

# BULETIN TEHNIC RUTIER

Nr. 7, iunie 2001

## CUPRINS

Normativ privind aplicarea soluției antifisură din mortar asfaltic, ind. AND 559-99 .....	3
Normativ privind aplicarea soluției antifisură din mixturi asfaltice cu volum ridicat de goluri, ind. AND 560-99 .....	25
Instrucțiuni tehnice privind determinarea capacității portante a drumurilor cu defectometrul PHONIX FWD MLY 10 000, ind. AND 564-2001 .....	46

### Consiliul de coordonare

Președinte: dr. ing. Mihai BOICU  
Vicepreședinte: dr. ing. Gheorghe LUCACI  
Secretar general: ec. Aurel PETRESCU  
Membri: prof. dr. ing. Stelian DOROBANȚU  
prof. dr. ing. Petru Ionel RADU  
prof. dr. ing. Florin BELC  
prof. dr. ing. Horia ZAROJANU  
prof. dr. ing. Mihai ILIESCU

### Comitetul de redacție

Președinte: ing. Florin DASCĂLU  
Director de redacție: ing. Nicoleta DAVIDES  
Redactor șef: Costel MARIN  
Redactor șef adjuncți: Ion ȘINCA  
Redactor responsabil: Ing. Petru CEGUȘ  
ing. Toma IVĂNESCU  
Grafică: Iulian Stejărel JEREP  
Secretar de redacție: Gabriela BURADA  
Corectură: Raluca RUDINĂ  
Difuzare: sing. Rada VARGA  
Victor Stănescu  
Operator PC: Magdalena BULGARU



ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ  
A DRUMURILOR



ASOCIAȚIA PROFESIONALĂ  
DE DRUMURI ȘI PODURI

# BULETIN TEHNIC RUTIER

Anul I, nr. 7, iulie 2001

ROMANIA  
MINISTERUL TRANSPORTURILOR  
ADMINISTRATIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

3-dul Dinicu Golescu, 38, 77113 București, sector 1  
Tel.: 0-040-1-212.62.03; Fax: 0-040-1-312.09.84

ORDINUL  
DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.

nr. 112  
din 26 august 1999

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 1275 din 8.12.1990, privind regulamentul de organizare și funcționare al Administrației Naționale a Drumurilor, cu modificările ulterioare, în baza Contractului de Management nr. 4121/AN/1994, încheiat cu Ministerul Transporturilor, Dănilă Bucșa - manager al Administrației Naționale a Drumurilor - R.A., emite următorul

ORDIN:

- Art. 1.** Se aprobă „Normativ privind aplicarea soluției antifisură din mortar asfaltic”, ind. AND 569-99.
- Art. 2.** Aducerea la îndeplinire a prezentului Ordin revine DRDP 1 - 7 și CESTRIN.



DIRECTOR GENERAL  
ING. DĂNILĂ BUCȘA

## ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

# NORMATIV

## PRIVIND APLICAREA SOLUȚIEI ANTIFISURĂ DIN MORTAR ASFALTIC

Indicativ AND 559-99

Elaborat de: S.C. INCERTRANS S.A.

Manager general     ing. Ioan CUNCEV  
Director executiv:   Ing. Manole ȘERBULEA  
Elaborator:         chim. Olga ACHIMESCU  
Colaboratori:       ing. Florin DASCĂLU - **AND**  
                          ing. Nicoleta DAVIDESCU - **AND**

## CUPRINS

<b>1. Generalități</b>	
1.1. Obiect și domeniu de aplicare .....	6
1.2. Prescripții generale .....	6
1.3. Notații, definiții, terminologie .....	7
1.4. Referințe .....	8
<b>2. Condiții tehnice</b>	
2.1. Tipurile de mixturi asfaltice .....	9
2.2. Elemente geometrice .....	10
2.3. Materiale .....	11
2.4. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice..	12
<b>3. Prescripții generale de execuție</b>	
3.1. Pregătirea stratului suport .....	14
3.2. Prepararea bitumului modificat .....	16
3.3. Prepararea bitumului aditivat .....	16
3.4. Execuția straturilor bituminoase .....	17
<b>4. Controlul calității lucrărilor</b>	
4.1. Controlul calității materialelor .....	19
4.2. Controlul fabricației și punerii în operă .....	20
4.3. Verificarea compoziției și a caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice .....	20
4.4. Verificarea straturilor bituminoase după execuție .....	21
<b>5. Recepția lucrărilor</b> .....	21
<b>Anexa 1. Tehnologii privind remedierea defecțiunilor îmbrăcămintelor din beton de ciment</b>	
1. Reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice .....	22
2. Reparații cu beton fluidizat cu aditiv superplastifiant .....	23
3. Reparații cu mixturi asfaltice .....	24

## 1. GENERALITĂȚI

### 1.1. Obiect și domeniu de aplicare

1.1.1. Prezentul Normativ se referă la condițiile de execuție a soluției antifisură realizată prin aplicarea unui strat intermediar din mortar asfaltic între suportul rigid și îmbrăcămintea bituminoasă nou executată.

1.1.2. Soluția antifisură care face obiectul prezentului Normativ se aplică la execuția următoarelor lucrări:

- întreținerea, consolidarea, renforșarea sau reabilitarea drumurilor cu îmbrăcăminte din beton de ciment;
- modernizarea drumurilor prin execuția unei îmbrăcămînți bituminoase pe un strat de bază din materiale stabilizate cu lianți hidraulici sau buzzolanici.

### 1.2. Prescripții generale

1.2.1. Ansamblul straturilor rutiere care alcătuiesc o soluție antifisură este constituit din îmbrăcămintea bituminoasă propriu zisă și un strat antifisură care se interpune între suportul rigid și îmbrăcămintea bituminoasă, în scopul încetării fenomenului de transmitere a rosturilor și fisurilor.

1.2.2. În general, îmbrăcămintea bituminoasă se poate executa într-un strat (de uzură) sau în două straturi (de legătură și de uzură), iar mixturile asfaltice utilizate se pot realiza cu bitum pur, cu bitum aditivat, cu bitum modificat sau cu adaos de fibre. În cazul stratului antifisură din mortar asfaltic, de regulă, îmbrăcămintea bituminoasă este constituită dintr-un singur strat, dar se poate realiza și în două straturi atunci când se impune sporirea capacității portanțe.

1.2.3. Stratul antifisură care constituie obiectul prezentului Normativ este alcătuit dintr-un mortar asfaltic care acționează prin conținutul ridicat de lianți și fracțiuni fine. Aplicarea lui nu mărește capacitatea portantă a sistemului rutier.

1.2.4. Stratul antifisură din mortar asfaltic se poate realiza la rândul său din mixturi asfaltice cu bitum pur, aditivat, modificat sau cu adaos de fibre.

Elaborat de:

S.C. INCERTRANS S.A.

Aprobat de:

ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR,  
cu avizul nr. 93/776/23.08.1999

1.2.5. Aplicarea acestui tip de soluție antifisură se stabilește prin proiectul de execuție, pe baza unui studiu tehnico-economic, ținând cont și de următoarele recomandări:

1.2.5.1. Îmbrăcămintea bituminoasă realizată cu bitum modificat cu polimer (care conferă mixturilor asfaltice o creștere a rezistenței la deformații permanente la temperaturi ridicate și a rezistenței la fisurare la temperaturi scăzute) se aplică de regulă pe drumuri de clasă tehnică III, cu trafic greu și foarte greu, precum și la lucrări speciale, justificată din punct de vedere tehnic și economic, prevăzute de Normativul ind. AND 549.

1.2.5.2. Îmbrăcămintea bituminoasă cu bitum aditivat se aplică pe orice categorie de drum situat în zone reci, umede și umbrite, precum și în toate cazurile în care adhezivitatea bitumului față de agregatele naturale este necorespunzătoare, conform Normativului ind. AND 537.

1.2.5.3. Îmbrăcămintea bituminoasă cu adaos de fibre se aplică conform instrucțiunilor tehnice indicativ AND 539 pe drumuri de orice clasă tehnică, în scopul creșterii rezistenței la fisurare și la deformații permanente, în special în zonele cu ecart termic ridicat. În aceste zone, pentru a preveni apariția riscului de fisurare, se impune utilizarea unui conținut mai ridicat de bitum, fapt ce ar avea însă repercursiuni negative asupra comportării la temperaturi ridicate. Adăosul de fibre rezolvă acest impediment permițând aplicarea unui conținut mai ridicat de bitum (amestecarea comorțării la temperaturi scăzute) fără riscul apariției deformațiilor permanente (ameliorarea comportării la temperaturi ridicate).

1.2.6. Stratul antifisură din mortar asfaltic se poate aplica de regulă pe drumuri de orice categorie cu condiția ca în cazul drumurilor de clasă tehnică I și II, mortarul asfaltic (ca și îmbrăcămintea bituminoasă) să se realizeze în mod obligatoriu cu bitum modificat prin adaos de polimeri și/sau adaos de fibre. Utilizarea bitumului modificat sau a adaosului de fibre la celelalte categorii de drumuri este obligatorie numai în cazul unui grad avansat de degradare a suportului sau în cazurile menționate la pct. 1.2.5.1 și 1.2.5.3, iar a bitumului aditivat, în condițiile de la pct. 1.2.5.2.

### 1.3. Notații, definiții, terminologie

1.3.1. Soluția antifisură constituie un complex multistrat alcătuit dintr-o îmbrăcăminte bituminoasă și un strat antifisură care prin structura și compoziția sa are rolul de a încetini fenomenul de apariție a fisurilor în îmbrăcămintea nou executată.

1.3.2. În cuprinsul prezentului Normativ se vor folosi următoarele notații:

- strat AF: strat antifisură;
- EBCR: emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă.

Notafiile (și simbolurile) pentru diversele tipuri de mixturi asfaltice utilizate la execuția îmbrăcăminții bituminoase sunt conform reglementărilor menționate la pct. 2.1.1., iar pentru stratul antifisură la pct. 2.1.2., tabelul 1.

1.3.3 Terminologia utilizată în prezentul Normativ este conform STAS 4032/1.

#### 1.4. Referințe

Proscripțiile tehnice la care se fac referiri în cuprinsul prezentului Normativ sunt următoarele:

STAS 42-68	Bitumuri. Determinarea penetrației
STAS 60-69	Bitumuri. Determinarea punctului de înmuiere. Metoda cu inel și bilă
SR 61:1996	Bitumuri. Determinarea ductilității
SR 174-1:1997	Îmbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice de calitate
SR 174-2:1997	Îmbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice pentru prepararea și punerea în operă a mixturilor asfaltice și recepția îmbrăcăminților executate
STAS 539-79	Filer de calcar, filer de cretă și filer de var stins în pulbere
STAS 662-87	Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră
SR 667:2007	Agregate naturale și piatră prelucrată pentru drumuri. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 730-89	Agregate naturale pentru lucrări de căi ferate și drumuri. Metode de încercare
SR 754:1999	Bitum neparafinos pentru drumuri
STAS 1338/1-84	Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Prepararea mixturilor, pregătirea probelor și confecționarea epruvetelor
STAS 1338/2-87	Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Metode de determinare și încercare
STAS 1338/3-84	Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Tipare și accesorii metalice pentru confecționarea și decodarea epruvetelor
STAS 2900-89	Lucrări de drumuri. Lățimea armușurilor
STAS 4032/1-90	Lucrări de drumuri. Terminologie
STAS 4606-80	Agregate naturale grele pentru betoane și mortare cu lianți naturali. Metode de încercare
STAS 6400-80	Lucrări de drumuri. Stratul de bază și de fundație. Condiții tehnice generale de calitate

STAS 7970-76	Lucrări de drumuri. Stratul de bază din mixturi asfaltice cilindrate executate la cald
STAS 6649-83	Lucrări de drumuri. Rugozitatea suprafeței stratului de rulare. Metode de măsurare
STAS 2877-77	Emulsii bituminoase cationice cu răsare rapidă pentru lucrări de drumuri
STAS 10969/2-87	Lucrări de drumuri. Adezivitatea emulsiilor bituminoase cationice față de agregatele naturale
STAS 10969/3-83	Lucrări de drumuri. Adezivitatea biturilor pentru drumuri la agregatele naturale. Metoda de determinare cantitativă
C 22-92	Normativ privind executarea îmbrăcăminților din beton de ciment la drumuri
C 201-80	Instrucțiuni tehnice pentru folosirea betonului armat cu fire de oțel
AND 527-97	Instrucțiuni tehnice privind prepararea bitumului modificat și a emulsiilor bituminoase cu adăos de polimer
AND 537-97	Normativ privind caracteristicile tehnice ale bitumului neparafinos pentru drumuri
AND 538-98	Normativ privind metodologia de determinare a caracteristicilor bitumului modificat utilizat la execuția lucrărilor de drumuri
AND 539-98	Instrucțiuni tehnice pentru realizarea mixturilor bituminoase stabilizate cu fire de calupză destinate îmbrăcăminților asfaltice rutiere
AND 547-99	Normativ pentru prevenirea și remedierea defecturilor la îmbrăcămințile rutiere moderne
AND 549-99	Normativ privind execuția îmbrăcăminților bituminoase cilindrate la cald realizate cu bitum modificat cu polimeri
AND 550-99	Normativ pentru dimensionarea stratului bituminoos de reforțare a sistemelor rutiere sublo și semirigide
AND 563-99	Normativ privind execuția îmbrăcăminților bituminoase cilindrate la cald realizate din mixtur asfaltice cu bitum aditivat

## 2. CONDIȚII TEHNICE

### 2.1. Tipurile de mixturi asfaltice

2.1.1. Tipurile de mixturi asfaltice utilizate la execuția îmbrăcăminții bituminoase sunt următoarele:

- mixturi asfaltice clasice, cu bitum pur, conform SR 174-1;

- mixturi asfaltice cu bitum modificat prin adăos de polimeri, conform Normativ ind. AND 549;
- mixturi asfaltice cu bitum aditivat conform Normativ ind. AND 553;
- mixturile asfaltice cu adăos de fibre conform Instrucțiunilor tehnice ind. AND 539.

2.1.2. Stratul antifisură este alcătuit din mixturi de tipul mortarului asfaltic în diverse variante conform tabelului 1.

Tabelul 1

Tipul mixturii asfaltice	Simbol	Dimensiunea maximă a granulei, mm
Mortar asfaltic:		
• cu bitum pur	MA8	8
• cu bitum aditivat	MA&A	8
• cu bitum modificat	MAm8	8
• cu adăos de fibre	MA8F	8

## 2.2. Elemente geometrice

2.2.1. Grosimea îmbrăcăminții bituminoase se stabilește prin calcul de dimensionare conform Normativului ind. AND 550, ținând seama de prevederile reglementărilor de la pct.2.1.1. și de valorile constructive (după compactare) prezentate mai jos:

- strat de uzură (indiferent de tipul mixturii asfaltice): min. 4 cm;
- strat de legătură din beton asfaltic deschis cu criblură (indiferent de tipul liantului): min. 4 cm;
- strat de legătură din beton asfaltic deschis cu piatră concasată sau sortat (indiferent de tipul liantului): min. 5 cm.

2.2.2. Grosimea stratului antifisură din mortar asfaltic trebuie să se încadreze în intervalul 2,0... 2,5 cm.

2.2.3. Lățimea îmbrăcăminții și a stratului antifisură, atunci când nu există alte prevederi, rămâne aceeași cu cea a drumului existent cu respectarea prevederilor STAS 2900.

2.2.4. Profilul transversal și longitudinal păstrează, de asemenea, caracteristicile drumului existent, cu respectarea prevederilor SR 174 - 1

2.2.5. Abateri limită la elementele geometrice.

2.2.5.1. Abaterile limită locale admise în minus față de grosimea prevăzută în proiect, pentru fiecare strat în parte, pot fi de maxim 10 %. Abaterile în plus la grosime nu constituie motiv de respingere a lucrării.

2.2.5.2. Abaterile limită locale admise la lățimea îmbrăcăminții bituminoase și a stratului antifisură, sunt cuprinse în intervalul  $\pm 50$  mm.

2.2.5.3. Abaterile limită admise la panta profilului transversal sunt cuprinse în intervalul  $\pm 5$  mm/m, pentru fiecare strat.

2.2.5.4. La cotele profilului longitudinal se admite o abatere limită locală de  $\pm 20$  mm cu condiția respectării pasului de proiectare adoptat.

## 2.3. Materiale

2.3.1. Materialele utilizate la execuția îmbrăcăminții bituminoase sunt cele prevăzute de reglementările tehnice de la pct.2.1.1., funcție de tipul acestora.

2.3.2. Materialele utilizate la execuția stratului antifisură din mortar asfaltic sunt următoarele:

2.3.2.1. Agregate naturale

2.3.2.1.1. Agregatele naturale utilizate la execuția stratului antifisură din mortar asfaltic trebuie să corespundă standardelor respective, după cum urmează:

- nisip de concasare sort 0...3 și criblură sort 3-8, conform SR 667;
- nisip natural sort 0...3, conform STAS 662.

2.3.2.1.2. Pentru evitarea amestecării sau impurificării, fiecare tip și sort de agregat trebuie deozitat separat în padocuri prevăzute cu platforme betonate având pante de scurgere a apei și bariere despărțitoare. Stocurile de agregate naturale trebuie să asigure execuția lucrărilor pentru minim o lună.

2.3.2.2. Fier

2.3.2.2.1. Fierul utilizat la execuția stratului antifisură din mortar asfaltic trebuie să corespundă prevederilor STAS 539.

2.3.2.2.2. Fierul se depozitează în silozuri cu încălzire pneumatică sau în magazine acoperite, ferite de umezeală. Nu se admite folosirea fierului aglomerat.

2.3.2.3. Lianți

2.3.2.3.1. Pentru prepararea mortarului asfaltic se folosesc următoarele tipuri de bitum:

- bitum tip D 60/80 (pentru zonă climatică caldă) și D 80/100 (pentru zonă climatică rece) cu caracteristici conform Normativului ind. AND 537. delimitarea zonelor climatice se face conform SR 174-1,
- bitum aditivat sau modificat, cu caracteristici conform reglementărilor tehnice de la pct.2.1.1.

2.3.2.3.2. Pentru amorsarea stratului suport înainte de execuția fiecărui strat bituminos se folosește de regulă emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă conform STAS 8877.

Pentru amorsarea suprafeței stratului suport din beton de ciment se recomandă utilizarea emulsiei bituminoase cationice cu rupere rapidă pe bază de bitum modificat, cu caracteristici conform tabelului 2.

**Tabellul 2**

Caracteristica	Condiții tehnice	Metoda de determinare
Conținut de bitum, %	60...66	STAS 8877
Omogenitate (rest pe sita de 0,63 mm), % max	0,5	STAS 9877
Stabilitate la stocare, două / zile (rest pe sita de 0,63 mm), % max.	0,5	STAS 9877
Acezivitate, %, min.	85	STAS 10969/2
Caracteristicile bitumului rezidual din emulsie		
- penetratie la 25°C, 1/10 mm	60...100	STAS 42
- revenire elastică la 13°C, %, min	40	Normativ ind. AND 538

2.3.2.3.3. Stația de fabricare a mixturilor asfaltice trebuie să fie dotată cu rezervoare pentru bitum (prevăzute cu sistem de încălzire cu ulei, sistem de înregistrare a temperaturii și pompe de recirculare) și pentru emulsie (așezate în poziție verticală și prevăzute, de asemenea, cu sistem de încălzire până la max. 60-70°C și de recirculare).

Numărul și capacitatea rezervoarelor trebuie să permită deozitarea separată a diverselor tipuri de lianți și un stoc minim care să asigure execuția lucrărilor fără întreruperi.

2.3.2.4. Modificatorul utilizat la prepararea bitumului modificat este un polimer care trebuie astfel selectat încât să fie compatibil cu bitumul și să asigure, prin introducere în bitum într-un procent de max. 5 %, caracteristicile impuse de Normativul ind. AND 549 pentru bitumul modificat.

2.3.2.5. Aditivul utilizat la prepararea bitumului aditivat este un produs tensioactiv care trebuie astfel selectat încât să fie compatibil cu bitumul, stabil la temperatura de lucru și să asigure, prin introducere în bitum într-un procent de max. 1 %, caracteristicile impuse pentru bitumul aditivat de Normativul ind. AND 553.

2.3.2.6. Fibrile utilizate ca adaos la prepararea mixturilor asfaltice pot fi minerale (ex. de sticlă, tip lână) sau organice (ex. celulozice). Ele trebuie să se disperseze ușor și uniform în mixtura asfaltică și să fie agrementate tehnic.

**NOTĂ:** Materialele utilizate trebuie să fie standardizate sau agrementate tehnic și să aibă certificatul de conformitate a calității față de reglementările respective.

## 2.4. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice

2.4.1. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice pentru îmbrăcămintea bituminoasă trebuie să corespundă prevederilor reglementărilor de la pct.2.1.1., funcție de tipul acestora

2.4.2. Limitele procentelor de agregate naturale din cantitatea totală de agregate și conținutul de bitum din mortarul pentru straturile asfaltice sunt prezentate în tabelul 3.

**Tabellul 3**

Caracteristica	Tipul mixturii MAU, MA8A, MA8B, MA8F
Conținut de bitum, %	6,5...9,5
Curba granulometrică a agregatului natural:	
- trece prin ciurul de 16 mm, %	100
- trece prin ciurul de 8 mm, %	90...100
- trece prin ciurul de 3,15 mm, %	40...90
- trece prin sita de 0,63 mm, %	18...50
- trece prin sita de 0,2 mm, %	11...28
- trece prin sita de 0,09 mm, %	10...15

2.4.3. Raportul dintre nisipul natural și nisipul de concasare din mortarul asfalic va fi de 1:1

2.4.4. Abaterile admisiibile față de rețeta prescrisă ale compoziției mixturii asfaltice, determinată conform STAS 1338/2 trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 4.

**Tabellul 4**

Caracteristica	Abaterile maxime admise (%)
Conținut de bitum	± 0,2
Compoziția granulometrică, fracțiuni, mm:	
8...16	± 5
3,15...8	± 5
0,63...3,15	± 4
0,2...0,63	± 3
0,09...0,2	± 2
0...0,09	± 1,5

2.4.5. Caracteristicile fizico-mecanice ale mortarului asfalic, determinate pe epruvele cubice și cilindrici Marshall, la e laborarea dozelelor și pe parcursul execuției lucrărilor, trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 5.

Încercările se efectuează conform STAS 1338/1, 2, 3, cu mențiunea că cilindrici Marshall, în cazul mixturilor cu bitum modificat se compactează la 145°C prin aplicarea a câte 75 lovituri pe fiecare parte.

Tabelul 5

Caracteristici	MA8, MA8A, MA8B, MA8F
<b>I. Încercări pe cilindri Marshall</b>	
Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup> , min.	2200
Absorbție de apă, %, vol.	2...6
Stabilitate la 60°C, kN, min.	6,0
Indice de curgere, mm	1,5...4,5
<b>II. Încercări pe epruvete cubice</b>	
Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup> , min.	2150
Absorbție de apă, %, vol.	2...7
Rezistența la compresie la 22°C, N/mm <sup>2</sup> , min.	2,5
Rezistența la compresie la 50°C, N/mm <sup>2</sup> , min.	0,5
<b>III. Încercări pe plăcuțe extrase din îmbrăcăminte</b>	
Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup> , min.	2150
Absorbție de apă, %, vol.	2...7
Grad de compactare, %, min.	96

### 3. PRESCRIȚII GENERALE DE EXECUȚIE

#### 3.1. Pregătirea stratului suport

Înainte de așternerea mixturii asfaltice, stratul suport trebuie remediat, adus la cotele prevăzute în proiect, curățat și amorsat. Se recomandă ca lucrările de pregătire a stratului suport să fie efectuate de către antreprenor.

3.1.1. Remedierile se vor efectua, funcție de degradările existente, conform Normativului ind. AND 547 pentru prevenirea și remedierea defectiunilor la îmbrăcăminte în rutiere moderne, după cum urmează:

##### 3.1.1.1. Rosturi, fisuri și crăpături

###### a) Rosturi

Toate rosturile decolmate sau cu alte defecte se vor remedia prin scuturarea materialului existent, curățarea rostului și uscarea acestuia prin suflare cu aer comprimat, urmată de amorsarea și colmatarea lui:

- la cald, cu mastic bituminos cu adăos de cauciuc sau cu mastic cu bitum modificat;
- la rece, cu materiale speciale de colmatare conform (Normativului ind. C22).

Pentru rosturile cu deschideri peste 3 cm transversale sau longitudinale, colmatarea se poate face cu mortar asfaltic cu bitum modificat - cu polimer sau cu pudră.

