

**Universitatea "POLITEHNICA" din Timișoara  
Facultatea de Construcții și Arhitectură**

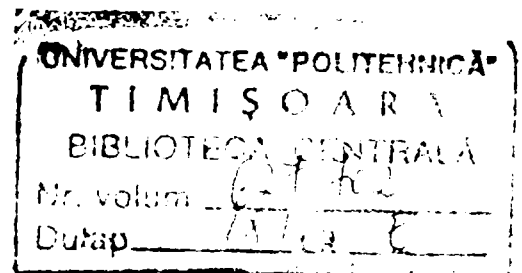
**ing. Liviu Emilian Dâmboiu**

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**Contribuții la studiul comportării în exploatare a  
drumurilor din D.R.D.P. Timișoara**

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

**Conducător științific  
Prof. dr. ing. Laurențiu Nicoară  
Membru al Academiei de Științe  
Tehnice din România**



**T I M I Ș O A R A  
2 0 0 0**

# CUPRINS

<b>PREFAȚĂ.....</b>	<b>5</b>
<b>Cap. 1. ANALIZA EVOLUȚIEI STĂRII TEHNICE A DRUMURILOR DIN D.R.D.P. TIMIȘOARA.....</b>	<b>7</b>
1.1. Introducere.....	7
1.2. Situația drumurilor din România.....	8
1.3. Situația drumurilor din România în contextul european.....	12
1.4. Evoluția stării de viabilitate a drumurilor din cadrul D.R.D.P. Timișoara.....	16
1.5. Factorii care influențează viabilitatea drumurilor.....	24
1.6. Evoluția traficului pe rețeaua de drumuri naționale din cadrul D.R.D.P. Timișoara.....	27
1.7. Principalele soluții tehnice aplicate pentru construirea și întreținerea drumurilor din D.R.D.P. Timișoara în perioada 1951...1990.....	37
<b>Cap. 2. TEHNOLOGII APLICATE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA STĂRII TEHNICE A DRUMURILOR.....</b>	<b>39</b>
2.1. Introducere .....	40
2.2. Reciclarea mixturilor asfaltice „in situ” la cald	
2.2.1. Cercetări de laborator în vederea elaborării dozajelor.....	41
2.2.2. Tehnologia de obținere a mixturii asfaltice reciclate „in situ” și punerea în operă cu ajutorul instalației ART 200.....	50
2.2.3. Sectoare de drumuri naționale executate în cadrul D.R.D.P. Timișoara.....	52
2.2.4. Concluzii.....	56
2.3. Reciclarea mixturilor asfaltice "in situ" la rece.....	61
2.3.1. Determinări preliminare.....	63
2.3.2. Tipuri de mixturi asfaltice reciclate și materialelor adăugate.....	65
2.3.3. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice reciclate.....	65
2.3.4. Procesul tehnologic de reciclare și punere în operă a mixturilor asfaltice reciclate „in situ” la rece.....	68
2.3.5. Sectoare de drumuri naționale executate în cadrul D.R.D.P. Timișoara.....	68
2.3.6. Dozaje.....	69
2.3.7. Concluzii și recomandări.....	75
2.4. Covoare asfaltice subțiri realizate la rece din mortar asfaltic.....	76
2.4.1. Compoziția mixturii asfaltice.....	76

2.4.2. Sectoare realizate cu covoare asfaltice subțiri din mortar asfaltic.....	77
2.4.3. Procesul tehnologic de realizare a covoarelor asfaltice subțiri.....	79
2.4.4. Studii de laborator privind caracteristicile mortarului asfaltic utilizat pentru realizarea la rece a covoarelor asfaltice.....	81
2.4.5. Concluzii.....	88

**Cap. 3. ASPECTE FUNDAMENTALE PRIVIND REABILITAREA  
UNOR DRUMURI CU TRAFIC INTENS. SOLUȚII  
APLICATE PENTRU RANFORSAREA STRUCTURILOR  
RUTIERE EXISTENTE.....**

3.1. Conceptul de reabilitare a drumurilor.....	90
3.1.1. Definirea conceptului de reabilitare a drumurilor.....	91
3.2. Strategia de reabilitare a drumurilor în România.....	93
3.2.1. Strategia pe termen scurt (1992...1995).....	94
3.2.2. Strategia pe termen mediu (1996...2000).....	95
3.2.3. Strategia pe termen lung (2001...2006).....	96
3.3. Programul de reabilitare a drumurilor naționale din cadrul DRDP Timișoara.....	97
3.3.1. Etapa I de reabilitare a drumurilor naționale.....	97
3.3.2. Etapele a II-a și a III-a de reabilitare a drumurilor naționale.....	99
3.4. Metodologia de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare pe baza măsurătorilor cu DYNATEST 8000 FWD.....	99
3.4.1. Generalități.....	99
3.4.2. Măsurarea bazinelor de deflexiune și a grosimilor straturilor rutiere.....	101
3.4.3. Evaluarea modulelor de elasticitate ai terenului de fundare și ai straturilor rutiere.....	101
3.4.4. Principii de bază și criterii de dimensionare a stratului de ranforsare.....	103
3.4.5. Analiza structurală a complexelor rutiere ranforsate.....	105
3.4.6. Concluzii.....	106
3.5. Aspecte principale privind reabilitarea DN7 Sebeș - Deva.....	107
3.5.1. Situația existentă înaintea reabilitării - considerații.....	107
3.5.2. Soluții proiectate pentru reabilitare.....	108
3.5.3. Sector experimental realizat pe DN7 Sebeș – Deva.....	111
3.5.3.1. Caracteristici tehnice ale polimerului reactiv ELVALOY.....	111
3.5.3.2. Procesul tehnologic.....	113
3.5.3.3. Controlul vitezei de reacție.....	114
3.6. Reabilitarea DN7 Deva – Nădlac.....	115
3.6.1. Soluții proiectate pentru reabilitare.....	117
3.6.2. Considerații privind execuția principalelor lucrări.....	119
3.6.3. Sectoare experimentale realizate pe DN7 Deva - Nădlac.....	121
3.6.3.1. Sector experimental realizat din mixturi asfaltice realizate cu bitum cu adaos de fibre (MBSF).....	121

3.6.3.2. Materiale utilizate.....	123
3.6.3.3. Proiectarea dozajelor pentru mixturile asfaltice tip M.B.S.F....	124
3.6.3.4. Aplicarea dozajelor la preparare și punerea în operă.....	124
3.6.3.5. Sector experimental realizat din mixturi asfaltice cu aditiv Vestoplast S pe D.N.7 km 585+000-590+000.....	126
3.6.3.6. Utilizarea produsului VESTOPLAST S la prepararea betonului asfaltic B.A. 16 pentru stratul de uzură.....	128
3.6.3.7. Comparație între mixturile asfaltice realizate fără utilizarea adaosurilor modificatoare și cele cu VESTOPLAST S.....	130
3.7. Reabilitarea DN 69 Timișoara – Arad și DN 59 Timișoara – Moravița.....	131
3.7.1. Generalități.....	131
3.7.2. Soluții tehnice aplicate.....	131
3.7.3. Urmărirea execuției lucrărilor.....	134
3.7.4. Studiul defecțiunilor caracteristice. Făgașe.....	135
3.7.4.1. Cauze care determină apariția făgașelor.....	136
3.7.4.2. Analiza unora dintre cauzele care determină apariția făgașelor.....	137
3.7.4.3. Aspecte privind prevenirea și remedierea făgașelor.....	138
3.7.4.4. Remedierea făgașelor.....	140
3.7.4.5. Concluzii.....	141
3.7.5. Sectoare experimentale executate pe DN 69 Timișoara - Arad....	141
3.7.5.1. Influența polimerului S.B.S. asupra vâscozității bitumului.....	142
3.7.5.2. Influența polimerului S.B.S. asupra punctului de înmuiere și penetrației bitumului.....	142
3.7.5.3. Influența polimerului S.B.S. asupra punctului de rupere Fraass.....	142
3.7.5.4. Influența polimerului S.B.S. asupra ductilității bitumului.....	142
3.7.5.5. Caracteristici tehnice CAROM TL 30. Bloc copolimer stiren- butadienic linear cu 30 % stiren. Descriere.....	143
3.8. Reabilitarea pistei de decolare – aterizare a Aeroportului Internațional Arad.....	146
3.8.1. Generalități.....	146
3.8.2. Condiții tehnice.....	147
3.8.3. Caracteristici calitative ale pistei.....	150
3.9. Observații și concluzii.....	151

<b>Cap. 4. CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. VALORIFICAREA CERCETĂRILOR UTILIZATE, PROPUNERI.....</b>	<b>152</b>
--	------------

<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>155</b>
--------------------------	------------

## PREFAȚĂ

*În România, marea majoritate din lungimea rețelei de drum modernizate este executată cu îmbrăcăminți bituminoase, motiv pentru care și studiile de cercetare în domeniul rutier au fost orientate spre găsirea unor soluții moderne de proiectare și realizare a unor structuri rutiere performante care să asigure o stare de viabilitate cât mai bună în condițiile creșterii accentuate a traficului mai ales în ultimii 10 ani și în special a traficului greu.*

*Studiile și cercetările s-au axat pe obținerea de mixturi asfaltice performante prin îmbunătățirea calității bitumului, utilizarea unei game mult mai mari de agregate și implementarea de tehnologii performante.*

*În contextul acestei preocupări se înscrie și efortul prezentei Teze de doctorat, în care autorul a căutat să își aducă modesta contribuție la studiul și posibilitatea realizării unor tehnologii performante precum și la implementarea acestora în tehnica rutieră din țara noastră.*

*Teza de doctorat cuprinde 4 capitole întinse pe 167 pagini în care sunt incluse 73 figuri, 79 tabele precum și 6 formule.*

*Autorul își exprimă mulțumirile și recunoștința sa față de conducătorul științific, domnul Prof. dr. ing. Laurențiu Nicoară, care, cu înaltă competență, mare perseverență și exigență, l-a îndrumat în activitatea de cercetare și elaborare a Tezei de doctorat.*

*Cu deosebită considerație, autorul aduce mulțumirile sale domnilor profesori universitari Horia Zarojanu, Mihai Iliescu și Gheorghe Lucaci - referenți științifici oficiali, care, cu multă bunăvoință au analizat conținutul Tezei de doctorat și care au oferit cu multă generozitate prețioase sfaturi și îndemnuri pentru finalizarea acesteia.*

*Cu deosebit respect, autorul își exprimă sentimentele sale de recunoștință față de conducerea Administrației Naționale a Drumurilor, domnului Director General Dănilă Bucșa pentru sprijinul permanent ce i l-a acordat în întreaga activitate profesională.*

*De asemenea, autorul își exprimă recunoștința sa față de conducerea Universității "Politehnica" din Timișoara, Facultatea de Construcții și Arhitectură, precum și Departamentului de Inginerie Geotehnică și Căi de Comunicații Terestre, INCETRANS și CESTRIN București precum și colaboratorilor din cadrul D.R.D.P. Timișoara, care l-au sprijinit în realizarea unor studii și cercetări în vederea elaborării Tezei de doctorat.*

*Adresez mulțumiri antreprenorilor care au lucrat pe sectoarele de drum reabilitate și care m-au sprijinit pentru implementarea studiilor și cercetărilor făcute, în sectoare experimentale.*

*Mulțumesc de asemenea antreprenorilor care m-au sprijinit în implementarea în cadrul D.R.D.P. Timișoara a unor noi tehnologii performante, de mare productivitate, de îmbunătățire a stării de viabilitate a îmbrăcăminților bituminoase.*

*Cu toată dragostea, mulțumesc familiei, care a fost tot timpul lângă mine și m-a înțeles.*

*Tuturor sincere mulțumiri*

*Autorul*

# Cap. 1 ANALIZA EVOLUȚIEI STĂRII TEHNICE A DRUMURILOR DIN D.R.D.P. TIMIȘOARA

## 1.1. Introducere

Dintre primele drumuri din țara noastră de care istoria amintește sunt și cele din Banat. În secolul I al erei noastre se menționează drumul militar construit pe malul drept al Dunării de împăratul roman Tiberiu până în dreptul localității Dierna (Orșova), executarea primului pod peste Dunăre de către Apolodor din Damasc și realizarea legăturii cu Tibiscum (Caransebeșul de astăzi) și Sarmisegetuza.

Tot în acea perioadă se menționează drumul de legătură dintre Sarmisegetuza și Drobeta prin Valea Jiului și pasul Vulcan.

În evul mediu se remarcă creșterea importanței drumurilor, determinată de disputele militare, de construirea cetăților din Banat și necesitatea unor legături lesnicioase între acestea.

În secolul XIV orașul Timișoara este capitala Ungariei. De aici pornește regele Carol Robert prin Caransebeș pe drumul roman expediția sa împotriva voievodului Basarab, terminată la Posada.

În 1514 cetatea Timișoara este împresurată de Gheorghe Doja, cu armata sa care a străbătut drumul dintre cetățile Seghedin – Nădlac – Șiria – Șoimoș – Lipova – Timișoara.

Pentru împresurarea și cucerirea puternicei cetăți a Timișoarei (anul 1552) oștile turcești trec Dunărea la Petrovaradin (Novisad) și parcurg drumul spre Timișoara prin Jebel. De asemenea alte armate turcești parcurg drumul Lipova Timișoara și Becicherec – Timișoara.

