ , pe sectoare de drum a căror suprafață favorizează funcționarea corespunzătoare a deflectografului (fără zone exudate, fără exces de bitum, etc.).

**Art. 50.** Se interzice efectuarea măsurărilor de capacitate portantă pe sectoare de drum în anul de realizare a tratamentelor bituminoase (după execuția acestora).

[\[top\]](#)

## CAPITOLUL V

### Modul de interpretare a rezultatelor măsurărilor de capacitate portantă a drumurilor cu structuri rutiere suplă și semirigide

**Art. 51.** Modul de interpretare a rezultatelor măsurărilor de capacitate portantă a drumurilor cu structuri rutiere suplă și semirigide este specific domeniului de utilizare, conform art. 5 și art. 6.

**Art. 52.** În vederea evaluării stării tehnice a drumurilor publice moderne prevăzute cu îmbrăcămînți bituminoase se utilizează valoarea deflexiunii caracteristice corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman, conform CD 155.

**Art. 53.** Utilizarea deflexiunii caracteristice pentru atribuirea calificativului capacității portante în vederea stabilirii stării tehnice a drumului, este conform instrucțiunilor indicativ CD 155.

**Art. 54.** În vederea dimensionării grosimii straturilor de ranforsare a structurilor rutiere suplă se utilizează valoarea deflexiunii caracteristice corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectograful Lacroix. Utilizarea deflexiunii caracteristice pentru dimensionarea grosimii straturilor de ranforsare a structurilor rutiere suplă este conform Anexei 5 a prezentului normativ, în cazul ranforsărilor cu straturi bituminoase.

**Art. 55.** Indiferent de tehnica de măsurare utilizată, valoarea de-flexiunii caracteristice se calculează cu relația:

$$d_c = d_{M20} + t_{\alpha} s_{20} \text{ în } 0,01 \text{ mm (1)}$$

în care:

$d_{M20}$  - deflexiunea medie normală, corespunzătoare tehnicii de măsurare utilizată, în 0,01 mm;

$s_{20}$  - abaterea medie pătratică normală, corespunzătoare tehnicii de măsurare utilizată, în 0,01 mm;

$t_{\alpha}$  - coeficient care depinde de probabilitatea apariției unor valori ale deflexiunii mai mari decât deflexiunea caracteristică, de numărul de valori ale deflexiunii (n) și de clasa tehnică a drumului conform tabelului 3.

Valorile coeficientului  $t_{\alpha}$

**Tabelul 3**

Numărul de valori ale deflexiunii, n	Clasa tehnică	
	V - IV	I, II, III

	2,5 %	1,5 %
≤ 20	2,09	2,34
> 20	1,96	2,20

**Art. 56.** Valorile indicatorilor statistici  $d_{M20}$  și  $s_{20}$  sunt corespunzătoare capacității portante a complexului rutier în care acesta lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice și sunt calculate conform tehnicilor de interpretare a rezultatelor măsurărilor specifice fiecărui dispozitiv de măsurare conform prevederilor cap. 6 și 7.

**Art. 57.** În cazul utilizării tehnicii de măsurare a deflexiunilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman, valoarea deflexiunii caracteristice ( $d_c$ ) specifice tehnicii de măsurare cu deflectograful Lacroix, se obține cu ajutorul următoarei relații:

$$d_{cL} = 0,75 \times d_{cB}$$

în care:

$d_{cL}$  - deflexiunea caracteristică corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectograful Lacroix, în 0,01 mm;

$d_{cB}$  - deflexiunea caracteristică corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman, în 0,01 mm.

**Art. 58.** În vederea stabilirii capacității portante și a sensibilității la variațiile sezoniere a acesteia, în cazul drumurilor nemodernizate, cu îmbrăcămînți provizorii (macadam sau pietruire) se utilizează următorii indicatori statistici corespunzători prelucrării statistice a rezultatelor măsurărilor efectuate cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman:

\* deflexiunea caracteristică ( $d_c$ ), care se calculează cu relația:

$$d_c = d_M + t_{\alpha} s \text{ în } 0,01 \text{ mm (1 bis)}$$

în care:

$d_M$  - deflexiunea medie, în 0,01 mm

s - abaterea medie pătratică, în 0,01 mm

$t_{\alpha}$  - are aceeași semnificație ca la art.55.

Valorile indicatorilor statistici  $d_M$  și s, sunt corespunzătoare capacității portante a complexului rutier, în care aceasta lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice, măsurările fiind efectuate în perioadele sezoniere menționate la art. 33. În cazul drumurilor fără straturi bituminoase în alcătuirea structurii rutiere, nu se face corecția de temperatură a deflexiunilor măsurate:

\* deflexiunea medie care caracterizează capacitatea portantă maximă ( $d_{M \text{ min}}$ ) a complexului rutier, măsurată în condiții hidrologice favorabile (în timpul verii sau al toamnei după o perioadă lipsită de precipitații de minimum 30 zile).

**Art. 58.** - (1) Deflexiunea caracteristică este utilizată pentru stabilirea calificativului din punct de vedere al capacității portante minime a sectorului de drum modernizat, conform tabelului 4.

Capacitatea portantă minimă a drumurilor nemodernizate

Tabelul 4

Calificativul din punct de vedere al capacității portante minime	Valorile deflexiunii caracteristice $d_c$ în 0,01 mm		
	Pentru pietruiri din balast sau piatră spartă	Pentru macadam sau blocaj	Pentru macadam, penetrat sau protejat cu tratamente bituminoase de suprafață pe balast sau blocaj
Sector cu capacitate portantă suficientă	sub 250	sub 200	sub 150
Sector cu capacitate portantă mediocră	250...300	200...250	150 ... 200
Sector cu capacitate portantă insuficientă	peste 300	peste 250	peste 200

(2) Variația sezonieră a capacității portante a drumului nemodernizat datorită modificării umidității corpului drumului se stabilește pe baza raportului dintre valoarea deflexiunii medii determinată în perioada sezonieră cu condiții hidrologice favorabile ( $d_{M \text{ min}}$ ) și cea a deflexiunii medii determinate în perioada sezonieră cu condiții hidrologice favorabile ( $d_{M \text{ min}}$ ). Valoarea acestui raport este utilizată pentru stabilirea calificativului din punct de vedere al sensibilității capacității portante a drumului la variații sezoniere, conform tabelului 5.

Sensibilitatea la variații sezoniere a capacității portante a drumurilor nemodernizate

Tabelul 5

--	--

Calificativul din punct de vedere al sensibilității sezoniere	Valoarea raportului $d_M/d_M$ min		
	Pentru pietruiri din balast sau piatră spartă	Pentru macadam sau blocaj	Pentru macadam penetrat sau protejat cu tratamente bituminoase de suprafață pe balast sau blocaj
Sectoare foarte sensibile (foarte rele)	peste 6,0	peste 5,0	peste 4,0
Sectoare sensibile (rele)	4,0... 6,0	3,5... 5,0	3,0... 4,0
Sectoare cu sensibilitate mijlocie (mijlocii)	2,5... 4,0	2,2... 3,5	2,0... 3,0
Sectoare practice insensibile (foarte bune)	sub 2,5	sub 2,2	sub 2,0

(3) Examinarea modului de variație în lungul drumului a valorii deflexiunii permite evidențierea unor valori singulare maxime (vârfuri) sau a unor porțiuni caracterizate prin valori mari ale deflexiunii, care indică anomalii locale de drenaj.

Stabilizarea soluțiilor optime de modernizare pe astfel de sectoare impune efectuarea unor studii speciale (sondaje și analiza de laborator).

**Art. 59.** Interpretarea măsurătorilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman efectuate în scopul controlului calității execuției lucrărilor de drumuri, se efectuează prin examinarea modului de variație la suprafața drumului a valorii deflexiunii corespunzătoare vehiculului etalon (d) și a valorii coeficientului de variație (Cv) calculat conform art. 98c).

a) interpretarea rezultatelor măsurărilor se efectuează pe sectoare de maximum 500 m lungime, cu condiția să fie caracterizate de același tip de pământ, același mod de alcătuire și aceeași grosime a stratului de formă și a stratului de fundație și de bază.

b) la nivelul terenului de fundare, la nivelul superior al terasamentului când nu este prevăzut strat de formă sau la nivelul inferior al stratului de formă, se consideră realizată capacitatea portantă necesară dacă deflexiunea are valori mai mari decât cea admisibilă în cel mult 10% din numărul punctelor de măsurare. Valorile admisibile ale deflexiunii la nivelul terenului de fundare, la nivelul superior al terasamentului (fără strat de formă) sau la nivelul inferior al stratului de formă sunt în funcție de tipul pământului, conform tabelului 6.

