ROMANIA
MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE, TRANSPORTURILOR
ŞI LOCUINŢEI
ADMINISTRATIA NAŢIONALĂ A DRUMURILOR
B-dul Dinicu Golescu, 38, 77113 Bucureşti, sector 1
Tel.: 0-040-1-212.62.01; Fax: 0-040-1-312.09.84

ORDINUL
DIRECTORULUI GENERAL AL A.N.D.

nr. 77
din 26 martie 2001

În conformitate cu regulamentul de organizare şi funcţionare al Administraţiei Naţionale a Drumurilor, stabilit prin Hotărârea de Guvern nr. 1275/1990, modificată şi completată prin Hotărârile de Guvern nr. 24/1994, 276/1994, 250/1997 şi 612/1998, şi în baza Ordinului Ministrului Lucrărilor Publice, Transporturilor şi Locuinţei nr. 262/5.03.2001, dr. ing. Gheorghe LUCACI, Director general al Administraţiei Naţionale a Drumurilor - RA, emite următorul

ORDIN:

Art. 1. Se aprobă „Instrucţiunile tehnice privind metodologia de determinare a capacităţii portante a drumurilor cu deflectometrul PHONIX FWD MLY 10.000" indicativ AND 564-2001.

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

Director General
Dr. ing. Gheorghe LUCACI

ADMINISTRAŢIA NAŢIONALĂ A DRUMURILOR

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

Indicativ AND 564-2001
Elaborat de: CESTRIN

Director	Dr. Ing. Laurentiu STELEA
Director adj. Tehnic	Dr. Ing. Radu ANDREI
Şef secţie	Ing. Florica PĂDURE
Responsabil temă	Ing. Lucian CARP
Colaborator	Ing. Mihai SIMIONESCU
Responsabil AQ	Ing. Marius ALUPOAIE
Redactat	Tehn. Roxana PISICĂ
	Anne - Marie 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 deplasarea la locul măsurătorilor 62

Anexa 2 - Pregătirea/verificarea deflectometrului FWD pentru măsurători 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 m programul de calcul 82
   6.3. Prezentarea rezultatelor măsurătorilor 93

INSTRUCȚIUNI TEHNICE PRIVIND DETERMINAREA 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 semirigide, 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 straturilor de ranforsare perioada de stocare va fi:

- maximum 18 luni în cazul autostrăzilor, drumurilor expres și drumurilor 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 straturilor 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:	**Aprobat de:**
CESTRIN	*ADMINISTRAȚIA NAȚIONALĂ A DRUMURILOR*, cu avizul nr. 93/1053/24.11.2000

a) determinarea stării tehnice a drumurilor, în conformitate cu instrucțiunile CD 155 redactarea revizuită și cu sistemul PMS;
b) verificarea capacității portante a sistemelor rutiere executate pe drumuri noi;
c) dimensionarea straturilor de ranforsare, din materiale bituminoase, a sistemelor rutiere suple 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 șocurile, 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 centrul 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) prevazută cu o imprimantă (KODAK DICONIX 180 SI).

3. DESCRIEREA ECHIPAMENTULUI PHONIX FWD MLY 10 000

Deflectometrul FWD este alcătuit din următoarele componente principale:
- vehicul de tractare;
- trailer (semiremorca);
- subansamblul tălpii (placa de încărcare);
- subansamblul 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 „trip counter") parcurse de la un punct de măsurare la următorul punct.

3.1. Vehiculul de tractare

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 tălpi tip sanie.

3.3. Subansamblul 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 subansamblu 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. Subansamblul greutății care cade și al grinzii cu geofoni

3.4.1. Este alcătuit din:
- greutate 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 subansamblului;
- electromagnet de ridicare a greutăților:
  $U = 24$ V; $I_{max} = 1$ A; $P = 20$ W; $F = 6800$ N, forță statică;
- 6 (șase) bufferi (amortizoare) de cauciuc.

3.4.2. Pentru simularea solicitării roților osiei standard de 100 kN (10 tf) sau 115 kN (11,5 tf), se adoptă următorii parametrii 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 cilindrul 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, celulei 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 digitripului (trigger), acționând comutatorul „Falling height adjustement" la poziția dorită (20, 25, 30, 35 sau 40), în funcție și de osia standard (100 kN, 115 kN sau 130 kN) luată în calcul;
- prin ajustarea comutatorului E5, alcătuit din 5 (cinci) limitatoare separate, ce reglează cursa cilindrilor hidraulici, 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; 330; 500; 800; 1100; 1400; [mm] (fig. 1b)

Configurația amplasării geofonilor nu va fi modificată pe parcursul măsurătorilor 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). Suporții senzorilor sunt dotați cu resoarte, permițând un contact eficient între senzori și suprafața drumului.