În perioada de 164 ani a stăpânirii turcești asupra Banatului, se menționează următoarele localități din zona noastră care în mod firesc trebuiau să aibă legături rutiere :

- Timișoara – Becicherec – Sânicolau – Cenad;
- Timișoara – Ciacova și în continuare spre Vârșeț – Pancevo – Belgrad;
- Timișoara – Lipova – Arad;
- Drumul Mureșului (Nădlac – Ciala – Arad – Lipova – Deva) cu ramificații spre Ineu, Vârșand, Șiria, Brad, Hunedoara, Hațeg;
- Timișoara – Lugoj – Caransebeș – Mehadia – Orșova cu ramificații spre Făget, Hațeg, Herculan.

În anul 1716 se produce recucerirea Timișoarei de către armatele imperiale, iar în documentul încheiat cu ocazia capitulării garnizoanei de 18 000 soldați, se menționează că aceștia trebuiau să se retragă pe drumul cel mai scurt la Belgrad indicându-se următoarea rută: Timișoara – Jebel (Schebel) – Alibunar – Pancevo – Belgrad.

După înlăturarea jugului otoman, Banatul ajunge sub stăpânirea imperială care dăinuiește până la sfârșitul primului război mondial.

Pe lângă caracterul esențial militar pe care îl aveau drumurile până atunci, acestea devin și un mijloc important pentru realizarea schimburilor comerciale în plină dezvoltare în această perioadă de trecere spre capitalism.

În perioada apartenenței la imperiul Austro-Ungar necesitățile mereu crescânde de comunicare între localități determină apariția de drumuri pietruite, poduri peste cursurile de ape a căror viață s-a prelungit chiar până în zilele noastre, precum și primele organizații care se ocupă cu administrarea drumurilor, sarcină care până atunci revenea în special armatei.

Evenimentul pietruirii drumului Timișoara – Săcălaz spre exemplu este eternizat în anul 1830 prin ridicarea în Mehala a unui obelisc cu inscripția: „ În anul întâi al lui Ferdinand V, acest drum impracticabil s-a adus în rând ..., iubire țării, cinste omului, călătorului binecuvântare și pace”.

## 1.2. Situația drumurilor din România

Anul 1919 consfințește realizarea dorinței de veacuri a neamului românesc, unirea tuturor românilor într-o singură țară, crearea statului național român modern.

Starea drumurilor din acea perioadă era foarte rea, iar circulația autovehiculelor se amplificase. Cu toate că starea drumurilor cerea grabnice îmbunătățiri, măsurile au întârziat să apară, datorită faptului că modificarea legislației din sectorul drumurilor nu se făcuse încă. Pe teritoriul țării se aplicau diferite legi, în funcție de ținut. În anul 1929 are loc modificarea legilor care se aplicau în sectorul rutier în România, prin apariția unei noi legi a drumurilor. Situația drumurilor în anul 1929 se prezenta astfel (tabelul 1.1):

*Tabelul 1.1*

Categoría drumurilor	Total (km)	Din care, km:		
		pietruite	terasamente	naturale
Drumuri naționale	11 479	10 944	300	235
Drumuri județene	12 298	11 068	367	863
Drumuri vicinale	31 662	19 706	4 160	7 796
Drumuri comunale	42 793	15 533	4 256	23 004
<b>TOTAL</b>	<b>98 232</b>	<b>57 251</b>	<b>9 083</b>	<b>31 898</b>

Și în România se trece la modernizarea drumurilor, reușindu-se până în 1938 să se realizeze modernizarea a circa 1000 km de drumuri naționale. Se fac programe ambițioase, se concentrează lungimi apreciabile de drumuri naționale care să se modernizeze (circa 4750 km) cu diferite tipuri de îmbrăcăminti (beton de ciment vibrat, beton asfaltic și pavele de piatră) prin constructori români și străini. Starea precară a economiei românești după criza din 1938 care a afectat puternic și țara noastră, precum și declanșarea celui de al doilea război mondial, a făcut ca până în 1944 să se modernizeze numai 86 km de drumuri naționale.



Trebuie precizat că unele dintre îmbrăcămințile rutiere (bituminoase sau din beton de ciment) executate înainte de al doilea război mondial s-au prezentat bine în exploatare până în anii 1960...1970. Unele sectoare de drum din beton de ciment sau cu pavaje de piatră sunt în exploatare și în prezent.

După al doilea război mondial rețeaua rutieră din țara noastră a fost puternic afectată de distrugerile războiului. Pe rețeaua de drumuri naționale erau distruse peste 200 poduri cu o lungime de peste 11 000 m.

Situația drumurilor după terminarea războiului, la finele anului 1944 se prezenta astfel (tabelul 1.2)

Tabelul 1.2

Categoria drumurilor	Lungimea [km]	Din care drumuri:		
		modernizate [km]	pietruite [km]	de pământ [km]
Drumuri naționale	11 960	1 460 *	9 100	1 400
Drumuri locale	54 540	45	20 500	25 995
Total rețea	66 500	1 505	37 600	27 395
Total, în %	100	2,3	56,5	41,2

\*) (1.182 km erau drumuri cu îmbrăcăminți permanente (definitive), iar 278 km erau cu îmbrăcăminți semipermanente). Din totalul de 66 500 km drumuri publice, numai 2,3 % erau drumuri modernizate și aproape jumătate din totalul drumurilor erau din pământ.

Dezvoltarea economico-socială a țării a impus modernizarea întregii rețele de comunicații a țării, implicit și a celei de drumuri. Pe parcursul anilor s-a mărit lungimea rețelei de drumuri naționale prin preluarea în administrare a unor trasee din rețeaua locală care prezentau în acele condiții interes economic, social, turistic.

Dinamica modernizării drumurilor publice din România în perioada anilor 1944...1999 se prezintă astfel (tabelul 1.3):

Tabelul 1.3

Nr. crt.	Anul	Dinamica modernizării drumurilor publice		
		Drumuri naționale [km]	Drumuri locale [km]	Total drumuri modernizate [km]
0	1	2	3	4
1	1944	1 480	45	1 525
2	1953	2 929	46	2 975
3	1965	6 867	1 720	8 587
4	1977	10 942	2 798	13 740
5	1980	14 096	18 709	32 805
6	1985	14 327	21 398	35 725
7	1990	14 420	22 478	36 898
8	1999	14 481	23 955	38 436

Din aceste date prezentate reiese că în perioada 1977...1980 s-au modernizat circa 4 900 km, deci o medie de cca 1 200 km/an. Dacă s-ar fi menținut acel ritm și situația stării de viabilitate a drumurilor din țara noastră ar fi fost cu totul alta.

**Situația drumurilor publice din România la data de 01.01.1980**

*Tabelul 1.4*

Categoria drumurilor	Total (km)	Modernizate		Pietruite		Pământ	
		[km]	(%)	[km]	(%)	[km]	(%)
Total drumuri publice	73 351	32 805	45	29 705	40	10 841	15
Drumuri de interes republican:	14 679	14 096	96	563	3,9	20	0,1
•autostrăzi	96	96	100	–	–	–	–
•drumuri naționale	14 583	14 000	96	563	3,9	20	0,1
Drumuri de interes local:	58 672	18 709	32	29 142	50	10 821	10
•județene	26 587	15 450	58	9 581	36	1 556	6
•comunale	32 085	3 259	10	19 561	61	9 265	29

Lungimea totală a drumurilor naționale este de 14.583 km, de circa 20 % din lungimea drumurilor publice, exclusiv străzile. Cu toate acestea pe rețeaua drumurilor naționale se desfășoară circa 65 % din totalul traficului rutier. Este de reținut faptul că circa 74 % (10705 km) din rețeaua drumurilor naționale au durată de exploatare depășită, prezentând o stare necorespunzătoare.

Din totalul rețelei de drumuri publice a României, 68,2 % (10 022 km) sunt categorisite ca drumuri principale, din care 4672 km (31,8 %) reprezintă rețeaua drumurilor europene. De asemenea pe rețeaua de drumuri naționale există peste 400 intersecții la nivel cu calea ferată, producându-se astfel zilnic circa 29000 de închideri zilnice de barieră, care totalizează peste 4.800 ore staționare/zi. Aceste staționări conduc în final la consumuri suplimentare de carburanți și lubrifianți evaluate la circa 100000 tcc/an.

Rețeaua drumurilor locale (județene și comunale) este de 58176 km, din care peste 70 % au durată de exploatare depășită.

Procentele mari de drumuri cu durată de exploatare expirată atestă starea de viabilitate necorespunzătoare pe rețeaua de drumuri din țara noastră.

**Situația drumurilor publice din România la data de 01.01.1985**

*Tabelul 1.5*

Categoria drumurilor	Lungimea totală [km]	Modernizate		Pietruite		Din pământ	
		[km]	[ %]	[km]	[ %]	[km]	[ %]
Drumuri naționale	14 666	14 327	97,7	333	2,3	–	–
Drumuri județene	26 967	17 301	64,2	8 346	31,0	1 320	4,8
Drumuri comunale	31 166	4 097	13,2	19 189	61,6	7 880	85,2
Total general	72 799	35 727	–	27 874	–	9 200	–

Dacă în ceea ce privește drumurile naționale în anul 1990, 98,2 % din rețea era modernizată, rețeaua de drumuri locale era numai în procent de 38,7 % modernizată, din care drumurile județene în procent de 66,3 %, iar drumurile comunale în procent de 14,8 %.

**Situația drumurilor publice din România la data de 01.01.1990**

*Tabelul 1.6*

Categoria drumurilor	Lungime totală (km)	Din care:					
		Cu îmbrăcămînți moderne		Fără îmbrăcămînți		Neamenajate	
		[km]	( %)	[km]	( %)	[km]	( %)
Total drumuri publice	72818	36898	50,7	27315	37,5	8608	11,8
Drumuri de interes republican:	14683	14420	98,2	263	1,8	–	–
•autostrăzi	113	113	100,0	–	–	–	–
•drumuri naționale	14570	14307	98,2	263	1,8	–	–
Drumuri de interes local:	58133	22213	38,7	27052	46,5	6603	14,8
•județene	26967	17770	66,3	7947	29,5	1150	4,2
•comunale	31166	4608	14,8	19105	61,3	7468	28,9

În anul 1999 situația rețelei de drumuri publice din punct de vedere al modernizării ei se prezenta astfel (tabelul 1.7):

**Structura și starea tehnică a rețelei de drumuri din România  
la data de 01.01.1999**

*Tabelul 1.7*

Nr. crt.	Specificația	Total [km]	din care:								Drumuri cu durata de exploatare expirată			
			Drumuri modernizate		Drumuri cu îmbrăcămînți bituminoase ușoare		Drumuri pietruite		Drumuri de pământ		Total (din coloanele 3+5)		Modernizate (din coloana 3)	
			km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Total drumuri	73161	17814	24,4	20784	28,4	25645	35,0	8918	12,2	27571	71,4	11010	61,8
1.1.	Drumuri naționale, din care:	14683	13323	90,7	1164	8,0	196	1,3	0	0	9766	67,4	8618	64,7
	Autostrăzi	113	113	100	0	0	0	0	0	0	60	60,0	60	60,0
	Restul drumurilor naționale	14570	13210	90,7	1164	8,0	196	1,3	0	0	9706	60,0	7958	60,2
1.2.	Drumuri locale, din care	58478	4491	7,7	19620	33,6	25449	43,5	8919	15,2	9706	67,5	2392	53,2
	Drumuri județene	27493	3537	12,9	15091	54,9	7546	27,5	1301	4,7	17805	75,0	1937	54,7
	Drumuri comunale	30945	954	3,0	4529	14,6	17785	57,8	7617	24,6	14038	68,7	455	47,7

Reiese faptul că și după 1990 situația nu s-a îmbunătățit spectaculos pe linia creșterii lungimii de rețea modernizată. aceasta datorită problemelor economice dificile prin care trece țara și care au condus la orientarea politici rutiere de menținere în stare de exploatare a celei existente prin lucrări de întreținere curentă și în special tratamente bituminoase.

### 1.3. Situația drumurilor din România în contextul european

Din punct de vedere al lungimii rețelei rutiere cu 153 358 km drumuri publice la 31.12.1997, țara noastră se situează pe locul 9 în Europa. Din punct de vedere al suprafeței ne situăm pe locul 11, iar din punct de vedere al populației pe locul 8. dacă ne referim la produsul național brut (\$) ocupăm locul 28, făcând abstracție de grupul "alte țări". Din punct de vedere al numărului de autoturisme locul 15 iar din punct de vedere al parcului auto locul 17.

În ceea ce privește lungimea autostrăzilor cu cei 113 km, din cele 30 țări nominalizate ocupăm locul 28 depășind doar Luxemburgul cu 90 km și Estonia cu 65 km.