Valorile admisibile ale deflexiunii

**Tabelul 6**

Tipul de pământ conform STAS 1243	Valoarea admisibilă a deflexiunii $d_{adm}$ 0,01 mm
Nisip prăfos, nisip argilos	350
Praf nisipos, praf argilos-nisipos, praf argilos, praf	400
Argilă nisipoasă, argilă prafoasă, argilă prafoasă-nisipoasă, argilă	450

c) la nivelul superior al stratului de formă valoarea admisibilă a deflexiunii este de 200, 0,01 mm, conform STAS 12253.

d) uniformitatea execuției se consideră satisfăcătoare dacă valoarea coeficientului de variație este sub 40%.

e) la nivelul superior al stratului de fundație din balast valoarea admisibilă a deflexiunii este în funcție de grosimea stratului de fundație din balast și de modul de alcătuire al stratului superior al terasamentelor, conform tabelului 7.

f) la nivelul superior al stratului de fundație sau al stratului de bază din materiale granulare se consideră că uniformitatea execuției este satisfăcătoare dacă valoarea coeficientului de variație este sub 35%.

g) verificarea calității terasamentelor și a staturilor de fundație și de bază din materiale granulare conform STAS 2914, STAS 12253 și STAS 6400 se va face în corelație cu măsurările cu deflectometrul cu pârghie, în puncte în care rezultatele acestora atestă valori scăzute ale capacității portante.

Valorile deflexiunii admisibile la nivel superior al stratului

de fundație din balast

**Tabelul 7**

Grosimea stratului de fundație din balast h, (cm)	Stratul superior al terasamentelor alcătuit din:			
	Strat de formă conform STAS 12253	Tipul pământului conform STAS 1243		
		Nisip prăfos Nisip argilos	Praf nisipos Praf argilos Praf	Argilă Argilă nisipoasă Argilă prafoasă

	$d_{adm}$ , în 0,01 mm			
10	185	323	371	411
15	163	284	327	366
20	144	252	290	325
25	129	226	261	292
30	118	206	238	266
35	109	190	219	245
40	101	176	204	227
45	95	165	190	213
50	89	156	179	201

**NOTĂ:** Balastul din stratul de fundație trebuie să îndeplinească condițiile de admisibilitate din SR 662 și STAS 6400

[\[top\]](#)

## CAPITOLUL VI

### Modul de efectuare a măsurărilor de capacitate portantă cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman. Prelucrarea datelor obținute

#### Secțiunea 1

##### Principiul metodei

**Art. 60.** Se măsoară față de un sistem de referință deplasarea pe verticală a suprafeței complexului rutier, deformată sub solicitarea roților duble ale osiei din spate a vehiculului de măsurare, după îndepărtarea acestuia (revenirea elastică a suprafeței complexului rutier). Pârghia basculantă, componenta principală a deflectometrului cu pârghie, permite transmiterea deplasării verticale a vârfului de contact amplasat între roțile duble, la celălalt capăt al pârghiei, unde aceasta este citită cu ajutorul unui microcomparator.

#### Secțiunea a 2-a

##### Aparatura

**Art. 61.** Aparatura pentru determinare este alcătuită din:

a. aparat propriu-zis ([foto 1](#) și [fig.1](#)) alcătuit din:

- Grinda suport (12) confecționată dintr-un profil cu secțiunea în formă de U, cu o lungime de cca. 1,40 m prevăzută la capătul posterior cu un picior - suport reglabil, iar la capătul anterior cu două plăcuțe exterioare, prevăzute cu două orificii cu filet în care sunt montate două șuruburi reglabile, care formează axa de rotație a pârghiei basculante;
- Rigla suport (11) , cu două picioare reglabile pe care se sprijină capătul anterior la brațului suport și care se solidarizează cu aceasta prin intermediul a două șuruburi de presiune, plasate în orificiile prevăzute în brațul suport;
- Suport microcomparator (3), care se înșurubează în orificiile cu filet de pe talpa brațului suport și pe care se montează dispozitivul de fixare a microcomparatorului, cu sensibilitatea 1/100 mm cu ajutorul unor șuruburi de presiune;
- Pârghie basculantă (10), confecționată dintr-un profil cu secțiunea în formă de T, cu lungimea totală de 2,40 m. La unul din capete are o prelungire din oțel carbon îndoită la 90° , pentru a constitui vârful de contact al aparatului. Pe inima secțiunii T sunt trei puncte de sprijin, prin intermediul cărora pârghia basculantă se poate sprijini în axa de rotație. Aceste trei puncte de sprijin sunt amplasate astfel încât raportul (r) dintre distanța de la vârful de contact la axa de rotație la acul microcomparatorului să poată avea valorile de 1:1; 2:1; 5:1.

b) două microcomatoare cu sensibilitate de 1/100 mm;

c) palpator ([foto. 9](#)), în două variante: cilindric și semidisc, după natura stratului de rezemare și anume:

- o semidisc în cazul măsurărilor pe îmbrăcăminți bituminoase;
- o cilindric în cazul măsurărilor pe straturi din balast sau piatră spartă, terasamente;

d) dispozitivul de etalonare a deflectorului cu pârghie [fig. 2](#) este compus din:

- o placa suport (7) cu diametrul de 200 mm prevăzută cu un orificiu cu filet pe toată grosimea ei;
- o șurub simulare deflexiuni (6), montat în orificiul din placa suport care este prevăzută la capătul superior cu adâncitura (în care se sprijină vârful de contact al deflectometrului cu pârghie);
- o suport microcomparator (4), solidarizat de placa suport;
- o dispozitiv transmitere deflexiuni (5).

e) termometru (0 – 50° C) cu precizie de + 0,50° C;

f) dorn;

g) ciocan;

h) cutie de lemn cu capac, necesară pentru transportul deflectometrului.

#### Secțiunea a 3-a

**Vehicul de măsurare**

**Art. 62.** Pentru determinarea capacității portante cu deflectometrul cu pârghie este necesar un vehicul de măsurare care trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- osie simplă cu roți duble;
- sarcina pe osia din spate 65...115 kN;
- presiunea de umflare a pneurilor din spate să fie egală cu presiunea normală (6,25...6,75 at);
- pneurile pe osia din spate să fie de același tip, să nu aibă grad avansat de uzură sau să nu prezinte diferențe vizibile de uzură.

Se recomandă utilizarea autocamioanelor sau autobasculantelor de marcă R 6135, R 8135 și R 10215, cu următoarele caracteristici:

- sarcina pe osia din spate 6135 R 8135 R 10215, P, kg 7000 7600 10000
- presiunea aerului în pneurile din spate p, at 6,25 6,25 6,75

Se recomandă utilizarea unui vehicul de măsurare cu sarcina pe osia din spate de 115 kN sau cât mai apropiată de această valoare.

**Secțiunea a 4-a****Echipa de lucru**

**Art. 63.** Echipa de lucru se compune din:

- tehnician, care efectuează și înregistrează citirea de pe cadranul microcomparatorului deflectometrului și notează datele suplimentare acestor măsurători;
- operator, care manevrează deflectometrul;
- șoferul vehiculului de măsurare.

**Secțiunea a 5-a****Etalonarea aparatului**

**Art. 64.** Etalonarea deflectometrului cu pârghie constă în stabilirea corelației între valoarea deplasării pe verticală a vârfului de contact al deflectometrului și citirea pe microcomparator.

**Art. 65.** Operația de etalonare se efectuează pentru fiecare raport dintre distanța de la vârful de contact la axa de rotație și distanța de la axa de rotație la acul microcomparatorului, la începutul fiecărei campanii de măsurări sau de câte ori au existat condiții care ar fi dus la dereglarea funcționării aparatului sau la înlocuirea microcomparatorului.

**Art. 66.** Starea de funcționare a microcomparatorului se verifică anual conform reglementărilor în vigoare.

**Art. 67.** Efectuarea etalonării implică următoarele operații:

- deflectometrul asamblat conform art. 73 se amplasează pe o suprafață plană și se asigură funcționarea corespunzătoare conform art. 28;
- dispozitivul de etalonare se așează la capătul pârghiei basculante astfel încât vârful de contact al acestuia să fie amplasat în centrul șurubului reglabil, în adâncitura acestuia, conform [figurii nr. 2](#);
- se fixează microcomparatorul de tija metalică orizontală a dispozitivului de etalonare și se reglează.
- se pun ambele microcomparatoare la 0;
- se rotește șurubul reglabil în sens invers acelor de ceasornic astfel ca vârful de contact (palpatorul) al pârghiei basculante, deplasându-se, microcomparatorul dispozitivului de etalonare să indice 10 sutimi de milimetru. Se citește deplasarea transmisă la microcomparatorul deflectometrului. Atât citirea pe microcomparatorul dispozitivului de etalonare (deplasarea vârfului de contact) cât și citirea la microcomparatorul deflectometrului se înscriu într-un tabel, din Anexa 1;
- se rotește șurubul reglabil în sens invers pentru aducerea la zero a acului microcomparatorului dispozitivului de etalonare. În cazul în care acul microcomparatorului nu a revenit la zero, acesta se reglează manual la poziția "zero";
- se repetă operațiile de la punctele e) și f) astfel ca microcomparatorul dispozitivului de etalonare să indice deplasări ale vârfului de contact de 20, 30, 40, 50... 200 sutimi de milimetru;
- se repetă operațiile de etalonare (pct. E... g) de trei ori.

