

UNIVERSITATEA „POLITEHNICĂ” TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII ȘI ARHITECTURĂ

# TEZĂ DE DOCTORAT

Autor :

Drd. ing . MARIUS MITROFAN

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL ȘI  
REALIZAREA REABILITĂRII DRUMURILOR  
UTILIZÂND TEHNOLOGII EFICIENTE**

Conducător științific

**Prof. dr. ing. LAURENȚIU NICOARĂ**

Membru al Academiei de Științe  
Tehnice din România

Prof. dr. ing. ION COSTESCU

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

**TIMIȘOARA , 2001**

## **C U P R I N S**

### **1. DEFINIREA CONCEPTULUI DE REABILITARE**

- 1.1. SCURT ISTORIC**
- 1.2. DEFINIȚIA REABILITĂRII DRUMURILOR**
- 1.3. NECESITATEA REABILITĂRIILOR**
- 1.4. SOLUȚII TEHNICE ADOPTATE**
  - 1.4.1. LUCRĂRILE DE LĂRGIRE A PĂRȚII CAROSABILE**
  - 1.4.2. MONTAREA GEOTEXTILULUI**
  - 1.4.3. TIPURI DE MIXTURI ASFALTICE**
  - 1.4.4. LUCRĂRI DE PODURI**
- 1.5. SISTEMUL DE CONSULTANȚĂ**
  - 1.5.1. PREGĂTIREA PERSONALULUI**
  - 1.5.2. PREGĂTIREA CONTRACTULUI**
    - 1.5.2.1. ASIGURĂRI**
    - 1.5.2.2. TRAFIC**
    - 1.5.2.3. PROGRAME**
    - 1.5.2.4. CALITATE**

### **2. ANALIZA MODULUI DE ABORDARE A REABILITĂRII DRUMURILOR**

- 2.1. GESTIONAREA CONTRACTELOR**
  - 2.1.1. ELABORAREA OFERTELOR.**
    - 2.1.1.1. ALEGEREA SURSELOR DE MATERIALE**
    - 2.1.1.2. ALEGEREA ECHIPAMENTELOR DE CONSTRUCȚIE ȘI A TEHNOLOGIILOR E EXECUȚIE**
    - 2.1.1.3. STABILIREA BAZELOR DE PRODUCȚIE ȘI A ORGANIZĂRIILOR DE ȘANTIER.  
STABILIREA DISTANȚELOR DE TRANSPORT DE LA FURNIZORI ȘI ÎN ȘANTIER**
    - 2.1.1.4. STABILIREA RESURSELOR UMANE PENTRU CONTRACT**
    - 2.1.1.5. ALEGEREA PROGRAMULUI DE DESFĂȘURARE A LUCRĂRIILOR**

- 2.1.2. COORDONAREA LUCRĂRILOR
- 2.2. MODIFICĂRI ALE STANDARDELOR ÎN VIGOARE – CAIETE DE SARCINI
  - 2.2.1. AGREGATE NATURALE ȘI PIATRĂ PRELUCRATĂ PENTRU DRUMURI
  - 2.2.2. ÎMBRĂCĂMINȚI BITUMINOASE CILINDRATE EXECUTATE LA CALD
- 2.3. TEHNOLOGII PERFORMANTE
  - 2.3.1. SOLUȚII MODERNE LA REABILITAREA PODURILOR
    - 2.3.1.1. HIDROIZOLAȚIA DE TIP KEBUFLEX
    - 2.3.1.2. ROSTURI DE DILATAȚIE DE TIP FREYSSINET
  - 2.3.2. LUCRĂRI DE DRUMURI
    - 2.3.2.1. REALIZAREA LUCRĂRILOR DE CASEȚĂ
    - 2.3.2.2. UTILIZAREA GEOTEXTILELOR LA LUCRĂRI DE DRUMURI
      - 2.3.2.2.1. ELEMENTE DE ÎMPIEDICARE A TRANSMITERII FISURILOR
      - 2.3.2.2.2. DRENURI LONGITUDINALE CU FILTRU GEOTEXTIL
    - 2.3.2.3. STRATURI BITUMINOASE DE EGALIZARE

### **3. CONSIDERAȚII ASUPRA EFICIENȚEI TEHNOLOGIILOR FOLOSITE**

- 3.1. CONSIDERAȚII ASUPRA SURSELOR DE AGREGATE FOLOSITE ÎN CADRUL REABILITĂRII DN 7 SEBEȘ – DEVA
  - 3.1.1. AGREGATE DE RÂU
    - 3.1.1.1. STRATURI DE FUNDAȚIE DIN BALAST
    - 3.1.1.2. STRATURI DE FUNDAȚIE DIN AGREGATE NATURALE STABILIZATE CU CIMENT
    - 3.1.1.3. STRATURI DE FUNDAȚIE DIN PIATRĂ CONCASATĂ DE RÂU AMESTEC OPTIMAL
    - 3.1.1.4. STRATURI DE BAZĂ DIN ANROBATE BITUMINOASE
    - 3.1.1.5. STRATURI DE LEGĂTURĂ DIN BETOANE ASFALTICE DESCHISE
- 3.2. UTILIZAREA BITUMULUI MODIFICAT LA PREPARAREA MIXTURILOR ASFALTICE
  - 3.2.1. SITUAȚIA FURNIZORILOR DE BITUM DIN ROMÂNIA
  - 3.2.2. SCURT ISTORIC AL APARIȚIEI BITUMURILOR MODIFICATE
  - 3.2.3. BITUMUL MODIFICAT ÎN ROMÂNIA
  - 3.2.4. BITUM MODIFICAT CU CAROM
  - 3.2.5. ÎMBRĂCĂMINȚI BITUMINOASE DIN B.A. 16 CU CAROM – REALIZĂRI ȘI COMENTARII

**4. CU PRIVIRE LA UNELE PROBLEME SPECIALE APĂRUTE LA REABILITAREA DN 7 SEBEȘ – DEVA**

- 4.1. UTILIZAREA AGREGATELOR DE RÂU CONCASATE ÎN REALIZAREA STRATURILOR BITUMINOASE**
- 4.2. TRATAREA AXEI DRUMULUI PE SECTOARE REABILITATE**
- 4.3. BITUM MODIFICAT CU ELVALOY**
- 4.4. ÎMBRĂCĂMINȚI BITUMINOASE PENTRU PODURI FOLOSIND BITUM MODIFICAT CU ELVALOY**
- 4.5. CONCEȚIA ȘI PROIECTAREA LUCRĂRILOR**
- 4.6. SERVICIILE DE CONSULTANȚĂ**
- 4.7. ANTREPRENORII DE CONSTRUCȚII**
- 4.8. BENEFICIARUL LUCRĂRILOR**

**5. CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. VALORIFICAREA CERCETĂRILOR.**

- 5.1. CONCLUZII GENERALE**
- 5.2. CONTRIBUȚII ORIGINALE**
- 5.3. VALORIFICAREA CERCETĂRILOR**

# INTRODUCERE

În contextul schimbărilor majore pe care țara noastră le traversează în ultimii 10 ani, sectorul rutier a făcut pași importanți în vederea armonizării structurilor existente cu cele europene. Aplicarea de către Administrația Națională a Drumurilor a unei strategii unitare privind proiectele de transport rutier a însemnat pe de o parte, atragerea unor surse de finanțare sigure, iar pe de altă parte, realizarea unor programe de anvergură în domeniu.

Structurate pe mai multe etape, aceste programe urmăresc atât modernizarea drumurilor naționale în vederea obținerii unor condiții optime de circulație, siguranță și confort, cât și modelarea legislației în vigoare conform practicii internaționale.

Urmare a implicării sale în cadrul acestor programe, autorul caută să aducă unele contribuții originale în domeniul studierii și introducerii unor metode noi în managementul lucrărilor cât și a unor tehnologii deosebite folosind echipamente de construcție și materiale performante.

Teza de doctorat cuprinzând 123 pagini, în care sunt incluse 25 figuri și fotografii, 40 tabele și 55 titluri bibliografice sintetizează numeroase studii de laborator, cercetări și aplicări de soluții tehnice diverse în cadrul lucrărilor de reabilitare a drumurilor naționale din vestul țării.

În realizarea ei, autorul a fost călăuzit cu exigență și înaltă competență de către eminentul conducător științific, prof. dr. ing. Laurențiu Nicoară – membru al Academiei de Științe Tehnice din România, căruia îi exprim și pe această cale profunda mea recunoștință.

Adresez un cuvânt de mulțumire și celorlalți profesori de la Facultatea de Construcții din Timișoara, în special celor din Departamentul de Inginerie Geotehnică și Căi de Comunicație Terestră, care m-au format ca inginer și mi-au acordat sprijinul necesar la finalizarea tezei de doctorat.

Un gând de recunoștință se îndreaptă către Direcțiile Regionale de Drumuri și Poduri din Timișoara și Cluj, colegilor și colaboratorilor din întreaga țară pentru faptul că m-au susținut și încurajat în realizarea acestui demers.

Mulțumesc din suflet domnilor: prof. dr. ing. Constantin Romanescu, prof. dr. ing. Gheorghe Lucaci, prof. dr. ing. Nicolae Vlad referenți oficiali, care au analizat teza de doctorat și care mi-au dat sfaturi și idei la realizarea ei.

Mulțumesc tuturor colegilor care, prin participarea lor la aplicarea metodelor moderne de lucru și la realizarea tehnologiilor propuse, mi-au dat încrederea necesară definitivării tezei de doctorat.

## **1. DEFINIREA CONCEPTULUI DE REABILITARE**

Dezvoltarea continuă a traficului rutier, generată de nevoile crescânde de ordin social și economic impune îmbunătățirea permanentă, prin lucrări adecvate, a stării de viabilitate a drumurilor. În acest context, obținerea de rezultate corespunzătoare implică găsirea de căi și modalități unitare, ce provin din programe atent elaborate, în care să fie implicați toți cei ce concură la realizarea lor. Experiența românească în domeniu permite o nouă abordare a lucrărilor de profil, imediat după anul 1989.

### **1.1. SCURT ISTORIC**

La începutul anilor '90, rețeaua de drumuri publice din România, fără străzi, măsura 72 816 km din care 14 863 km reprezentau drumurile naționale și 113 km autostrăzile. Datele publicate de către IPTANA - S.A. București [ 1 ] relevă faptul că deși cumulează numai 20,2 % din lungimea rețelei, drumurile naționale suportă 2/3 din trafic. Starea tehnică corespundătoare acelei perioade însemna 10 000 km în faza degradărilor avansate, din care 6 500 km având durata de exploatare depășită.

În plus încărcările din trafic încadrau 90 % din drumurile naționale la clasele de trafic greu și foarte greu dar, în realitate, cu toate ranforsările executate, numai 39 % se puteau introduce în aceste clase.

Toate datele statistice menționate au impus găsirea unor modalități de rezolvare a problemelor provenind din sectorul rutier. Drept urmare, consultările specialiștilor din domeniu duc la apariția "Programului de modernizare a drumurilor naționale și construcția de autostrăzi pe perioada 1991 ... 2000", aprobat prin H.G. nr. 947/1990 urmat imediat de "Programul Administrației Naționale a Drumurilor pentru reabilitarea și ranforsarea drumurilor în perioada 1993 ... 1995".

Pornind de la premiza stabilirii unor strategii unitare împreună cu celelalte țări europene, în februarie 1993 are loc prima vizită românească în Luxemburg, la Londra și la New York, în scopul negocierii cu instituțiile financiare internaționale a "Proiectului de transport rutier de reabilitare a drumurilor europene și ranforsare a drumurilor naționale".

Semnarea acordului cu aceste organisme declanșează o adevărată emulație în rândul celor implicați, contribuind la începerea unei ofensive puternice din partea administrației, antreprenorilor de construcții, furnizorilor de materiale, echipamente și aparatură, societăți bancare etc., în scopul modificării atât a legislației în vigoare cât și a strategiilor de derulare a contractelor de construcții existente la acea dată.

Programele adoptate [ 2 ] însumează mai multe direcții de acțiune și anume :

- reabilitarea în etape a drumurilor europene însumând 4 508 km ;
- amenajarea principalelor puncte de trecere a frontierei, modernizarea și perfecționarea activității acestora ;
- asigurarea siguranței circulației prin semnalizarea și marcarea a 5 000 km la standard european ;
- importul de materiale, echipamente și aparate pentru controlul de calitate și prelucrarea datelor ;
- asistența tehnică și pregătirea personalului A.N.D. și IPTANA ;
- supraveghere lucrări, studii și pregătire personal de specialitate.

Fondurile necesare derulării acestor programe sunt asigurate atât de la băncile finanțatoare ( BERD – Banca Europeană pentru Reconstrucție și Dezvoltare; BEI – Banca Europeană de Investiții ; PHARE – Programul de Ajutor pentru Europa de Est ) cât și de Ministerul Transporturilor prin bugetul anual .

Modul practic de rezolvare a proiectelor de transport rutier înseamnă :

- adaptarea legislației în vederea optimizării modului de derulare a contractelor internaționale de construcții ;
- stabilirea necesității și importanței sectoarelor ce vor fi reabilite ;
- asigurarea fondurilor pentru întreaga activitate ;
- licitarea pe plan internațional în vederea asigurării serviciilor de proiectare, execuție și consultanță a lucrărilor ;
- contractarea cu firmele câștigătoare ;
- finalizarea contractelor încheiate.

Urmând pașii menționați mai sus, amintim că prima licitație internațională pentru lucrările de reabilitare , denumită generic “ etapa I - a ” a avut loc la Administrația Națională a Drumurilor în 8 iunie 1993 ( respectiv 10 aprilie 1994 ) și a însumat 1 050 km de drumuri naționale pentru un cost estimat de 405 milioane \$ . Ea a fost urmată de etapa a-II - a, în derulare din 1997 și etapa a-III - a ce va porni la drum în august 1999.

Este demn de remarcat concurența masivă internă și internațională între firmele ce participă la licitații atât pentru partea de proiectare și consultanță cât și pentru efectuarea lucrărilor, nu puține fiind cazurile în care au fost necesare și preselecții datorate numărului mare de competitori. În aceste condiții merită subliniate eforturile companiilor românești care au reușit să se mențină pe piață prin adoptarea unor măsuri de reorganizare și dotare la nivel european.

## 1.2. DEFINIȚIA REABILITĂRII DRUMURILOR

Dicționarul explicativ al limbii române ( DEX ) definește termenul de „a reabilita” prin acțiunea de “a reintegra pe cineva în drepturile pierdute” sau “a restabili prestigiul pierdut”. Termenul a fost preluat și în terminologia rutieră și i-au fost atribuite mai multe explicații. Astfel, în 1993, în articolul “ Instituțiile financiare internaționale implicate în proiectul de transport românesc ”[3] , autorul conchide că “reabilitarea reprezintă, în contextul menționat, aducerea drumurilor europene de pe teritoriul



țării noastre la nivelul de cerințe tehnice stabilite prin acordul pentru marile drumuri europene încheiat la Geneva în 1975, precum și creșterea capacității portante a acestora pentru o sarcină de 11,5 kN pe osia simplă ”.

Ulterior, prin reabilitare s-a considerat că se înțelege ansamblul de lucrări de refacere și reparație a unui sector de drum în scopul realinierii lui la standardele actuale de confort, siguranță și calitate. Fără a avea pretenția că există o definiție unanim acceptată, doctorandul consideră că reabilitarea unui drum înseamnă pe scurt ranforsarea structurii existente la nivelul traficului de perspectivă, asigurarea scurgerii apelor și sporirea siguranței circulației.

În detaliu, acest lucru presupune :

- înlocuirea straturilor rutiere degradate cu straturi noi ;
- sporirea capacității portante prin așternerea unor straturi bituminoase având grosimi rezultate din calculul de dimensionare ;
- corectarea elementelor geometrice ale drumului ;
- asigurarea scurgerii apelor de suprafață și drenarea apelor subterane ;
- construcția benzilor de încadrare și consolidarea acostamentelor pe întreaga lățime ;
- ample lucrări la poduri pentru aducerea capacității lor portante în clasa E de încărcare ;
- refacerea, lărgirea sau extinderea podețelor ;
- asigurarea siguranței circulației prin înlocuirea elementelor deteriorate și prevederea de parapete noi ;
- lucrări de consolidări terasamente cu ziduri de sprijin, plăci ancorate, fundații adâncite ;
- amenajarea drumurilor laterale și a intersecțiilor cu drumul național ;
- semnalizarea corespunzătoare pe verticală și pe orizontală a noului drum.

Cel mai apropiat termen care să definească categorii de lucrări similare celor menționate mai sus este termenul de ranforsare a structurilor rutiere [ 4 ], exprimat prin proiectarea și realizarea următoarelor activități :

- asanarea corpului drumului prin construcții adecvate ;
- evacuarea apelor subterane și asigurarea scurgerii apelor de suprafață ;
- corectarea locală a elementelor geometrice ale drumului în funcție de viteza de proiectare aleasă și de clasa tehnică ;
- aplicarea unor noi straturi rutiere peste structura existentă, conform rezultatelor obținute prin calculul de dimensionare ;
- amenajarea intersecțiilor de nivel, a locurilor de staționare și a celorlalte lucrări anexe ale drumului.

Comparând cele două noțiuni observăm că reabilitarea unui drum include ranforsarea acestuia coroborată cu alte operații complexe de readucere a caracteristicilor de viabilitate inițiale precum și de îmbunătățire a lor în plan tehnic, calitativ, de siguranță și confort.



### 1.3. NECESITATEA REABILITĂRILOR

Rezultatele recensământului de circulație efectuat în 1990, împreună cu prognoza de evoluție a traficului pe rețeaua de drumuri publice până în anul 2010 au permis institutului de specialitate IPTANA - S.A. elaborarea unui studiu complex [5] efectuat asupra premizelor de dezvoltare a rețelei rutiere din România.

Din datele publicate s-a reținut faptul că pe drumurile naționale încadrate în rețeaua drumurilor europene ( 4 508 km în țara noastră ) intensitatea medie a traficului M.Z.A. este, la nivelul anului 1990, de 4 438 vehicule fizice în 24 de ore. În relație cu drumurile naționale, intensitatea medie este de 1,5 ori mai mare iar creșterea față de 1985 este de 1,51 ori.

Cum programul de reabilitări impunea efectuarea în prima fază a lucrărilor de construcție necesare pentru drumurile europene, prezentăm alăturat datele recensate pentru câteva artere de circulație, după cum urmează:

REȚEAUA DE DRUMURI EUROPENE (E) DIN ROMÂNIA						
TRAFIC MEDIU ZILNIC ANUAL RECENZAT ÎN 1990						
NR. DRUM EUROPEAN	TRASEUL DRUMULUI EUROPEAN (E) PE TERITORIUL ROMÂNIEI	LUNG km	TRAFIC MZA 1990			DEBIT MAXIM (2) RECOMANDABIL ADMISIBIL veh. et. /ora
			VEHICULE FIZICE		VEHICULE ETALON TURISME (1) in 24 ore pe ora(12 %)	
			NR. VEHICULE MEDIE DRUM E MEDIE TOTAL DN	% 1990 1985		
1	2	3	4	5	6	7
E 60	FRONTIERA H / R BORȘ - ORADEA - CLUJ NAPOCA -TG.MUREȘ- BRAȘOV- BUCUREȘTI- HIRȘOVA - CONSTANȚA	886	5830 1,98	+ 42	8160 880	520 890
E 68	FRONTIERA H / R NÂDLAC - ARAD - DEVA - SEBEȘ - SIBIU - BRAȘOV	396	4150 1,41	+ 79	5870 700	540 910
E 70	FRONTIERA YU / R MORAVIȚA - TIMIȘOARA-LUGOJ - DROBETA TURNU SEVERIN -CRAIOVA - BUCUREȘTI - GIURGIU	685	6034 2,06	+ 48	8450 1015	540 910
E 79	ORADEA - DEVA - SIMERIA - FILIASI - CRAIOVA - CALAFAT	483	2882 0,98	+ 48	4010 480	520 890
E 81	FRONTIERA UCRAINA / R- HALMEU - SATU MARE - CLUJ NAPOCA - SEBEȘ - SIBIU- RM. VÂLCEA - PITEȘTI	511	3750 1,28	+ 62	5250 630	490 825
E 85	FRONTIERA UCRAINA / R - SIRET - SUCEAVA - BACAU - BUZAU - URZICENI - BUCUREȘTI - GIURGIU	423	4348 1,48	+ 75	6078 730	580 980
E 87	TULCEA - OVIDIU - CONSTANȚA - VAMA VECHIE - FRONTIERA R / B	174	4471 1,52	+ 9	6160 740	580 980
E 574	PITEȘTI- BRAȘOV - BACAU	312	3719 1,27	+ 35	5207 625	440 740
E 576	CLUJ NAPOCA - DEJ - SUCEAVA	315	2748 0,94	+ 53	3847 460	440 740
E 581	TIȘIȚA - BARLAD - CRASNA - HUȘI - ALBIȚA - FRONTIERA R / MOLDOVA	154	2734 0,93	+ 77	3720 445	520 890
E 671	TIMIȘOARA - ARAD - ORADEA	188	4185 1,43	+ 100	5873 705	580 980
E 771	INTERSECȚIA DN 6 - BARAJ - PORTILE DE FIER I - FRONTIERA YU / R	1	1479 0,50	-	2071 248	-
TOTAL REȚEA "E"		4508	4438 1,50	+ 51	6213 745	550 920
TOTAL REȚEA DRUMURI NAȚIONALE (INCLUSĂ ÎN RECENSAMANT)		14253	2936	+ 35	4110 485	550 920

TABEL 1.1 – Trafic M.Z.A. recensat pentru câteva din drumurile naționale

Analizând gradul de solicitare a drumurilor "E" se observă diferențe notabile între acestea, intensitățile traficului M.Z.A. fiind de exemplu de 2,06 ori mai mari pe E 70 față de valoarea medie obținută pe rețeaua de drumuri naționale. Studiul amintit evaluează depășirea debitului maxim admisibil pe șase drumuri europene în jurul anului 1995 și concluzionează că acțiunile prevăzute în programul de reabilitare a rețelei de drumuri publice au "o importanță majoră și o urgență stringentă".

Plecând de la rezultatele cercetărilor efectuate, Administrația Națională a Drumurilor concepe un plan structurat pe mai multe etape și stabilește prioritățile începând cu faza studiilor de fezabilitate și finalizând prin executarea propriu-zisă a lucrărilor de reabilitare.

Primul program tratează porțiuni din drumurile europene E 68 ; E 70 și E 671 și se încadrează în coridorul european de transport nr. 4 care face legătura între Europa Centrală și Orient. Al doilea program cuprinde drumurile europene aflate în sudul, centrul sau nordul țării ( de exemplu Pitești – Slatina – Craiova ; Brașov – Târgu Mureș – Turda ; Cluj – Zalău – Satu Mare ) iar al treilea stabilește zona de acțiune în Moldova, ca parte a coridorului nr. 9 .

Majoritatea sectoarelor de drum luate în considerare la întocmirea studiului, chiar dacă au fost de-a lungul timpului modernizate, prezentau în perioada 1993...1994 deficiențe datorate depășirii capacității portante, dintre care menționăm :

- îmbrăcăminte bituminoasă degradată ;
- acostamente sau benzi de încadrare degradate ;
- unele poduri cu stare tehnică necorespunzătoare ;
- șanturi neamenajate sau înfundate, ceea ce a permis infiltrarea apei în corpul drumului.

Informațiile existente asupra stării tehnice a drumurilor au fost completate de companiile de proiectare cu studii geotehnice, date despre climă, precipitații, relief, hidrografie, sol, vegetație și nu în ultimul rând aspecte social - economice. Cumulându-le, administrația a avut date suficiente pentru a putea urmări și gestiona întreaga activitate ce a urmat după elaborarea proiectelor tehnice.

#### **1.4. SOLUȚII TEHNICE ADOPTATE**

În majoritatea cazurilor, începerea lucrărilor de reabilitare a fost condiționată de rezolvarea tuturor activităților legate de :

- mutarea sau protejarea instalațiilor de telecomunicații ;
- mutarea sau protejarea instalațiilor electrice ;
- mutarea sau protejarea conductelor subterane sau supraterane de transport și distribuție gaz ;
- protejarea unor instalații de apă ;
- refacerea pasajelor la nivel și mutarea instalațiilor de CF din zona de intersecție cu drumul național .

Odată finalizate aceste lucrări conexe, au fost stabilite caracteristicile pe care le va avea următorul drum. În acest sens, proiectele de specialitate au urmărit câteva concepte cadru și anume :

- în plan, lucrările de rehabilitare folosesc elemente geometrice existente, vitezele de proiectare adoptate fiind de 60 km/h în interiorul localităților și de 80 km/h în afara acestora ;
- în profil longitudinal se păstrează profilul existent, cotele finale ale drumului fiind obținute prin adăugarea straturilor de ranforsare peste cotele existente ;
- în profil transversal se asigură o parte carosabilă de 8 m ce include două benzi de încadrare de câte 0,5 m de fiecare parte și acostamente consolidate de 0,5 ... 3 m .

În ceea ce privește partea de detalii de drum, prin proiectele tehnice au fost prezentate tipuri de construcție care pot fi structurate pe trei categorii mari :

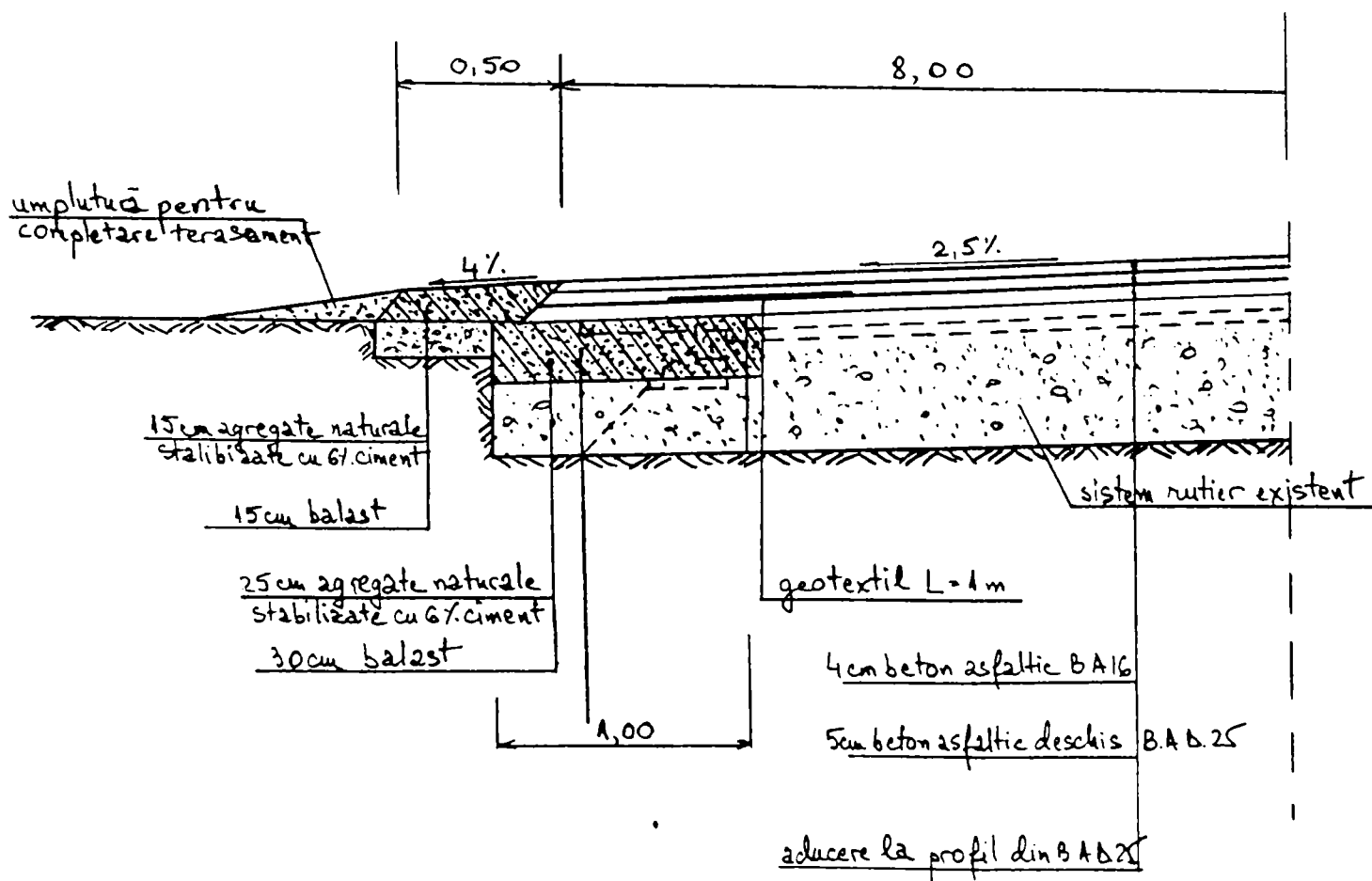
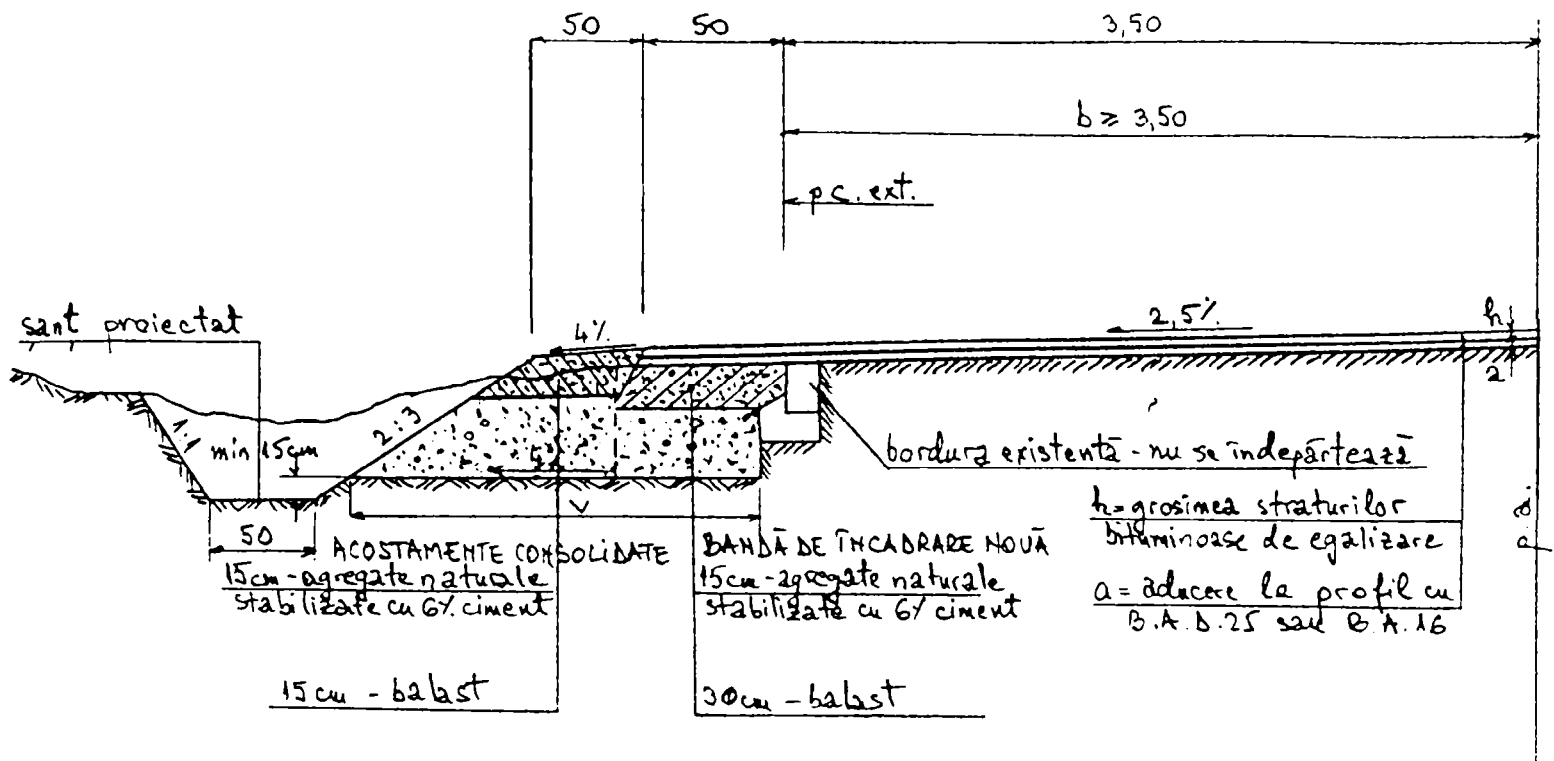
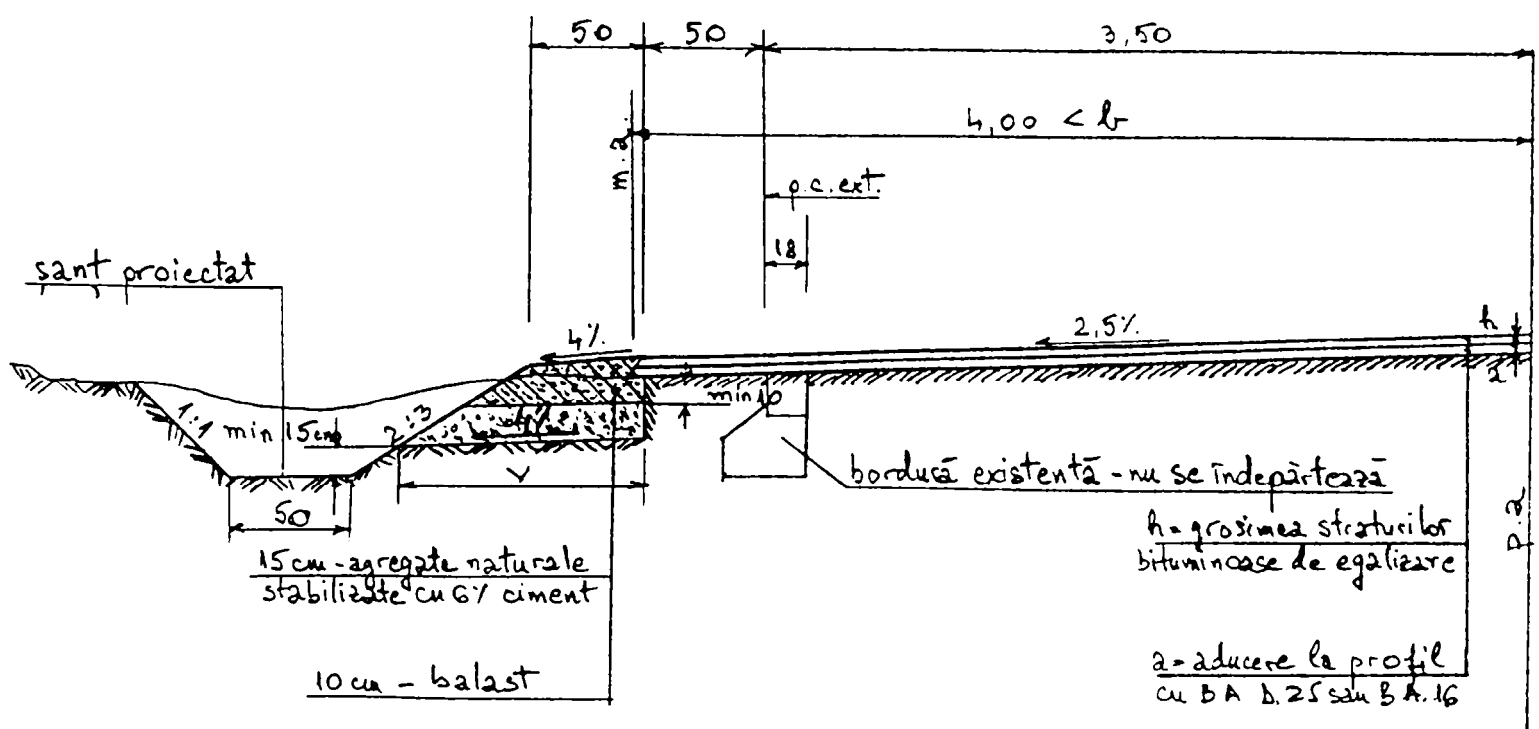


FIGURA 1.1 - refacerea structurii rutiere atunci când ea a fost afectată pe o porțiune din partea carosabilă sau integral .



**FIGURA 1.2 - executarea noii benzi de încadrare atunci când structura existentă nu prezintă defecte .**



**FIGURA 1.3 - așternerea de noi straturi bituminoase atunci când structura existentă este corespunzătoare iar benzile de încadrare sunt în stare bună .**

Pentru rehabilitarea podețelor au fost luate în considerare următoarele elemente:

- înlocuirea tuturor podețelor sub 1 m cu podețe noi din cadre prefabricate având lumina de 2 m ;
- prelungirea podețelor existente cu tronsoane prefabricate datorită lărgirilor carosabilului existent ;
- reparații la podețele aflate în stare bună .

Un capitol aparte l-a reprezentat asigurarea siguranței traficului rutier, caz în care, în afara soluțiilor clasice de amplasare de parapete de tip semigreu, greu și foarte greu, a apărut ca necesitate și construcția de fundații adâncite de tip I sau L în care s-a înglobat parapet metalic, pentru toate zonele de confluență cu alte proprietăți .

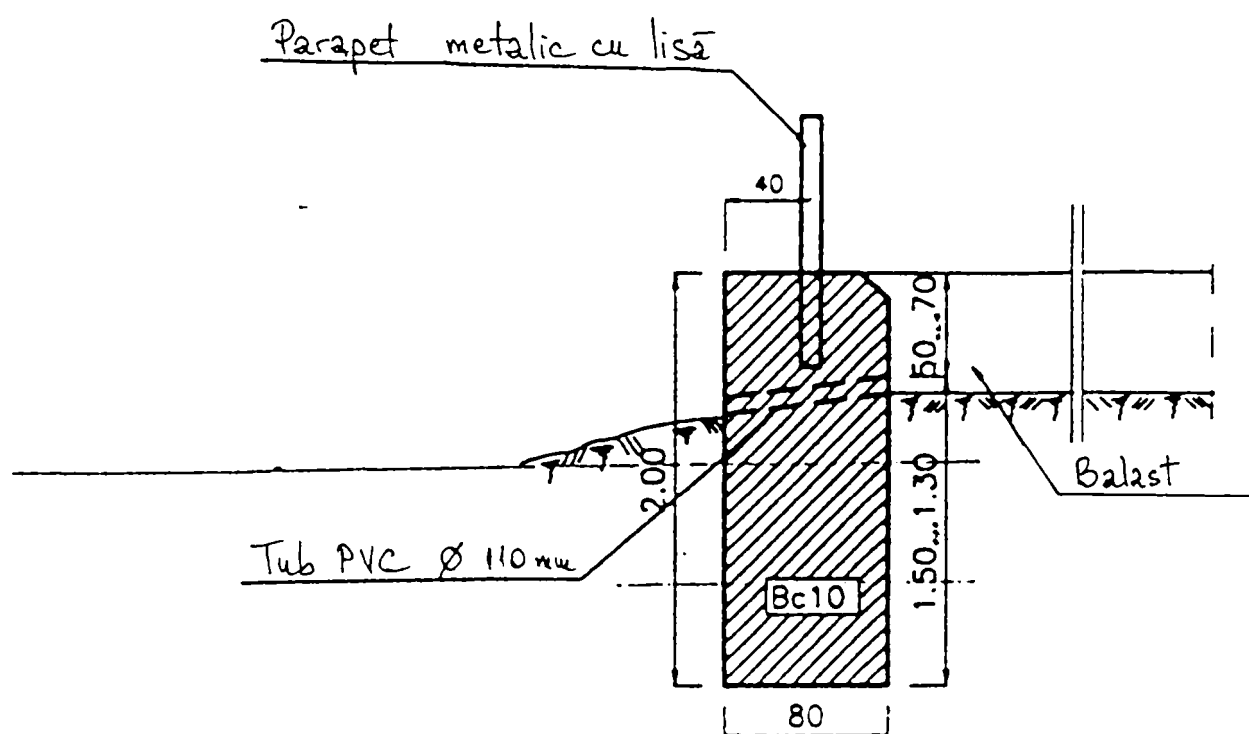


FIGURA 1.4 - secțiune transversală tip pentru realizarea unei fundații adâncite

Au fost tratate intersecții mari ale drumurilor europene cu altele de aceeași categorie sau de categorie inferioară , întocmindu-se proiecte de sistematizare și de dirijare a fluxurilor de circulație. Drumurile laterale de acces la proprietăți sau la terenuri agricole au fost amenajate cu îmbrăcăminti bituminoase și de beton de ciment respectiv prin pavare cu piatră brută sau bolovani de râu.

Lucrările de rehabilitare a podurilor au prevăzut de regulă următoarele elemente:

- turnarea unei plăci de suprabetonare pentru sporirea capacității portante ;
- refacerea trotuarelor, bordurilor și a parapetelor ;
- refacerea hidroizolației și a rosturilor de dilatație ;
- refacerea îmbrăcămintei pe pod ;
- lucrări de consolidare a culeelor și de apărare a pilelor ;
- lucrări de degajare a albiei .