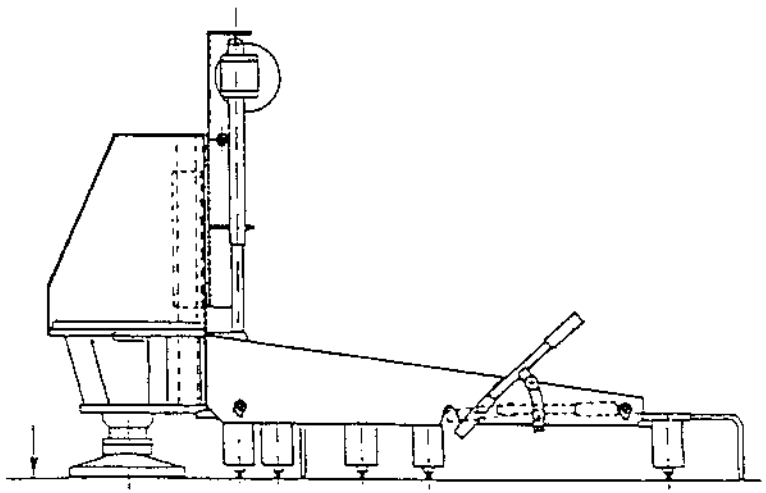


Fig. 1.a. Schema dispunerii greutăților

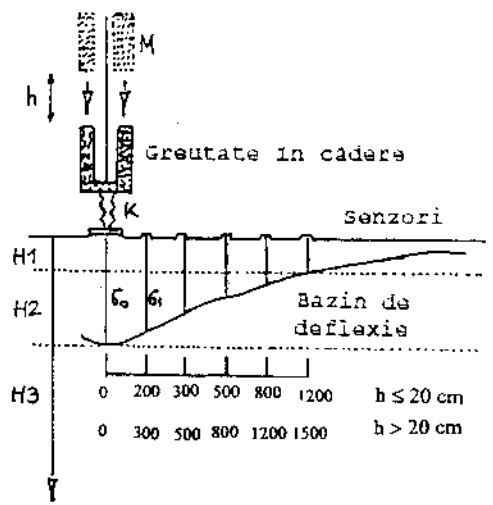


Fig. 1.b. Schema dispunerii geofonilor și bazinul de deflexiuni înregistrat

3.5. Cutia de control

Partea inferioară a cutiei de control (fig. 2) conține mufele 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 panoul 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 telecomenzii reținând semnalele la monitorul de afișare a distanței (trip counter);

RECORDING EQUIPEMENT - terminal prin care se acționează echipamentul de înregistrare;

PAINT MARKER - terminalul prin care se acționează echipamentul de marcare;

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

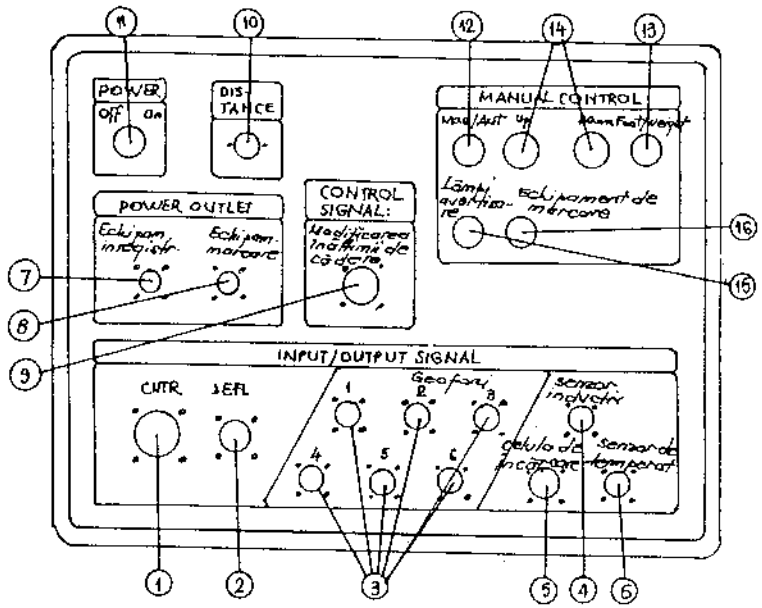


Fig. 2. Cutia de control

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. Întrerupătorul pentru curent electric de la cuti ade control - interfață
12. Comutator pentru lucrul în regim MANUAL sau AUTOMAT
13. Comutator pentru ridicare / coborâre picior greutăți (FOOT)
14. Buton de comandă pentru ridicarea (UP) grinzii
    Buton de comandă pentru coborârea (DOWN) grinzii
15. Comutator pentru lămpi de avertizare de tip flash
16. Neactivat

3.6. Sistem de alimentare cu energie

Echipamentul PHONDC - 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 remorcii.

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 greutăți 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 digitizate de către interfață) și transmise acestuia.

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 fișe tip RS 232 C. Computerul este alimentat de la priză (c.a.) prin intermediul unui convertor de rețea, care poate furniza energie electrică la următorii parametrii: 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 stabiliza 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 parametrii: 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/dischetă), editarea, sortarea și procesarea în continuare a datelor obținute prin măsurători cu echipamentul FWD.

3.9. Controlul pentru înregistrarea distanței (trip counter)

Are 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 sectoarele omogene de drum care constituie sectoarele de efectuare a măsurărilor, utilizate la determinarea caracteristicilor stării tehnice a drumului analizat.

4.4. Stabilirea sectoarelor omogene de drum se efectuează după inspecția de vizualizare a stării de degradare a îmbrăcămintei rutiere conform „Normativului pentru evaluarea stării de degradare a îmbrăcămintii pentru drumurile cu sisteme rutiere suple și semirigide", 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, debleu, la nivelul terenului, mixt);
- modul de amenajare a acostamentelor;
- starea de degradare a îmbrăcămintii rutiere (Bună, Medie, Rea), conform Normativului ind. AND 540.

4.6. Lungimea sectoarelor 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 sectoarele 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 pe 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 sectoare 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 PHONIX 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 îmbrăcămintii bituminoase.

4.12.2. Modul de alcătuire se stabilește prin sondaje, amplasate în puncte caracterizate prin valori mari ale deflexiunii din centrul plăcii de încărcare, cu o frecvență de minimum 2 sondaje/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 expres 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 Phonix se efectuează în perioadele în care complexul rutier lucrează în cele mai defavorabile condiții hidrologice și anume:
- primăvara, imediat după dezgheț 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 0^0C (în

mod informativ, după o perioadă de minimum 10 zile, cu valori medii zilnice ale temperaturii aerului pozitive, dar nu mai mici de +5^{0}C);
- toamna, după un număr suficient de zile (aproximativ 10 - 15 zile) de ploi 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^{0}C și nu trebuie să depășească 35^{0}C.

5.3. Se interzice efectuarea măsurărilor pe sectoare de drum în anul de realizare a tratamentelor bituminoase (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 rutieră elaborată, în scopul identificării, de către AND);
- scopul măsurărilor (starea tehnică, proiect de sporire a capacității portante);
- poziția kilometrică a tronsoanelor, localități limitrofe;
- 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 măsurătorilor, conform indicațiilor din ANEXA 2;
3. pregătirea părții electronice a echipamentului și efectuarea măsurărilor, în conformitate cu ANEXA 3;
4. măsurarea temperaturii la suprafața îmbrăcămintii bituminoase, 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 îmbrăcămintii asfaltice sau de fiecare dată când intervine o modificare bruscă a temperaturii suprafeței îmbrăcămintii bituminoase; variația temperaturii suprafeței îmbrăcămintii nu trebuie să fie mai mare de 3^{0}C;
6. evaluarea stării de degradare a îmbrăcămintii bituminoase;
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, si anume:
- evaluarea stării tehnice a drumurilor;
- urmărirea comportării în exploatare a sectoarelor RO - LTPP;
- dimensionarea grosimii straturilor de ranforsare.