Excesul de mastic sau mortar se va remedia prin îndepărtarea excesului cu un răzuitor cu lamă metalică încălzită sau cu o șpatulă.

###### b) Fisuri și crăpături

Fisurile și crăpăturile vor fi remediate, în funcție de lungimea deschiderii lor:

a) În cazul fisurilor pasive acestea se colmatează fie cu mortar pe bază de rășini epoxidice (Anexa 1) sau prin unul din următoarele procedee:

- la fisurile fine cu deschidere până la 1mm, se toarnă direct în ele emulsie bituminosă cu rupere rapidă, după o ușoară lărgire prealabilă și curățare prin suflare cu aer comprimat;
- fisurile cu deschideri de 1...3 mm se curăță și se colmatează cu un mastic la rece pe bază de filler de calcar și emulsie bituminosă caionică.

b) În cazul fisurilor active și a crăpăturilor acestea se tratează cu rastur și se colmatează cu mastic bituminos la cald sau la rece, conform pot. 3.1.1.1.a.

##### 3.1.1.2. Degradări de suprafață

a) Suprafața exfoliată sau pelada se va remedia prin aplicarea uneia din următoarele soluții:

- repararea cu mortar pe bază de rășini epoxidice (Anexa 1);
- repararea cu beton de ciment armat cu fibre de oțel, conform Normativului ind. C 201. În ambele cazuri suprafața care se remediază, se curăță și se pregătește în prealabil.

b) Dalele rupte (ruperi de margini, ruperi de colțuri, fisuri la colțuri) vor fi remediate, în funcție de mărimea acestora, astfel:

- în cazul unor rupturi mici locale se execută reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice (Anexa 1);
- în cazul în care ruptura afectează întreaga grosime a dalei, repararea se face prin spargerea și decaparea în adâncime a betonului din zona afectată, după un contur dreptunghiular cu 10 cm mai mare decât dimensiunile zonei degradate și completarea golului rezultat cu beton fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1).

c) Repararea gropilor se va face prin plombare cu mortar de ciment pe bază de rășini epoxidice sau cu mixtură asfaltică (Anexa 1).

d) Remedierea faianțării se va face prin înlocuirea dalei faianțate cu beton fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1) după ce terenul de fundație și straturile de fundație au fost asanate.

e) În cazul distrugerii totale a unor dale (faianțări, gropi și tasări) acestea vor fi înlocuite cu dale noi turnate la fața locului din beton fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1).

f) Pentru remedierea dalelor tasate se vor adopta următoarele metode:

- ridicarea dalelor tasate, cu diverse procedee folosindu-se în acest scop vinciuri, traverse metalice etc. și umplerea spațiului gol de sub dală cu mortar slab de var și ciment ce se introduce sub presiune prin găuri practicate special în acest scop în dale;



- acoperirea dalei tasate, în cazul în care prezintă și alte tipuri de defecțiuni (crăpături și taiantări) cu o dală nouă din beton rutier fluidizat cu aditiv superelastifiant (Anexa 1).
- g) Remedierea fononemului de pompat; se va efectua prin:
- eliminarea surselor care alimentează cu apă terenul de fundație, prin opțarea și evacuarea acestora;
  - umplerea golurilor de sub dală prin injectarea de mortar cu țanți hidrolici.
- h) Suprafețele acoperite cu dală cu amestec asfaltic și care prezintă defecțiuni vor fi frezate.
- i) Suprafețele șefuite care nu asigură aderența la stratul antiferă vor fi stricte transversal cu ajutorul unei mașini cu discuri diamantate, realizându-se straturi de 3 mm adâncime și 5...7 mm lățime, la o distanță de 50...100 mm între ele.

**NOTĂ:** Pentru remedierea stratului suport se pot folosi, cu avizul beneficiarului și alte materiale sau procedee adecvate, decât cele recomandate mai sus, agromentare tehnic.

3.1.2. Reprofierea stratului suport se va efectua cu amestec asfaltic la cald sau prin frezare.

3.1.3. După execuția remedierilor și a reprofiării, stratul suport trebuie să îndeplinească prevederile prevăzute de STAS 6400 sau STAS 7970.

3.1.4. Curățarea stratului suport se va efectua atât înainte de execuția remedierilor cât și înainte de aplicarea straturilor bituminoase, prin măturarea cu perii mecanice, suflare cu aer comprimat, spălare cu apă sub presiune.

3.1.5. Amorsarea stratului suport se va efectua după uscarea acestuia, prin stroșirea cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, pe bază de bitum pur sau modificat. Amorsarea se aplică de asemenea, și înainte de execuția oricărui strat bituminos.

Dozajul de țanți pentru amorsarea stratului suport din beton de ciment se va stabili astfel încât să se asigure o cantitate de 0,3...0,5 kg bitum rezidual/m<sup>2</sup> iar la amorsarea unui strat suport bituminos se va asigura un dozaj de 0,2 kg bitum rezidual/m<sup>2</sup>. Amorsarea se va efectua mecanizat pentru asigurarea omogenității suprafeței.

### 3.2. Prepararea bitumului modificat

Prepararea bitumului modificat se realizează în instalații speciale, conform Normativului Ina. AND 549 și a instrucțiunilor tehnice indicativ AND 527.

### 3.3. Prepararea bitumului aditivat

Prepararea bitumului aditivat se realizează conform Normativului Ina. AND 553.

### 3.4. Execuția straturilor bituminoase

3.4.1. Prepararea, transportul și punerea în operă a amestecurilor asfaltice cu bitum pur, bitum aditivat, bitum modificat sau cu adăos de fibre pentru îmbrobănzirea bituminoasă și straturile antiferă se execută conform reglementărilor tehnice de la pct. 2.1.1., cu următoarele precizări:

- punctul de stocare a amestecurilor trebuie să fie termizat al sau prevăzut cu sistem de încălzire.
- regimul termic aplicat la prepararea amestecurilor asfaltice și la punerea acestora în operă trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 6:

Tabelul 6

Faza tehnologică	Amestecuri asfaltice cu:			
	bitum pur	bitum aditivat	bitum modificat	adăos de fibre
Agregate naturale la ieșire din uscător, °C	170...185	170...185	175...190	170...185
Bitum la intrare în malaxor, °C	150...165	150...160	165...180	155...165
Amestec asfaltic:				
• la ieșire din malaxor, °C	160...170	160...170	175...180	165...175
• la așternere, °C, min.	145	160	160	165
• la compactare:				
- început, °C, min.	140	145	155	160
- sfârșit, °C, min.	110	110	120	110

- transportul amestecurilor asfaltice se face în autocamioane basculante cu benă termizoilantă sau acoperite cu prelată.
- necesarul mijloacelor de transport pentru amestec asfaltic se stabilește în funcție de distanța de transport, prin corelarea dintre capacitatea acestora, productivitatea stației și a repartizatorului astfel încât așternerea amestecului să se realizeze de cât posibil fără întreruperi.
- așternerea amestecurilor asfaltice se face numai mecanizat cu repartizatoare - finsoare care să asigure precompactarea și așternerea continuă, la grosime constantă.
- punerea în operă a amestecurilor asfaltice se face în anotimpul cald (aprilie-octombrie), la temperaturi atmosferice de min. 10°C; așternerea amestecului se întrerupe pe ploaie (reunându-se numai după uscarea suportului) sau vânt puternic.
- operația de compactare a amestecurilor asfaltice se execută imediat după așternere.
- atelele de compactare va fi constituit dintr-un compactor cu pneuri și unul cu rulare netedă de 80 - 120 kN, compactarea stratului antiferă se va face fără vibrație.

- numărul optim de treceri al fiecărui compactor, se stabilește prin încercări pe un sector experimental de drum (aplicând aceleași tipuri de mixturi și aceeași grosime a straturilor), înainte de a se trece la execuția lucrărilor, dar nu va fi mai mic decât cel prevăzut în tabelul 7.

Tabelul 7

Tipul stratului	Nr. minim de treceri pentru atelierul de compactare:		
	A		B
	Compactor cu pneuri de 150 kN	Compactor cu rulare netedă de 120 kN	Compactor cu rulare netedă de 120 kN
Uzură	10	4	12
Legătură	12	4	14
Antifisură:			
• mortar asfaltic	10	4	12

- suprafața stratului se controlează în permanență, micile denivelări care eventual apar trebuind corectate după prima trecere a compactorului, pe toată lățimea benzii.
- la reluarea lucrului pe banda adiacentă sau în cazuri excepționale pe aceeași bandă zonele diferite rosturilor se taie pe toată grosimea stratului astfel încât să rezulte o muchie vie verticală, și se amorsează;
- pentru toate tipurile de mixturi asfaltice, în cazul execuției îmbrăcăminții bituminoase în două straturi, rosturile de lucru transversale și longitudinale ale stratului de uzură, se decalază cu cel puțin 10 cm față de cele ale stratului de legătură. În mod similar se procedează în cazul execuției, în cazul îmbrăcăminții bituminoase dintr-un strat (covor asfaltic) aplicat pe stratul antifisură din mortar asfaltic. Atunci când îmbrăcămintea se realizează din două straturi rosturile de lucru ale straturilor se execută întretesut.

3.4.2. Celelalte operații privind prepararea mixturilor, transportul, așternerea, compactarea și tratarea rosturilor se realizează conform SR 174-2, indiferent de tipul mixturii asfaltice (cu bitum pur, aditivat sau modificat, cu adăos de fibre, pentru straturi de uzură, de legătură sau antifisură).

#### 4. CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Controlul calității lucrărilor de execuție a straturilor bituminoase se efectuează de către antreprenor pe faze, după cum urmează:

- controlul calității materialelor,
- urmărirea procesului tehnologic de execuție a stratului antifisură și de fabricare și punere în operă a mixturilor asfaltice;
- controlul calității mixturilor asfaltice și a straturilor bituminoase.

#### 4.1. Controlul calității materialelor

4.1.1. Prin contractele încheiate de constructor cu diversi furnizori, aceștia vor garanta îndeplinirea tuturor condițiilor de calitate impuse prin prezentul normativ și prin normele de livrare, agregatelor naturale, fierului, aditivului, fibrelor, modificatorului, bitumului pur și bitumului modificat.

4.1.2. La elaborarea dozașelor pentru mixtura asfaltică (pentru îmbrăcămintea bituminoasă sau stratul antifisură) materialele componente ale mixturilor asfaltice se verifică conform reglementărilor de la pct.2.3. de către laboratorul executanțului sau un alt laborator de specialitate, autorizat.

4.1.3. La aprovizionare pe fiecare lot și pe parcursul execuției lucrărilor (săptămânal), componenții mixturilor se verifică de către laboratorul de șantier după cum urmează:

a) Bitum:

Caracteristici	Bitum pur	Bitum aditivat	Bitum modificat	Metoda de analiză
Punct de înmuiere IB	x	x	x	STAS 60
Penetrație la 25°C	x	x	x	STAS 42
Ductilitate la 25°C	x	x	x	SR 61
Revenire elastică la 13°C	-	-	x	Normativ ind. AND 538
Adezivitate	x	x	x	STAS 10969/3

b) Cribluri:

- natura mineralogică (examinare vizuală), STAS 4606;
- granulozitate, STAS 730;
- conținut de fracțiuni sub 0,09 mm, STAS 730;
- conținut de argilă, STAS 730;
- coeficient de formă, STAS 730.

c) Nisip de concasare:

- granulozitate, STAS 730;
- coeficient de activitate, STAS 730;
- conținut de corpuri străine, STAS 4606.

d) Nisip natural:

- granulozitate, STAS 4606;
- echivalent de nisip, STAS 730;
- materii organice, STAS 4606;
- conținut de corpuri străine, STAS 4606.

e) Fier

- finete, STAS 539;
- umiditate, STAS 539.

## 4.2. Controlul fabricației și punerii în operă

4.2.1. Înainte de începerea lucrărilor se va proceda la:

- controlul reglajului instalației de preparare a amestecului de agregate naturale, bitum și filler, înregistrarea temperaturilor, funcționarea malaxorului etc.);
- transpunerea rețetei pe stație, aceasta fiind adaptată în cazul în care apar modificări ale condițiilor de lucru sau ale materialelor (în special în ceea ce privește granulozitatea agregatelor naturale) față de situația existentă în momentul elaborării dozajelor;
- verificarea modului de pregătire a stratului suport: remediere, reprofilare, curățare, amorsare.

4.2.2. Pe parcursul execuției lucrărilor se verifică:

- umiditatea agregatelor naturale (zilnic înainte de începerea lucrărilor și după ploaie) și conținutul de impurități al acestora (permanent);
- încadrarea granulozității amestecului de agregate naturale de pe banda de alimentare a uscătorului și a amestecului de agregate și filler (la ieșire din malaxor, fără să se adauge liant) în zona granulometrică prescrisă pentru tipul respectiv de mixtură precum și ale abaterilor față de rețeta prescrisă în limitele admisiibile (tabelele 3 și 4) (la începerea lucrărilor pentru fiecare tip de mixtură);
- respectarea temperaturilor prescrise pentru bitum, agregate naturale, mixtură asfaltică (la ieșire din malaxor, așternere și compactare) (permanent);
- compoziția mixturii (conținutul de bitum și granulozitatea agregatului natural) prin prelevare de probe conform pct.4.3;
- modul de compactare (permanent);
- modul de tratare a rosturilor (permanent);
- uniformitatea suprafeței (permanent);
- grosimea stratului (permanent).

## 4.3. Verificarea compoziției și a caracteristicilor fizico-mecanice ale amestecurilor asfaltice

4.3.1. Verificările se efectuează pe:

- probe de mixtură prelevate de la instalația de preparare sau de la așternere (câte 2 probe a câte 10 kg pentru fiecare tip de mixtură la fiecare 200-400 l mixtură fabricată, în funcție de productivitatea instalației);
- carote prelevate după 20 zile de la darea în circulație a îmbrăcămintii bituminoase (o placă de 40 x 40 cm sau 2 carote cilindrice pentru fiecare 7000 m<sup>2</sup> suprafața executată).

4.3.2. Verificarea compoziției amestecurilor asfaltice se face conform STAS 1338/2, urmându-se încadrarea în limitele din tabelul 4 privind abaterile față de rețeta prescrisă.

4.3.3. Verificarea caracteristicilor fizico-mecanice ale amestecurilor asfaltice se efectuează conform STAS 1338/2

4.3.4. Investigațiile efectuate pe carote conform STAS 1338/2 vor include cel puțin următoarele încercări, verificări și constatări:

- aspectul suprafeței;
- aderența dintre straturi;
- grosimea stratului;
- densitatea aparentă și absorbția de apă pe probe intacte;
- compoziția mixturii;
- densitate aparentă și stabilitatea Marshall pe epruvele confecționate din mixtura reîncălzită

## 4.4. Verificarea straturilor bituminoase după execuție

4.4.1. Verificarea gradului de compactare, a uniformității și a elementelor geometrice ale stratului întinsură se efectuează conform SR 174-2. Gradul de compactare va fi de min. 96 %, iar abaterile maxime admisibile de la elementele geometrice se vor încadra în limitele prevăzute la pct.2.2.5.

4.4.2. Verificarea gradului de compactare, a elementelor geometrice, ale uniformității și ale rugozității îmbrăcămintii bituminoase se face conform SR 174-2 cu încadrarea în limitele prevăzute de SR 174-1.

## 5. RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Recepția preliminară și finală a lucrărilor se face conform prevederilor SR 174-2.

## TEHNOLOGII PRIVIND REMEDIEREA DEFECTIUNILOR ÎMBRĂCĂMINȚILOR DIN BETON DE CIMENT

### 1. Reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice

Una dintre cele mai eficiente tehnologii de reparare a îmbrăcăminților din beton de ciment (care prezintă degradări de tipul gropi mici, rupeți de margini, dale, fisuri și crăpături), este metoda care utilizează mortarul epoxidic, care se întărește rapid, are o aderență perfectă față de betonul de ciment vechi și asigură obținerea unor rezistențe mecanice superioare.

Lucrările de reparare cu acest procedeu se realizează la temperaturii de lucru cuprinse între 15°C și 30°C.

Rășinile epoxidice folosite ca liant se livrează și se folosesc sub forma a două componente, epoxidice și de întărire, care se amestecă în proporția indicată de producător (de la 4...5/1 până la 1/1).

Pentru prepararea mortarului epoxidic, se utilizează ca liant rășina epoxidică, (amestecul celor 2 componente) iar ca agregat se utilizează nisip natural cu granulație 0...3 mm. Raportul liant/agregat este de 1/3 - 1/4.

Procesul tehnologic cuprinde următoarele faze principale:

- pregătirea suprafeței betonului cu defecțiuni, frecare cu peria de sârmă și suflarea cu aer comprimat pentru îndepărtarea materialelor neaderente și a prafului, astfel ca suprafața betonului să fie perfect curată, uscată și fără pete de ulei sau bitum;

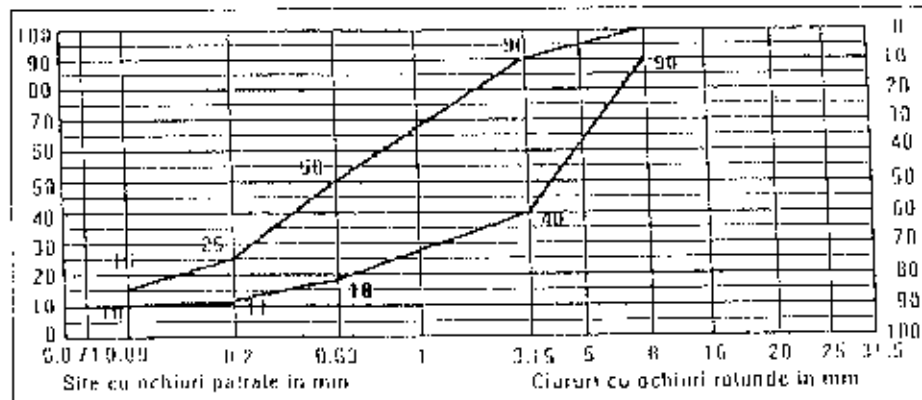


Fig. 1 - Limitele granulozității agregatelor naturale pentru mortarul asfaltic antifisură

- amorsoarea suprafeței betonului prin aplicarea unui film subțire de liant epoxidic;
- prepararea mortarului epoxidic manual sau mecanic în șarje de max. 5 kg și asternalerea imediată a acestuia (maximum 25 minute de la preparare);
- protejarea suprafeței degradate de acțiuni mecanice, ploaie sau insolatăii timp de 6 ore de la execuție.

### 2. Reparații cu beton fluidizat cu aditiv superplastifiant

Remediarea defecțiunilor din beton de ciment (de tipul rupturi care afectează întreaga grosime a dalei, și care necesită înlocuirea parțială sau totală a dalei degradate) se face prin utilizarea betonului rutier fluidizat cu aditiv superplastifiant (ex. FLUBET, PLAST BETON sau alte produse agrementate tehnic), conform Instrucțiunilor tehnice ind. CD 146-84.

Betonul se prepară în stații fixe sau la punctul de lucru în betoniere mobile folosindu-se dozele pentru agregate, ciment, apă și aditivi plastifianți conform prevederilor Instrucțiunilor tehnice ind. CD 146-84. Marca betonului utilizat va fi aceeași cu cea a betonului din stratul de uzură a dalei, ce se repară.

Tehnologia de execuție a reparațiilor cu beton fluidizat cu aditiv este următoarea:

- se sparge suprafața degradată pe toată grosimea dalei cu ciocanul pneumatic, după o formă regulată la o distanță cu 10 cm în plus față de marginea degradării pe mai mult de jumătate din suprafață și se înlocuiește în întregime;
- se îndoaștează părțile sparte și particulele neaderente din betonul vechi;
- se montează, dacă este cazul, cofraje laterale din dulapi de lemn sau longrine și se amenajează rosturile existente;
- se spală cu apă suprafețele verticale de contact ale betonului vechi și se amorsoază cu lapte de ciment;
- se transportă betonul și se toarnă direct prin cărgere liberă în interiorul zonei decupate;
- se compactează stratul de beton cu utilaje de compactare vibratoare (plăci, grindă sau vibratoare de adâncime) pentru îndepărtarea aerului inclus mecanic la curgerea betonului;
- se finisează și se ștriază suprafața betonului proaspăt după care se protejează cu pelicule de protecție sau cu un strat de nisip umed.

Porțiunile de drum reparate cu beton rutier fluidizat cu aditiv se pot da în circulație la minimum 7 zile de la execuție în cazul când temperatura atmosferică este de peste 25°C.

### 3. Reparații cu mixturi asfaltice

În cadrul lucrărilor de pregătire a stratului suport, reparația dațelor din beton de ciment cu mixturi asfaltice se execută de regulă în cazul pământării gropilor. Tipul mixturii asfaltice utilizate pentru reparații se stabilește în funcție de adâncimea degradării (de ex. degradările cu adâncime sub 3 cm se repară cu mortar asfaltic). Trebuie acordată o atenție deosebită acrosării stratului bituminos la vechea îmbrăcăminte din beton de ciment.

În cazul suprafețelor cu fisuri și crăpături active, în vederea evitării transmiterii lor la suprafața mixturii, se poate interzice între beton și mixtură straturi separatoare din plasă de sârmă, plasă din fire de plastic, materiale geosintetice etc.

Tehnologia de execuție a reparațiilor cu mixturi asfaltice este următoarea:

- suprafața care urmează să fie acoperită cu mixtură, se curăță temeinic cu perii piessava sau prin suflare cu aer comprimat;
- suprafața curățată se amorsează cu emulsie bituminoasă cu rupere rapidă ( $1 \text{ kg/m}^2$ ) care se aplică pe toată suprafața, manual cu ajutorul unei perii sau mecanic, cu un dispozitiv de pulverizare;
- mixtura asfaltică, preparată la cald în instalații specifice după tehnologii obișnuite, se transportă la locul de punere în operă și se așterne manual la o temperatură de minim  $140^\circ\text{C}$ ;
- stratul de mixtură se așterne în mod uniform la cotele necesare și se compactează cu mâna de mână sau cu compactoarele cu rulare netede de mică presiune.

**NOTĂ:** La lucrările de reparații ale îmbrăcămintelor din beton de ciment se pot aplica și alte procedee, cimentate tehnic, bazate pe utilizarea mixturilor asfaltice (ex. Produsele bituminoase speciale cu adăos de polimer, fibre și agregate naturale, realizate practic pe principiul asfaltului turnat și aplicate după decoperea suprafeței degradate, curățarea perfectă și încălzirea suprafeței cu un jet de aer cald, sub presiune).

ROMANIA  
MINISTERUL TRANSPORTURILOR  
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

B-dul Din cu Golescu, 38, 77113 București, sector 1  
Tel.: 0-040-1-212.62.01; Fax: 0-040-1-312.09.84

ORDINUL  
DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.

nr. 113  
din 26 august 1999

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 1275 din 8.12.1998, privind regulamentul de organizare și funcționare al Administrației Naționale a Drumurilor, cu modificările ulterioare, în baza Contractului de Management nr. 4121/AN/1994, încheiat cu Ministerul Transporturilor, Dănilă Bucșa - manager al Administrației Naționale a Drumurilor - R.A., emite următorul

ORDIN:

- Art. 1.** Se aprobă „Normativ privind aplicarea soluției antifisură din mixturi asfaltice cu volum ridicat de gauri”, ind. AND 520-99
- Art. 2.** Aducerea la îndeplinire a prezentului ordin revine DRDP1 - 7 și CESTRIN.



**NORMATIV**  
**PRIVIND APLICAREA SOLUȚIEI ANTIFISURĂ**  
**DIN MIXTURI ASFALTICE CU VOLUM RIDICAT DE GOLURI**

Indicativ AND 560-99

Elaborat de: S.C. INCERTIRANS S.A.

Manager general: Ioan CUNCEV

Director executiv: ing. Mariale ȘERBULEA

Flaborator: chim. Olga ACHIMESCU

Colaboratori: ing. Florin DAȘCĂLU - AND

ing. Nicoleta DAVIDESCU - AND

<b>1. Generalități</b>	
1.1. Obiect și domeniul de aplicare	28
1.2. Prescripții generale	28
1.3. Notații, definiții, terminologie	29
1.4. Referințe	30
<b>2. Condiții tehnice</b>	
2.1. Tipurile de mixtură asfaltică	31
2.2. Elemente geometrice	32
2.3. Materiale	32
2.4. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice	34
<b>3. Prescripții generale de execuție</b>	
3.1. Pregătirea stratului suport	35
3.2. Prepararea bitumului modificat	38
3.3. Prepararea bitumului aditivat	38
3.4. Execuția straturilor bituminoase	38
<b>4. Controlul calității lucrărilor</b>	
4.1. Controlul calității materialelor	40
4.2. Controlul fabricației și punerii în operă	41
4.3. Verificarea compoziției și a caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice	42
4.4. Verificarea straturilor bituminoase după execuție	42
<b>5. Recepția lucrărilor</b>	42
<b>Anexa 1. Tehnologii privind remedierea defecțiunilor îmbrăcămintilor din beton de ciment</b>	
1. Reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice	43
2. Reparații cu beton fluidizat cu aditiv superplastifiant	43
3. Reparații cu mixtură asfaltică	44

## 1. GENERALITĂȚI

### 1.1. Obiect și domeniu de aplicare

1.1.1. Prezentul Normativ se referă la condițiile de execuție a soluției antifisură realizată prin aplicarea unui strat intermediar din mixturi asfaltice cu volum ridicat de goluri între suportul rigid și îmbrăcămintea bituminoasă nou executată.