**Art. 68.** Între deplasarea vârfului de contact al deflectometrului și deplasarea transmisă la celălalt capăt al pârghiei basculante, citirea pe microcomparatorul deflectometrului cu pârghie, există o dependență liniară. Ecuația dreptei de regresie se stabilește cu ajutorul relațiilor prevăzute în Anexa 1.

**Secțiunea a 6-a****Pregătirea vehiculului de măsurare**

**Art. 69.** Se încarcă vehiculul de măsurare pentru realizarea sarcinii necesare pe osia din spate, conform art. 62. Se recomandă utilizarea unor elemente metalice sau din beton de ciment, a căror masă să fie cunoscută și care să facă parte din dotarea unității care efectuează măsurările. Încărcătura se repartizează în mod uniform pe fiecare din roțile duble ale osiei din spate.

**Art. 70.** Se verifică presiunea în pneurile din spate, care nu trebuie să varieze cu mai mult de 0,5 at. față de cea precizată la art. 62.

**Art. 71.** Se cântărește osia din spate a vehiculului de măsurare (P, kN).

**Secțiunea a 7-a****Efectuarea măsurării**

**Art. 72.** Modul de stabilire a sectoarelor de măsurare și a punctelor în care se efectuează măsurările este conform Capitolului 3.

**Art. 73.** Deflectometrul cu pârghie se assemblează în vederea efectuării măsurării verificându-se șuruburile de strângere și centrare în lung și transversal ale pârghiei basculante față de brațul suport. Se recomandă ca instalarea pârghiei să se facă în poziția 2:1. Montarea pârghiei basculante în poziția 1:1 este necesară numai în cazul în care se fac măsurări pe sisteme rutiere cu o capacitate portantă foarte ridicată, care prezintă deformabilități foarte scăzute sau când sunt necesare măsurări cu precizie foarte mare. Montarea pârghiei basculante în poziția 5:1 este necesară numai în cazul în care se fac măsurări pe sectoare de drumuri cu deformabilități foarte mari la care cursa normală a acului microcomparatorului (10-11 mm) nu este suficientă. Aceste ultime două cazuri sunt însă foarte rare, montarea pârghiei basculante în poziția 2:1 satisfăcând în general toate necesitățile curente.

**Art. 74.** Se instalează vehiculul de măsurare cu una din roțile duble din spate deasupra punctului în care urmează a se face măsurarea.

**Art. 75.** Vehiculul se menține pe punct de frânare sau prin frână mecanică de mână.

**Art. 76.** Se introduce vârful de contact al deflectometrului între pneurile roților duble din spatele autovehiculului, astfel încât acesta să fie plasat în centrul suprafeței de contact dintre pneuri și suprafața îmbrăcămintei ([foto 2](#)).



**Art. 77.** În cazul în care se fac măsurări pe balast, pe pietruiri dezgradate sau pe macadam insuficient înclăștat, vârful de contact se așează pe suprafața drumului prin intermediul palpatorului cilindric, aflat în dotarea aparatului (Art. 61, pct. c).

**Art. 78.** Se așază suportul anterior în poziția orizontală manevrând cele două șuruburi reglabile în sensul cerut de aducerea bulei de aer între repere.

**Art. 79.** Se aduce partea posterioară a pârgșhiei basculante în contact cu acul microcomparatorului, astfel ca distanța de la nivelul tălpii pârgșhiei basculante (pe care se sprijină microcomparatorul) la nivelul opritorului, aflat la dispozitivul de prindere al microcomparatorului, să fie sub 1,0 mm. În cazul în care talpa pârgșhiei basculante nu face contact cu acul microcomparatorului, se face reglarea fie prin cele două picioare reglabile ale suportului anterior, fie prin înșurubarea lor cu învârtituri de amplitudine egală (pentru a nu deranja orizontalitatea suportului), fie prin piciorul suport de la partea posterioară a brațului suport, prin deșurubarea lui, astfel încât coada pârgșhiei basculante să se ridice, făcând contact cu acul microcomparatorului și ajungând la distanța recomandată mai sus față de opritorul dispozitivului de prindere al microcomparatorului. În cazul în care talpa pârgșhiei basculante este blocată prin contactul cu opritorul dispozitivului de prindere se procedează invers, deșurubând în mod egal picioarele reglabile ale suportului anterior sau înșurubând piciorul posterior al brațului suport, astfel încât coada tălpii pârgșhiei basculante să coboare, ajungând la distanța recomandată față de opritorul dispozitivului suportului anterior și se rectifică poziția sa, dacă e necesar.

**Art. 80.** Se pun indicatoarele microcomparatorului la zero (0). Se încearcă sensibilitatea mișcărilor pârgșhiei basculante în jurul axei de rotație și sensibilitatea microcomparatorului, prin câteva lovituri ușoare cu degetul pe coada pârgșhiei basculante, în apropierea punctului de reazem al acului la îndepărtarea autovehiculului.

Sensibilitatea este satisfăcătoare și instalația bine montată dacă la aceste lovituri indicatoarele microcomparatorului reacționează prin oscilații rapide în jurul lui (0).

Dacă aceste oscilații sunt lente și greoaie, trebuie verificată atât strângerea șurubului de presiune, care strânge microcomparatorul în dispozitivul de prindere, cât și strângerea șuruburilor din axa de rotație a pârgșhiei basculante. Aceste trebuie deșurubate ușor până la limita la care, fără a dăuna stabilității instalației, permit mișcarea liberă a pârgșhiei basculante și a acului microcomparatorului. În cazul în care oscilațiile indicatoarelor microcomparatorului sunt dezordonate, înseamnă că șuruburile menționate mai sus sunt prea slab strânse și ele trebuie verificate în acest sens.

Verificarea sensibilității aparatului, așa cum s-a arătat mai sus, se face nu numai înainte de începerea unei serii de măsurări, ci și la fiecare măsurare în parte, deoarece pot interveni dereglări în strângerea șuruburilor chiar în timpul lucrului. După efectuarea verificărilor de sensibilitate, se readuc indicatoarele microcomparatorului la zero.

**Art. 81.** Timpul total pentru staționare a vehiculului pe punctul de măsurare nu trebuie să depășească un minut.

**Art. 82.** Se îndepărtează autocamionul de pe punct și se face citirea pe microcomparator în momentul în care axa roților duble se află în trecere la distanța de 2,40 m și apoi la o distanță de cel puțin 5,00 m, după un minut de la îndepărtarea autovehiculului de pe punctul de măsurare. Îndepărtarea autovehiculului se face prin deblocarea frânei de mână de pe loc cu viteza I, cât mai lin posibil pentru a nu produce șocuri ce ar putea cauza deformații sau deplasări suplimentare. Dacă în timpul măsurării se produc perturbații în funcționarea acului microcomparatorului datorită trecerii unui vehicul pe cealaltă bandă, rafală de vant, etc., se repetă măsurarea.

**Art. 83.** Citirile pe microcomparator la distanțele de 2,40 m (C2,4) și de 5,00 m (C5,0) se notează de către tehnician în formularul 1 privind înregistrarea pe teren a măsurărilor cu deflectometrul cu pârgșhie tip Benkelman din Anexa 2.

**Art. 84.** După efectuarea măsurării, autocamionul se instalează pe

un nou punct de măsurare.

**Art. 85.** - (1) Pentru mutarea aparatului între punctele de măsurare, dacă acestea sunt apropiate și operatorul se deplasează pe jos, nu este necesară demontarea deflectometrului.

Trebuie luate însă unele precauții pentru a nu forța legăturile dintre piese: aparatul va fi prins cu mâna în același timp de pârgșhia basculantă și de brațul suport, între axa de rotație și microcomparator și va fi transportat menținându-se pârgșhia în apropierea brațului suport, departată de acul microcomparatorului și de opritorul dispozitivului de prindere. Cu cealaltă mână deflectometrul va fi apucat de pârgșhia basculantă. Pentru deplasări mai lungi, caz în care operatorul va trebui să urce în autocamion, se va demonta deflectometrul numai în cele două părți principale desfăcându-se de la axa de rotație. Pentru deplasări în alte sectoare sau pentru întoarcerea la bază, aparatura se va demonta în toate părțile componente și se va instala în cutia sa.