7.2. Modul de prezentare a rezultatelor măsurătorilor și de interpretare este în conformitate cu Capitolul 6.3.

Anexa I

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 branșează 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 elementi 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 spatele vehiculului care tractează; trebuie evitată amplasarea acestuia într-o cutie închisă, deoarece pot apare 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.

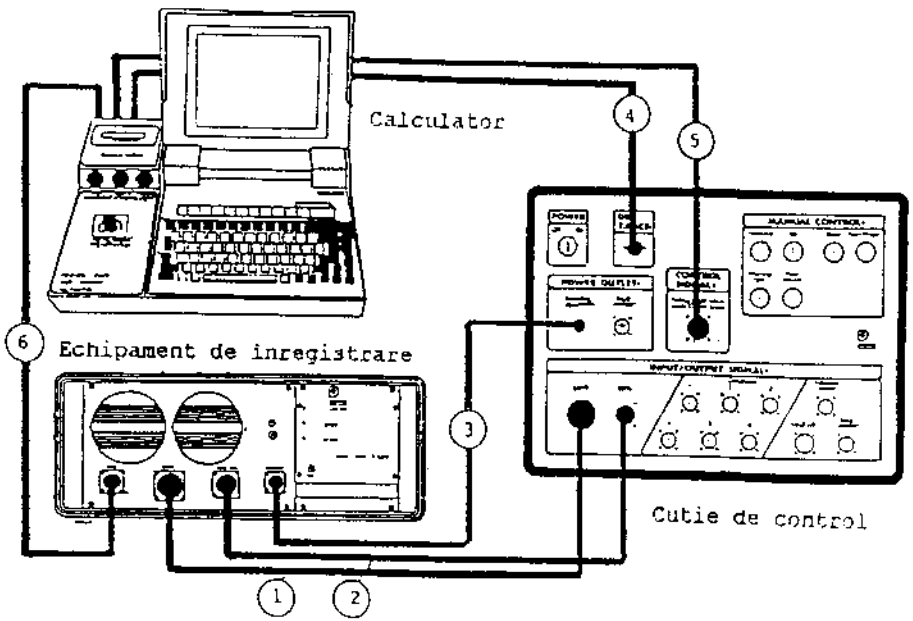


Figura 3 - Conexiuni pentru cablu

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

Anexa 2

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 echipamentul 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 POWER 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.

Anexa 3

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

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

Pentru începerea măsurătorilor cu calculatorul pornit, se lansează programul COLLECT.EXE. Va apare ecranul nr. I care avertizează operația de colectare 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 apare 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

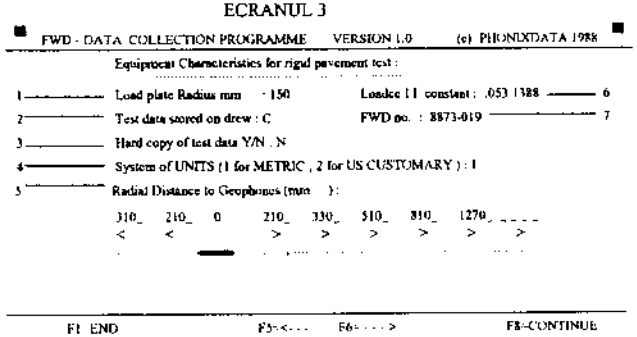
FWD - DATA COLLECTION PROGRAMME VERSION 3.0. (c) PHONIXDATA 1989

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

Choise no.:

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

ECRANUL 3



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);

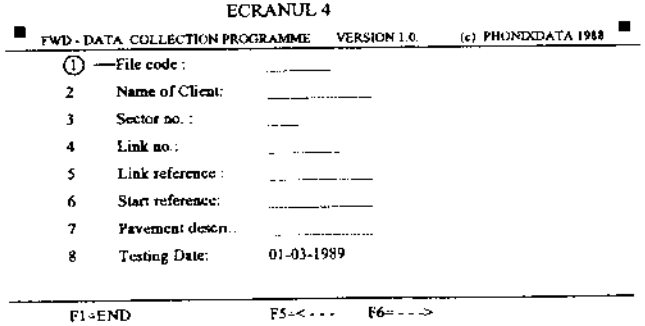
*5 - distanța de la centrul plăcii de încărcare la geofonul respectiv (mm);

*6 - seria aparatului PHONIX FWD;

*7 - constanta celulei de încărcare (rezultată la calibrare).

1.4. După acest ecran va apare 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



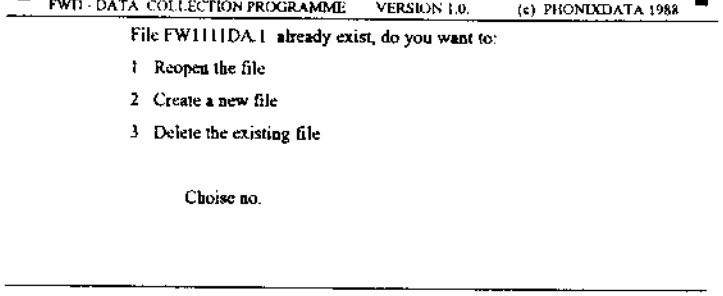
Semnificațiile mesajelor din menu sunt:

*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 apare Ecranul nr. 5.

ECRANUL 5



În acest menu există 3 opțiuni:

*1 - deschiderea fișierului existent și completarea lui cu linii noi;

*2 - crearea unui fișier nou; ne readuce mesajul „File codeă, 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 ale cărui date se vor înregistra ulterior.