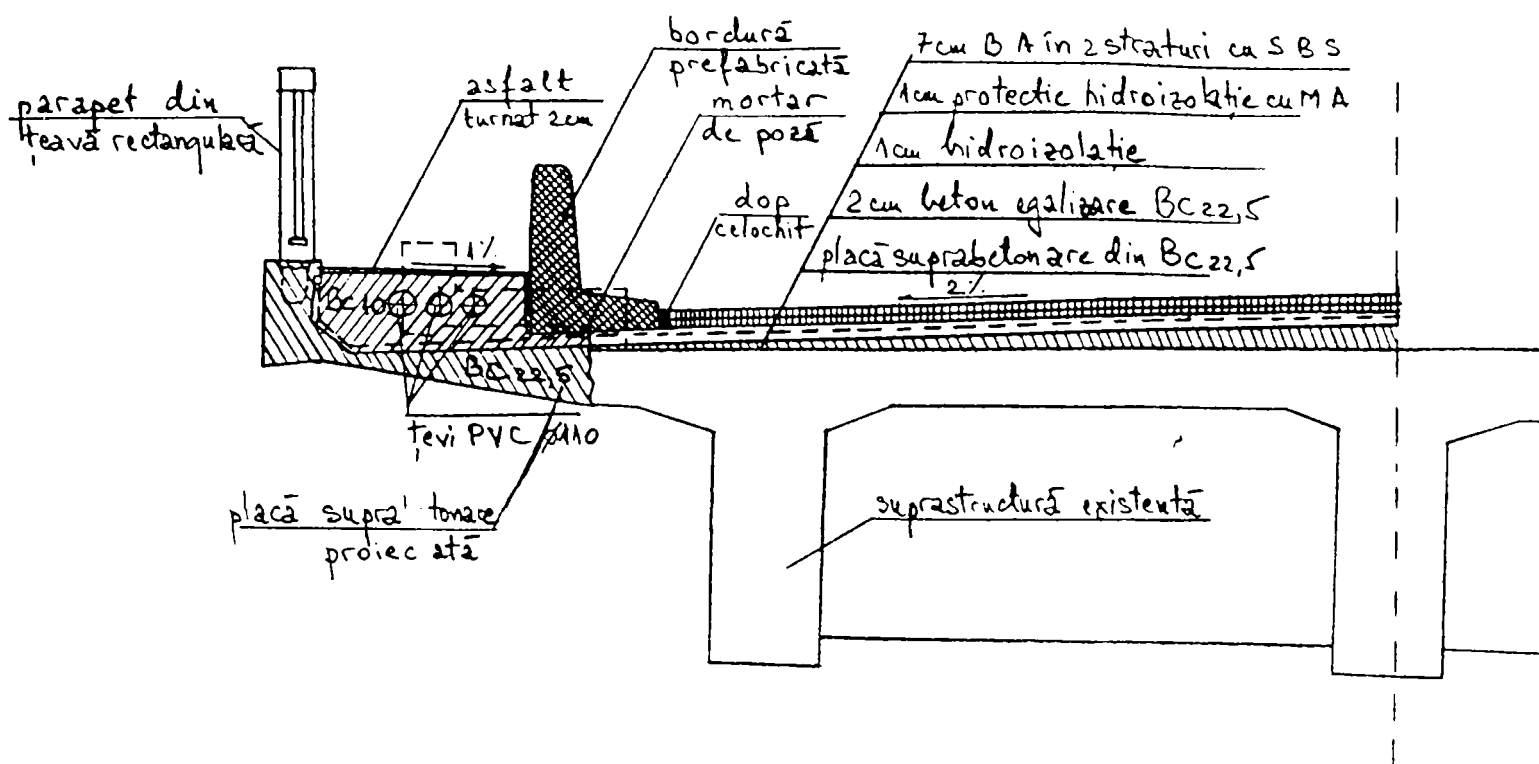


FIGURA 1.5 - soluție clasică de rehabilitare a suprastructurii podurilor

Data fiind anvergura activităților de reparare a podurilor, au fost adoptate două soluții necesare menținerii fluenței traficului :

- pentru podurile cu deschideri mici, lucrările s-au desfășurat pe jumătate de cale, cu o semnalizare corespunzătoare ;
- pentru podurile cu deschideri mari s-a ales soluția unor variante de circulație și construcția unor poduri provizorii folosind grinzi metalice sau tuburi PREMO prefabricate .

Deși scopul propus, cel de rehabilitare a rețelei rutiere, a fost unitar, doctorandul a întâlnit deosebiri de la un contract la altul datorate :

- colectivelor diferite de proiectare ;
  - dorinței administrației de a studia soluții diferite și de a trage concluziile necesare atât asupra comportării în timp a construcțiilor cât și pentru a agrementa în țară noi tehnologii de execuție ;
  - resurselor financiare limitate pe unele contracte ;
  - modului diferit adoptat de constructori în ceea ce privește concepția lucrărilor.
- Pentru exemplificare, mă voi referi la câteva dintre aceste diferențe și anume :
- executarea lucrărilor de lărgire a părții carosabile (casetă) ;
  - montarea elementului de prevenire a transmiterii fisurilor ;
  - tipuri de mixturi asfaltice ;
  - lucrări de poduri .

Comparațiile le voi face pentru trei contracte de rehabilitare ( nr. 9 – C.C.C.F. - S.A. București ; nr. 5 - Contransimex - S.A. București și nr. 6 - S.C.T. - S.A. București) care au fost proiectate de către IPTANA - S.A. București [ 5; 6 ] prin 3 colective diferite și care se referă la DN 7 Sebeș – Deva ; Deva – Lipova respectiv Lipova - Nădlac.



### 1.4.1. Lucrările de lărgire a părții carosabile

Construcția noilor benzi de încadrare cât și refacerea structurii rutiere degradate au fost operații care s-au realizat simultan și au avut ca scop atât lărgirea părții carosabile la 8 m cât și înlăturarea defectelor din structura existentă. Denumite în accepțiunea generală ca lucrări de casetă, ele au urmărit obținerea unei structuri rutiere noi care să aibă caracteristici similare cu cea existentă.

Dacă în cadrul sectorului Deva - Sebeș acest lucru a însemnat așternerea :

- unui strat de balast de 30 cm ;
- unui strat de 22 cm de agregate naturale stabilizate cu 6 % ciment ;
- unui strat de anrobat bituminos de 8 cm , astfel încât să se atingă cotele inițiale ale carosabilului, pentru sectoarele Deva – Lipova și Lipova - Nădlac, pentru același principiu , soluția aleasă cuprinde :
- un strat de balast de 30 cm ;
- un strat de 25 cm de agregate naturale stabilizate cu 6 % ciment ;

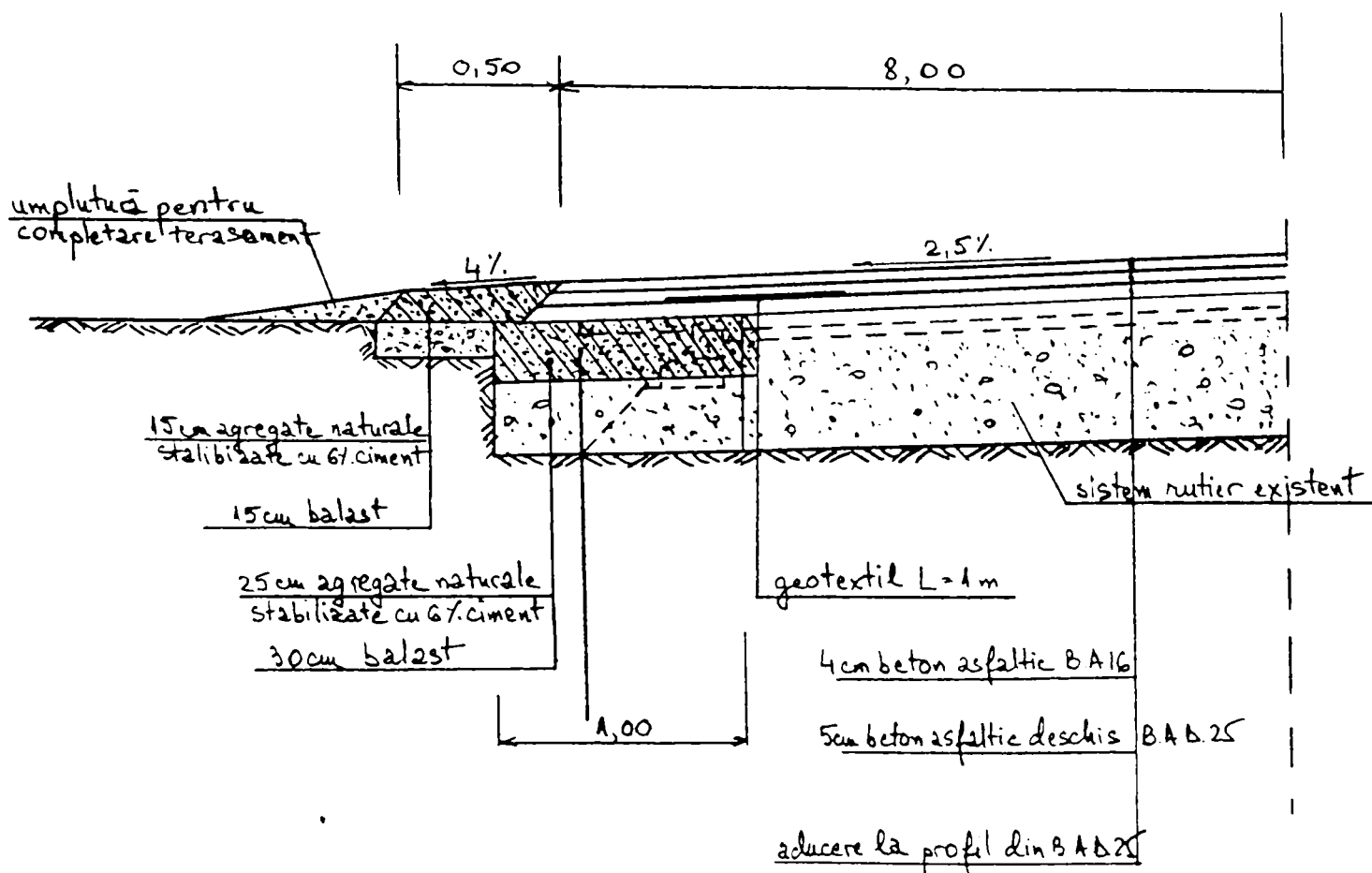


FIGURA 1.6 - detaliu privind execuția lucrărilor de lărgire a părții carosabile pe sectorul Deva – Lipova

Putem vorbi în primul caz de o structură mixtă iar în cel de-al doilea de o structură rigidă, având bineînțeles comportări diferite în trafic.



## 1.4.2. Montarea geotextilului

Pentru cele trei proiecte menționate s-a cerut amplasarea unui element de prevenire a transmiterii fisurii ( $L = 1 \text{ m}$ ) care să fie montat pe zona de legătură dintre structura existentă și cea nouă. Modul de punere în operă cât și materialul folosit au fost diferite :

- pentru sectorul Sebeș - Deva s-a folosit Madritex 200 produs de Minet-S.A. Rm.Vâlcea poziționat sub stratul bituminos de aducere la profil ;
- pentru sectorul Deva - Nădlac s-a folosit Terasin sau Netesin produse de Netex-S.A. Bistrița, poziționate între stratul bituminos de aducere la profil și cel de legătură.

Concluziile inițiale privind realizarea lucrărilor ( 1.4.1. ; 1.4.2. ) vor trebui să fie completate ulterior, când, vor exista suficiente informații asupra comportării drumului sub acțiunea traficului. În acest moment, autorul consideră că soluțiile adoptate pentru primul sector menționat sunt superioare tehnic și calitativ .

## 1.4.3. Tipuri de mixturi asfaltice

Măsurătorile efectuate pe traseele amintite de către institutele specializate ( IPTANA - S.A. și IPTANA - SEARCH ) au stat la baza calculului de dimensionare a capacității portante pentru reabilitarea DN 7 între Sebeș și Nădlac. Acceptând din start că au existat diferențe între viabilitatea sectoarelor în cauză este totuși interesant de subliniat modul de tratare a ranforsării necesare pentru acestea. Astfel :

- între Sebeș și Deva s-au folosit patru tipuri de ranforsări (14 cm ; 10 cm ; 8 cm ; 4 cm ) în următoarele variante :

### VARIANTA 1 :

- 6 cm STRAT DE BAZĂ DIN ANROBAT BITUMINOS A.B. 25 ;
- 4 cm STRAT DE LEGĂTURĂ DIN B.A.D. 25 ;
- 4 cm STRAT DE UZURĂ DIN B.A. 16 ;

### VARIANTA 2 :

- 6 cm STRAT DE LEGĂTURĂ DIN B.A.D. 25 ;
- 4 cm STRAT DE UZURĂ DIN B.A. 16 ;

### VARIANTA 3 :

- 4 cm STRAT DE LEGĂTURĂ DIN B.A.D. 25 ;
- 4 cm STRAT DE UZURĂ DIN B.A. 16 ;

### VARIANTA 4 :

- 4 cm STRAT DE UZURĂ DIN B.A. 16 ;

- între Deva și Lipova s-a prevăzut o ranforsare tip formată din :
  - 5 cm STRAT DE LEGĂTURĂ DIN B.A.D. 25 ;
  - 4 cm STRAT DE UZURĂ DIN B.A. 16 .

În primul caz, variantele menționate au fost aplicate pe lungimi diferite, intercalate, necesitatea aplicării lor fiind condiționată de capacitatea portantă a structurii existente. În cel de-al doilea caz, ranforsarea tip a fost folosită pe toată lungimea sectorului. Diferența de concepție vine, în opinia mea, nu atât din meticulozitatea colectivelor de proiectare cât din încercarea administrației de a limita cheltuielile bugetare pe contract, preferându-se în locul unei soluții tip acoperitoare, a mai multor soluții, care să realizeze capacitatea portantă minim cerută pentru fiecare tronson.

O altă diferență o reprezintă tipul de mixtură asfaltică folosită pentru stratul de aducere la profil (egalizare). Fără să fi intrat în calculul de dimensionare, acest strat are o importanță deosebită prin faptul că, fiind primul poziționat peste existent, are rolul de a prelua denivelările acestuia și de a-i corecta elementele geometrice astfel încât straturile de ranforsare să poată fi executate în bune condiții (grosimi și pante).

În baza aceluiași rațiuni financiare, stratul bituminos de egalizare a fost alcătuit din :

- mixtură asfaltică din materiale și cu caracteristici similare celei din stratul imediat superior al ranforsării, în cadrul sectorului Deva - Sebeș, pentru fiecare variantă;
- mixtură asfaltică de tip B.A.D. 25 pentru tot sectorul de drum dintre Deva și Lipova .

În ceea ce privește realizarea îmbrăcămintei bituminoase, s-au ales soluții diferite pentru fiecare sector în dorința de a implementa folosirea de mixturi asfaltice cu caracteristici deosebite față de cele cunoscute la acel moment. În acest sens au fost utilizate următoarele tipuri de îmbrăcăminți :

- Sebeș - Deva - strat de uzură din B.A. 16 cu bitum modificat cu CAROM ;
- Deva - Nădlac - strat de uzură din B.A. 16 cu bitum aditivat cu Iterlene ;
- Timișoara - Arad- strat de uzură din B.A. 16 cu bitum modificat cu Vestoplast.

Fiind realizate ca sectoare experimentale, cu rolul de a culege informații despre calitatea materialelor, modul de comportare în exploatare, tehnologii folosite, acestea au facilitat atât obținerea unor rezultate performante cât și stabilirea unei baze de pornire în etapa următoare de reabilitări. Cele ale căror rezultate au fost corespunzătoare au fost aplicate ulterior pe scară largă, urmate de introducerea de alte soluții tehnice cum ar fi folosirea de B.A. 16 cu bitum în amestec cu fibre de celuloză .

#### 1.4.4. Lucrări de poduri

Folosind aceeași concepție ca și în cazul lucrărilor de drumuri, administrația a lăsat la libera alegere a constructorilor modul în care aceștia își gândesc și realizează tehnologiile de execuție ale reabilitărilor la poduri, impunând totuși condiții deosebite pentru hidroizolații și rosturi de dilatație. Așa se face că lărgirile de poduri și trecerea lor ca și capacitate portantă la clasa E de încărcare au fost tratate diferit, fiecare executant adoptându-și sistemul propriu de construcție.

În unele cazuri au fost realizate variante provizorii de circulație care să permită atacarea podului pe întreaga lățime fără influența traficului iar sistemul de execuție a lărgirii podului a fost bazat pe lucrări de eșafodaje și cofraje pornite de la nivelul terenului înconjurător.

Acolo unde configurația zonei nu a permis devierea circulației lucrările s-au desfășurat pe jumătate de cale iar lărgirea podului s-a obținut prin montarea și prinderea cofrajului pentru noul trotuar de podul existent.

Referitor la materialele noi folosite în reabilitarea podurilor au fost adoptate următoarele soluții:

- pentru hidroizolații : Romex , Servi-dek Servi-Pak , Kebuflex ;
- pentru rosturi de dilatație : Freyssinet , Waboflex .

Fără a avea pretenția că am trecut în revistă toate diferențele provenite din modul diferit de abordare a lucrărilor, consider că prin exemplele date am surprins particularitățile acestora . Prin sistemul de lucru folosit a fost influențată pozitiv derularea lucrărilor permițând constructorilor să aleagă acele procese tehnologice care să aducă atât creșterea productivității muncii cât și nivelul de calitate dorit .

## 1.5. SISTEMUL DE CONSULTANȚĂ

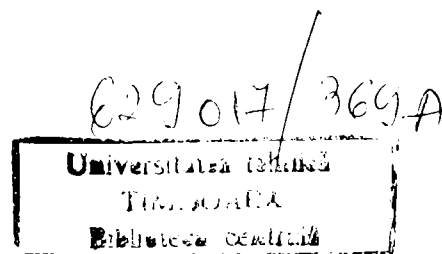
În cadrul contractelor de reabilitare derulate în țara noastră a apărut un concept nou în ceea ce privește urmărirea execuției lucrărilor și anume consultanța tehnică de specialitate. Așa cum pentru atribuirea contractelor de proiectare sau de construcție propriu-zisă au fost organizate de către beneficiar licitații publice cu preselecție, tot așa, pentru stabilirea companiei ce va urmări respectarea condițiilor tehnice și de calitate a fost urmată aceeași procedură .

Practica anterioară acestor contracte impunea ca sistemul de verificare și decontare a lucrărilor să se deruleze de către beneficiar prin sistemul de dirigenție de șantier. Acest lucru nu a mai fost posibil de aplicat pentru reabilitări datorită volumului extraordinar de muncă. Cum majoritatea sectoarelor de drum au avut lungimi variind între 50 și 100 km, trebuia găsită o replica modernă de verificare a modului de respectare a proiectelor de execuție .

În acest sens, s-au adoptat regulile internaționale de contractare denumite FIDIC [7] ( prescurtare a Federației Internaționale a Inginerilor Consultanți ).

Defalcate în două mari părți , acestea se referă la :

- \* condițiile generale de contractare ce explică termenii de contract, modul de lucru, drepturile și obligațiile părților și cuprind :
  - definiții și interpretări ;
  - consultantul și reprezentantul consultantului ;
  - subcontractorii ;
  - documentele de contract ;
  - obligații generale ;
  - informații privind mâna de lucru ;
  - materiale, utilaje și execuția lucrărilor ;
  - suspendarea lucrărilor ;



- începerea lucrărilor și întârzieri ;
- răspunderea privind calitatea lucrărilor ;
- modificări, adăugiri, omisiuni ;
- procedura privind cererile antreprenorului general ;
- utilajele antreprenorului , lucrări provizorii ;
- măsurători ;
- sume provizorii ;
- subantreprenori desemnați ;
- situații de lucrări și plăți ;
- remedieri ;
- riscuri speciale ;
- eliberarea de obligația execuției ;
- reglementarea divergențelor ;
- notificări ;
- riscurile beneficiarului ;
- variații de costuri și legislație ;
- valute și rate de schimb .

Grupate în 72 de capitole, condițiile generale reprezintă baza legală de lucru și explică cerințele pe care cele trei părți se obligă să le respecte . Este bine de reținut că, prin acest sistem de lucru, gestiunea lucrării este susținută de către consultanță, care este privită ca un arbitru imparțial între beneficiar și constructor .

\* condițiile speciale de contractare care se referă la :

- amplasarea șantierului ;
- domeniul de activitate a contractului ;
- pregătirea personalului ;
- desenele (planșele de execuție) ;
- succesiunea activităților principale ;
- posesia și utilizarea șantierului ;
- devierea principalelor instalații ;
- protecția mediului inconjurător ;
- managementul traficului ;
- alți antreprenori ;
- lucrări de pregătire a șantierului ;
- organizarea șantierului și lucrări temporare ;
- managementul sistemului de asigurare a calității ;
- specificații și standarde ;
- probe, teste, încercări ;
- stabilirea bornelor și reperelor topo ;
- laborator ;
- birourile principale și secundare ale Consultanței ;
- biroul laborator al Consultanței ;
- amplasarea tuturor birourilor ;
- mobilier și echipament pentru birouri ;
- mijloace de comunicație pentru Consultanță ;

- vehicule pentru beneficiar și Consultanță ;
- diverse servicii, cazare pentru Consultanță .

Cuprinse în 27 de capitole , condițiile speciale fac referire la particularitățile fiecărui sector de drum reabilitat și țin cont de amplasarea lucrărilor, gradul lor de importanță, sistemul de lucru și nu în ultimul rând de dotările necesare bunei derulări a activității.

Privind prin prisma contractelor clasice existente în țara noastră, doctorandul consideră că aplicarea condițiilor internaționale aduce îmbunătățiri :

- în pregătirea personalului ;
- în pregătirea contractului ;
- în calitatea execuției .

În acest sens, doctorandul va scoate în relief câteva dintre elementele de noutate cuprinse în cele trei domenii menționate .

### 1.5.1. Pregătirea personalului

Ținând cont de particularitățile aduse prin noul sistem de lucru, una din obligațiile tandemului beneficiar - constructor este cea legată de asigurarea serviciilor unui expert internațional în managementul de contract , care să fie familiarizat cu regulile FIDIC . Obligațiile acestuia sunt :

- discutarea cu reprezentanții părților implicate a tuturor aspectelor contractului, el acționând ca o punte de legătură între consultanță și constructor ;
- pregătirea personalului român, angajat al antreprenorului, în managementul proiectului, administrarea contractului și controlul calității ;
- transferul de cunoștințe privind metodele și tehnologiile actuale aplicate pe plan internațional ;
- introducerea și utilizarea programelor de calculator pentru planificarea contractului ;
- stabilirea timpilor de execuție cât și a costurilor lucrării ;
- implementarea sistemelor internaționale de verificare a calității .

Prin noutățile aduse cât și prin experiența acumulată din contractele anterioare, pusă la dispoziția specialiștilor noștri , rolul expertului s-a dovedit a fi unul care a asigurat îmbunătățirea cunoștințelor de specialitate și a adus un plus în gestiunea lucrărilor. Cel mai mare câștig l-a reprezentat formarea unui staff care ulterior poate lucra în cele mai performante contracte internaționale .

### 1.5.2. Pregătirea contractului

Făcând o comparație între contractele cadru existente în țară și cele cu specific internațional doctorandul consideră că cele din urmă aduc câteva modificări provenite din adoptarea unor termene precise în respectarea condițiilor impuse constructorului și anume :

- \* în 28 de zile de la semnarea scrisorii de acceptare emise de beneficiar trebuie pregătite :



- o garanție bancară de bună execuție de 10 % din prețul de contract ;
  - propunerea inițială a constructorului privind aranjamentele sale cu furnizorii, resursele și metodele de lucru ce se vor folosi ;
  - programul preliminar de desfășurare a lucrărilor ;
  - estimarea unui grafic de plăți pentru lucrare ;
- \* în 56 de zile de la acceptarea sa ca și constructor, acesta trebuie să facă dovada :
- aranjării tuturor asigurărilor (cu societăți de asigurare) pentru personal, echipamente, lucrare ;
  - finalizării programului definitiv pentru lucrare și a metodologiei ( procesele tehnologice) ;
  - acceptării personalului cheie pentru contract ( tehnic, calitativ, administrativ ) ;
  - acceptării unui plan de management al traficului pentru lucrare ;
  - acceptării unui plan de asigurare a calității corespunzător ;
- În aceeași perioadă de timp beneficiarul are obligația să asigure :
- autorizația de construcție pentru proiect ;
  - asigurarea unui teren liber de orice sarcini ;
  - predarea bornelor și a ridicărilor topometrice ;
  - predarea documentațiilor de execuție .

Noutățile acestui tip de contracte sunt transpuse astăzi și în practica curentă prin elaborarea unor norme metodologice cu referire directă la activitatea de construcții. Fiind încă în testare, sunt supuse destul de des modificărilor, în scopul unei mai bune corelări în economia românească .

Revenind la cerințele impuse părților contractante, doctorandul dorește să sublinieze următoarele :

#### **1.5.2.1. Asigurări**

Pentru a se evita producerea unor daune umane sau materiale, condiția primordială necesară de realizat înainte de începerea lucrărilor este obținerea de către executant a unei asigurări care să acopere următoarele :

- personalul angajat al constructorului ;
- utilajele de construcție care se află în cadrul șantierului ;
- mijloacele auto care servesc lucrările ;
- lucrările executate ;
- personalul consultanței și autoturismele care îl servesc ;
- reprezentanții beneficiarului care sunt implicați în lucrare ;

Acest lucru a fost posibil prin intermediul unor societăți de asigurare care în schimbul unui anumit procent din costul contractului au efectuat demersurile necesare în vederea respectării cerințelor menționate .

#### **1.5.2.2. Trafic**

Datorită faptului că lucrările de reabilitare se execută sub influența traficului, constructorul a trebuit să obțină de la beneficiar și de la organele de poliție aprobări

pentru modul în care respectă și aplică reglementările rutiere. În acest sens, a trebuit pregătit managementul de trafic, provenit dintr-un studiu aprofundat al :

- datelor privind traficul estimat la momentul întocmirii proiectului cât și a prognozei pentru viitor (obținute de la proiectant) ;
- estimării influenței aduse de traficul intern al constructorului asupra traficului obișnuit al zonei ;
- modului de semnalizare rutieră a lucrărilor de construcție pentru fiecare tip de lucrare ;
- modului de asigurare a unei fluențe corespunzătoare a traficului reducând la minim timpii de așteptare sau circulația pe o singură bandă .

Proiectul inițial care a obținut avizele necesare a trebuit apoi extins pentru fiecare nou punct de lucru deschis și adaptat în cadrul unor lucrări cu specific deosebit celor deja cunoscute. Programul întocmit s-a aplicat pentru toată durata contractului.

### 1.5.2.3. *Programe*

În contractul de tip FIDIC constructorul trebuie să demonstreze beneficiarului că are capabilitatea tehnică și organizatorică de a pregăti lucrarea. În faza inițială acesta va aranja împreună cu furnizorii resursele materiale, echipamentele, sursele de aprovizionare și va gândi un program preliminar de lucrări. De regulă, programarea lucrărilor se face prin metoda drumului critic și pentru ușurință în utilizare se folosește computerul . Programele clasice care pot reda cu acuratețe succesiunea activităților, legăturile între ele, necesarul de forță de muncă și de mecanizare sunt Microsoft Project și Primavera.

Înainte de începerea efectivă a lucrărilor, constructorul trimite spre aprobarea beneficiarului programul final în care detaliază următoarele :

- data de începere și de terminare pentru fiecare activitate, cuprinzând toate fazele intermediare prin care trece obiectivul ;
- conexiunile dintre lucrări ;
- manopera, auto și utilajele pentru fiecare activitate ;
- costurile estimate lunar pentru fiecare articol ( raportul cheltuieli-încasări ) ;
- metodologia de execuție propriu-zisă .

Prin aceste programe se ușurează foarte mult atât partea de urmărire a producției cât și modul de supraveghere de către consultanță, existând posibilitatea ca ambele părți să poată acționa rapid în cazul unor deficiențe de ritm sau resurse . Folosirea lor implică însă profesioniști cu experiență în domeniu și cu abilități în utilizarea calculatorului .

### 1.5.2.4. *Calitate*

În dorința de a ridica standardul calitativ al lucrărilor și a-l aduce la nivelul practicilor internaționale, constructorul a fost obligat să garanteze funcționalitatea unui sistem de asigurare a calității similar cu cel descris de ISO 9000. În acest sens, cu ajutorul personalului specializat s-au pregătit acele documente care sintetizează



politica de calitate a firmei .

Reunite în manualul de asigurare a calității , activitățile de bază se referă la:

- responsabilitățile conducerii unității ;
- organigrama întreprinderii care execută lucrările ;
- responsabilitățile și atribuțiile personalului ;
- procedurile și instrucțiunile de lucru ;
- planul de control al calității ;
- activitățile corective pentru eliminarea neconformităților ;
- documentele și înregistrările privind calitatea ;
- formularistica utilizată .

Concepția de bază a sistemului de calitate o reprezintă conștientizarea fiecărui individ, muncitor sau cadru tehnic, în respectarea proceselor tehnologice sau a instrucțiunilor de lucru . Omul trebuie să fie convins să aplice prescripțiile tehnice de la bun început fără ca cineva să îl verifice . Reușita unui astfel de demers ( de altfel foarte dificil) poate întrona nivelul dorit de disciplină în construcții .

Sper că doctorandul a reușit să sintetizeze diferențele dintre cerințele internaționale și cele uzual aplicate în țara noastră . Concluzionând, pot aprecia că noile reguli au adus un plus în organizarea contractelor . Este de remarcă și gradul sporit de adaptabilitate al profesioniștilor români, fapt ce a dus ulterior la modificarea legislației interne în domeniu în conformitate cu practica mondială .

## 1.6. URMĂRIREA LUCRĂRILOR

Datorită anvergurii lucrărilor de reabilitare, atât din punct de vedere cantitativ cât și ca nivel de desfășurare s-a impus ca fiind necesară mobilarea cu resurse umane în concordanță cu cerințele zilnice de supraveghere și control. În cadrul firmelor de construcții și la beneficiar și consultantă au fost luate măsurile necesare în privința găsirii acelor specialiști care să poată urmări activitățile în ritmul lor intens de derulare.

Folosind programe de instruire conform noilor reguli de contractare trebuia găsită o modalitate simplă de coordonare a execuției care să permită o gestiune unitară. Plecând de la experiența dobândită prin sistemul de dirigenție de șantier și de la alegerea fazelor determinante de către proiectantul lucrărilor, noul sistem de de lucru permite verificarea fiecărei etape de lucru .

Pentru orice tip de activitate, constructorul a pregătit procesul tehnologic de execuție și a obținut apoi viza consultanței . După aprobarea generală a procedurii au fost luate în calcul toate particularitățile fiecărui obiect în parte și anume poziție, secțiune și dimensiuni. Scriptic, acestea au fost rezolvate prin folosirea unui formular de aprobare preliminară ( A.R.F. - Approval Request Form ), tradus uzual ca fiind o "permisiune de acoperire a unui element de construcție deja realizat".

În activitatea sa, doctorandul a introdus pentru prima dată în cadrul întreprinderii acest tip de document. Similar unui proces verbal de recepție a lucrărilor ascunse, formularul se completează de către constructor și se înmânează reprezentanților

consultanței, de regulă cu 24 de ore înainte ca o fază de lucru deja executată să poată să fie urmată de faza ulterioară, rezultată din procesul tehnologic.

Informațiile cuprinse în documentul menționat sunt :

- data și ora elaborării de către constructor respectiv data și ora primirii cererii de aprobare la consultanță ;
- faza de lucru pentru care se cere permisiune de acoperire ;
- poziția kilometrică, partea și elementul care se verifică ;
- comentariile consultanței privind posibilitățile de aprobare a continuării lucrărilor ;
- data și ora la care s-a primit răspunsul la cererea constructorului .

Există două diferențe față de metodologia uzuală și anume :

- în cazul recepției unor lucrări ascunse se comunică proiectantului, dirigintelui de șantier și reprezentantului Inspecției în Construcții data, locul, ora și elementul pentru care se cere recepție pe fază iar în cazul permisiunii de acoperire se verifică de către consultanță atât lucrarea deja executată cât și conformitatea etapei care urmează ;
- dacă recepția pe fază determinantă necesită prezența tuturor celor menționați, permisiunea de acoperire se poate da fără prezența consultantului la lucrare.

Pentru a exemplifica noua procedură este bine să amintim faptul că serviciile de de consultanță au inspeciori de teren specializați în fiecare domeniu ( cum ar fi topo, laborator, terasamente , betoane , mixturi asfaltice etc. ) . Astfel , în cazul executării unor lucrări de lărgire a părții carosabile, permisiunea de acoperire înseamnă :

- verificarea poziției lucrărilor de săpătură (prin inspectorul topo) ;
- verificarea dimensiunii săpăturii (inspectorul de terasamente) ;
- verificarea calității materialelor ce urmează să se pună în operă (laborant);

Viza privind continuarea procesului tehnologic cuprinde aprobările celor menționați anterior și apoi cea a inginerului șef de consultanță. Datorită faptului că pe reabilitări există în același moment dat mai multe poziții unde se execută lucrări de casetă , consultanța poate permite acoperirea lucrărilor fără să se deplaseze în toate zonele .

Acest fapt impune constructorului să își autorecepționeze singur faza de lucru și să fie convins că a respectat condițiile tehnico-calitative. Altfel, în orice moment al contractului , consultanța poate cere constructorului sau poate face singură sondaje privind lucrările acoperite și dacă găsește neconformități va dispune remedierea lor pe costul antreprenorului, chiar dacă fazele ulterioare au fost bine realizate .

Privită prin această optică, permisiunea de acoperire înseamnă un risc doar atunci când executantul nu și-a format propriul sistem de verificare a calității sau când personalul tehnic nu este pe deplin conștient de faptul că o lucrare trebuie făcută o dată și bine , fără a mai aștepta un control de conformitate. Impunerea acestui sistem s-a dovedit deosebit de dificilă la personalul tehnic cu vechime mare în muncă , adept al stilului “știm noi mai bine” sau “merge și așa”.

Un al doilea instrument utilizat cu succes este formularul de înregistrare al lucrărilor (W.R. - Word Record ). Scopul folosirii lui este acela de a înștiința consultanța privind neconformitățile , erorile , sau modificările proiectului de execuție față de

**situația reală din teren . Sistemul de lucru tratează următoarele :**

- confirmarea unei instrucțiuni de șantier ( se notifică și semnează un ordin dat verbal de către inspectorul de specialitate în teren , privind adaptarea planșelor de detaliu la situația reală ) ;**
- confirmarea unei înregistrări de șantier ( se notifică și semnează diferența cantitativă față de proiect pentru un element de construcție ) ;**
- confirmarea unei cereri de informare ( se notifică și semnează apariția unor tipuri de lucrări care sunt necesare dar nu au fost cuprinse în documentația de execuție ) .**

**Ambele tipuri de formulare ( A.R.F. și W.R. ) se întocmesc în trei exemplare pentru fiecare activitate. Constructorul păstrează originalul și exemplarul nr. 3 care vine de la consultanță cu rezoluția adoptată. La finalizarea lucrărilor , ele vor fi incluse în cartea tehnică a construcției .**

**Implementarea acestui sistem de lucru a fost anevoioasă , nu atât prin înțelegerea lui cât prin volumul de muncă de acoperit. Tributari ai folosirii dispozițiilor de șantier , constructorul și reprezentantul beneficiarului au fost nevoiți să găsească personal specializat , de regulă tânăr , care să modifice concepțiile clasice și să mențină noua modalitate de urmărire a activităților la un ritm și un standard ridicat .**

## **2. ANALIZA MODULUI DE ABORDARE A REABILITĂRII DRUMURILOR**

Așa după cum am arătat în capitolul anterior, reabilitarea drumurilor a impus modificarea unor concepții privitoare la modul de urmărire a lucrărilor de construcții. Acest fapt a fost transpus în practică prin adoptarea de norme și reguli internaționale modelate pe experiența internă. Voi trata în cele ce urmează câteva elemente de noutate provenite din experiența proprie în cadrul lucrărilor de “Reabilitare a DN 7 Sebeș - Deva”.

### **2.1. GESTIONAREA CONTRACTELOR**

Pregătirea unui contract de construcție presupune un ansamblu de acțiuni de anvergură menite să stabilească toate drepturile și obligațiile părților semnatare. Atunci când însemnătatea și mărimea lucrărilor sunt deosebite sunt necesare studii aprofundate în scopul găsirii unor soluții optime.

#### **2.1.1. Elaborarea ofertelor**

Plecând de la instrucțiunile emise de beneficiar pentru toți participanții la licitație ( condiții cu caracter general și particular, proiectul tehnic, caietele de sarcini și și listele de cantități ), fiecare ofertant este în măsură să își gândească modul de pregătire a lucrării. Acest lucru presupune :

- stabilirea surselor de materiale care să corespundă cerințelor de calitate impuse;
- stabilirea echipamentelor și a tehnologiilor de execuție pentru lucrările cuprinse în proiectul tehnic ;
- stabilirea bazelor de producție și a organizării de șantier ;
- stabilirea distanțelor de transport de la furnizori și în șantier ;
- stabilirea resurselor umane necesare pentru contract ;
- alegerea programului de desfășurare a lucrărilor .

Pentru a detalia articolele de mai sus, doctorandul se va referi la aportul său în pregătirea ofertei pentru lucrările de reabilitare menționate precum și la deciziile care au susținut alegerea resurselor necesare .

##### **2.1.1.1. Alegerea surselor de materiale**

Ținând cont de specificul lucrărilor, materialele de construcție principale căutate au fost agregatele de carieră și de balastieră , prefabricatele din beton , bitumul, confecțiile metalice, cimentul și oțelul-beton. Împreună cu compartimentul de calitate am pornit la identificarea principalilor furnizori din zona lucrării.

Fiind avantajați, în ceea ce privește situarea lucrării ( paralel cu lunca Mureșului ), de oferta diversă de produse de balastieră s-au prelevat probe din 11 poziții care au fost apoi analizate la laboratorul central al unității în scopul determinării compatibilității cu cerințele caietului de sarcini specific .

După verificările de calitate , au fost luate în balanță distanțele kilometrice din balastiere până la locul de punere în operă cât și capacitatea de livrare respectiv rezerva de material. În final au fost alese 7 surse situate între Deva și Sebeș, care au putut să respecte atât condițiile calitative cât și cele de ordin economic .

Oferta de produse de carieră a fost susținută de doi furnizori: Carmetaplast Deva și Hameroc Harghita. Deoarece ambele au produse atestate și agrementate de către instituțiile abilitate am folosit atât cariera Branișca cât și cea de la Chileni .

Prefabricatele din beton au fost contractate cu întreprinderi recunoscute în domeniu : Prebet Aiud și Macon Deva . Fierul - beton și confecțiile metalice s-au obținut de la Siderurgica Hunedoara. Pentru ciment am ales fabrica de la Chișcădaga ( de lângă Deva ) datorită calității și distanței de transport scurte iar pentru bitum s-a contactat și ulterior contractat cantitatea necesară la rafinaria Suplacu de Barcău .

Pentru a sintetiza raportul dintre argumentul calitativ al unui produs și cheltuielile economico - financiare de aprovizionare cu acesta , doctorandul consideră că următoarea relație ar putea fi aplicată :

$$\text{Eficiența} = \frac{70 \% \text{ calitate}}{30 \% \text{ financiar}} \quad (2.1)$$

### 2.1.1.2. Alegerea echipamentelor de construcție și tehnologiilor de execuție

Față de lucrările de construcție drumuri și poduri executate în trecut, reabilitările prezintă două diferențe substanțiale și anume :

- realizarea lucrărilor sub acțiunea traficului rutier, în condițiile unui drum european "dotat" cu o circulație intensă ;
- efectuarea de lucrări care se desfășoară pe spații înguste ( eliminare defecțiuni ale structurii rutiere existente și lărgiri ale carosabilului existent cu 1 m prin refacerea benzilor de încadrare ) .

Acest lucru a impus ca utilajele de construcție să aibă caracteristici și performanțe deosebite: posibilitate de acțiune în zone restrânse și productivitate mare. Din păcate, oferta internă la nivelul anului 1994 nu era prea bogată (excavatoarele clasice produse la Brăila , buldozere , autoîncărcătoare ). Orientându-ne , ca și ceilalți constructori români spre import , am ales excavatoare pe șenile sau pneu de capacitate mică a cupei ( 0,4 ... 0,6 m<sup>3</sup> ) dar cu eficiență mare și compactoare cu rulouri netede de 2,5 t masă .

De asemenea pentru realizarea unor straturi bituminoase în condițiile unor cerințe elevate de calitate și confort s-au importat stații de asfalt de productivitate mare ( 100 ... 120 t/h ) , autovehicule de transport de 17 t și de 36 t capacitate cât și eșaloane de așternere complete formate din repartizoare de asfalt cu palpatori



electronici, compactoare pe pneuri și cu rulouri netede, autostropitoare de bitum, toate la un standard internațional .

Sigur că efortul financiar de achiziționare a acestor echipamente a fost destul de consistent, chiar dacă au existat facilități obținute prin plata lor eșalonată. Și totuși, în condițiile în care cantitățile de lucrări au fost considerabile, putem exprima eficiența unor astfel de achiziții prin formula :

$$\text{Eficiența} = \frac{80\% \text{ productivitate}}{20\% \text{ cost de achiziție}} \quad (2.2)$$

Raportându-ne la echipamentele de construcție achiziționate am ales acele tehnologii de execuție care să prezinte avantaje în ceea ce privește rapiditatea cât și controlul de calitate cerut . Astfel , au fost preferate operațiile mecanizate celor manuale, acest lucru aducând atât siguranță în respectarea caietelor de sarcini cât și ritm de lucru. Un singur exemplu care este semnificativ în acest domeniu îl reprezintă înlocuirea decapărilor clasice ale îmbrăcăminților rutiere existente degradate, efectuate anterior manual sau cu ajutorul motocompresoarelor, cu frezarea suprafețelor în cauză cu freze de mare productivitate .

### 2.1.1.3. Stabilirea bazelor de producție și a organizărilor de șantier Stabilirea distanțelor de transport de la furnizori și în șantier

Ținând cont și de amplasarea resurselor necesare lucrării, de cele mai multe ori organizarea de șantier respectiv baza de producție se amplasează în centrul lucrării, astfel încât distanțele până la extremitățile contractului să fie egale. După cum majoritatea drumurilor trec pe lângă un curs de apă ale cărei bogății naturale ( agregate ) pot rezolva problema surselor, putem considera cele de mai sus ca fiind 100 % corecte . Și totuși, sunt câteva impedimente care trebuie luate în considerare și care modifică concepțiile anterioare și anume :

- apariția unor modificări ale legislației în construcții privind calitatea și care necesită stabilirea surselor de materiale de la furnizori care au agremente tehnice pentru produsele lor ;
- stabilirea principalelor materiale care concură la realizarea lucrării și a căror pondere ( cantitate, calitate , distanță , ritm de livrare ) poate produce influențe economice deosebite pentru contract ;
- posibilitatea alimentării cu apă, energie, telecomunicații, rețele de acces (rutier, cale ferată, naval) pentru bazele de producție ;
- posibilitatea de a asigura aprovizionarea cu resurse dintr-un singur sens urmata de producerea materialelor compozite sau a produselor finite și transportul lor în aceeași direcție ;
- amplasarea obiectivelor în zone care pot permite ulterior folosirea dotărilor și pentru alte lucrări;
- efectuarea unor calcule economice din care să rezulte avantajele sau dezavantajele unor astfel de măsuri .

Pentru exemplificare aleg lucrările de reabilitare “ DN 7 Sebeș – Deva km 328 + 000 – 383 + 584 ” în care aportul autorului a fost esențial în stabilirea bazei de producție . Astfel, în prima fază a fost luată în considerare amplasarea constructorului în centrul lucrării (localitatea Șibot - km 350 pe DN 7) . S-au identificat terenurile pentru construcție, s-au estimat lucrările de amenajare necesare, cât și utilitățile ce pot fi puse la dispoziție .