**Art. 86.** În cazul drumurilor moderne cu îmbrăcămintă bituminoasă, concomitent cu măsurarea deflexiunilor complexului rutier se măsoară temperatura straturilor din mixtură asfaltică. Măsurarea temperaturii se efectuează la începutul și la sfârșitul perioadei de măsurare în cazul în care durata măsurărilor este mai mică de o oră.

În cazul unei durate mai mari de o oră, temperatura se măsoară și pe parcursul măsurărilor (la mijlocul sectorului).

**Art. 87.** Măsurarea temperaturii se efectuează prin introducerea în mixtura asfaltică a unui termometru (cu scala 0°C - 50°C) astfel ca vârful acestuia să se afle la o adâncime egală cu jumătate din grosimea totală a straturilor bituminoase. În acest scop se efectuează cu ajutorul unui dom o gaură la adâncimea dorită, în care se introduce termometrul, protejat de razele solare cu un capșon de hârtie. Citirea temperaturii se face după ce valoarea acesteia rămâne constantă. Valorile temperaturii mixturii asfaltice se notează în formularul 1, din Anexa 2.

**Art. 88.** Pentru fiecare sector de măsurare se completează formularul 1 cu următoarele date:

- tipul structurii rutiere;
- data măsurării;
- caracteristicile vehiculului de măsurare;
- tipul profilului transversal.

### Secțiunea a 8-a

#### Prelucrarea manuală a rezultatelor măsurărilor cu deflectometrul cu pârgșhie tip Benkelman

**Art. 89.** Se transformă citirile de pe cadranul microcomparatorului (C 2,4 și C 5,0) în valori ale deflexiunilor la distanțele de 2,40m (d2, 40) și 5,00m (d5,0) cu ajutorul corelației stabilite conform art. 64...68.

**Art. 90.** Se calculează valorile deflexiunilor corelate în funcție de linia de influență cu relația:

$$d = 2d_{6,p} - d_{2,4}, \text{ în } 0,01 \text{ mm } (2)$$

Rezultatele se trec în formularul 2 din Anexa 2.

**Art. 91.** În cazul în care sarcina osiei din spate a vehiculului de măsurare diferă de sarcina vehiculului etalon (115 kN) valorile deflexiunilor calculate conform art. 90 se transformă în valori corespunzătoare vehiculului etalon cu relația:

$$d_1 = 115d/P, \text{ în } 0,01 \text{ mm } (3)$$

în care:

$d_i$  - valoarea deflexiunii corespunzătoare osiei din spate a vehiculului etalon, în 0,01 mm

P - sarcina pe osia din spate a vehiculului de măsurare, în kN.

**Art. 92.** - (1) Rezultatele măsurărilor sunt prelucrate statistic calculându-se următoarele:

a) deflexiunea medie cu relația:

$$d_{BM} = \sum_{i=1}^n d_i / n, \text{ în } 0,01 \text{ mm (4)}$$

în care:

$d_{BM}$  - media aritmetică a valorilor deflexiunii, în 0,01 mm

$d_i$  - valorile individuale ale deflexiunii calculate conform art. 90 și art. 91

n - numărul valorilor individuale luate în calcul.

(2) Valorile deflexiunilor implicate în prelucrarea statistică sunt în funcție de scopul măsurării și anume:

- în vederea evaluării stării tehnice a drumurilor publice moderne, a ranforsării acestora și în vederea stabilirii capacității portante a drumurilor modernizate, se prelucrează rezultatele măsurătorilor pentru fiecare fir de măsurare;

- în vederea controlului calității execuției drumurilor sau a lărgirilor părții carosabile a drumurilor existente, se prelucrează toate rezultatele măsurătorilor efectuate pe întreaga lățime a drumului sau a benzii de lărgire.

b) abaterea medie pătratică a șirului de valori, cu relația:

$$s_B = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - n d_{BM}^2}{n}}, \text{ în } 0,01 \text{ mm (5)}$$

în care:

$s_B$  - abaterea medie pătratică, în 0,01 mm

$d_{BM}$ ,  $d_i$  și n au aceleași semnificații ca la art. 92 pct.a)

c) coeficientul de variație, cu relația:

$$C_v = 100 s_B / d_{BM}, \text{ în } 0,01 \text{ mm (6)}$$

în care:

$C_v$  - coeficientul de variație, în %

$d_{BM}$  și  $s_B$  - au aceleași semnificații ca la art. 92 pct. a) și art. 92 pct. b).

**Art. 93.** În cazul măsurărilor efectuate pe drumuri moderne cu îmbrăcămînți bituminoase, se calculează valoarea deflexiunii medii normale și a abaterii medii pătratice normale, corespunzătoare temperaturii de 20°C a straturilor bituminoase, în modul următor:

a) valoarea deflexiunii medii normale:

- pentru structuri rutiere suple cu relația:

$$d_{BM20} = d_{BM} + c(20 - t), \text{ în } 0,01 \text{ mm (7)}$$

în care:

$d_{BM20}$  - deflexiunea medie normală, în 0,01 mm

$d_{BM}$  - deflexiunea medie, calculate cu relația (4)

c=1 - coeficientul de variație a deflexiunii pentru variația de 1°C a temperaturii, în 0,01 mm/°C

t - temperatura medie a straturilor bituminoase în perioada măsurării, în °C

- pentru structuri rutiere semirigide cu relația:

$$d_{BM20} = c(t) \times d_{BM}, \text{ în } 0,01 \text{ mm (8)}$$

în care:

$d_{BM20}$  și  $d_{BM}$  - au aceleași semnificații de la art. 93.

$c(t) = 1,2 - 0,01t$  - factor de transformare a deflexiunii medii corespunzătoare temperaturii (t) în deflexiunea medie normală, stabilit în funcție de temperatura medie în perioada măsurării.

b) abaterea medie pătratică normală:

$$s_{B20} = C_v \times d_{BM20}, \text{ în } 0,01 \text{ mm (9)}$$

în care:

$s_{B20}$  - abaterea medie pătratică corespunzătoare temperaturii medii de 20°C, în 0,01 mm.

$C_v$  și  $d_{BM20}$  - au aceleași semnificații ca la art.92 pct.c) și 93 pct.a).

**Art. 94.** În cazul în care măsurările de capacitate portantă au fost efectuate în alte perioade sezoniere decât cele în care complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice, rezultatele se transformă în valori corespunzătoare condițiilor hidrologice cele mai defavorabile cu următoarele relații:

$$d'_{BM20} = C1 \times d_{BM20}, \text{ în } 0,01 \text{ mm (10)}$$

$$s'_B = d'_{BM20} \times C_v, \text{ în } 0,01 \text{ mm (11)}$$

în care:

$d_{BM20}$  - deflexiunea medie normală corespunzătoare condițiilor hidrologice cele mai defavorabile, în 0,01 mm.

$C_1$  - coeficient mediu ponderat de corecție în funcție de tipul sistemului rutier, zona climatică în care este situat drumul conform hărții din Anexa 3, și tipul profilului transversal conform tabelului 8.

$s'_B$  - abaterea medie pătratică corespunzătoare condițiilor hidrologice cele mai defavorabile, în 0,01 mm

$d_{BM20}$  - deflexiunea medie normală corespunzătoare perioadei de măsurare, în 0,01 mm, conform art. 93 pct. a)

$C_v$  - coeficientul de variație calculat conform art. 92 pct. c), în %.

**Art. 95.** (1) Rezultatele măsurărilor efectuate în aceste perioade au caracter informativ.

Valorile coeficientului mediu ponderat de corelație hidrologică

**Tabelul 8**

Tipul sistemului rutier	Tip climacteric					
	I		II		III	
	Tipul profilului transversal					
	Rambleu	La nivelul terenului sau debleu, profil mixt	Rambleu	La nivelul terenului sau debleu, profil mixt	Rambleu	La nivelul terenului sau debleu, profil mixt
Suple	1.00	1.10	1.30	1.50	1.50	1.60
Semirigide	1.10	1.20	1.10	1.20	1.10	1.20

(2) În cazul măsurătorilor de capacitate portantă efectuate pe drumuri moderne cu îmbrăcăminte bituminoasă, rezultatele măsurărilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman sunt transformate în valori

corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectograful Lacroix.

**Secțiunea a 9-a**

**Prelucrarea automată a măsurărilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman**

**Art. 96.** Rezultatele măsurărilor de capacitate portantă efectuate cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman pot fi prelucrate automat cu orice program de calcul tabelar.