Din punct de vedere al lungimii rețelei rutiere totale ne situăm pe locul 9 între toate țările europene cuprinse în situație (tabelul 1.8)

Sintetic, situația comparativă a rețelei de drumuri la 01.01.1998 se prezenta astfel:

**SITUAȚIA COMPARATIVĂ**  
**cu rețelele de drumuri din țările europene la data de 31.12.1997**  
**(conform datelor din revista AUTOSTRADÉ nr. 1/1999)**

*Tabelul 1.8*

ȚARĂ	SUPRAFAȚĂ ( mii km pătrați)	POPULAȚIA ( mii loc )	PRODUS NAȚIONAL BRUT/ LOC. ( \$ )	PARCUL AUTO			LUNGIMEA REȚELEI RUTIERE				
				AUTOTURISME (mii autoveh)	AUTOCAMIOANE (mii autoveh)	TOTAL PARC AUTO (mii autoveh)	AUTOSTRĂZI (km)	DRUMURI PRINCIPALE (km)	DRUMURI SECUNDARE (km)	DRUMURI LOCALE (km)	TOTAL DRUMURI (km)
Austria	83,9	8046	26890	3691	317	4008	1613	9668	19780	98000	129061
Belgia	30,5	10130	24710	4307	501	4808	1674	12600	1326	128900	144500
Danemarca	43,1	5251	29890	1744	349	2093	831	3690	7090	60000	71611
Finlanda	338,1	5098	20580	1943	286	2229	444	12338	29073	35939	77794
Franța	544,0	58020	24990	25500	5255	30755	9214	24000	361200	579800	974214
Germania	356,9	81817	27510	41045	3745	44790	11260	41600	75800	505000	633660
Grecia	132,0	10259	8210	2230	868	3098	450	9100	31300	75900	116750
Irlanda	70,3	3526	14710	1061	160	1221	90	5270	10700	76600	92660
Italia	301,3	57381	18580	30600	2916	33516	6444	45484	114442	141666	308036
Luxemburg	2,6	385	41210	230	28	258	118	830	1897	2316	5161
Olanda	41,5	15424	24000	5740	681	6421	2207	2120	8580	114000	126907
Portugalia	91,2	9860	9740	2750	931	3681	728	9032	58990	46830	115580
Reg.Unit	244,1	58325	18700	25548	3249	28797	3355	15400	38770	494400	551925
Spania	498,5	38748	13580	14754	3200	17954	6651	23131	138969	175000	343751
Suedia	450,0	8816	23750	3655	326	3981	1425	14700	83300	38500	137925
<b>Total U.E.</b>	<b>3228,0</b>	<b>371086</b>	<b>21396</b>	<b>164798</b>	<b>22812</b>	<b>187610</b>	<b>46504</b>	<b>228963</b>	<b>981217</b>	<b>2572851</b>	<b>3829535</b>
Bulgaria	111,0	8427	1330	1630	232	1862	314	3075	10055	23276	36720
Cehia	78,9	10331	3870	3349	376	3725	485	6410	14334	34322	55551
Croația	56,5	4720	3250	836	99	935	351	4740	7588	14600	27279
Macedonia	25,7	1937	860	275	32	307	133	700	3952	4900	9685
Norvegia	323,9	4370	31250	1661	392	2053	212	26539	27118	37660	91529
Polonia	312,7	38505	2790	7500	1450	8950	258	45417	128684	200631	374990
Romania	237,5	22608	1480	2400	513	2913	113	14570	58477	80198	153358
Slovacia	49,0	5364	2950	1058	154	1212	221	6992	10658	18742	36613
Slovenia	20,3	1984	8200	728	91	819	271	1366	3428	9805	14870
Elveția	41,3	7062	40630	3268	301	3569	1258	2530	18297	51197	73282
Turcia	23,8	6234	2780	3274	1054	4328	1528	31412	28813	320000	381753
Ungaria	93,0	10277	4120	2264	322	2586	382	29653	52683	52919	135637
Estonia	45,1	1484	2860	407	78	485	65	1125	2666	11488	15344
Lituania	65,3	3730	1900	785	105	890	404	4476	16241	44014	65135
Ucraina	603,7	50893	1630	4736	-	4736	1837	31078	141487	116850	291252
Alte țări	657,0	36443	1.814	5383	1114	6497	-	21054	32124	124327	177505
Total alte țări	2744,7	214369	4127	39554	6313	45.867	7832	231137	556605	1144929	1940503
<b>Total general</b>	<b>5972,7</b>	<b>585455</b>	<b>15073</b>	<b>204352</b>	<b>29125</b>	<b>233477</b>	<b>54336</b>	<b>460100</b>	<b>1537822</b>	<b>3717780</b>	<b>5770038</b>

Indicatorii statistici privind rețelele de drumuri din țările europene la data de 31.12.1998 se prezentau astfel (tabelul 1.9)

**INDICATORI STATISTICI**  
**privind rețelele de drumuri din țările europene la data de 31.12.1998**  
**(conform datelor din revista AUTOSTRADE nr. 1/1999)**

*Tabelul 1.9*

Țara	PONDEREA REȚELEI RUTIERE				DENSITATEA CIRCULAȚIEI				DENSITATEA PRIVIND SUPRAFAȚA		
	Autostrăzi %	Drumuri naționale %	Drumuri secundare %	Drumuri locale %	Demografică loc./veh.	Teritorială veh/kmp.	Autostăzi veh/km	Total drumuri veh/km	Populație loc/kmp	Autostrăzi kmv/1000kmp	Total drumuri kmv/1000kmp
Austria	1,25	7,49	15,33	75,93	2,0	47,8	2484,8	31,1	95,9	19,2	1539,0
Belgia	1,16	8,72	0,92	89,2	2,1	157,5	2872,2	33,3	331,9	54,9	4734,9
Danemarca	1,16	5,15	9,9	83,79	2,5	48,6	2518,7	29,2	121,9	19,3	1661,8
Finlanda	0,57	15,86	37,37	46,2	2,3	6,6	5020,3	28,7	15,1	1,3	230,1
Franța	0,95	2,46	37,08	59,51	1,9	56,5	3337,9	31,6	106,7	16,9	1790,9
Germania	1,78	6,57	11,96	79,7	1,8	125,5	3977,8	70,7	229,3	31,6	1775,7
Grecia	0,39	7,79	26,81	65,01	3,3	23,5	6884,4	26,5	77,7	3,4	884,8
Irlanda	0,1	5,69	11,55	82,67	2,9	17,4	13555,6	13,2	50,2	1,3	1318,3
Italia	2,09	14,77	37,15	45,99	1,7	111,2	5201,0	108,8	190,4	21,4	1022,3
Luxemburg	2,29	16,08	36,76	44,88	1,5	98,8	2186,4	50,0	148,9	45,6	1995,7
Olanda	1,74	1,67	6,76	89,86	2,4	154,6	2909,4	50,6	371,4	53,1	3.56,1
Portugalia	0,63	7,81	51,04	40,52	2,7	40,4	5058,4	31,8	108,1	8,0	1267,4
Anglia	0,61	2,79	7,02	89,58	2,0	118,0	8583,3	52,2	238,9	13,7	2261,1
Spania	1,93	6,73	40,43	50,91	2,2	36,0	2699,4	52,2	77,7	13,3	689,6
Suedia	1,03	10,66	60,4	27,91	2,2	8,8	2793,7	28,9	19,6	3,2	306,5
<b>Media U.E.</b>	<b>1,21</b>	<b>5,98</b>	<b>25,62</b>	<b>67,18</b>	<b>2,0</b>	<b>58,1</b>	<b>4034,3</b>	<b>49,0</b>	<b>115,0</b>	<b>14,4</b>	<b>1186,4</b>
Bulgaria	0,86	8,37	27,38	63,39	4,5	16,8	5929,9	50,7	75,9	2,8	330,8
Cehia	0,87	11,54	25,8	61,78	2,8	47,2	7680,4	67,1	130,9	6,1	704,1
Croația	1,29	17,38	27,82	53,52	5,0	16,5	2664,4	34,3	83,5	6,2	482,5
Macedonia	1,53	8,06	33,99	56,42	6,3	11,9	2304,5	35,3	75,4	5,2	337,9
Norvegia	0,23	29	29,63	41,15	2,1	6,3	9684,0	22,4	13,5	0,7	282,6
Polonia	0,07	12,11	34,32	53,5	4,3	28,6	34689,9	23,9	123,1	0,8	1199,3
România	0,07	9,5	38,13	52,29	7,8	12,3	25778,8	19,0	95,2	0,5	645,7
Slovacia	0,6	19,1	29,11	51,19	4,4	24,7	5484,2	33,1	109,5	4,5	747,2
Slovenia	1,83	9,22	23,14	66,18	2,4	40,4	3022,1	55,3	98,0	13,4	731,6
Elveția	1,72	3,45	24,97	69,86	2,0	86,4	2836,6	48,7	171,1	30,5	1775,0
Turcia	0,4	8,23	7,55	83,82	12,7	5,5	2832,5	11,3	70,3	2,0	489,1
Ungaria	0,28	21,86	38,84	39,02	4,0	27,8	6769,6	19,1	110,5	4,1	1457,9
Estonia	0,42	7,33	17,37	74,87	3,1	10,8	7463,1	31,6	52,9	1,4	340,2
Lituania	0,62	6,87	24,93	67,57	4,2	13,6	2201,7	13,7	57,1	6,2	997,5
Ucraina	0,63	10,67	48,58	40,12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	84,3	3	482,4
Alte țări	0,00	9,36	14,28	55,27	5,6	9,9	n.d.	28,9	55,5	n.d.	342,4
<b>Media alte țări</b>	<b>0,39</b>	<b>11,63</b>	<b>27,96</b>	<b>57,62</b>	<b>5,7</b>	<b>13,1</b>	<b>5897,8</b>	<b>23,1</b>	<b>78,1</b>	<b>2,2</b>	<b>567,6</b>
<b>Media generală</b>	<b>0,93</b>	<b>7,91</b>	<b>26,42</b>	<b>63,92</b>	<b>2,7</b>	<b>34,7</b>	<b>4301,4</b>	<b>40,1</b>	<b>98,0</b>	<b>8,1</b>	<b>864,4</b>

O analiză sumară a datelor prezentate ne arată că în domeniul autostrăzilor țara noastră stă foarte prost alături de Polonia. Doctorandul consideră că este

absolut necesar construirea unei autostrăzi în România de la vest la est care ar conduce la creșterea traficului comercial, cu implicațiile benefice ce ar decurge pe timpul construcției precum și ulterior.

În ceea ce privește ponderea drumurilor principale, secundare și locale în cadrul rețelei rutiere aceasta depinde de politica abordată în fiecare țară.

În țări ca Regatul Unit, Olanda, Belgia drumurile încadrate ca drumuri principale și secundare nu depășesc 10 % în timp ce drumurile locale sunt preponderente, țări în care autonomia locală este foarte puternică.

Prin stagiul făcut în Anglia în 1996 pe linia comercializărilor de întreținere curentă și periodică la drumuri, am luat contact cu sistemul de administrare englez. Drumurile principale sunt administrate de un organ la nivelul fiecărui regat iar cele locale de comunități. S-a ajuns la concluzia că este necesară creșterea ponderii drumurilor principale și secundare pentru tratarea mai unitară din punct de vedere al proiectării, semnalizării, întreținerii și exploatării lor.

Dacă vorbim de densitatea circulației observăm că cea demografică de 7,8 loc./veh. este foarte mare, ceea ce arată că gradul de modernizare în țara noastră este foarte scăzut, ceea ce conduce la o densitate teritorială a circulației de 12,3 veh./km<sup>2</sup>, capitol la care ne situăm și după Bulgaria. Și dezvoltarea circulației raportată la total drumuri, de 19 veh./km, scoate în evidență gradul de motorizare redus care este în țara noastră.

În ceea ce privește densitatea rețelei rutiere exceptând țările nordice, Turcia, Ucraina și referindu-ne numai la țările din rest, Bulgaria, Croația și Macedonia au o densitate mai mică decât România. De asemenea lungimea drumurilor publice pe care sunt aplicate îmbrăcăminți moderne este cea mai mică în România. Situația în principalele țări europene se prezintă astfel (tabelul 1.10):

**SITUAȚIE COMPARATIVĂ  
cu rețelele de drumuri din unele țări europene  
(conform anuarului statistic IRF – Geneva 1992–1996)**

*Tabelul 1.10*

ȚARA	Suprafața kmp	Lungimea drumurilor publice				TOTAL	Densitatea drumurilor km/s	Îmbrăcăminți moderne %
		Autostrăzi km	Drumuri naționale	Drumuri regionale	Alte drumuri			
Anglia	229968	3270	15400	36200	317000	327000	1,61	100,00
Austria	83850	1607	9668	19780	98000	129000	1,54	100,00
Belgia	30519	1674	12600	13360	122000	149634	4,91	94,00
Bulgaria	110912	314	3075	10055	23276	36720	0,33	91,60
Danemarca	43076	880	3690	7090	60000	71600	1,67	100,00
Elveția	41268	1594	18326	51197	-	711117	1,70	100,00
Finlanda	336145	431	12338	29073	35939	77782	0,23	61,00
Franța	551000	9500	28000	355000	500000	892500	1,62	100,00
Germania	248694	11300	416000	75800	505000	633000	1,77	99,00
Grecia	131990	470	9100	31300	75600	117000	0,89	79,00
Italia	301277	7500	46900	118000	142000	317000	1,04	100,00
Luxemburg	2586	115	833	1897	2316	5160	2,00	99,00
Norvegia	323886	106	26539	27118	37666	91323	0,28	69,00
Olanda	41160	2360	2120	8580	114000	127000	2,94	88,00
Polonia	312683	258	45417	128684	200631	374990	1,20	61,60
<b>România</b>	<b>237500</b>	<b>113</b>	<b>14683</b>	<b>58176</b>	<b>80198</b>	<b>153057</b>	<b>0,64</b>	<b>30,85</b>
Suedia	411114	1330	14700	83300	38500	138000	0,34	71,00
Ungaria	93030	420	29653	52683	52919	158633	1,71	50,80

Situația drumurilor publice în unele țări din europa raportată la 1000 locuitori se prezintă astfel (tabelul 1.11):

**SITUAȚIA DRUMURILOR PUBLICE ÎN UNELE ȚĂRI DIN  
EUROPA (km/1000 locuitori)  
(conform anuarului statistic IRF – Geneva, 1992...1996)**

*Tabelul 1.11*

Nr. crt.	Țara	Număr locuitori	Drumuri publice	km/1000 loc.
1	Anglia	57 000 000	327 000	5,73
2	Austria	8 054 000	129 055	16,02
3	Belgia	10 143 000	149 876	15,7
4	Bulgaria	8 340 000	36 720	4,4
5	Danemarca	5 280 000	71 600	13,56
6	Elveția	7 073 000	711 117	10,05
7	Finlanda	5 132 000	77 782	15,15
8	Franța	58 100 000	892 500	15,36
9	Germania	82 186 000	633 000	7,70
10	Grecia	10 475 000	117 000	11,16
11	Italia	58 000 000	317 000	5,46
12	Luxemburg	412 800	5 160	12,52
13	Norvegia	4 392 000	91 323	20,79
14	Olanda	15 680 000	127 000	8,09
15	Polonia	38 639 000	374 990	9,7
<b>16</b>	<b>România</b>	<b>22 680 951</b>	<b>153 057</b>	<b>6,74</b>
17	Suedia	8 910 000	138 000	15,48
18	Ungaria	10 188 000	158 633	15,57

Toate datele prezentate nu fac decât să exemplifice cât de rămasă în urmă era țara noastră față de țările din vest și problemele cu care se confrunta domeniul rutier din România.