Ulterior, în urma unor calcule economice cuplate cu alte avantaje am obținut amplasarea organizării de șantier excentric față de lucrare , la km 379 pe DN 7 datorită următoarelor motive :

- reducerea costurilor privind amenajarea terenului ;
- distanțe reduse pentru furnizorii de resurse autorizați ( bitum , ciment , fier , oțel-beton , agregate de carieră , agregate de balastieră ) ;
- amplasarea dotărilor în oraș ( în Simeria ), ceea ce a permis obținerea cu facilități a racordurilor de apă potabilă, energie, transport auto și pe CF ;
- obținerea unor costuri inferioare pentru terenuri, prin semnarea unor contracte de asociere cu Primăria reciproc avantajoase ;
- posibilități avantajoase de cazare și de masă pentru personal ;
- posibilități avantajoase de obținere de lucrări ulterior finalizării contractului pentru care au fost executate dotările .

Schematic, acest raport între cele două posibilități este prezentat în figura 2.1 :

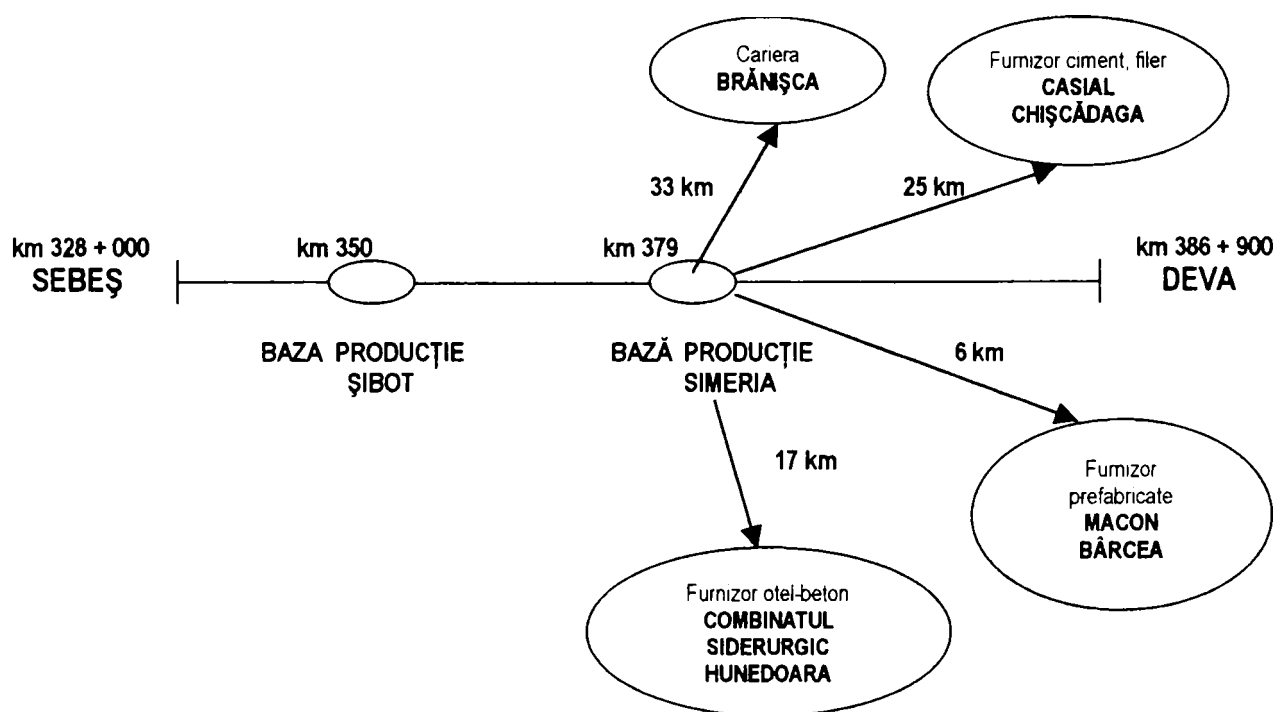


FIGURA 2.1 – raport schematic privind amplasarea bazei de producție Simeria

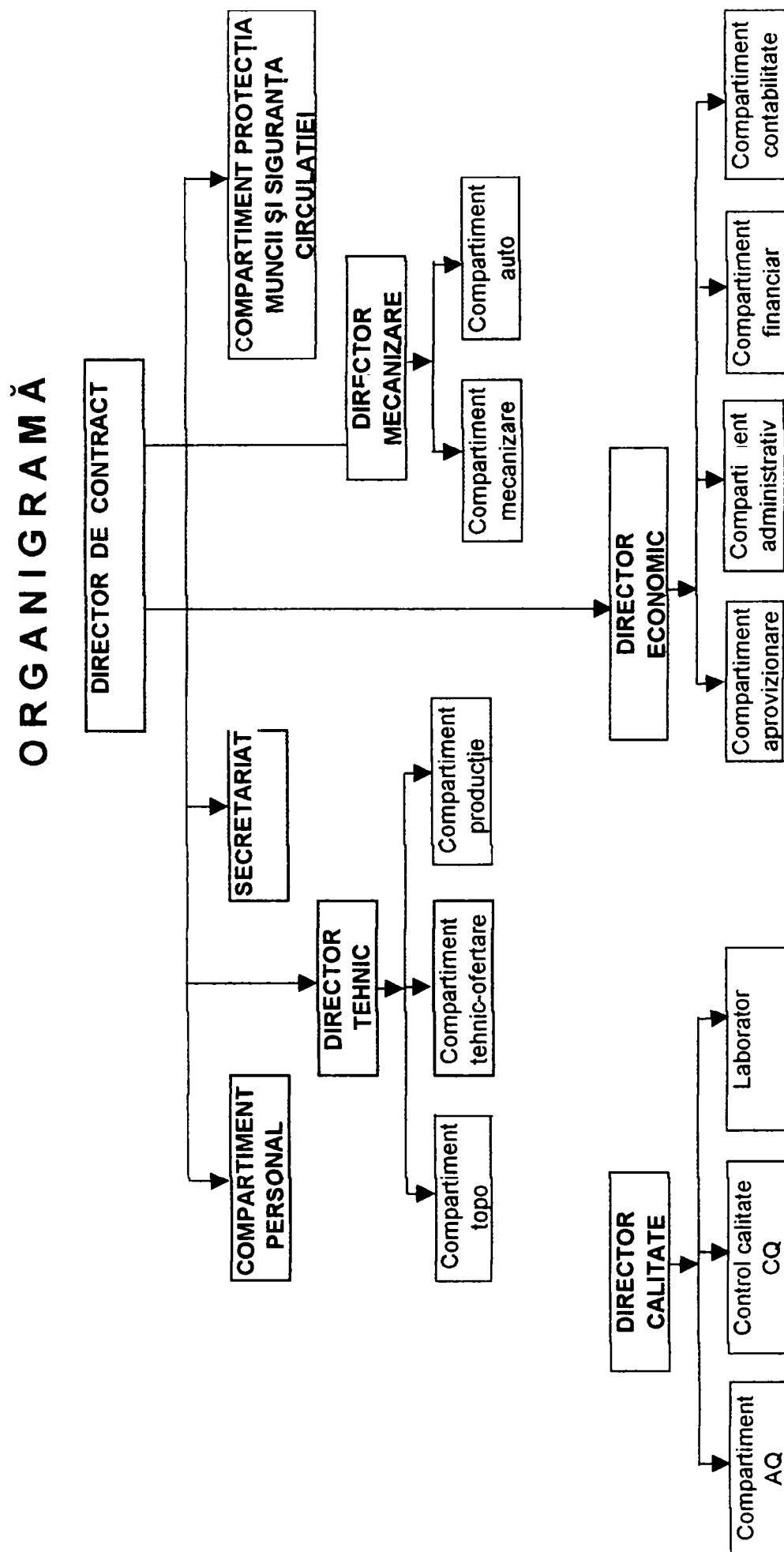


#### **2.1.1.4. Stabilirea resurselor umane pentru contract**

**Alegerea resurselor umane pentru realizarea unei lucrări de anvergură presupune pe lângă cunoașterea amănunțită a cerințelor proiectului și pe cea a necesității stabilirii unor pârghii de coordonare a activităților care să permită formarea unui colectiv unit și responsabil. Privite în ordinea importanței lor, mecanismele de lucru trebuie să asigure :**

- un compartiment puternic, bine informat, care să întroneze un control ferm de calitate intern și extern ;**
- un compartiment de mecanizare care să aibă în subordine toate echipamentele și instalațiile necesare efectuării lucrărilor ;**
- un compartiment tehnic și tehnologic capabil să aleagă soluțiile optime de execuție și să cumuleze realizările contractului ;**
- un compartiment economic și administrativ care să optimizeze raportul financiar și calitate ;**
- un compartiment de producție care să coordoneze toate activitățile în șantier.**

**Cei care coordonează cele cinci ramuri menționate, nominalizați ca fiind personalul cheie de pe contract trebuie să fie oameni cu experiență, buni manageri. Alegerea lor poate reprezenta cel mai important element pe care conducerea societății câștigătoare trebuie să îl ia în considerare. Atâta timp cât cei cinci (calitate, tehnic, producție, economic, mecanizare) formează o echipă, riscurile asumate de constructor se reduc la zero. Am ales un exemplu de organigramă pe care îl consider clasic pentru o lucrare de profil ( tabelul 2.1 ) .**



TABEL 2.1 - exemplu de organigramă utilizată de firmele de construcții

### **2.1.1.5. Alegerea programului de desfășurare a lucrărilor**

La momentul ofertei, beneficiarul impune perioada necesară pentru construcția obiectivului, bazându-se atât pe estimarea proiectantului cât și pe experiența proprie. Plecând de la această estimare am analizat, în funcție de condițiile propice de efectuare a lucrărilor, perioadele de timp, ritmul și productivitatea pe care constructorul le poate atinge în vederea respectării graficului de execuție .

Așa cum am precizat anterior există diverse oportunități de programare a lucrărilor. Autorul a utilizat cu succes în cadrul contractului de reabilitare programul Microsoft Project . În principal, în faza de ofertare, pentru rularea lui, am folosit următoarele elemente :

- însușirea la perfecție a caracteristicilor cerute pentru diverse faze de execuție;
- cunoașterea condițiilor obligatorii pentru realizarea lucrărilor de construcție (reieșite din caietele de sarcini și din standardele în vigoare) ;
- conceperea fișelor tehnologice pentru toate activitățile ;
- cunoașterea echipamentelor de construcție folosite și a productivității lor ;
- capacitățile de producție-ritm și eficiență ;
- graficele de proiectare ;
- lucrările auxiliare drumului (utilități ce trebuie mutate sau protejate) ;
- nivelul de personal necesar pentru fiecare activitate ;
- accesele spre lucrare și în cadrul ei ;
- graficul de plăți preconizat (cheltuieli-încasări) ;

Datorită lungimii traseului a fost necesară împărțirea acestuia în mai multe sectoare . Acest lucru permite o estimare corectă a resurselor necesare pentru desfășurarea lucrărilor cât și o mai ușoară supervizare a execuției. Un exemplu de program este redat în tabelul 2.2, cu mențiunea că gradul de dezvoltare al acestuia s-a reglat de la faza de licitație la cea de execuție prin detalierea fiecărei activități .

Elaborarea ofertelor implică un volum de informații vast. Culegerea și procesarea acestora se dovedește de cele mai multe ori esențială în bătălia pe care firmele de construcții o duc în vederea obținerii de lucrări. Colectivele de specialiști care acționează pentru un singur contract cuprind de cele mai multe ori 40 ... 50 de oameni . Dacă gradul lor de cunoștințe și de implicare respectiv coordonarea lor sunt optime, rezultatul final va fi cel așteptat.

### **2.1.2. Coordonarea lucrărilor**

Dacă oferta întocmită a fost desemnată câștigătoare , antreprenorul va porni imediat după semnarea contractului să transpună în practică concepțiile care au stat la baza ei . În acest sens, ne-am mobilizat rapid, astfel încât, într-un termen foarte scurt am pus în funcțiune următoarele :

- bazele de producție ;
- contractele de livrări cu principalii furnizori de materiale ;
- echipamentele de construcție ;
- relațiile și conexiunile dintre compartimentele de derulare ale contractului.









Privite în ordinea apariției lor după primirea deciziei de începere a lucrării, următoarele faze au o importanță deosebită :

- elaborarea tuturor fișelor tehnologice, a procedurilor și a altor documentații necesare pentru implementarea managementului de calitate ;
- verificarea și compararea detaliilor de execuție cu cele permise prin proiectul tehnic al lucrării ;
- stabilirea strategiilor privind atacarea contractului ;
- formarea echipelor de lucru și impunerea ritmului .

Realizarea acestora este condiționată de abilitatea persoanelor nominalizate în posturile cheie. Deoarece ele au fost menționate anterior, autorului nu-i rămâne decât să pună în evidență pârgurile pe care le-a folosit în cadrul contractului gestionat pentru obținerea unor rezultate deosebite și anume :

- întronarea disciplinei în construcții prin explicarea, urmărirea și verificarea modului în care controlul propriu de calitate este aplicat ;
- ridicarea nivelului tehnico-profesional pentru personalul de execuție prin introducerea de tehnologii performante ;
- introducerea concepțiilor privitoare la necesitatea automatizării și a programării activităților ;
- explicarea și ulterior însușirea de către fiecare cadru de specialitate a cerințelor provenind din condițiile internaționale de contractare ;
- întâlniri bilunare cu șefii de șantier , loturi și echipe pentru analize tehnico-economice și calitative ;
- atragerea de personal tânăr căruia să i se insufle dorința de perfecționare și dragostea de meserie ;
- stabilirea de relații interumane care să contrabalanseze unele neajunsuri datorate vieții sociale mai dificile în această perioadă .

Toate aceste elemente depind în cea mai mare măsură de calitatea intrinsecă a fiecărui individ. Abilitatea celor care coordonează întregul sistem rezidă din capacitatea acestora de a purta discuții și a se face înțeleși la orice nivel (de la muncitor până la director ). Cu aceste lucruri rezolvate, derularea contractului va fi conformă cu așteptările beneficiarului .

## **2.2. MODIFICĂRI ALE STANDARDELOR ÎN VIGOARE – CAIETE DE SARCINI**

Pentru contractele de profil , fiecare beneficiar poate avea cerințe de calitate specifice, în funcție de importanța și natura acestora. Dacă lucrările efectuate înainte de 1990 impuneau urmărirea calității prin standardele cunoscute, odată cu apariția lucrărilor de reabilitare s-a trecut la elaborarea de caiete de sarcini pentru fiecare obiectiv .

Întocmite de către proiectant , acestea pot cuprinde pe lângă extrasele din STAS-urile aferente și cerințe speciale ale administratorului preluate din literatura de specialitate sau din experiența anterioară. Scopul declarat al acestei concepții este



atât de a îmbunătăți reglementările existente cât și de a armoniza practica românească cu cea europeană sau după caz mondială. Este deja cunoscut cazul folosirii normelor franceze sau germane în stabilirea parametrilor de compoziție a amestecurilor asfaltice cât și introducerea unor analize de laborator din AASHTO sau A.S.P.T.M., ambele din SUA.

Doctorandul se va referi în continuare la modificările aduse standardelor românești STAS 667 și STAS 174 [ 8 ; 9 ] ca urmare a experienței acumulate de beneficiari, constructori, proiectanți și consultanți după prima etapă de reabilitare a drumurilor naționale (1994 ... 1997) .

### 2.2.1. Agregate naturale și piatră prelucrată pentru drumuri

Față de STAS 667 - 90 , normativul din 1997 aduce schimbări ale următoarelor caracteristici :

a) pentru roca de proveniență folosită la lucrările de drumuri :

- se reduce rezistența la compresiune în stare uscată pentru rocile de clasa A și B;
- crește uzura cu mașina Los Angeles pentru rocile de clasa A și B ;
- se reduce coeficientul de calitate pentru aceleași clase ;

b) pentru clasa minimă a rocii din care se obțin produsele de piatră naturală se face o distincție clară între clasele de trafic foarte greu și greu pe de o parte și cele medii, ușoare sau foarte ușoare pe de altă parte, condițiile pentru criblura sau nisipul de concasare folosite la prepararea amestecurilor asfaltice fiind mai puțin restrictive în cazul din urmă ;

c) pentru caracteristicile fizico-mecanice ale produselor de piatră :

- se majorează conținutul de fracțiuni sub 0,09 mm pentru criblură ;
- se majorează și se defalcă pe sorturi uzura cu mașina Los Angeles pentru criblură .

După cum se observă, noile condiții sunt mai permisibile în alegerea unora dintre agregate . Chiar dacă în preambulul noului standard se menționează că valorile admisibile sunt actualizate în conformitate cu studiile efectuate de către INCERTRANS, consider că modificările se datorează și următorilor factori :

- existenței unor oferte reduse de produse de carieră corespunzătoare în condițiile derulării unor programe de anvergură pe plan național ;
- incapacitatea furnizorilor de profil de a menține ritmicitatea livrărilor ;
- argumente de ordin economic, știut fiind faptul că există zone din țară care nu au cariere agrementate , ceea ce a dus la deschiderea unor exploatare a căror rezerve nu au avut unele dintre condiții unanim acceptabile ;
- sintezei rezultatelor de laborator obținute de către constructori în relația cu furnizorii de agregate privind marfa livrată de aceștia , în condițiile în care din experiența proprie , nici unul dintre producători nu și-a optimizat raportul calitate - ritmicitate - preț .

Trecând peste anumite formulări incorecte din standard, cum ar fi "criblura pentru stratul de ... sau pentru îmbrăcăminți din " ... , când corect ar fi criblura pentru amestecura asfaltică folosită la..., pot spune că este totuși îmbucurătoare tendința

specialiștilor din domeniu de a menține și a ameliora prevederile legale în urma experienței acumulate atât teoretic cât mai ales practic .

### 2.2.2. Îmbrăcăminiți bituminoase cilindrate executate la cald

Structurat în două părți distincte, STAS-ul 174/97 aduce după sine numeroase modificări ale predecesorului său din 1983. Ținând cont că între cele două normative este o distanță de 15 ani, timp în care atât societatea a evoluat cât și mijloacele tehnice s-au perfecționat considerabil , mi se pare normal ca diferențele să fie de substanță. Dintre acestea, mă voi referi la cele care sunt foarte importante și anume :

- modificarea zonării climaterice pe teritoriul țării noastre datorită trecerii spre o climă continentală ;
- folosirea de bitumuri mai dure D 60/80 pentru toate zonele climaterice calde, indiferent de clasa tehnică a drumurilor sau de categoriile străzilor ;
- folosirea agregatelor concasate de râu având caracteristici corespunzătoare celor pentru criblură la unele tipuri de mixturi asfaltice ;
- stabilirea conținutului de liant optim pentru mixtura asfaltică în baza studiilor de laborator , limitele din STAS fiind pur orientative ;
- impunerea executării de sectoare experimentale pentru fiecare strat ce se pune în operă în vederea stabilirii atelierelor de compactare și a numărului de treceri;
- impunerea folosirii de stații de asfalt, care, după uscarea agregatelor să efectueze reciuruirea acestora și apoi recântărirea lor ;
- utilizarea stațiilor de asfalt complet automatizate care să permită un control eficient al dozării , preparării și livrării mixturilor asfaltice ;
- acceptarea doar a repartizator - finisoarelor cu sistem automat de nivelare ( palpatori electronici ) și care asigură precompactarea stratului ;
- impunerea perioadei optime de preparare și așternere a mixturilor asfaltice pentru martie - octombrie , la temperaturi de minim 10 °C, indiferent de tipul de bitum folosit .

Experiența acumulată îi permite doctorandului să facă următoarele comentarii referitoare la acest subiect , după cum urmează :

- considerăm pozitivă importanța care se dă laboratorului de șantier în alegerea surselor de agregate folosite cât și a conținutului optim de liant , totul fiind stabilit pe bază de studii , fără a mai fi închiștați între anumite limite ;
- este de apreciat și intenția de a folosi agregate locale , atunci când ele corespund calitativ , acest lucru aducând beneficii atât practice cât și economice ;
- chiar dacă nu este menționat direct , în noul standard se impune folosirea stațiilor de asfalt în flux discontinuu ;
- temperaturile mixturilor asfaltice la ieșirea din malaxor trebuie să fie corelate cu distanțele de transport și cu condițiile de așternere .

Ca urmare a lucrărilor de reabilitare coordonate , doctorandul consideră că următoarele completări și modificări ar putea fi aduse :

Deși sunt orientative, tabelele care indică conținutul de liant din masa mixturii cât și raportul fier - bitum, arată creșteri ale procentului de liant, în special la

betoanele asfaltice pentru straturi de uzură (B.A. 8 ; B.A. 16) față de STAS-ul din 1983. Cu toate acestea, în zona de vest a țării, pentru sectoarele Sebeș - Deva și Deva - Lipova dozajul preliminar de B.A. 16 acceptat de A.N.D. a avut un procent optim de liant de 5,4 % respectiv 5,5 % . Acest lucru se datorează în special faptului că fracțiunile fine , sub 0,09 mm provenind din nisipul de râu, de Mureș, au fost insuficiente, fapt ce a dus la necesitatea adăugării de filer, în procent de 10 ... 12 % . În acest caz, raportul filer - bitum recomandat nu mai poate fi respectat .

Tendința pe plan național este de a avea un schelet mineral cât mai puternic ( fracțiunile de agregate din amestecul total, peste 3,15 mm , să tindă spre 70 % ) . În plus, pentru reabilitările de drumuri din etapa a III-a se impun pentru straturile de uzură betoane asfaltice cu compoziții discontinue și la care se renunță la orice fel de agregat de râu (în speță nisipul de râu 0 - 3) . Creșterea conținutului de liant este posibilă în acest caz prin adăugarea de fibre de celuloză . De aceea, în opinia mea, noile limite din standard sunt prea ridicate.

Nu este introdus ca noțiune filerul recuperat. În procesul de fabricație a mixturilor asfaltice apare într-un procent destul de ridicat praful de piatră obținut prin uscarea agregatelor de carieră. Experiența îmi permite să propun următoarele procente de folosire a acestuia în compoziția mixturilor asfaltice :

- pentru anrobate bituminoase - 100 % ;
- pentru betoane asfaltice folosite în stratul de legătură - maxim 50 % ;
- pentru betoane asfaltice folosite în stratul de uzură - se interzice .

Pentru armonizarea temperaturilor de așternere a mixturilor asfaltice cu practica europeană ar trebui ca limita minimă să fie de + 5 °C . În plus, nu cred că cel mai important criteriu este perioada de turnare (martie - octombrie) și temperatura atmosferică ci ar trebui să cunoaștem și :

- temperatura stratului suport ;
- condițiile de livrare și transport ;
- capacitatea de așternere și compactare ;
- performanțele echipamentelor de lucru .

Chiar dacă standardul face referire la toate aceste condiții, ar fi indicat ca paragraful privind punerea în operă să fie reformulat cu aceste completări .

Am observat în ultima perioadă că se încearcă adoptarea unor norme internaționale în practica românească. Un exemplu concludent îl reprezintă stabilirea compoziției mixturilor asfaltice prin procedura Marshall, dar folosind 75 de bătăi pentru corpurile de probă. Sigur că intenția este laudabilă dar ea trebuie urmată și de modificarea în consecință a parametrilor căutați. Cred că implementarea reguli provenind din standardele altor țări trebuie făcută cu atenție și trebuie coroborată cu condițiile existente la noi în țară .

Consider că ar trebui introdus ca parametru în stabilirea compoziției mixturilor asfaltice, volumul de goluri. Literatura de specialitate [10] face următoarele precizări asupra proprietăților volumetrice ale mixturilor asfaltice compactate:

- volumul de goluri cu aer ( $V_a$ ), definit ca volumul total al aerului dintre particulele anrobate ale agregatului din întreaga masă a mixturii asfaltice compactate, exprimat ca procente din volumul total al mixturii asfaltice compactate :

$$V_a = \left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho} \right) \times 100 \quad (2.3)$$

unde :  $\rho_a$  este densitatea specifică maximă a mixturii asfaltice ;  
 $\rho$  - densitatea specifică în grămadă a mixturii asfaltice;

- volumul de goluri în agregatul natural ( V.M.A. ) definit ca volumul spațiului intergranular gol dintre particulele agregatului unei mixturi asfaltice compactate, care include golurile de aer și conținutul efectiv de liant, exprimat ca procent din volumul total al probei :

$$V.M.A. = 100 - \frac{\rho_a \times P_m}{\rho_m} \quad (2.4)$$

unde :  $\rho_a$  este densitatea specifică în grămadă a mixturii asfaltice compactate ;

$P_m$  - conținutul de agregat , procent din masa mixturii asfaltice;  
 $\rho_m$  - densitatea specifică în grămadă a agregatului natural.

- volumul de goluri umplute cu liant ( V.F.A. ) care reprezintă partea din volumul spațiilor goale intergranulare (V.M.A.) efectiv ocupate cu liant :

$$V.F.A. = \frac{V.M.A. - V_a}{V.M.A.} \times 100 \quad (2.5)$$

Schematic, cele trei volume de goluri se pot reprezenta astfel :

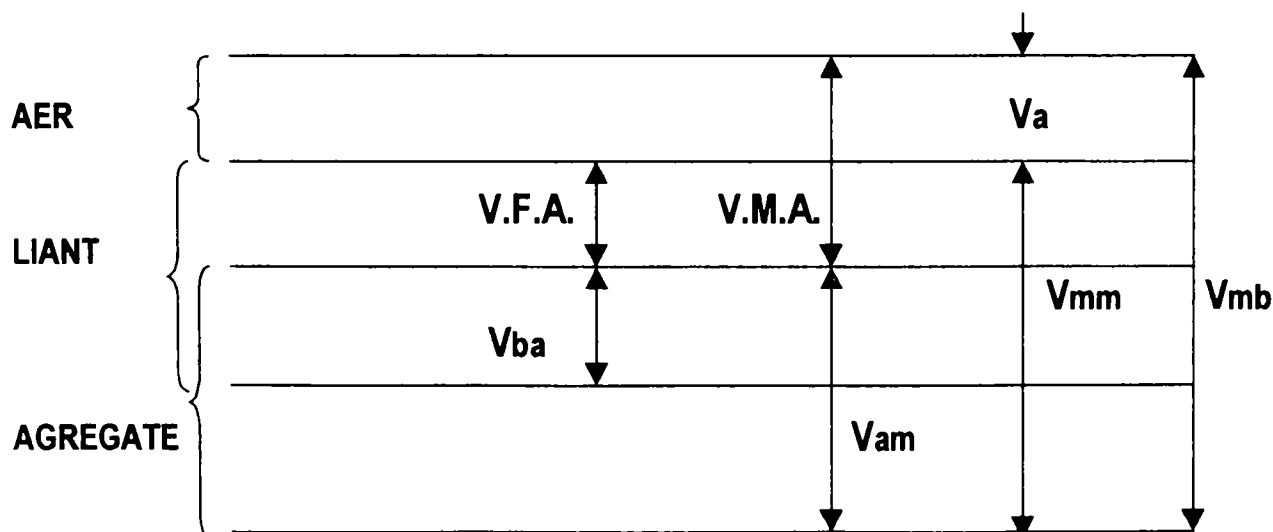


FIGURA 2.2 - reprezentare schematică a  $V_a$  ; V.M.A. ; V.F.A.

- unde :  $V_{ba}$  este volumul liantului absorbit ;  
 $V_{am}$  - volumul agregatelor naturale;  
 $V_{mm}$  - volumul fără goluri a mixturii asfaltice compactate ;  
 $V_{mb}$  - volumul total al mixturii asfaltice compactate .

Scopul stabilirii acestor proprietăți volumetrice îl reprezintă obținerea de informații privitoare la performanțele probabile pe care mixturile asfaltice le vor avea după punerea în operă. Testele efectuate în laborator pentru aceste trei caracteristici reprezintă o simulare a comportării unei mixturi asfaltice în situ după ce a suportat câțiva ani de trafic.

Cred că ar trebui introduse mai multe noțiuni privind comportarea în exploatare a mixturilor asfaltice. Cum deja există laboratoare de specialitate care au aparatură performantă, testele T.F.O.T. și R.T.F.O.T. fiind deja cerute în cadrul lucrărilor de reabilitare , poate nu ar fi lipsite de interes studii care să prezinte o comparație între fenomenul de îmbătrânire simulat în laborator și cel real în situ. O dată cumulate, acestea ar putea fi inserate într-un standard privind durata de exploatare a unui obiectiv de acest gen .

Ca și concluzie doresc să remarc faptul că modificările aduse unor normative românești se înscriu în largă acțiune de uniformizare europeană a regulilor de bază privind construcția unui drum . Susținând deschiderea inginerilor noștri către teoria dar și practica modernă aparținând sectorului rutier, autorului nu-i rămâne decât să sperie că toate rezultatele cercetărilor dar și a execuției vor fi în așa fel corelate încât să se obțină un produs finit optim .

## 2.3. TEHNOLOGII PERFORMANTE

Asigurarea și menținerea unui ritm de lucru corespunzător cerințelor unui contract internațional presupune printre altele și utilizarea unor tehnologii performante. Acestea se bazează pe folosirea de echipamente și soluții moderne capabile să întroneze nivelul de calitate și productivitate căutat. Obținerea unor rezultate de acest gen este condiționată de un studiu managerial menit să introducă metodele optime de rezolvare a detaliilor de execuție cerute prin proiect .

### 2.3.1. Soluții moderne la reabilitarea podurilor

Așa după cum am prezentat într-un capitol anterior, contractele de reabilitare au prevăzut și ample lucrări de reparare a podurilor. Plecând de la premiza sporirii capacității portante a acestora și corelării lor cu partea de drum , a fost urmărită atât eliminarea deficiențelor de infrastructură cât și rezolvarea neconformităților suprastructurii existente . Dintre acestea, autorul se va referi în continuare la soluțiile folosite pe DN 7 Sebeș - Deva pentru hidroizolația și respectiv rosturile de dilatație la poduri .



### 2.3.1.1. Hidroizolația de tip Kebuflex

În funcție de starea tehnică a fiecărui pod , peste placa existentă sau peste noua placă de suprabetonare, administrația a impus așternerea unei izolații performante. Plecând de la interzicerea folosirii ca material a cartonului bitumat ( instrucțiunile A.N.D. București din 1 iunie 1994 ) prima soluție aleasă a fost membrana de tip Mecabit 0344 , material prefabricat constituit din mastic bituminos (bitum cu S.B.S.și filer de calcar ), care are pe o față pulvotex ( amestec de celofibră ) și pe cealaltă față o țesătură deasă de fibră de sticlă .

Rezultatele obținute au fost corespunzătoare doar în cazurile când peste hidroizolație s-a așternut o îmbrăcăminte bituminoasă clasică (B.A. 16 sau B.A. 8). Dacă însă soluția aleasă de proiectant prevedea utilizarea unei îmbrăcăminți din mortar asfaltic turnat, rezultatele erau deficitare (temperaturile superioare de așternere pentru mortarul asfaltic au dus la formarea unor pungi de aer între amorsa de tip Adebit și membrana Mecabit și în final la dezlipirea hidroizolației de pe suport).

Cum acest proces se datora faptului că produsul ales nu avea capacitatea de a "rezista" unor temperaturi de peste 180 °C, s-a preferat pentru rezolvarea problemelor induse așternerea unui strat de beton de protecție de 5 cm, armat cu plasă sudată, peste hidroizolație , crescând însă costul devizului de lucrare .

Acest fapt a impus căutarea de alte soluții și cum oferta internă era deficitară în acel moment s-a recurs la achiziționarea de produse din import. Din gama variată de oportunități ( Servi-dek; Servi-pak; Romex; Siplast; Kebuflex) au fost alese două variante ( Romex și Kebuflex ) dar rezultatele obținute privind eficiența și productivitatea au convins către Kebuflex , soluție pe care am aplicat-o pentru trei poduri reabilite.

Procedura de lucru pentru obținerea unei hidroizolații de acest tip este următoarea :

**ETAPA I : Pregătirea suprafeței de beton și realizarea barierei de vapori**

- asigurarea unei temperaturi a suprafeței de beton cu cel puțin 8 °C peste temperatura de îngheț ;
- asigurarea unei rugozități a suprafeței care să nu aibă denivelări mai mari de 1,5 mm ;
- placa de beton trebuie să fie turnată de minim trei săptămâni ;
- suprafața trebuie să fie uscată și curată (nu se admit lucrări pe ploaie) ;
- aprovizionarea cu rășină epoxidică (în butoaie închise) ;
- amestecarea rășinii în bidoane cu ajutorul unui mixer, timp de 4 minute, până la omogenizarea soluției ;
- răspândirea rășinii pe suprafața podului folosind trafaleți ( T-uri de gumă sau rolă ) , în maxim 10 minute de la terminarea amestecării ;
- presărarea unui strat de nisip cuarțos ( nisip monogranular de Făget) cu granulozitate 0,1 ... 0,5 mm, perfect uscat ;
- după întărirea rășinii se îndepărtează nisipul ce nu aderă la suprafața podului (rășina se întărește la 20 °C după circa 6 ore de la aplicarea ei ) ;



- aştermera celui de al doilea strat de răşină, care însă nu se va mai acoperi cu nisip;
  - suprafaţa astfel întărită s-a protejat împotriva umezelii, murdăririi sau distrugerii;
- ETAPA a II-a : Punerea în operă a foliei Kebuflex (foto 2.1 )**
- folia de Kebuflex are ca strat suport o ţesătură din poliester acoperită pe o parte cu bitum polimerizat ;
  - grosimea foliei este de 5 mm, lăţimea de 1 m iar lungimea de 8 ... 10 m ;
  - depozitarea foliei se poate face atât în poziţie orizontală cât şi pe verticală, la temperaturi de maxim 40 °C la soare ;
  - verificarea temperaturii mediului ambiant ( minim 5 °C ) ;
  - montarea rolei de Kebuflex pe un cadru metalic (sistem cărucior cu rulmenţi);
  - prin intermediul unui arzător de gaz cu 3 ... 5 capete legat la o butelie se topeşte stratul inferior de bitum ;
  - se formează astfel un cordon de bitum polimerizat topit care aderă la suprafaţa răşinii epoxidice ;
  - imediat se începe rularea foliei, care se va ataşa din greutate proprie (trebuie dată atenţie rulării , astfel încât să nu se formeze bule de aer ) ;
  - folia următoare se suprapune pe o lungime de minim 8 cm şi o lăţime de minim 10 cm ;
  - toate operaţiile de aşternere ale foliei se vor face la un interval de minim 24 ore de la aplicarea stratului superior de răşină epoxidică .



FOTO 2.1 - aplicarea hidroizolaţiei Kebuflex la poduri

Aplicarea soluției prezentate îmi oferă posibilitatea să constat că aceasta prezintă mai multe avantaje , după cum urmează :

- productivitate sporită ( aproximativ 150 m<sup>2</sup> de hidroizolație în 10 ore de lucru folosind două echipe de câte 4 muncitori fiecare) ;
- posibilitatea aplicării și în cazul unor suprafețe suport denivelate (se colmatează neregularitățile cu un amestec de nisip monogranular și rășină) ;
- posibilitatea aplicării pe suprafețe cu mult lapte de ciment (se execută operația de sablare cu nisip în prealabil) ;
- elasticitatea deosebită a hidroizolației ( caracteristici speciale datorate includerii bitumului polimerizat) ;
- așternerea straturilor bituminoase direct pe hidroizolație, indiferent de tipul lor ( materialul suportă temperaturi de până la 250 °C ) ;
- reducerea cantității de emulsie bituminoasă necesară amorsajului înainte de așternerea straturilor bituminoase până la 0, 2 kg/m<sup>2</sup> ;
- deși nu este recomandată , se permite circulația autovehiculelor pe folie ( mai puțin vehicule pe șenile sau întoarcerea lor pe suprafață) ;
- în cazul apariției ploii în timpul așternerii foliei, lucrările s-au reluat după uscarea suprafeței cu arzătoarele de gaz, reglând dimensiunea flăcării după necesitate .

Analizând raportul calitate - eficiență - preț ( aproximativ 45 DM/m<sup>2</sup>, în condițiile în care apariția unor alte produse similare pe piață va reduce mai mult ca sigur costul de achiziție ) consider că hidroizolația de tip Kebuflex reprezintă o soluție optimă de rezolvare a cerințelor de acest gen. Mărturie stau și obiectivele realizate în 1996 și 1997 între Sebeș și Deva ( podurile de la km 376 + 836 ; km 377 + 213 ; km 362 + 648 ) a căror stare tehnică actuală este corespunzătoare ) .

### **2.3.1.2. Rosturi de dilatație de tip Freyssinet**

În vederea înlocuirii rosturilor de dilatație clasice din tablă de zinc sau de cupru, s-a preconizat folosirea unor materiale speciale la reabilitarea podurilor. Lansând un caiet de sarcini special în acest scop s-a intenționat identificarea unor produse cu caracteristici deosebite care să rezolve problemele specifice pentru un timp mai îndelungat .

În acest sens , societatea noastră a efectuat demersurile necesare pentru agrementarea dispozitivelor de tip Freyssinet .Fiind formate din burdufuri independente a căror formă de creneluri trapezoidale asigură libera deformare a rostului pe cele două axe orizontale, dispozitivele în cauză sunt constituite din elemente turnate, pe pe bază de elastomeri , vulcanizate și lipite pe inserții metalice cu forme complexe, care asigură preluarea sarcinilor .

Tehnologia aplicată la montajul acestor echipamente a fost următoarea :

- după așternerea îmbrăcăminte bituminoase pe rampele podului și pe pod se trece la tăierea acesteia , transversal , în zona în care se va monta rostul de dilatație ;
- curățirea falțului rezultat ;
- montarea armăturii constructive necesare ;

- montarea cofrajului special și reglarea acestuia ;
- betonarea rostului de dilatație și finisarea îngrijită a suprafeței rezultate ;
- curățirea cu aer comprimat și decofrarea ;
- montarea elementelor elastometrice clasice în cale respectiv speciale pentru trotuarele podului ;
- etanșarea cu mastic bituminos .

Livrate de către producător la dimensiunile cerute, funcție de coeficientul de dilatare a podurilor ( N 50; M 50; M 60; M 80; M 100 ), rosturile de tip Freyssinet au următoarele avantaje :

- confortul sporit, datorită faptului că amortizează impactul rutier și asigură planitatea suprafeței de rulare ;
- siguranța în trafic , prin creștăturile antiderapante realizate din turnare la fața superioară a rostului ;
- flexibilitate (rostul acceptă deplasări perpendiculare pe axa lui și se acomodează foarte bine la rotații și deplasări verticale) ;
- etanșitate optimă datorată nervurilor din elastomeri care crează o barieră dublă împotriva pătrunderii apei .

Folosite cu preponderență la podurile cu deschideri mari ( în cadrul sectorului amintit , la cinci poduri având deschideri cuprinse între 35 și 102 m ) am preferat dispozitivele Freyssinet în dauna altora ( Waboflex spre exemplu ) chiar dacă costul estimat pentru 1 m liniar de rost este de 1500 \$. Și în acest caz a fost determinant în alegerea făcută raportul dintre calitate, eficiență și produsul finit .

Cele două tehnologii prezentate denotă seriozitatea cu care contractanții ( administrator, constructor, proiectant ) au tratat acest subiect . Au fost studiate mai multe variante de eliminare a neconformităților la podurile existente și au fost alese soluții competitive . Cred că și în continuare trebuie acordată importanța cuvenită unor astfel de lucrări, mai ales că :

- în ultima perioadă au apărut materiale de hidroizolație din import care nu se pretează la poduri ( sunt pentru construcții civile și industriale ) dar au fost agrementate, din păcate, în acest scop ;
- s-au acceptat soluții europene pentru reabilitări la poduri , ceea ce ne bucură, dar pentru unele poduri noi, din afara acestor lucrări se mai folosesc materiale mai puțin performante , datorită lipsei de fonduri .

Doctorandul speră că experiența acumulată în ultima perioadă va permite specialiștilor de profil ( cercetători și practicieni ) să creeze produse românești, similare celor internaționale . Formarea , pe lângă societățile de construcții , a unor colective de 7 ... 9 oameni care să beneficieze de sprijin financiar în testarea în cadrul unor sectoare experimentale a unor materiale în acest scop ar fi benefică .

### 2.3.2. Lucrări de drumuri

Reabilitarea unui drum impune fiecărui constructor condiții speciale de desfășurare a activității datorate în mare parte atât spațiilor restrânse în care acestea acționează cât și efectuării de lucrări sub acțiunea traficului rutier . De aceea , în pregătirea

contractului a trebuit să ținem cont de echipamentele care se pretează în astfel de situații și de alegerea celor mai bune soluții tehnologice .

Așa cum experiența provine dintr-o practică îndelungată, consider că este interesant de reliefat modul în care doctorandul a aplicat cu succes unele măsuri de îmbunătățire a tehnologiilor clasice cu altele noi .

### **2.3.2.1. Realizarea lucrărilor de “casetă”**

Refacerea structurii rutiere existente degradate cât și executarea noii benzi de încadrare cerute prin proiect presupun o activitate complexă. Plecând de la studiul geotehnic și de la situația reală din teren, am stabilit împreună cu consultanța tipurile de detalii de execuție ce se vor aplica. Transpunerea în practică a acestor detalii a însemnat un efort comun rezultat din implicarea următorilor factori umani :

- colectivul topo ;
- colectivul siguranța circulației ;
- laborator ;
- personal de execuție ;
- serviciul tehnic .

Procedura de lucru folosită , inclusă ulterior și în manualele de calitate , a fost următoarea :

- amplasarea indicatoarelor de circulație pentru delimitarea zonei , în conformitate cu managementul de trafic aprobat ;
- trasarea amprizei drumului și a axei proiectate ;
- stabilirea detaliului de execuție ;
- materializarea în teren a conturului casetei ;
- decaparea îmbrăcămintei vechi ;
- excavarea structurii rutiere degradate până la patul drumului ;
- asigurarea unui dispozitiv provizoriu de scurgere a apelor ;
- stabilirea necesității executării stratului de formă ;
- nivelarea și compactarea suprafeței rezultate după săpătură ;
- așternerea straturilor rutiere în conformitate cu dimensiunile din proiect și cerințele caietelor de sarcini specifice .

Față de modul de tratare clasic al acestor operații , următoarele modificări au fost aduse de doctorand :

- înlocuirea excavatoarelor cu picon menite să materializeze conturul casetei spre axa drumului, care produceau rupturi și forme neregulate ale structurii, cu mașini speciale de tăiat rosturi care permit atât decaparea separată a straturilor bituminoase existente cât și obținerea unor forme regulate ;
- înlocuirea excavatoarelor clasice S 1200 ... S 1203 care ocupau mai mult de jumătate din partea carosabilă ( punând în dificultate desfășurarea traficului pe celălalt sens de mers ) cu excavatoare cu cupă mică 0,4 ... 0,6 m<sup>3</sup>, cu săpare laterală, dar cu productivitate sporită ( prin poziționarea lor față de locul de acțiune se ocupă aproximativ 2 m din partea carosabilă existentă ) ;
- schimbarea utilajelor de compactare clasice (R 8-14; VV 170; VV 200) inoperante datorită spațiului restrâns cu compactoare vibratoare cu rulouri netede de 2,5 t

- masă sau plăci vibratoare de 160 ... 200 kg având lățimi de până la 1,2 m ;
- folosirea unor repartizoare de mici dimensiuni pentru așternerea stratului de agregate naturale stabilizate cu ciment .