[\[top\]](#)

**CAPITOLUL VII**

**Modul de efectuare a măsurărilor de capacitate portantă cu deflectograful Lacroix. Prelucrarea datelor obținute**

**Secțiunea 1**

**Principiul metodei**

**Art. 97.** Se măsoară față de un sistem de referință deplasarea pe verticală (deformația verticală totală) a suprafeței complexului rutier deformată sub solicitarea vehiculului de măsurare pe care este montat echipamentul de măsurare. Grinda de măsurare, prin intermediul celor două brațe articulate, permite măsurarea deflexiunilor concomitent sub sarcinile celor două roți duble ale osiei din spate a vehiculului aflat în deplasare, în profile aflate la distanța de 3,4 m. Deflexiunile sunt înregistrate automat pe calculator.

**Secțiunea a 2-a**

**Aparatură**

**Art. 98.** Aparatură utilizată este următoarea:

a) deflectograf, alcătuit din:

- vehicul;
  - echipamentul de măsurare;
  - două cutii de măsurare;
  - sistemul de comandă a direcției;
  - șasiul de ghidaj;
  - sistemul de tracțiune prin cablu;
  - codor de distanță, încorporat în sistemul electronic;
  - unitate pentru controlul, supravegherea funcționării și înregistrarea electronică a datelor;
- b) dispozitiv de calibrare;
- c) termometru (0 - 50°C) cu precizie de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ ;
- d) ciocan și dorn;
- e) descrierea aparaturii se găsește în instrucțiunile de funcționare a deflectografului (Anexa 4).

**Art. 99.** Deflectograful este montat pe șasiul unui vehicul.

**Art. 100.** Sarcina pe osia din spate este cea corespunzătoare vehiculului etalon și anume de 115 kN, fiind asigurată prin lestarea benei cu blocuri de beton.

**Art. 101.** Presiunea de umflare a pneurilor din spate trebuie să fie de 8,0 bar  $\pm 0,5$ .

### **Secțiunea a 3-a**

#### **Echipa de lucru**

**Art. 102.** Echipa de lucru se compune din:

- a) doi operatori, care efectuează toate operațiile necesare punerii în funcție a deflectografului și asigurării unei bune funcționări a acestuia pe tot parcursul măsurărilor, notează datele suplimentare necesare măsurărilor și măsoară temperatura, supraveghează buna funcționare a deflectografului în timpul lucrului;
- b) șofer, care conduce vehiculul în timpul măsurării cu viteza de aproximativ 3 km/h și participă la calibrare și la punerea în funcțiune a deflectografului.

### **Secțiunea a 4-a**

#### **Pregătirea vehiculului de măsurare**

**Art. 103.** Se asigură sarcina de 115 kN pe osia din spate. Se verifică presiunea în pneurile din spate care trebuie să se situeze în intervalul 8,0 bar  $\pm 0,5$ .

### **Secțiunea a 5-a**

#### **Calibrarea aparaturii**

**Art. 104.** Calibrarea deflectografului constă în stabilirea corelației dintre valoarea deplasării pe verticală a brațului de măsurare a deflexiunii și semnalul înregistrat de programul de calibrare.

**Art. 105.** Operația de calibrare se efectuează conform instrucțiunilor de funcționare (Anexa 4, cap. 2) pe teren înainte de începerea măsurărilor, de fiecare dată când aparatul este transportat la alt sector de măsurare sau cel puțin o dată pe zi în cazul măsurărilor continue.

**Art. 106.** Operația de calibrare se efectuează separat pentru fiecare braț de măsurare.

**Art. 107.** Starea de funcționare a microcomparatorului dispozitivului de calibrare se verifică anual.

### **Secțiunea a 6-a**

#### **Efectuarea măsurării**

**Art. 108.** Modul de stabilire a sectoarelor de măsurare este prezentat în Capitolul 3.

**Art. 109.** Măsurările de capacitate portantă cu deflectograful Lacroix se efectuează numai pe drumuri moderne cu structuri rutiere suple și semirigide.

**Art. 110.** În cazul drumurilor pe care au fost executate tratamente bituminoase de suprafață, măsurările nu se vor efectua în anul execuției acestora.

O atenție deosebită se va acorda modului de funcționare a deflectografului în cazul măsurărilor pe tratamente bituminoase cu criblura mare.

În cazul în care textura suprafeței stratului de rulare nu asigură deplasarea lină, fără trepidații, a pârghiei de măsurare, măsurările nu vor fi efectuate pe acest sector.

**Art. 111.** În cazul drumurilor a căror îmbrăcăminte prezintă următoarele tipuri de defecțiuni: gropi, crăpături sau suprafață parțial exudată care ar putea influența funcționarea corespunzătoare a deflectografului, se recomandă supravegherea atentă a pârghiei de măsurare de către conducătorul vehiculului, care avertizează operatorul pentru operarea manuală a pârghiei astfel ca în zona respectivă să nu fie efectuată măsurarea.

**Art. 112.** Operațiile de măsurare a deflexiunilor se efectuează conform instrucțiunilor de funcționare a deflectografului (Anexa 4, cap. 3).

**Art. 113.** La începutul măsurării, pentru fiecare sector de măsurare se definesc: denumirea drumului, poziția kilometrică de început a sectorului, banda de circulație, data măsurării, prin intermediul programului de achiziționare a măsurătorilor.

**Art. 114.** În timpul măsurărilor se efectuează localizarea geografică a acestora în modul următor: operatorul marchează punctele de referință care interesează în interpretarea rezultatelor: borne kilometrice și hectometrice, podețe, începutul și sfârșitul podurilor, canale de scurgere etc., prin apăsarea butonului "evenimente".

**Art. 115.** Se măsoară temperatura straturilor din mixtura asfaltică. Măsurarea temperaturii se efectuează la începutul și sfârșitul operației de măsurare a deflexiunilor în cazul în care durata măsurărilor pe sectorul respectiv de drum este mai mică de o oră.

În cazul în care durata măsurărilor depășește o oră, temperatura

se măsoară și pe parcursul măsurării (la mijlocul sectorului de măsurare) pentru sectoare mai mici de 5 km și din oră în oră pentru sectoare cu lungimea mai mare de 5 km.

**Art. 116.** Deplasarea deflectografului între sectoarele de măsurare se efectuează în condițiile prevăzute în Anexa 4, cap. 5.

**Art. 117.** Operațiile de manipulare a deflectografului Lacroix, întocmirea materialelor de întreținere, operațiile de reglare, operațiile de supraveghere electronică și de întreținere sunt date în Anexa 4.

#### Secțiunea a 7- a

##### Prelucrarea rezultatelor măsurărilor cu deflectograful Lacroix

**Art. 118.** Rezultatele măsurărilor sunt stocate în fișiere tip.

**Art. 119.** Acestea pot fi vizualizate/prelucrate cu ajutorul programului de calcul al deflectografului.

**Art. 120.** În cadrul secțiunii curente se poate alege sectorul omogen pe care programul efectuează calcule statistice.

**Art. 121.** Pentru prelucrarea rezultatelor măsurărilor, se pot folosi orice programe care dispun de o paletă largă de funcții statistice și interpretări grafice.

[\[top\]](#)

## CAPITOLUL VIII

### Măsuri de protecția muncii

**Art. 122.** La măsurări participă trei persoane din care o persoană este numită responsabil care coordonează și asigură aplicarea și respectarea măsurilor de protecție a muncii.

**Art. 123.** Personalul care participă la măsurări va fi instruit asupra operațiunilor de manipulare, manevrare, măsurări etc.

**Art. 124.** Instrucțiunile personalului se va efectua la începutul fiecărei campanii de măsurări.

**Art. 125.** Personalul care participă la măsurări va purta obligatoriu vesta de avertizare.

**Art. 126.** Vehiculul de măsurare va fi dotat cu lampă de semnalizare.

**Art. 127.** Pe spatele vehiculului de măsurare, va fi montat un indicator nr. 70 din STAS 1848 (ocolire obligatorie spre stânga).

**Art. 128.** Este interzisă deplasarea personalului aferent , măsurărilor în afara benzii de circulație pe care se fac măsurările și traversarea drumului fără asigurare prealabilă.

**Art. 129.** Se va interzice efectuarea diverselor intervenții care aparțin în exclusivitate măsurărilor în curbe (montarea sau demontarea deflectometrului).

**Art. 130.** Se acordă o atenție deosebită la manevrarea greutăților pentru încărcarea vehiculului de măsurare, în cazul măsurărilor cu deflectometrul cu pârghie.