1.1.2. Soluția antifisură care face obiectul prezentului Normativ, se aplică la execuția lucrărilor de întreținere, consolidare, ranforsare sau reabilitare a drumurilor cu îmbrăcămintă din beton de ciment.

### 1.2. Prescripții generale

1.2.1. Ansamblul straturilor rutiere care alcătuiesc o soluție antifisură este constituit din îmbrăcămintea bituminoasă propriu-zisă și un strat antifisură care se interpune între suportul rigid și îmbrăcămintea bituminoasă.

1.2.2. În general, îmbrăcămintea bituminoasă se poate executa într-un strat (de uzură), respectiv covor asfaltic sau în două straturi (de legătură și de uzură), iar mixturile asfaltice utilizate se pot realiza cu bitum pur, cu bitum aditivat, cu bitum modificat sau cu adaos de fibre. În cazul prezentului Normativ, îmbrăcămintea bituminoasă este de tip covor asfaltic.

1.2.3. Stratul antifisură care constituie obiectul prezentului normativ este alcătuit dintr-o mixtură asfaltică foarte deschisă (volum de goluri peste 20 %).

Aceasta nu mărește capacitatea portantă a sistemului rutier și acționează în scopul încetinirii fenomenului de transmitere a fisurilor prin structura și compoziția sa specifică: curba granulometrică practică discontinuă, cu conținut ridicat de agregat mare (criblură sort 16...25).

1.2.4. Stratul antifisură din mixtură asfaltică cu volum ridicat de goluri se poate realiza la rândul său pe bază de bitum pur, bitum aditivat, bitum modificat sau cu adaos de fibre.

1.2.5. Aplicarea acestui tip de soluție antifisură se stabilește prin proiectul de execuție, pe baza unui studiu tehnico-economic, ținând cont de prevederile de la pct. 1.2.6. și de următoarele recomandări:

- Îmbrăcămintea bituminoasă realizată cu bitum modificat cu polimer (care conținea mixturilor asfaltice o creștere a rezistenței la deformări permanente la temperaturi ridicate și a rezistenței la fisurare la temperaturi scăzute) se aplică de regulă pe drumuri de clasă tehnică I - II, cu trafic greu și foarte greu, precum și la lucrări speciale, justificate din punct de vedere tehnic și economic, prevăzute de Normativul indicativ AND 549.
- Îmbrăcămintea bituminoasă cu bitum aditivat se aplică de orice categorie de drum și totuși în zone reci, umede și umorite, precum și în toate cazurile în care adhezivitatea bitumului, față de agregatele naturale este necorespunzătoare, conform Normativului indicativ AND 553.
- Îmbrăcămintea bituminoasă cu adaos de fibre se aplică conform Instrucțiunilor tehnice indicativ AND 539 pe drumuri de orice clasă tehnică, în scopul creșterii rezistenței la fisurare și la deformări permanente, în special în zonele cu ecart termic ridicat. În aceste zone, pentru a preveni riscul de fisurare, se impune utilizarea unui conținut mai ridicat de bitum, fapt ce ar avea însă repercursiuni negatve asupra comportării la temperaturi ridicate. Adaosul de fibre rezolvă acest impiedicament permițând aplicarea unui conținut mai ridicat de bitum (ameliorarea comportării la temperaturi scăzute) fără riscul apariției deformațiilor permanente (ameliorarea comportării la temperaturi ridicate).

1.2.6. Stratul antifisură din mixtura asfaltică cu volum ridicat de goluri (soluție foarte economică) se aplică pe drumuri de clasă tehnică 4 - V, cu capacități portanță corespunzătoare, în cazul în care la execuția lucrărilor se pot utiliza straturi cu grosimea totală de circa 12 cm (8 cm strat AF + 4 cm covor asfaltic).

### 1.3. Notății, definiții, terminologie

1.3.1. Soluția antifisură constituie un complex multistrat alcătuit dintr-o îmbrăcămintea bituminoasă și un strat antifisură care prin structura și compoziția sa are rolul de a încetini fenomenul de apariție a fisurilor în îmbrăcămintea nou executată.

1.3.2. În cuprinsul prezentului normativ se vor folosi următoarele notații:

- strat AF - strat antifisură;
- MAD 25 - mixtură asfaltică cu volum ridicat de goluri, cu bitum pur;
- EBCR - emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă

Notațiile (și simbolurile) pentru diversele tipuri de mixturi asfaltice utilizate la execuția îmbrăcăminții bituminoase și ale stratului antifisură sunt prezentate la pct. 2.1.1. respectiv 2.1.2.

1.3.3. Terminologia utilizată în prezentele instrucțiuni este conform STAS 4032/1.

Elaborat de:  
S.C. INCERTRANS S.A.

Aprobat de:  
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR,  
cu avizul nr. 93/777/23.08.1999

#### 1.4. Referințe

Prescripțiile tehnice la care se face referință în cuprinsul prezentului normativ sunt următoarele:

STAS 42-68	Bitumuri. Determinarea penetrației
STAS 50-69	Bitumuri. Determinarea punctului de înmuiere. Metoda cu inel și bilă
SR 61:1996	Bitumuri. Determinarea ductilității
SR 174-1:1997	Îmbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice de calitate
SR 174-2:1997	Îmbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice pentru prepararea și punerea în operă a amestecurilor asfaltice și recepția îmbrăcăminților executate
STAS 539-79	Fier de calcar, fier de creț și fier de var stins în pulbere
STAS 662-87	Lucrări de drumuri. Agregate naturale de basaltieră
SR 667:1997	Agregate naturale și piatră prelucrată pentru drumuri. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 730-89	Agregate naturale pentru lucrări de căi ferate și drumuri. Metode de încercare
SR 754:1999	Bitum neparafinos pentru drumuri
STAS 1338/1-84	Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Prepararea amestecurilor, pregătirea probelor și confecționarea coravelor
STAS 1338/2-87	Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Metode de determinare și încercare
STAS 1338/3-84	Lucrări de drumuri. Mixturi asfaltice și îmbrăcăminți bituminoase executate la cald. Tipare și accesorii metalice pentru confecționarea și dozarea epruvetelor
STAS 2900-89	Lucrări de drumuri. Lățimea drumurilor
STAS 4032/1-90	Lucrări de drumuri. Terminologie
STAS 4606-80	Agregate naturale grele pentru batoane și mortar cu liant natural. Metode de încercare
STAS 6400-83	Lucrări de drumuri. Stratul de bază și de fundație. Condiții tehnice generale de calitate
STAS 7970-76	Lucrări de drumuri. Stratul de bază din mixturi asfaltice cilindrate, executate la cald
STAS 8849-83	Lucrări de drumuri. Rugozitatea suprafeței stratului de ruare. Metode de măsurare

STAS 8877-72	Emulsii bituminoase cationice cu rupere rapidă pentru lucrări de drumuri
STAS 10969/2-87	Lucrări de drumuri. Adezivitatea emulsiilor bituminoase cationice față de agregatele naturale
STAS 10969/3-83	Lucrări de drumuri. Adezivitatea bitumurilor pentru drumuri la agregatele naturale. Metoda de determinare cantitativă
C 22 -92	Normativ privind execuția îmbrăcăminților din beton de ciment la drumuri
C 201 - 80	Instrucțiuni tehnice pentru folosirea betonului armat cu fire de oțel
AND 527-97	Instrucțiuni tehnice privind prepararea bitumului modificat și a emulsiilor bituminoase cu adaos de polimeri
AND 537-97	Normativ privind caracteristicile tehnice ale bitumului neparafinos pentru drumuri
AND 538-98	Normativ privind metodologia de determinare a caracteristicilor bitumului modificat utilizat la execuția lucrărilor de drumuri
AND 539-98	Instrucțiuni tehnice pentru realizarea amestecurilor bituminoase stabilizate cu fibre de celuloză destinate îmbrăcăminților asfaltice rutiere
AND 547-99	Normativ pentru prevenirea și remedierea defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere moderne
AND 549-99	Normativ privind execuția îmbrăcăminților bituminoase cilindrate la cald realizate cu bitum modificat cu polimeri
AND 550-99	Normativ pentru dimensionarea straturilor bituminoase de reforțare a sistemelor rutiere suplimentare și semirigide
AND 553-99	Normativ privind execuția îmbrăcăminților bituminoase cilindrate la cald realizate din mixturi asfaltice cu bitum aditivat

## 2. CONDIȚII TEHNICE

### 2.1. Tipurile de mixturi asfaltice

2.1.1. Tipurile de mixturi asfaltice utilizate la execuția îmbrăcăminților bituminoase sunt următoarele:

- mixturi asfaltice clasice, cu bitum pur, conform SR 174-1;
- mixturi asfaltice cu bitum modificat prin adaos de polimeri, conform Normativului ind. AND 549;
- mixturi asfaltice cu bitum aditivat conform Normativului indicativ AND 553;
- mixturi asfaltice cu adaos de fibre conform instrucțiunilor tehnice indicativ AND 539.



2.1.2. Stratul antifisură este alcătuit din mixturi asfaltice cu volum ridicat de gauri, în diverse variante conform tabelului 1.

Tabelul 1

Tipul mixturii asfaltice	Simbol	Dimensiunea maximă a granulei, mm
Mortar asfaltic:		
• cu bitum dur	MA9	9
• cu bitum aditivat	MA8A	8
• cu bitum modificat	MA7M	8
• cu adăos de fibre	MA8F	8

## 2.2. Elemente geometrice

2.2.1. Grosimea îmbrăcăminții bituminoase se stabilește prin calcul de dimensionare conform Normativului indicativ AND 550, ținând seama de prevederile reglementărilor de la pct.2.1.1. și de valoarea constructivă (după compactare), care în acest caz pentru stratul de uzură (indiferent de tipul mixturii asfaltice conform tabelului 1) trebuie să fie de min. 4 cm.

2.2.2. Grosimea stratului antifisură din mixturi asfaltice cu volum ridicat de gauri trebuie să se încadreze între 8...10 cm.

2.2.3. Lățimea îmbrăcăminții și a stratului antifisură, atunci când nu există alte prevederi, rămâne aceeași cu cea a drumului existent cu respectarea prevederilor STAS 2900.

2.2.4. Profilul transversal și longitudinal păstrează, de asemenea, caracteristicile drumului existent cu respectarea prevederilor SR 174 - 1.

2.2.5. Abateri limită la elementele geometrice

2.2.5.1. Abaterile limită locale admise în minus față de grosimea prevăzută în proiect, pentru fiecare strat în parte, pot fi de maxim 10 %. Abaterile în plus la grosime nu constituie motiv de respingere a lucrării.

2.2.5.2. Abaterile limită locale admise la lățimea îmbrăcăminții bituminoase, pot fi cuprinse în intervalul  $\pm 50$  mm.

2.2.5.3. Abaterile limită admise la panta profilului transversal pot fi cuprinse în intervalul  $\pm 5$  mm/m, atât pentru stratul de uzură cât și pentru stratul de egalură.

2.2.5.4. La cotele profilului longitudinal se admite o abatere limită locală de  $\pm 20$  mm cu condiția respectării pasului de proiectare adoptat.

## 2.3. Materiale

2.3.1. Materialele utilizate la execuția îmbrăcăminții bituminoase sunt cele prevăzute de reglementările tehnice de la pct. 2.1.1., funcție de tipul acestora.

2.3.2. Materialele utilizate la execuția stratului antifisură din mixtura asfaltică cu volum ridicat de gauri sunt următoarele:

### 2.3.2.1. Agregate naturale

2.3.2.1.1. Agregatele naturale utilizate la execuția stratului antifisură trebuie să corespundă standardelor respective, după cum urmează:

- nisip de concasare sort 0...3 și cribluri sort 3...8, 8...16 și 16...25, conform SR 667;
- nisip natural sort 0...3 sau 0...7 conform STAS 662.

2.3.2.1.2. Pentru evitarea amestecării sau impurificării, fiecare tip și sort de agregat trebuie depozitat separat în padocuri prevăzute cu platforme betonate având pante de scurgere a apei și pereți despărțitori. Stocurile de agregate naturale trebuie să asigure execuția lucrărilor pentru minim o iună.

### 2.3.2.2. Filer

2.3.2.1. Filerul utilizat la execuția stratului antifisură trebuie să corespundă prevederilor STAS 539.

2.3.2.2. Filerul se depozitează în silozuri cu încălzire pneumatică sau în magazii acoperite, ferite de umezală. Nu se admite folosirea fierului aglomerat.

### 2.3.2.3. Lianți

2.3.2.3.1. Pentru prepararea mixturilor asfaltice cu volum ridicat de gauri se folosesc următoarele tipuri de bitum:

- bitum tip D 60/80 (pentru zone climatice calde) și D 80/100 (pentru zone climatice reci) cu caracteristici conform Normativului ind. AND 537;
- bitum aditivat sau modificat, cu caracteristici conform reglementărilor tehnice de la pct.2.1.1.

2.3.2.3.2. Pentru amorsarea stratului suport înainte de execuția fiecărui strat bituminos se folosește de regulă emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă conform STAS 8877.

Pentru amorsarea suprafeței stratului suport din beton de ciment se recomandă utilizarea emulsiei bituminoase cationice cu rupere rapidă pe bază de bitum modificat, cu caracteristici conform tabelului 2.

Tabelul 2

Caracteristici	Condiții tehnice	Metoda de determinare
Conținut de bitum, %	60...65	STAS 8877
Omogenitate (rest pe sita de 0,63 mm), %, max.	0,5	STAS 8877
Stabilitate la stocare, după 7 zile (rest pe sita de 0,63 mm), %, max.	0,5	STAS 8877
Adezivitate, %, min.	85	STAS 10969/2
Caracteristicile bitumului rezidual din emulsie		
- penetrantă la 25°C, 1/10 mm	60...100	STAS 42
- revenire elastică la 15°C, %, min.	40	Normativ ind. AND 538

2.3.2.3.3. Stația de fabricare a amestecurilor asfaltice trebuie să fie dotată cu rezervoare pentru bitum (prevăzute cu sistem de încălzire cu ulei, sistem de înregistrare a temperaturii și pompe de recirculare) și pentru emulsie (osezate în poziție verticală și prevăzute de asemenea cu sistem de încălzire până la max. 60 - 70 °C și de recirculare).

Numărul și capacitatea rezervoarelor trebuie să permită depozitarea separată a diverselor tipuri de lianți și un stoc minim care să asigure execuția lucrărilor fără întreruperi.

2.3.4. Modificatorul utilizat la prepararea bitumului modificat este un polimer care trebuie astfel selectat încât să fie compatibil cu bitumul și să asigure, prin introducerea în bitum într-un procent de max. 5 %, caracteristicile impuse de Normativul indicativ AND 549 pentru bitumul modificat.

2.3.5. Aditivul utilizat la prepararea bitumului aditivat este un produs tensoactiv care trebuie astfel selectat încât să fie compatibil cu bitumul, stabil la temperatura de lucru și să asigure, prin introducerea în bitum într-un procent de max. 1 %, caracteristicile impuse pentru bitumul aditivat de Normativul ind. AND 553.

2.3.6. Fibrele utilizate ca adaos la prepararea amestecurilor asfaltice pot fi minerale (ex. de sticlă tip lână) sau organice (ex. celulozice). Ele trebuie să se disperseze ușor și uniform în amestecul asfaltic și să fie agrementate tehnic.

**NOTĂ:** Materialele utilizate trebuie să fie standardizate sau agrementate tehnic și să aibă certificatul de conformitate a calității față de reglementările respective.

## 2.4. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor asfaltice

2.4.1. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor asfaltice pentru îmbrăcămintea bituminoasă trebuie să corespundă prevederilor reglementărilor tehnice de la pct. 2.1.1., funcție de tipul acestora.

2.4.2. Limitele procentelor de agregate naturale din cantitatea totală de agregate și conținutul de bitum din amestecurile asfaltice cu volum indicat de goluri pentru stratul antifisură sunt prezentate în tabelul 3.

2.4.3. Raportul dintre nisipul natural și nisipul de concasare din mortarul asfaltic va fi de 1:1.

2.4.4. Abaterile admisibile față de rețeta prescrisă ale compoziției amestecului asfaltic, determinată conform STAS 1338/2 trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 4

Tabelul 3

Caracteristici	Tipul amestecului	
	MA8, MA8A, MA8B, MA8F	
Conținut de bitum, %	8,5	9,5
Curba granulometrică a agregatului natural:		
- trece prin ciurul de 16 mm, %	100	
- trece prin ciurul de 8 mm, %	90...100	
- trece prin ciurul de 3,15 mm, %	40...90	
- trece prin sita de 0,63 mm, %	18...50	
- trece prin sita de 0,2 mm, %	1...25	
- trece prin sita de 0,09 mm, %	10...15	

Tabelul 4

Caracteristică	Abaterile maxime admise (%)
Conținut de bitum	± 0,3
Compoziția granulometrică, fracțiunea, mm:	
8...16	± 5
3,15...8	± 5
0,63...3,15	± 4
0,2...0,63	± 3
0,09...0,2	+ 2
0...0,09	± 1,5

2.4.5. Caracteristicile fizico-mecanice ale mortarului asfaltic, determinate pe epruvete cubice și cilindri Marshall, la elaborarea dozajelor și pe parcursul execuției lucrărilor, trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 5.

Tabelul 5

Caracteristici	MA8, MA8A, MA8B, MA8F
<b>I. Încercări pe cilindri Marshall</b>	
Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup> , min.	2200
Absorbție de apă, %, vol.	2...6
Stabilitate la 60°C, kN, min.	6,0
Indice de curgere, mm	1,5...4,5
<b>II. Încercări pe epruvete cubice</b>	
Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup> , min.	2150
Absorbție de apă, %, vol.	2...7
Rezistența la compresiune la 22°C, N/mm <sup>2</sup> , min.	2,5
Rezistența la compresiune la 50°C, N/mm <sup>2</sup> , min.	0,5
<b>III. Încercări pe plăcuțe extrase din îmbrăcăminte</b>	
Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup> , min.	2150
Absorbție de apă, %, vol.	2...7
Grad de compactare, % min.	90

Încercările se efectuează conform STAS 1338/1, 2, 3, cu mențiunea că cilindrii Marshall, în cazul amestecurilor cu bitum se compactează la  $145^{\circ}\text{C}$  prin aplicarea a câte 75 lovituri pe fiecare parte.

### 3. PRESCRIPȚII GENERALE DE EXECUȚIE

#### 3.1. Pregătirea stratului suport

Înainte de așternerea amestecului, stratul suport trebuie remediat, adus la starea prevăzută în proiect, curățat și amorsat. Se recomandă ca lucrările de pregătire a stratului suport să fie efectuate de către firma constructoare.

3.1.1. Remedierile se vor efectua, în funcție de degradările existente, conform Normativului ind. AND 547, pentru prevenirea și remedierea defecțiunilor la îmbrăcămintele rutiere moderne, după cum urmează:

##### 3.1.1.1. Rosturi, fisuri și crăpături:

###### a) Rosturi

Toate rosturile decalmate sau cu alte defecte se vor remedia prin scoperirea materialului existent, curățirea rostului și uscarea acestuia prin suflare cu aer comprimat, urmată de amorsarea și colmatarea lui:

- la cald, cu mastic bituminos cu adăos de cauciuc sau cu mastic cu bitum modificat;
- la rece, cu materiale speciale de colmatare conform Normativ ind. C 22.

Pentru rosturile cu deschideri peste 3 cm transversale sau longitudinale, colmatarea se poate face cu mortar asfaltic cu bitum modificat cu polimer sau cu pușcă.

Excesul de mastic sau mortar se va remedia prin îndepărtarea excesului cu un răzuitor cu lamă metalică încălzită sau cu o spatulă.

###### b) Fisuri și crăpături

Fisurile și crăpăturile vor fi remediate, în funcție de lungimea deschiderii lor:

a) în cazul fisurilor pasive acestea se colmatează fie cu mortar pe bază de rășini epoxidice (Anexa 1) sau prin unul din următoarele procedee:

- la fisurile fine cu deschideri până la 1mm, se toarnă direct în ele emulsie bituminosă cu rupere rapidă, după o ușoară lărgire prealabilă și curățare prin suflare cu aer comprimat;
- fisurile cu deschideri de 1-3 mm se curăță și se colmatează cu mastic la rece pe bază de filler de calcar și emulsie bituminosă cationică;

b) în cazul fisurilor active și a crăpăturilor acestea se tratează ca rosturi și se colmatează cu mastic bituminos la cald sau la rece, conform pct. 3.1.1.1.a.

##### 3.1.1.2. Degradări de suprafață

a) Suprafața exfoliată sau pelada se va remedia prin aplicarea uneia din următoarele soluții:

- repararea cu mortar pe bază de rășini epoxidice (Anexa 1);
- repararea cu beton de ciment armat cu fibre de oțel, conform Normativului ind. C 201.

În ambele cazuri suprafața care se remediază se curăță și se pregătește în prealabil

b) Daunele rupte (ruperi de margini, ruperi de colțuri, fisuri la colțuri) vor fi remediate, în funcție de mărimea acestora, astfel:

- în cazul unor rupturi mici locale se execută reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice (Anexa 1);
- în cazul în care ruptura afectează întreaga grosime a dalei, repararea se face prin spargerea și decaparea în adâncime a betonului din zona afectată, după un contur dreptunghiular cu 10 cm mai mare decât dimensiunile zonei degradate și completarea golului rezultat cu beton fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1).

c) Repararea gropilor se va face prin plombare cu mortar de ciment pe bază de rășini epoxidice sau cu amestec asfaltic (Anexa 1).

d) Remedierea faianțării se va face prin înlocuirea dalei faianțate cu beton fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1) după ce terenul de fundație și structurile de fundație au fost asanate.

e) În cazul distrugerii totale a unor dale (faianțări, gropi și tasări) acestea vor fi înlocuite cu dale noi turnate la fața locului din beton rutier fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1)

f) Pentru remedierea dalelor tasate se vor adopta următoarele metode:

- ridicarea dalelor tasate, cu diverse procedee folosindu-se în acest scop vinclur, traverse metalice etc. și umplerea spațiului gol de sub dale cu mortar slab de var și ciment ce se introduce sub presiune prin găuri practicate special în acest scop în dale;
- acoperirea dalelor tasate, în cazul în care prezintă și alte tipuri de defecțiuni (crăpături și faianțări) cu o dală nouă din beton rutier fluidificat cu aditiv superplastifiant (Anexa 1).

g) Remedierea fenomenului de pompage se va efectua prin:

- eliminarea surselor care alimentează cu apă terenul de fundație, prin captarea și evacuarea acestora;
- umplerea golurilor de sub dale prin injectarea de mortar cu lanți hidraulici.

h) Suprafețele acoperite local cu amestec asfaltic și care prezintă degradări vor fi înlocuite.

i) Suprafețele șlefuite care nu asigură aderența a stratul antifisură vor fi șlefuite transversal cu ajutorul unei mașini cu discuri diamantate, realizându-se striuri de 3 mm adâncime și 5-7 mm lățime, la o distanță de 50-100 mm între ele.

**NOTĂ:** Pentru remedierea stratului suport se pot folosi, cu avizul proiectantului și al beneficiarului și alte materiale sau procedee adecvate, decât cele recomandate mai sus, agrementate tehnic.

3.1.2. Reprofilarea stratului suport se va efectua cu mixtură asfaltică la cald sau prin frezare.

3.1.3. După execuția remedierilor și a reprofilării, stratul suport trebuie să îndeplinească prevederile prevăzute de STAS 6400 sau STAS 7970.

3.1.4. Curățarea stratului suport se va executa atât înainte de execuția remedierilor cât și înainte de aplicarea straturilor bituminoase, prin măturarea cu perii mecanice, suflare cu aer comprimat, spălare cu apă sub presiune.