#### **1.4. Evoluția stării de viabilitate a drumurilor din cadrul D.R.D.P. Timișoara**

Direcția Regională de Drumuri și Poduri Timișoara a luat ființă sub denumirea de Direcțiunea a VIII-a de Poduri și Șosele la 1 Martie 1923, în baza Decretului nr. 607 din 19 februarie. Începând cu data de 8 aprilie 1951 funcționează în cadrul Ministerului Transporturilor sub denumirea de Direcția Regională de Drumuri și Poduri Timișoara. În prezent D.R.D.P. Timișoara funcționează în baza H.G. nr. 1275 din 8 decembrie 1990 în cadrul Ministerului Transporturilor sub tutela Administrației Naționale a Drumurilor București.

În anul 1951 D.R.D.P. Timișoara administra 537 km de drum, a căror stare de viabilitate se prezenta astfel (tabelul 1.12):



Situația de viabilitate a drumurilor în anul 1951

Tabelul 1.12

DN	Pozițiile km. ale sectorului de drum	Lung. sectorului km.	Lungime sector pe tipuri de îmbrăcăminti									
			Beton asfaltic	%	Beton de ciment	%	Pavaje	%	Îmbrăc. bitum. ușoare	%	Pietruire	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	363+000-552+000	189			47	25					142	75
7	439+000-539+000	100							11	11	89	89
57	0+000-133+167	133							3	2	130	98
69	0+000-52+450	52							52	99		
79	0+000-63+000	63							11	17	52	83
TOTAL D.R.D.P.		537			47	9			77	14	413	77

În anul 1965 prin preluare de noi drumuri și printr-o muncă deosebit de dură, având în vedere nivelul utilajelor cu care se lucra starea de viabilitate a atins parametrii din tabel (tabelul 1.13):

Situația de viabilitate a drumurilor în anul 1965

Tabelul 1.13

DN	Pozițiile km. ale sectorului de drum	Lung. sectorului km.	Lungime sector pe tipuri de îmbrăcăminti									
			Beton asfaltic	%	Beton de ciment	%	Pavaje	%	Îmbrăc. bitum. ușoare	%	Pietruire	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	359+000-641+465	282	132	47	47	16	27	10	66	23	10	4
6A	0+000-5+500	5			3	60	2	40				
7	376+000-563+350	186	180	97			6	3				
7A	0+000-47+463	48	4	8			1	2	18	38	25	52
57	0+000-133+167	133	9	7				0	10	7	114	86
58	0+000-39+159	39	39	100				0				
58A	0+000-61+616	62					18	29	8	13	36	58
58B	0+000-7+519	8					8	100				
59	0+000-63+428	64	54	84			10	16				
66	114+000-202+516	88	65	74			2	2			21	24
66A	0+000-31+000	31	15	48			7	23			9	29
68	0+000-70+355	70	62	89			8	11				
68A	0+000-77+819	78					3	4	11	14	64	82
68B	0+000-13+005	13	9	69			4	31				
69	0+000-52+450	52	46	88			6	12				
76	0+000-57+000	57	27	47			7	12			23	41
79	0+000-63+000	63	63	100								
TOTAL D.R.D.P.		1279	705	55	50	4	109	9	113	9	302	23

Datele statistice arată că:

- lungimea rețelei a crescut cu 238 %;
- lungimea sectoarelor modernizate a crescut cu 853 km, o medie anuală de 56,870 km;
- s-au executat din cei 853 km, 705 km beton asfaltic pe principalele drumuri și în special pe DN7 și DN6 executându-se 312 km;

- s-a trecut la execuția pavajelor în special în localități;
- s-au preluat 12 trasee noi de drumuri.

Preluarea de noi trasee de drumuri în administrare a continuat concomitent cu modernizarea lor cu diferite tipuri de îmbrăcămînți astfel că la finele anului 1975 starea de viabilitate a rețelei de drumuri din administrare se prezenta astfel (tabelul 1.14):

### Situația de viabilitate a drumurilor în anul 1975

Tabelul 1.14

DN	Pozițiile km. ale sectorului de drum	Lung. sectorului km.	Lungime sector pe tipuri de îmbrăcămînți									
			Beton asfaltic	%	Beton de ciment	%	Pavaje	%	Îmbrăc. bitum. ușoare	%	Pietruire	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	357+000-638+465	280,970	160,078	57	41,840	15	17,921	6	61,131	22		
6A	0+000-5+500	5,500	2,193	40	3,046	56	0,131	2	0,130	2		
7	352+150-594+619	242,582	213,513	88			7,997	3	21,072	9		
7A	90+416-112+894	22,478	0,080	0			0,400	2			21,998	98
7B	0+000-15+816	15,080	14,984	99			0,096	1				
57	0+000-130+742	129,209	94,385	73			2,837	2	31,987	25		
57A	0+000-25+634	25,634							13,922	54	11,712	46
57B	0+000-92+300	93,145	84,514	91			8,631	9				
58	0+000-78+949	79,266	49,930	63			7,390	9	1,000	1	20,946	27
58A	0+000-41+274	41,274	1,000	2			1,215	3	18,509	45	20,550	50
58B	0+000-67+274	67,399	31,375	47			26,322	39	9,702	14		
59	0+000-63+428	63,428	58,389	92			5,039	8				
59A	0+000-47+710	47,710	7,290	15					40,420	85		
66	113+000-202+516	88,906	86,406	97			2,303	2	0,197	1		
66A	0+000-30+604	30,907	18,475	60			3,825	12	8,607	28		
68	0+000-70+355	70,498	64,994	92			5,504	8				
68A	0+000-78+610	78,567	10,020	12	62,998	80	5,526	7	0,023	1		
68B	0+000-13+005	13,175	7,455	57			5,720	43				
69	0+000-52+450	52,364	49,728	95			2,636	5				
74	0+000-28+555	28,477	10,098	35			5,611	20			12,768	45
76	0+000-83+000	83,000	74,743	90			8,257	10				
79	0+000-56+000	55,550	55,226	99			0,324	1				
79A	0+000-25+295	25,295	24,795	98					0,500	2		
TOTAL D.R.D.P.		1640,414	1119,671	68	107,884	7	117,685	7	207,200	13	87,974	5

Din datele prezentate comparativ cu anul 1965 reiese:

- rețeaua a crescut cu 361 km (28 %);
- sectoarele cu îmbrăcămînți din beton asfaltic au crescut cu 414,6 km, din beton de ciment cu 57,884 km, de pavaje cu 8,685 km, de îmbrăcămînți bituminoase ușoare cu 94,2 km;
- s-au modernizat 575,4 km, deci o medie anuală de 57,54 km/an;
- în contextul unei creșteri a rețelei din administrare se constată o scădere a lungimii rețelei pietruite de la 302 km în 1965 la 87,974 km în 1975;
- crește ponderea îmbrăcămînților din beton asfaltic de la 55 % la 68 %;
- numărul drumurilor din administrare crește de la 17 la 23.

Trebuie să precizăm că în această perioadă are loc în România o nouă împărțire administrativă care a condus la crearea județelor. Sfera intereselor economico-sociale se schimbă, necesitățile județelor nou formate au impus un ritm mai alert de modernizare a rețelei rutiere.

Până în anul 1980 rețeaua de drumuri crește cu aproape 300 km rețea care din punct de vedere al viabilității se prezintă astfel (tabelul 1.15):

**Situația de viabilitate a drumurilor în anul 1980**

*Tabelul 1.15*

DN	Pozițiile km. ale sectorului de drum	Lung. sectorului km.	Lungime sector pe tipuri de îmbrăcăminti									
			Beton asfaltic	%	Beton de ciment	%	Pavaje	%	Îmbrăc. bitum. ușoare	%	Pietruire	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	357+000-638+465	280,970	181,297	65	40,236	14	7,034	3	52,403	18		
7	352+000-594+619	242,632	234,534	97			3,502	1	4,596	2		
7A	90+416-112+894	22,868	2,873	13			0,912	4	4,725	21	14,358	62
57	0+000-200+742	200,742	105,072	52			0,200	1	45,476	22	49,994	25
57A	0+000-25+530	25,530							25,530	100		
57B	0+000-92+675	93,087	84,687	91			8,400	9				
58	0+000-78+949	79,266	55,217	69			5,196	7			18,853	24
58A	0+000-41+382	41,044	23,421	57			1,110	3	16,513	40		
58B	0+000-67+274	66,144	44,601	67			14,371	22	7,172	11		
59	0+000-63+428	63,428	63,428	100								
59A	0+000-47+710	47,710	19,595	41					28,115	59		
59B	0+000-77+800	77,800	0,800	1					31,680	41	45,320	58
59C	0+000-40+500	40,500							37,650	93	2,850	7
66	121+000-210+516	88,454	88,454	100								
66A	0+000-25+500	30,907	25,500	83					5,407	17		
67D	76+830-107+839	31,009	27,979	90	3,030	10						
68	0+000-70+372	70,382	70,382	100								
68A	0+000-78+517	78,567	11,133	14	61,908	79	5,526	7				
68B	0+000-13+005	13,175	8,370	64			4,805	36				
69	0+000-52+450	52,364	52,364	100								
74	0+000-29+000	28,748	27,748	97							1,000	3
76	0+000-83+000	82,553	82,215	99			0,348	1				
79	0+000-56+000	55,550	55,550	100								
79A	0+000-127+631	126,800	92,146	73			2,521	2	26,811	21	5,322	4
<b>TOTAL D.R.D.P.</b>		<b>1940,230</b>	<b>1357,366</b>	<b>70</b>	<b>105,174</b>	<b>5</b>	<b>53,925</b>	<b>3</b>	<b>286,078</b>	<b>15</b>	<b>137,697</b>	<b>7</b>

Analizând situația drumurilor reiese că:

- s-au preluat două drumuri DN59C Jimbolia – Sânnicolau Mare și DN67D Baia de Aramă – Băile Herculane;
- s-au executat îmbrăcăminti din beton asfaltic pe 237,8 km;
- s-au executat 78,8 km îmbrăcăminti bituminoase ușoare;
- s-au acoperit 63,8 km pavaje cu îmbrăcăminti bituminoase;
- lungimea drumurilor pietruite a crescut cu 49,73 km prin noile preluări de drumuri;

• în 5 ani s-au executat 316,5 km îmbrăcămînți bituminoase, cu un ritm anual de 63,3 km.

În anul 1990 starea de viabilitate a drumurilor din raza de activitate a D.R.D.P. Timișoara se prezenta astfel (tabelul 1.16):

**Situația de viabilitate a drumurilor în anul 1990**

*Tabelul 1.16*

DN	Pozițiile km. ale sectorului de drum	Lung. sectorului km.	Lungime sector pe tipuri de îmbrăcămînți									
			Beton asfaltic	%	Beton de ciment	%	Pavaje	%	Îmbrăc. bitum. ușoare	%	Pietruire	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	358+000-639+465	280,970	185,574	66	62,067	22	5,664	2	27,665	10		
7	352+000-594+619	242,632	239,652	99			2,980	1				
7A	86+601-108+894	22,868	2,873	12			0,912	4	18,883	83	0,200	1
57	0+000-200+742	200,742	93,833	47	18,236	9	0,200	0	67,736	34	20,737	10
57A	0+000-25+530	25,530	2,000	8					23,530	92		
57B	0+000-97+675	97,934	94,871	97			3,063	3				
58	0+000-81+169	80,076	66,272	83	12,300	15	1,504	2				
58A	0+000-41+382	41,044	25,641	62			1,110	3	14,293	35		
58B	0+000-67+274	66,144	54,249	82			6,023	9	5,872	9		
59	0+000-63+428	63,428	61,428	97	2,000	3						
59A	0+000-47+710	47,710	31,035	65					16,675	35		
59B	0+000-77+800	77,264	1,093	1	12,205	16			55,715	72	8,251	11
59C	0+000-40+500	40,500	6,200	15					34,300	85		
66	121+000-210+516	88,454	88,454	100								
66A	0+000-30+604	30,956	7,950	26	23,006	74						
67D	76+830-108+390	31,56	29,560	94	2,000	6						
68	0+000-70+372	70,382	50,265	71	20,117	29						
68A	0+000-78+517	78,567	11,968	15	61,618	78	4,981	7				
68B	0+000-13+005	13,175	8,370	64			4,805	36				
69	0+000-52+450	52,364	52,364	100								
74	0+000-29+000	28,748	28,748	100								
76	0+000-83+000	82,553	82,205	99			0,348	1				
79	0+000-56+000	55,550	55,550	100								
79A	0+000-127+631	126,800	110,894	87			1,435	1	14,471	12		
<b>TOTAL D.R.D.P.</b>		<b>1945,951</b>	<b>1391,049</b>	<b>72</b>	<b>213,549</b>	<b>11</b>	<b>33,025</b>	<b>2</b>	<b>279,140</b>	<b>14</b>	<b>29,188</b>	<b>1</b>

Față de situația din 1980 constatăm execuția în perioada 1980...1990 a 142,07 km îmbrăcămînți moderne din care:

- 108,38 km îmbrăcămînți din beton de ciment;
- 33,69 km îmbrăcămînți bituminoase din beton asfaltic.