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

*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);

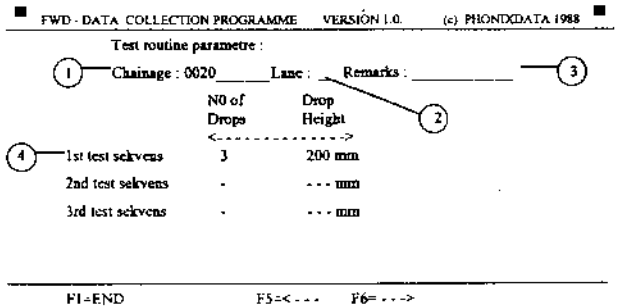
*6 - punctul (stația) de referință; poate fi un cod al punctului de referință față de care se fac măsurătorile;

*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 menu; dacă DA se trece la ecranul următor, Ecranul nr. 6.

ECRANUL 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.

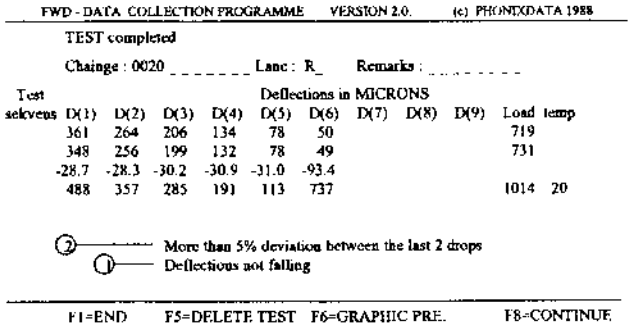


Fig. 4. - Exemplu de înregistrare a deflexiunilor

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

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% indică valori 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 bazinului deflexiunilor și valorilor modulilor E_0 ai pământului din patul drumului.

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

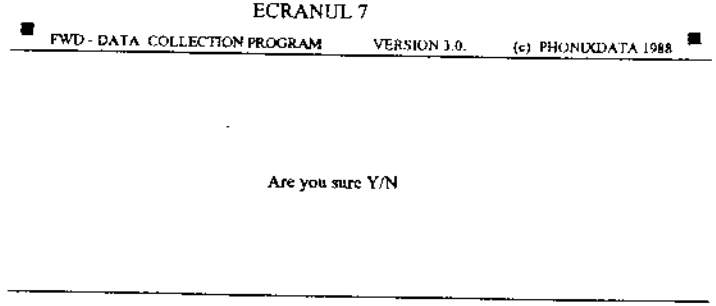
F1 - oprește execuția programului;
F5 - cursorul se mută în blocul precedent pe ecran;
F6 - cursorul se mută în blocul următor pe ecran;
F8 - indiferent de poziția cursorului, înseamnă că întregul ecran curent este complet și corect parcurs și se poate trece la ecranul următor.

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

1.11. În orice moment, măsurătoarea poate fi întreruptă prin apăsarea tastei F1. Va apare Ecranul nr. 7 ce ne întreabă dacă suntem siguri că vrem să întrerupem măsurătorile. Dacă se răspunde „Y" va apare 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.

ECRANUL 7



ECRANUL 8

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

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 deflectometrul 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 prezentelor 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 complexului 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 deflectometrul cu sarcină dinamică, FWD - MLY 10 000.

2. CONDIȚII TEHNICE

2.1. Alcătuirea straturilor de ranforsare

Straturile bituminoase de ranforsare sunt alcătuire 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 STAS 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 materiale 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 interativ, 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 ind. 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 faianțărilor (și care pot evolua în gropi), în special pe urma roților.

3.4. Dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare impune cunoașterea unor date privind istoria tronsonului 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 studii de teren, în vederea obținerii următoarelor date:
- starea de degradare a îmbrăcămintei bituminoase, în conformitate cu prevederile instrucțiunilor ind. CD 155 sau ale Normativului ind. 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 modulilor de elasticitate dinamici, corespunzători fiecărui strat rutier;
- determinarea duratei de viață reziduală;
- calculul grosimii totale a straturilor de ranforsare.

3.6.1. Calculul modulilor de elasticitate dinamici

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

3.6.1.1. Prima etapă a programului constă în calculul modulului de elasticitate dinamic al pământului de fundație (E_{sub}), 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 fundare (E_m) se calculează cu formula:

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

unde:

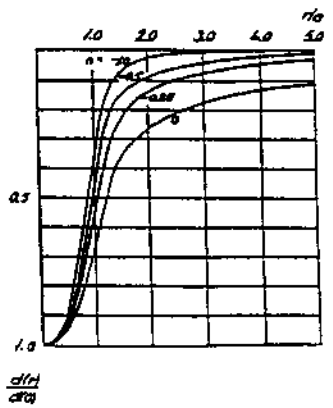
C - constanta materialului, numită „constantă";

n - constanta materialului, numită „exponent";

σ_r - efort de referință;

σ - 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:

$$E = \frac{(1-\nu^2)\cdot\sigma_0\cdot a^2}{d_i r_i}$$

în care:

ν - coeficientul lui Poisson;

σ_0 - sarcina uniform distribuită pe placa de încărcare;

a - raza plăcii de încărcare;

d_i - deflexiunea măsurată de geofonul „i";

r_i - distanța de la centrul plăcii de încărcare la geofonul „i"

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.

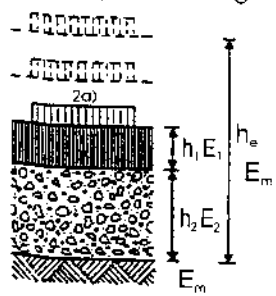
Calculul modulilor de elasticitate E_1, E_2, E_m se bazează pe metoda grosimilor echivalente și anume:

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

k = 0,8...0,9 funcție de numărul straturilor

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

Metoda 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 modulilor de elasticitate pentru straturile bituminoase, 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 modulilor 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;

ν - coeficientul lui Poisson;

σ_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 bituminoase 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 bituminoase 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 bituminoase cu grosime totală mai mică de 100 mm;

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

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

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

$$\varepsilon = \frac{\sigma_r + \sigma_z}{2\cdot E_1}$$

unde:

σ_r - efortul radial de întindere;

σ_z - efortul vertical;

E_1 - modulul de elasticitate al straturilor bituminoase.