3.1.5. Amorsarea stratului suport se va executa după uscarea acestuia, prin stropirea cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, pe bază de bitum pur sau modificat. Amorsarea se aplică de asemenea și înainte de execuția oricărui strat bituminos.

Dozajul de lant pentru amorsarea stratului suport din beton de ciment se va stabili astfel încât să se asigure o cantitate de 0,3...0,5 kg bitum rezidual/m<sup>2</sup> iar la amorsarea unui strat suport bituminos se va asigura un dozaj de 0,2 kg bitum rezidual/m<sup>2</sup>. Amorsarea se va executa mecanizat pentru asigurarea omogenității suprafeței.

### 3.2. Prepararea bitumului modificat

Prepararea bitumului modificat se realizează în instalații speciale, conform Normativului ind. AND 549 și Instrucțiunilor tehnice ind. AND 527.

### 3.3. Prepararea bitumului aditivat

Prepararea bitumului aditivat se realizează conform Normativului ind. AND 553.

### 3.4. Execuția straturilor bituminoase

3.4.1. Prepararea, transportul și punerea în operă a mixturilor asfaltice cu bitum pur, bitum modificat, bitum aditivat sau cu adăos de fibre pentru îmbrăcămintea bituminoasă și stratul antifisură se face conform prevederilor reglementărilor tehnice de la pct. 2.1.1., cu următoarele precizări:

- bunăstarea de stocare a mixturii trebuie să fie termoizolat sau prevăzut cu sistem de încălzire;
- regimul termic aplicat la prepararea mixturilor asfaltice și la punerea acestora în operă trebuie să se încadreze în limitele din tabelul 6.

Tabelul 6

Faza tehnologică	Mixturi asfaltice cu:			
	bitum pur	bitum aditivat	bitum modificat	adăos de fibre
Agregat natural la ieșire din uscător, °C	170...185	170...185	175...190	170...185
Bitum la intrare în malaxor, °C	150...165	150...160	165...180	155...165
Mixtură asfaltică:				
• la ieșire din malaxor, °C	150...170	160...170	170...180	165...175
• la așternere, °C, min.	145	150	160	165
• la compactare:				
- început, °C, min.	140	145	155	160
- stăpinit, °C, min.	110	110	120	110

- transportul mixturii asfaltice se face în autocamioane basculante cu benă termoizolantă sau acoperite cu prelată;
- necesarul mijloacelor de transport pentru mixtura asfaltică se stabilește în funcție de distanța de transport, prin corelarea dintre capacitatea acestora, productivitatea stației și a repartizatorului astfel încât așternerea mixturii să se realizeze pe cât posibil fără întreruperi;
- așternerea mixturilor asfaltice se face numai mecanizat cu repartizoare - finisoare care să asigure precompactarea și așternerea continuă, la grosime constantă;
- punerea în operă a mixturilor asfaltice se face în anotimpul calduros (aprilie...octombrie), la temperaturi atmosferice de min. 10°C; așternerea mixturii se întrerupe pe ploaie (reluându-se numai după uscarea suportului) sau vânt puternic;
- operația de compactare a mixturilor asfaltice se execută imediat după așternere;
- atelierul de compactare va fi constituit dintr-un compactor cu pneuri și unul cu rulouri netede de 80-120 kN; comportarea stratului antifisură se va face fără vibrație;
- numărul optim de treceri al fiecărui compactor, se stabilește prin încercări pe un sector experimental de drum (aplicând aceleași tipuri de mixturi și aceeași grosime a straturilor), înainte de a se trece la execuția lucrărilor, dar nu va fi mai mic decât cel prevăzut în tabelul 7;

Tabelul 7

Tipul stratului	Nr. min-m de treceri pentru atelierul de compactare:		
	A		B
	Compactor cu pneuri de 160 kN	Compactor cu rulouri netede de 120 kN	Compactor cu rulouri netede de 120 kN
Uzură	10	4	12
Legătură	12	4	14
Antifisură:			
• mortar asfaltic	10	4	12

- suprafața stratului se controlează în permanență, micile denivelări care eventual apar trebuind corectate după prima trecere a compactatorului, pe toată lățimea benzii;
- la reluarea lucrului pe banda adiacentă sau în cazuri excepționale pe aceeași bandă, zonele aferente rosturilor se taie pe toată grosimea stratului astfel încât să rezulte o muchie vie verticală, și se amorsează;
- pentru toate tipurile de mixturi asfaltice, la execuția îmbrăcăminții bituminoase, rosturile de lucru transversale și longitudinale ale stratului de uzură, se decalază cu cel puțin 10 cm față de cele ale stratului ant-tisură din mixtura asfaltică cu volum ridicat de gaur;
- stratul antifisură se acoperă imediat cu îmbrăcămintea bituminoasă, fiind interzisă circulația direct pe stratul antifisură.

3.4.2. Celelalte operații privind prepararea mixturilor, transportul, așternerea, compactarea și tratarea rosturilor se realizează conform SR 174-2, indiferent de tipul mixturii asfaltice (cu bitum pur, activat sau modificat, cu adaos de fibre, pentru stratul de uzură, de legătură sau antifisură).

#### 4. CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Controlul calității lucrărilor de execuție a straturilor bituminoase se efectuează de către firma constructoare pe faze, după cum urmează:

- controlul calității materialelor;
- urmărirea procesului tehnologic de execuție a stratului antifisură și de fabricare și punere în operă a mixturilor asfaltice;
- controlul calității mixturilor asfaltice și a straturilor bituminoase.

##### 4.1. Controlul calității materialelor

4.1.1. Prin contractele încheiate de constructor cu diverși furnizori acestia vor garanta îndeplinirea tuturor condițiilor de calitate impuse prin prezentul normativ și prin norme de livrare, agregatei naturale, fillerului, aditivului, fibrelor, modificatorului, bitumului pur și bitumului modificat.

4.1.2. La elaborarea dozajelor pentru mixtura asfaltică (pentru îmbrăcămintea bituminoasă sau stratul antifisură) materialele componente ale mixturilor asfaltice se verifică conform reglementărilor din pct.2.3 de către laboratorul executantului sau un alt laborator de specialitate, autorizat.

4.1.3. La aprovizionare pe fiecare lot și pe parcursul execuției lucrărilor (săpătură), componenții mixturilor se verifică de către laboratorul de șantier după cum urmează:

a) Bitum:

Caracteristici	Bitum pur	Bitum activat	Bitum modificat	Metoda de analiză
Punct de înmuiere IB	x	x	x	STAS 60
Penetrație la 25°C	x	x	x	STAS 42
Ductilitate la 25°C	x	x	x	SR 61
Revenire elastică la 130°C	-	-	x	Normativ nd. AND 538
Acezivitate	x	x	x	STAS 10969/3

b) Cribluri:

- natura mineralogică (examinare vizuală), STAS 4606;
- granulozitate, STAS 730;
- conținut de fracțiuni sub 0,09 mm, STAS 730;
- conținut de argilă, STAS 730;
- coeficient de formă, STAS 730.

c) Nisip de concasare:

- granulozitate, STAS 730;
- coeficient de activitate, STAS 730;
- conținut de corpuri străine, STAS 4606.

d) Nisip natural:

- granulozitate, STAS 4606;
- echivalent de nisip, STAS 730;
- materii organice, STAS 4606;
- conținut de corpuri străine, STAS 4606.

e) Fier:

- finete, STAS 539;
- umiditate, STAS 539.

##### 4.2. Controlul fabricației și punerii în operă

4.2.1. Înainte de începerea lucrărilor se va proceda la:

- controlul regimului instalației de preparare a mixturilor asfaltice (sistem de dozare agregate naturale, bitum și fier, înregistrarea temperaturilor, funcționarea malaxorului etc.);
- transpunerea rețetei pe stative, aceasta fiind adaptată în cazul în care apar modificări ale condițiilor de lucru sau ale materialelor (în special în ceea ce privește granulozitatea agregatelor naturale) față de situația existentă în momentul elaborării dozajelor;
- verificarea modului de pregătire a stratului suport: remediere, reprofilare, curățare, amorsare

4.2.2. Pe parcursul execuției lucrărilor se verifică:

- umiditatea agregatelor naturale (zinc înainte de începerea lucrărilor și după ploaie) și conținutul de impurități al acestora (permanent);
- încălzirea granulozității amestecului de agregate naturale de pe banda de alimentare a uscătorului și a amestecului de agregate și filler (la ieșire din malaxor, fără să se adauge liant) în zona granulometrică prescrisă pentru tipul respectiv de mixtură, precum și ale abatorilor față de rețeta prescrisă în limitele admisibile (la ieșire din malaxor, așternere și compactare) (permanent);
- respectarea temperaturilor prescrise pentru bitum, agregate naturale, mixtură asfaltică (la ieșire din malaxor, așternere și compactare) (permanent);
- compoziția mixturii (conținutul de bitum și granulozitatea agregatului natural) prin prelevare de probe conform pct. 4.3;
- modul de compactare (permanent);
- modul de tratare a rosturilor (permanent);
- uniformitatea suprafeței (permanent);
- grosimea stratului (permanent).

#### 4.3. Verificarea compoziției și a caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice

4.3.1. Verificarea compoziției și a caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice pentru îmbrăcămintea bituminoasă se efectuează conform prevederilor reglementărilor tehnice de la pct. 2.1.1.

4.3.2. Verificarea compoziției mixturilor asfaltice pentru stratul A1 se face conform STAS 1338/72 pe probe prelevate de la malaxor sau de la așternere (câte două probe de cca. 2 kg pentru fiecare 200...400 t mixtură fabricată) sau pe carote prelevate o dată cu carotele extrase din îmbrăcăminte.

#### 4.4. Verificarea îmbrăcăminții bituminoase după execuție

Verificarea gradului de compactare, a elementelor geometrice, ale uniformității și ale rugozității îmbrăcăminții bituminoase se face conform SR 174-2 cu încălzire în limitele prevăzute de SR 174-1.

### 5. RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Recepția preliminară și finală a lucrărilor se face conform prevederilor SR 174-2.

## TEHNOLOGII PRIVIND REMEDIEREA DEFECȚIUNILOR ÎMBRĂCĂMINȚILOR DIN BETON DE CIMENT

### 1. Reparații cu mortar pe bază de rășini epoxidice

Una dintre cele mai eficiente tehnologii de reparare a îmbrăcăminților din beton de ciment (care prezintă defecțiuni de tipul gropi mici, ruperi de margini, dale, fisuri și crăpături), este metoda care utilizează mortarul epoxidic, care se întărește rapid, are o aderență perfectă față de betonul de ciment vechi și asigură obținerea unor rezistențe mecanice superioare.

Lucrările de reparare cu acest procedeu se realizează la temperaturi de lucru cuprinse între 15°C și 30°C.

Rășinile epoxidice folosite ca liant se livrează și se folosesc sub forma a două componente: epoxidice și de întărire, care se amestecă în proporția indicată de producător (de la 4...5/1 până la 1/1).

Pentru prepararea mortarului epoxidic, se utilizează ca liant rășina epoxidică (amestecul celor 2 componente) iar ca agregat se utilizează nisip natural cu granulaj 0...3 mm. Raportul liant/agregat este de 1/3 - 1/4.

Procesul tehnologic cuprinde următoarele faze principale:

- pregătirea suprafeței betonului cu defecțiuni, frecare cu peria de sârmă și suflarea cu aer comprimat pentru îndepărtarea materialelor neaderente și a prafului, astfel ca suprafața betonului să fie perfect curată, uscată și fără pete de ulei sau bitum;
- amorsarea suprafeței betonului prin aplicarea unui film subțire de liant epoxidic;
- prepararea mortarului epoxidic manual sau mecanic în saje de max. 5 kg și așternerea imediat a acestuia (maximum 25 minute de la preparare);
- protejarea suprafeței degradate de acțiuni mecanice, prădă sau insolații timp de 6 ore de la execuție.

### 2. Reparații cu beton fluidizat cu aditiv superplastifiant

Remedierea defecțiunilor din beton de ciment (de tipul ruperii care afectează întreaga grosime a dalei și care necesită înlocuirea parțială sau totală a dalei degradate) se face prin utilizarea betonului ruter fluidizat cu aditiv superplastifiant (ex. FLUBET, PLASTIFLON sau alte produse aglomerate tehnic), conform Instrucțiunilor tehnice ind. CD 146/84.

Betonul se prepară în stații fixe sau la punctul de lucru în betoniere mobile folosindu-se dozajele pentru agregate, ciment, apă și aditiv plastifianti conform prevederilor Instrucțiunilor tehnice ind. CD 146-84. Marca betonului utilizat va fi aceeași cu cea a betonului din stratul de uzură a dalei, ce se repară.

Tehnologia de execuție a reparațiilor cu beton fluidizat cu aditiv este următoarea:

- se sparge suprafața degradată pe toată grosimea dalei cu ciocanul pneumatic, după o formă regulată la o distanță cu 10 cm în plus față de marginea degradării pe mai mult de jumătate din suprafață, se înlocuiește în întregime;
- se îndepărtează părțile sparte și particulele neaderente din betonul vechi;
- se montează, dacă este cazul, cofraje laterale din dulapi de lemn sau lungine și se amenajează rosturile existente;
- se spală cu apă suprafețele verticale de contact ale betonului vechi și se amorsează cu lapte de ciment;
- se transportă betonul și se toarnă direct prin curgere liberă în interiorul zonei decapate;
- se compactează stratul de beton cu utilaje de compactare vibratoare (plăci, grindă sau vibratoare de adâncime) pentru îndepărtarea aerului inclus mecanic la curgerea betonului;
- se finisează și se striază suprafața betonului proaspăt după care se protejează cu pelicule de protecție sau cu un strat de nisip umed.

Porțiunile de drum reparate cu beton rutier fluidizat cu aditiv se pot da în circulație la minimum 7 zile de la execuție în cazul când temperatura atmosferică este de peste 25°C.

### 3. Reparații cu mixturi asfaltice

Reparația dalelor din beton de ciment cu mixturi asfaltice în cadrul lucrărilor de pregătire a stratului suport se execută de regulă în cazul plombării gropilor. Tipul mixturii asfaltice utilizate pentru reparații se stabilește în funcție de adâncimea degradării (de exemplu degradările cu adâncime sub 3 cm se repară cu mortar asfaltic). Trebuie acordată o atenție deosebită acroșării stratului bituminos la vechea îmbrăcămintă din beton de ciment.

În cazul suprafețelor cu fisuri și crăpături active, în vederea evitării transmiterii lor la suprafața mixturii, se poate interpune între beton și mixtură straturi separate din plase de sârmă, plase din fire de plastic, materiale geosintetice, etc.

Tehnologia de execuție a reparațiilor cu mixturi asfaltice este următoarea:

- suprafața care urmează să fie acoperită cu mixtură, se curăță temeinic cu perii, piassava sau prin suflare cu aer comprimat;

- suprafața curățată se amorsează cu emulsie bituminoasă cu rupere rapidă (1kg/m<sup>2</sup>) care se aplică pe toată suprafața, manual cu ajutorul unei peri sau mecanic, cu un dispozitiv de pulverizare;

- mixtură asfaltică, preparată la cald în instalații specifice după tehnologii obișnuite, se transportă la locul de punere în operă și se asternă manual la o temperatură de minim 140°C;

- stratul de mixtură se asternă în mod uniform la cotele necesare și se compactează cu malul de mână sau cu compactoarele cu ruloari notede de mică presiune.

**NOTĂ:** La lucrările de reparații ale îmbrăcămintelor din beton de ciment se pot aplica și alte procedee, agrementate tehnic, bazate pe utilizarea mixturilor asfaltice (ex. produsele bituminoase speciale cu adăos de polimer, fibre și agregate naturale, realizate practic pe principiul asfaltului turnat și aplicate după decaparea suprafeței degradate, curățarea perfectă și încălzirea suprafeței cu un jet de aer cald, sub presiune).

ROMANIA  
MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE, TRANSPORTURILOR  
ȘI LOCUINȚEI

ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

B-dul Dinicu Golescu, 38, 77113 Bucuresti, sector 1  
Tel.: 0-040-1-212.62.01; Fax: 0-040-1-312.99.84

ORDINUL  
DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.

nr. 77  
din 26 martie 2001

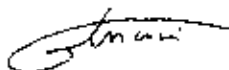
În conformitate cu regulamentul de organizare și funcționare al Administrației Naționale a Drumurilor, stabilit prin Hotărârea de Guvern nr. 1275/1990, modificată și completată prin Hotărârile de Guvern nr. 24/1994, 276/1994, 250/1997 și 612/1998, și în baza Ordinului Ministrului Lucrărilor Publice, Transporturilor și Locuinței nr. 262/5.03.2001, dr. ing. Gheorghe LUCACI, Director general al Administrației Naționale a Drumurilor - RA, omite următorul:

ORDIN:

**Art. 1.** Se aprobă „Instrucțiunile tehnice privind metodologia de determinare a capacității portante a drumurilor cu defectometrul PHONIX FWD MLY 10.000” indicativ AND 564-2001.

**Art. 2.** Aducerea la îndeplinire a prezentului ordin revine DRDP1 - 7 și CESTRIN.

Director General  
Dr. ing. Gheorghe LUCACI



ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR

INSTRUCȚIUNI

TEHNICE PRIVIND DETERMINAREA CAPACITĂȚII  
PORTANTE A DRUMURILOR CU DEFECTOMETRUL  
PHONIX FWD MLY 10 000

Indicativ AND 564-2001

Elaborat de: CESTRIN

Director  
Director adj. Tehnic  
Șef secție  
Responsabil temă  
Colaborator  
Responsabil AQ  
Redactat

Dr. Ing. Laurențiu STEICA  
Dr. Ing. Radu ANDREI  
Ing. Florica PĂDURE  
ing. Lucian CARP  
Ing. Mihai SIMIONESCU  
Ing. Marius ALUPOAIE  
Tehn. Roxana PISICĂ  
Anne - Mario ARGHIROIU



## CUPRINS

### I. Partea I-a - Investigare

1. Prevederi generale .....	49
2. Principiul metodei .....	50
3. Descrierea echipamentului .....	50
4. Stabilirea sectoarelor de efectuare a măsurătorilor .....	57
5. Perioada de efectuare a măsurătorilor privind capacitatea portantă ..	59
6. Modul de efectuare a măsurătorilor cu deflectometrul FWD .....	60
7. Interpretarea rezultatelor măsurătorilor efectuate cu deflectometrul PHONIX FWD MLY 10 000 .....	61
Anexa 1 - Pregătirea echipamentelor PHONIX FWD 10 000 pentru deplasa- rea la locul măsurătorilor .....	62
Anexa 2 - Pregătirea/verificarea deflectometrului FWD pentru măsurătorii ...	64
Anexa 3 - Pregătirea părții electronice a echipamentului PHONIX FWD MLY 10 000 și efectuarea măsurătorilor .....	65

### II. Partea a II-a - Metoda de dimensionare

1. Prevederi generale .....	71
2. Condiții tehnice .....	72
3. Principii de dimensionare .....	72
4. Etapele de calcul .....	79
5. Interpretarea rezultatelor și modul de prezentare .....	79
6. Manualul de utilizare a programului Design Program .....	81
6.1. Modul de evaluare a volumului de trafic de calcul .....	81
6.2. Modul de introducere a datelor în programul de calcul ..	82
6.3. Prezentarea rezultatelor măsurătorilor .....	93

## INSTRUCȚIUNI TEHNICE PRIVIND DETERMINA- REA CAPACITĂȚII PORTANTE A DRUMURILOR CU DEFLECTOMETRUL PHONIX FWD MLY 10 000

INDICATIV  
AND 564-2001

### PARTEA I-a - INVESTIGARE

#### 1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Prezentele instrucțiuni tehnice se referă la metodologia de determinare cu ajutorul deflectometrului PHONIX FWD MLY 10 000, a capacității portante a sistemelor rutiere suple și somrigide, precizând atât scopul acestor determinări, cât și modul de efectuare a măsurătorilor și de prelucrare a datelor obținute.

1.2. Deflectometrul PHONIX MLY 10 000, prevăzut cu o greutate care cade și care simulează o încărcare dată de vehiculele grele, permite determinarea bazinului de deflexiune a structurii rutiere sub acțiunea acestei încărcări.

1.3. Datele rezultate din măsurările cu deflectometrul PHONIX MLY 10 000 și stocate (pe dischetă, în banca de date, etc.) trebuie corelate, în ceea ce privește perioada maximă de stocare, cu prevederile instrucțiunilor CD 155 redactarea revizuită. În cazul utilizării acestor date la calculul grosimii stratului or de ranforsare perioada de stocare va fi:

- maximum 18 luni în cazul autostrăzilor, drumurilor expres și drumuri or europene;
- 24 de luni în cazul străzilor și al celorlalte categorii de drumuri.

#### Scop

1.4. Prezentele instrucțiuni au fost elaborate în vederea efectuării măsurărilor de deformabilitate pentru evaluarea capacității portante.

1.5. Dimensionarea stratului de ranforsare se face utilizând programul Design Program. Metoda de dimensionare care stă la baza acestuia face obiectivul acestor instrucțiuni.

#### Domeniul de aplicare

1.6. Aceste determinări se utilizează la stabilirea capacității portante pe toate categoriile de drumuri publice pentru următoarele scopuri:

Elaborat de:  
CESTRIN

Aprobat de:  
ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR,  
cu avizul nr. 93/1053/24.11.2000

- d) determinarea stării tehnice a drumurilor, în conformitate cu instrucțiunile CD 155 redactarea revizuită și cu sistemul PMS;
- b) verificarea capacității portanțe a sistemelor rutiere executate pe drumuri noi,
- c) dimensionarea straturilor de ranforsare, din materiale bituminose, a sistemelor rutiere suplimentare și mixte;
- d) controlul calității execuției lucrărilor în cazul drumurilor noi și modernizarea celor existente.

## 2. PRINCIPIUL METODEI

2.1. Se măsoară, față de un sistem de referință deplasările pe verticală (deflexiunile) ale sistemului rutier deformat sub solicitarea dinamică a unei greutăți care cade pe o placă (care, la rândul său, este presată pe suprafața rutieră, astfel încât socurile, generate de greutatea care cade, să fie transmise, direct, sistemului rutier). Măsurarea se face în centrul plăcii și în alte cinci puncte situate la distanțe prestabilite (prin construcția echipamentului) față de centru, plăcii, pe o direcție paralelă cu axul drumului cu ajutorul unor geofoni. Căderea greutății pe placa de încărcare produce în fiecare punct de măsurare o solicitare a cărei variație este de formă sinusoidală, cu amplitudinea maximă în centrul plăcii care descrește pe măsură ce crește distanța de poziționare a geofonilor față de centrul plăcii de încărcare.

2.2. Rezultatele măsurărilor sunt înregistrate și stocate prin intermediul unui procesor de sistem, memoria unui computer (un laptop, COMPAQ LTE Lite/20) prevăzută cu o imprimantă (KODAK DICONIX 180 SI).

## 3. DESCRIEREA ECHIPAMENTULUI PHONIX FWD MLY 10 000

Defecțiometrul FWD este alcătuit din următoarele componente principale:

- vehicul de tracare,
- trailer (semiremorca);
- subsansamblul tălpii (placa de încărcare);
- subsansamblul greutății care cade și a grinzii cu geofoni;
- cutie de control;
- sistem de alimentare cu energie electrică;
- echipament de înregistrare;
- computer (laptop);
- control pentru măsurarea distanței („digitrip” sau „trio counte”) parcursă de la un punct de măsurare la următorul punct.

### 3.1. Vehiculul de tracare

Echipamentul PHONIX FWD MLY 10 000 este tractat până la sectorul de drum ce urmează a fi măsurat și înapoi, precum și în timpul efectuării măsurărilor de către un autovehicul de tip microbuz.

### 3.2. Trailerul (semiremorca)

Echipamentul FWD este montat pe o semiremorcă de construcție specială, care poate fi tractată de orice tip de autovehicul echipat cu bară de remorcare, având o articulație sferică de maximum 50 mm. Pentru protejarea geofonilor și a plăcii de încărcare sub semiremorcă, sunt montate două lămpi tip șanț.

### 3.3. Subsansamblul tălpii

- Se compune din:
- placa de încărcare, prin care se transmite sistemului rutier solicitarea dată de greutatea care cade;
  - grinda cu geofoni, care asigură măsurarea deflexiunii.
- Acest subsansamblu este manevrat „sus” - „jos” cu ajutorul unui cilindru hidraulic, acționat de o pompă hidraulică, iar aceasta, la rândul ei, este pusă în mișcare de un electromotor.