Datorită noutăților aduse de lucrările de reabilitare , aceste echipamente au fost aduse din import, acolo unde ele existau pe scară largă. Sigur că, odată cu trecerea timpului și producătorii români vor adopta măsuri de re tehnologizare în consecință.

### 2.3.2.2. Utilizarea geotextilelor la lucrări de drumuri

Apariția geosinteticelor în țara noastră a fost urmată de studii și cercetări care să contureze domeniile în care acestea își pot găsi aplicare . Receptiv la nou, sectorul rutier a găsit întrebuițări diverse pentru aceste materiale. În cadrul contractului de reabilitare, autorul a folosit geotextile în următoarele cazuri :

- ca și elemente de împiedicare a transmiterii fisurilor ;
- ca și filtru în executarea unor drenuri longitudinale .

#### 2.3.2.2.1. Elemente de împiedicare a transmiterii fisurilor

În contextul caietului de sarcini elaborat de proiectant, elementele de împiedicare a transmiterii fisurilor sunt definite ca fiind fâșii geotextile plasate pe suprafața existentă a drumului, capabile să reziste la temperaturi înalte, cu rezistența la întindere mare și o durată de exploatare ridicată. Datorită comportării diferite dintre structura veche a drumului și cea nouă, se montează în dreptul rostului creat de operațiunile de lărgire a carosabilului un material geotextil având ca rol împiedicarea propagării fisurii prezumtiv create cât și îmbunătățirea aderenței la stratul superior de mixtură asfaltică ( figura 2.3 ). Același material a fost folosit și în cazul în care suprafața suport a prezentat microfisuri diverse .

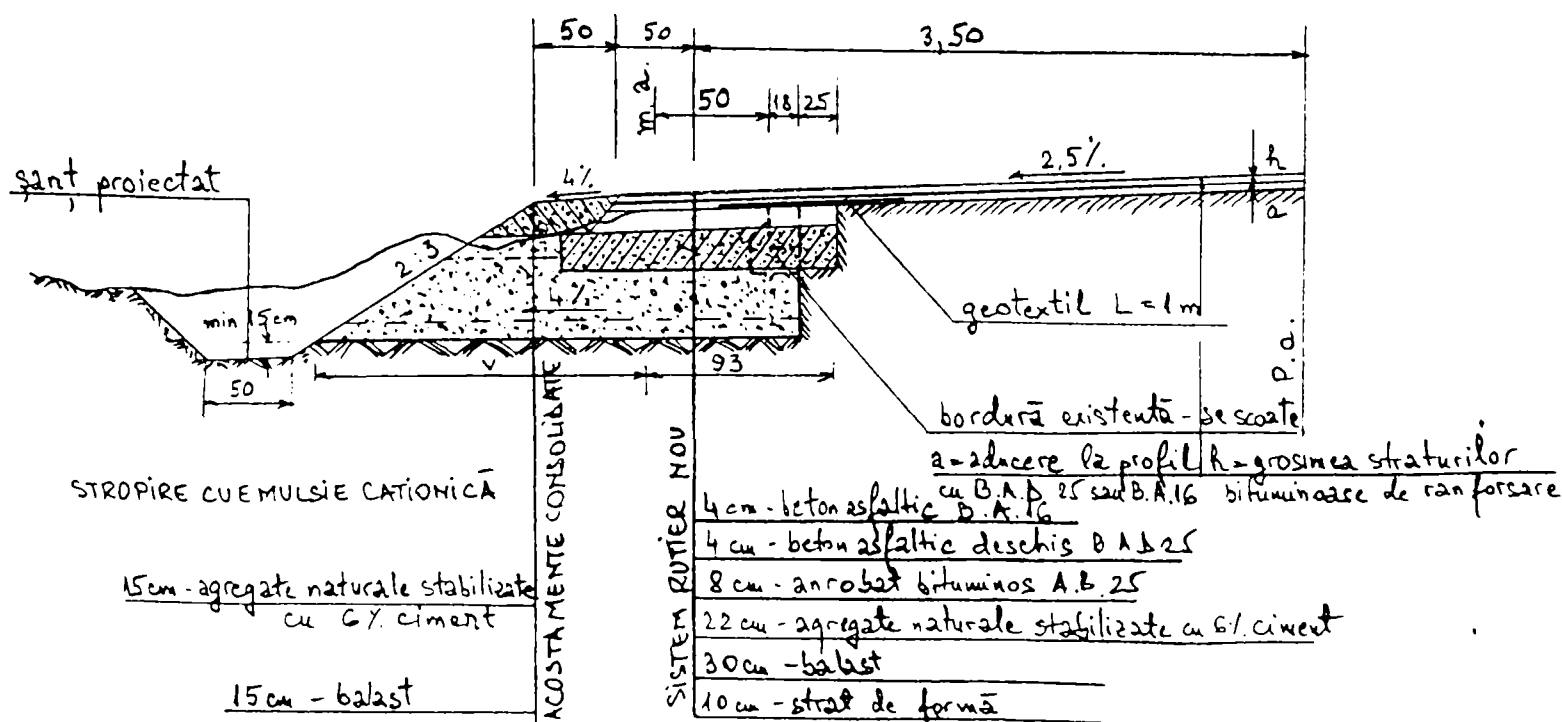


FIGURA 2.3 - amplasarea geotextilului în noua structură rutieră



Tehnologia de execuție aplicată a fost următoarea :

- curățirea suprafeței și îndepărtarea denivelărilor înaintea așternerii geotextilului;
- amorsarea suprafeței cu 0,5 ... 0,6 kg/m<sup>2</sup> emulsie cationică cu rupere rapidă ;
- rularea sulului de geotextil de 1 m lățime după ruperea amorsei astfel încât 50 cm să acopere structura rutieră veche și 50 cm structura nouă, de către doi oameni, cu grijă, pentru a nu se produce văluriri sau bule de aer ;
- executarea "petrekerilor" necesare ( sulurile de geotextil , de regulă de 50 m lungime , se petrec pe minim 50 cm astfel încât sulul nou să fie pozat sub sulul precedent ) ;
- efectuarea amorsajului necesar așternerii straturilor bituminoase , atât peste geotextil cât și pe restul părții carosabile , cu emulsie cationică cu rupere rapidă, în cantitate de 0,4 ... 0,45 kg/m<sup>2</sup> ;
- pentru ca autovehiculele ce descarcă mixtură asfaltică în repartizator să nu adune sub roți geotextilul când intră la descărcare se aruncă din mașină câteva lopeți de mixtură asfaltică fierbinte pe urma roților .

Modul de comportare în exploatare a geotextilului a fost diferit datorită poziționării acestuia ( sub stratul de preluare denivelări și aducere la profil care nu a fost constant ) . Am observat că :

- pentru grosimi de strat de egalizare de 5 ... 6 cm fisura nu s-a propagat, neexistând semne vizibile ;
- pentru grosimi de strat de egalizare mai mici de 5 cm ( în special pentru 2 ... 3 cm ) s-a produs o alunecare a acestui strat ca urmare a apariției unei fisuri longitudinale la marginea geotextilului dinspre axa drumului ;

Efectul dinamic datorat traficului rutier pe zone unde s-a circulat pe un strat de egalizare foarte subțire a dus la apariția fisurii în poziția menționată la patru săptămâni de la așternerea geotextilului. În aceste cazuri ulterior s-a renunțat la poziționarea fâșiei geosintetice, iar sectoarele deja executate au fost remediate înaintea așternerii straturilor bituminoase din proiect .

Observațiile făcute în șantier de către doctorand privind modul de comportare în exploatare a zonelor pe care au fost adoptate astfel de soluții, arată că, la aproape patru ani de la punerea în operă, nu există defecțiuni care să se datoreze poziționării geotextilului , ceea ce denotă că menirea lor în structura rutieră este realizată .



## 2.3.2.2. Drenuri longitudinale cu filtru geotextil

În scopul captării unor ape de infiltrație cât și pentru reglarea nivelului pânzei freatice din zona unui drum, proiectul prevede de multe ori soluția executării unor drenuri longitudinale ( figura 2.4 ) :

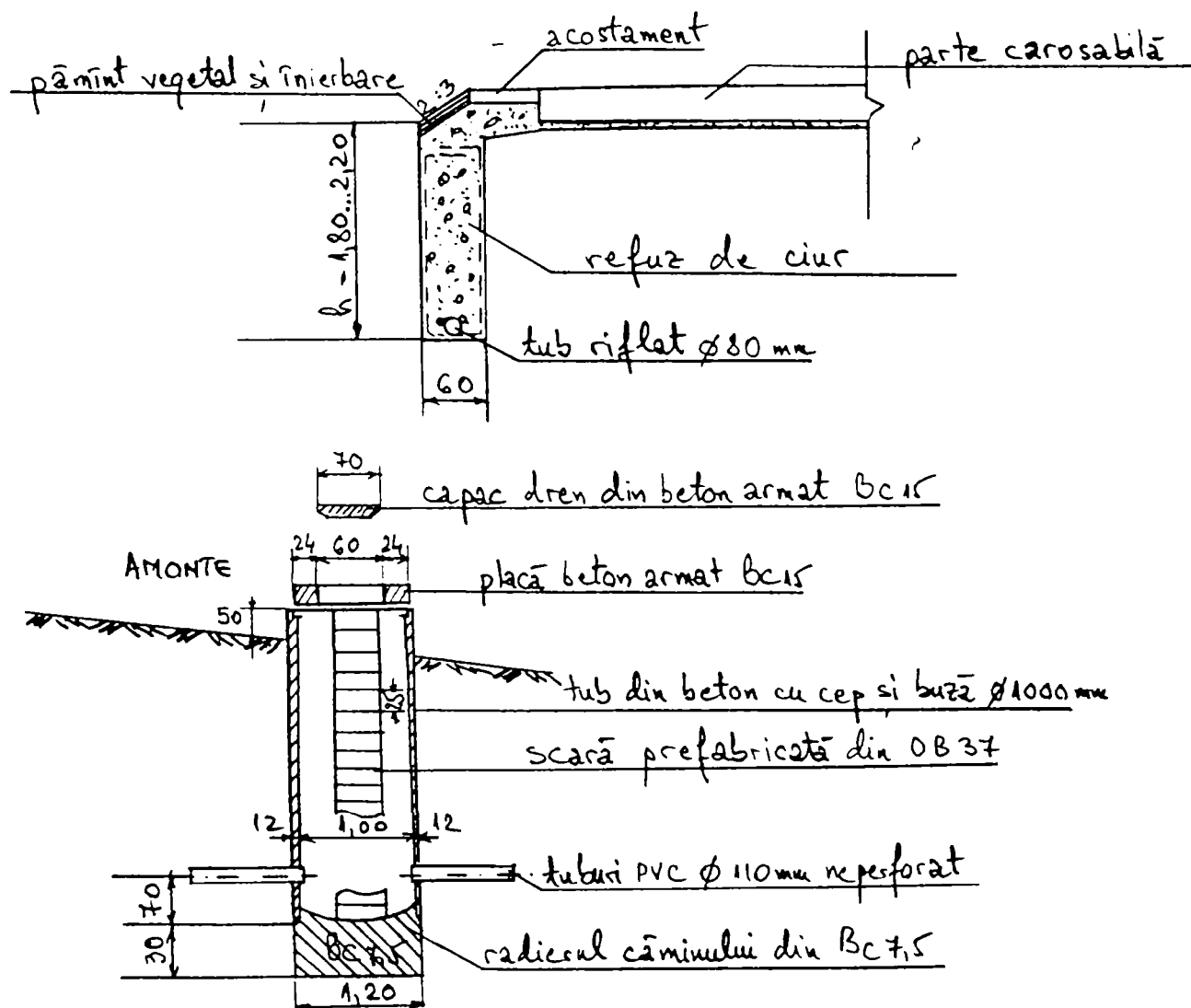


FIGURA 2.4 - detalii privind execuția drenurilor longitudinale

O astfel de tratare a problemei a fost aleasă și în cadrul lucrărilor de reabilitare Sebeș - Deva , în zona Vințu de Jos . Pentru a nu se afecta structura rutieră existentă s-a decis necesitatea amplasării unui dren de 360 m lungime , amplasat pe partea dreaptă a drumului între platformă și șanțul proiectat . Drenul constă dintr-o săpătură cu pereți verticali de 1,8 ... 2,2 m adâncime și 0,6 m lățime, filtru geotextil și umplutură din refuz de ciur. Pentru a asigura condiții optime de întreținere au fost prevăzute cămine de vizitare din 50 în 50 de m și un cămin de evacuare a apelor drenate amplasat la capătul din aval al drenului .

Procesul tehnologic utilizat la realizarea lucrării a fost următorul :

- săparea tranșeei cu un excavator cu cupa îngustă (0,6 m<sup>3</sup>) din aval spre amonte;
- așternerea filtrului geotextil manual , cu grijă pe pereții tranșeei , astfel încât să nu se producă surpări de material și să nu se infesteze cu pământ ;

- așternerea tubului PVC  $\Phi$  110 mm pe fundul tranșeei ;
- introducerea refuzului de ciur , cu atenție , pentru a nu se contamina tranșeea ;
- învelirea refuzului de ciur cu geotextilul ;
- așternerea stratului filtrant peste dren .

Drenul a fost realizat pe tronsoane de 6 m lungime, asigurând tot timpul scurgerea apelor. La această oră el lucrează normal, fiind rezolvate problemele pentru care a fost proiectat .

Ținând cont de proprietățile geosinteticelor , de ușurința cu care acestea se pun în operă și nu în ultimul rând de costul redus al lucrărilor care folosesc aceste materiale este posibil ca aria lor de răspândire în cadrul lucrărilor de drumuri să se extindă. Experiența acumulată în domeniu a permis ca în cadrul etapei a III -a de rehabilitări să se utilizeze geocompozite ( geotextile + geogriile ) pentru sisteme de prevenire a propagării fisurilor cât și geogriile armate în corpul unor rambleuri de mari dimensiuni .

### 2.3.2.3. *Straturi bituminoase de egalizare*

În condițiile nou create de rehabilitare a drumurilor naționale, unul din obiectivele majore al acestor lucrări îl reprezintă ridicarea capacității portante a structurilor rutiere existente. Plecând de la calculul de dimensionare efectuat de colectivul de proiectare se stabilește grosimea necesară de ranforsare pentru fiecare sector de drum în cauză .

Pentru a putea așterne , însă , straturile bituminoase necesare , este obligatorie verificarea stării tehnice a suprafeței suport ( stabilirea degradărilor și remedierea lor, îndepărtarea denivelărilor ). STAS-ul 174/83 face aceste precizări într-un mod destul de lapidar. Devenită cerință a contractelor de rehabilitare , pregătirea stratului suport atunci când el este constituit dintr-o îmbrăcăminte existentă este tratată mai pe larg în ediția standardului din 1997 , apărând conceptul de strat de egalizare .

În opinia autorului stratul de egalizare are două roluri distincte :

- de preluare a denivelărilor suprafeței suport ;
- de aducere la profilul cerut prin proiect înainte de așternerea straturilor bituminoase constante .

Această distincție este necesară deoarece în practica de zi cu zi pot apărea cazuri în care :

- suprafața suport respectă cotele din proiect dar prezintă denivelări datorate echipamentelor mai puțin performante cu care s-a realizat ( compactare necorespunzătoare de exemplu ) ;
- suprafața suport a fost realizată anterior perfect, în acoperiș, dar noul profil proiectat cere ca el să fie transformat în profil cu pantă unică .

Ținând cont de aceste cerințe , pregătirea stratului suport impune următoarele etape :

- verificarea de către eșalonul topo a cotelor structurii existente determinate de către proiectant , în fiecare profil transversal luat în calcul ( de regulă la 25 ... 30 m distanță ) ;
- îndesirea punctelor verificate prin ridicări topo ale existentului din 10 în 10 m în

- aliniament și din 5 în 5 m în curbe ;
- materializarea liniei roșii proiectate ;
- stabilirea cantității de mixtură asfaltică sau a frezărilor necesare obținute prin diferențele dintre cota finală a drumului ( din care se scad grosimile straturilor constante) și cota inițială a acestuia ;
- efectuarea lucrărilor necesare rezultate din calculul de mai sus .

Este de subliniat că îndesirea profilurilor transversale este necesară datorită neregularităților stratului suport dintre două profiluri proiectate, acest lucru permițând o mai mare acuratețe a cantităților de mixtură asfaltică rezultate pentru preluarea denivelărilor existente. Realizarea în șantier a stratului de egalizare este posibilă doar prin montarea la 10 ... 15 cm în interiorul benzii opuse celei în care se așterne mixtura asfaltică a unor țaruși metalici montați pe un suport culisant în plan vertical , prevăzuți cu un canat pe care se așează un fir metalic , în lung . Cotele de turnare se pozează numai cu aparatul topo , iar lungimea de lucru optimă este de aproximativ 300 de metri .

Firul este derulat prin intermediul unui palan fiind blocat la capete, astfel încât să nu permită modificări ale cotelor materializate . Poziționarea țarușilor din 10 în 10 m permite ca firul să fie bine întins ( foto 2.2 ) .



FOTO 2.2 - așternerea unui strat de egalizare din mixtură asfaltică

Pentru ca stratul de egalizare să fie corect realizat trebuie ca repartizator finisoarele de asphalt să fie dotate cu două echipamente speciale :

- palpatori electronici care să preia cotele materializate pe firul metalic amintit ;
- patina (de 1 ; 3 ; 5 sau 7 m ) capabilă să reproducă prin copiere perfectă prima bandă turnată ( cu cât patina este mai lungă cu atât rezultatele sunt mai bune )

Prin importul de tehnologie modernă (echipamente Marini, Wirtgen, Vögele care includ cele două accesorii) rezultatele vor fi la înălțimea așteptărilor. În ultima perioadă și compania românească Nicolina lași și-a modernizat fluxul tehnologic în scopul obținerii de utilaje similare.

În baza experienței acumulate doctorandul prezintă câteva observații care ar putea fi luate în calcul la tratarea acestui subiect și anume :

- stratul de egalizare nu intră în calculul de dimensionare al structurii rutiere noi și de aceea performanțele pe care acesta trebuie să le aibă ar trebui să fie stipulate separat (standardul 174/97 precizează că egalizarea se realizează din mixtură asfaltică fără a denumi tipul și caracteristicile acesteia) ;
- ținând cont de grosimea inconstantă posibilă a stratului în fiecare punct al unei secțiuni în care este așternut ar fi necesară stabilirea limitelor și toleranțelor admisibile pentru elementele geometrice caracteristice ;
- în condițiile arătate mai sus ar fi necesară o defalcare mai clară între straturile de preluare denivelări și cele de aducere la profilul proiectat al unui drum ;
- folosirea cu precădere la realizarea acestor straturi de agregate locale corespunzătoare în vederea reducerii costului lucrărilor.

Chiar dacă nu a surprins toate noutățile datorate lucrărilor de reabilitare autorul consideră că diferența esențială dintre acestea și lucrările clasice se datorează concepțiilor noi aduse de sistemul de pregătire, licitație, derulare și finalizare a programelor din sectorul rutier. Prin aplicarea lor în practică se reușește atât executarea lucrărilor de drumuri conform cerințelor internaționale cât și ridicarea nivelului tehnico-profesional al specialiștilor din branșă la un standard european .

## **CAP. 3 CONSIDERAȚII ASUPRA EFICIENȚEI TEHNOLOGIILOR FOLOSITE**

În condițiile în care contractele de reabilitare au prevăzute scopuri precise în ceea ce privește natura lucrărilor, perioada de timp alocată, nivelul de calitate și costul investiției, pentru a obține o activitate corespunzătoare trebuie luați în considerare toți factorii reali sau umani care concură la realizarea ei. Concluzionând, produsul finit va fi eficient în condițiile în care raportul calitate, durată, preț este optim.

Ținând cont de timpul relativ scurt pus la dispoziția constructorilor pentru a pregăti o ofertă competitivă (30 ... 60 de zile) la o licitație internațională de reabilitare a unui drum, perioada premergătoare este folosită în special pentru stabilirea principalelor surse de materiale, manoperă, utilaje și transport respectiv de impunere a unei strategii privind desfășurarea lucrărilor. În acest caz, echipa de conducere care va prelua proiectul odată atribuit va dezvolta principiile enunțate prin ofertă și va asigura pârgurile de derulare a activităților în ritmul cerut prin contract.

### **3.1. CONSIDERAȚII ASUPRA SURSELOR DE AGREGATE FOLOSITE ÎN CADRUL REABILITĂRII DN 7 SEBEȘ - DEVA**

Agregatele naturale se regăsesc în toate tipurile de straturi rutiere [ 11 ]. Ponderea lor reprezintă aproximativ 85 % din masa întregii structuri. În acest context, rolul lor, atât ca și materie primă cât și ca parte componentă a unui produs finit este unul foarte important. De aceea alegerea unei surse de agregate reprezintă un proces complex bazat pe mai mulți factori determinanți.

#### **3.1.1. Agregate de râu**

Efectuarea lucrărilor de înlocuire a structurii rutiere degradate sau de lărgire a părții carosabile presupune execuția de straturi rutiere noi. În stratul de fundație și în straturile superioare ( bază, legatură, uzură ) agregatele naturale se regăsesc sub formă brută ( balast ) sau prelucrată ( sorturi din balast ). Sursele din care provin trebuie să respecte condițiile de calitate prevăzute prin standardele în vigoare și să fie agrementate de institute specializate de profil. Obținerea unui astfel de agrement este posibilă doar în cazul prezentării unei documentații care trebuie să cuprindă următoarele :

- tipul locului de extracție ( balastieră sau carieră ) ;
- tipurile de agregate naturale ( sorturi ) ;

- descrierea geologica a zonei ;
- domeniile de utilizare ale agregatelor ;
- amplasamentul ;
- accesele în incintă ;
- locul de extracție a zăcămintului ;
- situația rezervelor ;
- productivitatea anuală ;
- fluxul tehnologic ;
- autorizațiile de la “Apele Române” și “Resurse Minerale” ;
- existența laboratorului de control al calității și a personalului .

Acceptarea sursei se va face atunci când studiile de laborator vor confirma calitatea intrinsecă a rocii respectiv a caracteristicilor fizico-mecanice cerute .

Doctorandul se va referi în continuare la experiența acumulată în cadrul reabilitării DN 7 Deva - Sebeș privind utilizarea agregatelor naturale .

### 3.1.1.1. *Straturi de fundație din balast*

Pentru execuția straturilor de fundație din balast, administrația a elaborat un caiet de sarcini specific bazat pe reglementările standard, cu mici modificări. În principal, următoarele caracteristici au fost cerute pentru material :

NR. CRT.	DETERMINARE	VALORI ADMISE
1	SORT	0 - 71
2	CONȚINUTUL DE FRAȚIUNI , MAXIM	
	- sub 0,02 mm	3
	- între 0 ... 7,1 mm	15 ... 70
	- între 31,5 ... 71 mm	> 30
3	GRANULUZITATE	continuă
4	COEFICIENTUL DE NEUNIFORMITATE ,min	15
5	ECHIVALENT DE NISIP , min .	30
6	UZURA CU MAȘINA LOS ANGELES , max.	30

**TABEL 3.1 - caracteristici pentru balastul utilizat în stratul de fundație**

Față de STAS 662/89 s-a introdus suplimentar condiția de conținut de fracțiuni între 31,5 ... 71 mm și s-a mărit cerința la uzura Los Angeles (de la max. 50 la max. 30) urmărindu-se ca materialul ales să fie mai rezistent la solicitări .

Împreună cu laboratorul de unitate am identificat în zona lucrării un număr de 11 Surse potențiale de balast asupra cărora am întocmit studii calitative. Coroborate cu rezervele de material , posibilitățile de livrare, seriozitatea partenerilor și nu în ultimul rând cheltuielile financiare ne-am bazat în prima fază pe 6 furnizori. În tabelul 3.2 sunt prezentate rezultatele de laborator obținute :



NR. CRT.	DETERMINARE	LANCRĂM	CĂPTĂLAN	BALOMIR	GELMAR	PRICAZ	SPINI
1	CONȚINUT DE FRAȚIUNI SUB 0,02 mm	0,53	-	0,29	0,12	0,55	-
2	CONȚINUT DE FRAȚIUNI 0 ... 7 mm	49 ... 54	37 ... 62	59	54	60	46
3	ECHIVALENT DE NISIP %	76	76 ... 86	85	98	86	88
4	COEFICIENT DE NEUNIFORMITATE	65 ... 67	20 ... 24	29	21	40	72
5	UZURA LOS ANGELES	34	26 ... 30	30	30	27	31

**TABEL 3.2 - rezultate de laborator pe balast provenind din șase surse folosite**

După cum se poate observa, sursele analizate respectă condițiile STAS. Dacă luăm în considerare caietul de sarcini observăm că parametrul uzura Los Angeles nu este atins în cazul balastierelor Lancrăm și Spini (menționăm că toate obiectivele verificate sunt pe râul Mureș).

Tehnologia de punere în operă a stratului de balast a fost stabilită împreună cu consultanța prin execuția unui sector experimental de 30 m lungime. După determinarea umidității optime de compactare (4,4 ... 4,8 %) am stabilit tipul utilajelor și numărul de treceri necesare pentru obținerea unui grad de compactare de 98 ... 100 % Proctor modificat. Soluțiile alese au fost :

- 12 treceri cu compactorul vibrator de 2,5 t masă din care 3 cu vibrație și 9 fără vibrație, sau
- 2 treceri cu compactorul vibrator de 2,5 t masă din care una cu vibrație și una fără vibrație și 6 treceri cu placa vibratoare.

În funcție de lățimea casetei, stratul de balast a fost așternut manual sau mecanizat. Pentru transportul materialului s-au folosit autobasculante de 8 ; 10 și 16 tone capacitate cu posibilități de descărcare pe laterală. Sunt de făcut câteva comentarii privitoare la realizarea fundațiilor din balast și anume :

- în cazurile în care dimensiunea maximă a depășit 71 mm, s-a montat în fiecare balastieră un plan înclinat alcătuit dintr-un grătar din oțel-beton pentru îndepărtarea granulelor necorespunzătoare ;
- balastul de Mureș este pe alocuri deficitar în ceea ce privește partea fină, lucru care a influențat atât granulozitatea continuă căutată cât și obținerea gradului de compactare cerut ;
- pentru remedierea acestei situații s-a folosit cenușa de termocentrală (Mintia) în procent de 5 ... 10 % care s-a amestecat cu balastul cu ajutorul unor autoîncărcătoare de tip Stalowa Wola, prin rostogoliri succesive până la omogenizare ;
- datorită cantității de balast necesare pentru reabilitare ( $\approx 75\ 000\ m^3$ ) majoritatea furnizorilor au încercat să profite prin majorarea prețurilor de livrare (este de înțeles acest lucru atunci când resursele unor balastiere sunt limitate) ;
- datorită acestui fapt autorul a propus și ulterior obținut aprobare de la conducerea societății pentru deschiderea unei balastiere proprii la Uroi, aflată lângă baza de producție din Simeria, ale cărei costuri au fost integral amortizate pe lucrare ;

- analizele de laborator pentru sursa Uroi au fost următoarele :

- conținut de fracțiuni sub 0,02 mm	-	;
- conținut de fracțiuni 0 ... 7,1 mm	35 ... 59	;
- echivalent de nisip	65 ... 95	;
- coeficient de neuniformitate	28 ... 52	;
- uzura Los Angeles	26 ... 28	.

- îmbunătățirea procentului de parte fină pentru balastul de Uroi a fost făcută cu 5 % cenușă de termocentrală , rezultatele fiind reprezentate în figura 3.1.

Realizarea straturilor de fundație din balast a fost o operație care nu a ridicat probleme deosebite în cadrul lucrărilor de reabilitare . Datorită amplasării lucrării în zona luncii Mureșului, resursele existente au fost suficiente. Dând o atenție deosebită respectării procesului tehnologic și condițiilor de calitate impuse, constructorul a obținut rezultatul dorit .

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

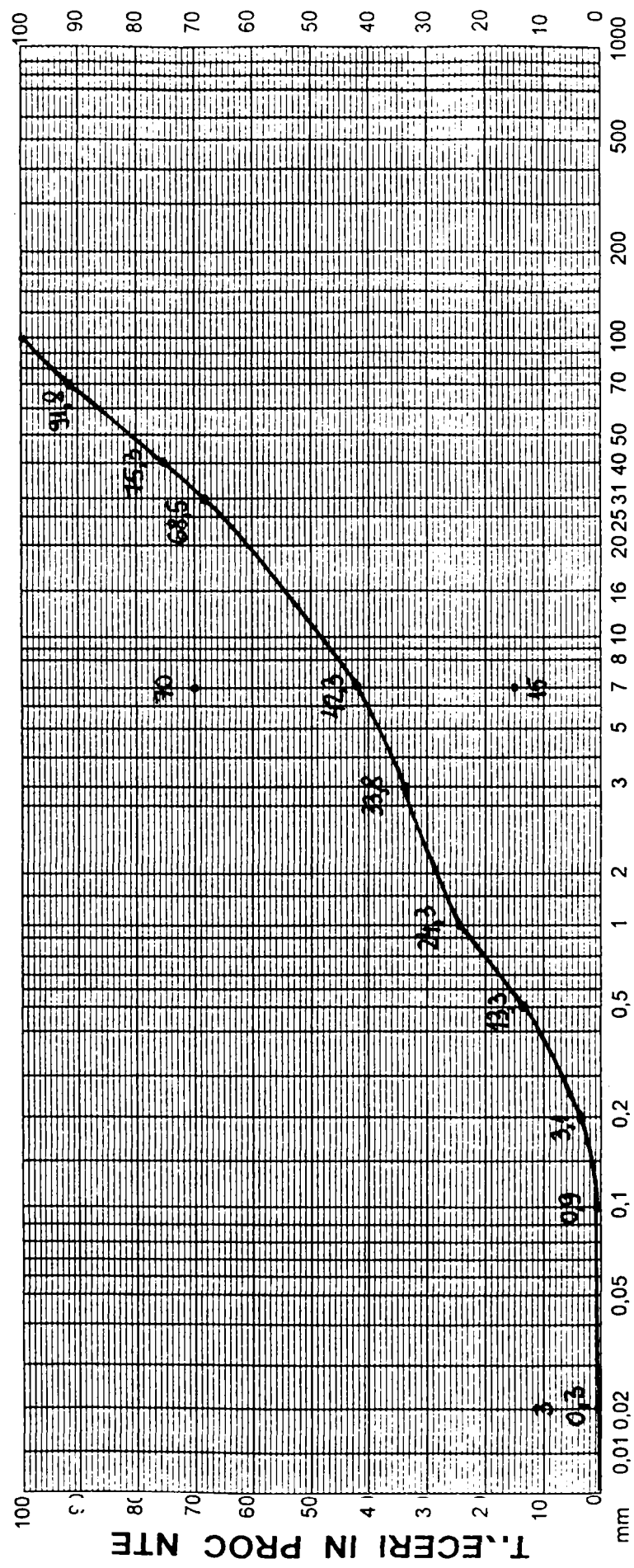


FIGURA 3.1 - diagrama granulozității pentru balast de Uroi

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

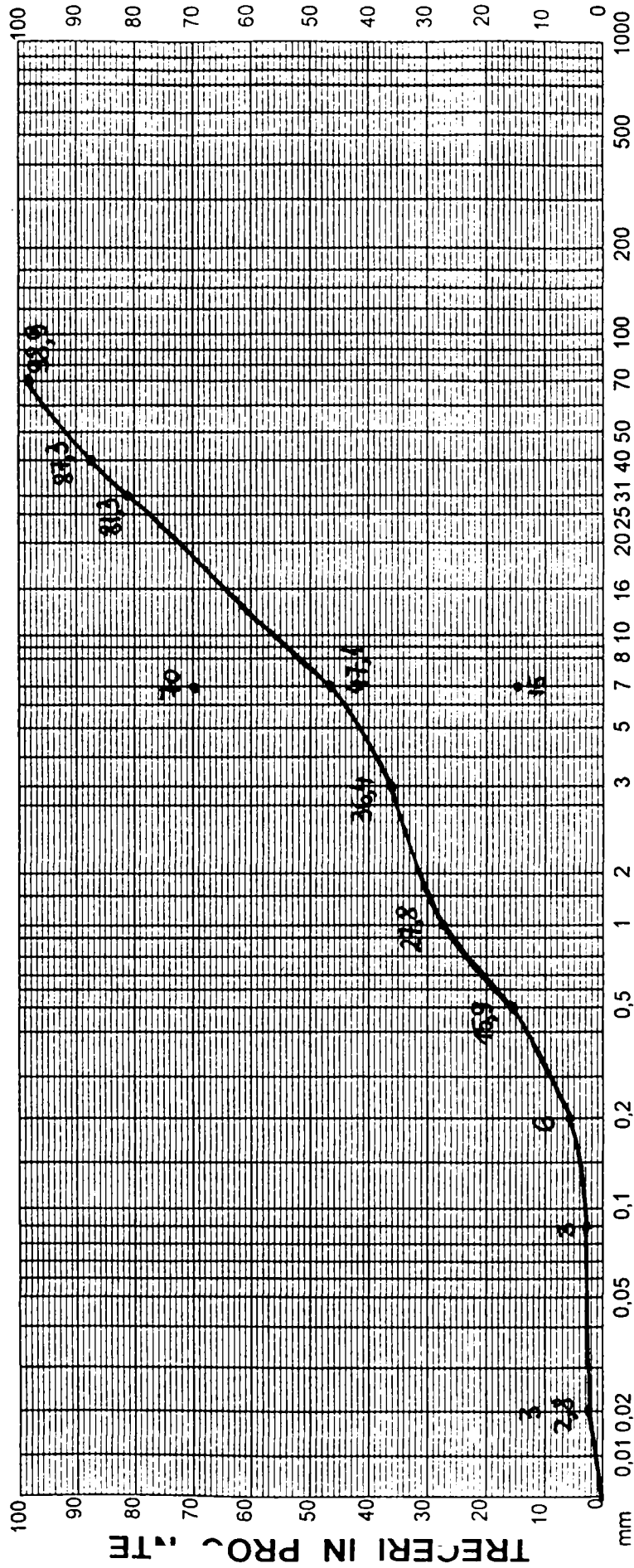


FIGURA 3.2 - diagrama granulozității pentru balast de Uroi îmbunătățit cu 5 % cenușă

### 3.1.1.2. Straturi de fundație din agregate naturale stabilizate cu ciment

În condițiile unei cantități de 30 000 m<sup>3</sup> de agregate naturale stabilizate cu ciment necesare pe DN 7 s-a impus ca, în funcție de distanța de transport acceptată pentru acest tip de material, să găsim 2 ... 3 stații de betoane capabile să producă cantitatea cerută în conformitate cu caietul de sarcini specific. Ne-am orientat către două stații aflate extremitățile sectorului ( Mova Alba-Iulia și C.C.C.F. Deva ) și una în centru ( D.J.D.P. Deva - șantier Orăștie ).

Am verificat dotările echipamentelor, precizia de măsurare-cântărire a agregatelor, apei și cimentului, existența de padocuri betonate și a laboratorului autorizat precum și sursele de aprovizionare și gestionare a materialelor. Pentru stabilirea compoziției amestecului, laboratoarele de specialitate au efectuat încercări preliminare cu scopul de a determina :

- curba de granulozitate a agregatelor stabilizate ;
- dozajele de liant și aditiv ;
- densitatea în stare uscată și de referință ;
- conținutul de apă de referință .

Prin studiul preliminar am urmărit să obținem și variațiile admisibile ale compoziției, care să permită adaptarea ei la condițiile șantierului , păstrând caracteristicile amestecului preparat în ceea ce privește lucrabilitatea , omogenitatea , rezistența la compresiune , stabilitatea la apă și pierderea de masă .

Pentru stabilirea dozajului optim am căutat să respectăm următoarele caracteristici impuse :

NR. CRT.	DETERMINARE	VALORI ADMISE
1	Rc la 7 zile	1,2 ... 1,8 N / mm <sup>2</sup>
2	Rc la 28 zile	1,8 ... 3,0 N / mm <sup>2</sup>
3	Scăderea rezistenței la compresiune $\Delta R_{ci, max}$ .	25 %
4	Umflarea volumetrică $V_{i, max}$ .	5 %
5	Absorbția de apă , max .	10 %
6	Pierderea de masă la saturare , max	10 %
7	Pierderea de masă la îngheț – dezgheț , max.	10 %
8	Dozajul de ciment	4 ... 6 %

TABEL 3.3 - caracteristicile amestecului de agregate naturale stabilizate cu ciment

Încercările noastre au fost repetate până când am obținut rezultate corespunzătoare privind :

- umiditatea ;
- omogenitatea amestecului ;
- rezistența la compresiune ;
- maniabilitatea ( perioada de timp în care priza este nulă sau foarte slabă și se permite punerea în operă astfel încât comportarea materialului nu prejudiciază viitoarele caracteristici mecanice ale acestuia ) .

S-a dat o atenție deosebită stabilirii duratei minime și respectiv optime a procesului de malaxare care să asigure o omogenitate corespunzătoare a amestecului preparat . Umiditatea optimă ( condiționată de umiditatea agregatelor naturale , în

special a nisipului ) a fost aleasă și ținând cont de distanța de transport până la locul de punere în operă și de pierderile de apă survenite pe parcursul traseului .

Dintre dozajele cadru folosite , doctorandul prezintă cel elaborat cu agregate naturale de Sântimbru și ciment de la Chișcădaga ( tabel 3.4 ). Pentru îmbunătățirea procentului de parte fină a amestecului (obligatoriu pentru o compactare mai eficientă și o suprafațare cizelată a stratului ) s-a adus un aport de material fin cu cenușă de termocentrală, amestecată cu nisipul necesar pe o platformă de lucru cu un autoîncărcător ( tabel 3.5 ) .

Procedura tehnică de punere în operă a fost stabilită în baza unui sector de probă, care a relevat tipul echipamentelor de lucru, utilajele de compactare, numărul de treceri și activitățile curative. În funcție de grosimea de strat prevăzută prin proiect, pentru a obține gradul de compactare optim am decis ca :

- pentru strat de 22 cm grosime să folosim 8 treceri cu compactorul vibrator de 2,5 t masă din care prima cu vibrare și celelalte fără ;
- pentru strat de 15 cm grosime , 6 treceri cu placa vibratoare .