3.6.2.4. Deformația specifică de întindere (ε) este funcție de volumul de trafic, exprimat în osii standard și se determină astfel:

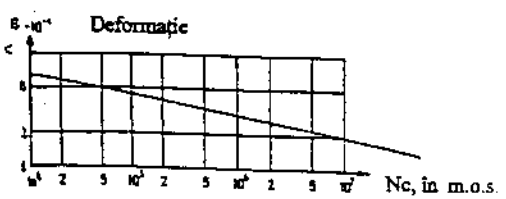
$$\varepsilon = 10^{\log(B) - 0.176\log(N) + 2{,}533}$$

în care:

B - conținutul de bitum, %;

N - volumul de trafic de calcul (Nc) pentru perioada de proiectare, exprimat în osii 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 modulului 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

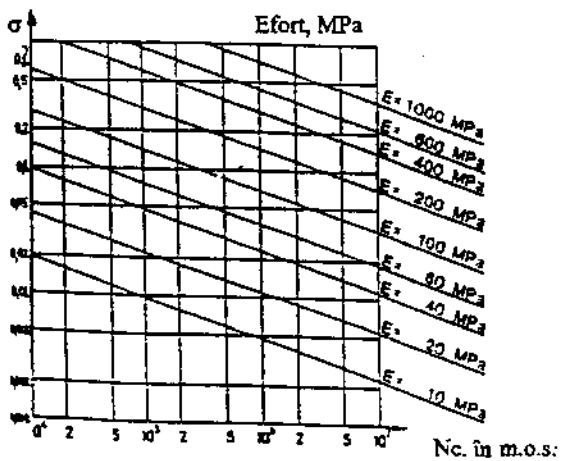
$$\sigma = 10^{-0.307 \log (N) + 0,978 \log (E) - 1,234}$$

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 rotile 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 menu-lor 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 modulilor de elasticitate dinamici pentru straturile asfaltice (E_1), straturilor granulare (E_2), stratului de nisip (E_3) și a pământului de fundație (E_{sub});
- 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 modulilor 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 modulilor de elasticitate ai 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 modulilor de elasticitate ai acestui strat sunt prea mici și conduc la valori mari ale grosimii totale a straturilor de ranforsare.

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

5.1.6. Când valorile reale ale modulilor 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 exprima in milioane de osii standard de 115 KN (m.o.s.) și este calculat automat utilizând următoarele date:

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

1.2. Rata anuala 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:

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

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 $MZA_{(R)}$ 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 $MZA_{(R)}$, 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_{rt} = 0.45) valorii totale a $MZA_{(R)}$.

1.3.3. Autostrăzi. Fiecare sens de circulație este considerat un drum cu două benzi. Coeficientul de repartiție transversal (C_{rt} = 0.50).

6.2. Modul de introducere a datelor în programul de calcul

1. Prezentare generală a menu-lor

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

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

1 ROAD WIDTH MENU - se introduce valoarea lățimii 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 menul ROAD DATA BASE

1.3. Design

Menul 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 menul DESIGN

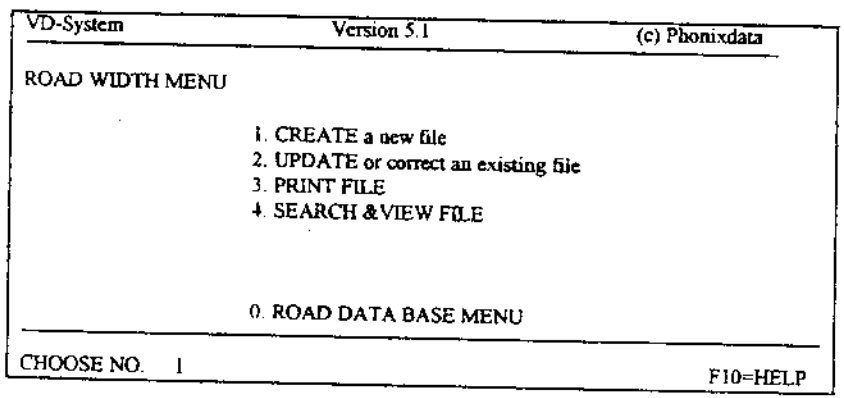
2 Overlay Design - 1. Road Overlay Design - permite calculul grosimii stratului de ranforsare pentru structuri flexibile și semirigide
2. Airport overlay design - permite calculul grosimii stratului de ranforsare pentru piste de aviație
3. Overall pavement design (road) - proiectarea unui drum nou
4. Overall pavement design (airport) - proiectarea unei piste de aviație
0. Previous Menu - revine la menul DESIGN

3 Existing file prinout - 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 menul DESIGN

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

2. ROAD DATA BASE

2.1. Road Width Menu

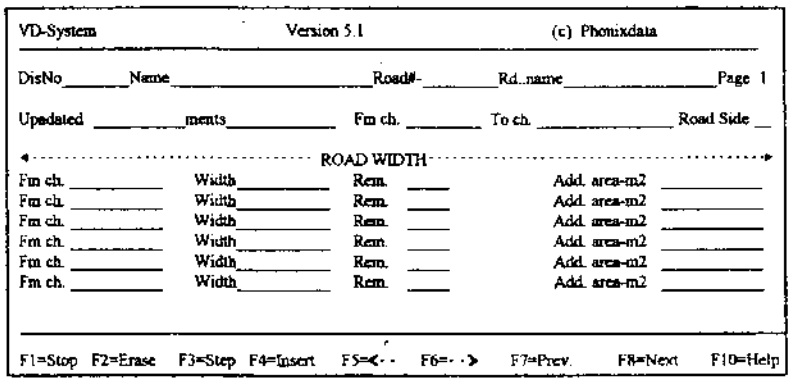


Procedeele de creare și actualizare sunt identice.

Procedeul de tipărire este identic pentru toate fișierele. Cu această opțiune (3) se obține o copie „brief" a conținutului fișierului.

Dacă se dorește o tipărire cu mai multe elemente de detaliu a conținutului fișierului sau o sortare a datelor conform necesităților se utilizează opțiunea (4).

Pentru crearea sau actualizarea unui fișier (opțiunile 1, 2) apare ecranul următor:



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: FWDDN3ADA.1
Fișierul conținând valorile lățimii părții carosabile: VDDN3ABR.REG.