**Art. 131.** Intervențiile, reparațiile și remedierile părților electrice și electronice ale deflectografului Lacroix se fac numai de către operatorul de pe deflectograf sau personalul de specialitate electronică în laboratoarele din cadrul unităților de drumuri.

**Art. 132.** Unitățile deținătoare de deflectograf au calitatea și obligația ca, în funcție de condițiile concrete existente în unitatea respectivă, să completeze aceste instrucțiuni.

[\[top\]](#)

## ANEXA 1

### Stabilirea corelației dintre deplasarea pe verticală a vârfului de contact al deflectometrului cu pârghie și citirea pe microcomparator

**Art. 1.** Corelația dintre deplasarea pe verticală a vârfului de contact al deflectometrului cu pârghie (d) și citirea pe microcomparatorul acestuia (C) este reprezentată de o dreaptă de regresie a cărei ecuație este de forma:

$$d = A + BC \quad (1)$$

în care:

d - deflexiunea, în 0,01 mm

C - citirea pe microcomparatorul deflectometrului cu pârghie, în 0,01 mm

**Art. 2.** Ecuația dreptei de regresie se stabilește pe baza datelor obținute în urma operației de etalonare a deflectometrului cu pârghie în care:

y - deplasarea reală a vârfului de contact al deflectometrului cu pârghie, citită pe microcomparatorul dispozitivului de etalonare, în 0,01 mm;

x - deplasarea transmisă la celălalt capăt al deflectometrului cu pârghie, citită pe microcomparatorul acestuia, în 0,01 mm.

**Art. 3.** Pentru stabilirea ecuației dreptei de regresie se pleacă de la relația:

$$y = \bar{y} + a_{y,rx} (\bar{x} - \bar{x}) \quad (2)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad (3)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (4)$$

$$a_{y/x} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (5)$$

y și x au semnificațiile de la Art. 2;

n = numărul perechilor de valori x și y.

**Art. 4.** Se calculează:

$$a_{x/y} = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (6)$$

Cu valorile  $a_{xy}$  și  $a_{yx}$  se calculează valoarea coeficientului de corelație r cu relația:

$$r = \sqrt{a_{y/x} \cdot a_{x/y}} \quad (7)$$

Coeficientul de corelație r trebuie să aibă o valoare apropiată de 1, pentru a se considera linia de regresie ca o dreaptă.

[\[top\]](#)

**ANEXA 2**

**FORMULAR 1**

**privind înregistrarea pe teren a măsurărilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman**

Data măsurării:.....

Sector de drum Km..... Km

Sensul de circulație \*

Banda de circulație \*\*

Tipul structurii rutiere ...

Temperatura mixturii asfaltice ...

2 la începutul perioadei de măsurare...

2 la mijlocul perioadei de măsurare...

2 la sfârșitul perioadei de măsurare...

Tipul profilului transversal...

Caracteristicile vehiculului de măsurare:

- sarcina pe osia din spate.....

- presiunea in pneuri.....

Nr. curent	Pozitia, km	C <sub>2,4</sub> , 1/100mm	C <sub>5,0</sub> , 1/100mm
0	1	2	3

\* Sensul de circulație se notează cu:

1 - sens crescător

2 - sens descrescător

\*\* Banda de circulație se notează cu 1, 2, 3, 4, respectându-se numerotarea benzilor de circulație de la dreapta la stânga față de sensul descrescător al drumului.

C 2.4 - citirile pe microcomparator la distanța de 2,4 m

C 5.0 - citirile pe microcomparator la distanța de 5,0 m.

**FORMULAR 2**

**privind prelucrarea rezultatelor măsurătorilor cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman**

Sector de drum Km....Km

Sens de circulație .....

Banda de circulație .....

Nr. curent	d <sub>2,4</sub> 1/100mm	d <sub>5,0</sub> 1/100mm	d 1/100mm	d <sub>i</sub> 1/100mm	d <sub>i</sub> <sup>2</sup> 1/100mm

d<sub>2,4</sub> - valoarea deflexiunii la distanța de 2,4 m se calculează cu formula

$$d_{2,4} = A + BC_{2,4}$$

în care:

A - termenul liber al dreptei de regresie

B - panta dreptei de regresie

C<sub>2,4</sub> - citire pe microcomparator la distanța de 2,4 m, în 0,01 mm

d<sub>5,0</sub> - valoarea deflexiunii la distanța de 5,0 m se calculează cu formula

$$d_{5,0} = A + BC_{5,0}$$

în care:

A - termenul liber al dreptei de regresie

B - panta dreptei de regresie

C<sub>5,0</sub> - citire pe microcomparator la distanța de 5,0 m, în 0,01 mm

d - valoarea deflexiunii corectate în funcție de linia de influență

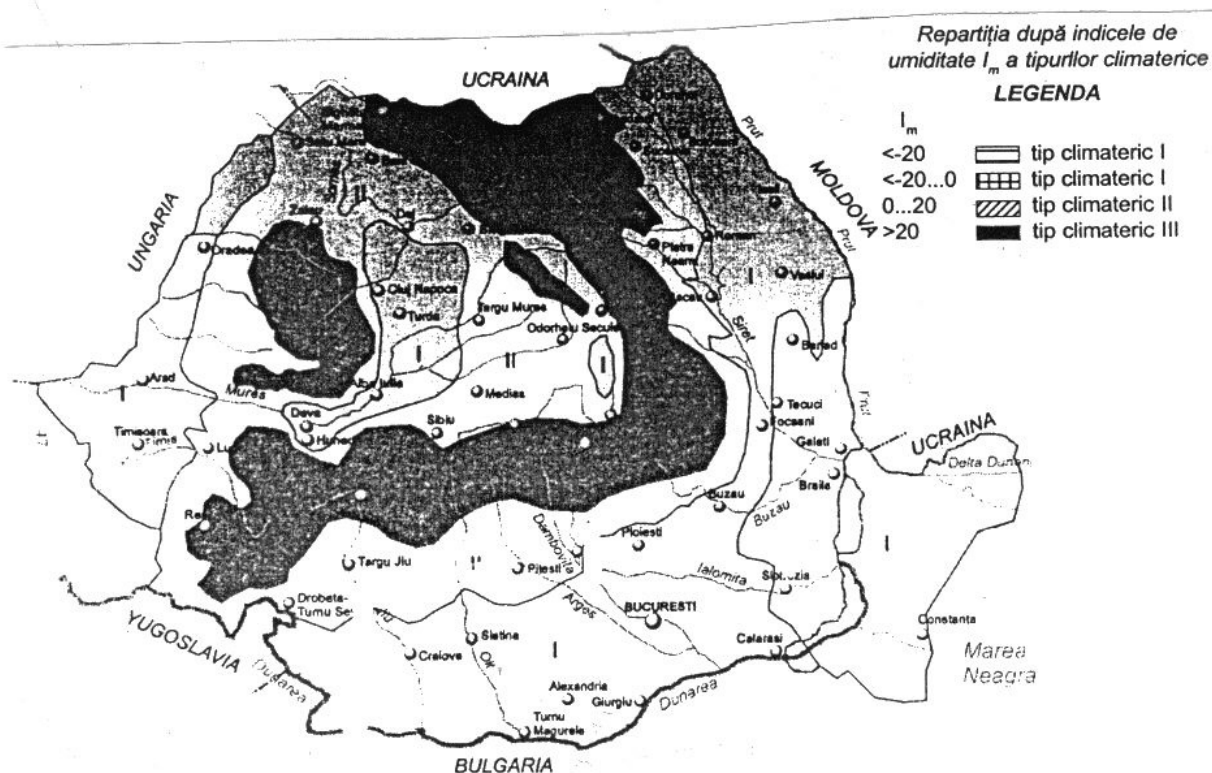
d<sub>i</sub> - valoarea deflexiunii corespunzătoare vechiului etalon

d<sub>i</sub><sup>2</sup> - valoarea deflexiunii corespunzătoare vechiului etalon ridicată la pătrat

[\[top\]](#)

**ANEXA 3**

## REPARTIZAREA TIPURILOR CLIMATICE



[\[top\]](#)

### ANEXA 4

#### Instrucțiuni de funcționare a deflectografului Lacroix

##### CAPITOLUL 1

##### Descrierea deflectografului

**Art. 1.** Deflectograful Lacroix (Anexa 4 [foto 3](#)) se compune dintr-un echipament de măsurare (partea mecanică) montat pe un autocaminon și un echipament electronic de comandă, achiziție și prelucrare a datelor.

##### Secțiunea 1

##### Pârghia de măsurare

**Art. 2.** Pârghia de măsurare (Anexa 4 [foto 4](#)) folosește drept plan de referință pentru măsurările de deflexiune și este confecționată din profile metalice.