Pentru transport s-au folosit autobasculante de 8 și 17 t capacitate,cu basculare pe laterală, la care s-au montat prelate în cazurile în care distanța de parcurs sau temperatura mediului au fost mai ridicate. Centralizând rezultatele obținute pe parcursul celor trei ani de lucrări am obținut următorul tabel :

NR. CRT	CARACTERISTICA	CCCF SIMERIA 6% CIMENT+ 4% CENUȘĂ	CCCF SIMERIA 4 % CIMENT + 10% CENUȘĂ	MOVA ALBA-IULIA 6% CIMENT	STAS
1	R <sub>c</sub> la 7 zile N/mm <sup>2</sup>	4,3 ... 12	1,5 ... 5,0	2,3 ... 6,9	1,2 ... 1,8
2	R <sub>c</sub> la 28 zile N/mm <sup>2</sup>	6,4 ... 15	2,9 ... 7,3	3,5 ... 8,5	1,8 ... 3,0
3	Scăderea rezistenței la compresiune Δ R <sub>cl, max.</sub>	24,30	4,00	17,30	25
4	Umflare volumetrică, max.	0,90	1,10	0,30	5
5	Absorbția de apă , max.	0,44	2,70	0,01	10
6	Pierdere de masă prin saturare , max.	0,05	1,10	0,05	10
7	Pierdere de masă la îngheț-dezghet , max.	1,90	0,40	3,00	10
8	Densitatea maximă în stare uscată , ρ <sub>d max.</sub>	2,28	2,205	2,240	-
9	Umiditate optimă , w <sub>opt</sub>	4,00	5,40	4,90	-

TABEL 3.6 - centralizator cu rezultatele obținute pe parcursul lucrărilor



**Este de remarcat că rezistențele la compresiune la 7 și 28 de zile au avut valori foarte mari în varianta cu 6 % ciment (cerută prin proiect) fapt ce a dus la reducerea procentului la 4 %, dozajul de preparare a materialului fiind prezentat în tabelul 3.7.**

**Concluziile desprinse de doctorand după folosirea acestui material sunt :**

- la dozajele preliminare stabilite trebuie efectuate corecții zilnice care să țină cont de granulozitatea agregatelor componente ;**
- umiditatea optimă a amestecului trebuie reglată în funcție de umiditatea agregatelor ( în special a nisipului din padocuri, care se recomandă a fi acoperit ) ;**
- trebuie acordată o atenție deosebită calității materialelor folosite și de aceea, rolul laboratorului de șantier este esențial ;**
- în cazul unui procent mare de ciment ( 5 ... 6 % ) stratul stabilizat se comportă ca și un beton rutier ,caz în care recomand executarea de rosturi transversale de contracție, la o distanță între 6 ... 8 m , cu ajutorul unor tăietoare de rosturi ;**
- datorită zonelor de lucru înguste ( ceea ce a impus așternerea manuală a stratului ) se impune găsirea unor modalități de așternere mecanizată, cu repartizatoare, așezate lateral ;**
- protecția stratului stabilizat s-a făcut cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă , în cantitate de 0,9 ... 1,1 kg/m<sup>2</sup>, așternută în două straturi .**



DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

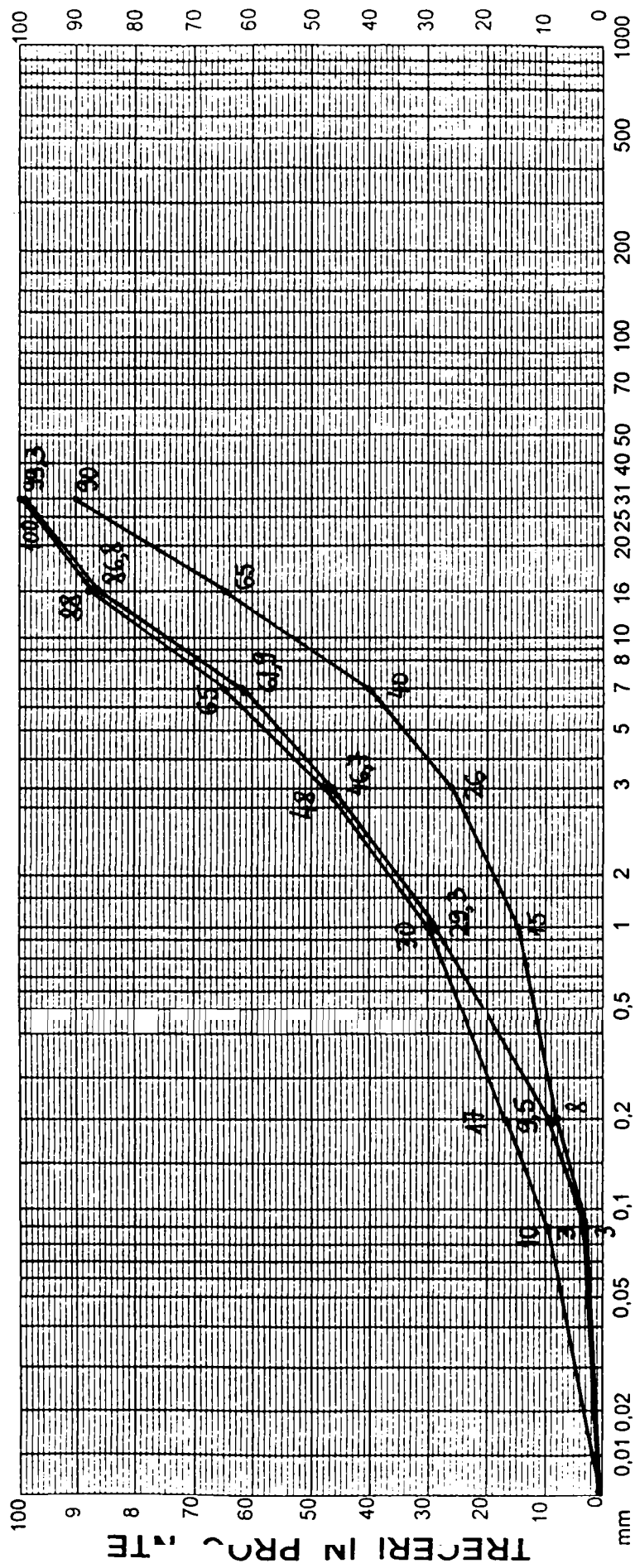


FIGURA 3.3 - diagrama granulozității

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE AGREGATE NATURALE STABILIZATE CU CIMENT

Stația de betoane \_\_\_\_\_ **SIMERIA** \_\_\_\_\_ Lucrarea: \_\_\_\_\_ **SEBEȘ - DEVA**

Tip Ciment	Dozaj Ciment (%)	$\theta_{max}$ agregate (mm)	Caracteristici de compactare		
			$W_{opt}$ (%)	$\rho_{d max}$ (g/cm <sup>3</sup> )	buletin nr.
Pa 35	6	31	4,0	2,280	

### CARACTERISTICI AGREGATE \* ȘI AMESTEC OPTIM

Sortul / Sursa	Pro-Cent %	Trece prin sita (ciurul) de: (mm)											W %
		0,09	0,2	1	3,15	7,1	8	16	20	25	31	40	
1: Cenușă		68,3	93,2	99,1	100	100		100			100		
2: Nisip 0 - 3		2,4	12,4	72,3	97,3	100		100			100		
3: Nisip 3 - 7				0,5	2,5	93,6		100			100		
4: Pietriș 7 - 15					0,4	1,9		97,4			100		
5: Pietriș 15 - 31						0,2		3,5			95,5		
% din sort. 1	4	2,73	3,73	3,9	4	4		4			4		
% din sort. 2	36	0,86	4,46	26,0	35,2	36		36			36		
% din sort. 3	15			0,08	0,37	14,04		15			15		
% din sort. 4	10				0,04	0,19		9,74			10		
% din sort. 5	35					0,07		1,22			33,4		
<b>TOTAL (amestec)</b>	<b>100</b>	<b>3,59</b>	<b>8,19</b>	<b>29,98</b>	<b>39,60</b>	<b>54,3</b>		<b>65,96</b>			<b>98,4</b>		

### CALCULUL DOZAJELOR

AGREGATE Sorturi (mm)	CANTITATI LA 1m <sup>3</sup>		ȘARJA ..... m <sup>3</sup>
	Agregate uscate (Ag)		Agregate uscate
	%	kg	kg
1: Cenușă	4	86	
2: Nisip 0 - 3	36	774	
3: Nisip 3 - 7	15	323	
4: Pietriș 7 - 15	10	215	
5: Pietriș 15 - 31	35	753	
<b>TOTAL (Σ Ag)</b>		<b>2151</b>	
<b>CIMENT</b>	<b>6</b>	<b>129</b>	
<b>APA</b>	<b>4</b>	<b>91</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>2371</b>	

\* Se anexează formularele de calcul

**TABEL 3.5 - dozaj de preparare agregate naturale de Uroi stabilizate cu 6 % ciment și 4 % cenușă**

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

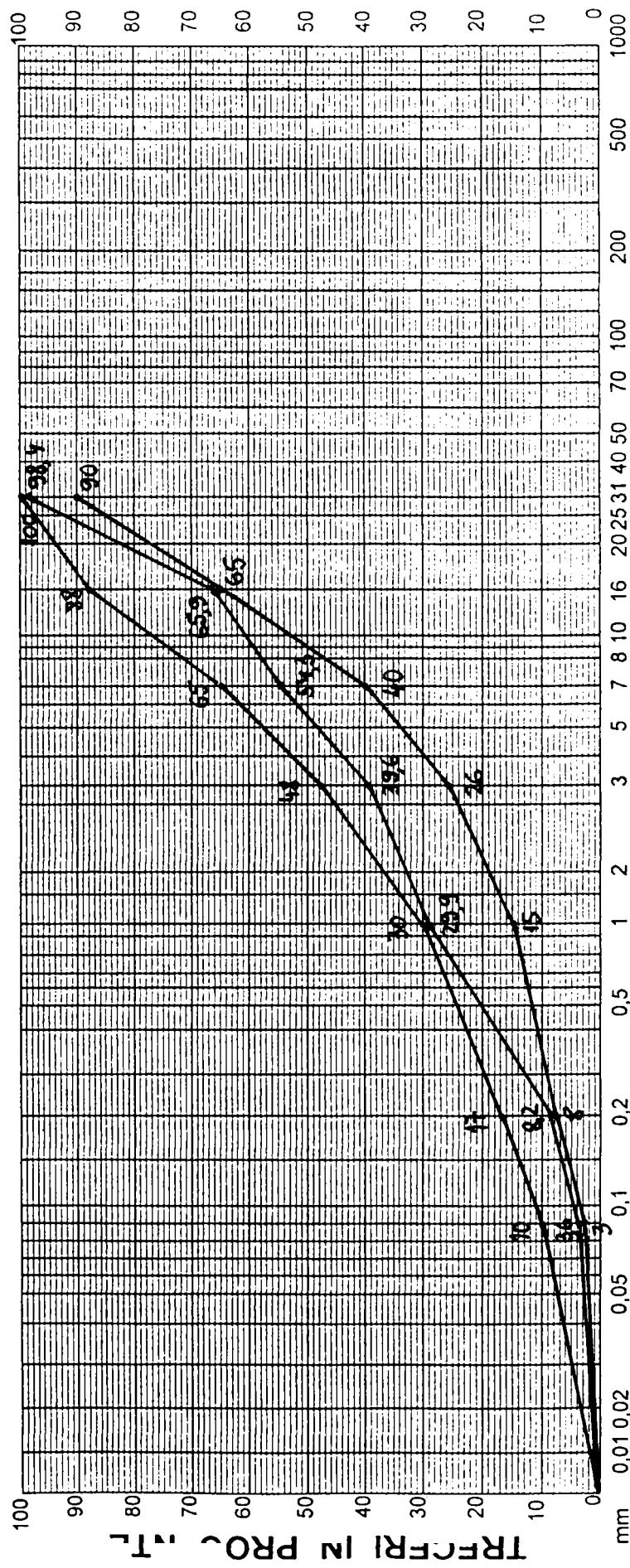


FIGURA 3.4 - diagrama granulozității

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE AGREGATE NATURALE STABILIZATE CU CIMENT

Stația de betoane \_\_\_\_\_ **SIMERIA** \_\_\_\_\_ Lucrarea: \_\_\_\_\_ **SEBEȘ - DEVA**

Tip Ciment	Dozaj Ciment (%)	$\theta_{\max}$ agregate (mm)	Caracteristici de compactare		
			$W_{\text{opt}}$ (%)	$\rho_{d \max}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Buletin nr.
<b>Pa 35</b>	<b>4</b>	<b>31</b>	<b>5,4</b>	<b>2,205</b>	

### CARACTERISTICI AGREGATE \* ȘI AMESTEC OPTIM

Sortul / Sursa	Procent %	Trece prin sita (ciurul) de: (mm)											W %
		0,09	0,2	1	3,15	7,1	8	16	20	25	31	40	
1: Cenușă		62,2	75,8	89,9	100	100		100			100		
2: Nisip 0 - 3		0,6	2,0	69,9	94,9	100		100			100		
3: Nisip 3 - 7				5,5	17,7	92		100			100		
4: Pietriș 7 - 15					0,5	4,4		69,6			100		
5: Pietriș 15 - 31								0,9			97,3		
% din sort. 1	10	6,2	7,6	9,0	10	10		10			10		
% din sort. 2	28	0,2	0,6	19,6	26,6	28		28			28		
% din sort. 3	10			0,6	1,8	9,2		10			10		
% din sort. 4	30				0,2	1,3		20,9			30		
% din sort. 5	22							0,2			21,4		
<b>TOTAL (amestec)</b>	<b>100</b>	<b>6,4</b>	<b>8,2</b>	<b>29,2</b>	<b>38,6</b>	<b>48,5</b>		<b>69,1</b>			<b>99,4</b>		

### CALCULUL DOZAJELOR

AGREGATE Sorturi (mm)	CANTITATI LA 1m <sup>3</sup>		ȘARJA ..... m <sup>3</sup>
	Agregate uscate (Ag)		Agregate uscate
	%	kg	Kg
1: Cenușă	10	212	
2: Nisip 0 - 3	28	594	
3: Nisip 3 - 7	10	212	
4: Pietriș 7 - 15	30	636	
5: Pietriș 15 - 31	22	466	
<b>TOTAL (Σ Ag)</b>		<b>2120</b>	
<b>CIMENT</b>	<b>4</b>	<b>85</b>	
<b>APA</b>	<b>5,4</b>	<b>119</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>2324</b>	

- Se anexează formularele de calcul

**TABEL 3.7 - dozaj de preparare agregate naturale de Uroi cu 4 % ciment și 10 % cenușă**



DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

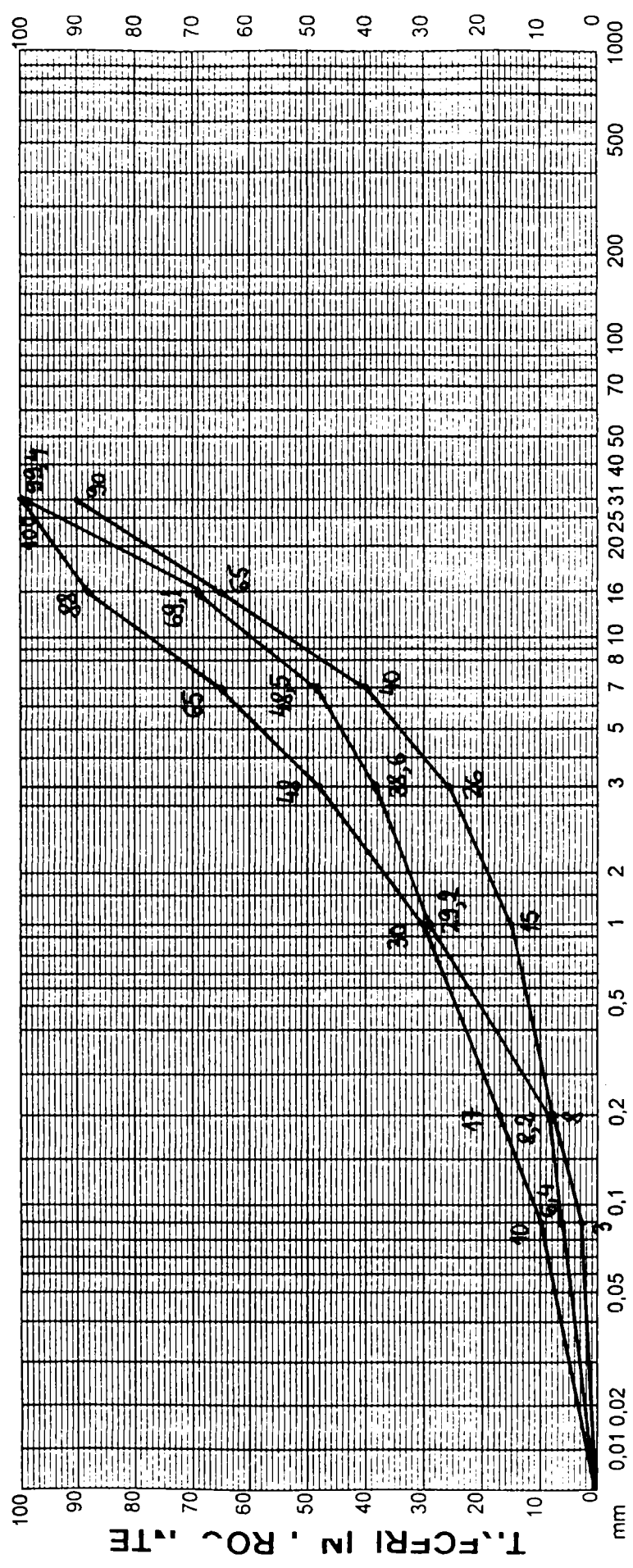


FIGURA 3.5 - diagrama granulozității

### 3.1.1.3. **Straturi de fundație din piatră concasată de râu amestec optimal**

Refacerea structurii rutiere degradate s-a efectuat folosind o soluție unică și anume:

- decaparea structurii rutiere existente degradate;
- înlocuirea acesteia cu o structură rutieră nouă executată în două etape, în prima, până la nivelul inițial al drumului, iar în a doua, așternerea straturilor bituminoase a căror grosime a rezultat din calculul de dimensionare .

Sondajele efectuate împreună cu institutul de profil IPTANA București arată că structura rutieră existentă pe DN 7 este formată din :

- un strat de fundație alcătuit din piatră spartă și pietriș cu nisip și uneori bolovăniș ;
- un strat de bază alcătuit dintr-un anrobat bituminos ;
- strat de legătură ;
- strat de uzură .

În condițiile date , toată această “zestre” a fost considerată ca strat de fundație pentru reabilitare, iar pentru a înlocui zonele cu defecțiuni s-a prevăzut următoarea variantă :

- 10 cm strat de formă ;
- 30 cm strat de balast ;
- 22 cm strat de agregate naturale stabilizate cu ciment ;
- 8 cm anrobat bituminos , până la nivelul inițial al drumului .

Au existat , însă , două cazuri când soluția aleasă nu a putut să fie folosită :

- pentru realizarea reparațiilor în axa drumului, când lucrările afectau ambele părți ale carosabilului ceea ce impunea oprirea circulației pe parcursul execuției;
- la trecerile la nivel cu calea ferată , unde , prin procesul tehnologic trebuia menținută circulația pe un singur sens cel puțin 7 zile , până la întărirea stratului stabilizat cu ciment .

În această situație, pentru ușurință în execuție autorul a propus înlocuirea stratului de agregate naturale stabilizate cu ciment de 22 cm cu un strat de piatră spartă concasată de râu - amestec optimal, de 25 cm și creșterea grosimii stratului de anrobat bituminos de la 8 la 12 cm. În balastiera Uroi am montat un concasor giratoriu și am utilizat refuzul de ciur ( granule cu dimensiuni > 71 mm ) obținând un material cu următoarele caracteristici :

- |  |      |   |
|--|------|---|
| - conținut de fracțiuni sub 0,02 mm        | -    | ; |
| - conținut de fracțiuni între 0 ... 7,1 mm | 36   | ; |
| - echivalent de nisip , %                  | 66   | ; |
| - uzura Los Angeles                        | 27,3 | ; |

Am ales varianta așternerii în două straturi de câte 12,5 cm fiecare și am intervenit cu aport de granule ( 31,5 ... 71 mm ) în vederea încadrării materialului în curba de granulozitate STAS .

Consider că soluția aleasă este eficientă din următoarele motive :

- reduce timpii de lucru ( în cazul menționat de la 14 zile la 2 zile pentru ambele benzi de circulație ) ;

- menține fluența circulației ;
- structura nou obținută este asemănătoare celei existente ( renunțându-se la introducerea unui strat stabilizat cu ciment a cărei comportare în timp este diferită de cea a unui strat de piatră spartă ;
- reduce costurile lucrării prin folosirea agregatelor locale concasate (mult mai ieftine decât cimentul) ;
- ușurează munca ( tehnologia folosită presupune doar un concasor, un autogreder , o autocisternă și un compactor vibrator) .

Folosirea agregatelor concasate de râu aduce beneficii importante atunci când calitatea acestora respectă prevederile standardelor în vigoare. Ținând cont de oferta redusă de produse de carieră, doctorandul consideră imperios necesară deschiderea de balastiere acolo unde studiile tehnico-economice asupra materialelor sunt corespunzătoare.

#### 3.1.1.4. *Straturi de bază din anrobate bituminoase*

Definim anrobatele bituminoase ca fiind mixturi asfaltice realizate cu agregate naturale locale având parte fină redusă și volum de goluri ridicat la care aglomerarea se face cu bitum în cantitate procentuală mică [ 12 ]. Dintre cele trei tipuri de anrobate menționate în STAS [ 13 ], am folosit în cadrul sectorului Deva – Sebeș tipul C, cu agregate mari, datorită traficului foarte greu ce se desfășoară pe acest sector .

Caracteristicile cerute prin caietul de sarcini aferent au fost următoarele :

NR.CRT.	CARACTERISTICA	VALORI ADMISIBILE
1	Granulozitatea agregatelor	de la 0 - 16 la 0 - 31
2	Conținutul de agregate cu dimensiunea peste 3,15 mm , %	50 ... 75
3	Conținutul maxim admisibil de agregate peste 31,5 mm , %	10
4	Conținutul în părți fine sub 0,09 mm , %	2 ... 10
5	Conținutul minim de filer , %	4
6	Conținutul minim obligatoriu de agregate concasate , Pentru trafic greu și foarte greu , %	35

**TABEL 3.8 - caracteristici de calitate pentru anrobatele bituminoase**

Pentru a alege materialele necesare , am efectuat împreună cu laboratorul unității studii asupra surselor locale și am întocmit două dozaje preliminare a căror formulă de compoziție a fost determinată în baza procedurii Marshall ( tabelele 3.9 și 3.10 ). Deoarece un rol primordial în calitatea mixturii îl are calitatea fiecărui material component în parte, voi prezenta caracteristicile acestora obținute în laborator, pe perioada lucrărilor, după cum urmează :

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE MIXTURĂ ASFALTICĂ

TIPUL MIXTURII : Anrobat bituminos tip C

I. CARACTERISTICILE MATERIALELOR COMPONENTE, conform Anexe:

Tipul materialului	Agregate				Sort	Filer	Bitum
Buletin de încercări Nr.							

II. DOZAJ DE AMESTEC A AGREGATELOR MINERALE LA PREDUZARE:

SURSA	SORT	DOZAJ %
Brașișca	16 – 25	37,2
Uroi – Simeria	7 - 15	9,6
Uroi – Simeria	0 – 7	53,2
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

III. DOZAJ DE AMESTEC A MATERIALELOR :

SURSA	DENUMIRE MATERIAL:	DOZAJ %
	SORT 16 – 25	23,0
	SORT 8 – 16	19,2
	SORT 3 – 8	13,4
	SORT 0 – 3	34,5
	FILER	5,8
	BITUM D 80/100	4,1
<b>TOTAL</b>		<b>100,0</b>

IV. AGREGAT TOTAL:

TRECERI	% PRIN	SITE ȘI	CIURURI	DE .....	mm
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
5,4	9,5	19,9	43,6	53,7	72,9
					99,1

V. CARACTERISTICI FIZICO – MECANICE OBTINUTE PENTRU DOZAJUL OPTIM \* :

Bitum (%)	Stabilitate (kN)	Indicele de curgere (mm)	Raport S / I (kN/mm)	Densitate aparentă (kg/m <sup>3</sup> )	Absorbția de apă (%)	Volum de goluri (%)
4,1	7,4	2,8	-	2311	3,0	8,7

TABEL 3.9 - anrobat bituminos tip C cu criblură de Brașișca

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

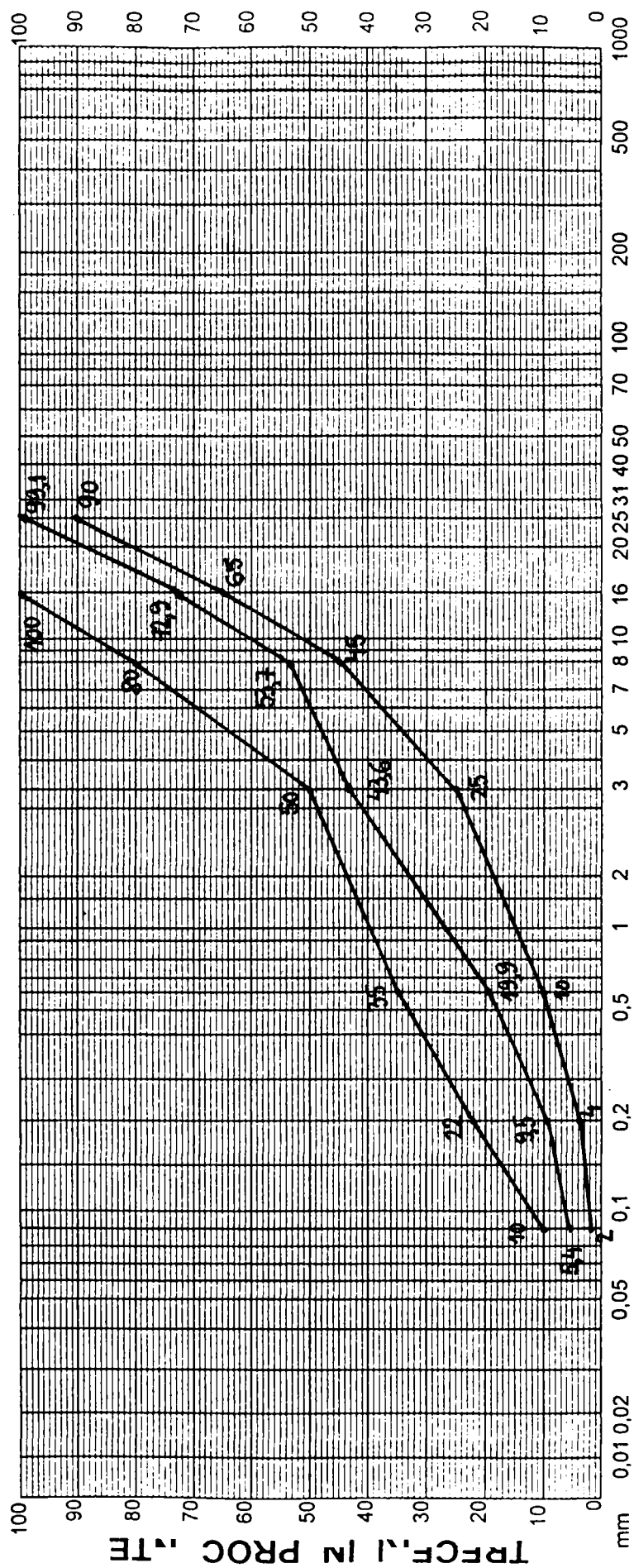


FIGURA 3.6 - diagrama granulozității

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE MIXTURĂ ASFALTICĂ

TIPUL MIXTURII : Anrobat bituminos tip C

### I. CARACTERISTICILE MATERIALELOR COMPONENTE, conform Anexe:

Tipul materialului	Agregate				Sort	Filer	Bitum
Buletin de încercări Nr.							

### II. DOZAJ DE AMESTEC A AGREGATELOR MINERALE LA PREDUZARE:

SURSA	SORT	DOZAJ %
Crișcior	16 – 25	37,2
Uroi – Simeria	8 – 16	9,6
Uroi – Simeria	3 – 8	53,2
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### III. DOZAJ DE AMESTEC A MATERIALELOR :

SURSA	DENUMIRE MATERIAL:	DOZAJ %
	SORT 16 – 25	21,0
	SORT 8 – 16	19,2
	SORT 3 – 8	19,2
	SORT 0 – 3	30,7
	FILER	5,7
	BITUM D 80/100	4,2
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### IV. AGREGAT TOTAL:

TRECERI	% PRIN	SITE ȘI	CIURURI	DE .....	Mm
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
5,6	7,7	22,4	41,7	58,6	73,3
					25
					99,9

### V. CARACTERISTICI FIZICO – MECANICE OBTINUTE PENTRU DOZAJUL OPTIM \* :

Bitum (%)	Stabilitate (kN)	Indicele de curgere (mm)	Raport S / I (kN/mm)	Densitate aparentă (kg/m <sup>3</sup> )	Absorbția de apă (%)	Volum de goluri (%)
4,2	7,9	2,9	-	2337	2,3	3,6

TABEL 3.10 - anrobat bituminos cu criblură Crișcior



DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

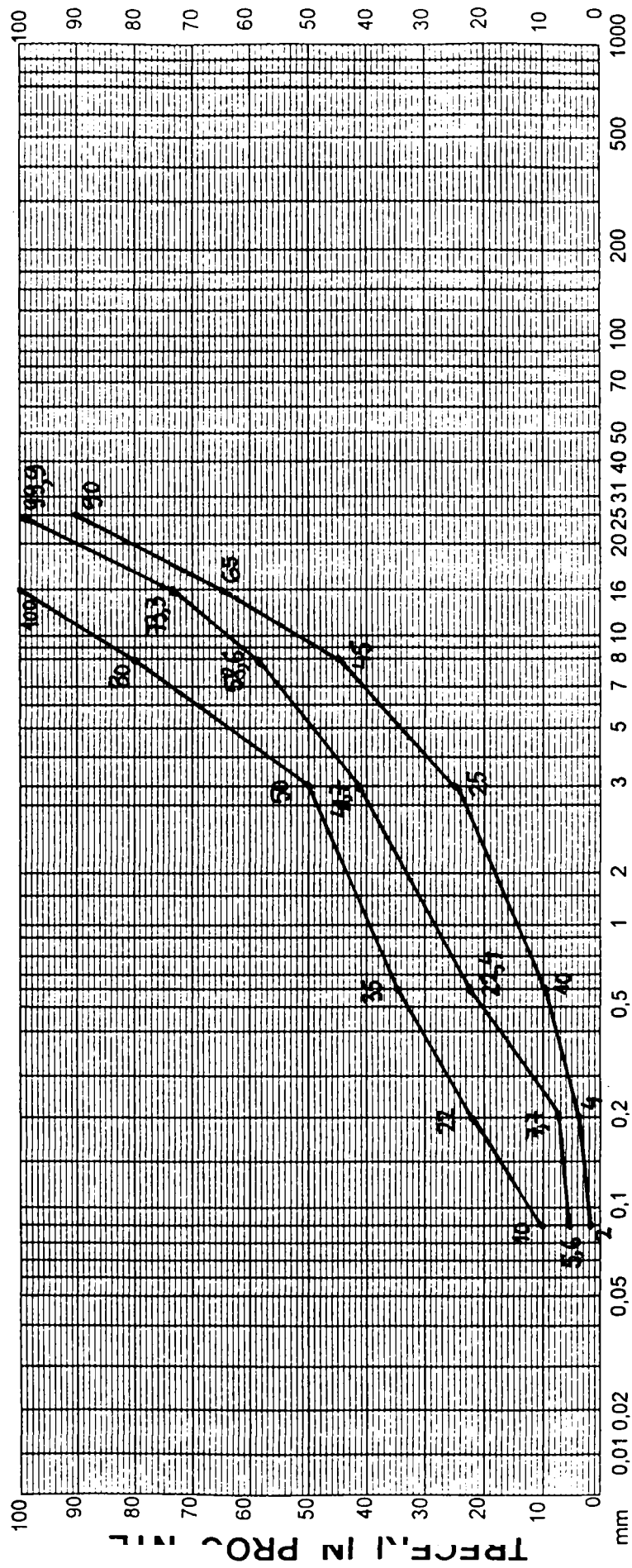


FIGURA 3.7 - diagrama granulozității

NR. CRT	CARACTERISTICA	SURSA BRĂNIȘCA	SURSA CRIȘCIOR	STAS
1.	Conținut de granule - Care rămân pe ciurul superior , % - care trec prin ciurul inferior , %	0 ... 10,2 3,2 ... 35,6	0 ... 4,9 2,6 ... 28,0	max 5 max 10
2.	Coeficientul de formă , %	4,5 ... 18,6	8,6 ... 18,9	max 25
3.	Conținutul de impurități - corpuri străine - fracțiuni sub 0,09 mm , %	Lipsă 0,18 ... 1,22	lipsă 0,2 ... 2,1	nu se admit max. 0,5
4.	Uzura cu mașina Los Angeles , %	9,8 ... 16,8	8,1 ... 17,8	max 18 (max22 – STAS 97)

**TABEL 3.11 - caracteristici obținute pentru criblura 16 – 25**

NR. CRT.	CARACTERISTICA	REALIZAT	STAS
1.	Granulozitate	Continuă	continuă
2.	Forma granulelor b/a c/a	0,66 ... 0,76 0,39 ... 0,47	min 0,66 min 0,33
3.	Parte levigabilă , %	0,09 ... 0,19	max 0,3
4.	Uzura cu mașina Los Angeles , %	13,50 ... 26,50	max 35

**TABEL 3.12 - caracteristici obținute pentru sortul 7 – 15 de râu (balastiera Uroi)**

NR. CRT.	CARACTERISTICA	REALIZAT	STAS
1.	Granulozitate	Continuă	continuă
2.	Echivalent de nisip , %	95,8 ... 99,72	min. 85
3.	Conținut de impurități - corpuri străine - humus	Lipsă Galben	nu se admit soluție incoloră, slab gălbuie sau cel mult galben intens

**TABEL 3.13 - caracteristici obținute pentru nisipul 0 – 7 de râu (balastiera Uroi)**

Privind rezultatele de mai sus , sunt câteva comentarii de făcut asupra calității produselor și anume :

- criblura 16 – 25 livrată de Carmetaplast Deva (proprietar al ambelor cariere) este un material bun, având un coeficient de formă și o uzură Los Angeles excelente;
- datorită unor probleme organizatorice privind modul de producere a agregatelor (site vechi sau rupte) , uneori am constatat depășiri ale limitelor admise privind conținutul de granule ;
- singura problemă calitativă a agregatelor de râu ( partea levigabilă) a fost înlăturată prin modificarea debitului de apă la spălarea sorturilor și reluarea procedurii până la obținerea rezultatelor corecte .

Pentru a compara cele două dozaje folosite pentru anrobatele bituminoase de tip C am întocmit un tabel cu rezultatele principalelor teste efectuate de către laborator în baza de producție Simeria :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	ANROBAT CU CRIBLURĂ BRANIȘCA	ANROBAT CU CRIBLURĂ CRIȘCIOR	STAS
1.	Stabilitate, kN	7,3 ... 10,8	7,1 ... 11,1	min. 4
2.	Indice de curgere (fluaj), mm	1,7 ... 3,0	2,1 ... 3,2	1 ... 3
3.	Densitate aparentă, kg / m <sup>3</sup>	2276 ... 2347	2303 ... 2356	min. 2200
4.	Absorbția de apă, %	2,4 ... 5,3	2,0 ... 4,9	-
5.	Volum de goluri, %	6,7 ... 9,9	2,7 ... 7,6	2 ... 10

**TABEL 3.14 - centralizatorul rezultatelor obținute pentru cele două tipuri de anrobate**

Condițiile de preparare, livrare, transport și punere în operă au fost stabilite în baza executării unui sector de probă. Acest lucru a permis obținerea de rezultate optime în reglarea productivității stației de asfalt în funcție de durata amestecului materialelor până la omogenizare, condițiile de mediu, distanța de transport și durata de punere în operă. Realizarea gradului de compactare cerut (min. 96 %) a fost posibilă prin utilizarea unui atelier de lucru compus dintr-un compactor cu pneuri de 13 t masă cu 12 treceri pe secțiuni și a unui compactor cu rulouri netede de 11 t masă cu 6 treceri, fără vibrație.

Ambele dozaje folosite au dat rezultate corespunzătoare, iar soluția proiectată pentru sectorul menționat (strat de bază de 6 cm grosime din anrobat bituminos) este eficientă.

Acest lucru se datorează următorilor factori :

- produsele de carieră folosite sunt corespunzătoare (cu un plus pentru Brănișca datorită rezistenței la uzură superioare) iar sursele de livrare sunt apropiate de lucrare (30 km respectiv 60 km) ;
- s-au obținut tot timpul caracteristicile pentru mixtura asfaltică cerute prin specificațiile tehnice ;
- costul lucrării este redus datorită folosirii agregatelor locale și a conținutului mic de liant ;
- productivitatea operațiilor este ridicată (omogenizare ușoară a agregatelor cu bitumul în stație  $\approx 30$  s/șarjă, așternere facilă, ritm susținut) .

### 3.1.1.5. Straturi de legătură din betoane asfaltice deschise

În soluția constructivă prevăzută pentru reabilitarea DN 7, stratul de legătură a trebuit să fie executat dintr-un beton asfaltic deschis, cu granula maximă de 25 mm, în grosime de 4 respectiv 6 cm, funcție de capacitatea portantă stabilită pentru sectorul de drum în cauză. În condițiile unei cantități preconizate de 80 000 t și ținând cont de posibilitățile de livrare a produselor de carieră, am considerat ca fiind necesară întocmirea a cel puțin trei dozaje preliminare pentru mixtură (tabelele 3.15, 3.16 și 3.17).

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE MIXTURĂ ASFALTICĂ

TIPUL MIXTURII : Beton asfaltic deschis – B.A.D. 25

I. CARACTERISTICILE MATERIALELOR COMPONENTE, conform Anexe:

Tipul materialului	Agregate					Filer	Bitum
	Sort						
Buletin de încercări Nr.							

II. DOZAJ DE AMESTEC A AGREGATELOR MINERALE LA PREDOZARE:

SURSA	SORT	DOZAJ %
Brănișca	16 – 25	37,5
Brănișca	8 – 16	28,1
Uroi – Simeria	0 - 7	10,4
Brănișca	0 - 3	24,0
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

III. DOZAJ DE AMESTEC A MATERIALELOR :

SURSA	DENUMIRE MATERIAL:	DOZAJ %
	SORT 16 – 25	30,6
	SORT 8 – 16	22,9
	SORT 3 – 8	11,5
	SORT 0 – 3	26,8
	FILER	3,8
	BITUM D 80/100	4,
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

IV. AGREGAT TOTAL:

TRECERI	% PRIN	SITE ȘI	CIURURI	DE .....	mm
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16 25
5,3	7,6	14,2	33,4	44,2	71,5 98,7

V. CARACTERISTICI FIZICO – MECANICE OBTINUTE PENTRU DOZAJUL OPTIM \* :

Bitum (%)	Stabilitate (kN)	Indicele de curgere (mm)	Raport S / I (kN/mm)	Densitate aparentă (kg/m <sup>3</sup> )	Absorbția de apă (%)	Volum de goluri (%)
4,4	8,4	2,6	3,2	2305	4,5	5,1

TABEL 3.15 - dozaj de preparare B.A.D. 25 cu criblură de Brănișca

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

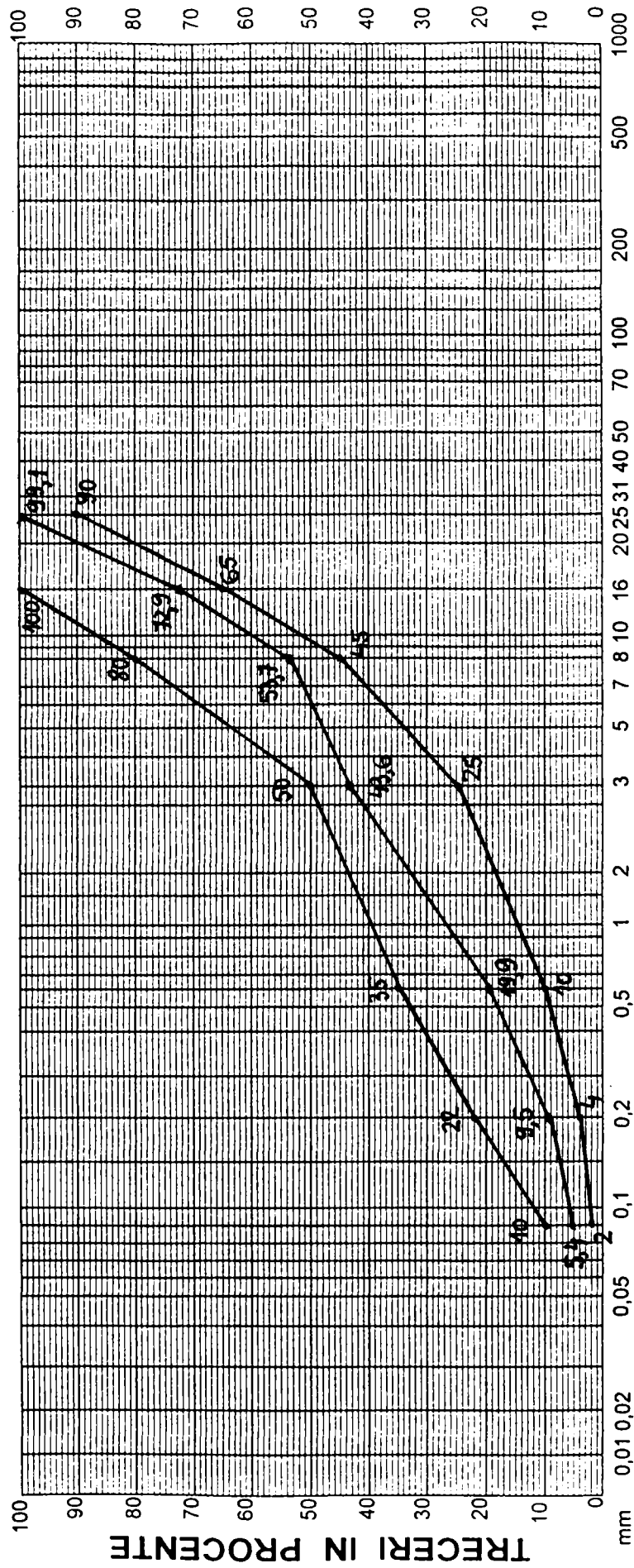


FIGURA 3.8 - diagrama granulozității

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE MIXTURĂ ASFALTICĂ

TIPUL MIXTURII : Beton asfaltic deschis – B.A.D. 25

### I. CARACTERISTICILE MATERIALELOR COMPONENTE, conform Anexe:

Tipul materialului	Agregate				Sort	Filer	Bitum
Buletin de încercări Nr.							

### II. DOZAJ DE AMESTEC A AGREGATELOR MINERALE LA PREDUZARE:

SURSA	SORT	DOZAJ %
Crișcior	16 – 25	35,4
Crișcior	8 – 16	24,4
Uroi – Simeria	0 – 7	11,6
Brănișca	0 - 3	28,6
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### III. DOZAJ DE AMESTEC A MATERIALELOR :

SURSA	DENUMIRE MATERIAL:	DOZAJ %
	SORT 16 – 25	21,0
	SORT 8 – 16	19,2
	SORT 3 – 8	19,2
	SORT 0 – 3	30,7
	FILER	5,7
	BITUM D 80/100	4,2
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### IV. AGREGAT TOTAL:

TRECERI	% PRIN	SITE ȘI	CIURURI	DE .....	mm
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
5,4	6,9	14,6	33,7	44,7	69,8
					25
					99,9

### V. CARACTERISTICI FIZICO – MECANICE OBȚINUTE PENTRU DOZAJUL OPTIM \* :

Bitum (%)	Stabilitate (kN)	Indicele de curgere (mm)	Raport S / I (kN/mm)	Densitate aparentă (kg/m <sup>3</sup> )	Absorbția de apă (%)	Volum de goluri (%)
4,7	9,7	3,6	2,7	2285	4,3	5,2

TABEL 3.16 - dozaj preparare B.A.D. 25 cu criblură de Crișcior



DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

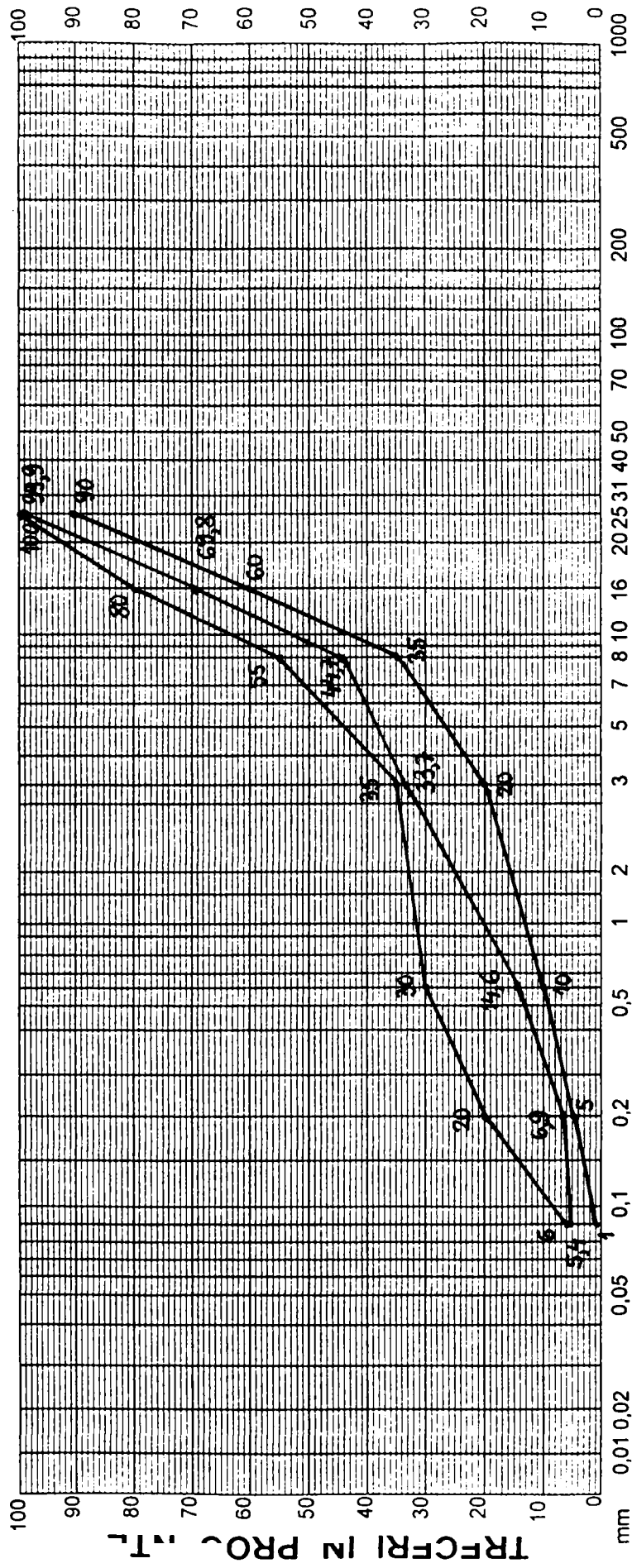


FIGURA 3.9 - diagrama granulozității

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE MIXTURĂ ASFALTICĂ

TIPUL MIXTURII : Beton asfaltic deschis – B.A.D. 25

### I. CARACTERISTICILE MATERIALELOR COMPONENTE, conform Anexe:

Tipul materialului	Agregate					Sort	Filer	Bitum
Buletin de încercări Nr.								