Așa cum am arătat am intrat în criza produselor petroliere care a impus reorientarea politicii rutiere asupra îmbrăcămînților din beton de ciment. Scade ritmul de execuție la 14,2 km anual ceea ce înseamnă 25 % din ritmul de execuție din perioadele anterioare.

Situația de viabilitate pe rețeaua de drumuri naționale la data de 31.XII.1999 se prezenta astfel (tabelul 1.17):

Tabelul 1.17

DN	Pozițiile km. ale sectorului de drum	Lung. sectorului km.	Lungime sector pe tipuri de îmbrăcăminti									
			Beton asfaltic	%	Beton de ciment	%	Pavaje	%	Îmbrăc. bitum. ușoare	%	Pietruire	%
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	6358+000-639+465	281,571	195,477	69	65,913	23	1,789	1	18,392	7		
	7352+000-594+619	241,852	241,852	100								
7A	86+601-108+894	22,567	2,032	9	2,895	13	0,223	1	17,217	76	0,200	1
570	0+000-200+742	204,391	102,619	50	29,029	14			54,494	27	18,249	9
57A	0+000-25+530	25,650	2,014	8					23,636	92		
57B	0+000-97+675	96,879	94,339	97	0,633	1	1,907	2				
580	0+000-81+169	83,060	66,315	80	16,351	19	0,394					
58A	0+000-41+382	41,022	25,478	62			1,110	3	14,434	35		
58B	0+000-67+274	65,490	58,184	89			1,716	3	5,590	8		
590	0+000-63+428	64,386	60,880	95	3,506	5						
59A	0+000-47+710	47,909	39,611	83					8,298	17		
59B	0+000-77+800	75,700	0,334	0	11,125	14			64,241	85		
59C	0+000-40+500	41,000	9,380	23					31,620	77		
66	121+000-210+598	87,987	83,262	95	4,725	5						
66A	0+000-30+604	30,708	8,287	27	22,421	73						
67D	76+830-108+390	31,805	26,382	83	5,423	17						
680	0+000-70+372	70,619	42,879	61	27,740	39						
68A	0+000-78+517	78,468	22,556	29	53,273	68	2,639	3				
68B	0+000-13+005	13,014	8,209	63			4,805	37				
690	0+000-52+450	52,450	52,450	100								
740	0+000-29+000	28,197	23,251	82	4,946	18						
760	0+000-83+000	82,589	82,589	100								
790	0+000-56+000	55,992	55,992	100								
79A	0+000-127+631	127,230	113,235	89			0,915	1	13,080	10		
<b>TOTAL D.R.D.P.</b>		<b>1950,536</b>	<b>1417,607</b>	<b>73</b>	<b>247,980</b>	<b>12</b>	<b>15,498</b>	<b>1</b>	<b>251,002</b>	<b>13</b>	<b>18,449</b>	<b>1</b>

Lungimea drumurilor naționale administrate de D.R.D.P. Timișoara în cei 49 ani de activitate a crescut de circa 3,6 ori totalizând astăzi 1.951 km.

Din cei 1.951 km de drumuri naționale:

- 862 km sunt drumuri europene;
- 379 km sunt drumuri principale;
- 710 km sunt drumuri secundare;
- 6 km de drum au 3 benzi de circulație;
- 96 km de drum au 4 benzi de circulație;

Evoluția lungimii drumurilor naționale și a tipurilor de îmbrăcăminti pe rețeaua de drumuri naționale se prezintă astfel (tabelul 1.18):

**Evoluția lungimii drumurilor naționale din administrarea D.R.D.P. Timișoara  
pe tipuri de îmbrăcămînți în perioada 1951...2000**

*Tabelul 1.18*

Anul	Drumuri cu îmbrăcămînți moderne														
	TOTAL		Drumuri modernizate									Îmbrăc. bitum. ușoare		Pietruire	
			TOTAL		din care:										
	km	%			Beton de cim.	Beton asf.	Pavaj	km	%	km	%	km	%		
1951	537	124	23	47	9	47	9	–	–	–	–	77	14	413	77
1965	1279	977	77	864	68	50	4	705	55	109	9	113	9	302	23
1975	1640	1552	95	1345	82	108	7	1120	68	117	7	207	13	88	5
1980	1940	1802	93	1516	78	105	5	1357	70	54	3	286	15	138	7
1990	1946	1917	99	1638	85	213	11	1392	72	33	2	279	14	29	1
2000	1951	1933	99	1681	86	248	12	1418	73	15	1	252	13	18	1

Datele prezentate în tabelele 1.17 și 1.18 arată că:

- 73 % din rețea este modernizată având ca îmbrăcăminte betonul asfaltic;
- sectoarele de drum realizate cu pavaje care în 1975 însumau 117 km s-au redus la 15 km distribuiți pe drumuri secundare;
- lungimea sectoarelor de drum acoperite cu îmbrăcăminte bituminoasă ușoară a început să scadă după 1984 când s-a trecut la execuția îmbrăcămînților din beton de ciment ca urmare a crizei de hidrocarburi din România la consumul intern;
- din cele 24 drumuri doar 4 drumuri au același tip de îmbrăcăminte (DN7 Orăștie – Nădlac; DN69 Timișoara – Arad; DN76 Deva – Oradea; DN79 Arad – Chișinău Criș), 10 drumuri au 2 tipuri, iar 10 drumuri au 3 sau mai multe tipuri de îmbrăcăminte;
- drumurile pietruite mai reprezintă 1 % lucru care trebuie eliminat.

Analizând rețeaua de drumuri din punct de vedere al duratei de exploatare constatăm că în anul 1990 un număr de 1153 km respectiv 59 % din total rețea avea durata de exploatare depășită iar în anul 2000 din total rețea de 1951 km, 1082 km au durata de exploatare depășită, adică 55 % din total rețea. S-a produs o diminuare a lungimii rețelei cu durata de exploatare depășită cu numai 71 km în contextul în care s-au reabilitat 333,4 km pe diverse drumuri (tabelul 1.19).

**Situația comparativă a drumurilor  
cu durata de exploatare expirată în anii 1990 și 2000**

*Tabelul 1.19*

DN	Pozițiile km ale sectorului de drum	Lungimea sectorului km	Drumuri cu durata de exploatare expirată			
			1990		2000	
			km	%	km	%
6	358+000-639+465	282	177	63	193	68
7	352+000-594+619	242	157	65	13	5
7A	86+601-108+894	23	5	22	17	74
57	0+000-200+742	204	120	59	153	75

DN	Pozițiile km ale sectorului de drum	Lungimea sectorului km	Drumuri cu durata de exploatare expirată			
			1990		2000	
			km	%	km	%
57A	0+000-25+530	26	26	100	26	100
57B	0+000-97+675	97	68	70	67	69
58	0+000-81+169	83	41	49	30	36
58A	0+000-41+382	41	39	95	39	95
58B	0+000-67+274	65	39	60	43	66
59	0+000-63+428	64	30	47	22	34
59A	0+000-47+710	48	31	64	35	73
59B	0+000-77+800	76	39	51	69	91
59C	0+000-40+500	41	33	80	33	80
66	121+000-210+516	88	49	56	48	55
66A	0+000-30+604	31	4	13	12	39
67D	76+830-108+390	32	14	44	10	31
68	0+000-70+372	71	40	56	37	52
68A	0+000-78+517	78	10	13	51	65
68B	0+000-13+005	13	3	23	5	38
69	0+000-52+450	52	43	83	-	
74	0+000-29+000	28	23	82	18	64
76	0+000-83+000	83	61	73	52	63
79	0+000-56+000	56	20	25	26	46
79A	0+000-127+631	127	81	64	83	65
<b>TOTAL D.R.D.P.</b>		<b>1951</b>	<b>1153</b>	<b>59</b>	<b>1082</b>	<b>55</b>

Situația rețelei de drumuri naționale cu durata de exploatare depășită, detaliată pe județe se prezintă în tabelul 1.20.

**Situația rețelei de drumuri naționale cu durata de exploatare expirată pe județe**

*Tabelul 1.20*

Nr. crt.	Județul	Total general DN-uri (km)	DRUMURI MODERNIZATE				Îmbrăc. bitumin. ușoare	Din col. 3 drumuri cu durata de expl. expirată	Din col. 7 drumuri cu durata de expl. expirată	Total km cu durata de expl. expirată	% col. 10 col. 2
			Total coloană 4+5+6	Beton de ciment	Beton asfaltic	Pavaj piatră cioplită					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>TOTAL D.R.D.P.</b>		<b>1951</b>	<b>1681</b>	<b>248</b>	<b>1418</b>	<b>15</b>	<b>252</b>	<b>832</b>	<b>252</b>	<b>1084</b>	<b>55,46</b>
1	Arad	394	381	-	380	1	13	111	13	124	31,47
2	Caras-Severin	560	512	119	388	5	48	321	48	369	65,89
3	Hunedoara	374	356	76	275	5	18	147	18	165	44,12
4	Mehedinți	90	36	4	32	-	36	35	36	71	78,89
5	Timiș	533	396	49	343	4	137	218	137	355	66,60

Datele prezentate pun în evidență efectul reabilitării de care au beneficiat cele două județe, respectiv secțiile Arad în special și Deva.

Județul Caraș-Severin cu procentul de 65,89 % se înscrie totuși sub procentul pe țară de 67,4 %.

Datele pun în evidență situația precară pe care se găsesc unele drumuri la care mai mult de 65 % din lungime are durata de exploatare depășită, dintre care unele sunt drumuri europene cu trafic greu, intens (DN6 Orșova – Cenad și DN79 Arad – Chișinău-Criș). Acest lucru s-a reliefat și în volumul mare de reparații care s-a executat pe acest drumuri.

### **1.5. Factorii care influențează viabilitatea drumurilor**

Viabilitatea drumurilor este influențată de mărimea și volumul defecțiunilor care pot fi la nivelul suprafeței de rulare, la nivelul îmbrăcămintei, la nivelul structurii rutiere sau la nivelul complexului rutier. Cu cât deficiențele sunt mai mici și mai puține cu atât starea de viabilitate a drumului este mai bună. Defecțiunile îmbrăcăminților sunt generate de mai multe grupe de cauze și anume:

- trafic;
- capacitate portantă necorespunzătoare;
- calitatea materialelor;
- execuția lucrărilor;
- condiții de exploatare și mediu improprii;
- întreținere.

Fiecare din aceste grupe de cauze sunt caracterizate prin factorii ei specifici care influențează mai mult sau mai puțin apariția unor defecțiuni.

Sintetic, defecțiunile structurilor rutiere cu îmbrăcăminte bituminoasă și beton de ciment în corelare cu grupele de cauze și factorii lor se prezintă în tabelele 1.21 și 1.22.



Defecțiunile sistemelor pe drumurile cu îmbrăcămînți bituminoase

Tabelul 1.21

Grupa de cauze	Tipul defecțiunii  Factori	Defecțiuni ale îmbrăcămînței										Defecțiuni ale structurii rutiere				Defecțiuni ale complexului rutier		
		I	II	III	I	I	III	III	II	I	II	II	II	II	I	I	I	
		sup. sifuita	sup exudata	sup. siroita	pelada	valuri si refulari	suparafata poroasa	sup. cu ciupituri	sup. incretita	praguri	rupturi de margine	fisuri si crapaturi	faiantari	fagase longitudinale	gropi	degr. inghet-dezghet	tasari locale	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Trafic	Trafic greu	•			•	••						••	••	••	••	•	••	•
	Trafic canalizat						•						••					
Capacitate portantă necorespunzătoare	Capacitate portantă redusă												••	••	••		•	
	Capacitate portantă neuniformă										•		••	•	•	•		
	Neasigurarea la îngheț-dezghet												•	••			••	
Calitatea materialelor	Consistența bitumului		•	••		••				••			•		•	•		
	Agregate alterate, murdare, cu imp.				•				••					•		••		
	Densitate redusă a agregatelor	••																
	Bitum cu impurități			••					•									
	Pământ geliv											•	•	•			••	
Execuția lucrărilor	Dozaj liant		••	••		••	••		••				••	•	••	•		
	Dozaj agregate	•					••							••				
	Amorsare		•		••								•					
	Așternere			••	••	•				••			••					
	Compactare			•	•	•	••			•					••			••
	Bitum ars						••						•			••		
	Lipsă încadrare											••		•				
	Defecțiuni ale patului drumului												•	••	••	•		••
Condiții de exploatare și mediul înconjurător	Drenare și evacuare ape												••	•	••	••	•	
	Temperatura ambiantă		••	•		•							•	•			••	
	Durata de exploatare depășită	•					•						••	••	••	••		
	Contaminare cu argilă												•	••	•	•	•	
	Etanșeitatea îmbrăcămînței												•	••		•		
Lucrări de întreținere	Calitatea necorespunzătoare a lucr.		•	••	••		•			•					••	••	•	
	Amânarea lucrărilor de întreținere												•	••	•	••	••	