În cutiile de măsurare de la capetele brațelor pârghiei se află traductorii și electromagneții. Rulmenții cu role conice fac ca brațele de măsurare să se rotească cu precizie, fără joc lateral. Sub capătul pârghiei și al vârfurilor brațelor de măsurare ca și sub fiecare cutie de măsurare se află tălpi confecționate din aliaj de tungsten călit și fontă. Rola de centrare din fața pârghiei asigură aliniamentul centrului ei ca și amortizarea efortului ce apare la tragerea echipamentului de măsurare spre înainte.

##### Secțiunea a 2-a

##### Cutia de masurare

**Art. 3.** Traductorii și electromagneții constituie partea cea mai importantă a cutiei de măsurare (anexa 4 [foto 5](#)). Mișcarea unghiulară a brațelor de măsurare este transformată în mișcare liniară cu ajutorul unui mecanism electromagnetic. Mișcarea liniară deplasează tija traductorului inductiv. Traductorul inductiv transformă mișcarea tije într-un semnal electric proporțional, pe care îl transmite la unitatea de înregistrare. Șuruburile de siguranță limitează cursa tije traductorilor prevenind deteriorarea lor. Aceste șuruburi trebuie să fie corect reglate, altfel traductorii pot fi iremediabil deteriorați. Cutiile de măsurare sunt etanșeizate cu ajutorul unor dispozitive de etanșare diferențiale.

##### Secțiunea a 3 - a

##### Sistemul de comandă a direcției

**Art. 4.** Centrarea precisă a pârghiei de măsurare este indispensabilă pentru funcționarea continuă și pentru calitatea măsurărilor, în special la curbe. În acest scop, deflectograful este prevăzut cu un sistem de comandă a direcției, proiectat în mod adecvat. Mișcarea longitudinală a arborelui direcției este transformată în mișcare transversală cu ajutorul unui dispozitiv și transmisă la șasiul de ghidaj în formă de V. Acesta se mișcă în lungul unei șine de ghidare determinând astfel centrarea pârghiei de măsurare. Cele două bolțuri de ghidare din spate, ghidează capătul pârghiei pe linia centrului și acționează ca un dispozitiv de siguranță dacă se rupe cablul de tracțiune al sistemului de acționare.

##### Secțiunea a 4-a



### Șasiul de ghidaj

**Art. 5.** Șasiul de ghidaj (Anexa 4 [foto 4](#)) este legat la lanțul transversal prin bolțul de ghidare în urechea bridei de ghidare. El se mișcă în lungul șinei, având o mișcare circulară a cărei rază corespunde cu raza mișcării roților camionului. Șasiul de ghidaj face ca pârghia de măsurare să se găsească mereu pe linia centrului.

### Secțiunea a 5-a

#### Sistem de tracțiune prin cablu (Anexa 4 [foto 6](#))

**Art. 6.** După fiecare măsurare pârghia este trasă înainte la poziția inițială, operație realizată de un troliu antrenat de un sistem bielă - manivelă.

*Procese de control și supraveghere* (Anexa 4 [foto 7](#)).

**Art. 7.** Unitatea PC, monitorul ca și celelalte mecanisme de ghidare și control ale deflectografului se află amplasate pe socluri individuale, în cabina vehiculului.

### Secțiunea a 6-a

#### Înregistrarea electronică a măsurătorilor

**Art. 8.** Datele măsurate sunt preluate de calculator (Anexa 4 [foto 7](#)) prin intermediul unei interfețe și stocate în fișiere tip.

## CAPITOLUL 2

### Calibrarea și etalonarea deflectografului

**Art. 9.** *Se pornește motorul autocamionului*

Se acționează butoanele de alimentare cu energie electrică ale unității de înregistrare și a calculatorului. Componente electronice necesită un timp de încălzire de circa zece minute pentru asigurarea stabilității tensiunii. În acest timp se poate pregăti partea mecanică a echipamentului de măsurare.

**Art. 10.** Punerea pe punct a echipamentului de măsurare

- se detensionează cablul de tracțiune de pe roata tractoare din fața autocamionului (ANEXA 4 [foto 6](#));
- se montează bieleta la roata dublă din spate dreapta (ANEXA 4 [foto 8](#));
- se coboară bolțurile de ghidare a cozii grinzii și se lasă la sol după ce a fost desprinsă din dispozitivul de siguranță;
- se lasă la sol brațele palpatoare după ce au fost scoase inelele de asigurare;
- se centrează grinda în bridă de pe lanțul sistemului de ghidare, apoi ridicarea grinzii de la sol prin așezarea cutiilor de măsurare pe calaje de lemn de 6 cm. grosime;
- se fixează bolțul pe direcție sub aripa stângă față.

**Art. 11.** Echipamentul de măsurare odata poziționat se poate trece la operația de etalonare conform manualului de utilizare a echipamentului.

**Art. 12.** După terminarea etalonării se îndepărtează calajele și se așează pârghia la sol.

**Art. 13.** Se tensionează cablul de tracțiune pe roata tractoare.

Se trec într-un fișier toate datele de identificare necesare măsurărilor (numărul drumului, sensul de mers, banda de măsurare, secțiunea de drum, data efectuării măsurărilor etc.). Aceste operații odată terminate se poate trece la efectuarea măsurărilor.

## CAPITOLUL 3

### Operații de măsurare a deflexiunilor

**Art. 15.** Se așează carul deflectografului pe poziția de lucru (poziția maxim înainte a carului).

**Art. 16.** Se pornește calculatorul și se lansează în execuție programul de achiziționare a datelor.

## CAPITOLUL 4

### Terminarea măsurătorilor

**Art. 17.** După comanda de încetare a achiziției de date, se oprește autocamionul după încă două deplasări ale grinzii. Închiderea calculatorului se face după ce toate datele au fost salvate. Ridicarea echipamentului de măsurare se face în ordine inversă ca la poziționarea lui la sol.

[\[top\]](#)

## ANEXA 5

### Metoda de dimensionare a ranforsărilor cu straturi bituminoase a structurilor rutiere suplă

## CAPITOLUL 1

### Prevederi generale

**Art. 1.** Prezenta metodă se referă la dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a structurilor suplă pe baza măsurărilor de capacitate portantă.

#### Secțiunea 1

##### Domeniu de aplicare

**Art. 2.** Dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare pe baza măsurărilor de capacitate portantă se efectuează pe toate drumurile publice cu structuri rutiere suplă pentru clasele de trafic FOARTE UȘOR...GREU, cu obligativitatea verificării la oboseală.

**Art. 3.** Aplicarea metodei de dimensionare comportă măsurări ale capacității portante a complexului rutier pe toată lungimea drumului pentru care se efectuează proiectul de sporire a capacității portante și examinarea modului de variație în lungul drumului, a deflexiunilor.

**Art. 4.** Aplicarea prezentei metode presupune de asemenea, că au fost efectuate anterior studii care să permită obținerea pentru tronsonul de drum care urmează să fie ranforsat, următoarele date implicate în dimensionarea straturilor de ranforsare:

- modul de alcătuire a structurii rutiere;
- starea de degradare a îmbrăcăminte bituminoase.

## CAPITOLUL 2

### Condiții tehnice

#### Secțiunea 1

##### Alcătuirea straturilor de ranforsare

**Art. 5.** Straturile bituminoase sunt alcătuite din:

- îmbrăcăminte bituminoasă conform SR 174/1, executată în două straturi în cazul în care ranforsarea structurii impune realizarea unor straturi bituminoase cu grosime totală de cel mult 13,0 cm;

- strat de bază din mixtura asfalică conform SR 7970 și îmbrăcăminte bituminoasă în două straturi, în cazul în care ranforsarea structurii rutiere impune realizarea unor straturi bituminoase cu grosime totală mai mare de 13,0 cm.

#### Secțiunea a 2-a

##### Elementele geometrice ale straturilor de ranforsare

**Art. 6.** Grosimea totală minimă constructivă a îmbrăcăminte bituminoase este de 8,0 cm.

Lucrările la care grosimea necesară a straturilor bituminoase de ranforsare este mai mică de 8,0 cm, fac parte din activitatea de întreținere a drumurilor publice sau a străzilor și vor fi tratate în conformitate cu prevederile "Normativului privind întreținerea și repararea drumurilor publice" ind AND 554.

**Art. 7.** Grosimea straturilor de ranforsare este cea prevăzută în proiect. În cazul în care grosimea totală maximă a straturilor bituminoase de ranforsare depășește 18,0 cm, iar eficiența tehnico-economică nu justifică soluția de ranforsare cu îmbrăcăminte din beton de ciment, se prevede soluția de refacere a structurii rutiere.