### 3.4. Subsansamblul greutății care cade și al grinzii cu geofoni

- 3.4.1. Este alcătuit din:
- greutatea de bază, cântărind 60 Kg;
  - 8 (opt) greutăți detașabile, fixate pe cilindrul greutății de bază (cu care se mișcă, solidar, pe direcția sus - jos), cântărind fiecare 30 Kg;
  - cilindru hidraulic de acționare a subsansamblului;
  - electromagnet de ridicare a greutăților;  
 $U = 24 \text{ V}; I_{\text{max}} = 1 \text{ A}; P = 20 \text{ W}; F = 6800 \text{ N}$ , forță statică;
  - 6 (șase) bufferi (amortizoare) de cauciuc.
- 3.4.2. Pentru simularea solicitării roților unei standard de 100 kN (10 tf) sau 115 kN (11,5 tf), se adoptă următorii parametri de încărcare:
- masa greutății care cade: 240 Kg - 300 Kg;
  - solicitarea maximă: 100 kN - 115 kN;
  - înălțimea de cădere: 25 cm - 30 cm;
  - diametrul plăcii de încărcare: 30 cm;
  - durata de solicitare: 25 - 30 ms (0,025 - 0,030 s).

3.4.3. Greutățile sunt ridicate prin intermediul unui electromagnet de ridicare atașat pistonului de la cilindru pentru acționarea subansamblului.

Masa de simulare a încărcării cade pe amortizoarele de cauciuc în momentul deconectării tensiunii (în mod automat) de la electromagnetul de ridicare.

Forța de solicitare este transferată sistemului rutier prin intermediul structurii de oțel, celei de încărcare și plăcii de încărcare.

Amplitudinea forței de solicitare poate fi modificată prin creșterea sau reducerea numărului de greutăți care cad sau modificarea înălțimii de cădere.

Creșterea sau reducerea numărului de greutăți se face adăugând sau retrăgând greutăți (sub forma unor discuri plate de 30 Kg fiecare, alcătuite din două jumătăți egale, cu un orificiu în mijloc, care să permită montarea lor în jurul cilindrului ce protejează pistonul de ridicare al greutăților). Modificarea înălțimii de cădere se poate face în trei moduri:

- de la consola digi-tripului (trigger), acționând comutatorul „Falling height adjustment” la poziția dorită (20, 25, 30, 35 sau 40), în funcție și de axa standard (100 kN, 115 kN sau 130 kN) luată în calcul;
- prin ajustarea comutatorului E5, alcătuit din 5 (cinci) limitatoare separate, ce reglează cursa cilindrului hidraulic, pentru înălțimi de cădere cuprinse între 20 și 40 cm, comutatoarele limită putând fi modificate manual, pentru înălțimi între 10 și 47 cm;
- utilizând, simultan, cele două metode prezentate anterior.

Sistemul de măsurare al deflexiunilor este format din 6 (șase) geofoni. Primul geofon este montat în centrul plăcii de încărcare, iar restul de 5 (cinci) geofoni sunt montați pe o grindă, amplasată în axa longitudinală a echipamentului formând o dreaptă împreună cu geofonul șase. Cei cinci geofoni sunt amplasați la diferite distanțe față de centrul plăcii de încărcare (unde se află situat primul geofon). Distanțele la care se află amplasați geofonii față de centrul plăcii de încărcare sunt date în mm, după cum urmează:

0; 300; 500; 800; 1100; 1400; [mm] (fig. 1b).

Configurația amplasării geofonilor nu va fi modificată pe parcursul măsurărilor ce se efectuează în același scop. Grinda orizontală culisează în plan vertical, permițând coborârea sau ridicarea automată a senzorilor în același timp cu coborârea sau ridicarea subansamblului tălpii (plăcii de încărcare). Suportii senzorilor sunt dotati cu resorte, permițând un contact eficient între senzorii și suprafața drumului.

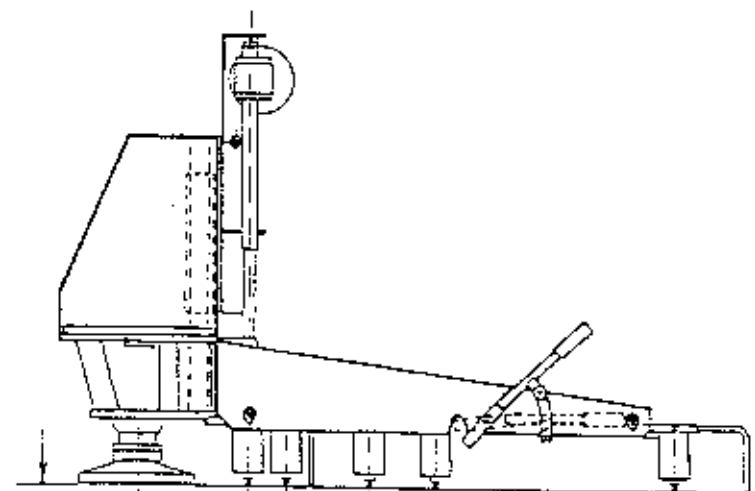


Fig. 1.a. Schema dispunerii greutăților

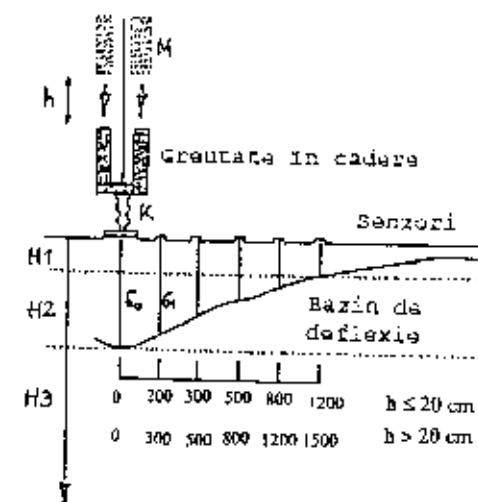


Fig. 1.b. Schema dispunerii geofonilor și bazinul de deflexiuni înregistrat

### 3.5. Cutia de control

Partea inferioară a cutiei de control (fig. 2) conține mutele pentru colectarea cablurilor care asigură semnalele de intrare / ieșire și anume:

1. CNTR - terminalul echipamentului de înregistrare care conține semnalul celulei de încărcare și semnalul de temperatură, semnalul de la emițător și semnalul START / STOP de la echipamentul de înregistrare;
2. DEFL - terminalul echipamentului de înregistrare a semnalelor geofonilor;
3. De la geofonii 1...6 - terminalul geofonilor 1...6 (cu echipament adițional);
4. Senzorul inductiv - de la emițător (triger);
5. Semnalul de la celula de încărcare;
6. Semnalul de la senzorul de temperatură.

Comutatoarele de pe banoul cutiei de control asigură următoarele funcțiuni:

**POWER ON / OFF** - pornește și oprește programul integrat pentru FWD;

**MAN / AUT** - comută între operarea manuală și operarea automată a FWD.

**FOOT / WEIGHT** - comută între cilindrul pentru acționarea tălpii și cel pentru acționarea greutății;

**UP / DOWN** - sunt ridicați sau coborâți; cilindrii selectați; funcționează numai când FWD este operat manual;

**WARNING LIGHTS ON / OFF** - comută între funcționarea continuă a lămpilor și funcționarea lor numai în timpul efectuării măsurătorilor. Semnalul de executare al testului (efectuarea măsurătorii) emis de computer (laptop) este transmis cutiei de control prin intermediul echipamentului de înregistrare;

**DISTANCE** - terminalul consolei telecomandă; reținând semnalele la monitorul de afișare a distanței (trip counter);

**RECORDING EQUIPMENT** - terminal prin care se acționează echipamentul de înregistrare;

**PAINT MARKER** - terminalul prin care se acționează echipamentul de marcarea;

**CONTROL SIGNAL** - terminal al consolei de telecomandă pentru modificarea înălțimii de cădere, conținând și semnale pentru lămpile de control.

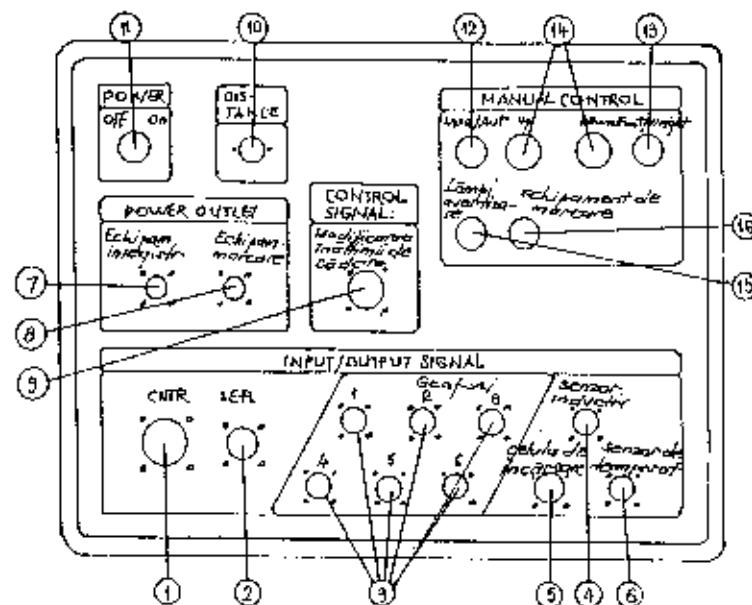


Fig. 2. Cutia de control

#### Legendă:

1. Controler (CNTR) - cablu cutie control interfață
2. Deflexiuni (DEFL) - cablu cutie control interfață
3. Cabluri geofoni - cutie de control (SYSMAC)
4. Cablu senzor inductiv - cutie de control
5. Cablu celulă de încărcare (presiune) - cutie de control
6. Cablu senzor temperatură - cutie de control
7. Cablu cutie de control - interfață pentru înregistrare
8. Neactivat
9. Neactivat
10. Cablu cutie de control - digitrip
11. Întrerucătorul pentru curent electric de la cutia de control - interfață
12. Comutator pentru lucrul în regim MANUAL sau AUTOMAT
13. Comutator pentru ridicare / coborâre picior greutate (FOOT)
14. Buton de comandă pentru ridicarea (UP) grinzii
15. Buton de comandă pentru coborârea (DOWN) grinzii
16. Comutator pentru lămpi de avertizare de tip flash
17. Neactivat

### 3.6. Sistem de alimentare cu energie

Echipamentul PIONDC - FWD poate funcționa independent de vehiculul care îl tractează, fiind alimentat cu energie de la un generator tip HONDA / BOSCH de 24 V/1000 W, 2 x 12 V/90 Ah, echivalent cu 24 V/90 Ah. Generatorul și acumulatorii sunt montați pe cadrul remorci.

### 3.7. Echipament de înregistrare

Este alimentat la 24 V (c.c.), max. 6 A și este protejat la suprasarcini printr-o siguranță cu acționare rapidă de 8 A.

Echipamentul de înregistrare are următoarele funcțiuni:

- transmite semnalele de pornire și oprire către sistemul de greutate în cădere;
- înregistrează și amplifică semnalele electrice de la geofoni, de la celula de încărcare și de la senzorul de temperatură;
- stochează valorile de vârf provenite de la geofoni și celula de încărcare, împreună cu cele de la senzorul de temperatură. Aceste valori sunt apoi codificate într-un limbaj propriu calculatorului (sunt digitalizate de către interfață) și transmise ocazional.

### 3.8. Computerul (laptop-ul)

Înregistrarea măsurătorilor se face cu un computer de tip laptop, compatibil IBM, dotat cu:

- program de control MS - DOS;
- limbaj de programare BASIC;
- program de colectare a datelor pentru FWD (FWD COLLECT).

Imprimanta ce îl deservește este de dimensiuni reduse, cu tractor pentru suportul de hârtie, setată special pentru programul de colectare a datelor și programul de dimensionare pe baza datelor colectate. Hârtia folosită este lată de maximum 24 cm, incluzând și benzile perforate pentru tractare.

Computerul și imprimanta se interconectează printr-un cablu paralel cu fișo tip RS 232 C. Computerul este alimentat de la priză (c.c.) prin intermediul unui convertor de rețea, care poate furniza energie electrică la următorii parametri: intră curent electric alternativ la 50 - 60 Hz, 100 - 120 V, 0,8 / 0,4 A, 35 W. Alimentarea sa, în timpul efectuării măsurărilor, se face direct de la bateria mașinii (12 V/c.c.), de la brichetă, prin intermediul unui convertor auto, care are rolul de a stabili tensiunea curentului de alimentare.

Imprimanta se alimentează de la priză prin intermediul unui convertor de rețea, (tip FW 3288), care îi furnizează energie electrică la următorii parametri: intră curent alternativ la 220V, 50Hz, 20VA și este furnizat curent continuu la 9V, 1A, 9VA.

Prin intermediul computerului, operatorul comandă întreaga operațiune de efectuare a măsurării. În computer se introduc datele de control și de identificare, iar acesta execută mai departe afișarea, imprimarea, memorarea (pe hard-disk sau floppy-disk/disketă), editarea, sortarea și procesarea în continuare a datelor obținute prin măsurători cu echipamentul FWD.

### 3.9. Controlul pentru înregistrarea distanței (trip counter)

Ave o unitate de afișare cu 6 (șase) cifre montată pe consola de telecomandă (digitrip/trigger) și înregistrează automat informația privind distanța parcursă.

Prin intermediul unui comutator „+/-”, afișarea poate fi făcută în ordine crescătoare sau descrescătoare, iar cu ajutorul unui întrerupător „Reset” se poate reseta afișarea (se afișează „0”, pentru sensul crescător, sau „999 999”, pentru sensul descrescător).

### 3.10. Senzorul de temperatură

Permite măsurarea temperaturii medii a suprafeței drumului și a stratului de aer situat imediat deasupra acesteia, valorile acestora fiind transmise automat echipamentului de înregistrare prin senzorii de temperatură.

## 4. STABILIREA SECTOARELOR DE EFECTUARE A MĂSURĂRILOR

4.1. Modul de stabilire a sectoarelor pentru măsurarea capacității portante a unui drum diferă în funcție de scopul efectuării măsurării conform instrucțiunilor tehnice ind. CD 155.

4.2. Măsurătorile pentru determinarea stării tehnice a drumurilor conform Instrucțiunilor tehnice ind. CD 155 se efectuează pe tronsoane omogene de drum stabilite astfel:

1. Drumul pe care se determină starea tehnică se împarte în tronsoane omogene;
2. Tronsoanele omogene sunt caracterizate prin aceleași date privind:
  - anul modernizării drumului sau al efectuării ultimei intervenții;
  - caracteristicile traficului;
  - tipul structurii rutiere existente.
3. Tipul structurii rutiere se diferențiază în funcție de modul de alcătuire a structurii rutiere și anume în cinci grupe, prezentate în tabelul 1, conform instrucțiunilor tehnice ind. CD 31 - 94.
4. Traficul actual este cel stabilit pe baza ultimului recensământ de circulație și este exprimat prin intensitatea medie zilnică anuală.

**Tabelul 1**

Tipul de structură rutieră	Strat de mixtură asfaltică (cm)	Macadam (cm)	Strat din agregate naturale stabilizate (cm)	Strat din piatră spartă (cm)	Strat din balast (cm)
G1	4-25	-	-	-	15-20
G2.1	4-25	8 (10)	-	max. 15	min. 10
G2.2	4-25	8 (10)	-	16-35	indiferent
G2.3	4-25	-	-	8-45	indiferent
G3	min. 6	-	10-30	indiferent	indiferent

**4.3.** Pentru fiecare tronson omogen de drum, se stabilesc secțiunile omogene de drum care constituie secțiunile de efectuare a măsurărilor, utilizate la determinarea caracteristicilor stării tehnice a drumului analizat.

**4.4.** Stabilirea secțiunilor omogene de drum se efectuează după inspecția de vizualizare a stării de degradare a îmbrăcăminții rutiere conform „Normativului pentru evaluarea stării de degradare a îmbrăcăminții pentru drumurile cu sisteme rutiere suple și semi-rigide”, Ind. AND 540 - 98, sau conform instrucțiunilor tehnice CD 155.

**4.5.** Un sector se consideră omogen dacă pe lungimea lui se pot face aceleași observații privind:

- tipul profilului transversal predominant (rambleu, acleu, la nivelul terenului, mixt);
- modul de amenajare a acostamentelor;
- starea de degradare a îmbrăcăminții rutiere (Bună, Medie, Rea), conform Normativului Ind. AND 540

**4.6.** Lungimea secțiunilor omogene de pe un tronson omogen trebuie să reprezinte minimum 5 % din lungimea acestuia.

**4.7.** Măsurările se efectuează pe toată lungimea sectorului omogen, în puncte situate la distanțe egale de:

- minim 15 m pentru secțiunile RO - LTPP;
- maxim 200 m pentru evaluarea stării tehnice;
- maxim 50 m pentru dimensionarea straturilor de ranforsare.

**4.8.** Măsurările se efectuează în cazul drumurilor cu 2 benzi de circulație:

- pentru evaluarea stării tehnice de o singură bandă de circulație;
- pentru dimensionarea grosimii straturilor de ranforsare pe ambele benzi la distanța de 1,00 m de marginea părții carosabile

**4.9.** Măsurările se efectuează, în cazul drumurilor cu 4 benzi de circulație pe ambele benzi laterale, la distanța de 1,00 m de marginea părții carosabile, atât pentru evaluarea stării tehnice cât și pentru dimensionarea grosimii straturilor de ranforsare.

**4.10.** Măsurările se efectuează, în cazul drumurilor cu profil transversal mixt, pe partea în care drumul se situează în debleu.

**4.11.** Măsurările se efectuează pe secțiunile de drum pe care se constată trafic suplimentar local, pe sensul de circulație pe care autovehiculele circulă încărcate (zona carierelor, depozite de materiale, etc.).

**4.12.** Măsurările pentru ranforsarea sistemelor rutiere se efectuează pe toată lungimea tronsonului de drum pentru care se elaborează proiectul de sporire a capacității portante în profile transversale situate la maxim 50 m unul de celălalt.

**4.12.1.** Pentru dimensionarea straturilor de ranforsare pe baza măsurărilor efectuate cu deflectometrul PHOENIX FWD MLY 10 000 sunt necesare următoarele date referitoare la:

- modul de alcătuire al sistemului rutier (grosimea straturilor rutiere și a caracteristicilor materialelor folosite pentru alcătuirea acestora);
- caracteristicile geotehnice ale pământului din terenul de fundație;
- starea de degradare a îmbrăcăminții oțturnoase.

**4.12.2.** Modul de alcătuire se stabilește prin sonaje, amplasate în puncte caracterizate prin valori mari ale deflexiunii din centrul plăcii de încărcare, cu o frecvență de minimum 2 sonaje/km.

**4.13.** Etapele curente de măsurare a deformabilității drumurilor, în vederea evaluării stării tehnice a drumurilor, se stabilesc la 3...6 ani, în funcție de categoria drumului:

- drum european 3 ani
- drum național principal 4 ani
- drum național secundar și drum județean 5 ani
- drum comunal 6 ani

**4.14.** Etapele curente de măsurare a deformabilității drumurilor, în vederea dimensionării grosimii straturilor de ranforsare, se stabilesc în funcție de categoria drumurilor:

- autostrăzi, drumuri exores și europene 18 luni
- străzi și celelalte categorii de drumuri 24 luni

## 5. PERIOADA DE EFECTUARE A MĂSURĂTORILOR PRIVIND CAPACITATEA PORTANTĂ

**5.1.** Măsurările cu deflectometrul Phoenix se efectuează în perioadele în care complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice și anume: primăvara, imediat după doazgheț și până la cel mult 15 zile după perioada ploilor de primăvară (aprilie - mai), începutul acestei perioade corespunde momentului în care temperaturile, în pământul din patul drumului, depășesc 0°C (în

mod informativ, după o perioadă de minimum 10 zile, cu valori modificate ale temperaturii aerului pozitive, dar nu mai mici de  $+5^{\circ}\text{C}$ );  
- toamna, după un număr suficient de zile (aproximativ 10 - 15 zile) de eloi care au condus la crearea condițiilor hidrologice defavorabile, conform prevederilor Instrucțiunilor ind. CD 31 - 94.

5.2. Temperatura medie a mixturii asfaltice nu trebuie să fie sub  $5^{\circ}\text{C}$  și nu trebuie să depășească  $35^{\circ}\text{C}$ .

5.3. Se interzice efectuarea măsurărilor pe sectoare de drum în anul de realizare a tratamentelor bituminose (după executarea acestora).

## 6. MODUL DE EFECTUARE A MĂSURĂTORILOR CU DEFLECTOMETRUL PHONIX FWD MLY 10 000

6.1. Măsurările cu deflectometrul Phonix se efectuează pe baza unui scenariu de efectuare a măsurărilor stabilit pentru:

1. Tronsoane de drum pentru care se efectuează proiectul de sporire a capacității portante;
2. Rețeaua de drumuri din administrația unei direcții regionale de drumuri și poduri pe care sunt prevăzute măsurări de capacitate portante în scopul evaluării stării tehnice, în anul respectiv.

6.2. Scenariul de efectuare a măsurărilor trebuie să cuprindă următoarele date:

1. Codificarea fișierului (4 caractere alfanumerice), în vederea identificării:
  - unitatea care administrează drumul respectiv (beneficiarul măsurărilor de capacitate portantă);
  - indicativul drumului respectiv, conform graficului rețelei de drumuri (harta turieră elaborată, în scopul identificării, de către AND);
  - scopul măsurărilor (starea tehnică, proiect de sporire a capacității portante);
  - poziția kilometrică a tronsoanelor, opțional limitate;
  - banda de circulație (dreapta sau stânga) pe care se efectuează măsurarea;
  - poziția kilometrică a punctelor în care se efectuează măsurarea.

2. Codificarea caracteristicilor privind efectuarea măsurării:
  - masa greutății care cade (100 kN, 115 kN, 130 kN);
  - solicitarea maximă (între 730 kPa - 890 kPa);
  - înălțimea de cădere (între 20 - 40 cm);
  - diametrul plăcii de încărcare (45 cm);
  - durata de solicitare sub placa de încărcare;
  - configurația geofonilor de înregistrare a deflexiunilor (spre exemplu: 0, 330, 500, 800, 1110, 1400 cm, pornind din centrul plăcii de încărcare).

6.3. Metodologia de măsurare comportă următoarele etape:

1. pregătirea echipamentului pentru deplasarea la locul măsurărilor, care se efectuează conform indicațiilor cuprinse în ANEXA 1;
2. pregătirea/verificarea deflectometrului FWD pentru efectuarea măsurărilor, conform indicațiilor din ANEXA 2;
3. pregătirea părții electronice a echipamentului și efectuarea măsurărilor, în conformitate cu ANEXA 3;
4. măsurarea temperaturii la suprafața îmbrăcăminții bituminose, în fiecare punct de efectuare a măsurărilor de capacitate portantă;
5. măsurarea temperaturii, pentru fiecare strat de mixtură asfaltică la jumătatea grosimii straturilor, într-un punct de măsurare, cu o frecvență de maximum 1 oră, în condiții de variație normală a temperaturii la suprafața îmbrăcăminții asfaltice sau de fiecare dată când intervine o modificare bruscă a temperaturii suprafeței îmbrăcăminții bituminose; variația temperaturii suprafeței îmbrăcăminții nu trebuie să fie mai mare de  $3^{\circ}\text{C}$ ;
6. evaluarea stării de degradare a îmbrăcăminții bituminose;
7. modul de alcătuire a structurii rutiere și caracteristicile pământului din terenul de fundare.

## 7. INTERPRETAREA REZULTATELOR MĂSURĂRILOR PHONIX FWD MLY 10 000

7.1. Interpretarea rezultatelor măsurărilor de deformabilitate cu PHONIX FWD MLY 10 000 este diferită, în funcție de scopul urmărit prin efectuarea acestora, și anume:

- evaluarea stării tehnice a drumurilor;
- urmărirea comportării în exploatare a sectoarelor RC - LTPP;
- dimensionarea grosimii straturilor de ranforsare;

7.2. Modul de prezentare a rezultatelor măsurărilor și de interpretare este în conformitate cu Capitulul 6.3.

## PREGĂTIREA ECHIPAMENTULUI FWD PHONIX MLY 10000 PENTRU DEPLASAREA LA LOCUL MĂSURĂTORII

Înainte de a porni spre locul de efectuare a măsurătorilor trebuie efectuate următoarele operații:

- 1.1. Se atașează echipamentul la vehiculul care tractează:
  - după aceea se bransează cablul frânei de urgență;
  - se ridică roata frontală și se asigură fără a o forța;
  - apoi se eliberează frâna de mână.
- 1.2. Se verifică presiunea pneurilor, care trebuie să fie 2,1 bar.
- 1.3. Se conectează cablul pentru luminile de semnalizare ale echipamentului la vehiculul care remorchează și apoi se verifică luminile laterale de frână, luminile indicatoare și reflectoarele.
- 1.4. Se rulează husa albastră și se fixează.
- 1.5. Se verifică nivelul lichidului în acumulatori (dacă o parte din elemente sunt uscați, se completează cu apă distilată).
- 1.6. Se verifică nivelul uleiului în generator: uleiul trebuie să fie până la partea superioară a orificiului de scurgere, generatorul HONDA ED 400 se întrerupe automat dacă nivelul uleiului a scăzut prea mult și în acest caz nu va putea fi folosit.