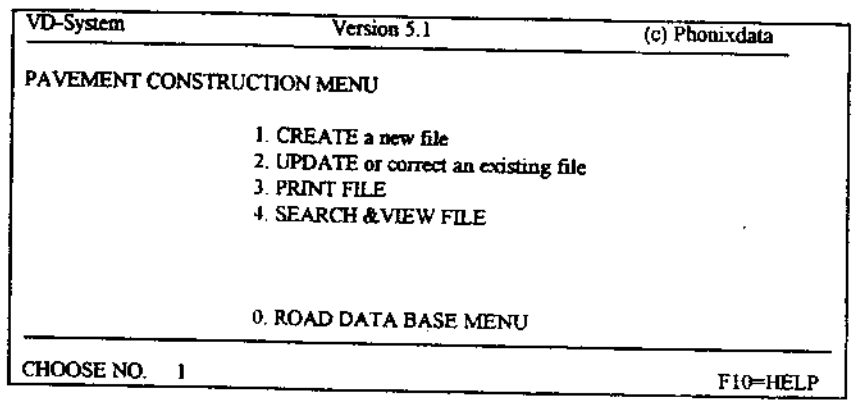
Semnificația câmpurilor este următoarea:

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

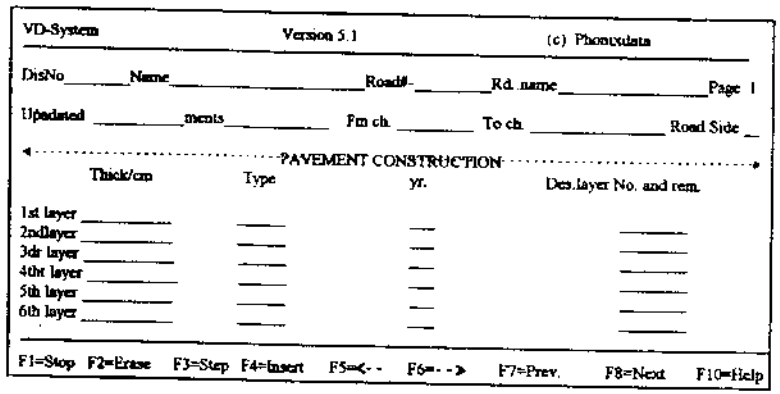
- DisNo = numărul secțiunii, în general 0001
- Name = numele beneficiarului lucrării (DRDP, altă instituție)
- Road = numărul drumului (5, 65A)
- Rd.name = ruta care corespunde secțiunii măsurate (Buc. - Giurgiu, Satu-Mare - Cluj)
- Updated ments = data creării sau actualizării fișierului (tasta D completează automat aceste câmpuri); „ments", 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 pentru care se dorește completarea lățimii.
- Fm 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



Observațiile referitoare la opțiunile din menul 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:



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: FWDDN3ADA. 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); ămentsă, 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 = grosimile în cm corespunzătoare straturilor rutiere
- 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, piatriș). Codul 3 în general definește straturile din nisip cu grosime mai mare de 20 cm. Pentru straturile stabilizate sau din beton de ciment vechi (peste 30 ani) se introduce codul „2c".

2.3. Traffic Flows

```
VD-System                    Version 5.1                    (c) Phonixdata

TRAFFIC FLOW 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 menul 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) Phonixdata

DisNo_____Name_____Road#_____Rd.name_____Page 1

Upadated _____ments_____ Fm ch. _____ To ch. _____ Road Side __

<-------------------- TRAFFIC FLOW --------------------->

Fm ch. _____  AADT_____  SA/day ____  Remarks _____
Fm ch. _____  AADT_____  SA/day ____  Remarks _____
Fm ch. _____  AADT_____  SA/day ____  Remarks _____
Fm ch. _____  AADT_____  SA/day ____  Remarks _____
Fm ch. _____  AADT_____  SA/day ____  Remarks _____
Fm ch. _____  AADT_____  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 codificare VD_ _ _ _TR.REG.

Exemplu: Nume fișier conținând date ale măsurătorilor: FWDDN3ADA. 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); ămentsă, 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 măsurători
- Road side = partea de drum pe care au fost efectuate măsurători
- Fm ch = poziția kilometrică de la care se schimbă valoarea traficului
- SA/day = media zilnică anuală a traficului în osii standard de 115 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 menul Road Data Base se apelează opțiunea DESIGN din MAIN MENU.

3. Design

```
VD-System          Version 5.1          (c) Phonixdata

DESIGN MENU

                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) Phonixdata

MENU - Overlay Design

                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 menul 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) PHONIXDATA

Sector no. 0001                 Link no. _____       C way lane _____
Data to be stored Y/N  Y        Graphic printout Y/N  Y
Edit ext. file Y/N  Y           Asp. layer in mm _____   Conversion factor _____
Printout in language  E         From Chainage _____      To Chainage _____
Load radius      mm  150        Contact pressure      Mpa 0.63
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
Geophone distance from centre in mm :
Ge1: 0__   Ge2: 300_   Ge3: 500_   Ge4: 800_   Ge5: 1110_   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 %  ____
No. of printout  1_                           Seasonal factor  1____

F1=STOP          F5=BACK          F6=FORWARD          F8=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 = inițiala 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 hard a fișierului conținând rezultatele calculului. Fișierul rezultat are următoarea codificare: VD_ _ _ _FW.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 în 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 cainage To chainage = limitele sectorului 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 load= 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 ^{0}C. Temperatura de proiectare este de 17^{0}C pentru tipurile climatice I+II și 14^{0}C pentru tipul climatic III, conform „Normativului pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple și semirigide".

Asphalt/ Concrete = Asphalt (A) - pentru calculul ranforsărilor pentru sisteme rutiere flexibile
Concrete (C) - pentru calculul ranforsărilor 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 ranforsări cu grosime mai mică decât 100 mm, valoarea modulului de elasticitate pentru stratul nou este 3270 MPa pentru tipul climateric I+II și 3870<MPa pentru tipul climateric III.