### II. DOZAJ DE AMESTEC A AGREGATELOR MINERALE LA PREDOZARE:

SURSA	SORT	DOZAJ %
Chileni	16 – 25	36,8
Chileni	8 – 16	29,5
Uroi – Simeria	0 – 7	17,9
Brănișca	0 - 3	15,8
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### III. DOZAJ DE AMESTEC A MATERIALELOR :

SURSA	DENUMIRE MATERIAL:	DOZAJ %
	SORT 16 – 25	30,6
	SORT 8 – 16	21,1
	SORT 3 – 8	13,4
	SORT 0 – 3	24,9
	FILER	5,7
	BITUM D 80/100	4,3
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### IV. AGREGAT TOTAL:

TRECERI	% PRIN	SITE ȘI	CIURURI	DE .....	mm
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
5,8	7,5	14,1	33,1	46,5	66,8
					25
					98,2

### V. CARACTERISTICI FIZICO – MECANICE OBȚINUTE PENTRU DOZAJUL OPTIM \* :

Bitum (%)	Stabilitate (kN)	Indicele de curgere (mm)	Raport S / I (kN/mm)	Densitate aparentă (kg/m <sup>3</sup> )	Absorbția de apă (%)	Volum de goluri (%)
4,3	9,1	3,6	2,5	2363	2,8	4,5

TABEL 3.17 - dozaj preparare B.A.D. 25 cu criblură de Chileni

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

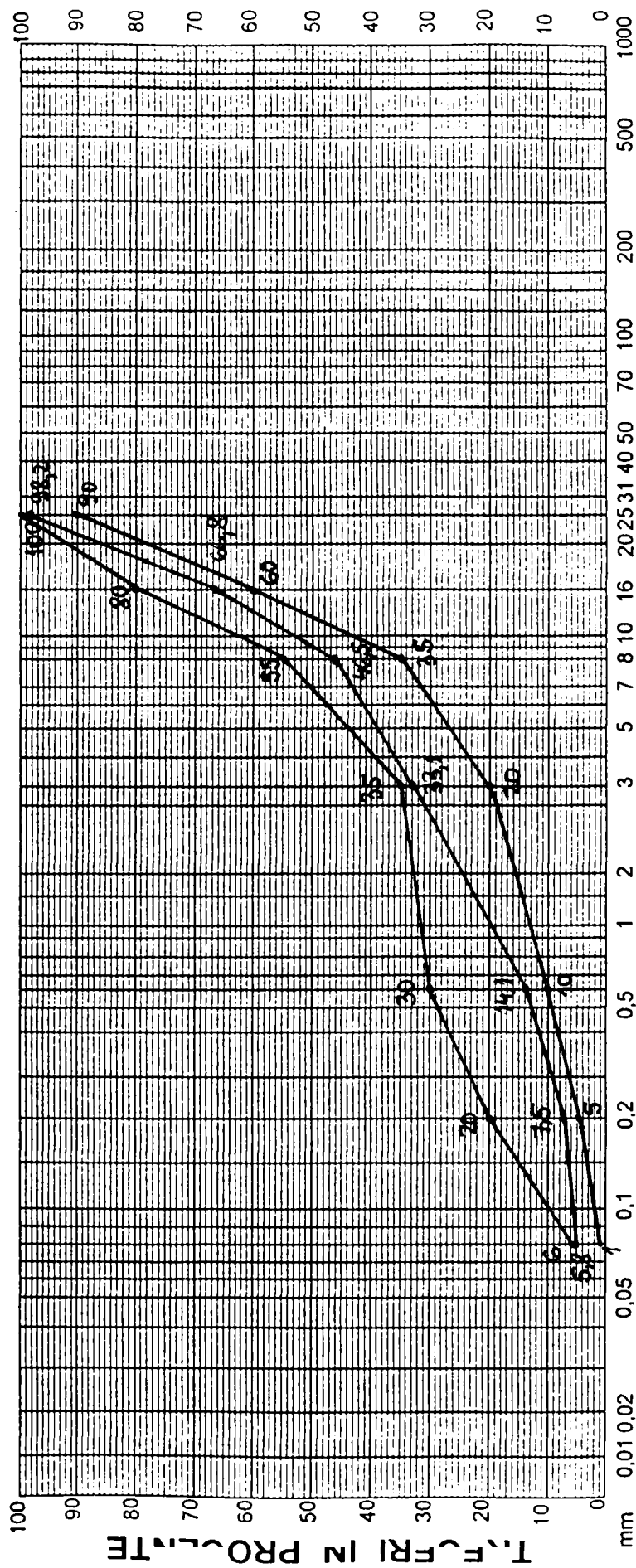


FIGURA 3.10 - diagrama granulozității

Am efectuat studii de laborator pe agregatele necesare și am folosit mai multe combinații de surse în ideea că, pentru a nu opri activitatea din lipsa unui sort, să avem o altă variantă posibilă. Redau alăturat rezultatele obținute pentru sorturile folosite :

NR. CRT	CARACTERISTICA	REALIZAT	STAS
1.	Granulozitate	continuă	continuă
2.	Conținut de granule care rămân Pe ciurul superior 3,15 mm , %	0,3 ... 28,1	max. 5
3.	Conținut de corpuri străine	lipsă	nu se admit
4.	Coeficient de activitate	0,911 ... 1,121	max. 1,5

**TABEL 3.18 - caracteristici obținute pentru nisipul de concasaj 0 – 3 ( sursa Brănișca folosită la toate dozajele )**

NR. CRT.	CARACTERISTICA	BRANIȘCA	CRIȘCIOR	CHILENI	STAS
1.	Conținut de granule - care rămân pe ciurul superior , % - care trec prin ciurul inferior , %	0 ... 21,9 1,7 ... 25,9	0 ... 13,1 2,1 ... 22,7	0 ... 21,7 2,3 ... 21,7	max. 5 max. 10
2.	Coeficient de formă , %	3,27 ... 14,6	2,9 ... 16,9	4,0 ... 21,0	max. 25
3.	Conținut de impurități - corpuri străine - conținut de fracțiuni sub 0,09 mm,%	lipsă 0,3 ... 2,05	lipsă 0,61 ... 1,6	lipsă 0,9 ... 2,5	nu se admit max. 1
4.	Uzura cu mașina Los Angeles	11 ... 16,8	11 ... 14,2	15,7 ... 19	max. 18 (max.24 in STAS / 97)

**TABEL 3.19 - caracteristici obținute pentru criblura 8 –16**

NR. CRT.	CARACTERISTICA	BRANIȘCA	CRIȘCIOR	CHILENI	STAS
1.	Conținut de granule - care rămân pe ciurul superior , % - care trec prin ciurul inferior , %	0 ... 10,2 3,2 ... 35,6	0 ... 4,9 2,6 ... 18,0	0 ... 10,4 9,2 ... 10,4	max. 5 max. 10
2.	Coeficient de formă , %	4,5 ... 18,6	8,6 ... 18,9	10,6 ... 11,8	max. 25
3.	Conținut de impurități - corpuri străine - conținut de fracțiuni sub 0,09 mm,%	lipsă 0,8 ... 1,22	lipsă 0,2 ... 2,1	lipsă 0,32 ... 0,9	nu se admit max. 0,5
4.	Uzura cu mașina Los Angeles	9,8 ... 16,8	8,1 ... 17,8	10,6 ... 14	max. 18 (max.24 in STAS/97)

**TABEL 3.20 - caracteristici obținute pentru criblura 16 – 25**

NR. CRT.	CARACTERISTICA	REALIZAT	STAS
1.	Granulozitate	continuă	continuă
2.	Echivalent de nisip , %	95,8 ... 99,72	min.85
3.	Conținut de impurități - corpuri străine - humus	lipsă galben	nu se admit soluție incoloră, slab gălbuie sau cel mult galben intens

**TABEL 3.21 - caracteristici obținute pentru nisipul de râu 0 – 7 Uroi**

Majoritatea agregatelor recepționate împreună cu laboratorul de unitate au respectat condițiile de calitate impuse, cu un plus pentru criblurile livrate de către firma Hameroc - cariera Chileni ( agregate mai omogene și cu o rezistență la uzură superioară ). Neîncadrarea în limitele prescrise în ceea ce privește conținutul de granule se datorează deficiențelor organizatorice ale furnizorilor ( folosirea de site rupte sau ciocane de concasor deteriorate ).

Folosind filer de Chișcădaga și bitum de la rafinăria Suplacu de Barcău ( D 80/100 ), am întocmit 7 dozaje preliminare . Dintre acestea, pentru trei variante folosite preponderent , am cumulat rezultatele obținute ( în paranteze sunt trecute valorile cerute prin STAS 174/97 ) :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	DOZAJ 144 CU CRIBLURĂ BRĂNIȘCA	DOZAJ 44/3 CU CRIBLURĂ CRIȘCIOR	DOZAJ 44/8 CU CRIBLURĂ CHILENI	VALORI STAS
1.	Stabilitate la 60 °C , kN	5,6 ... 11,9	7,9 ... 10,0	7,2 ... 10,0	4,5 ... 10 (min. 4,5)
2.	Indice de curgere (fluaj), mm	1,9 ... 4,3	2,4 ... 4,2	2,1 ... 3,5	1,5 ... 4,5 (1,5 ... 4,5)
3.	Raport S/I , kN/mm	1,7 ... 4,3	2,2 ... 3,7	2,1 ... 4,5	1,5 ... 4,0 (1,5 ... 3,0)
4.	Densitate aparentă , kg/m <sup>3</sup>	2301 ... 2391	2299 ... 2342	2312 ... 2388	min. 2300 (min. 2250)
5.	Absorbția de apă , %	2,3 ... 5,6	2,0 ... 4,9	2,3 ... 4,0	2 ... 6 (3 ... 6)
6.	Volum de goluri , %	2,5 ... 6,5	3,0 ... 4,9	3,2 ... 6,0	-

TABEL 3.22 - centralizator cu rezultatele obținute pentru trei tipuri de dozaje

Deși nu este cerută prin standard, am efectuat determinarea volumului de goluri al mixturii asfaltice cu relația :

$$- V_g = \left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

unde :

-  $\rho_a$  este densitatea aparentă a mixturii asfaltice determinată în laborator ;

$$- \rho = \frac{100}{\frac{m}{\rho_m} + \frac{b}{\rho_b}} \quad (3.2)$$

unde :

-  $m$  este conținutul de agregate și filer, în procente ( din dozajul folosit ) ;

-  $\rho_m$  - densitatea agregatelor ;

-  $b$  - conținutul de bitum , în procente ( din dozajul folosit ) ;

-  $\rho_b$  - densitatea bitumului .

$$- m = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{\frac{P_1}{\rho_{m1}} + \frac{P_2}{\rho_{m2}} + \frac{P_3}{\rho_{m3}} + \frac{P_4}{\rho_{m4}}} \quad (3.3)$$

unde :

- P1 ; P2 ; P3 ; P4 - procentele fiecărui sort în parte ;
- $\rho_{m1}$  ;  $\rho_{m2}$  ;  $\rho_{m3}$  ;  $\rho_{m4}$  - densitățile fiecărui sort în parte .

În cadrul sectorului experimental am stabilit timpii de amestecare pentru agregate cu bitum ( 35 secunde pe șarjă ), echipamentele de transport și așternere , atelierul de compactare și numărul optim de treceri pentru obținerea gradului de compactare cerut ( 12 treceri cu compactorul cu pneuri de 13 t masă și 6 treceri cu compactorul cu rulouri netede de 11 t masă ) .

Rezultatele obținute mă îndreptățesc să afirm că cerințele de calitate cerute au fost respectate în totalitate. Privite în ansamblul lor, caracteristicile celor trei tipuri de B.A.D. 25 sunt apropiate și denotă omogenitate. Acest lucru se datorează controlului de calitate dar și atenției deosebite acordate de către toți participanții la fluxul tehnologic folosit .

Concluziile doctorandului privind utilizarea surselor și tehnologiilor amintite sunt :

- trebuie acordată o atenție deosebită producerii agregatelor naturale ( de râu sau de carieră ) și acest lucru este posibil doar în cazul respectării cu strictețe a proceselor tehnologice de fabricație ;
- controlul intern de calitate reprezintă singura posibilitate de acceptare a unui produs ( el trebuie să fie implementat la furnizorii de materie primă ) ;
- orice analiză tehnico-economică trebuie să se bazeze pe raportul calitativ pe care laboratorul de unitate îl dă asupra unei potențiale surse de materiale ;
- existența în zona lucrării a mai multor surse de agregate duce la apariția unei concurențe , ceea ce îmbunătățește raportul calitate - preț al unui produs .

## **3.2. UTILIZAREA BITUMULUI MODIFICAT LA PREPARAREA MIXTURILOR ASFALTICE**

Construcția unui drum presupune folosirea unei game largi de materiale. Un rol important îl deține bitumul și de aceea cunoașterea caracteristicilor fizico-mecanice ale acestuia este imperios necesară. La ora începerii programelor de reabilitare a drumurilor naționale principalii furnizori de bitum erau rafinăriile Astra și Vega din Ploiești, Crișana din Suplacu de Barcău și Arpechim Pitești .

### **3.2.1. Situația furnizorilor de bitum din România**

Bitumurile pentru drumuri livrate de către rafinăriile sus-menționate au fost analizate de către institute specializate din țara noastră [ 14 ] , studiile și cercetările efectuate arătând următoarele concluzii :

- rafinăria Vega din Ploiești livrează bitumuri cu conținut de parafină ridicat și ductilități variabile , chiar dacă penetrația și punctul de înmuiere corespund condițiilor tehnice ;
- rafinăria Astra Ploiești livrează bitumuri cu caracteristici variabile la o șarjă la alta, datorită inconstanței calitative și cantitative a componentilor materiei



prime utilizate ;

- rafinăria Arpechim Pitești livrează bitumuri cu un conținut ridicat de parafină;
- rafinăria Crișana Suplacu de Barcău produce biturile cu caracteristicile cele mai bune datorită folosirii unor materii prime omogene .

De asemenea testele de adezivitate la agregatul natural (de regulă andezit) confirmă rezultatele corespunzătoare pentru bitumul Suplacu de Barcău în relație cu celelalte bitumuri. Analizele de laborator efectuate dau indicații numai asupra materialului în sine neavând încă toate răspunsurile privind modalitățile de prevenire a tendinței de îmbătrânire prematură cauzate de ridicarea punctului de înmuiere, scăderea penetrației , creșterea punctului de rupere Fraass etc .

De aceea, pentru a analiza și comportarea în timp a liantului , în ultima perioadă s-a pus un accent deosebit pe agrementarea unor metode de determinare a susceptibilității de îmbătrânire și stabilirii compoziției chimice , din care citez :

- metoda T.F.O.T. ( Thin Film Oven Test ) - film subțire - se referă la simularea îmbătrânirii bitumului în faza de preparare a mixturilor asfaltice ;
- metoda R.T.F.O.T. - se referă la simularea îmbătrânirii bitumului în faza de exploatare ;
- determinarea compoziției chimice prin separarea biturilor în patru fracțiuni: asfaltene , hidrocarburi saturate , hidrocarburi aromatice și rășini .

Prin folosirea acestor metode de investigație se speră să se obțină și măsurile necesare pentru a preveni comportarea necorespunzătoare a biturilor în timp. Plecând de la cerința că un bitum este considerat satisfăcător dacă are o adezivitate bună, o susceptibilitate termică redusă, conținut de parafină minim și un câmp cât mai larg de plasticitate, doctorandul va prezenta concluziile determinărilor efectuate de către laboratorul de șantier în faza de pregătire și utilizare a dozajelor pentru mixturi asfaltice folosite în cadrul reabilitării DN 7 Sebeș - Deva , astfel :

- bitumul D 80/120 de Pitești a avut o penetrație cuprinsă între 110 ... 120 1/10 mm și un punct de înmuiere de 43 °C, la limita inferioară a intervalului și s-a folosit o perioadă limitată la realizarea straturilor bituminoase de preluare denivelări ;
- bitumul D 80/120 de Ploiești a avut caracteristici variabile, trecând de la penetrații de 80 ... 85 la 110 ... 115 1/10 mm la două autotransportoare succesive folosindu-se la elaborarea unor dozaje preliminare ( nu s-a folosit pentru lucrare tocmai datorită inconstanței caracteristicilor ) ;
- bitumul D 80/120 de Suplacu de Barcău, folosit uzual, a avut o încadrare strictă în cerințele caietului de sarcini ( penetrație 80 ... 95 1/10 mm, punct de înmuiere 43 ... 45 ° C , ductilitate peste 100 cm și adezivitate la rocă efectuată în laboratorul central al societății de peste 80 % ) .

Chiar și în aceste condiții , după 1996 am asistat la o ofensivă puternică propusă de furnizorii externi de asemenea produse, concretizată prin agrementarea și apoi utilizarea pe plan intern a biturilor Mol, Shell din Turcia , Cehia și Slovacia și nu în ultimul rând apariția terminalului de la Mangalia cu bitum ESSO din Italia. Acest lucru se datorează pe de o parte micșorării producției interne iar pe de altă parte lărgirii ariei de acoperire a sectoarelor reabilitate pe teritoriul țării noastre .

### 3.2.2. Scurt istoric al apariției biturilor modificate

Începând cu anul 1963, studii experimentale au fost realizate având ca obiectiv analizarea modului de comportare a mixturilor asfaltice modificate prin introducerea în malaxorul stației de asfalt în timpul fabricației a cauciucului fie natural, fie sintetic [ 15 ].

Tot în aceeași perioadă găsim primele semne a unei literaturi privind biturile modificate ( sau mai la general lianții hidrocarbonați modificați ) cuprinzând teze, rapoarte de cercetare, comunicări la colocvii și congrese, articole în reviste etc . Rezultatele introducerii unor cauciucuri nu au fost considerate destul de bune pentru a permite o dezvoltare a procedurii și , de aceea , cercetările au fost orientate spre studiul adăugării de polimeri termoplastici în bitum pentru a obține :

- lianți pentru îmbrăcămiși bituminoase adaptate la drumuri cu trafic greu și foarte greu ;
- lianți pentru anrobate bituminoase cu durabilitate mărită sau care permit reducerea grosimii lor.

O poziție specială în ceea ce privește cercetarea și utilizarea bitumului modificat a avut-o Franța, care, în urma eforturilor depuse de colective întregi de specialiști a considerat oportună o conferință pe tema amintită, în perioada 8 ... 9 iunie 1993. Scopul declarat al conferinței l-a constituit cunoașterea mai îndeaproape a mecanismului modificării bitumului cu polimeri .

Încercările de laborator au permis aprecieri privind comportarea acestui material, locul pe care acesta îl ocupă în tehnica rutieră și domeniile de aplicare. Tot în această țară, începând cu anul 1972 administrația de drumuri a jucat un rol incisiv informând toate societățile petroliere și antreprizele de construcții despre interesul de a executa sectoare experimentale cu mixturi asfaltice care au în componență lianți modificați .

În scopul găsirii unui liant care să aibă o coeziune ameliorată și o susceptibilitate termică redusă privind temperatura de utilizare astfel încât rezistența la deformațiile permanente, la rupere și la oboseală să fie foarte mari, experiențele efectuate au demonstrat că puțini dintre polimerii termoplastici sunt cu adevărat compatibili cu bitumul .

Dacă se amestecă la cald fără precauții deosebite un bitum rutier cu un polimer putem obține unul dintre cele trei rezultate de mai jos și anume :

- un amestec eterogen ( cazul cel mai probabil datorat incompatibilității dintre cele două materiale ), caz în care constituenții amestecului se separă și ansamblul nu prezintă caracteristicile unui liant rutier ;
- un amestec perfect omogen la nivel molecular ( cazul cel mai puțin probabil ), caz în care uleiurile din bitum dizolvă perfect polimerul și distrug toate interacțiunile intermoleculare ( liantul este stabil dar proprietățile sale nu diferă foarte mult față de situația inițială , doar vâscozitatea fiind mărită ) ;
- un amestec compatibil ce permite obținerea unor proprietăți realmente modificate ( polimerul compatibil absoarbe o parte din fracțiunile uleioase ale bitumului).

Pe cale industrială literatura de specialitate menționează compatibilitatea bitum – polimer pentru :

- elastomeri termoplastici ( S.B.S. ) ;
- plastomeri ( polimeri de etilenă și acetat de vinil EVA ) .

Ținând cont de experiența acumulată la nivel internațional, specialiștii români au considerat necesară introducerea și testarea în cadrul lucrărilor de reabilitare a drumurilor naționale a lianților modificați .

### **3.2.3. Bitumul modificat în România**

Primele experimente cu bitum modificat în România datează din anul 1992, scopul lor fiind legat de necesitatea îmbunătățirii calității biturilor produse și a performanțelor lor . Astfel , datorită creșterii importante a traficului pe drumurile naționale , A.N.D. București decide folosirea biturilor modificate la prepararea mixturilor asfaltice pentru îmbrăcămînți pe calea podurilor, straturi de uzură și tratamente bituminoase .

Prima realizare ce trebuie menționată [ 16 ] este turnarea unui beton asfaltic de tip B.A. 16 ce are în compoziție bitum modificat cu S.B.S. apoi S.B.S. + S.I.S. din import , pe unul din viaductele de la Giurgeni - Vadu Oii și realizarea stratului de uzură pe DN 1 Predeal - Brașov. Polimerul a fost sub formă de pudră deoarece s-a constatat o compatibilitate superioară față de bitumul românesc. Procentele de modificador au fost de 3 ... 4 % pentru mixtura asfaltică folosită la stratul de uzură și 6 % pentru mixtura asfaltică utilizată la realizarea îmbrăcămînții bituminoase pe pod .

Folosirea polimerilor a ridicat însă probleme tehnice datorate lipsei unei instalații de preparare a bitumului modificat deoarece introducerea S.B.S.-ului direct în malaxorul stației de preparare nu a dat rezultatele scontate. De aceea, următorul pas a fost găsirea unui polimer ce se poate introduce în malaxor imediat după agregate.

Firma Hüls - AG Germania a propus produsul său denumit Vestoplast S, un material sub formă de granule cu dimensiuni de 3 mm lungime și 3 mm diametru care odată pus în operă se dizolvă rapid ( 3 ... 5 s ) acoperind suprafața granulelor cu un film subțire și uniform. Procentul Vestoplast raportat la masa bitumului a fost de 7 % iar rezultatele obținute au permis catalogarea acestui produs ca adecvat pentru mixturi asfaltice folosite la îmbrăcămînți bituminoase pentru poduri .

Concomitent cu primele sectoare experimentale instituțiile specializate au efectuat studii și cercetări privind caracteristicile biturilor românești cu adaos de polimeri importați , rezultatele acestora fiind următoarele [ 17 ] :

- scăderea penetrației cu 30 ... 40 % ( în funcție de conținutul de polimer ) concomitent cu creșterea temperaturii inel și bilă cu 60 ... 80 % ;
- revenire elastică de 82 ... 86 % și ductilitate la temperatură scăzută ( 13 °C ) de 82 ... 115 cm .

Interesul manifestat de către specialiștii români în domeniu a fost rapid speculat de către producătorii externi de bitum modificat , astfel încât, în februarie 1994 firma Shell prin reprezentanța sa din România a organizat un simpozion menit să introducă produsele companiei pe piața românească și să prezinte detalii privind experiența

acumulată de partea olandeză .

Polimerul de tip S.B.S. recomandat a fost Cariflex 1101, comercializat sub formă de pudră sau granule iar efectul său asupra biturilor pure se regăsește în :

- creșterea elasticității ;
- reducerea susceptibilității la fisurare la temperaturi negative ;
- reducerea susceptibilității la oboseală ;
- creșterea rezistenței la deformații permanente la temperaturi ridicate .

Propunând un conținut de S.B.S. variind între 3 ... 6 % în funcție de domeniul de folosire , încercările de laborator efectuate pe bitum modificat cu Cariflex au demonstrat compatibilitatea polimerului cu bitum de Suplacu de Barcău sau de Astra Ploiești .

Folosind rezultatele obținute pe sectoarele experimentale și studiile efectuate, Administrația Națională a Drumurilor decide elaborarea unui program de extindere a utilizării biturilor modificate la lucrările de reabilitare .

### 3.2.4. Bitum modificat cu CAROM

În încercarea de a adapta piața internă noilor cerințe, primul produs de tip S.B.S. denumit CAROM - TL 30 îl furnizează compania CAROM Onești având o culoare albă, sub formă de granule de dimensiuni 4 ... 5 mm lungime și 4 ... 5 mm diametru . Prin caietul de sarcini elaborat de administrație pentru DN 7 Sebeș - Deva se dorește execuția unui strat de uzură din B.A. 16 care să aibă în componență bitum modificat. Se hotărăște folosirea CAROM în baza unor teste efectuate de către Cestrin București și ICERP Ploiești iar caracteristicile după încorporarea în bitum D 80/100 să fie următoarele :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	LIMITE ADMISIBILE	METODE DE TESTARE
1.	Penetrație la 25 ° C ( 1/10 mm )	55 ... 70	STAS 42/1968
2.	Punct de înmuiere inel și bilă ( ° C )	min. 55	STAS 60/1969
3.	Ductilitate la 13 ° C ( cm )	min. 40	STAS 61/1988
4.	Ductilitate la 25 ° C ( cm )	min. 100	STAS 113/1974
5.	Punctul de rupere Fraass ( ° C )	max. - 20	STAS 113/1974
6.	Revenire elastică ( % )	min. 60	Norma germană TL -PmB Partea I 1991 Paragraf 3.2.1.
7.	Stabilitatea la încălzire film subțire (T.F.O.T.) - pierderea de masă  - penetrația reziduală - creșterea punctului de înmuiere inel și bilă ( ° C ) - ductilitate la 13 ° C ( cm ) - revenire elastică ( % )	max. 0,9  min. 50  max. 9 min. 40 min. 60	Instrucțiuni tehnice A.N.D. 520/93 Idem  STAS 60/1969 STAS 61/1988 Norma germană
8.	Testul de adezivitate pe agregate de carieră ( 3 - 8 mm )	min. 85	STAS 10969 / 3 - 83 (metoda cantitativă)
9.	Omogenitate ( observare la microscop cu lumina fluorescentă ) , %	dispersia foarte fină a particulelor sub 5μ - min. 80	Metoda ICERP sau RGRA nr. 711/1993
10.	Stabilitatea la stocaj la 180 ° C ( diferența dintre punctele de înmuiere ale bitumului colectat din partea superioară și inferioară a probei )	max. 5 (nu se admite segregarea)	Norma germană TL- PmB partea I, 1991, paragraf 3.2.1. sau R.G.R.A. nr.711/1993

TABEL 3.23 - caracteristici pentru bitum modificat cu S.B.S.



Aceste caracteristici fac obiectul agrementului tehnic elaborat de CESTRIN și au rezultat din studiile în laborator privind modificarea bitumului românesc cu un dozaj optim de 4,0 ... 4,5 % CAROM. Pentru producerea pe scară industrială a acestui liant societatea noastră a achiziționat două instalații de modificare a bitumului. Din inițiativa doctorandului acestea au fost amplasate la Otopeni respectiv Simeria, în 1995. Fiecare dintre instalații sunt alcătuite din două rezervoare verticale cu capacitate de 10 t fiecare prevăzute cu agitatoare cu palete și pereți dubli care formează o manta prin care circulă ulei încălzit.

Peste manta există o izolație termică pentru evitarea pierderilor de căldură în exterior. Între cele două rezervoare este montat ansamblul de pompare a bitumului dintr-un rezervor în celălalt, în ambele sensuri, precum și o moară care asigură măcinarea granulelor de S.B.S. și omogenizarea completă a acestora în masa bitumului sub forma unei dispersii foarte fine.

Instalația este prevăzută de asemenea cu sisteme electronice care asigură și afișează pe un monitor cântărirea exactă a cantității de bitum, procentul de S.B.S. introdus, temperatura uleiului din mantaua încălzitoare, timpul de agitare în fiecare rezervor și numărul de treceri prin moară. Operațiile se execută automat pe baza programului introdus în computerul instalației.

Sucesiunea operațiilor de preparare a bitumului modificat stabilită de către doctorand împreună cu compartimentul de calitate al societății respectiv al filialei din Deva este următoarea:

- încălzirea concomitentă a bitumului din tancul de depozitare și a uleiului din mantaua rezervoarelor malaxoare la temperaturi de 175 ... 180 °C;
- introducerea bitumului încălzit la această temperatură în primul rezervor malaxor până la cantitatea programată pentru o șarjă care de regulă este de 5 t dar nu mai puțin de 3 t;
- începerea agitării bitumului urmată imediat de introducerea polimerului S.B.S. în buncărul cu elevator cu cupe, urmărindu-se cantitatea afișată pe monitor corespunzătoare dozajului prevăzut;
- continuarea agitării amestecului bitum - polimer până la expirarea timpului programat rezultat ca optim în urma testelor preliminare;
- transferarea amestecului în rezervorul nr. 2 concomitent cu funcționarea malaxoarelor la ambele rezervoare și trecerea întregii cantități prin moară;
- schimbarea sensului de circulație a amestecului și trecerea acestuia din nou prin moară spre rezervorul nr. 1 până la golirea rezervorului nr. 2;
- operația se repetă până la terminarea numărului de cicluri programat rezultat în urma testelor preliminare.

Pe toată perioada de preparare care durează în jur de o oră pentru o șarjă de 5 t am urmărit ca temperatura uleiului din manta și a bitumului să se încadreze în limitele optime 175 ... 180 °C. După preparare bitumul modificat a fost evacuat prin pompare într-un tanc destinat în exclusivitate acestui tip de material (de regulă în tancul de lucru al stației, pentru folosire imediată).

Bitumul modificat cu CAROM poate fi stocat dar nu se recomandă ca timpul de depozitare să depășească 24 de ore, caz în care, la introducerea în tancul de lucru va trebui să aibă o temperatură de 140 ... 150 °C deoarece sub aceasta vâscozitatea lui

crește accentuat . Dacă în mod accidental, timpul de depozitare depășește perioada menționată , bitumul modificat trebuie reîncălzit și agitat prin recirculare cu pompa 15 ... 30 de minute , în funcție de cantitate .

Experiențele efectuate împreună cu ICERP Ploiești au confirmat ca optim, după studierea omogenității la microscop un număr de 5 treceri prin moară. Timpul afectat modificării pentru o șarjă de 5 t se compune din :

- agitarea amestecului în primul rezervor 3 minute ;
- trecerea prin moară 12 minute ;
- agitarea în al doilea rezervor 3 minute ;
- continuarea procesului până la finalizarea numărului de treceri .

Folosirea acestui polimer pentru modificarea bitumului pe parcursul celor trei ani de reabilitare Sebeș - Deva se regăsește în caracteristicile prezentate în tabelul de mai jos :

NR. CRT	CARACTERISTICA	REALIZAT	CERINȚA
1.	Penetrație la 25 °C (1/10 mm)	60 ... 67	55 ... 70
2.	Punct de înmuiere înel și bilă ( °C )	60,5... 65	min. 55
3.	Ductilitate la 13 °C ( cm )	44 ... 80	min. 40
4.	Ductilitate la 25 °C ( cm )	63 ... 93	min. 100
5.	Revenire elastică la 13 °C ( cm )	67 ... 80	min. 60
6.	Punctul de rupere Fraass ( °C )	-18 ... -20	max.-20
7.	Stabilitatea prin încălzire la 163 °C (T.F.O.T.)		
	- pierdere de masă (%)	0,33 ... 0,4	max. 0,9
	- penetrație reziduală (%)	75 ... 96	min. 50
	- creșterea punctului de înmuiere ( °C )	2,5	max. 9
	- ductilitate la 13 °C ( cm )	14 ... 16	min. 40
	- revenire elastică la 25 °C (%)	51 ... 70	min. 60
8.	Adezivitatea bitumului la agregate (%)	90 ... 92	min. 85
9.	Omogenitatea văzută la microscop (%)	81,1... 86,5	min. 80
10.	Stabilitate la stocaj la 180 °C ( °C )	5	max. 5

**TABEL 3.24 - caracteristici obținute pentru bitum modificat cu CAROM**

Concluziile rezultatelor obținute sunt în opinia doctorandului următoarele :

- procesul modificării bitumului trebuie urmărit îndeaproape, fiind necesară respectarea condițiilor impuse atât la preparare cât și ulterior, la folosire ;
- cantitatea de polimer folosită trebuie reglată în concordanță cu caracteristicile bitumului de bază ( pentru penetrație mai mare , polimer mai mult ) ;
- adezivitatea bitumului S.B.S. la rocă este mai bună pentru criblura de Chileni ( 92,2 % ) față de Brănișca ( 90 ... 91 % ) sau Crișcior ( 90 % ) ;
- polimerul nu trebuie ținut în mediu umed ( deoarece se aglomerează ) și nici nu trebuie să îl prinda ploaia înainte de introducerea în procesul de fabricație ;
- deși produsul este stabil 24 de ore se recomandă ca, dacă a fost preparat seara, să se agite în tancul de lucru dimineața, înainte de punerea în operă ;
- unele dintre caracteristicile căutate nu au dat rezultatele cerute de către administrator (ductilitate la 25 °C ; ductilitate la 13°C și revenire elastică la 25°C după testul T.F.O.T.), ceea ce denotă dificultăți la comportarea în exploatare (îmbătrânire prematură ) ;



- ar trebui revizuite cerințele caietelor de sarcini specifice ținând cont de faptul că în unele cazuri limitele admise erau superioare celor provenite din normele germane sau franceze ( cu o mai mare experiență în domeniu ) și de concluziile rezultate după utilizarea bitumului modificat în cadrul sectoarelor de drum reabilitate .

### 3.2.5. Îmbrăcăminți bituminoase din B.A.16 cu CAROM - realizări și comentarii

Prin alegerea unei îmbrăcăminți bituminoase care să folosească o mixtură asfaltică realizată cu bitum modificat cu S.B.S., Administrația Națională a Drumurilor a dorit să testeze pe de o parte comportarea acesteia în condițiile unui trafic foarte greu ( Deva – Sebeș ) cât și să obțină informații care să stea la baza următoarelor contracte de acest gen .

Formula de compoziție a unei mixturi asfaltice de tip B.A. 16 cu CAROM a fost stabilită pe baza unor studii de laborator ce au comportat următoarele încercări:

- testul Marshall pe cilindri pentru cinci conținuturi de liant repartizate de o parte și de alta a conținutului de liant optim ;
- caracteristicile fizico-mecanice realizate pe eprubete cubice .

Pentru a obține rezultate cât mai complete am efectuat verificări pentru mai multe surse de agregate, întocmindu-se diagramele distribuțiilor de granulozitate pentru fiecare sort în parte . În final ne-am oprit la următoarele materiale :

- nisip natural 0 – 3 din balastiera Uroi ;
- nisip de concasaj și cribluri din carierele Brănișca sau Chileni ;
- filer de calcar de la Casial Chișcădaga ;
- bitum D 80/100 de la rafinaria Suplacu de Barcău ;
- polimer S.B.S. – CAROM de la Onești .

Compoziția optimă a mixturii asfaltice a fost stabilită în două etape, cu agregate din padocuri și apoi cu agregate reciuruite de stația de asfalt ( dotată cu un sistem de site prin care se reciuruie materialele introduse în procesul de fabricație). Dozajele de amestec preliminar sunt redată în tabelele 3.25 ; 3.26 respectiv figurile 3.11 și 3.12 .

Bitumul modificat luat în calcul la dozajul cadru a avut o penetrație de 56 zecimi de mm și un punct de înmuiere de 47 °C obținute prin adăugarea la un bitum pur cu penetrația de 85 zecimi de mm și un punct de înmuiere de 47 °C a unui procent de 4 % CAROM .

Testele efectuate împreună cu laboratorul unității pentru cele cinci conținuturi de bitum ( redată în tabelul 3.27 ) au permis alegerea unui dozaj optim de liant de 5,4 % rezultat din analiza diagramei caracteristicilor cerute .