Se umple apoi rezervorul cu benzină; (se verifică dacă filtrul de benzină este curat, dacă nu, se curăță). Se utilizează benzina cu cifra octanică 92, fără plumb sau normală.

1.7. Se amplasează echipamentul de înregistrare în spațiul vehiculului care tractează; trebuie evitată amplasarea acestuia într-o cutie închisă, deoarece pot apărea defecțiuni datorate supraîncălzirii.

1.8. Se conectează toate cablurile așa cum se arată în figura 3.

Se interconectează echipamentul de calcul (calculator, imprimantă, dischete, etc.).

Înainte de plecarea pe teren la locul de efectuare a măsurătorilor, se efectuează o probă manuală pentru a fi siguri că întregul echipament este operațional.

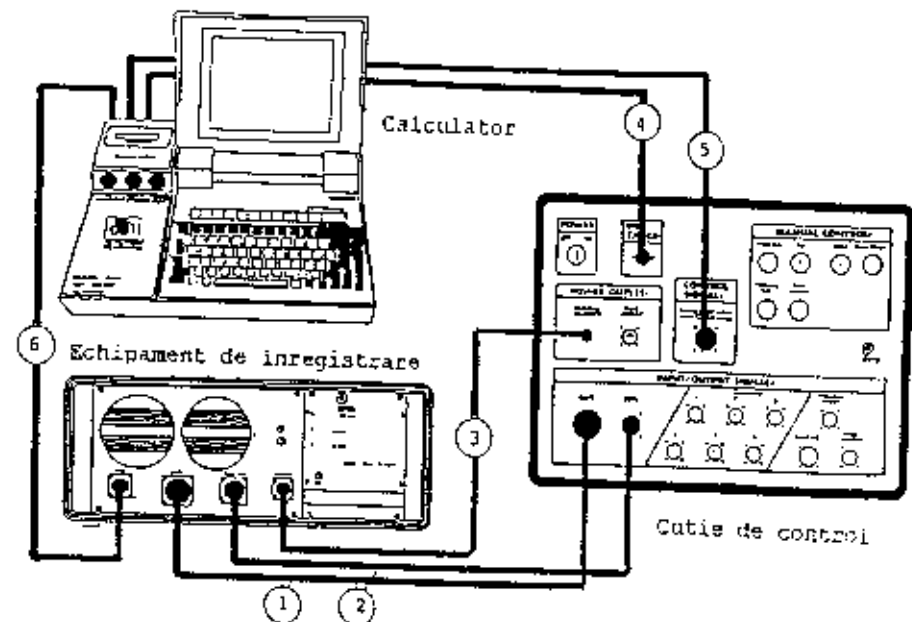


Figura 3 - Conexiuni pentru cablu

1. Cablu CNTR de pe echipamentul FWD la CNTR pe echipamentul de înregistrare;
2. Cablu DEFL de pe echipamentul FWD la DEFL de pe echipamentul de înregistrare;
3. Cablu POWER de pe echipamentul FWD la POWER de pe echipamentul de înregistrare;
4. Cablu DIST de pe echipamentul FWD la DIST de pe telecomandă;
5. Cablu „reglarea înălțimii de cădere” de pe echipamentul FWD la consola telecomenzii;
6. Cablu CPU de la echipamentul de înregistrare la telecomandă/calculator (RS232C).



## PREGĂTIREA / VERIFICAREA DEFLECTOMETRULUI PHONIX FWD MLY 10 000 PENTRU MĂSURĂTORI

Pentru controlul manual și verificarea funcționării FWD se folosesc cele 18 LED-uri din interiorul cutiei de control. Butoanele sunt utilizabile, răsucind butonul MAN/AUT de pe panoul cutiei de control în poziția MAN și acționând asupra butoanelor WEIGHT/FOOT și UP/DOWN.

Pregătirea / verificarea echipamentului FWD necesită următoarele operații:

1.1. Se pornește motorul.

1.2. Se trece comutatorul principal pe poziția „ON”. Se verifică butonul MAN/AUT de pe panoul cutiei de control astfel încât să fie în poziția „AUT”.

1.3. Se verifică dacă lampa verde care reprezintă „Test completed” de pe consola telecomenzii este aprinsă.

Dacă această lampă nu este aprinsă dar restul sunt aprinse, se semnalează faptul că FWD nu se află în poziția inițială (poziție pentru cazul funcționării automate). În acest caz se trece comutatorul MAN/AUT pe funcționare manuală și se pune aparatul în această poziție acționând și butoanele FOOT - UP/DOWN.

În cazul în care nici o lampă de pe consola telecomenzii nu se aprinde, atunci aparatul are o defecțiune care trebuie depistată și remediată conform instrucțiunilor din capitolul 7 al „Manualului de utilizare”.

1.4. Se trece comutatorul POWLR de pe cutia de înregistrare pe poziția „ON”. Dacă cele 3 LED-uri verzi de pe echipament se aprind, aceasta indică faptul că cele 3 circuite integrate ale alimentatorului de energie electrică funcționează.

Dacă una din lămpi nu se aprinde, înseamnă că aparatul are o defecțiune în secțiunea de alimentare cu energie. Se remediază conform capitolului 7 din „Manualul de funcționare”.

1.5. Se trece butonul „FWD evaluation” de pe cutia de înregistrare pe poziția „ON”.

1.6. Se pornește calculatorul. Odată efectuate toate aceste operații, aparatul este gata pentru începerea măsurătorilor.

## PREGĂTIREA PĂRȚII ELECTRONICE A ECHIPAMENTULUI PHONIX MLY 10 000 FWD ȘI EFECTUAREA MĂSURĂTORILOR

1.1. Efectuarea măsurătorilor trebuie începută numai la aprinderea becuilor verde „TEST COMPLETED” de la contorul kilometric.

Pentru începerea măsurătorilor cu calculatorul pomit, se lansează programul COLLECT EXE. Va apărea ecranul nr. 1 care avertizează operația de conectare a sistemului de siguranță la transport a grinzii geofonilor.

### ECRANUL 1

■ FWD - DATA COLLECTION PROGRAMME VERSION 1.0. (c) PHONIXDATA 1988 ■

Release the Transport safety  
device on the Geophone Beam  
(then press the <enter> key)

1.2. După ce se răspunde prin apăsarea tastei ENTER va apărea Ecranul nr. 2 ce oferă 3 opțiuni:

- 1 - colectarea datelor pentru sisteme rutiere suple;
- 2 - colectarea datelor pentru sisteme rutiere rigide;
- 3 - lansarea testului intern al aparatului.

Se alege opțiunea dorită.

### ECRANUL 2

■ FWD - DATA COLLECTION PROGRAMME VERSION 3.0. (c) PHONIXDATA 1988 ■

- 1 Data collection routine - flexible pavement
- 2 Data collection routine - rigid pavement
- 3 Internal test of system

<house on

1.3. Dacă se alege una din operațiunile 1 sau 2, pe monitor va apărea Ecranul nr. 3.

**ECRANUL 3**

```

■ FWD - DATA COLLECTION PROGRAMME VERSION 1.0 (c) PHONIXDATA 1988 ■
Equipment Characteristics for right pavement test:
1 ----- Road plate radius (mm) 150 Load cell constant .059 3258 ----- 0
2 ----- Test data stored on drive (C) FWD no. : 8875-019 ----- 7
3 ----- Hard copy of test data (Y/N) : N
4 ----- System of UNITS (1 for METRIC , 2 for US CUSTOMARY) : 1
5 ----- Refer Distance to Geophones (mm) : 1
100 210_ 0 210_ 150 310_ 200 320_ ---
< < > > > > >
-----
F1=END F5=... F6=... F8=CONTINUE
    
```

Semnificațiile mesajelor: apărute pe ecran sunt:

- \*1 - raza plăcii de încărcare (mm);
- \*2 - discul magnetic pe care vor fi stocate datele;
- \*3 - opțiunea de tipărire paralelă la imprimantă, simultan cu efectuarea măsurătorii;
- \*4 - sistemul de unități în care vor fi stocate datele (1-unități metrice, 2-unități anglosaxone);
- \*5 - distanța de la centrul plăcii de încărcare la geofonul respectiv (mm);
- \*6 - seria aparatului PHONIX FWD;
- \*7 - constanta celulei de încărcare (rezultată la calibrare).

1.4. După acest ecran va apărea Ecranul nr. 4, în care se înregistrează datele ce vor servi mai târziu la identificarea clientului și a sectorului pe care se efectuează măsurătorile.

**ECRANUL 4**

```

■ FWD - DATA COLLECTION PROGRAMME VERSION 1.0 (c) PHONIXDATA 1988 ■
① File code: -----
2 Name of Client: -----
3 Sector no.: -----
4 Link no.: -----
5 Link reference: -----
6 Span reference: -----
7 Pavement descri.: -----
8 Testing Date 04-03-1988
-----
F1=END F5=... F6=...
    
```

Semnificațiile mesajelor din meniu sunt:

- \*1 - „File code” este un cod de identificare specific clientului sau districtului în care s-a efectuat măsurătoarea și este un cod alfanumeric (fără blankuri, puncte sau virgule).

Celelalte mesaje sunt ușor de identificat, la sfârșitul punctului 3.5.

1.5. Este important de observat că atunci când se fac calcule de capacitate pe baza mai multor înregistrări, toate trebuie să aibă același cod. Dacă nu există un alt fișier cu același cod se va continua completarea datelor și va apărea Ecranul nr. 5.

**ECRANUL 5**

```

■ FWD - DATA COLLECTION PROGRAMME VERSION 1.0 (c) PHONIXDATA 1988 ■
File FWD11DA.1 already exist, do you want to:
1 Reopen the file
2 Create a new file
3 Delete the existing file

Choose no.
    
```

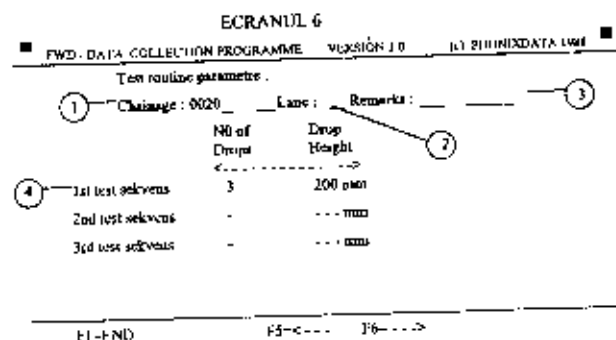
În acest meniu există 3 opțiuni:

- \*1 - deschiderea fișierului existent și completarea lui cu linii noi;
- \*2 - crearea unui fișier nou: ne readuce mesajul „File code?”, și ne oferă posibilitatea să schimbăm numele fișierului nou sau să-l ștergem pe cel vechi;
- \*3 - ștergerea fișierului existent cu numele respectiv și înlocuirea lui cu cel al cărui date se vor înregistra ulterior.

Din Ecranul nr. 5 se revine la Ecranul nr. 4 și se continuă completarea celorlalte mesaje din meniu:

- \*2 - numele clientului;
- \*3 - numărul districtului; întotdeauna primul caracter trebuie să fie un număr;
- \*4 - numărul sectorului sau al drumului;
- \*5 - referințe despre sector (ex. limite kilometrice);
- \*6 - punctul (stația) de referință; poate fi un cod al punctului de referință față de care se fac măsurătorile;
- \*7 - descrierea sistemului rutier; o scurtă descriere a tipului rutier sau a tipului suprafeței de rulare;
- \*8 - data la care se efectuează măsurătorile.

1.6. După completarea tuturor acestor date, calculatorul întreabă dacă datele au fost completate corect și se răspunde cu Y sau N. Dacă datele NU au fost completate corect se revine la primul mesaj din meniu; dacă DA se trece la ecranul următor, Ecranul nr. 6.



Semnificațiile mesajelor apărute pe Ecranul nr. 6 sunt:

- \* 1 - „Chainage”, este distanța de la punctul de referință până la poziția de măsurare.
- \* 2 - banda pe care se efectuează măsurătoarea;
- \* 3 - observații asupra sistemului rutier, asupra acostamentelor sau suprafețe de rulare;
- \* 4 - numărul de lovituri aplicate cu FWD (minimum 3).

1.7. Simultan cu fiecare cădere sunt înregistrate pe ecran, deflexiunile în dreptul fiecărui geofon, forța de încărcare și temperatura de măsurare, conform exemplului din figura 4.

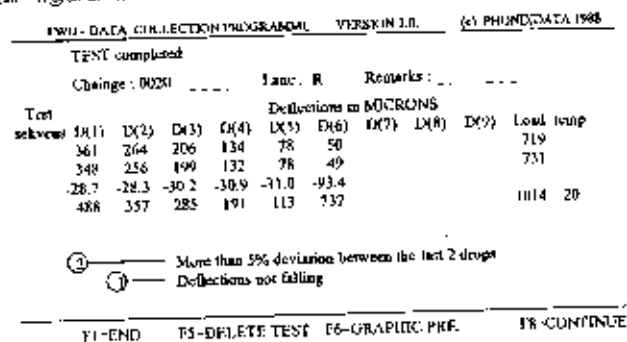


Fig. 4. - Exemplu de înregistrare a deflexiunilor

În general, la prima cădere se înregistrează deflexiuni mai mari, placa de încărcare nefiind bine așezată pe suprafața îmbrăcăminții.

După executarea tuturor loviturilor, poate să apară un mesaj, în cazul în care diferența valorilor înregistrate la ultimele 2 căderi este mai mare de 5%. Diferența mai mare de 5% înalcă valorii inexacte ale deflexiunilor și deci măsurătoarea trebuie reluată.

1.8. Calculatorul verifică, de asemenea, dacă deflexiunile descresc la creșterea distanței față de centrul plăcii de încărcare. Calculatorul ne mai poate indica dacă greutatea nu cade, deci aparatul nu funcționează corect și deflexiunile nu pot fi determinate.

1.9. Dacă măsurătoarea s-a efectuat în întregime, prin apăsarea tastei funcționale F6 se obțin reprezentări grafice ale bareiului deflexiunilor și valorilor modulelor  $F_0$  ai pământului din patul drumului.

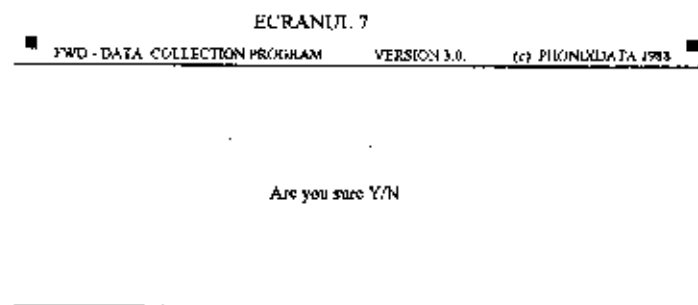
1.10. În general, pentru toate ecranul, tastele funcționale au următoarele semnificații:

- F1 - oprește execuția programului;
- F5 - cursorul se mută în blocul precedent pe ecran;
- F6 - cursorul se mută în blocul următor pe ecran;
- F8 - indiferent de poziția cursorului, înseamnă că întregul ecran curent este complet și corect parcurs și se poate trece la ecranul următor.

Semnificația tastei funcționale este descrisă în partea de jos a fiecărui ecran.

1.11. În orice moment, măsurătoarea poate fi întreruptă prin apăsarea tastei F1. Va apărea Ecranul nr. 7 care ne întreabă dacă suntem siguri că vrem să întreruim măsurătorile. Dacă se răspunde „Y” va apărea Ecranul nr. 8, după care se revine la sistemul de operare DOS.

1.12. În Ecranul nr. 8 suntem avertizați că măsurătoarea s-a încheiat și trebuie să cuplăm dispozitivul de asigurare la transport a grinzii geofonilor.



Secure geophone beam with  
transport safety device  
(then press >enter<)

1.13. După încheierea măsurătorilor, pentru oprirea aparatului se execută aceleași operații, dar în ordine inversă.

## PARTEA A II-A - METODA DE DIMENSIONARE

### METODA DE DIMENSIONARE A STRATURILOR DE RANFORSARE A STRUCTURILOR RUTIERE SUPLE ȘI SEMIRIGIDE CU AJUTORUL PROGRAMULUI PHONIX DESIGN PROGRAM

#### 1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Prezentele instrucțiuni se referă la metoda de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare a structurilor rutiere suple și semirigide, pe baza deflexiunilor măsurate cu defletoometrul PHONIX FWD MLY 10 000.

#### 1.2. Domeniul de aplicare

1.2.1. Ranforsările cu straturi bituminoase se execută pentru sporirea capacității portante a drumurilor.

1.2.2. Calculul de dimensionare a grosimii straturilor de ranforsare prin utilizarea programului Design Program este limitat pentru grosimea minimă de 5,5 cm a straturilor bituminoase existente.

1.2.3. În cazul în care grosimea totală a acestor straturi este mai mică de 5,5 cm, calculul de dimensionare este făcut prin luarea în considerare a straturilor asfaltice împreună cu cel inferior acestora.

1.3. Necesitatea ranforsării structurii rutiere este determinată de starea tehnică a acesteia, conform instrucțiunilor ind. CD 155.

1.4. Aplicarea prezentei instrucțiuni presupune că au fost efectuate anterior studii care au permis pentru sectorul de drum care urmează să fie ranforsat, obținerea următoarelor date care vor fi utilizate la dimensionarea straturilor de ranforsare:

- anul modernizării drumului și modul de alcătuire al structurii rutiere;
- anul de execuție al unor covoare bituminoase și a unor eventuale ranforsări anterioare și grosimile acestor straturi bituminoase;
- caracteristicile geotehnice ale pământului de fundație;
- regimul hidrologic al corpului rutier (tipul profilului transversal, modul de asigurare a scurgerii apelor de la suprafață, existența și starea dispozitivelor de drenare, nivelul apei freatice);
- deformabilitatea sub sarcină a complexului rutier, caracterizată prin bazinul de deformație rezultat în urma măsurătorilor cu defletoometrul cu sarcină dinamică, FWD - MLY 10 000.

## 2. CONDIȚII TEHNICE

### 2.1. Alcătuirea straturilor de ranforsare

Straturile bituminoase de ranforsare sunt alcătuite conform prevederilor normelor în vigoare.

Elementele geometrice ale straturilor de ranforsare

2.2. Grosimea totală minimă constructivă a îmbrăcămintei bituminoase este de 8 cm.

2.3. Lățimea straturilor de ranforsare este cea prevăzută în proiect.

2.4. Elementele geometrice ale îmbrăcămintei bituminoase sunt conform SR 174-1:97, iar cele ale stratului de bază din mixtura asfaltică conform S/AS 7970 - 76.

## 3. PRINCIPII DE DIMENSIONARE

3.1. Dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare se bazează pe următoarele criterii:

- criteriul deformației de întindere admisibilă la baza straturilor bituminoase noi;
- criteriul deformației de întindere admisibilă la baza straturilor bituminoase vechi;
- criteriul efortului de compresiune admisibil la partea superioară a stratului din materialul granulare;
- criteriul efortului de compresiune admisibil la nivelul pământului de fundare.

3.2. Metoda de dimensionare permite stabilirea grosimii totale a straturilor de ranforsare pe baza unui calcul iterativ, astfel încât să fie satisfăcute criteriile de dimensionare de la pct. 3.1.

Proiectantul va analiza valorile individuale ale grosimii straturilor de ranforsare și va stabili sectoare de minimum 500 m pentru care se va face verificarea la oboseală a structurii rutiere conform Normativ înv. AND 550, luându-se în considerare factorul economic.

3.3. Prezenta metodă se aplică numai în cazurile în care solicitarea structurii rutiere ranforsate, ca urmare a circulației vehiculelor, justifică următoarele ipoteze de degradare:

- fisurare prin oboseală a straturilor bituminoase;
- deformare permanentă a pământului de fundație.

Acestea se manifestă prin apariția la suprafața îmbrăcămintei bituminoase a fisurilor și crăpăturilor longitudinale, transversale și multiple pe direcții diferite și a falanțurilor (și care pot evolua în gropi), în special pe urma roților.

3.4. Dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare impune cunoașterea unor date privind istoria tranșaului de drum ce urmează să fie ranforsat și anume:

- anul modernizării drumului și alcătuirea sistemului rutier;
- anii de execuție a unor covoare bituminoase și a unor eventuale ranforsări ulterioare și grosimile acestor straturi bituminoase.

3.4.1. Pentru rețeaua de drumuri naționale, aceste date vor fi extrase din Banca Centrală de Date Tehnice Rutiere.

3.4.2. Pentru celelalte rețele de drumuri sau străzi, aceste date vor fi obținute din situațiile existente la administratorii acestora.

3.4.3. Aceste date nu sunt direct implicate în metoda de dimensionare a straturilor de ranforsare, ci vor fi utilizate de proiectant în următoarele scopuri:

- stabilirea sectoarelor omogene de drum din punctul de vedere al modului de alcătuire a sistemului rutier;
- corelarea stării de degradare a îmbrăcămintei bituminoase cu durata de exploatare a drumului și cu cea a stratului superior al sistemului rutier.

3.5. Pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare este necesar să se efectueze în prealabil studiul de teren, în vederea obținerii următoarelor date:

- starea de degradare a îmbrăcămintei bituminoase, în conformitate cu prevederile instrucțiunilor înv. CD 155 sau ale Normativului înv. AND 540;
- modul de alcătuire a straturilor rutiere și grosimile acestora;
- caracteristicile geotehnice ale pământului de fundare;
- regimul hidrologic al complexului rutier (tipul profilului transversal, modul de asigurare a scurgerii apelor de suprafață, existența și starea dispozitivelor de drenare, nivelul apei freatice).

3.6. Dimensionarea straturilor de ranforsare cu Design Program implică următoarele faze:

- calculul modulelor de elasticitate dinamici, corespunzători fiecărui strat rutier;
- determinarea duratei de viață reziduală;
- calculul grosimii totale a straturilor de ranforsare.

3.6.1. Calculul modulelor de elasticitate dinamici

Programul de calcul Phoenix Design Program permite calculul modulelor de elasticitate numai pentru structuri rutiere compuse din unu până la patru straturi.

3.6.1.1. Prima etapă a programului constă în calculul modulei de elasticitate dinamic al pământului de fundație ( $E_{s,d}$ ), pe baza valorilor deflexiunilor înregistrate

de ultimii trei geofoni (cei aflați la cea mai mare distanță față de placa de încărcare).

Modulul de elasticitate al pământului de fundație ( $E_m$ ) se calculează cu formula:

$$E_m = C \left( \frac{\sigma}{\sigma_r} \right)^n$$

unde:

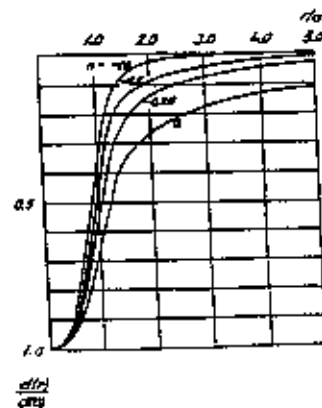
C - constanta materialului, numită „constantă”;

n - constanta materialului, numită „exponent”;

$\sigma_r$  - efort de referință;

$\sigma$  - efortul actual.

Valoarea numerică a „exponentului” determină forma bazinului de deflexiune, conform figurii de mai jos:



- a - raza plăcii de încărcare;
- r - distanța față de centrul plăcii;
- d(0) - deflexiunea măsurată pe geofonul central;
- d(r) - deflexiune măsurată de geofonul situat la distanța r de centrul plăcii;
- n - exponent;

3.6.1.2. Plecând de la valoarea modulului de elasticitate dinamic al pământului de fundație, prin iterații succesive, se calculează modulii de elasticitate dinamici ai celorlalte straturi.