Defecțiunile sistemelor pe drumurile cu îmbrăcăminti din beton de ciment

Tabelul 1.22

Grupa de cauze	Tipul defecțiunii	Defecțiuni ale suprafeței				Defecțiuni ale rosturilor			Defecțiuni ale îmbrăcămintei				Defecțiuni ale structurii		
		Factori	suprafata slefuita	suprafata alunecoasa	suprafata exfoliata	pelada	decolmatare rosturi	dechidere rosturi larg	rosturi cu mastic in exces	rupturi	fisuri si crapaturi	gropi	pompaj	faianțari	tasare dale
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Acțiunea traficului	Trafic greu și intens	•		•		•			•	•	•	••	••	••	••
	Viteza redusă a traficului greu											••			
Structură rutieră nesatisfăcătoare	Grosime insuficientă a dalei										••	•		••	••
	Suprafața de fundație erodabilă											••	•		•
	Drenarea nesatisfăcătoare a apei										•	••	•	••	••
	Neasigurarea la îngheț-dezghet					•				••			••	••	•
	Portanță neuniformă						••			••			••	•	••
	Tasare terasamente						•				•		••	•	
Calitatea materialelor	Ciment necorespunzător			•						••	•		•		••
	Agregate cu rezistența la uzură scăzută	••													
	Agregate gelive sau murdare			••							••				•
	Lipsa aditivilor antrenori de aer			••							•				
Execuția necorespunzătoare a lucrărilor	Compactarea betonului			•	•				•	•	•		•	•	•
	Finisarea suprafeței	•		•	••				•		•				•
	Protecția suprafeței		•	••						•			•		
	Amenajarea rosturilor						••		••	•		•			
	Colmatarea rosturilor					••		••				••		•	
Condiții de exploatare și mediul înconjurător	Regim pluvial intens											••	•	•	•
	Ecart termic mare					•		•	••	•					
	Durată de exploatare depășită	•								••	•		•	••	••
	Cicluri îngheț-dezghet			•							•				
Lucrări de întreținere	Calitate necorespunzătoare		•			•		••		•					
	Utilizarea fondanților chimici			••							•				
	Amânarea lucrărilor	•				•			••	•	••	•	•	•	••
• – influență redusă		4	2	5	1	6	-	1	3	9	8	3	8	7	6
•• – influență importantă		1	-	4	1	2	1	2	3	5	2	5	4	5	7

Este evident faptul că pentru a realiza o cât mai bună viabilitate a drumurilor trebuie să acționăm la nivelul cauzelor care produc defecțiunile îmbrăcămintilor rutiere și care au efect negativ asupra viabilității drumurilor.

## 1.6. Evoluția traficului pe rețeaua de drumuri naționale din cadrul D.R.D.P. Timișoara

Urmărirea evoluției traficului este necesară pentru a putea canaliza eforturile financiare în vederea îmbunătățirii condițiilor de circulație, confort și siguranță rutieră. Aceasta se face prin diferite metode și mijloace de investigare care permit urmărirea traficului din punct de vedere fizic și al greutateii autovehiculelor. În cadrul D.R.D.P. Timișoara se folosesc următoarele metode de investigare:

– **recensământul general de circulație** care se face periodic odată la 5 ani, efectuându-se manual în posturi de recenzie judicios fixate. Pentru recensământul din anul 2000 în D.R.D.P. Timișoara am instituit 103 posturi de recensământ;

– **înregistrări automate de circulație** care efectuează automat pe o rețea de 10 posturi amplasate pe rețeaua de drumuri naționale, dotate cu contoare de trafic cu detecție electromagnetică, folosind bucle inductive;

Înregistrările automate furnizează date privind evoluția traficului între recensământurile de circulație precum și date asupra variației zilnice, lunare, sezoniere și anuale a traficului în fiecare post;

– **anchete de circulație** – furnizează date asupra curenților de circulație, pe aceleași categorii de vehicule ca și la recensământul de circulație precum și informații asupra mărfurilor transportate, gradul de încărcare al autovehiculelor, motivul de plasării etc.;

– **cântărirea vehiculelor** pentru determinarea masei totale și a încărcării pe fiecare osie se poate face dinamic, din mers sau static pe platforme special amenajate.

Primul recensământ de circulație la noi s-a făcut în anul 1956 și se recenza tonajul mediu zilnic.

Datele recensământurilor succesive efectuate în D.R.D.P. Timișoara indică următoarele rezultate (tabelul 1.23):

Datele recensământurilor din perioada 1956 –1970

Tabelul 1.23

### DN6 Orșova – Cenad

Sectorul de drum	Tonajul mediu zilnic – tone –				Raportul tonajului din anul 1970 față de tonajul din:		
	1956	1960	1965	1970	1965	1960	1956
Orșova – Herculane	1154	2540	2813	6716	2,4	2,7	5,8
Herculane – Armeniș	532	779	2058	4815	2,3	6,2	9,1
Armeniș – Caransebeș	774	1204	2016	5637	2,8	4,7	7,3

Sectorul de drum	Tonajul mediu zilnic – tone –				Raportul tonajului din anul 1970 față de tonajul din:		
	1956	1960	1965	1970	1965	1960	1956
Caransebeș – Sacu	1085	3065	3719	6697	1,8	2,2	6,2
Sacu – Lugoj	1285	3934	2896	8383	2,2	2,1	6,5
Lugoj – Topolovăț	2857	10102	11051	12053	1,1	1,2	4,2
Topolovăț – Recaș	2890	9057	9136	13292	1,4	1,5	4,6
Timișoara – Biled	1287	4164	3426	8375	2,5	2,0	6,5
Biled – Sânnicolau Mare	445	1612	4332	5005	1,2	3,1	11,2
Sânnicolau Mare – Cenad	556	1721	2011	6364	3,2	3,7	11,5

#### DN7 Oraștie – Nădlac

Sectorul de drum	Tonajul mediu zilnic – tone –				Raportul tonajului din anul 1970 față de tonajul din:		
	1956	1960	1965	1970	1965	1960	1956
Simeria – Sântuhalm	3922	6148	10284	58340	5,7	9,5	15,0
Sântuhalm – Deva	2768	7876	11082	64357	5,8	8,2	23,2
Deva – Mintia	701	1973	8779	24234	2,8	12,3	34,6
Ilia – Zam	394	1437	1170	2879	2,5	2,0	7,3
Zam – Săvârșin	1240	1341	2395	2768	1,2	2,1	2,2
Lipova – Arad	1131	1732	5124	6492	1,3	3,7	5,7
Arad – Pecica	1490	2868	5161	8430	1,6	2,9	5,7
Pecica – Nădlac	821	3104	4260	9144	2,1	3,0	11,1

#### DN69 Timișoara – Arad

Sectorul de drum	Tonajul mediu zilnic – tone –				Raportul tonajului din anul 1970 față de tonajul din:		
	1956	1960	1965	1970	1965	1960	1956
Timișoara – Sânnandrei	3066	2484	7910	9424	1,2	3,8	3,1
Sânnandrei – Vinga	1952	2428	4363	7101	1,6	2,9	3,6
Vinga – Arad	1428	2577	5649	8174	1,5	3,2	5,7

Se observă o creștere de peste 4 ori a tonajului din anul 1970 față de anul 1956 iar pentru unele sectoare de drum situate în raza D.R.D.P. Timișoara de peste 11 ori în zone petroliere, industriale în zone puternice din punct de vedere agricol.

Începând din anul 1965 recensământul de circulație se face în vehicule fizice. În anii 1965 și 1970 recensământurile de circulație s-au făcut inventariindu-se atât tonajul mediu zilnic cât și intensitatea medie zilnică în vehicule fizice.

Intensitatea medie zilnică anuală în vehicule fizice, pe unele sectoare de drum în anii 1965; 1967/1968 și 1970, precum și creșterea comparativă a traficului este următoarea (tabelul 1.24):

**Intensitatea medie zilnică anuală în vehicule fizice  
între anii 1965...1970**

*Tabelul 1.24*

**DN6 Orșova – Cenad**

Sectorul de drum	Media zilnică anuală în vehicule fizice în anul:			Creșterea intensității în anul 1970 față de anul: [ %]	
	1965	1967/1968	1970	1967/1968	1965
Herculane – Armeniș	532	931	1242	33	133
Armeniș – Carnsebeș	375	512	1078	110	190
Caransebeș – Sacu	735	893	1185	33	60
Topolovăț – Ghiroda	1667	1959	2588	32	55
Ghiroda – Timișoara	1769	2985	3911	31	120
Sânnicolau Mare – Cenad	469	191	1042	260	123

**DN7 Orăștie – Nădlac**

Sectorul de drum	Media zilnică anuală în vehicule fizice în anul:			Creșterea intensității în anul 1970 față de anul: [ %]	
	1965	1967/1968	1970	1967/1968	1965
Orăștie – Simeria	–	2717	3241	20	–
Simeria – Sântuhalm	2072	6317	8444	33	310
Deva – Mintia	1477	2355	3737	60	153
Zam – Săvârșin	393	298	600	100	52
Lipova – Arad	1178	1528	1287	–	9
Pecica – Nădlac	427	288	710	146	66

**DN59 Timișoara – Moravița**

Sectorul de drum	Media zilnică anuală în vehicule fizice în anul:			Creșterea intensității în anul 1970 față de anul: [ %]	
	1965	1967/1968	1970	1967/1968	1965
Șag – Voiteni	736	1048	1518	45	106
Violeni – Moravița	335	559	1297	132	286

Se remarcă creșterea traficului pe sectorul Herculane – Caransebeș ca urmare a modernizării acestui sector de drum, concentrarea traficului pe sectorul

Lugoj – Timișoara, creșterea traficului pe sectorul Arad – Pecica – Nădlac – Frontieră, puternică zonă agricolă.

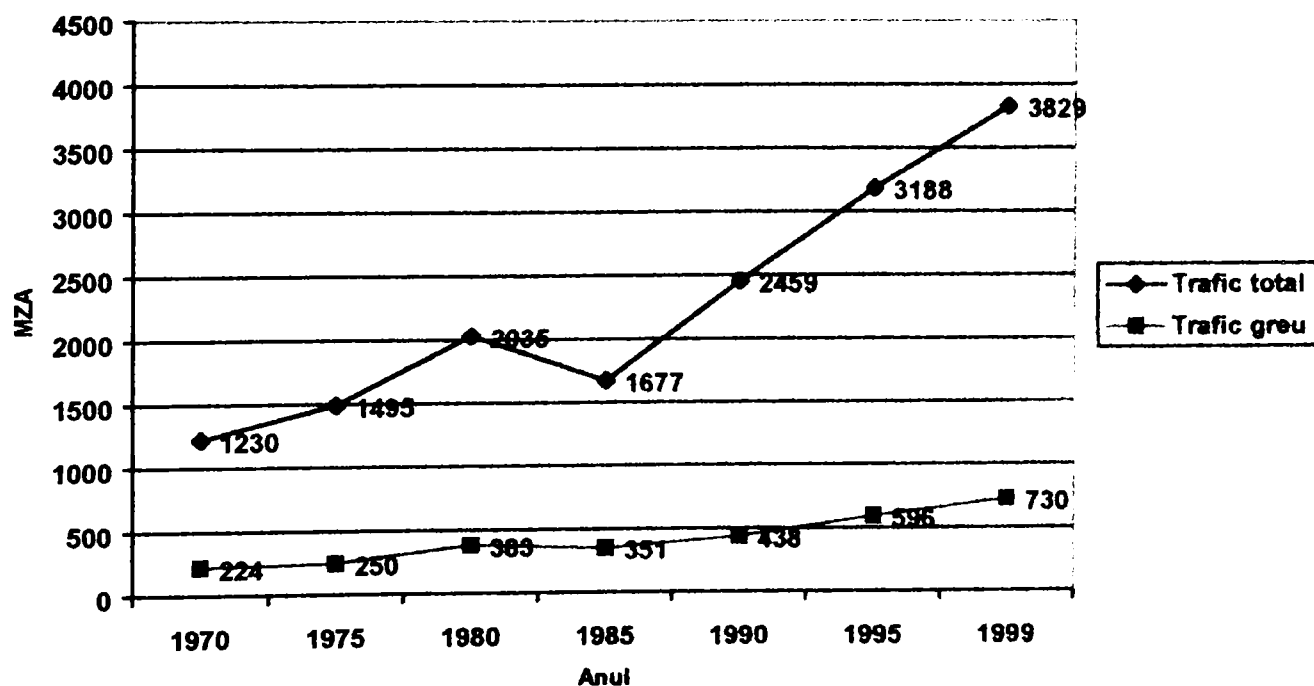
Observăm o strânsă legătură între creșterile de trafic și modernizarea rețelei de drumuri naționale din cadrul D.R.D.P. Timișoara. Modernizările au ținut seama de necesitățile economice, sociale, de trafic, dar trebuie arătat că prin modernizarea unor sectoare de drum am asistat la creșteri importante ale traficului.

Din datele de recensământ reiese că traficul mediu zilnic anual (M.Z.A.) raportat la întreaga rețea din D.R.D.P. Timișoara, la etapa respectivă, a crescut până în anul 1980 după care asistăm la o scădere între anii 1980...1989, consemnată prin recensământul din 1985. După 1990 asistăm la o explozie a traficului, în 1999 traficul total mediu zilnic anual fiind cu 228 % mai mare față de anul 1985 (tabelul 1.25).

**Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe total rețea D.R.D.P. Timișoara**

*Tabelul 1.25*

Anul		1970	1975	%	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%	1999	%
				$\frac{1975}{1970}$		$\frac{1980}{1975}$		$\frac{1985}{1980}$		$\frac{1990}{1985}$		$\frac{1995}{1990}$		$\frac{1999}{1995}$
Fel trafic														
Trafic total (MZA)		1230	1495	121,5	2035	136,1	1677	82,4	2459	146,6	3188	129,6	3829	120,1
Din care trafic greu	MZA	224	250	111,6	383	153,2	351	91,6	438	124,8	596	130,7	730	122,5
	%	18,2	16,7	*	18,8	*	20,9	*	17,8	*	18,7	*	19,1	*



*Fig. 1.1. Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970... 1999*

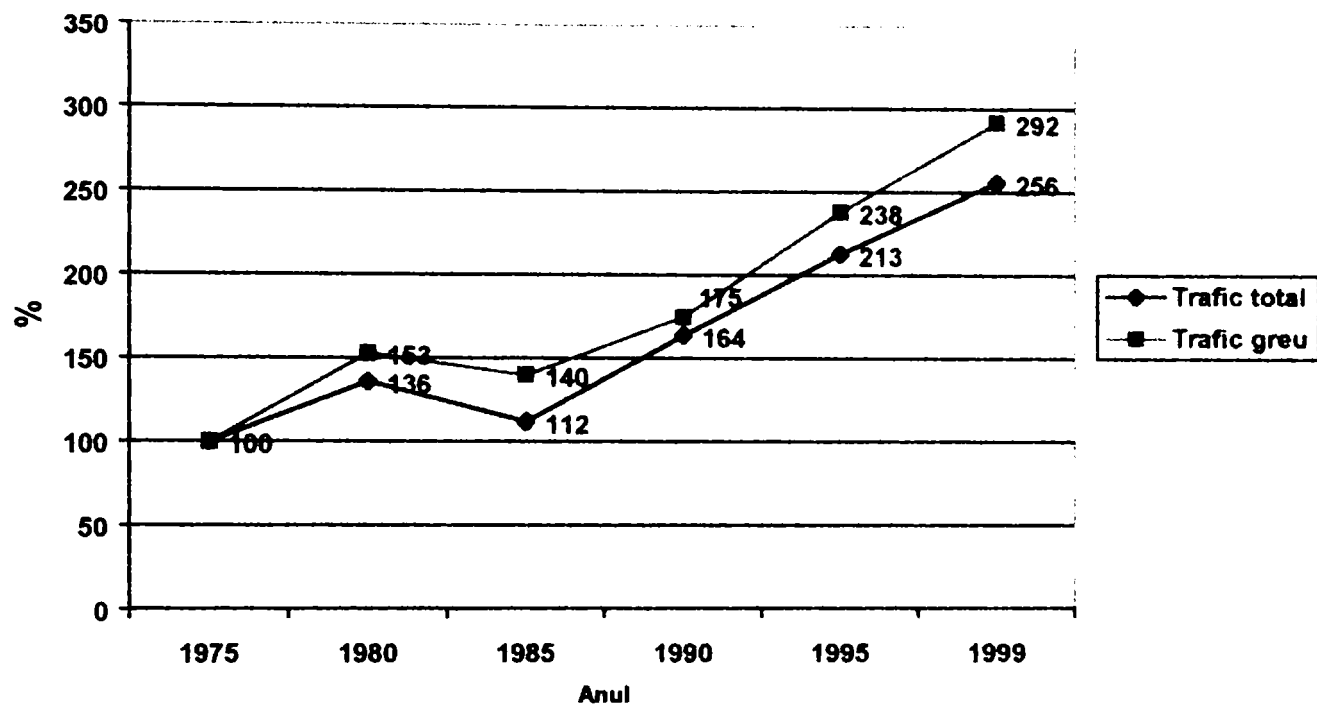


Fig. 1.2. Evoluția relativă la anul 1975 a traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1975...1999, pe total rețea D.R.D.P. Timișoara.

Urmărind evoluția traficului greu pe întreaga rețea, constatăm că față de 1970 începând cu anul 1975 traficul greu are un ritm mai mare de creștere decât traficul total exceptând recensământul din anul 1990, an în care are loc o mare infuzie de autoturisme din import în România coroborat cu traficul liber masiv de autoturisme între România și țările din vest.

Recensământul din 1995 consemnează evoluția mai rapidă a traficului greu datorată situației geopolitice din zonă. Traficul greu este un trafic majoritar de tranzit, comercial, care s-a canalizat pe câteva drumuri din D.R.D.P. Timișoara.

Pe ansamblul rețelei se constată o creștere continuă a traficului total cât și a traficului greu cu excepția perioadei 1980...1989 când are loc o scădere ca urmare a măsurilor administrative de restricționare atât pentru circulația vehiculelor de călători (cote de carburanți limitate) cât și cea a vehiculelor de marfă (limitarea circulației în interiorul județului). Creșterea traficului între două recensământuri succesive la perioade de 5 ani) este de circa 30 % iar ponderea traficului greu în traficul total este în medie de 18 %.

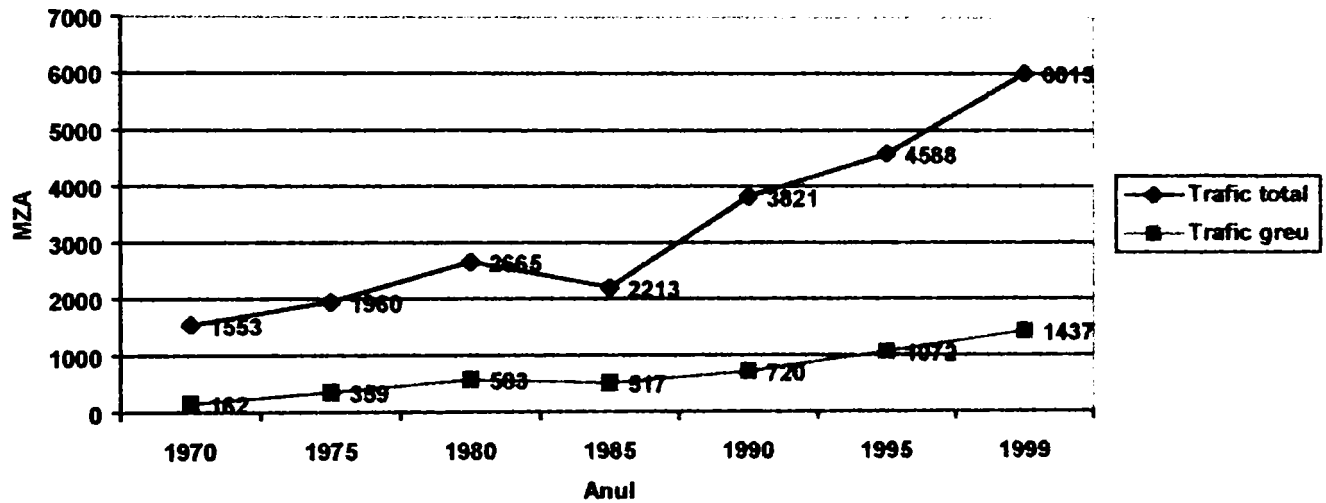
Analizând evoluția traficului rutier pe unele drumuri naționale care au și caracter de drumuri europene constatăm:

- Pe DN7 (E68) Orăștie – Nădlac traficul mediu zilnic anual (M.Z.A.) a crescut față de anul 1970 în 1999 de circa 4 ori.

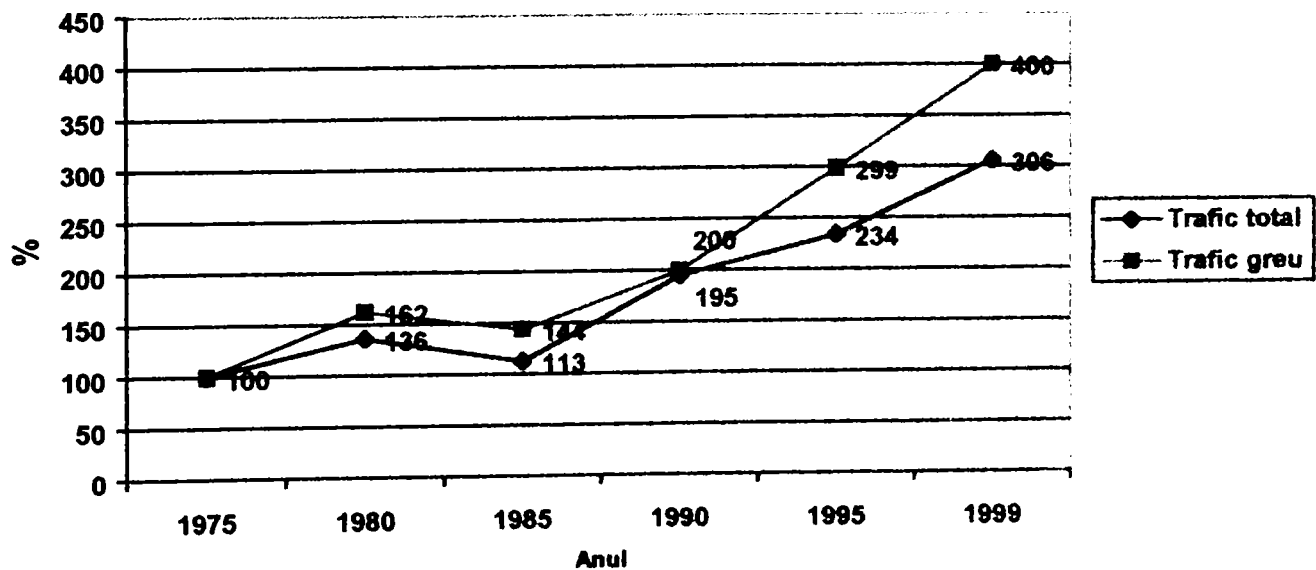
**Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999  
pe DN7 Orăștie – Nădlac**

*Tabelul 1.26*

Anul		1970	1975	%	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%	1999
				$\frac{1975}{1970}$		$\frac{1980}{1975}$		$\frac{1985}{1980}$		$\frac{1990}{1985}$		$\frac{1995}{1990}$	
Fel trafic													
Trafic total (MZA)		1553	1960	126,2	2665	136	2213	83	3821	172,7	4588	120,1	6013
Din care trafic greu	MZA	162	359	221,6	583	162,4	517	88,7	720	139,3	1072	148,9	1437
	%	10,4	18,3	*	21,9	*	23,4	*	18,8	*	23,4	*	23,9



*Fig. 1.3. Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN7 Orăștie – Nădlac.*



*Fig. 1.4. Evoluția relativă la anul 1975 a traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1975...1999, pe DN7 Orăștie – Nădlac.*

Din prezentarea grafică a evoluției traficului greu și total reiese creșterea puternică a traficului greu ceea ce a impus și reabilitarea lui în prima etapă de reabilitare.



• Pe DN69 (E671) Timișoara – Arad traficul mediu zilnic anual (M.Z.A.) a crescut față de 1970 de 5 ori ajungându-se la 9265 vehicule fizice în 24 ore iar traficul greu a crescut de peste 5 ori față de 1975 (tabelul 1.27).

Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN69 Timișoara – Arad

Tabelul 1.27

Fel trafic	Anul		%		%		%		%		%		
	1970	1975	$\frac{1975}{1970}$	1980	$\frac{1980}{1975}$	1985	$\frac{1985}{1980}$	1990	$\frac{1990}{1985}$	1995	$\frac{1995}{1990}$	1999	$\frac{1999}{1995}$
Trafic total (MZA)	1758	2540	144,5	3428	135	2341	68,3	5712	244	7412	129,8	9265	125
Din care trafic	MZA	84	285,7	465	193,7	424	91,2	585	138	1440	246,2	1862	129,3
	%	4,8	9,4	*	13,6	*	18,1	*	10,2	*	19,4	*	20,1

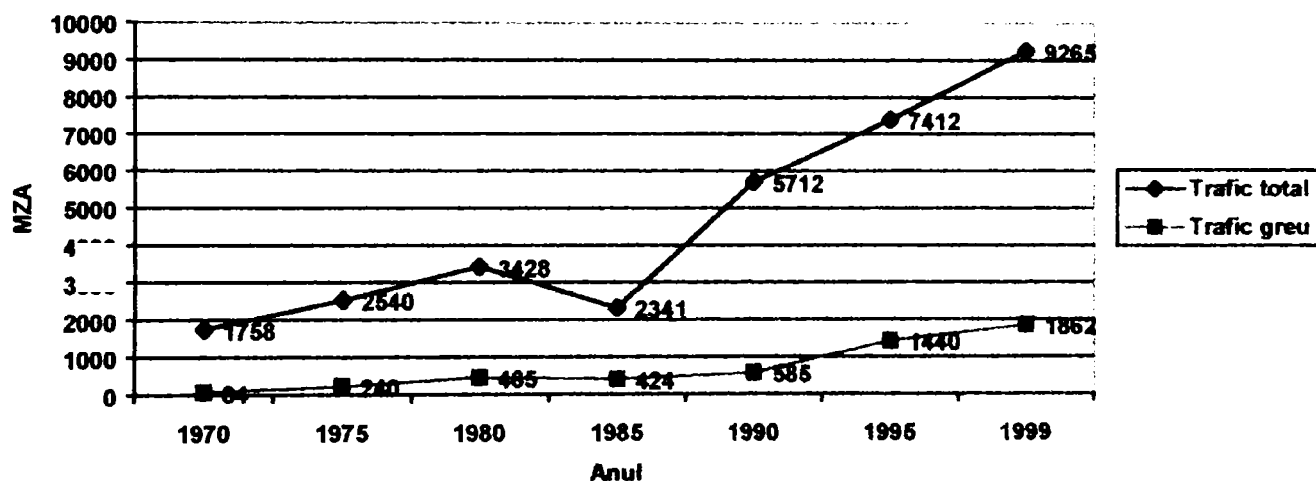


Fig. 1.5. Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN69 Timișoara – Arad.