**DESFĂȘURĂTORUL DETERMINĂRIILOR**  
**pentru stabilirea compoziției optime a mixturii asfaltice**  
**pe baza de încercări preliminare**

TIPUL MIXTURII                      **B.A.16**                      LUCRAREA                      **SEBEȘ - DEVA**

GRANULOZITATEA AGREGATELOR NATURALE, inclusiv filerul:

Agregate din padocuri

Tabelul 1

SURSA	DENUMIRE ȘI SORT AGREGATE	TRECERI % PRIN SITE ȘI CIURURI DE: ... mm								Buletin Încercări Nr./data
		0,09	0,2	0,63	3,15	8	16	25	31,5	
	8 - 16	-	-	-	-	2,6	99,0			
	3 - 8	-	-	-	7,3	96,3	100,0			
	0 - 3	3,1	11,2	43,8	99,6	100,0	100,0			
	Filer	88,8	97,6	99,7	100,0	100,0	100,0			

a) DOZAJUL DE AMESTEC A AGREGATELOR NATURALE, inclusiv filerul:

Tabelul 2

SURSA	DENUMIRE ȘI SORT AGREG.	DOZAJ %	TRECERI ÎN % PRIN CIURURI ȘI SITE DE:.....mm							
			0,09	0,2	0,63	3,15	8	16	25	31,5
	8 - 16	32	-	-	-	-	0,8	31,7		
	3 - 8	23	-	-	-	1,7	22,1	23,0		
	0 - 3	35	1,1	3,9	15,3	34,9	35,0	35,0		
	Filer	10	8,9	9,8	10,0	10,0	10,0	10,0		
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>	<b>10,0</b>	<b>13,7</b>	<b>25,3</b>	<b>46,6</b>	<b>67,9</b>	<b>99,7</b>		
<b>LIMITE STAS 174 - 83</b>			<b>8-11</b>	<b>11-25</b>	<b>18-35</b>	<b>30-55</b>	<b>55-78</b>	<b>90-100</b>		

c) VARIANTELE DE PREPARARE A BITUMULUI MODIFICAT

Bitum tip   D 80/100   de la rafinaria   Suplacu de Barcău  

Tabelul 3

Varianta	Sursa	Tipul polimerului	Dozaj polimer %	Rezultatele încercărilor sunt prezentate în Bul.Nr./data*
A	Onești	CAROM TL 30	4	132, 133 și 134/ 18.09.1995
B				
C				
D				

**TABEL 3.25 - dozaj B.A. 16 cu agregate din padocuri**

**DESFĂȘURĂTORUL DETERMINĂRIILOR**  
**pentru stabilirea compoziției optime a mixturii asfaltice**  
**pe baza de încercări preliminare**

TIPUL MIXTURII                      **B.A.16**                      LUCRAREA                      **SEBEȘ - DEVA**

GRANULIZATEA AGREGATELOR NATURALE, inclusiv filerul:

Agregate ciuruite de stația AMMANN

Tabelul 1

SURSA	DENUMIRE ȘI SORT AGREGATE	TRECERI % PRIN SITE ȘI CIURURI DE: ... mm								Buletin Încercări Nr./data
		0,09	0,2	0,63	3,15	8	16	25	31,5	
	8 - 16	-	-	-	-	2,6	99,0			
	3 - 8	-	-	-	7,3	96,3	100,0			
	0 - 3	3,1	11,2	43,8	99,6	100,0	100,0			
	Filer	88,8	97,6	99,7	100,0	100,0	100,0			

b) DOZAJUL DE AMESTEC A AGREGATELOR NATURALE, inclusiv filerul:

Tabelul 2

SURSA	DENUMIRE ȘI SORT AGREG.	DOZAJ %	TRECERI ÎN % PRIN CIURURI ȘI SITE DE:.....mm							
			0,09	0,2	0,63	3,15	8	16	25	31,5
	8 - 16	32	-	-	-	-	0,8	31,7		
	3 - 8	23	-	-	-	1,7	22,1	23,0		
	0 - 3	35	1,1	3,9	15,3	34,9	35,0	35,0		
	Filer	10	8,9	9,8	10,0	10,0	10,0	10,0		
	<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>10,0</b>	<b>13,7</b>	<b>25,3</b>	<b>46,6</b>	<b>67,9</b>	<b>99,7</b>		
	<b>LIMITE STAS 174 - 83</b>		<b>8-11</b>	<b>11-25</b>	<b>18-35</b>	<b>30-55</b>	<b>55-78</b>	<b>90-100</b>		

c) VARIANTELE DE PREPARARE A BITUMULUI MODIFICAT

Bitum tip   D 80/100   de la rafinaria   Suplacu de Barcău  

Tabelul 3

Varianta	Sursa	Tipul polimerului	Dozaj polimer %	Rezultatele încercărilor sunt prezentate în Bul.Nr./data*
A	Onești	CAROM TL 30	4	132, 133 și 134/ 18.09.1995
B				
C				
D				

**TABEL 3.26 - dozaj B.A. 16 cu agregate ciuruite de stație**

DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

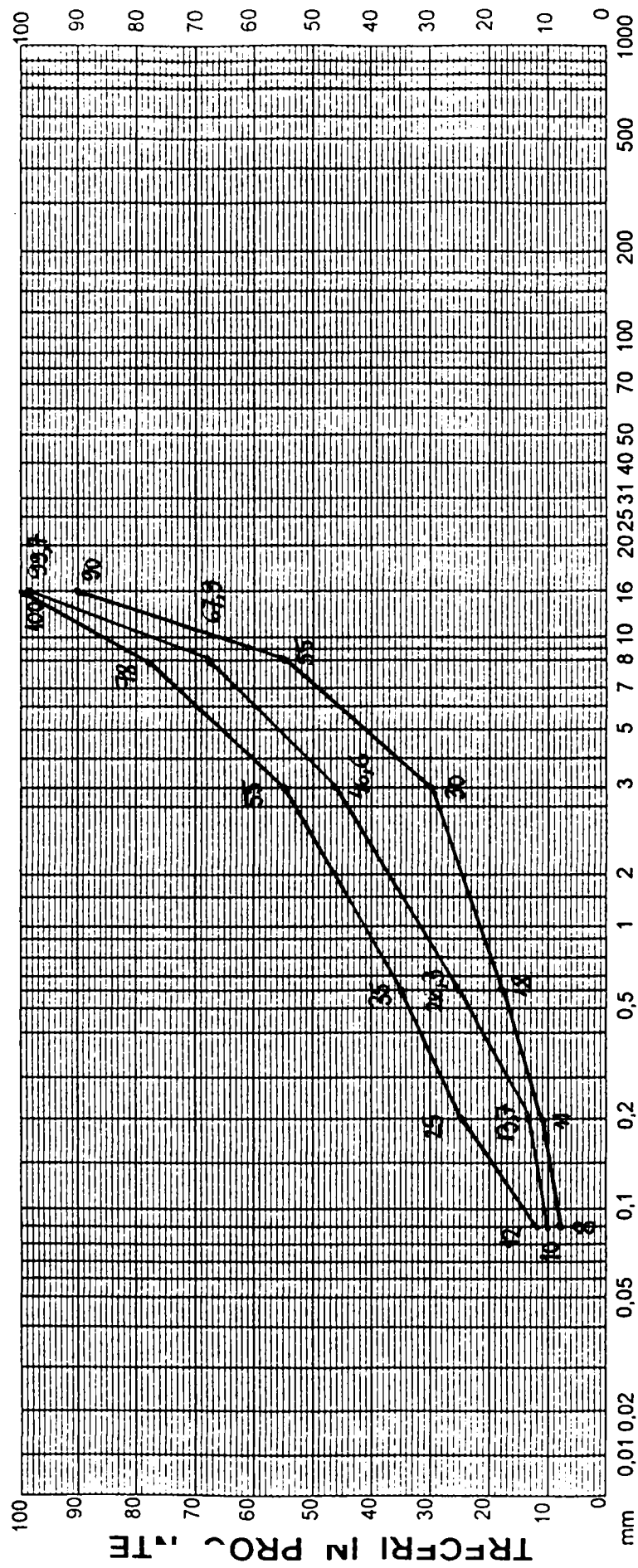


FIGURA 3.11 - diagrama granulozității

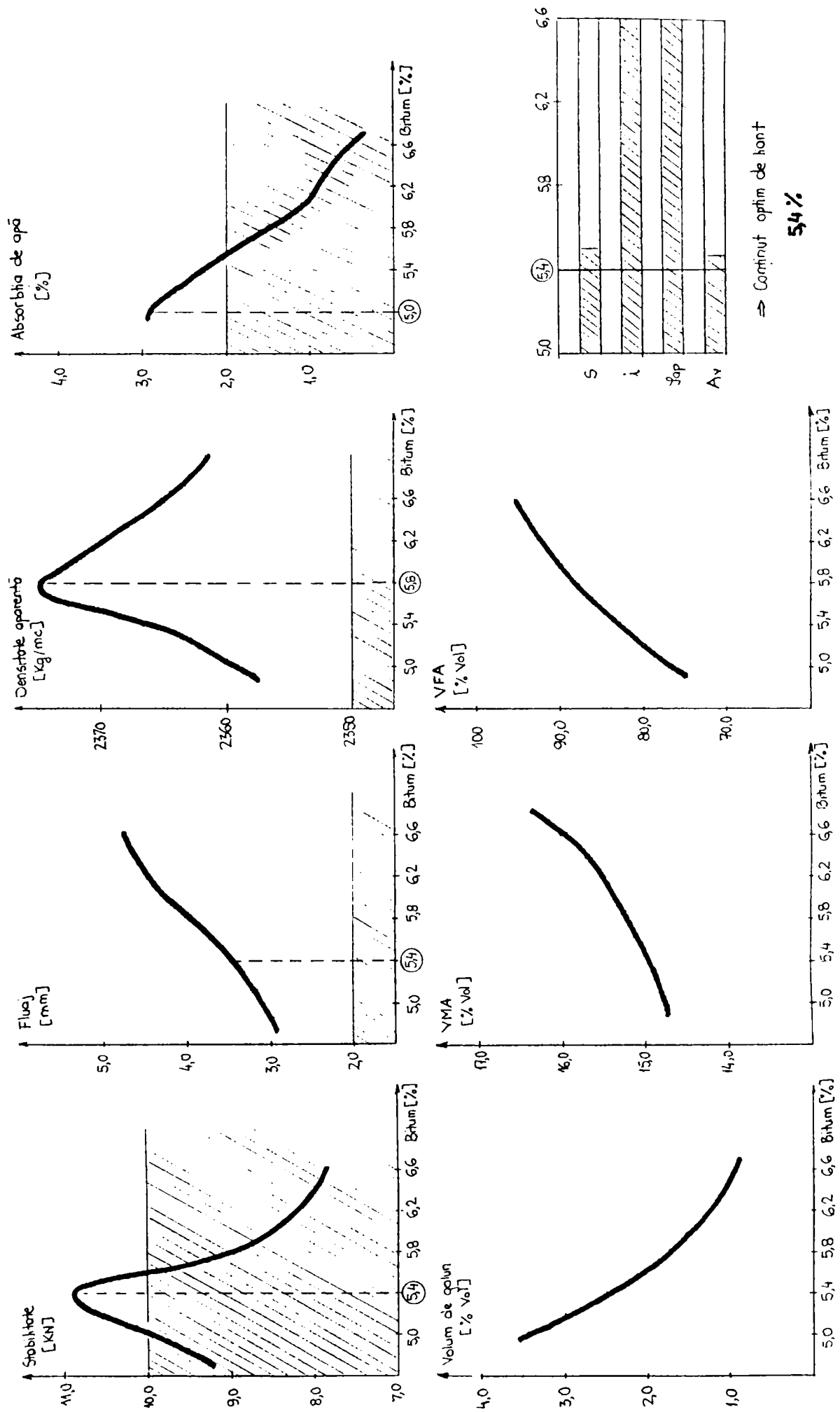


FIGURA 3.12 - determinarea grafică a caracteristicilor B.A. 16 cu CAROM

Nr. crt	CARACTERISTICA	DOZAJ DE BITUM IN MIXTURĂ					CERINȚE CAIET DE SARCINI
		5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	
1.	Stabilitate la 60 °C ( kN )	10,0	10,9	8,5	8,2	7,9	min. 10
2.	Indice de curgere ( mm )	3,1	3,5	4,3	4,5	4,7	2 ... 7,5
3.	Raport S/l ( kN/mm )	3,2	3,1	2,0	1,8	1,7	-
4.	Densitate aparentă ( kg/m <sup>3</sup> )	2359	2366	2375	2370	2365	min. 2350
5.	Absorbția de apă ( % )	2,4	2,2	1,1	0,9	0,4	2 ... 5
6.	Rezistența la compresiune la 22°C ( N/mm <sup>2</sup> )	5,4	5,2	4,7	4,6	4,6	min. 3,5
7.	Rezistența la compresiune după 28 de zile păstrare în apă ( N/mm <sup>2</sup> )	4,56	4,64	4,6	4,5	4,6	max. 5,2
8.	Reducerea rezistenței la compresiune după 28 de zile păstrare în apă ( % )	15,5	10,7	2,1	2,2	0	max. 20

**TABEL 3.27 - rezultatele testelor de laborator pentru cinci conținuturi de liant**

Prepararea mixturii asfaltice a fost făcută în următoarea ordine tehnologică :

- alimentarea buncărelor predozatoare cu sorturile necesare , după verificarea granulozității acestora, din padocurile de depozitare ;
- fixarea programului în computer privind tipul de dozaj folosit , stabilirea productivității de lucru ( în funcție de umiditatea materialelor ) ;
- prepararea bitumului modificat în instalația Rincheval și transvazarea lui în tan-cul de lucru ;
- efectuarea corecției zilnice a dozajului preliminar (materialul din predozatoare după ce este trecut prin uscător se recieruie pe sitele stației de asfalt ) în vede-rea obținerii dozajului de lucru ;
- stabilirea temperaturii de lucru pentru materiale , astfel încât la ieșirea din malaxor mixtura să aibă 175 ... 185 °C ;
- prepararea efectivă a mixturii asfaltice.

Eșalonul de transport a fost dimensionat astfel încât să fie o bună corelație între capacitatea stației de asfalt, distanța până la locul de punere în operă și ritmul de așternere . În cazul concret aplicat pe lucrare, pentru o distanță medie de 30 km am folosit 10 autobasculante ( 5 Tatra de 18 tone și 5 Iveco de 37 tone capacitate ), toate dotate cu prelate .

Eșalonul de așternere a fost stabilit în urma executării unor sectoare de probă de 100 m lungime pentru o bandă de circulație , fiind compus din :

- repartizator finisor de tip Vögele având o deschidere de 2,5 ... 6 m și o viteză de rulare de 4 m/min . ;
- compactor vibrator de tip Bomag de 11 t capacitate ;
- compactor pe pneuri de tip Caterpillar de 13 t capacitate ;
- compactor vibrator de tip Bomag de 2,5 t capacitate ;
- autostropitor pentru emulsie de tip Weiro de 6 t capacitate ;
- tractor cu perie ;
- motocompresor Sullair cu daltă pentru pregătirea rosturilor de lucru ;
- cisternă cu apă.



Din experiența acumulată cu ocazia așternerii a 400 000 m<sup>2</sup> strat de uzură din mixtură asfaltică cu S.B.S., doctorandul aduce următoarele amendamente regulilor STAS necesare condițiilor atmosferice pentru turnare :

- temperatura minimă a mixturii asfaltice la începerea așternerii : 155 °C ;
- temperatura minimă a mixturii asfaltice la începerea compactării : 145 °C ;
- temperatura minimă a mixturii asfaltice la terminarea compactării : 130 °C ;
- temperatura minimă atmosferică pentru vreme însorită fără vânt : 10 °C ;
- temperatura minimă atmosferică pentru vreme însorită cu vânt slab : 12 °C ;
- temperatura minimă atmosferică pentru vreme închisă fără vânt : 15 °C ;
- temperatura minimă atmosferică pentru vreme închisă cu vânt slab : 17 °C .

În toate cazurile de mai sus, când vântul este tare , temperaturile minime se măresc cu 2 ... 3 °C . Toate aceste temperaturi sunt foarte importante în procesul de așternere datorită faptului că mixtura asfaltică cu bitum modificat se răcește repede ( aproximativ 30 °C în 15 minute ). Pentru obținerea gradului de compactare de min. 96 % am stabilit un număr optim de 18 treceri din care 12 cu compactorul cu pneuri și 6 cu compactorul cu rulouri netede.

Folosind un amorsaj clasic de 0,45 kg/m<sup>2</sup> de emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, pentru obținerea dimensiunilor și caracteristicilor stratului de uzură am efectuat turnarea astfel :

- pentru prima bandă am folosit țărugi și fir conducător amplasați în funcție de cotele prelevate de eșalonul topo ;
- la o a doua bandă am folosit patina de 6 m lungime care reproduce caracteristicile primei benzi .

Rezultatele obținute în perioada de contract sunt redate în următorul tabel :

NR. CRT	CARACTERISTICA	REALIZAT	VALORI ADMISE
1.	Stabilitate la 60 °C , Kn	12,3 ... 19,8	min. 10
2.	Indice de curgere , mm	2,4 ... 6,6	2,5 ... 7,5
3.	Densitate aparentă , kg/m <sup>3</sup>	2350 ... 2399	min. 2350
4.	Absorbția de apă , %	1,9 ... 3,1	2 ... 5
5.	Volum de goluri , %	2,1 ... 4,2	-
6.	Densitate aparentă pe plăci din îmbrăcăminte , kg/m <sup>3</sup>	2301 ... 2380	min. 2300
7.	Grad de compactare pe plăci din îmbrăcăminte , %	96 ... 100	min. 96
8.	Absorbția de apă pe plăci din îmbrăcăminte , %	2,0 ... 4,9	2 ... 5

TABEL 3.28 - rezultatele caracteristicilor B.A. 16 obținute pe lucrare

După cum se poate observa, cerințele caietului de sarcini întocmit de către beneficiar au fost respectate. Pentru acest lucru am avut în perioada lucrărilor câteva criterii de la care nu ne-am abătut și anume :

- respectarea cu strictețe a condițiilor de preparare, transport și punere în operă a mixturii asfaltice cu S.B.S. ;
- un control strict de calitate ;
- utilizarea de echipamente performante ;
- respectarea proceselor tehnologice folosite .

**Recomandările doctorandului referitoare la straturile bituminoase realizate cu S.B.S. sunt următoarele :**

- alegerea polimerului compatibil cu bitumul folosit trebuie să fie bazată pe studii de laborator ;**
- este indicată realizarea unui sector experimental cu mixtură asfaltică cu S.B.S. care să fie menținut în observație 1 ... 2 ani de zile , în condițiile unui trafic foarte greu și a unor modificări climaterice relevante ;**
- caietele de sarcini întocmite de către investitori trebuie să fie raliate la specificațiile internaționale coroborate și cu experiența și acumulările contractelor românești .**

**Consider că utilizarea de produse care modifică liantul folosit în realizarea mixturilor asfaltice a reprezentat un element de noutate care nu a fost pe deplin însușit. Fortuiți de termene de contract ferme , agrementările date unor produse au fost determinate de alți factori decât cei tehnici, de specialitate. Faptul că în Europa ( în Franța în special ) există și alte utilizări ale bitumului modificat ( sisteme antifisuri, mixturi asfaltice drenante ) denotă interesul părților implicate în găsirea de noi tehnologii care să rezolve problemele complexe, tehnice, economice sau financiare cu care se confruntă administratorii de profil. Cred că acest lucru se poate realiza și la noi prin bunăvoința constructorilor ( cu propuneri de sectoare experimentale ) și beneficiarilor ( cu programe de studii anuale ), cu avantaje de ambele părți .**

## **CAP.4 CU PRIVIRE LA UNELE PROBLEME SPECIALE APARUTE LA REABILITAREA DN 7 SEBES - DEVA**

Privite în ansamblul lor, lucrările de reabilitare ale drumurilor naționale reprezintă elemente de noutate în practica construcțiilor. Acest lucru se regăsește atât în modul de abordare a lucrărilor (prin organizare și planificare asigurate la un nivel superior, cu introducerea programelor de calculator) cât și în concepția generală a programelor de acest tip (licitații internaționale, supervizare de către serviciile de consultanță, contracte de tip FIDIC). În aceste condiții, modalitățile de abordare a fiecărui sector în parte pot reprezenta lucruri noi în relația cu nivelul existent la data începerii programelor de reabilitare în România .

Doctorandul s-a referit în capitolele anterioare la modul în care a tratat “Reabilitarea DN 7 Sebeș – Deva” atât în partea de pregătire a licitației cât și ulterior, în derularea lucrărilor . Cel puțin într-o privință specificul lucrărilor nu este deosebit lucrărilor clasice de reparații capitale sau de construcție a unui drum sau pod. Vorbim despre aceleași terasamente, fundații (infrastructură) și suprastructură. Și totuși diferențe există și ele se referă la :

- executarea de lucrări în spații restrânse sub influența unui trafic agresiv ;
- adaptarea tehnologiilor de execuție în condițiile folosirii de echipamente performante ;
- executarea de sectoare de probă pentru fiecare operație din cadrul unui proces tehnologic în vederea aprobării fișei cadru ;
- întronarea sistemelor de asigurare a calității ;
- derularea activităților sub controlul consultanței ;
- folosirea unei limbi internaționale ( de regulă engleza ) pentru contract ;
- agrementarea și folosirea unor produse noi ( lianți modificali , hidroizolații și rosturi de dilatație performante pentru poduri ), și altele .

În acest sens , orice activitate , dintre cele menționate mai sus, în care rezultatele obținute au fost corespunzătoare poate fi considerată originală , cu atât mai mult cu cât, administrația a încurajat soluții tehnice diferite de realizare a lucrărilor .

#### 4.1. UTILIZAREA AGREGATELOR DE RÂU CONCASATE LA REALIZAREA STRATURILOR BITUMINOASE

În afara parametrilor tehnici și calitativi orice lucrare trebuie privită și prin prisma cheltuielilor economice respectiv a rezultatelor financiare obținute. De aceea, indicatorul productivitate a muncii e cel care dă măsura activității depuse. În condițiile în care pe zona de vest a țării se desfășurau concomitent patru lucrări de reabilitare iar furnizorii de materiale (criblură, bitum) nu reușeau să țină ritmul livrărilor la cerințele constructorilor, se punea problema asigurării capacităților de producție la nivelul preconizat. Ori, în momentul în care fiecare stație de asfalt cu capacitate de minim 100 tone lucrează doar 4 ore pe zi deoarece unele din sorturile componente ale mixturii asfaltice lipsesc, argumentul productivitate își pierde sensul.

Mergând pe această linie, autorul a considerat ca necesară utilizarea surselor de agregate locale. Plecând de la amenajarea unei balastiere proprii a societății lângă localitatea Uroi – Simeria care să fie capabilă să producă agregate în cuantumul dorit de noi (și în orice moment în care este nevoie, fără să fim la dispoziția vreunui furnizor) am efectuat prin laboratorul de unitate un studiu asupra resurselor existente. Din funcționarea stației de sortare a balastului și ținând cont de locul de extracție aprobat am observat că refuzul de ciur (materialul cu dimensiune >31 mm) reprezintă 33 ... 35 % din masa balastului.

Chiar dacă acest sort se putea folosi direct la execuția unor drenuri longitudinale comandate prin proiect, cantitatea estimată era infimă față de rezultatul unui an de extracție și prelucrare a 20 000 m<sup>3</sup> de balast, adică 6 600 ... 7 000 m<sup>3</sup>. Cu sprijinul laboratorului central al societății s-a stabilit natura petrografică și mineralogică a rocii, rezultată prin analizarea a 11 probe de refuz de ciur prelevate din diferite zone de extracție. Apoi, s-au efectuat toate testele necesare pe sortimentele obținute prin concasarea acestui material și s-a studiat posibilitatea încadrării lor în cerințele caietelor de sarcini - agregate naturale concasate pentru mixturi asfaltice.

Raportul calitativ întocmit a dat aviz favorabil utilizării acestor produse, astfel încât am trecut la producerea pe scară industrială, prin amplasarea în balastieră a unui concasor giratoriu cu fălci și a unui granulator GR 8. Caracteristicile agregatelor sunt arătate în tabelele următoare :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	REALIZAT	CONDIȚII STAS
1.	Conținutul de granule - care rămân pe ciurul superior, % - care trec prin ciurul inferior, %	3,1 ... 3,3 2,9 ... 3,1	max. 5 max. 10
2.	Coeficientul de formă, %	4,0 ... 4,5	max. 25
3.	Conținutul de impurități - corpuri străine - fracțiuni sub 0,09 mm, %	lipsă 0,41 ... 0,45	nu se admite max. 0,5
4.	Uzura cu mașina Los Angeles, %	17,2 ... 17,5	max. 18 (max.22 STAS 174 / 97)

TABEL 4.1 - caracteristicile obținute pentru sortul 7 – 15 concasat de râu

NR. CRT.	CARACTERISTICA	REALIZAT	CONDIȚII STAS
1.	Conținutul de granule - care rămân pe ciurul superior , % - care trec prin ciurul inferior , %	4,4 ... 4,8 1,3 ... 1,7	max. 5 max. 10
2.	Coeficientul de formă , %	5,0 ... 5,4	Max. 25
3.	Conținutul de impurități - corpuri străine - fracțiuni sub 0,09 mm , %	lipsă 0,38 ... 0,42	nu se admit max. 0,5
4.	Uzura cu mașina Los Angeles , %	17,1 ... 17,5	max. 18 (max.22 STAS 174/97)

**TABEL 4.2 - caracteristicile obținute pentru sortul 15 – 25 concasat de râu**

Ținând cont de standardele în vigoare pe parcursul primei etape de reabilitare, posibilitățile de utilizare a acestor agregate erau restrânse la anrobatele bituminoase. Dozajul preliminar întocmit ( vezi tabelul 4.3 ) în conformitate cu cerințele tehnice de calitate pentru straturi de bază a întrunit aprobarea administrației și a permis constructorului folosirea acestuia în cadrul lucrărilor . Rezultatele obținute sunt următoarele :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	REALIZAT	CONDIȚII
1.	Stabilitate la 60 °C , kN	8,8 ... 9,4	min. 4
2.	Indice de curgere , mm	2,7 ... 2,9	1 ... 3
3.	Densitate aparentă , kg/m <sup>3</sup>	2341 ... 2351	min. 2200
4.	Absorbția de apă , %	3,0 ... 4,2	-
5.	Volu de goluri , %	4,7 ... 5,1	2 ... 10

**TABEL 4.4 - caracteristicile obținute pentru A.B. 25**

Avizată de performanțele anrobateelor bituminoase puse în operă ( stabilități și densități aparente mari, posibilitatea de a permite desfășurarea traficului rutier, comportarea foarte bună după perioada de iarnă ), A.N.D. București răspunde solicitărilor venite de la antreprenori și permite înglobarea agregatelor concasate de râu la mixturile asfaltice folosite pentru straturile bituminoase de legătură, introducând în standardul 174/97 betonul asfaltic B.A.D.P.C.31. Condițiile impuse în acest caz pentru sorturile utilizate sunt , în afara celor cunoscute privind natura rocii, cele clasice pentru cribluri și în plus testele de adezivitate a liantului folosit . În cazul nostru, pentru rocile metamorfice ( gneisse și cuarțite ) verificate la laboratorul central s-a obținut o adezivitate de 75 ... 78 % ceea ce a condus la necesitatea introducerii în bitum, în timpul procesului de fabricație a mixturii asfaltice, de aditivi ( Iterlene, Adeten - 01 ). Un procent de 0,8 % din masa bitumului a crescut adezivitatea la peste 90 % și a permis obținerea caracteristicilor căutate .

## DOZAJ CADRU DE PREPARARE MIXTURĂ ASFALTICĂ

TIPUL MIXTURII : Beton asfaltic deschis – B.A.D.P.C. 25

### I. CARACTERISTICILE MATERIALELOR COMPONENTE, conform Anexe:

Tipul materialului	Agregate					Sort	Filer	Bitum
Buletin de încercări Nr.								

### II. DOZAJ DE AMESTEC A AGREGATELOR NATURALE LA PREDZOZARE:

SURSA	SORT	DOZAJ %
Uroi – Simeria concasat	16 – 25	26,8
Uroi – Simeria concasat	7 – 15	30,9
Uroi – Simeria concasat	0 – 7	33,0
Uroi – Simeria natural	0 - 3	9,3
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### III. DOZAJ DE AMESTEC A MATERIALELOR :

SURSA	DENUMIRE MATERIAL:	DOZAJ %
	SORT 16 – 25	24,9
	SORT 8 – 16	22,0
	SORT 3 – 8	18,2
	SORT 0 – 3	24,9
	FILER	5,7
	BITUM D 80/100	4,3
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

### IV. AGREGAT TOTAL:

TRECERI	% PRIN	SITE ȘI	CIURURI	DE .....	mm
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
5,6	7,6	16,6	32,6	50,4	72,7
					25
					99,9

### V. CARACTERISTICI FIZICO – MECANICE OBȚINUTE PENTRU DOZAJUL OPTIM \* :

Bitum (%)	Stabilitate (kN)	Indicele de curgere (mm)	Raport S / I (kN/mm)	Densitate aparentă (kg/m <sup>3</sup> )	Absorbția de apă (%)	Volum de goluri (%)
4,3	9,4	3,3	2,8	2286	4,5	-

**TABEL 4.3 - dozaj B.A.D.P.C. 25 cu agregate concasate de râu**



DIAGRAMA DISTRIBUȚIEI GRANULOMETRICE

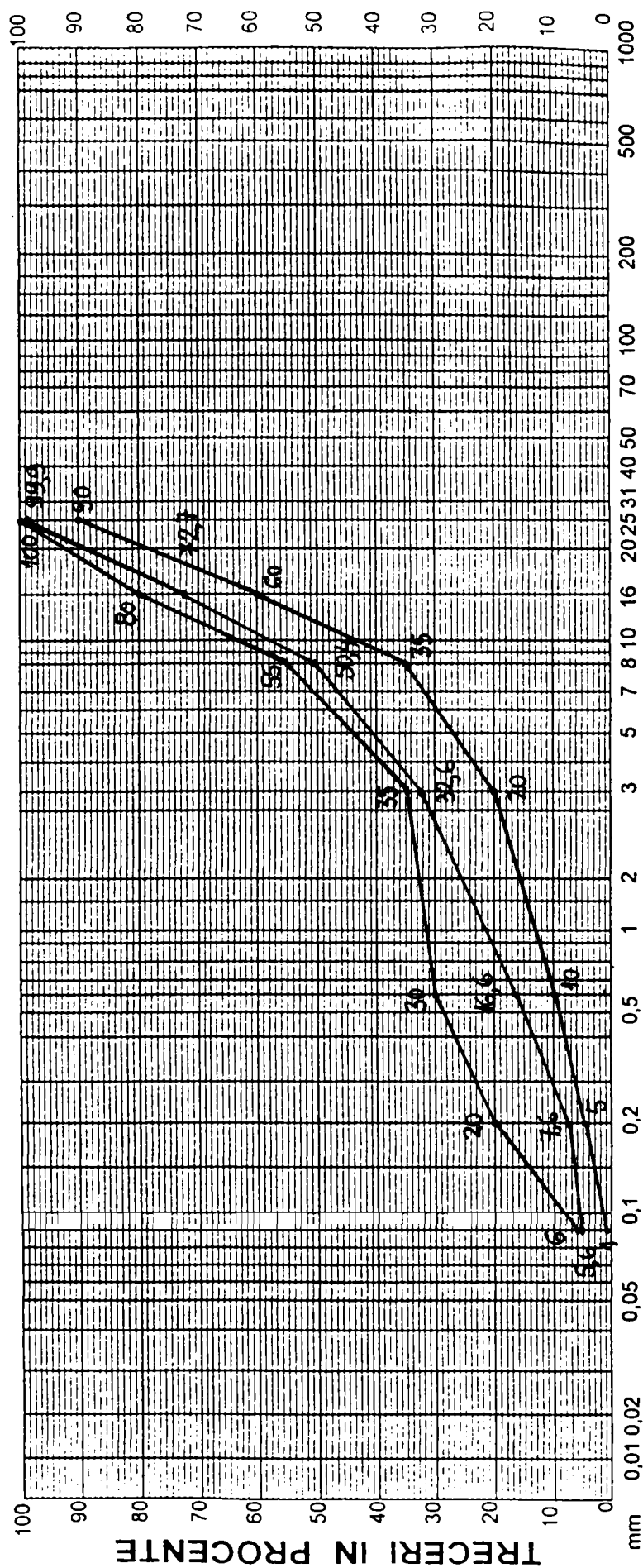


FIGURA 4.1 - diagrama granulozității pentru dozajul de B.A.D.P.C. 25

Avantajele folosirii unei astfel de soluții sunt legate atât de partea tehnică - calitativă cât și din punct de vedere economic. Analiza întocmită de doctorand prin compararea a două dozaje de B.A.D. 25 relevă următoarele :

a) consumurile de agregate utilizate la fabricarea mixturii asfaltice :

Dozaj B.A.D. 25		Dozaj B.A.D.P.C. 25	
Criblură 16 - 25	= 0,344 t/t mixtură asfaltică	Sort concasat 16 - 25	= 0,158 m <sup>3</sup> /t mixtură asfaltică
Criblură 8 - 16	= 0,257 t/t mixtură asfaltică	Sort concasat 7 - 15	= 0,182 m <sup>3</sup> /t mixtură asfaltică
Nisip de râu 0 - 7	= 0,06 m <sup>3</sup> /t mixtură asfaltică	Sort concasat 0 - 7	= 0,189 m <sup>3</sup> /t mixtură asfaltică
Nisip de concasaj 0 - 3	= 0,221 t/t mixtură asfaltică	Nisip de râu 0 - 3	= 0,052 m <sup>3</sup> /t mixtură asfaltică
Filer	= 38 kg/t mixtură asfaltică	Filer	= 57 kg/t mixtură asfaltică
Bitum	= 44 kg/t mixtură asfaltică	Bitum	= 43 kg/t mixtură asfaltică
		Aditiv	= 0,334 kg/t mixtură asfaltică

Produsele de carieră sunt aduse de la Brănișca , localitate aflată la o distanță de 33 km de baza de producție . Produsele de balastieră ( naturale sau concasate ) sunt aduse de la Uroi, la 6 km față de același obiectiv. Datorită faptului că stația de asfalt are un sistem de site care reciruie tot materialul introdus ( site clasice de dimensiuni 3, 8, 16 și 25 mm ) s-au luat în considerare ponderile obținute după această operație. În plus, pentru ca refuzul stației să fie cât mai mic am modificat sita de 31 mm din balastieră cu o sită de 25 mm .

b) cheltuieli de aprovizionare a materialelor :

Am luat în considerare echipamente similare ambelor variante și anume autobasculante de 16 tone pentru agregate, transportoare de filer și de bitum . Folosind tarifele practicate de C.C.C.F.- S.A. București obținem rezultatele înglobate în tabelul 4.6 .

Nr. Crt.	TIPUL CHELTUIELII	DOZAJ B.A.D. 25		DOZAJ B.A.D.P.C. 25	
		Preț în lei / t mixtură asfaltică	Preț în \$ / t mixtură asfaltică	Preț în lei / t mixtură asfaltică	Preț în \$ / t mixtură asfaltică
1	Transport materiale B.A.D. 25 - cribluri - filer - bitum - nisip de râu <b>TOTAL</b>	42 389 1 330 15 400 939 60 058			3,53
2	Transport materiale B.A.D.P.C. 25 - sorturi naturale și concasate de râu - filer - bitum - aditiv <b>TOTAL</b>			9 096 1 995 15 050 3 340 29 481	1,74
3	Costul materialelor B.A.D. 25 - cribluri - nisip de râu - bitum - filer <b>TOTAL</b>	85 488 3 180 87 120 4 698 180 486			10,62
4	Costul materialelor B.A.D.P.C. 25 - sorturi concasate - nisip de râu - bitum - filer - aditiv <b>TOTAL</b>			46 552 2 756 85 140 6 897 10 855 152 200	8,96
5	<b>TOTAL COSTURI</b>	<b>240 544</b>	<b>14,15</b>	<b>181 681</b>	<b>10,70</b>

TABEL 4.6 – centralizator cheltuieli aprovizionare materiale pentru cele două dozaje

Subliniind că am luat în considerare prețuri valabile în cursul anului 1999, se poate observa că diferența între cele două soluții este apreciabilă ( 58 863 lei/t mixtură asfaltică ). Ținând cont de faptul că celelalte cheltuieli care intră în balanță sunt similare ( preparare, transport și punere în operă ), o economie de aproximativ 60 000 lei pentru o tonă de mixtură asfaltică este relevantă. Cum costurile deschiderii balastierei (montaj instalații, autorizații ) s-au ridicat la 900 milioane lei rezultă că obiectivul devine rentabil după 15 000 tone de mixtură asfaltică preparate cu agregate concasate de râu .

Rezultatele obținute pentru cele două tipuri de dozaje sunt cuprinse în următorul tabel :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	B.A.D. 25	B.A.D.P.C. 25	STAS 174/97
1	Stabilitate la 60 °C , kN	8,4	9,4	min. 5,5
2.	Indice de curgere , mm	2,8	3,3	1,5 ... 4,5
3.	Raport S/I , kN/mm	3,0	2,8	1,5 ... 3,0
4.	Densitate aparentă , kg/m <sup>3</sup>	2305	2286	min. 2250
5.	Absorbția de apă , %	4,5	4,5	3 ... 6
6.	Volum de goluri , %	5,1	4,8	-

**TABEL 4.7 – centralizator cu rezultatele obținute pentru cele două dozaje**

Putem spune că pentru caracteristici de mixtură foarte apropiate o investiție de acest gen merită toată atenția unui constructor. Pentru zone de lucrări aflate lângă cursuri de apă mari ( Mureș, Olt ) astfel de soluții dau un randament superior. În plus, chiar dacă lucrările de reabilitare din vestul țării au beneficiat de existența unei salbe de cariere aflate pe cuprinsul lor, variantele alternative au dat rezultate corespunzătoare. Totul trebuie însă să pornească de la analizele calitative ale materialelor urmate de posibilitatea de a realiza atât soluțiile tehnice din contract cât și rentabilitatea economică a activității .

## 4.2. TRATAREA AXEI DRUMULUI PE SECTOARE REABILITATE

Derularea programului de reabilitare a drumurilor naționale a permis doctorandului posibilitatea de a analiza diversele modalități prin care antreprenorii de construcții au realizat soluțiile tehnice impuse prin contract. Prin prisma relațiilor cu beneficiarul lucrărilor am străbătut DN 7 – DN 1 ( pe valea Oltului ) până la București de mai multe ori și am putut face o analiză obiectivă, comparând produsul finit al societății noastre în relație cu celelalte companii implicate în aceste proiecte .

Fără a avea pretenția că observațiile făcute sunt unice și fără a face o clasificare a lucrărilor în funcție de parametrii obținuți, una dintre problemele apărute pe toate aceste sectoare se referă la axa drumului . Chiar dacă îmbrăcămințile bituminoase au avut caracteristici diferite (cu S.B.S., cu Iterlene, cu bitum din import etc. ), după perioadele de iarnă au apărut fisuri în axa drumului , care ulterior ( datorită condițiilor meteorologice nefavorabile cu câteva cicluri de îngheț-dezgheț într-o perioadă scurtă) și-au mărit dimensiunile, mai ales în zona curbelor cu panta transversală unică mare.

În condițiile sectorului Deva – Sebeș, am atribuit această situație următorilor factori :

- produsului Carom TL – 30 care îmbunătățește comportarea bitumului la temperaturi înalte dar este deficitar la temperaturi joase ( lucru confirmat și de către Cestrin București , care a agrementat produsul ) ;
- elasticității diferite a două benzi de circulație alăturate ( am obținut reveniri elastice diferite pentru același procent de polimer datorită diferențelor caracteristicilor de bază ale bitumului, chiar dacă ambele rezultate au respectat caietul de sarcini ) ;
- la așternerea celei de a doua benzi , marginea primei benzi executate este mai rece și nu asigură o legătură corespunzătoare .

Pentru a remedia aceasta situație, am încercat să găsim soluții tehnice discutând și cu alți specialiști în domeniu . În prima fază am recurs la următoarele măsuri :

- ajustarea procentului de S.B.S. – Carom în funcție de caracteristicile de bază ale bitumului pur ( pentru penetrație mai mare – procent de modificador direct proporțional ) ;
- am încălzit cu ajutorul unor arzătoare de gaz marginea interioară a primei benzi turnate ;
- am renunțat la tăierea rostului longitudinal efectuând turnarea pe două benzi adiacente în aceeași zi ;
- am mărit procentul de emulsie bituminoasă necesară la efectuarea amorsajului pe axa drumului folosind o lance specială atașată la autostropitor ;
- am folosit un compactor vibrator cu rulouri netede de 2,5 t masă care să efectueze compactarea pe axa drumului ( 2 treceri din care una cu vibrare imediat după compactorul pe pneuri ) ;

Chiar dacă tehnologia de așternere s-a îmbunătățit prin aceste măsuri, rezultatul final nu a înlăturat defecțiunea. Ținând cont că îmbrăcămintea bituminoasă era elastică ( efect al introducerii CAROM ) am căutat să găsec o soluție care are la bază materiale care să fie compatibile cu acest produs, folosind în acest sens emulsie bituminoasă cu rupere rapidă cu latex și bitum aditivat.

Studiind literatura de specialitate [ 18 ] am adoptat un proces tehnologic de colmatare a fisurilor la condițiile noastre de șantier, astfel :

- un motocompresor cu furtun este dirijat pe marginea benzilor de circulație și furnizează aer pentru a curăți rostul creat în axa drumului ;
- se suflă cu putere pentru a îndepărta atât impuritățile cât și apa care s-a infiltrat;
- imediat în spatele compresorului se va încălzi rostul cu un arzător de gaz legat la o butelie, la o temperatură de 120 ... 130 °C ( cu mare atenție pentru a nu supraîncălzi mixtura asfaltică ) ;
- un autostropitor de emulsie dotat cu lance și cu dispozitiv de reglare a presiunii montat pe un cărucior suport ( pentru a permite o deplasare uniformă a echipamentului ) se deplasează lângă arzătorul de gaz ;
- se injectează emulsie în rostul creat astfel încât să se acopere și zona adiacentă, de o parte și de alta , pe 1 ... 2 cm lățime ;



- se presară un strat subțire de nisip de concasaj 0 – 3 (de preferință de carieră) încălzit și uscat, în puțin exces peste emulsie atât pentru a colmata mai bine rostul cât și pentru a-i da o culoare asemănătoare mixturii asfaltice ;
- pe zonele cu rost deschis, unde au fost și infiltrații de apă, operația se repetă de două ori ;
- nu se dă drumul la circulație decât la minim 5 minute după ruperea emulsiei ;
- pentru rosturi cu dimensiuni mai mari se poate încerca și o compactare ușoară cu un compactor de mică capacitate ( 2,5 t masă ) .

Echipa de intervenție este formată din 6 oameni ( un pilot de circulație și 5 muncitori ) și are, în funcție de trafic, un ritm de 2 .. 3 km/zi. Soluția, acceptată de beneficiar după iarna anului 1996 ... 1997 a fost ulterior preluată și de alți constructori. Sunt câteva comentarii privind eficiența acestora și anume :

- este indicată folosirea acestei tehnologii imediat după perioada de iarnă dar înainte de începerea sezonului ploios ;
- odată ce fisura din axa drumului s-a format procesul tehnologic trebuie repetat anual ( ca și componentă a activității de întreținere curentă ) ;
- soluția dă rezultate excelente atunci când se aplică imediat ce a fost realizată îmbrăcămintea bituminoasă ( la 2 ... 3 zile de la turnare ), caz în care poate fi asimilată unui tratament bituminos de închidere a suprafeței .

În ultima perioadă au apărut pe piața românească și alte soluții eficiente de tratare a axei drumului. Una dintre ele, aplicată experimental de doctorand se referă la montarea unei benzi adezive Corabit, cu o lățime de 8 cm și o grosime de 2 mm care se poziționează peste rost ( 4 cm în stânga, 4 cm în dreapta ) cu ajutorul unei amorse. Având caracteristicile unui produs ameliorat cu S.B.S., soluția reprezintă de fapt înglobarea într-un element prefabricat produs în Germania a materialelor prezentate mai sus și se pretează în special în zona rosturilor foarte deschise și a curbilor cu panta transversală mare .

Adăugând la aceste tehnologii și altele ( elemente care se montează pe axa drumului înainte de turnarea celei de a doua benzi ) putem concluziona că există un interes deosebit din partea specialiștilor în domeniu pentru eliminarea tuturor acelor neconformități care influențează atât starea tehnică cât și comportarea în exploatare a unui drum reabilitat .

Conținutul programelor de reabilitare a drumurilor naționale -etapa a II -a și a III-a dă prilejul părților implicate de a studia și alte posibilități de realizare a cerințelor calitative impuse prin aceste activități. Deschisă la nou, A.N.D. derulează concomitent cu contractele menționate și un program de reabilitare a podurilor de pe drumuri naționale de mai mică importanță și permite utilizarea experimentală a altor produse decât cele folosite în mod uzual .

Beneficiind de aportul necondiționat al propriului institut de cercetare - CESTRIN se pun bazele unor verificări complexe ale compatibilității unor materiale din import cu produsele românești . În acest context rezultatele primelor studii sunt grupate în agremente tehnice și sunt urmate apoi de apariția unor noi normative sau instrucțiuni tehnice la a căror elaborare au participat și firme de construcții sau alte instituții de

profil ( INCERP , INCERTRANS , VIACONS etc. ) .

Considerând că rezultatele primei etape de rehabilitare nu sunt concludente (inerția începutului, timpul scurt de mobilizare și schimbarea concepțiilor clasice fiind doar unele dintre cauze ), autorul a fost interesat de continuarea unor studii privind bitumul modificat. Chiar dacă la prima vedere acest lucru nu ar avea urmări, ținând cont de utilizarea pentru etapa a III - a de reabilitări a mixturilor asfaltice cu adaos de fibre de celuloză, continui să cred că dacă se vor obține rezultate corespunzătoare sunt posibile și modificări în cadrul acestei etape .

### 4.3 BITUM MODIFICAT CU ELVALOY

În anul 1996 A.D.P.J. Arad a executat un tronson experimental în lungime de 500 m cu îmbrăcăminte bituminoasă care a fost preparată utilizând polimerul ELVALOY AM . Furnizorul produsului compania Du Pont Industrial Polymers a prezentat A.N.D.-Cestrin un studiu de laborator efectuat la Universitatea Maryland - SUA asupra comportării acestui polimer. Concluziile acestui studiu indică :

- îmbunătățirea susceptibilității la temperatură a bitumului modificat cu Elvaloy;
- îmbunătățirea comportării mixturilor asfaltice la temperaturi ridicate și la umezeală ;

Dat fiind interesul producătorului, de folosire pe scară largă și în România, acesta solicită obținerea agrementului tehnic. Analizele de laborator efectuate în cadrul CESTRIN București confirmă testele din SUA și duc la apariția avizului căutat [ 19 ] .

Ținând cont de mijloacele tehnice mai puțin performante utilizate în anul 1996 la prepararea bitumului modificat cu Elvaloy, doctorandul a propus CESTRIN realizarea unor probe industriale de testare a acestui material în condițiile folosirii instalației de modificare a bitumului Rincheval de la Simeria.

În acest sens în perioada 15 – 16 iunie 1999 a avut loc un experiment referitor la prepararea unor șarje de bitum modificat cu Elvaloy constând în următoarele operații:

- introducerea în tancul de lucru al instalației de modificare de tip Rincheval a unei cantități de 4 950 kg de bitum D 80/100 ;
- încălzirea bitumului la o temperatură de 196 °C recomandată pentru modificare;
- alegerea unui procent de polimer de 1,75 % din masa bitumului (rezultat al studiilor anterioare ale CESTRIN ) ;
- începerea introducerii polimerului cu o viteză de 3 kg/minut ( până la obținerea cantității totale calculate de 86,7 kg ) ;
- prelevarea unei probe de bitum după 10 minute de la începerea agitării și amestecării în tanc ( s-au observat aglomerări de polimer ) ;
- prelevarea a unei a doua probe de material după 25 de minute de la începerea experimentului , care relevă faptul că amestecul a devenit satisfăcător ;
- continuarea introducerii polimerului simultan cu agitarea amestecului la temperatura constantă de 196 °C până la epuizarea cantității necesare ;
- s-au prelevat probe din material la fiecare oră din cele 24 de ore de amestecare continuă ;
- transferarea noului produs în cel de-al doilea compartiment al instalației de



modificare, după 24 de ore, și menținerea acestuia încă 24 de ore la temperatura standard ( 196 °C ) ;

- introducerea în primul compartiment a unei cantități de ~ 5 000 kg de bitum simplu și reluarea întregului procedeu cu un procent de 1 % polimer .