Modulii de elasticitate ai straturilor rutiere ce alcătuiesc structura rutieră se determină cu formula:

$$E = \frac{(1-\nu^2) \cdot \sigma_2 \cdot a^2}{d_1 r_1}$$

în care:

$\nu$  - coeficientul lui Poisson;

$\sigma_0$  - sarcina uniform distribuită pe placa de încărcare;

$\sigma$  - raza plăcii de încărcare;

d<sub>1</sub> - deflexiunea măsurată de geofonul „1”;

r<sub>1</sub> - distanța de la centrul plăcii de încărcare la geofonul „1”;

3.6.1.3. Programul efectuează un număr de iterații (max. 50) până când între curba teoretică trasată pe baza unor valori teoretice  $E_1, E_2, E_3, E_m$  obținute pe baza datelor privind structura rutieră și a valorii modulului de elasticitate al pământului și curba rezultată în urma măsurătorilor, există o diferență mai mică de 2%. Dacă se îndeplinește această condiție, valorile obținute în final pentru curba măsurată, reprezintă valorile modulilor straturilor în punctul considerat.

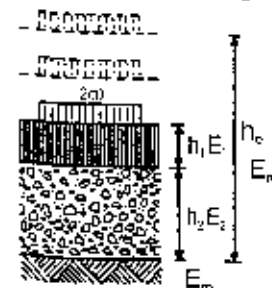
Calculul modulilor de elasticitate  $E_1, E_2, E_m$  se bazează pe metoda grosimilor echivalente și anume:

$$h_e = \begin{cases} h_1 & \text{- stratul superior} \\ k \cdot \left( h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} \right) & \text{- stratul 2} \\ k \cdot \left( h_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} + h_2 \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_m}} & \text{- stratul de fundație} \end{cases}$$

$k = 0,8 \dots 0,9$  funcție de numărul straturilor

Formula de mai sus este valabilă pentru structuri rutiere cu 3 straturi.

Meloxda grosimii echivalente este prezentată grafic în figura de mai jos:



În vederea asigurării unei corelări între metoda grosimilor echivalente și teoria elasticității, modulul de elasticitate al stratului 2, intervine în calculul grosimii echivalente a straturilor, conform formulei:

$$E_2' = E_m \left( \frac{1}{\frac{h_2}{a} + 1} \right)^2 + E_2 \left[ 1 - \left( \frac{1}{\frac{h_2}{a} + 1} \right)^2 \right]$$

unde:

$E'_2$  - modulul de elasticitate corectat al stratului 2 (granular);

$E_2$  - modulul de elasticitate al stratului 2;

$E_m$  - modulul de elasticitate al pământului de fundare;

$a$  - raza plăcii de încărcare;

$h_2$  - grosimea straturilor.

3.6.1.4. Valorile modurilor de elasticitate pentru straturile bituminose, în punctele de măsurare, sunt corespunzătoare deflexiunii calculate în centrul plăcii de încărcare:

$$d_c = \frac{(1 + \nu) \cdot \sigma_0 \cdot a}{2E} \left[ (1 - \nu) \left( \pi - 2 \arctan \left( \frac{h}{a} \right) \right) + \frac{\frac{h}{a}}{1 + \left( \frac{h}{a} \right)^2} \right]$$

3.6.1.5. Valorile modurilor de elasticitate ai celorlalte straturi rutiere sunt corespunzătoare deflexiunii calculate, pentru aceste straturi în centrul plăcii de încărcare:

$$d = \frac{(1 + \nu) \cdot \sigma_0 \cdot a}{2E} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{h}{a} \right)^2}} + (1 - 2\nu) \left( \sqrt{1 + \left( \frac{h}{a} \right)^2} - \frac{h}{a} \right) \right]$$

Semnificațiile notațiilor din formulele de la punctele 3.6.1.4. și 3.6.1.5. sunt:

$a$  - raza plăcii de încărcare;

$\nu$  - coeficientul lui Poisson;

$\sigma_0$  - sarcina uniform distribuită pe placa de încărcare;

$E$  - modulul de elasticitate al straturilor;

$h$  - adâncimea la care se face calculul.

3.6.2. Durata de viață reziduală

3.6.2.1. Durata de viață reziduală este definită drept numărul de ani în care structura rutieră poate prelua solicitările datorate traficului de perspectivă.

3.6.2.2. Pentru determinarea duratei de viață reziduală se calculează mai întâi modulul de elasticitate ( $E$ ) al straturilor bituminose existente, corespunzător temperaturii de proiectare de 20°C:

$$E_{20} = \frac{E}{1 - 2 \left( \frac{\log \frac{t}{t_0}}{\log 2,718} \right)}$$

unde:

$t$  - temperatura de măsurare;

$t_0$  - temperatura de proiectare.

Apoi se calculează un modul de elasticitate echivalent pentru straturile bituminose existente și cele de ramforsare:

$$E_{ech.} = \frac{E_{100} \cdot 100 + E_{h>100} \cdot h_{>100}}{100 + h_{>100}}$$

$E_{100}$  - modulul de elasticitate pentru straturi bituminose cu grosime totală mai mică de 100 mm;

$E_{h>100}$  - modulul de elasticitate pentru straturile bituminose ce depășesc 100 mm;

$h_{>100}$  - grosimea totală a straturilor bituminose, minus 100 mm.

3.6.2.3. Deformația specifică de întindere la baza straturilor bituminose se calculează cu formula:

$$\epsilon = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2 \cdot E_1}$$

unde:

$\sigma_1$  - efortul radial de întindere;

$\sigma_2$  - efortul vertical;

$E_1$  - modulul de elasticitate al straturilor bituminose.

3.6.2.4. Deformația specifică de întindere ( $\epsilon$ ) este funcție de volumul de trafic, exprimat în osi standard și se determină astfel:

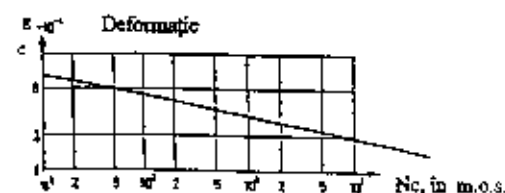
$$\epsilon = 10^{\log(B) - 0,176 \cdot \log(N) + 2,533}$$

în care:

$B$  - conținutul de bitum, %;

$N$  - volumul de trafic de calcul ( $N_c$ ) pentru perioada de proiectare, exprimat în osi standard (m.o.s.).

Această formulă este transpusă în diagrama de mai jos:



3.6.2.5. Pentru verificarea criteriului efortului vertical admisibil la nivelul stratului din materiale granulare se utilizează următoarele legi, funcție de valoarea modului de elasticitate a materialului.

- pentru  $E \leq 160$  MPa

$$\sigma = 10^{-0,307 \log(N) + 1,161 \log(E) - 1,638}$$

- pentru  $E > 160$  MPa

$$\sigma = 10^{-0,307 \log(N) + 0,978 \log(E) - 1,234}$$

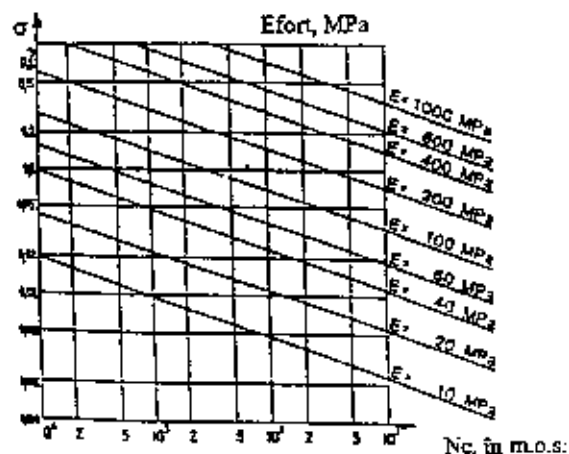
unde:

E - modulul de elasticitate al materialului granular;

N - volumul de trafic de calcul ( $N_c$ ) pentru perioada de proiectare exprimată

în osii standard.

Formulele de mai sus sunt transpuse grafic conform diagramei:



3.6.2.6. Durata de viață reziduală se determină pentru fiecare strat și fiecare punct de măsurare.

3.6.3. Calculul grosimii totale a straturilor bituminoase de ranforsare

3.6.3.1. Grosimea straturilor bituminoase de ranforsare se calculează în funcție de perioada de proiectare dacă durata de viață reziduală este mai mică decât perioada de proiectare.

## 4. ETAPELE DE CALCUL

### 4.1. Stabilirea traficului de calcul

4.1.1. La dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare se ia în considerare volumul de trafic de calcul, corespunzător perioadei de perspectivă.

4.1.2. Perioada de perspectivă poate varia între 10 ani și 15 ani și va fi indicată de beneficiarul lucrării. Se recomandă adoptarea unei perioade de perspectivă de 15 ani în cazul ranforsării drumurilor europene și de 10 ani în cazul celorlalte categorii de drumuri.

4.1.3. Osia standard de 115 kN (O.S. 115) prezintă următoarele caracteristici:

- sarcina pe roțile duble: 57,5 kN

- presiunea de contact: 0,625 MPa

- raza suprafeței circulare echivalente suprafeței de contact: 17,1 cm

4.1.4. Volumul de trafic de calcul se stabilește pe baza rezultatelor ultimului recensământ de circulație. Modul de evaluare a volumului de trafic este prezentat în capitolul 6.1.

4.1.5. Modul de introducere a datelor în programul de calcul PHONIX DESIGN. Prezentarea menurilor și modul de introducere a datelor în programul de calcul fac obiectul capitolului 6.2.

## 5. INTERPRETAREA REZULTATELOR ȘI MODUL DE PREZENTARE

### 5.1. Interpretarea rezultatelor

5.1.1. În urma calculului de dimensionare sunt prezentate:

- valorile modurilor de elasticitate dinamici pentru straturile asfaltice ( $E_1$ ), straturilor granulare ( $E_2$ ), stratului de nisip ( $E_3$ ) și al pământului de fundație ( $E_{p,3D}$ );
- stratul rutier critic (critical layer);
- durata de viață reziduală (Estimated life);
- grosimea totală a straturilor de ranforsare (New overlay).

5.1.2. Pentru straturile asfaltice se calculează o valoare medie a modurilor de elasticitate și se aplică o corecție de temperatură.

5.1.3. Când temperatura de măsurare este mai mare decât cea de proiectare atunci valorile modurilor de elasticitate ale straturilor asfaltice sunt mai mari decât ale straturilor granulare când acestea sunt împreună.



5.1.4. Dacă al treilea strat rutier are grosimi mai mici de 20 cm, apar probleme în calculul de dimensionare, valorile modurilor de elasticitate ai acestui strat sunt prea mici și conduc la valori mari ale grosimii totale a straturilor de ranforsare.

5.1.5. Valorile modurilor de elasticitate ai pământului de fundație rămân constante pe tot parcursul calculului.

5.1.6. Când valorile reale ale modurilor de elasticitate dinamici ai pământului de fundație sunt mai mari decât cele de calcul, înseamnă că grosimea structurii rutiere este mai mare și în aceste cazuri geofonii trebuie așezați mai departe de axa de solicitare pentru a putea fi preluate deformațiile pământului de fundație.

5.1.7. Durata de viață reziduală se calculează pentru fiecare strat rutier și stratul, pentru care durata de viață reziduală este cea mai mică este numit „strat critic”.

5.1.8. Durata de viață reziduală afișată este cea pentru stratul critic, nu pentru toată structura rutieră.

5.1.9. Grosimea straturilor de ranforsare este calculată în fiecare punct de măsurare și valoarea definitivă va fi stabilită conform prevederilor de la punctul 3.2.

5.1.10. În punctele unde apar valori prea mari ale grosimii straturilor de ranforsare, față de grosimea medie se indică în tabelul din capitolul 6.3. „extratons” cantitatea de material ce ar trebui consumată pentru execuția unor straturi cu grosimi mari.

5.1.11. Se recomandă eliminarea cauzelor care conduc la grosimi prea mari.

## 5.2. Modul de prezentare al rezultatelor

Rezultatele calculului de dimensionare sunt prezentate sub forma unor tabele și diagrame, conform Capitolului 6.3.

## 6. MANUALUL DE UTILIZARE AL PROGRAMULUI DESIGN PROGRAM

### 6.1. Modul de evaluare a volumului de trafic de calcul

1. Volumul de trafic de calcul se exprimă în milioane de osii standard de 115 kN (m.o.s.) și este calculat automat utilizând următoarele date:

1.1. Media zilnică anuală - MZA exprimată în osii standard de 115 kN, la începutul perioadei de perspectivă.

1.2. Rata anuală de creștere, exprimată procentual și determinată astfel:

1.2.1. Se determină MZA pentru anul de început (I) al perioadei de proiectare.

1.2.2. Se determină MZA pentru anul de sfârșit (S) al perioadei de perspectivă.

1.2.3. Rata anuală de creștere (R) a traficului pentru perioada de proiectare este:

$$R = \left( \frac{P_p \sqrt[MZA_s]{MZA_s}}{\sqrt[MZA]{MZA}} - 1 \right) \cdot 100, \%$$

unde:

$P_p$  - perioada de proiectare, în ani;

1.3. Modul de introducere a datelor de trafic în programul de calcul este diferit, în funcție de numărul de benzi de circulație și de categoria drumului.

1.3.1. Drumuri modernizate cu două și trei benzi de circulație.

1.3.1.1. Dacă lățimea drumului introdusă în fișierul ROAD WIDTH este mai mică de 5 m atunci în fișierul TRAFFIC FLOW se va introduce valoarea  $MZA_{(1)}$  multiplicată cu 0,5 pentru a fi considerat în calcule numai traficul corespunzător benzii pe care au fost efectuate măsurătorile.

1.3.1.2. Dacă lățimea totală a drumului introdusă în fișierul ROAD WIDTH este mai mare sau egală cu 5 m atunci se va introduce valoarea totală  $MZA_{(1)}$ , programul împărțind automat la 2 această valoare.

1.3.2. Drumuri cu patru benzi de circulație. În aceste cazuri traficul se consideră separat pe fiecare bandă pe sens. Se ia în considerare traficul corespunzător pe banda cea mai solicitată prin aplicarea coeficientului de repartiție transversal ( $C_T = 0,45$ ) valorii totale a  $MZA_{(1)}$ .

1.3.3. Autostrăzi. Fiecare sens de circulație este considerat un drum cu două benzi. Coeficientul de repartiție transversal ( $C_T = 0,50$ ).

## 6.2. Modul de introducere a datelor în programul de calcul

### 1. Prezentare generală a menu-ilor

#### 1.1. Main menu

Menu-ul principal are următoarele sub-menuri:

- 1 ROAD DATA BASE
- 2 DESIGN
- 3 PM SYSTEM
- 4 COPY
- 5 SPECIAL FUNCTIONS
0. END

#### 1.2. Road Data Base

Accastă opțiune conține un număr de fișiere, în fiecare dintre ele stocându-se informații specifice. În acest sens, meniul Road Data Base are următorul sub-menu:

- 1 ROAD WIDTH MENU - se introduce valoarea lățiiimii părții carosabile
- 2 PAVEMENT CONSTRUCTION - se introduc grosimea și tipul straturilor rutiere
- 3 TRAFFIC FLOWS - se introduc valorile MZA ale traficului

Notă: a) Celelalte opțiuni din menu nu sunt active

b) Pentru fiecare dintre sub-menurile mai sus menționate este activ următorul menu:

1. CREATE a new file - permite deschiderea unui nou fișier pentru fiecare din cele trei opțiuni anterioare
2. UPDATE or correct an existing file - permite completarea sau modificarea unui fișier deja existent
3. PRINT FILE - permite tipărirea fișierului deschis
4. SEARCH & VIEW FILE - permite căutarea unui fișier și vizualizarea acestuia
0. ROAD DATA BASE MENU - revine la meniul ROAD DATA BASE

#### 1.3. Design

Meniul DESIGN are la rândul său următoarele menuri:

- 1 Create Data Files - 1. Transfer of FWD DATA from Pri-1509 - nu este activ
2. Update/Correction of FWD DATA - permite accesul în fișierul de date măsurate pentru eventuale modificări
3. Correction of DESIGN DATA - permite accesul în fișierele rezultate

4. Update/Correction of AIR CRAFT DATA - permite accesul în fișierul de date măsurate pe piste de aviație

0. Previous Menu - Revine la meniul DESIGN

### 2 Overlay Design -

1. Road Overlay Design - permite calculul grosimii stratului de ranforsare pentru structuri flexibile și semi-rigide

2. Airport overlay design - permite calculul grosimii stratului de ranforsare pentru piste de aviație

3. Overall pavement design (road) - proiectarea unui drum nou.

4. Overall pavement design (airport) - proiectarea unei piste de aviație

0. Previous Menu - revine la meniul DESIGN

3 Existing file printout - 1. Copy of FWD data - tipărește fișierele conținând datele măsurătorilor

2. Copy of DESIGN DATA - tipărește fișierul rezultat

3. Copy of graphic data - tipărește numai reprezentarea grafică din fișierul rezultat

4. Copy of DESIGN and GRAPHIC DATA - tipărește fișierul rezultat și reprezentarea grafică

0. Previous Menu - revine la meniul DESIGN

Notă: opțiunile 3 - 5 din MAIN MENU nu sunt active.

### 2. ROAD DATA BASE

#### 2.1. Road Width Menu

VD-System	Version 5.1	(c) Phorodata
ROAD WIDTH MENU		
1. CREATE a new file		
2. UPDATE or correct an existing file		
3. PRINT FILE		
4. SEARCH & VIEW FILE		
0. ROAD DATA BASE MENU		
CHOOSE NO. 1		F10=HELP

Procedeele de creare și actualizare sunt identice.

Procedeele de tipărire este identice pentru toate fișierele. Cu această opțiune (3) se obține o copie „brieft” a conținutului fișierului.

Dacă se dorește o tipărire cu mai multe elemente de detaliu a conținutului fișierului sau o sortare a datelor conform necesității se utilizează opțiunea (4). Pentru crearea sau actualizarea unui fișier (opțiunile 1, 2) apare ecranul următor:

VD-System		Version 5.1		(c) Phoenixdata	
DisNo	Name	Road#	Rd.name	Page 1	
Updated	ments	Fr ch.	To ch.	Road Side	
----- ROAD WIDTH -----					
Fr ch.	Width	Rem.	Add. area-m2		
Fr ch.	Width	Rem.	Add. area-m2		
Fr ch.	Width	Rem.	Add. area-m2		
Fr ch.	Width	Rem.	Add. area-m2		
Fr ch.	Width	Rem.	Add. area-m2		
Fr ch.	Width	Rem.	Add. area-m2		
F1=Stop F2=Erasc F3=Stop F4=Insert F5=<< F6=>> F7=Prev F8=Next F10=Help					

La crearea unui nou fișier „Lățime” (WIDTH), numele care se va da acestui fișier trebuie să fie același cu numele fișierului care conține datele măsurătorilor. Fișierul care conține lățimile părții carosabile are următoarea codificare VD\_ \_\_\_ BR.REG

Fișierul care conține valorile măsurătorilor are codificarea FWD\_DA;1. Numele fișierului, în toate situațiile, este format din 4 caractere (combinație de litere și cifre).

Exemplu: Nume fișier conținând date ale măsurătorilor: FWDNN3ADA.1

Fișierul conținând valorile lățimii părții carosabile: VDDN3ASR.REG

Semnificația câmpurilor este următoarea:

Primul rând (DisNo, Name, Road, Rd.name) constituie identificatorul al drumului și trebuie să fie același cu cel completat în fișierul conținând rezultatele măsurătorilor.

- DisNo = numărul secțiunii, în general (001)
- Name = numele beneficiarului lucrării (DRDP, altă instituție)
- Road = numărul drumului (5, 65A)
- Rd.name = ruta care corespunde secțiunii măsurate (Buc. - Giurgiu, Satu-Mare - Cluj)
- Updated ments = data creării sau actualizării fișierului (tasta D completează automat aceste câmpuri); „ments”, în cazul în care se actualizează fișierul, păstrează data la care a fost creat acesta.
- Fr ch. To ch. = poziția kilometrică de început și de sfârșit a secțiunii pentru care se dorește completarea lățimii.
- Fr ch. = se marchează fiecare poziție kilometrică de la care se modifică lățimea în cadrul secțiunii analizate

- Width = lățime parte carosabilă în metri. În această coloană se trece valoarea lățimii totale a drumului: dacă este drum obișnuit și lățimea corespunzătoare sensului pe care s-au efectuat măsurătorile în cazul autostrăzilor.

- Rem. = nr. benzi

Salvarea informațiilor conținute în prima pagină cât și trecerea la o altă pagină se face cu ajutorul tastei F8.

## 2.2. Pavement Construction

VD-System		Version 5.1		(c) Phoenixdata	
PAVEMENT CONSTRUCTION MENU					
1. CREATE a new file					
2. UPDATE or correct an existing file					
3. PRINT FILE					
4. SEARCH & VIEW FILE					
0. ROAD DATA BASE MENU					
CHOOSE NO. 1				F10=HELP	

Observațiile referitoare la opțiunile din meniul ROAD WIDTH sunt valabile și în acest caz. Ecranul de lucru care apare în momentul creării sau apelării unui fișier este prezentat în figura următoare:

VD-System		Version 5.1		(c) Phoenixdata	
DisNo	Name	Road#	Rd.name	Page 1	
Updated	ments	Fr ch.	To ch.	Road Side	
----- PAVEMENT CONSTRUCTION -----					
	Thick/cm	Type	yr.	Des. layer No. and rem.	
1st layer	_____	_____	_____	_____	
2nd layer	_____	_____	_____	_____	
3rd layer	_____	_____	_____	_____	
4th layer	_____	_____	_____	_____	
5th layer	_____	_____	_____	_____	
6th layer	_____	_____	_____	_____	
F1=Stop F2=Erasc F3=Stop F4=Insert F5=<< F6=>> F7=Prev F8=Next F10=Help					

La crearea unui nou fișier „PAVEMENT CONSTRUCTION”, numele care se va da acestui fișier trebuie să fie același cu numele fișierului care conține datele măsurătorilor. Fișierul care conține structura sistemului are următoarea codificare: VD\_BE.REG.

Exemplu: Nume fișier conținând date ale măsurătorilor: FWDN3ADA.1  
 Fișierul conținând structura sistemului rutier: VDDN3ABE.REG.

Semnificația câmpurilor este următoarea:

Primul rând (DisNo, Name, Road, Rd.name) constituie identificator al drumului și trebuie să fie același cu cel completat în fișierul conținând rezultatele măsurătorilor.

- DisNo = numărul secțiunii, în general 0001
- Name = numele beneficiarului lucrării (DRDP, altă instituție)
- Road = numărul drumului (5, 65A)
- Rd.name = ruta care corespunde secțiunii măsurate (Buc. - Giurgiu, Satu-Mare - Cluj)
- Updated ments = data creării sau actualizării fișierului (tasta D completează automat aceste câmpuri); åmentså, în cazul în care se actualizează fișierul, păstrează data la care a fost creat acesta.
- Fm ch. To ch. = poziția kilometrică de început și de sfârșit a secțiunii omogene din punct de vedere al structurii (sectorul de drum pe lungimea căruia nu se modifică sistemul rutier).
- Thick/cm = grosimea în cm corespunzătoare stratului rutier
- Type = tipul materialului din care este confecționat stratul respectiv
- yr. = ultimele două cifre ale anului în care a fost executat stratul respectiv.
- Des. layer No. and rem. = se completează cu un cod care ține cont de tipul stratului și de comportarea din punct de vedere mecanic a stratului respectiv. Astfel: Codul 1 definește întotdeauna straturile asfaltice. Codul 2 definește straturile din materiale nelegate (balast, pietriș). Codul 3 în general definește straturile din nisip cu grosime mai mare de 20 cm. Pentru straturile stabilizate sau din beton de ciment vechi (poste 30 ani) se introduce codul „2c”.

### 2.3. Traffic Flows

VD-System	Version 5.1	(c) Phoenixdata
TRAFFIC FLOW MENU		
1. CREATE a new file 2. UPDATE or correct an existing file 3. PRINT FILE 4. SEARCH & VIEW FILE		
D. ROAD DATA BASE MENU		
CHOOSE NO.	1	F10=HELP

Observațiile referitoare la opțiunile din meniul ROAD WIDTH sunt valabile și în acest caz. Foranul de lucru care apare în momentul creării sau apeiării unui fișier este prezentat în figura următoare:

DisNo	Name	Road#	Rd.name	Page 1
Updated	ments	Fm ch.	To ch.	Road Side
-----TRAFFIC FLOW-----				
Fm ch.	AADT	SA/day	Remarks	
Fm ch.	AADF	SA/day	Remarks	
Fm ch.	AADT	SA/day	Remarks	
Fm ch.	AADF	SA/day	Remarks	
Fm ch.	AADT	SA/day	Remarks	
Fm ch.	AADF	SA/day	Remarks	

F1=Stop F2=Erase F3=Step F4=Insert F5=<- F6=> F7=Prev. F8=Next F10=Help

La crearea unui nou fișier „PAVEMENT CONSTRUCTION”, numele care se va da acestui fișier trebuie să fie același cu numele fișierului care conține datele măsurătorilor. Fișierul care conține structura sistemului are următoarea coaificare VD\_\_\_TR.REG.