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

Se menționează că valorile modulilor de elasticitate sunt valori medii ponderate pentru grosimi ale straturilor noi de ranforsare cu respectarea SR 174-1:1997. Valorile de calcul ale modulilor de elasticitate dinamici pentru straturile noi de ranforsare sunt conform „Normativul pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare 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

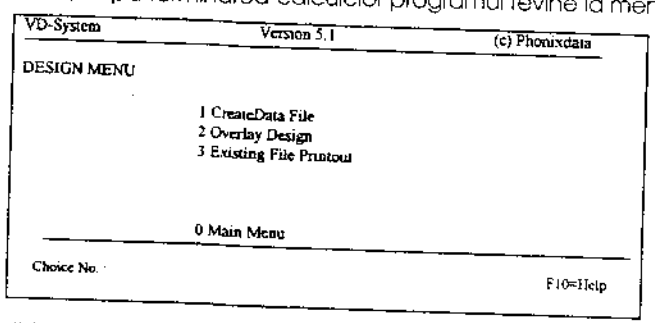
No. of printout = numărul de copii

Seasonal factor = factorul de corecție sezonier. Acest coeficient ține cont de tipul climatic, tipul profilului transversal și de regimul hidrologic. Pentru deflexiunile măsurate în condiții hidrologice defavorabile (primăvara după dezgheț sau după o perioadă cu ploi 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					
	I		II		III	
	Rambleu	Nivel teren sau debleu, profil mixt	Rambleu	Nivel teren sau debleu, profil mixt	Rambleu	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

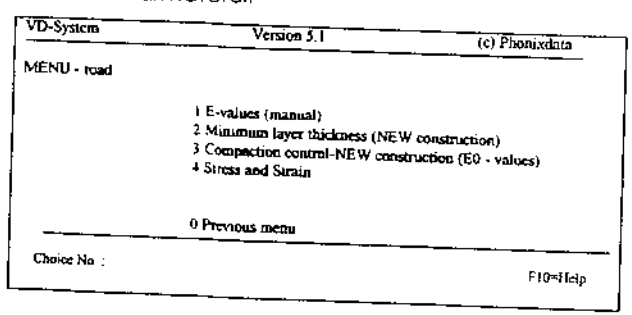
După completarea tuturor datelor, tasta F8 declanșează pornirea programului de calcul.

Dacă în timpul efectuării calculului, imprimanta este ON LINE, după terminarea calculului programul va continua cu tipărirea rezultatelor. În cazul în care imprimanta nu este conectată, după terminarea calculelor programul revine la menul 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 modulilor materialelor ce se dorește a fi utilizate.

3 Compaction control - permite determinarea valorilor modulilor la nivelul superior al terasamentului și al celorlalte straturi, inclusiv la nivelul superior al structurii rutiere. Această verificare se face pe măsura execuției fiecărui strat. Pentru straturile din materiale granulare este necesară o placă specială cu diametrul 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) Phonixdata

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 PHNIX ||
P.P.C

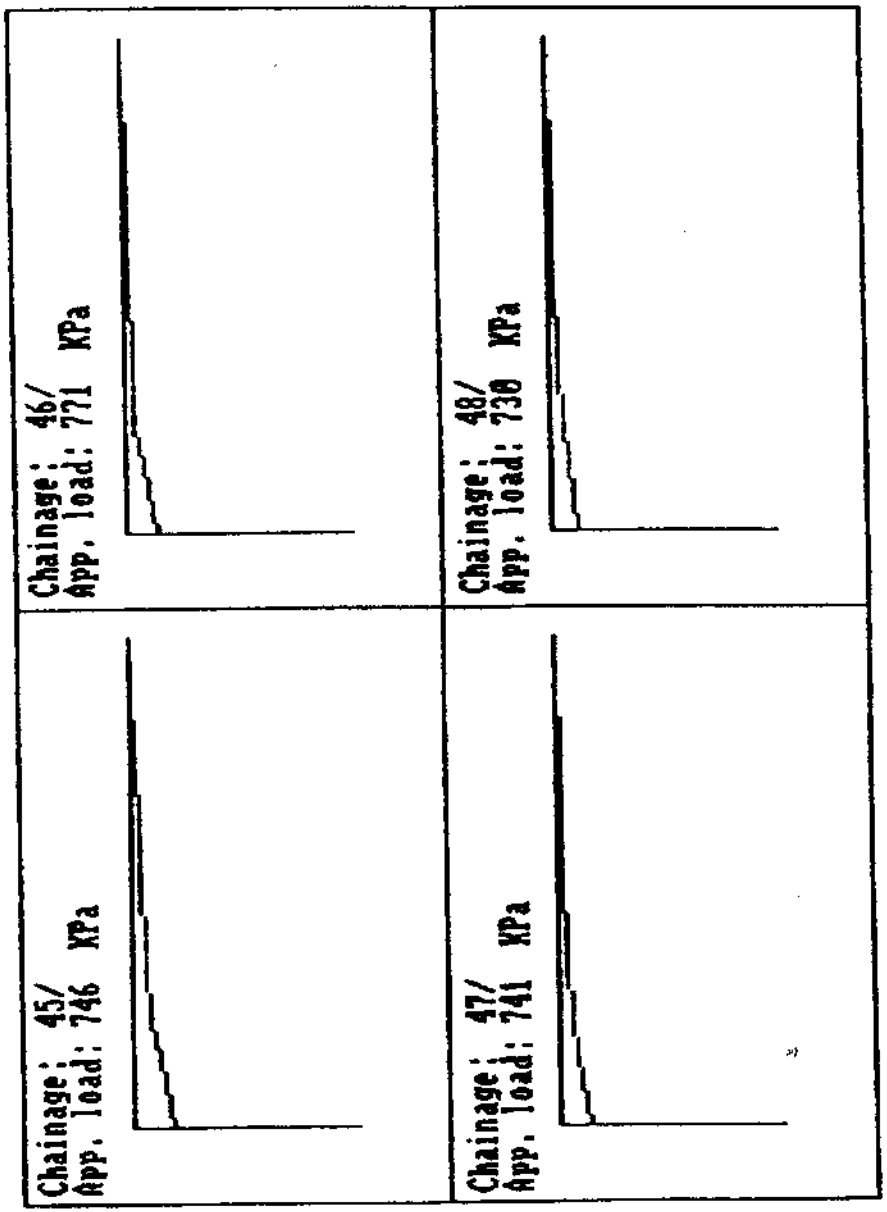
Design date: 05-21-2001

Link ref.:
Start at: 3000
Surface: asfalt

Mea. Date: 010517

Point	Remar.	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
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
2800/s		809	26	808	477	338	206	118	82	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
2600/s		813	26	656	358	267	166	99	71	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
2400/s		764	26	1316	710	401	162	88	66	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
2200/s		849	26	477	273	194	125	80	59	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
2000/s		784	26	515	286	205	137	97	74	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
1800/s		797	26	863	471	287	139	72	52	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
1600/s		806	26	899	560	367	186	92	64	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
1400/s		815	26	961	552	343	177	92	67	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
1200/s		827	26	560	306	197	116	66	48	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
1000/s		789	26	811	439	273	142	77	54	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
800/s		774	26	811	472	287	143	75	51	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0
600/s		809	26	671	363	232	130	74	52	0	0	0
				I	300	500	800	120	150	0	0	0