În afara a câte două mostre ( una cu bitum de bază și una cu bitum modificat la 24 de ore după începerea procesului ) prelevate de Cestrin și de Du Pont pentru analize complete atât la București cât și în SUA, toate celelalte probe au fost luate pentru încercare numai la Cestrin. Pe parcursul experimentului s-au efectuat testele clasice pentru bitumuri și în plus vâscozitatea .

Deși în acest moment rezultatele sunt încă în faza de analiză am putut trage împreună cu participanții la procedeu următoarele concluzii :

- se consideră că procesul de modificare a bitumului cu Elvaloy este finalizat în momentul în care vâscozitatea acestuia are valoare constantă ;
- instalația de modificare de tip Rincheval este compatibilă cu tehnologia aplicată nefiind necesară utilizarea morii ( produsul nu trebuie măcinat, fiind suficientă amestecarea cu ajutorul paletelor ) ;
- există câteva opțiuni de accelerare a procesului de amestecare dintre care utilizarea acidului fosforic ( 0,2 % din bitum ) poate aduce reducerea procentului de Elvaloy folosit cât și micșorarea temperaturii la preparare, de la 196°C la 160°C.

Cel puțin până la finalizarea cercetărilor privind noul produs ( care sunt mai complexe în 1999 decât în 1994 datorită existenței de aparatură performantă) făcând o comparație între bitumul modificat cu Elvaloy și cel cu S.B.S. - Carom doctorandul înclină spre primul datorită următorilor factori :

- obținerea unui produs care nu se mai sedimentează ( Elvaloy-ul se dizolvă în bitum ), fapt care elimină cel mai mare inconvenient al bitumurilor modificate cu S.B.S. și anume stabilitatea la stocaj ;
- posibilitatea de depozitare în stare rece pentru un timp îndelungat ;
- posibilitatea de utilizare la prepararea mixturilor asfaltice la aceleași temperaturi ca pentru bitumul clasic ( în cazul bitumurilor cu S.B.S. temperatura de preparare este mai mare cu 15 ... 20 °C ) ;
- așternerea mixturii asfaltice cu Elvaloy la temperaturi standard ( produsul nu se răcește accelerat ) ;
- produsul Elvaloy poate fi menținut pentru o perioadă nedefinită în condiții normale de temperatură și în stare uscată ( S.B.S. - Carom ținut în saci după 1 ... 2 luni se aglomerează ) ;
- deși instalația de modificare Rincheval este corespunzătoare ( dar are un cost de achiziție mare, 300 000 DM), pentru amestecul bitum- Elvaloy este suficient un tanc dotat cu paleți de malaxare, acest lucru micșorând cheltuielile de investiție;
- procentul de modificador este redus ( 1,25 ... 1,75 % ) față de 4 ... 6 % SBS ;
- produsul Elvaloy -AM este compatibil cu bitumul produs de rafinaria Suplacu de Barcău .

Deoarece agrementul tehnic amintit are valabilitate doar până la sfârșitul anului 1999, consider că prin experimentul efectuat am avut posibilitatea verificării calității

produsului folosind echipamente moderne, ținând cont că testele inițiale au fost realizate în 1996 cu mijloace tehnice mai puțin performante.

#### 4.4 ÎMBRĂCĂMINȚI BITUMINOASE PENTRU PODURI FOLOSIND BITUM MODIFICAT CU ELVALOY

Pentru testarea bitumului modificat cu Elvaloy în condițiile înglobării lui într-o mixtură asfaltică am propus A.N.D. realizarea unui sector experimental. Obținând acceptul acesteia, cât și al CESTRIN, de includere în programul anual de testări pe rețeaua de drumuri naționale am avut bucuria ca în august 1999 să utilizăm o astfel de mixtură asfaltică în cadrul lucrărilor de reabilitare poduri de pe teritoriul țării noastre.

În apropierea localității Mihalț (la aproximativ 30 km de Alba - Iulia), firma Freyrom, câștigătoare a lucrării de reabilitare a podului de peste râul Tîrnava Mare ne-a contactat în vederea realizării unei îmbrăcămînți bituminoase care are în componență bitum modificat. Luând în calcul normativul în vigoare [ 20 ], agrementul tehnic menționat anterior cât și testele efectuate la Simeria am propus realizarea unei mixturi asfaltice de tip B.A.E. 16 cu 1,5 % Elvaloy.

Ținând cont de zona climaterică în care este amplasat podul, am folosit un bitum de tip D 60/80. Folosind procedura de modificare, am agitat în tanc timp de 24 de ore amestecul liant - Elvaloy și am menținut apoi temperatura până la începerea preparării mixturii la 195 °C. Rezultatele analizelor de laborator efectuate în baza de producție sunt următoarele :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	BITUM D 60/80	BITUM MODIFICAT CU 1,5 % ELVALOY
1.	Penetrație la 25 °C , 1/10 mm	63,6	60,2
2.	Punct de înmuiere , °C	49,0	55,5
3.	Ductilitate la 5 °C , cm	7,1	-
4.	Ductilitate la 25 °C , cm	> 100	-
5.	Ductilitate la 13 °C , cm	-	25,1
6.	Revenire elastică la 13 °C , %	-	55,3

TABEL 4.8 - caracteristicile obținute pentru bitum modificat cu Elvaloy

Deoarece bitumul modificat cu Elvaloy nu se aseamănă cu bitumul modificat S.B.S., caracteristicile obținute au fost comparate cu cele prezentate de Cestrin în agrementul tehnic. Oricum se observă că în acest caz penetrația la 25 °C scade foarte puțin în comparație cu penetrația de bază ( la bitum cu S.B.S. reducerea era la nivelul a 2 .. 3 zecimi de mm ).

Folosind condițiile de preparare ale unei mixturi asfaltice clasice, împreună cu laboratorul unității am pregătit un dozaj preliminar după cum urmează :

DOZAJ	COMPOZIȚIA GRANULOMETRICĂ						NORMATIV					
	0,09	0,2	0,63	3,15	8	16	0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
Cadru	11,7	15,0	29,1	51,3	70,1	99,4	10...12	14...25	25...40	45...60	60...80	80...100
Realizat în prima zi de turnare	11,7	15,3	26,1	50,9	67,3	98,7						
Realizat în a doua zi de turnare	11,6	14,2	26,2	49,2	66,2	97,0						

Pentru un procent optim de bitum de 5,4 % din masa mixturii asfaltice, am grupat caracteristicile mixturii obținute în cele două zile de preparare astfel :

NR. CRT.	CARACTERISTICA	DOZAJ			NORMATIV
		CADRU	REALIZAT ÎN PRIMA ZI	REALIZAT ÎN A DOUA ZI	
1	Stabilitate la 60 °C , kN	15,5	14,4	16,2	min. 10
2.	Fluaj , mm	3,4	3,2	3,5	2,0 ... 3,5
3.	Densitate aparentă , kg/m <sup>3</sup>	2378	2375	2384	min. 2350
4.	Absorbția de apă , %	0,4	0,9	0,7	max. 1
5.	Volum de goluri , %	0,7	-	-	-

**TABEL 4.9 - caracteristicile obținute pentru B.A.E. 16**

Probe din materialul preparat s-au trimis pentru efectuarea unor analize de laborator complete la CESTRIN. Chiar dacă nu s-a folosit S.B.S., se observă că mixtura asfaltică cu Elvaloy are o stabilitate mare și densitate aparentă corespunzătoare .

Pentru a avea în balanță și modul de comportare în exploatare a materialului este în intenția autorului ca să completeze testele ce se vor realiza la București cu altele pe plăci din îmbrăcămintea podului la 1 ... 2 ani de la darea în circulație sperând astfel să avem toate informațiile necesare aplicării produsului .

De altfel, A.N.D. intenționează să realizeze un sector experimental de drum cu acest tip de mixtură și în acest sens a luat în considerare propunerea doctorandului de a executa pe DN 7 între km 383 - 384 un tronson de probă , în condițiile unui trafic intens, în anul 2000. Împreună cu compartimentul de calitate al unității am întocmit un caiet de sarcini pentru îmbrăcăminți bituminoase cu Elvaloy în care am ținut cont atât de experimentul efectuat în luna iunie 1999 cât și de experiența cumulată în șantier.

Drept consecință, cred că ar trebui obținute următoarele caracteristici pentru B.A.E. 16 :

CURBE DE GRANULOSITATE A AGREGATULUI NATURAL TOTAL					
TRECERI PRIN SITE ȘI CIURURI DE ... mm (%)					
0,09	0,2	0,63	3,15	8	16
8 ... 12	11 ... 25	18 ... 35	30 ... 55	55 ... 78	90 ... 100

**TABEL 4.10 - granulozitatea amestecului de agregate naturale și filer**

- valorile limită pentru : - stabilitate la 60 °C = min. 10 kN ;
- indice de curgere = 3 ... 6 mm ;
- raport S/l = 2 ... 4 kN/mm ;
- densitate aparentă = min. 2350 kg/m<sup>3</sup> ;
- absorbția de apă = 1 ... 5 % ;
- volum de goluri = 3 ... 5 % .

Cel puțin până în acest moment concluziile par să indice că atât bitumul modificat cu Elvaloy cât și mixturile asfaltice care includ acest produs dau rezultate mai bune decât în cazul utilizării S.B.S. . Dacă în timp comportarea acestuia va fi la înălțimea așteptărilor este posibil ca administrația să lărgască aria de răspândire pentru alte sectoare de reabilitare a drumurilor.

Privit din exterior putem afirma fără putință de tăgadă că sectorul rutier este printre puținele sectoare din România în care, după anul 1990, se observă modificări majore și pozitive. Acest lucru se datorează în primul rând faptului că a existat o concepție unitară a specialiștilor din domeniu tradusă în promulgarea acelor programe care au trezit interesul finanțatorilor interni și externi .

Trecând peste animozitățile inerente create din dorința fiecăruia (administrator, proiectant, constructor, consultant ) de a rezista pe o piață atractivă dar dură putem face aprecieri asupra modului în care activitățile contractuale s-au reflectat în realizările ultimilor 10 ani. Fără a avea pretenția că a surprins toate aceste modificări doctorandul dorește să concluzioneze după cum urmează :

#### 4.4. CONCEPȚIA ȘI PROIECTAREA LUCRĂRILOR

Cel puțin în prima fază a lucrărilor de reabilitare (1993 ... 1995) majoritatea proiectelor erau întocmite de către IPTANA București. Având specialiști de renume și beneficiind de o bancă de date complexă institutul în cauză a putut susține mai multe contracte. Lărgirea ariei de acoperire pe teritoriul țării noastre a dus la apariția primelor firme private de proiectare ( IPTANA SEARCH, VIACONS etc .) care au reușit pe lângă atragerea unor "nume" de prestigiu și introducerea mai rapidă a unor tehnici performante. Cel puțin din acest motiv concurența a devenit mai aprigă și totodată mai benefică .

Observațiile care se pot aduce proiectelor de execuție primite sunt următoarele:

- se pune un accent scăzut pe studiile geotehnice iar când acestea se întocmesc diferă față de situația reală din teren ;
- au existat cazuri în care soluțiile alese nu au fost cele mai fericite ( de exemplu utilizarea unei mixturi asfaltice de tip B.A.16 în grosime de 15 ... 30 cm pentru preluare denivelări și aducere la profil ) ;
- există diferențe notabile între proiectul tehnic întocmit și detaliile de execuție ceea ce atrage pe lângă schimbarea soluțiilor originale și costuri suplimentare de producție ;

- s-au proiectat variante provizorii la poduri având structuri rutiere costisitoare de tipul :

- 10 cm strat de formă ;
- 30 cm strat de balast ;
- 22 cm strat de agregate naturale stabilizate cu ciment ;
- 8 cm anrobat bituminos ;
- 4 cm strat de legatură din B.A.D. 25 ;
- 4 cm strat de uzură din B.A. 16 ;

în condițiile în care în cele mai multe cazuri structura rutieră proiectată pe DN 7 a avut maxim 65 cm ;

- au fost situații în care costul unei variante provizorii (exemplu varianta provizorie pentru reabilitarea podului de peste râul Strei, DN 7, km 376 + 836, cu o lungime de 800 m, un pod provizoriu metalic de 105 m deschidere) au depășit costurile de reabilitare a podului existent ;
- s-a ales soluția executării unor șanțuri pentru scurgerea apelor cu adâncimi de peste 2 m, neprotejate, fără ca zona să beneficieze de măsuri de siguranță (s-au înlocuit copacii cu șanțuri adânci , la fel de periculoase ) ;
- executarea acostamentelor din agregate naturale stabilizate cu ciment pe fundație din balast nu reprezintă o soluție optimă datorită apariției unui rost asfalt-beton ce nu se poate trata corespunzător și faptului că din acțiunea traficului acestea se degradează (în etapa a III -a de reabilitare acest lucru a fost rezolvat prin prelungirea stratului de uzură și pe acostamente urmată de un marcaj corespunzător ) ;
- modul de tratare a căii pe pod a fost neunitar ( pe sectorul Deva – Sebeș au fost prevăzute îmbrăcămînți bituminoase când cu asfalt turnat, când cu asfalt etanș, când cu asfalt cu bitum modificat ), fără să existe o rațiune specială în acest sens ;
- în dorința de a reduce costurile contractului s-a renunțat în unele cazuri la executarea unor lucrări absolut necesare ( consolidări , șanțuri protejate etc . ) ;
- s-a aplicat o concepție greșită pentru straturi de egalizare  $E = 0$  în axa drumului acest lucru inducând soluții neperformante ( se impune așternerea manuală a mixturii asfaltice pentru preluarea denivelărilor suprafeței existente ).

Chiar și cu aceste neajunsuri, tratate de altfel la momentul respectiv și la care s-au găsit căi de rezolvare , putem opina că majoritatea problemelor cu care s-a confruntat drumul pe sectorul respectiv au fost rezolvate. Propunerile antreprenorilor de construcții începând cu prima etapă de reabilitări au fost transpuse în practică și anume :

- din etapa a III - a serviciile de proiectare vor fi asigurate de către constructor ( sunt cuprinse în oferta depusă sumele necesare , astfel încât elaborarea detaliilor de execuție se face de către proiectantul ales de antreprenor în ritmul și în ordinea cerută de acesta prin contractul semnat de către părți sub tutela administrației ) ;
- sunt asigurate condițiile de asistență tehnică pe perioada execuției prin deschiderea unor birouri locale de proiectare , astfel încât , constructorul nu mai



- trebuie să aștepte pentru fiecare soluție minoră vizita lunară a proiectantului ;
- prin noua organizare se dă posibilitatea constructorului de a verifica din fază preliminară detaliile de execuție primite , de a le comenta și îmbunătăți ( dacă e cazul, în funcție de tehnologiile pe care le posedă ) împreună cu consultanța, urmând ca ulterior acestea să devină operative ;
  - la elaborarea proiectelor au fost atrase și persoanele cu experiență aparținând secțiilor de drumuri ( șefi de districte de exemplu ), care cunosc traseele și problemele lor caracteristice ;
  - s-a dat o mai mare atenție calculului de dimensionare a structurii rutiere, ținând cont și de efectele negative aduse de războiul din Iugoslavia, care a făcut ca prognoza pentru anul 2000 să fie deja depășită la nivelul anului 1996 .

Cu toate aceste neajunsuri sau îmbunătățiri aduse serviciilor de proiectare putem afirma că există acum suficiente resurse necesare derulării unor activități performante în domeniu .

#### 4.6. SERVICIILE DE CONSULTANȚĂ

Un câștig cert în lucrările de reabilitare îl reprezintă apariția conceptului de consultanță. Întronarea regulilor internaționale de derulare a contractelor ( tehnic, valoric, calitativ ) a impus găsirea unor cadre bine pregătite, deschise la nou și cu putere de muncă. Dacă cel puțin în prima fază acest lucru nu a dat rezultatele așteptate, ulterior situația s-a schimbat. S-au făcut verificări atente pentru personalul cooptat și s-a impus trecerea unor teste atât în cadrul asociațiilor profesionale cât și la inspecțiile teritoriale de control al calității .

De altfel pentru programele din etapa a II – a și a III - a au existat cazuri în care concurența în licitațiile pentru serviciile de consultanță să depășească pe cea de execuție efectivă a lucrărilor. Din experiența acumulată, doctorandul consideră că următoarele îmbunătățiri ar putea fi aduse :

- coordonarea consultanței să fie făcută de un român care să fie sfătuit , cel puțin în prima fază, de un expert în condiții internaționale ( modalitate aplicată cu succes în cadrul antreprenorilor de construcții ) ;
- consultanța să cuprindă în rândul ei personal care are aptitudini și în partea de proiectare, acest lucru îmbunătățind atât soluțiile tehnice propuse cât și posibilitatea aplicării lor în contract ;
- consultanța să participe la acțiuni comune împreună cu personalul constructorului de introducere și aplicare a regulilor FIDIC ;
- prin rolul său să fie cu adevărat a treia parte din contract , cea care mediază relația beneficiar – constructor .

Depășind greutățile inerente oricărui început am remarcat că majoritatea persoanelor juridice achizitoare, ori că sunt la nivel local, ori național au preluat și ulterior dezvoltat, ideea de consultanță și pentru alte lucrări din afara programelor de reabilitare. Acest lucru poate fi considerat un pas înainte în modelarea structurilor interne la un nivel european dorit de toată lumea .



## 4.7. ANTREPRENORII DE CONSTRUCȚII

Nevoite să se adapteze condițiilor de lucru de după 1990, firmele constructoare au fost obligate să își modifice "politica" pentru a rezista pe o piață cu o concurență acerbă. Prin prisma licitațiilor internaționale care au permis unor companii externe puternice să intre pe piața românească, societățile de construcții naționale au fost supuse unor eforturi consistente în următoarele domenii :

- re tehnologizarea tuturor echipamentelor existente, atât prin modernizarea lor cât și prin achiziționarea unor mijloace performante din străinătate ;
- adaptarea regulilor internaționale în cadrul propriilor sisteme de lucru ;
- introducerea și respectarea concepțiilor proprii privind sistemul de asigurare a calității ;
- menținerea unui nivel de personal acceptabil în condiții de viață destul de dificile.

Toate aceste cerințe au putut fi transpuse în fapte doar atunci când ele au fost înțelese de fiecare angajat al întreprinderii și au necesitat în primul rând modificarea unor concepții învechite. S-a ajuns astfel în momentul de față la o selecție de personal în funcție de gradul de pregătire al fiecăruia .

Pentru derularea și eficientizarea activităților de construcție doctorandul consideră că sunt necesare următoarele măsuri :

- formarea unui colectiv puternic numai din specialiști, pe domenii ( tehnic, economic, calitativ ) care să poată întocmi oferte competitive și apoi să administreze contractul conform cerințelor ;
- adoptarea de programe de calcul și urmărire a producției prin utilizarea metodelor clasice de programare în condițiile utilizării calculatoarelor ;
- formarea unui compartiment de calitate puternic și profesionist a cărei menire să fie atât impunerea autocontrolului cât și elaborarea de studii și cercetări pentru noi soluții tehnice ;
- menținerea, în contextul de mai sus, de contracte strânse cu beneficiarul, institutele de cercetări și universitatea în scopul optimizării relațiilor teorie - practică ;
- propunerea de soluții tehnice și tehnologii care să permită punerea în valoare a inițiativelor românești în domeniu ;
- atragerea de personal căruia să i se insuflă dragostea de meserie .

Opțiunile de mai sus sunt pe deplin realizabile dacă există interes în aplicarea lor. Chiar dacă condițiile socio-economice existente la momentul actual nu sunt dintre cele mai strălucite, se pot găsi pârghii de punere în valoare atunci când managementul unui contract este cu adevărat performant .

## 4.8. BENEFICIARUL LUCRĂRILOR

Prin faptul că a reușit să organizeze și să gestioneze programe complexe de lucrări, Administrația Națională a Drumurilor merită toate felicitările. În condițiile unor transformări permanente ale societății românești după revoluție este demn de remarcat că în sectorul nostru de activitate putem vorbi de continuitate. Acest lucru a fost demonstrat prin obținerea de finanțare externă pentru multe din proiectele

demarate , efect al interesului investitorilor străini .

Remarcând faptul că beneficiarul lucrărilor de reabilitare a ieșit în întâmpinarea constructorilor asigurându-le pe lângă investiții interesante și posibilitatea de a propune și aplica propriile soluții de rezolvare a proiectelor, doctorandul propune următoarele amendamente regulilor actual folosite :

- adoptarea unor măsuri de protecție a constructorilor români, care, cel puțin în prima etapă de reabilitări au fost puternic defavorizați (dotare tehnică insuficientă și necorespunzătoare, inexistența unor lucrări similare, sistem învechit de lucru etc. ), prin crearea unei legislații adecvate, așa cum se practică și în alte țări ;
- agrementarea de materiale și produse pentru sectorul rutier să se facă numai după verificarea calității acestora în laborator și în șantier , obiect al execuției unor sectoare experimentale care să fie menținute în observație timpul necesar;
- instituirea unor programe de experimentări ( lucru deja realizat ) venite în întâmpinarea cererii constructorilor de a testa noi tehnologii de lucru ;
- să permită la executarea lucrărilor doar firmele care sunt recunoscute de către asociația profesională ;
- datorită apariției a mai multor instrucțiuni tehnice interne A.N.D. să facă posibilă distribuirea lor ( chiar prin A.P.D.P. ) și la societățile de construcții ;
- să susțină aplicarea legii drumurilor ( Ordonanța 43/98 ) în special în relația cu proprietarii ( de terenuri, de rețele ) existând numeroase cazuri în care pe bani din contractele de reabilitare au fost rezolvate probleme de mutări sau protejări instalații deși acest lucru nu era necesar ;
- să susțină modificări ale standardelor și normativelor în vigoare atunci când ele sunt foarte bine agrementate tehnic și calitativ ;
- să elaboreze prin grija proiectantului caiete de sarcini complete care să preia din experiența internațională dar să fie modelate după posibilitățile interne ;
- să decidă atribuirea contractelor de lucrări după principii ferme ( nu întotdeauna cel mai mic preț ofertat înseamnă că ai câștigat iar calitatea nu se face cu bani puțini ) ;
- să susțină utilizarea de agregate și materiale locale atunci când ele respectă condițiile de calitate impuse ( străinii laudă agregatele noastre de carieră și de balastieră dar nu ezită în a impune importul lor motivând cerințele standardelor americane sau germane ) ;
- să impună și să reglementeze o terminologie adecvată în sectorul rutier .

Sunt convins că multe dintre aceste argumente își vor găsi rezolvarea într-un viitor nu foarte îndepărtat . Ținând cont de flexibilitatea partenerilor de dialog vom regăsi aceste propuneri în practica viitoarelor contracte. Mergând pe ideea că drumul înseamnă civilizație și civilizația aduce progres doctorandul speră că toate acestea să se reflecte cât mai curând la un nivel european și în țara noastră .

## **CAP. 5 CONCLUZII GENERALE, CONTRIBUȚII ORIGINALE , VALORIFICAREA CERCETĂRILOR**

Prin includerea în proiectele de transport rutier de reabilitare a drumurilor europene și ranforsare a drumurilor naționale, sectorul rutier românesc a arătat că este pregătit să facă față cerințelor internaționale, acest lucru însemnând atât măsuri concrete de modernizare și perfecționare a activităților de profil cât și modificarea legislației în acord cu acestea. Beneficiind de o finanțare sigură, grație unei strategii coerente de dezvoltare, programele derulate începând din 1993 confirmă adaptabilitatea specialiștilor din țara noastră la practica europeană.

### **5.1. CONCLUZII GENERALE**

În dorința de a menține patrimoniul rutier existent în bune condiții, concomitent cu adaptarea structurilor rutiere la solicitările unui trafic în continuă creștere, Administrația Națională a Drumurilor a elaborat programe complexe de lucrări de refacere sau reabilitare a rețelei existente. Acest lucru a presupus măsuri concrete privind:

- stabilirea colectivelor de proiectare capabile să întocmească detalii corespunzătoare activităților menționate mai sus;
- asigurarea unor servicii de consultanță specializate care să urmărească și să confirme calitatea, ritmul și conformitatea lucrărilor de construcție;
- alegerea companiilor de construcții care să adopte tehnologii noi și performante în realizarea lucrărilor.

Soluțiile tehnice adoptate au urmărit:

- înlocuirea straturilor rutiere degradate cu straturi noi concomitent cu corectarea elementelor geometrice ale drumului;
- sporirea capacității portante a structurii rutiere existente;
- realizarea dispozitivelor de preluare și drenare a apelor subterane și de suprafață concomitent cu lucrări de refacere sau extindere a podețelor existente;
- construcția benzilor de încadrare și consolidarea acostamentelor;
- ample lucrări de reparație la infrastructura și suprastructura podurilor;
- asigurarea siguranței traficului inclusiv semnalizarea rutieră pe verticală și orizontală corespunzătoare noilor cerințe;
- consolidarea terasamentelor prin lucrări de profil;

- amenajarea drumurilor laterale, acceselor la proprietăți și intersecțiilor cu drumul național în cauză;
- mutări sau protejări ale tuturor instalațiilor care afectează lucrările de drum.

Pentru a obține rezultate corespunzătoare în derularea acestor activități au fost stabilite următoarele măsuri:

- defalcarea lucrărilor pe sectoare de 10 ... 15 km, coordonate de către persoane cu experiență în domeniu;
- însușirea de către tot personalul muncitor a proiectelor de execuție a lucrărilor;
- întocmirea unor programe privind realizarea lucrărilor în ritmul cerut de către beneficiar;
- perfecționarea activității în construcții prin introducerea și aplicarea unor tehnici și tehnologii performante;
- instruirea personalului privind metodele moderne de administrare a lucrărilor;
- agrementarea și utilizarea unor materiale moderne pentru lucrările de drumuri și poduri.

Anvergura lucrărilor de reabilitare a impus modificarea unor concepții privind următoarele activități:

- stabilirea surselor de materiale care să corespundă cerințelor de calitate impuse;
- stabilirea echipamentelor de construcție și a tehnologiilor de execuție;
- stabilirea bazelor de producție și a organizării de șantier;
- stabilirea resurselor umane;
- alegerea programelor de desfășurare a lucrărilor.

Armonizarea sistemului de calitate românesc conform practicii europene a însemnat:

- elaborarea de caiete de sarcini pentru fiecare obiectiv cuprinzând atât instrucțiunile tehnice clasice cât și cerințe speciale ale beneficiarilor provenind din literatura de specialitate sau din experiența proprie;
- modificări ale standardelor românești;
- introducerea unor norme internaționale de testare a materialelor de construcție;
- urmărirea calității lucrărilor prin servicii specializate de consultanță.

Asigurarea unui ritm de lucru corespunzător în condițiile respectării termenului de realizare a contractelor a fost condiționată de folosirea unor soluții moderne, după cum urmează:

- sisteme de eșafodaje și cofraje pentru poduri, ușor de montat și având caracteristici performante;
- materiale speciale pentru realizarea hidroizolațiilor și a rosturilor de dilatație pentru poduri;

- utilizarea materialelor geotextile și a geogrilelor atât pentru dispozitivele de asigurare a scurgerii apelor cât și pentru consolidări de terasamente sau în alcătuirea noii structuri rutiere;
- utilizarea de echipament de construcție și transport de mare productivitate;
- adaptarea fluxurilor tehnologice în vederea optimizării tuturor activităților de producție.

**Eficiența lucrărilor executate a fost determinată prin următoarele măsuri:**

- alegerea unor surse de materiale provenind de la furnizorii care și-au optimizat raportul cantitate – calitate – preț;
- utilizarea de soluții tehnice alternative în realizarea lucrărilor;
- adaptarea tehnologiilor de execuție în funcție de echipamentele de construcție avute la dispoziție;
- mărirea productivității muncii prin măsuri tehnico-economice de eficientizare a tuturor activităților.

**Un rol foarte important în cadrul lucrărilor de reabilitare îl are compartimentul de calitate al unității. Aportul său este determinant în ceea ce privește:**

- determinarea compatibilității materialelor folosite cu cerințele de calitate impuse;
- aplicarea sistemului de asigurare a calității la toate nivelurile de răspundere din cadrul unității;
- stabilirea de dozaje preliminare pentru betoane sau mixturi asfaltice în funcție de rezultatele obținute în laborator;
- efectuarea de teste și încercări cu frecvența cerută prin instrucțiunile tehnice de lucru;
- propunerea de soluții alternative bazate pe execuția unor sectoare experimentale;
- urmărirea calității lucrărilor în perioada de garanție și stabilirea măsurilor de remediere a defecțiunilor atunci când este cazul;
- propunerea de modificare a standardelor în vigoare respectiv a caietelor de sarcini bazată pe experiența acumulată în șantier.

**Continuarea lucrărilor de reabilitare a drumurilor naționale denotă faptul că obiectivele urmărite în primele etape au fost atinse. Chiar dacă au existat și greutăți inerente schimbării legislației, a modului de abordare și derulare a activităților putem concluziona că sectorul rutier se află pe drumul cel bun în vederea armonizării cu realitatea europeană.**

## **5.2. CONTRIBUȚII ORIGINALE**

**Realizarea lucrărilor de reabilitare a DN 7 între Sebeș și Deva a presupus un ansamblu de acțiuni complexe pornind de la faza de ofertare a lucrărilor și până la recepția finală a obiectivului. Prin prisma faptului că a fost implicat în toate etapele**

**de derulare a contractului, doctorandul consideră că și-a adus următoarele**



**contribuții originale:**

- întocmirea unei oferte competitive împreună cu compartimentele de profil ale unității astfel încât beneficiarul lucrării a ales în procesul de licitație varianta oferită de firma noastră;
- amplasarea bazei de producție în Simeria ca urmare a raportului tehnico-economic avantajos comparativ cu alte soluții studiate;
- alegerea unor surse de materiale corespunzătoare împreună cu compartimentul de calitate al unității;
- implementarea unui sistem propriu de asigurare a calității cu responsabilități pentru tot personalul din subordine;
- alcătuirea unor programe de desfășurare a lucrărilor utilizând metode moderne de programare, cu ajutorul calculatorului;
- formarea unei echipe competitive de coordonare și control a activității desfășurate;
- utilizarea unor proceduri noi pentru verificarea calității fiecărei faze de lucru;
- adoptarea de tehnologii de execuție moderne ca urmare a achiziționării de echipamente de construcție performante și a folosirii de materiale noi;
- introducerea și utilizarea regulilor internaționale de contractare în practica de zi cu zi;
- introducerea unor soluții tehnice alternative rezultate din studii de laborator sau din literatura de specialitate.

Obținerea de rezultate optime în toate activitățile enumerate mai sus nu este posibilă fără o implicare afectivă și profesională deosebită, grație unui studiu aprofundat și neprecupețit.

### **5.3. VALORIFICAREA CERCETĂRILOR**

Pornind de la soluțiile clasice adoptate în realizarea lucrărilor, doctorandul a considerat că este necesar să studieze și alte modalități de rezolvare a cerințelor din proiect. Cercetările efectuate de regulă împreună cu compartimentul de calitate al unității au urmărit pe de o parte aspectul economic al activității prin găsirea unor surse compatibile de materiale cât mai apropiate de lucrare, iar pe de altă parte prin aplicarea unor tehnologii noi care să trezească interesul investitorului.

În acest sens, doctorandul a obținut rezultate deosebite privind:

- deschiderea unei balastiere proprii care să producă agregate naturale sortate sau concasate în ritmul și calitatea căutată, la Uroi lângă Simeria;
- utilizarea de agregate concasate de râu în componența mixturilor asfaltice folosite în straturile de bază și de legătură pentru reabilitarea DN 7 Sebeș – Deva;
- folosirea în premieră în România a tehnologiei de preparare a bitumului modificat cu S.B.S. – Carom;



- participarea la elaborarea instrucțiunilor de lucru privind prepararea mixturilor asfaltice cu bitum modificat și așternerea îmbrăcăminților bituminoase din acest tip de material;
- prepararea bitumului modificat cu Elvaloy în condiții industriale și realizarea unui sector experimental de îmbrăcăminte bituminoasă pentru calea pe pod folosind beton asfaltic având în componență bitum modificat cu Elvaloy;
- adoptarea de soluții moderne în tratarea axei drumului.

Doctorandul este convins că și în continuare va avea posibilitatea de a studia și respectiv pune în aplicare tehnologii noi a căror rezultate să permită ulterior folosirea acestora pe scară largă. Singura modalitate de reușită o reprezintă combinarea studiilor și cercetărilor teoretice cu partea practică grație realizării unor sectoare experimentale de lucrări care să stea la baza deciziilor tehnice viitoare.

# BIBLIOGRAFIE

1. ANDREI, R. : Considerații privind dimensionarea structurală a drumurilor prin metode statistico - probabilistice. Alcătuirea și dimensionarea structurilor rutiere. Convolut : Academia Română. Filiala Timișoara. Timișoara, 1991.
2. ANDREI, R. : Tendințe actuale privind îmbunătățirea performanțelor îmbrăcăminților rutiere folosind aditivi modificatori și stabilizatori pentru bitumuri și mixturi . Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a VI-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1999.
3. A.P.D.P. : Îndrumător pentru laboratoarele de drumuri. Ediția a V-a . Editura Inedit, 1998.
4. BELC, F. : Contribuții la studiul și realizarea unor structuri rutiere mixte. Teza de doctorat. Universitatea Tehnică Timișoara. Timișoara, 1993.
5. BOICU, M. : Perspectivele dezvoltării rețelei drumurilor publice în România. Comunicare științifică în cea de-a VIII-a Conferință de Drumuri și Poduri. M.T.T.C. – A.N.D. și A.P.D.P. Cluj – Napoca, 1990.
6. BOICU, M. : Instituțiile financiare internaționale implicate în proiectul de transport rutier românesc. Revista de drumuri și poduri nr. 11 – 12 / 1993.
7. BRULÉ, B. : Les bitumes polymères, notions de base. Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, iulie 1997.
8. BUCȘA, D. : Acțiuni de restructurare a A.N.D. Modernizarea infrastructurii rutiere în România. Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri. Referate și comunicări, Vol. I. Editura Trefla. București, 1998.
9. BUCȘA, D. ; STELEA, L. : Strategia dezvoltării rețelei de drumuri publice din România. A IX-a Conferință Națională de Drumuri și Poduri 6 – 7 octombrie 1994, Neptun. Vol.I Drumuri. A.P.D.P.R. , A.N.D.R. București, 1994.

10. CIORT, V. ; CIORT, M. ; OLARU, D.I. : Bitumuri modificate cu polimer SBS în construcții rutiere. Îmbrăcăminți rutiere moderne. Seminar A.P.D.P. Filiala Transilvania. 11 – 13 aprilie 1995, Cluj – Napoca.
11. COSTESCU, I. ; BELC, F. ; HERMAN, A. : Observații privind dimensionarea structurilor rutiere mixte. Alcătuirea și dimensionarea structurilor rutiere. Convolut : Academia Română, Filiala Timișoara. Timișoara, 1991.
12. COSTESCU, I. ; BELC, F. : Influența calității agregatelor asupra caracteristicilor materialelor stabilizate cu ciment. Seminar A.P.D.P. Filiala Transilvania. 11 – 13 aprilie 1995, Cluj – Napoca.
13. DOROBANȚU, S. : Calitatea la lucrările de drumuri. Revista de drumuri și poduri nr. 28 A.P.D.P.R. și A.N.D.R. București, 1996.
14. DOROBANȚU, S. : Drumuri. Editura Tehnică. București, 1980.
15. DUMITRU, P. ; ANDREI, R. ; OPREA, C. : Considerații privind implementarea specificației SHRP pentru bitumurile rutiere în țara noastră. Îmbrăcăminți rutiere moderne. Seminar A.P.D.P. Filiala Transilvania. 11 – 13 aprilie 1995, Cluj – Napoca.
16. F.I.D.I.C. : Federația Internațională a Inginerilor Consultanți. Condiții de contract pentru construcții de drumuri. Ediția a IV-a, 1987.
17. FODOR, G. : Méthode de dimensionnement à la fatigue de chaussées souples. Rêvue Generale de Routes et des Aerodromes nr. 576, Paris 1981.
18. GIUȘCĂ, D. : Progrese în studiul calității bitumului rutier. Revista de drumuri și poduri nr. 17 – 19 / 1994.
19. ILIESCU, M. : Considerații asupra calculului și dimensionării structurilor rutiere simple. A IX-a Conferință Națională de Drumuri și Poduri – Referate și comunicări. Vol.I, Drumuri A.P.D.P.R. și A.N.D.R. București, 1994.
20. ILIESCU, M. : Preocupări privind utilizarea geosinteticelor la încetinirea procesului de fisurare a îmbrăcăminților rutiere. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a IV-a Academia Română.

21. IPTANA – S.A. : București. Proiect tehnic „Reabilitare DN 7 Deva – Lipova, 1993”.
22. IPTANA – S.A. : București. Proiect tehnic „Reabilitare DN 7 Deva – Sebeș, 1994”.
23. IZDRĂILĂ – GHIHOR, A. : Aparatură modernă folosită în încercările de laborator asupra mixturilor asfaltice. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a V-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton.Timișoara, 1997.
24. JEUFFROY, G. ; SAUTEREY, R. : Cours de routes. Dimensionnement des chaussées. École Nationale des Ponts et Chaussées. Paris, 1994.
25. LUCACI, G. ; HERMAN A. : Gestiunea drumurilor, factor determinant în asigurarea viabilității acestora. Infrastructuri eficiente pentru transporturile terestre. Simpozion Zilele Academice Timișene.Ediția a VI-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1997.
26. LUCACI, G. : Soluții noi, eficiente pentru realizarea structurilor rutiere. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a IV - a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1995.
27. LUCACI, G. : Tehnologii moderne pentru realizarea structurilor rutiere . Îmbrăcăminți rutiere moderne. Seminar A.P.D.P. Filiala Transilvania. 11 – 13 aprilie 1995, Cluj – Napoca.
28. MIHART, S. : Drumul Național nr.7 – sector Arad – Nădlac a fost reabilitat . Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a V-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1997.
29. MITROFAN, M. : Folosirea bitumului modificat cu CAROM în cadrul „Reabilitării DN 7 Sebeș - Deva. Zilele Academice Timișene Ediția a V-a. Editura Mirton. Timișoara, 1997.
30. MITROFAN, M. : Soluții tehnice și organizatorice la „Reabilitarea DN 7 Sebeș – Deva”. Revista de drumuri și poduri nr. 41 / 1998.

31. MITROFAN, M. : Rolul investigațiilor rutiere în reabilitarea drumurilor. Simpozion „Prezent și viitor în reabilitarea drumurilor și podurilor” – Asociația profesională de drumuri și poduri. Deva, 1998.
32. NICOARĂ, L. : Construcția drumurilor, vol. 1 - 2. Institutul Politehnic „Traian Vuia” Timișoara, 1973.
33. NICOARĂ, L. : Curs de drumuri, vol. 3 - 5. Institutul Politehnic „Traian Vuia” Timișoara, 1975.
34. NICOARĂ, L. ; MUNTEANU, V. ; IONESCU, N. : Întreținerea și exploatarea drumurilor. Editura Tehnică. București, 1979.
35. NICOARĂ, L. ; BILȚIU, A. : Îmbrăcămînți rutiere moderne. Editura Tehnică. București, 1983.
36. NICOARĂ, L. și colectiv : Îndrumător pentru laboratoarele de drumuri. Editura Trefla. București, 1992.
37. NICOARĂ, L. : Terminologie rutieră. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a V-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1997.
38. PAVELESCU, E. : Reabilitarea și dezvoltarea infrastructurii rutiere din România. Revista de drumuri și poduri nr. 4 / 1992.
39. PAVELESCU, E. : Premise de dezvoltare a rețelei rutiere. Revista de drumuri și poduri nr. 5 / 1992.
40. POPESCU, N. : Bitum modificat cu polimeri pentru îmbrăcămînți rutiere. Revista de drumuri și poduri nr. 23 / 1995.
41. POPESCU, N. ; BOICU, M. : Unele considerații privind utilizarea bitumului modificat la execuția îmbrăcămînților bituminoase. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a IV-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1995.
42. ROMANESCU, C. ; STELEA, L. : Tehnologii performante utilizate la execuția lucrărilor de reabilitare a drumurilor naționale. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a VI-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1999.



43. STELEA, L. : Concepții moderne în domeniul reabilitării drumurilor și a lucrărilor de artă. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a V-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1997.
44. VLAD, N. ; ZAROJANU, H. ; BOBOC, V. : Cercetări pentru realizarea unor structuri rutiere eficiente prin încercarea accelerată cu sarcina pe roată a unui vehicul etalon. Simpozion Zilele Academice Timișene. Ediția a VI-a Academia Română. Filiala Timișoara. Editura Mirton. Timișoara, 1999.
45. VLAD, N. : Asupra conductivității termice a îmbrăcămintilor rutiere. Îmbrăcăminți rutiere moderne. Seminar A.P.D.P. Filiala Transilvania. 11 – 13 aprilie 1995, Cluj – Napoca.
46. ZAROJANU, H. ; VLAD, N. : Cuantificarea impactului drumului asupra mediului înconjurător . Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri. Referate și comunicări. Vol. I. Editura Trefla. București, 1998.
47. ZAROJANU, H. : Drumuri. Suprastructura. Ediția Institutul Politehnic Gheorghe Asachi, Iași, 1991.
48. xxx : Agregate naturale și piatră prelucrată pentru drumuri. Condiții tehnice generale de calitate. Institutul Român de Standardizare – 667 / 97.
49. xxx : Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminți bituminoase cilindrate executate la cald. Institutul Român de Standardizare – 174 / 97.
50. xxx : Straturi de bază din mixturi bituminoase cilindrate executate la cald. Condiții tehnice generale de calitate. Institutul Român de Standardizare – 7970 / 76.
51. xxx : Elvaloy, AM. Modificator etilen copolimer pentru bitumuri rutiere. Acord tehnic 005 – 07 / 006 – 1996. Comisia de acord tehnic în construcții.
52. xxx : Normativ privind execuția la cald a îmbrăcămintilor bituminoase pentru calea pe pod. București, A.N.D. 546 – 99.
53. xxx : Principles of construction of hot – mix asphalt pavements. Asphalt Institute Manual Series nr. 22 / 1983.

54. xxx : Colecția Revistei de drumuri și poduri, 1991 – 2000.
55. xxx : Colecția Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées, 1996 – 1998.