Exemplu: Nume fișier conținând date ale măsurătorilor: FWDN3ADA.1  
 Fișierul conținând structura sistemului rutier: VDDN3ATR.REG.

Semnificația câmpurilor este următoarea:

Primul rând (DisNo, Name, Road, Rd.name) constituie identificator al drumului și trebuie să fie același cu cel completat în fișierul conținând rezultatele măsurătorilor.

- DisNo = numărul secțiunii, în general 0001
- Name = numele beneficiarului lucrării (DRDP, altă instituție)
- Road = numărul drumului (5, 65A)
- Rd.name = ruta care corespunde secțiunii măsurate (Buc. - Giurgiu, Satu-Mare - Cluj)
- Updated ments = data creării sau actualizării fișierului (tasta D completează automat aceste câmpuri); åmentså, în cazul în care se actualizează fișierul, păstrează data la care a fost creat acesta.
- Fm ch. To ch. = poziția kilometrică de început și de sfârșit a drumului sau a sectorului de drum pe care au fost efectuate măsurătorile
- Road side = partea de drum pe care au fost efectuate măsurătorile
- Fm ch. = poziția kilometrică de la care se schimbă valoarea traficului
- SA/day = media zilnică anuală a traficului în osii standard de 7,5 KN calculată la începutul perioadei de calcul.

**Observație:** Fișierele create în baza de date (Road Data Base) este obligatoriu să fie înregistrate cu același nume ca și numele fișierului în care s-a făcut înregistrarea datelor măsurate în teren.

După completarea datelor din meniul Road Data Base se apelează opțiunea DESIGN din MAIN MENU.

### 3. Design

VD-System	Version 5.1	(c) Phoenixdata
<b>DESIGN MENU</b>		
1 CreateData File 2 Overlay Design 3 Existing File Printout		
0 Main Menu		
Choice No. :		F10=Help

#### 3.1. Overlay Design

VD-System	Version 5.1	(c) Phoenixdata
<b>MENU - Overlay Design</b>		
1 Road Overlay Design 2 Airfield Overlay Design 3 Overall Pavement Design (Road) 4 Overall Pavement Design (Airfield)		
0 Design Menu		
Choice No. :		F10=Help

Opțiunea OVERLAY DESIGN - Road Overlay Design din meniul DESIGN, permite calculul grosimii necesare a stratului de ranforsare. Numele fișierului care se va deschide va trebui să fie același cu numele fișierului care conține datele măsurătorilor.

Ecranul de lucru este următorul:

DATA INPUT DESIGN-ROAD	VERSION 1.2	(c) PHOENIXDATA
Sector no. 0001	Link no. _____	C way lane _____
Data to be stored Y/N Y	Graphic printout Y/N Y	Conversion factor _____
Edit ext. file Y/N Y	Asp. layer in mm _____	To Change _____
Printout in language E	Front Chaining _____	
Load radius mm 150	Contact pressure Mpa 0.65	
Poisson's ratio 0.35	Standard axle load (t) 11.5	
Design period (years) 10	Annual traffic growth (%) _____	
Design Temperature (C) 17	Asphalt/Concrete A	
Geoplane distance from centre in mm		
Ge1: 0	Ge2: 300	Ge3: 500
Ge4: 800	Ge5: 1100	Ge6: 1400
E-value of overlay thinner than 100 mm 3600		
E-value of overlay thicker than 100 mm 3000		
Extra design:		
Design period years N _____	Annual traffic growth in % _____	
Design period years N _____	Annual traffic growth in % _____	
Design period years N _____	Annual traffic growth in % _____	
Design period years N _____	Annual traffic growth in % _____	
Design period years N _____	Annual traffic growth in % _____	
Nr. of printout 1	Seasonal factor 1	
F1=STOP	F6=BACK	F8=FORWARD
		F9=DESIGN

#### 3.1.1. Date de intrare

Sector no. = număr sector, același ca și în fișierele corespunzătoare din Road Data Base

Link no. = numărul drumului (5, 65A)

C way lane = inițiativa sensului pe care au fost efectuate măsurătorile (S/D sau L/R după cum au fost introduse și în fișierele bazei de date)

Data to be stored Y/N = Y dacă se dorește o copie hârd a fișierului conținând rezultatele calculului. Fișierul rezultat are următoarea codificare: VD\_ \_ \_ \_ \_ PW.REG.

Graphic printout Y/N = Y dacă drumul trebuie împărțit în zone de capacitate portantă egală și dacă de asemenea se dorește tipărirea la imprimantă.

Edit ext. file Y/N = Y dacă se dorește stocarea unui nou calcul pentru aceleași date în fișierul deja existent.

N fișierul nu va fi schimbat și există riscul ca aceleași date să mai fie salvate încă o dată chiar dacă acestea au mai fost salvate.

„Asp. layer in mm” și „Conversion factor” = se folosește în cazul în care se impune o anumită grosime pentru stratul asfaltic. Această opțiune poate fi utilizată numai în cazul în care opțiunea „Graphic Printout Y/N” a fost setată Y.

Printout in language = permite tipărirea rezultatelor în engleză, daneză, germană. Opțiunea E asigură tipărirea în limba engleză

From coinage To chainage = limitele sectarului pentru care se dorește efectuarea calculului.

Load radius = raza plăcii de încărcare

Contact pressure = valoarea presiunii de contact

Poisson's ratio = Constanta de material. Valoarea menționată în program aproximează întreaga structură, fiind valoarea de calcul a coeficientului

Standard axle loads= osia standard în tone

Design period = perioada de proiectare în ani

Annual traffic growth = rata de creștere anuală conform pct. 4.1.2, a traficului, în %, calculată conform anexei 4.1.

Design temperature = temperatura de proiectare, în °C. Temperatura de proiectare este de 17°C pentru tipurile climatice I-II și 14°C pentru tipul climatic III, conform „Normativului pentru dimensionarea straturilor bituminoase de reforșare a sistemelor rutiere suple și semirigide”.

Asphalt/ Concrete = Asphalt (A) - pentru calculul reforșărilor pentru sisteme rutiere flexibile

Concrete (C) - pentru calculul reforșărilor pentru sisteme rutiere semirigide

Geophone distance from centre in mm = descrie poziția senzorilor - nu este obligatoriu să se completeze

E-value overlay thinner than 100 mm = pentru reforșări cu grosime mai mică decât 100 mm, valoarea modului de elasticitate pentru stratul nou este 3270 MPa pentru tipul climatic I-II și 3870 MPa pentru tipul climatic III.

E-value overlay thicker than 100 mm = pentru reforșări cu grosimi mai mari de 100 mm, valoarea modului de elasticitate este 4500 MPa pentru tipul climatic I-II și 4930 MPa pentru tipul climatic III.

Se menționează că valorile modurilor de elasticitate sunt valori medii ponderale pentru grosimi ale straturilor noi de reforșare cu respectarea SR 174-1-1997. Valorile de calcul ale modurilor de elasticitate dinamici pentru straturile noi de reforșare sunt conform „Normativului pentru dimensionarea straturilor bituminoase de reforșare a sistemelor rutiere suple și semirigide”, tabelul 8, funcție de tipul climatic.

Extra design = dacă se dorește efectuarea calculului și pentru o altă perioadă de proiectare cu alți coeficienți de creștere a traficului

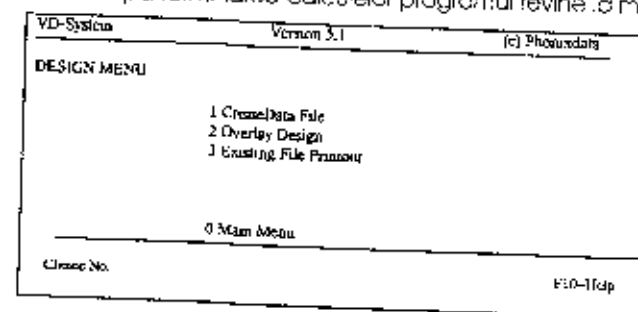
No. of printout = numărul de copii

Seasonal factor = factorul de corecție sezonier. Acest coeficient ține cont de tipul climatic, lăbii profilului transversal și de regimul hidrologic. Pentru deflexiunile măsurate în condiții hidrologice defavorabile (primăvara după dezgheț sau după o perioadă cu ploți abundente), valoarea acestui coeficient este 1, în celelalte cazuri, valorile deflexiunilor se corectează cu următorii coeficienți în funcție de tipul sistemului rutier.

Tipul sistemului rutier	Zona climaterică					
	Tipul profilului transversal					
	Rambrou	Nivel teren sau debleu, profil mixt	Rambrou	Nivel teren sau debleu, profil mixt	Rambrou	Nivel teren 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

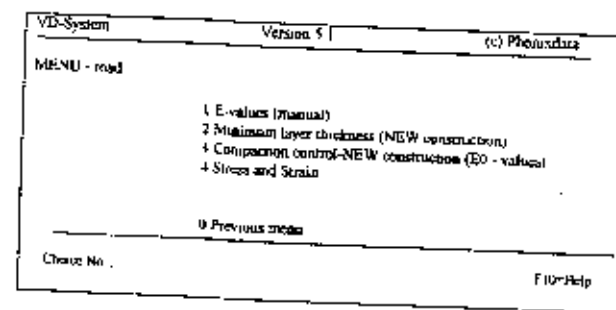
După completarea tuturor datelor, tasta F8 declanșează pornirea programului de calcul.

Dacă în timpul efectuării calculului, imprimanta este ON LINE, după terminarea calculului programul va continua cu tipărirea rezultatelor. În cazuri în care imprimanta nu este conectată, după terminarea calculului programul revine la meniul următor:



### 3.2. Overall Pavement Design (Road)

Ecranul de lucru este următorul:



- 1 E-values manual - permite găsirea valorilor celor mai bune pentru moduli, pentru cazuri izolate când din calculul automat rezultatele par eronate.
- 2 Minimum layer thickness - este utilizată pentru construcții noi și permite găsirea grosimilor minime ale straturilor pe baza traficului cunoscut și ale modurilor materialelor ce se dorește a fi utilizate.
- 3 Compaction control - permite determinarea valorilor modurilor la nivelul superior al terasamentului și al celorlalte straturi, inclusiv la nivelul superior al structurii rutiere. Această verificare se face pe măsura execuției flectării strat. Pentru straturile din materiale granulare este necesară o placă specială cu diametru de 45 cm.
- 4 Stress / Strain - permite verificarea stării de eforturi și deformații pentru o construcție nouă

### 3.3. Existing File Printout

Opțiunea Existing File Printout are următorul ecran de lucru:

VD-System	Version 5.1	(c) Phoenixdata
MENU		
1 Printout of FWD deflection data		
2 Printout of overlay design data (road/airfield)		
3 Printout of graphic data		
4 Printout of overlay design - and Graphic data		
5 Printout of Aircraft data		
0 Previous Menu		
Choice No :		F10=Help

Oricare dintre aceste opțiuni permite tipărirea informațiilor dorite precizând codul corespunzător fișierului ce se dorește a se tipări.

### 6.3. Valorile deflexiunilor măsurate

#### FWD DEFLECTION DATA

```

*****
*****
** **
** **
*****
*****
**
**
**

Client: rajdp vilcea

Sec no.: 001

Link no.: 646b

A/S PHNLX ||
P.P.C.

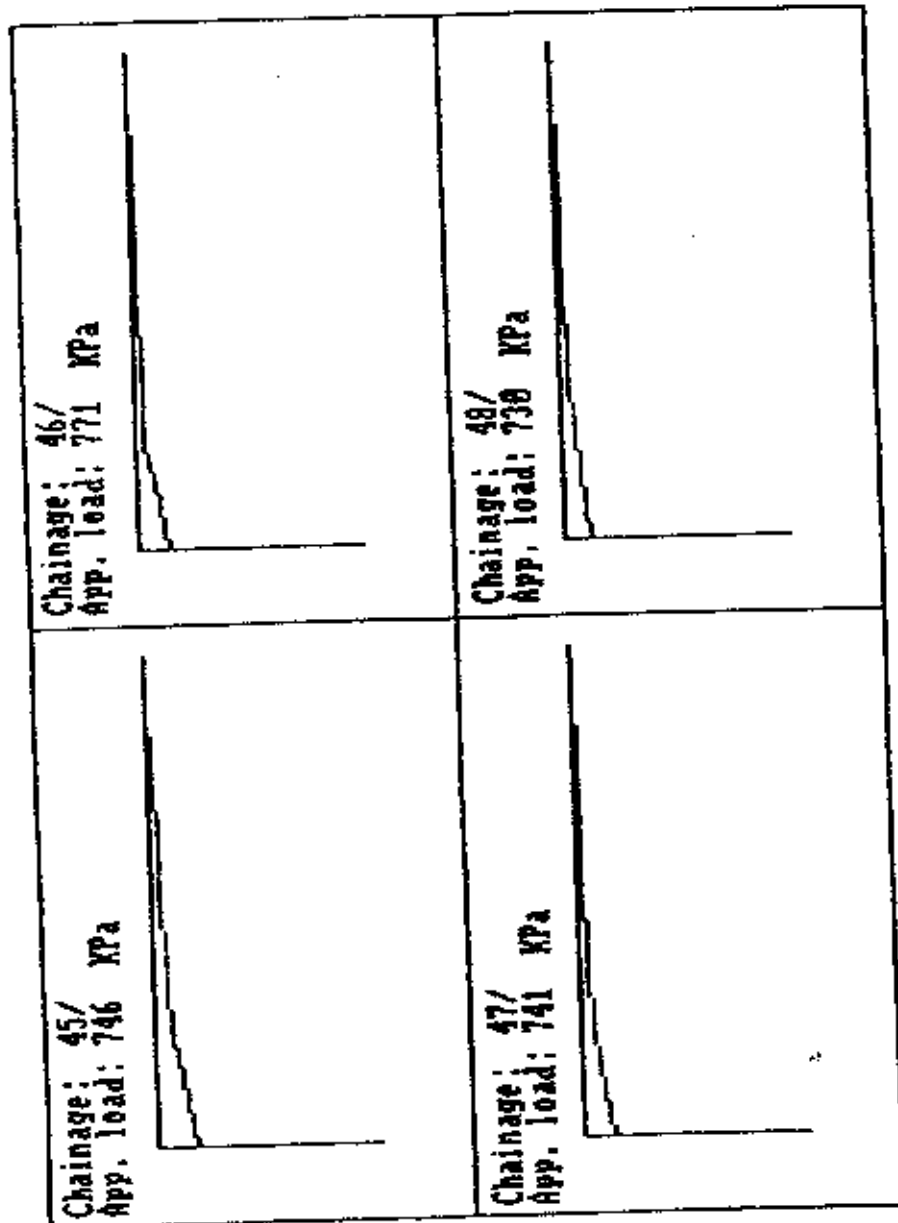
Design date: 05-21-2001

```

Link ref.: Mea. Date: 010517  
 Start at: 3000  
 Surface: asfalt

Point	Remark	A.load Kpa	Temp. C	D(1)	D(2)	D(3)	D(4)	D(5)	D(6)	D(7)	D(8)	D(9)
Deflections in microns												
3000/s		819	26	491	263	176	119	87	68	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
2800/s		809	26	808	477	338	206	118	82	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
2600/s		813	26	656	358	267	166	99	71	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
2400/s		764	26	1316	710	401	162	88	66	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
2200/s		849	26	477	273	194	125	80	59	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
2000/s		784	26	515	286	205	137	97	74	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
1800/s		797	26	863	471	287	139	72	52	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
1600/s		806	26	899	560	367	186	92	64	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
1400/s		815	26	961	552	343	177	92	67	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
1200/s		827	26	560	306	197	116	66	48	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
1000/s		789	26	811	439	273	142	77	54	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
800/s		774	26	811	472	287	143	75	51	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0
600/s		809	26	671	363	232	130	74	52	0	0	0
				1	300	500	800	120	150	0	0	0

### 6.3. Variația deflexiunilor în punctul de măsurare

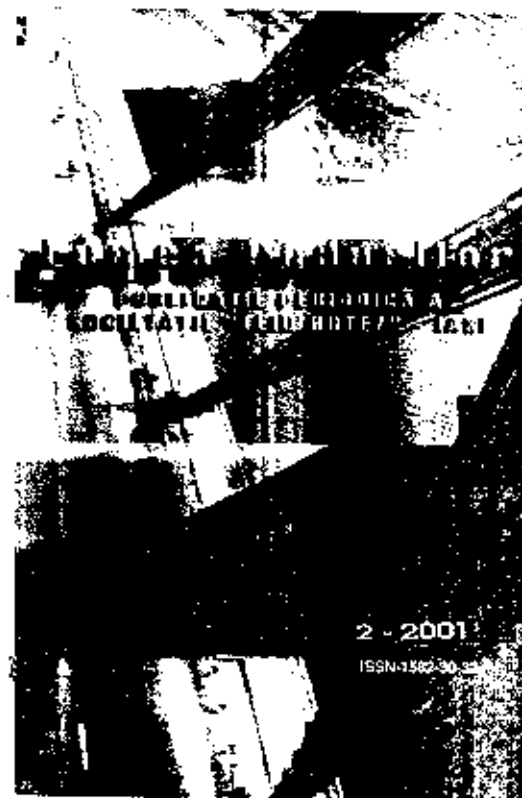
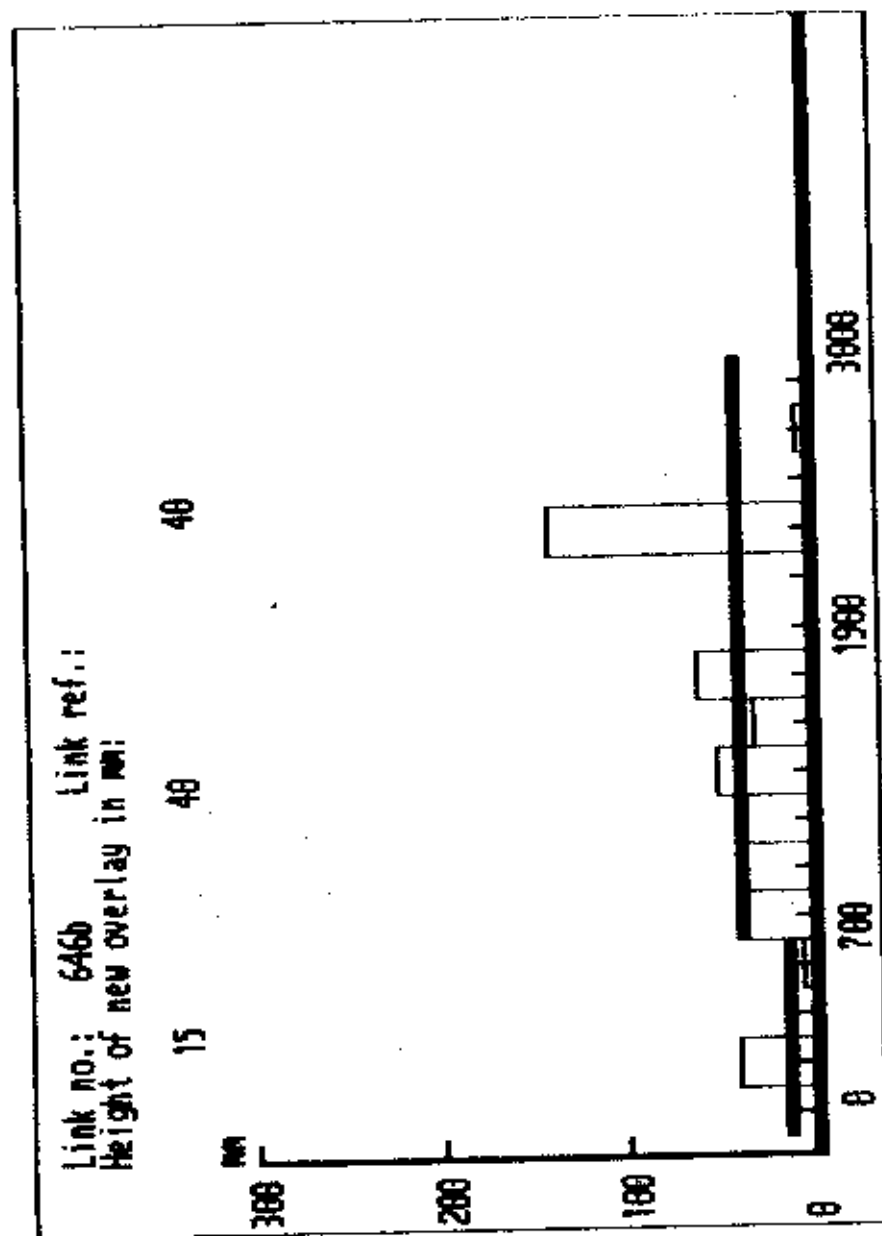


### 6.3. Rezultatele dimensionării grosimii straturilor de ranforsare

ROAD EVALUATION REPORT											
***** ***** ** ** ** ** ***** ***** ** ** **						Client: rajdp vilcea Sec. no.: 001 Link no.: 646b					
A/S PHNIX II CESTRIN ROMANIA						Design date: 06.22.2001					
Link ref:						Men. date: 010517					
Start at: 3000											
Surface: asfalt											
Calculation parameters: Load radius: 150 mm Contact pressure: 0,63 Mpa Poisson's ratio: 0,15 Annual traf. growth: 3,7 % Design temperature: 20 C Design period: 7 years S. kor factor: 1,00				Signature index: B-Block cracking A-Alligator cracking C-other cracking P-Potholes D-Deformation Y-General defect T-Temperature taken				R-Rutting O-No remarks Surface defect H - Future design X-Local def. only Z-Reconstruction area			
* - after remarks indicates that the point has been calculated as a 2-layer system and that the thickness and E-values of 1st and 2nd layer are the same when calculating the new overlay needed in the actual point. the calculation is done for a 3-layer system E-value of new asphalt layer <100mm MPa: 3270 E-value of new asphalt layer >100mm MPa: 4500											
Point	Remarks	E1 MPa	E2 MPa	E3 MPa	Esub MPa	Critical layer	ESTIMATED life years	Ex. Layer H1 H2 H3 mm mm mm	Estimated traffic 11,5 t	New overlay mm	
3000/s		11318	422	0	177	2	18	70 150 0	137100	0	
2800/s		852	3310	0	78	3	7	70 150 0	137100	5	
2600/s		1794	2621	0	101	3	11	70 150 0	137100	0	
2400/s		8588	22	0	99	2	0	70 150 0	137100	140	
2200/s		2532	3814	0	148	3	20	70 150 0	137100	0	
2000/s		2736	2074	0	138	3	19	70 150 0	137100	0	
1800/s		12002	79	0	116	2	1	70 150 0	137100	60	
1600/s		12499	142	0	85	2	2	70 150 0	137100	30	
1400/s		11087	96	0	94	2	1	70 150 0	137100	50	
1200/s		6267	751	0	147	3	14	70 150 0	137100	0	
1000/s		8705	161	0	110	2	2	70 150 0	137100	35	
800/s		12940	108	0	104	2	1	70 150 0	137100	40	
600/s		6608	406	0	124	3	6	70 150 0	137100	5	
400/s		7565	1287	0	123	1	19	70 150 0	137100	0	
200/s	*	1336	763	0	95	3	2	70 150 0	137100	40	
0/s	*	31336	17906	0	79	3	20	70 150 0	137100	0	



6.3. Histograma variației grosimii straturilor de ranforsare



Salutăm apariția celui de-al doilea număr al revistei „Lumea Podurilor”, editată de societatea „Teiu Botez” din Iași. Un cuprins variat, cu articole care credem că vor fi citite cu mare interes de specialiștii în domeniu.

Tariful de publicitate în Revista „DRUMURI PODUR” sunt următoarele:

Coperta - pagina întreagă (A4) .....20.000.000 lei  
 Interior - pagina întreagă (A4) .....15.000.000 lei  
 Pentru publicitate în 3 numere consecutive, se acordă o reducere de tarif de 10%.

în numărul viitor al Buletinului Tehnic Rutier:

- Normativ privind înbrăcămintile bituminoase cilindrate la cald, realizate cu bitum modificat cu polimeri, Ind. AND 549-99;
- Normativ privind înbrăcămintile bituminoase cilindrate la cald, realizate din mixtură asfaltică cu bitum asfaltat, ind. AND 553-99;
- Instrucțiuni tehnice privind metodologia de determinare a planeității suprafeței drumurilor cu ajutorul analizorului de profil longitudinal APL 72, ind. AND 563-2001;

**Dacă doriți să fiți cât mai bine informați, procurați-vă din timp publicațiile AND și APDP.**