6.3. Variaţia deflexiunilor în punctul de măsurare



6.3. Rezultatele dimensionării grosimii straturilor de ranforsare

ROAD EVALUATION REPORT

****
****
** **
** **
****
****
**
**
**
A/S PHNIX ||
CESTRIN ROMANIA

Client: rajdp vilcea
Sec. no.: 001
Link no.: 646b

Design date: 06-22-2001
Mea. date: 010517

Link ref.:
Start at: 3000
Surface: asfalt

Calculation parameters:

Load radius	150 mm
Contact pressure	0,63 Mpa
Poisson's ratio	0,35
Annual traf.growth:	3,7 %
Design temperature	20 C
Design period	7 years
S. kor. factor	1.00

Signature index:

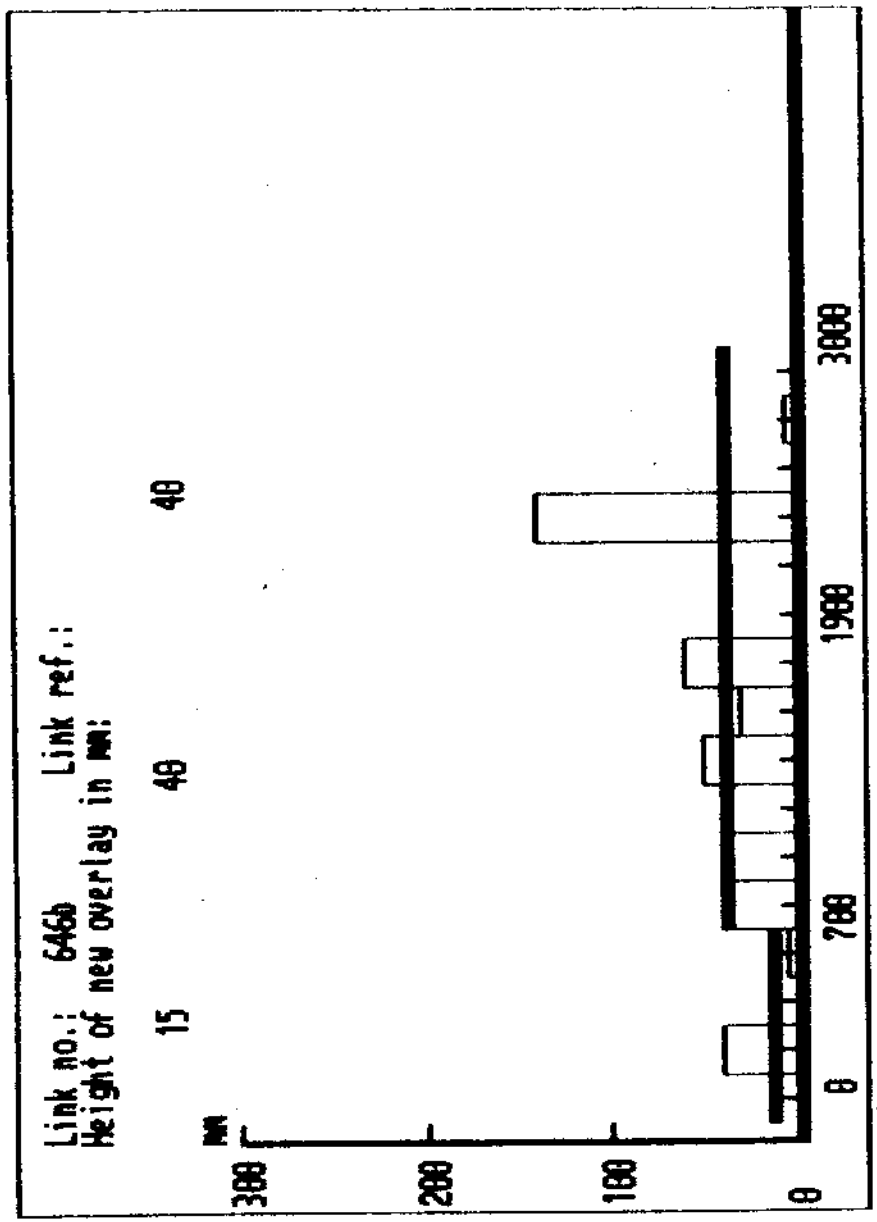
B=Block cracking	R=Rutting
A=Alligator cracking	0=No remarks
C=other cracking	Surface defect
P=Potholes	H= Future design
D=Deformation	X=Local def. only
Y=General defect	Z=Reconstruction area
T=Temperature taken	

* - 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 mm	H2 mm	H3 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
100/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	3	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.

Tarifele de publicitate în Revista "DRUMURI PODURI" sunt următoarele:

Coperta - pagină întreagă (A4) .....20.000.000 lei
Interior - pagină întreagă (A4) .....15.000.000 lei

Pentru publicitate în 3 numere consecutiv, se acordă o reducere de tarif de 10%.

În numărul viitor al Buletinului Tehnic Rutier:

- Normativ privind îmbrăcămințile bituminoase cilindrate la cald, realizate cu bitum modificat cu polimeri, ind. AND 549-99;
- Normativ privind îmbrăcămințile bituminoase cilindrate la cald, realizate din mixtură asfaltică cu bitum aditivat, ind. AND 553-99;
- Instrucțiuni tehnice privind metodologia de determinare a planeității suprafeței drumurilor cu ajutorul analizorului de profil longitudinal APL 72, ind. AND 554-99.

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