**Art. 8.** Elementele geometrice ale îmbrăcăminte bituminoase sunt conform SR 174/1, iar cele ale stratului de bază din mixtura asfalică conform SR 7970.

## CAPITOLUL 3

### Principii de dimensionare

**Art. 9.** Dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare se bazează pe criteriul deflexiunii admisibile la suprafața complexului rutier ranforsat, astfel încât acesta să prezinte o stare tehnică bună sau corespunzătoare, pe o perioadă de perspectivă de 10 ani.

**Art. 10.** Metoda de dimensionare a straturilor de ranforsare are următoarele etape de calcul:

- a) împărțirea sectorului de drum în zone omogene (din punctul de vedere al capacității portante);
- b) calculul deflexiunii caracteristice  $d_c$ , pentru fiecare zonă omogenă de drum conform art. 54...57.
- c) stabilirea traficului de calcul și a deflexiunii admisibile;
- d) calculul grosimii necesare a straturilor bituminoase de ranforsare;
- e) verificarea comportării la oboseală a straturilor bituminoase de ranforsare;
- f) verificarea la îngheț - dezgheț a structurii rutiere ranforsate.

## CAPITOLUL 4

### Împărțirea tronsonului de drum în zone omogene

**Art. 11.** Tronsonul de drum se împarte pe fiecare bandă de circulație în zone omogene din punct de vedere al capacității portante, fie prin utilizarea programului de calcul SECTOM, conform Normativ AND 550, fie manual.

a) împărțirea manuală a unui tronson de drum în zone omogene se face prin examinarea variației în lungul drumului a valorilor deflexiunilor și decuparea sectorului în zone caracterizate prin limite diferite de variație a deflexiunilor;

b) existența unor porțiuni de drum sau a unor puncte de măsurare caracterizate prin valori singulare maxime ale deflexiunilor indică fie anomalii locale de drenaj, fie defecte localizate ale complexului rutier (în special ale grosimii reduse ale structurii rutiere). În aceste cazuri se efectuează studii suplimentare pentru stabilirea cauzelor reale ale apariției valorilor singulare maxime ale deflexiunilor și se adoptă o măsură de îmbunătățire a capacității portante a complexului rutier.

## CAPITOLUL 5

### Calculul deflexiunii caracteristice

**Art. 12.** Prelucrarea deflexiunilor măsurate se efectuează pentru fiecare zonă omogenă și bandă de circulație, conform prevederilor capitolelor 6, 7 și 8 în funcție de dispozitivul de măsurare utilizat.

**Art. 13.** Deflexiunea caracteristică implicată în calculul grosimii straturilor bituminoase de ranforsare este corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectograful LACROIX.

În cazul măsurărilor de capacitate portantă efectuate cu deflectometrul cu pârghie tip Benkelman, deflexiunea caracteristică se transformă în valori corespunzătoare tehnicii de măsurare cu deflectograful LACROIX, conform Art. 57 (normativ).

## CAPITOLUL 6

### Stabilirea traficului de calcul și a deflexiunii admisibile

**Art. 14.** La dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare se ia în considerare volumul de trafic de calcul, definit drept număr de osii standard 115 (cu sarcina de 115 kN pe osia simplă) pe banda de circulație cea mai solicitată, echivalent vehiculelor care vor circula pe drum după ranforsare, o perioadă de perspectivă de 10 ani.

**Art. 15.** Osia standard de 115 kN (OS 115) prezintă următoarele caracteristici:

- sarcina pe roțile duble: 57,5 kN;
- presiunea de contact: 0,625 MPa;
- raza suprafeței circulare

echivalente de contact pneu - drum 0,171 m.

**Art. 16.** (1) Traficul de calcul se stabilește pe baza rezultatelor ultimului recensământ general de circulație sau a unor studii de trafic specifice proiectului respectiv, conform prevederilor prescripțiilor tehnice legale în vigoare.

(2) Stabilirea traficului de calcul pe baza structurii traficului mediu zilnic anual în posturile de recenzie aferente sectorului de drum care urmează să fie ranforsat.

(3) În cazul străzilor și în cel al drumurilor județene, comunale și vicinale, în situația în care pe tronsonul de drum supus ranforsării nu a funcționat nici un post de recenzie și nu există nici un post de recenzie, în vederea stabilirii traficului de calcul este necesar să se efectueze un studiu de trafic.

(4) La stabilirea traficului de calcul se va lua în considerare în cadrul studiilor de trafic și posibilitatea de atragere, ca urmare a îmbunătățirii condițiilor de circulație, a unei părți din traficul de pe drumurile existente în zona, precum și de pe alte căi de comunicație.

**Art. 17.** Valoarea deflexiunii admisibile se stabilește în funcție de volumul de trafic de calcul, conform tabelului 1.

Valorile deflexiunii admisibile și ale coeficientului k

Tabelul 1

CLASA DE TRAFIC	Nc m.o.s. pe o bandă	k (cm)	d adm 0.01 mm
FOARTE UȘOR	Sub 0,03	40	75
UȘOR	0,03...0,10	40	70
MEDIU	0,10...0,30	50	65
GREU	0,30...1,00	60	60
FOARTE GREU	1,00...3,00	70	45
EXCEPȚIONAL	Peste 3,00	90	40

## CAPITOLUL 7

### Calculul grosimii necesare a straturilor de ranforsare

**Art. 18.** Grosimea straturilor bituminoase necesare ranforsării (h) se stabilește pentru fiecare zonă omogenă și bandă de circulație cu ajutorul relației:

$$h = k \log^* d_c / d_{adm}$$

în care:

$d_c$  (0,01 mm) - deflexiunea caracteristică,

$d_{adm}$  (0,01 mm) - deflexiunea admisibilă,

k (cm) - coeficient a cărei valoare se stabilește în funcție de clasa de trafic a drumului care se ranfursează.

**Art. 19.** În funcție de clasa de trafic a drumului care se ranfursează, valorile lui K sunt conform tabelului 1.

**Art. 20.** Variația în lungul unui tronson omogen de drum a grosimii straturilor bituminoase de ranforsare se stabilește de proiectant, luându-se în considerare următoarele:

- grosimea minimă constructivă a stratului de rulare este de 8,0 cm;
- în același profil transversal se adoptă valoarea maximă a grosimii straturilor de ranforsare calculată pentru cele două benzi de măsurare (pe cele două benzi de circulație);
- lungimea minimă pe care se adoptă aceeași grosime a stratului de ranforsare este în funcție de posibilitățile utilajului de așternere de a regla grosimea așternută;
- necesitatea realizării unei planeități în profil longitudinal al drumului, corespunzătoare, conform "Instrucțiunilor tehnice privind determinarea planeității suprafeței drumurilor cu ajutorul analizatorului de profil în lung APL 72" ind. AND 563 și a "Instrucțiunilor tehnice privind determinarea planeității drumurilor cu ajutorul BUMP INTEGRATORULUI BI" ind. AND 565.

Se precizează că valoarea grosimii straturilor bituminoase de ranforsare reprezintă o valoare minimă, care trebuie realizată în orice punct pe toată suprafața lungimii de drum pe care a fost adoptată.

**Art. 21.** În cazul în care grosimea straturilor de ranforsare rezultată din proiect are valori mari, se impune efectuarea unor investigații suplimentare și după caz a unor studii speciale pentru eliminarea cauzelor care conduc la o capacitate redusă a complexului rutier.

**Art. 22.** Soluția de ranforsare cu straturi bituminoase a structurilor rutiere suplimentare și semirigide se va stabili și pe considerente economice, în comparație cu costul altor soluții de ranforsare și anume:

- ranforsare cu strat de bază din agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici și straturi bituminoase de ranforsare, conform normativului CD 152;

- ranforsare cu beton de ciment, conform normativului PD 124.

**Art. 23.** Verificarea comportării la oboseală a straturilor bituminoase de ranforsare se efectuează în conformitate cu prevederile "Normativului pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple și semirigide (Metoda analitică), ind. AND 550.

**Art. 24.** Verificarea comportării la oboseală este obligatorie în cazul drumurilor cu trafic încadrat în clasa de trafic GREU.

**Art. 25.** În cazul în care valoarea indicelui de degradare prin oboseală este mai mică de 0,50, grosimea straturilor bituminoase de ranforsare poate fi redusă, cu condiția respectării grosimii minime de la art. 6 și 7.

#### CAPITOLUL 8

##### **Verificarea la îngheț dezgheț a structurii rutiere ranforsate**

**Art. 26.** Structura rutieră ranforsată se verifică la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț, în conformitate cu prevederile STAS 1709/1 și STAS 1709/2.

**Art. 27.** O atenție deosebită se va acorda sectoarelor pe care s-au produs degradări din îngheț - dezgheț.