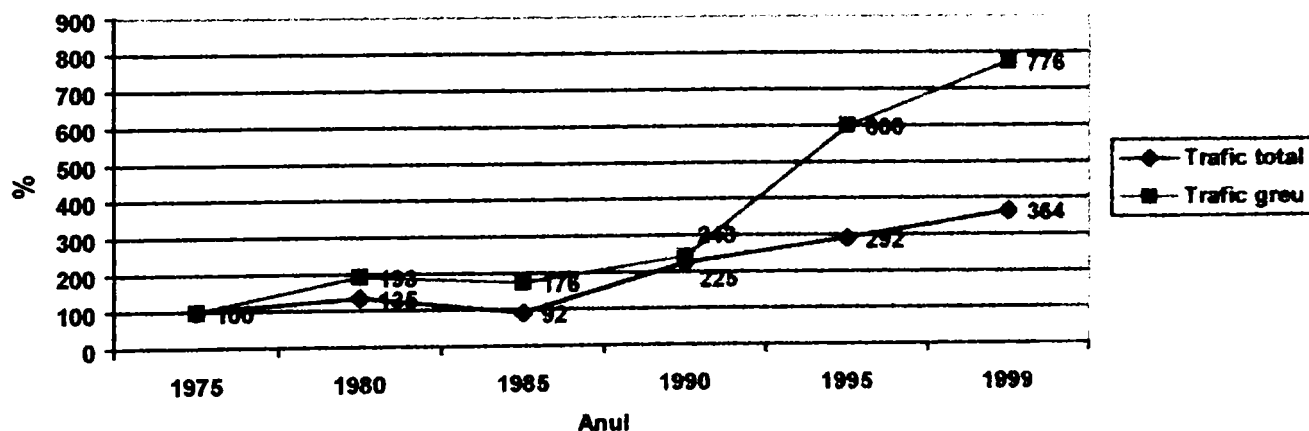


Fig. 1.6. Evoluția relativă la anul 1975 a traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1975...1999, pe DN69 Timișoara – Arad.

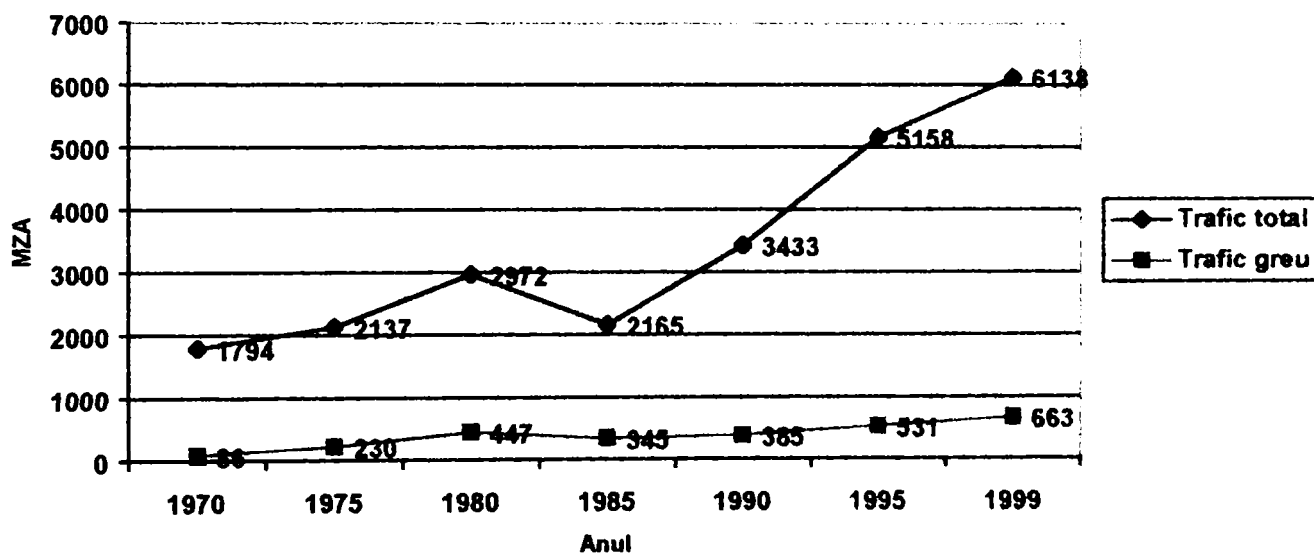
Această creștere foarte explozivă a traficului greu după 1990 a condus la degradarea puternică a drumului. În anul 1995 când au început practic lucrările de reabilitare drumul se prezenta cu defecțiuni masive mai ales sub formă de fâgașe.

• Pe DN59 (E70) Timișoara – Moravița traficul în anul 1999 a crescut de peste 3 ori față de 1970. Constatăm că pe acest drum traficul greu are în 1999 aproape aceeași creștere ca și traficul total.

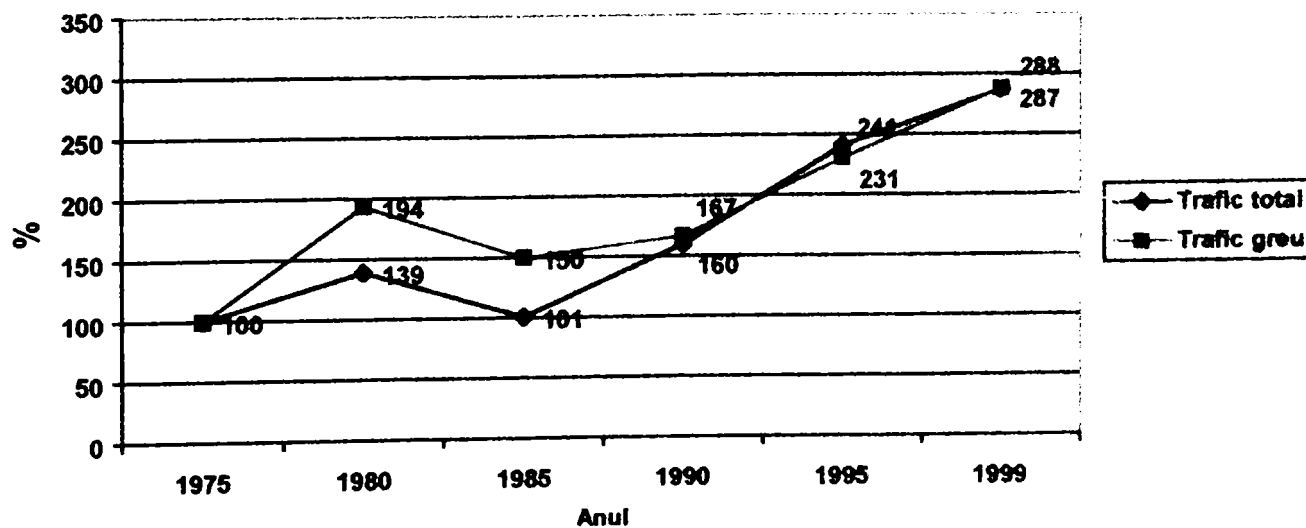
**Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN59 Timișoara – Moravița**

*Tabelul 1.28*

Fel trafic	Anul	1970	1975	% 1975 1970	1980	% 1980 1975	1985	% 1985 1980	1990	% 1990 1985	1995	% 1995 1990	1999	% 1999 1995
	Trafic total (MZA)		1794	2137	119,1	2972	139,1	2165	72,8	3433	158,6	5158	151	6138
Din care	MZA	86	230	267,4	447	194,3	345	77,2	385	111,6	531	137,9	663	124,8
trafic greu	%	4,8	10,8	*	15	*	15,9	*	11,2	*	10,3	*	10,8	*



*Fig. 1.7. Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN59 Timișoara – Moravița.*



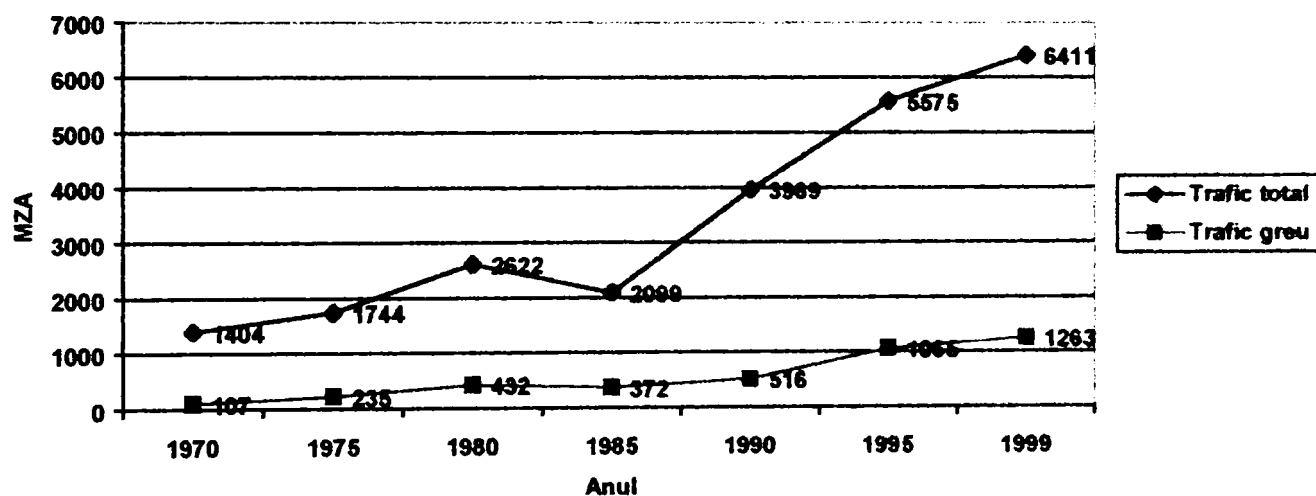
*Fig. 1.8. Evoluția relativă la anul 1975 a traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1975...1999, pe DN59 Timișoara – Moravița.*

• Pe DN79 (E671) Arad – Chişineu-Criş traficul a crescut în 1999 faţă de 1970 de peste 4 ori. Traficul greu a crescut de peste 5 ori datorită lucrărilor de reabilitare pe sectorul Arad – Nădlac şi mai apoi datorită lipsei mijloacelor de verificare a tonajului în punctul de frontieră Vârşand.

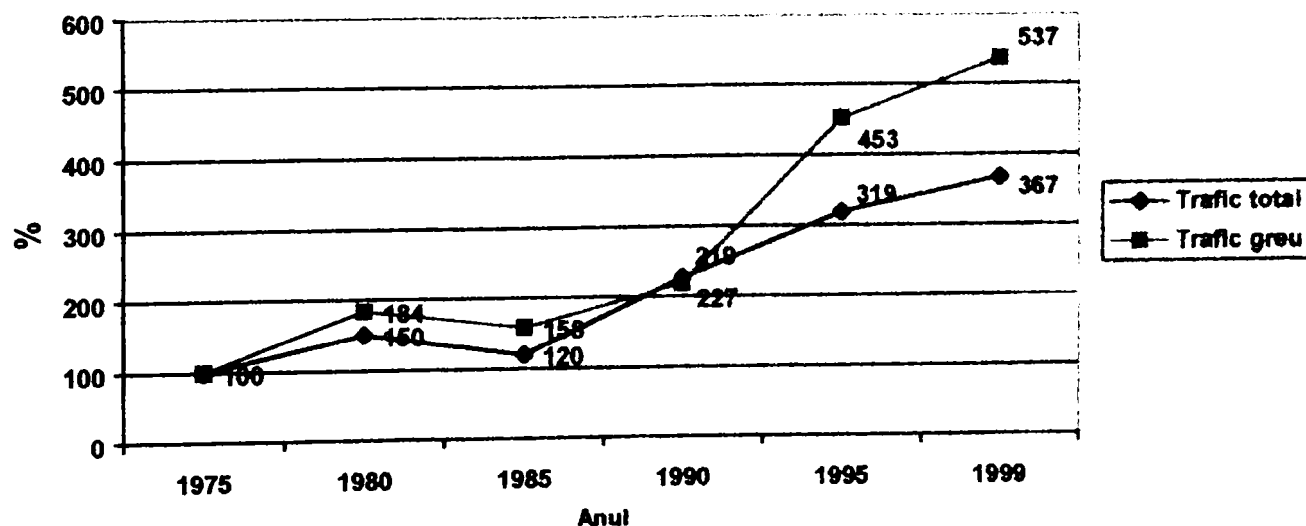
**Evoluţia traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN79 Arad – Chişineu-Criş**

*Tabelul 1.29*

Fel trafic	Anul		%		%		%		%		%			
	1970	1975	$\frac{1975}{1970}$	1980	$\frac{1980}{1975}$	1985	$\frac{1985}{1980}$	1990	$\frac{1990}{1985}$	1995	$\frac{1995}{1990}$	1999	$\frac{1999}{1995}$	
Trafic total (MZA)	1404	1744	124,4	2622	150,3	2099	80,0	3969	189,1	5575	140,5	6411	115	
Din care trafic greu	MZA	107	235	219,6	432	183,8	372	86,1	516	138,7	1065	206,4	1263	118,6
	%	7,6	13,5	*	16,5	*	17,7	*	13	*	19,1	*	19,7	*



*Fig. 1.9. Evoluţia traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN79 Arad – Chişineu-Criş.*



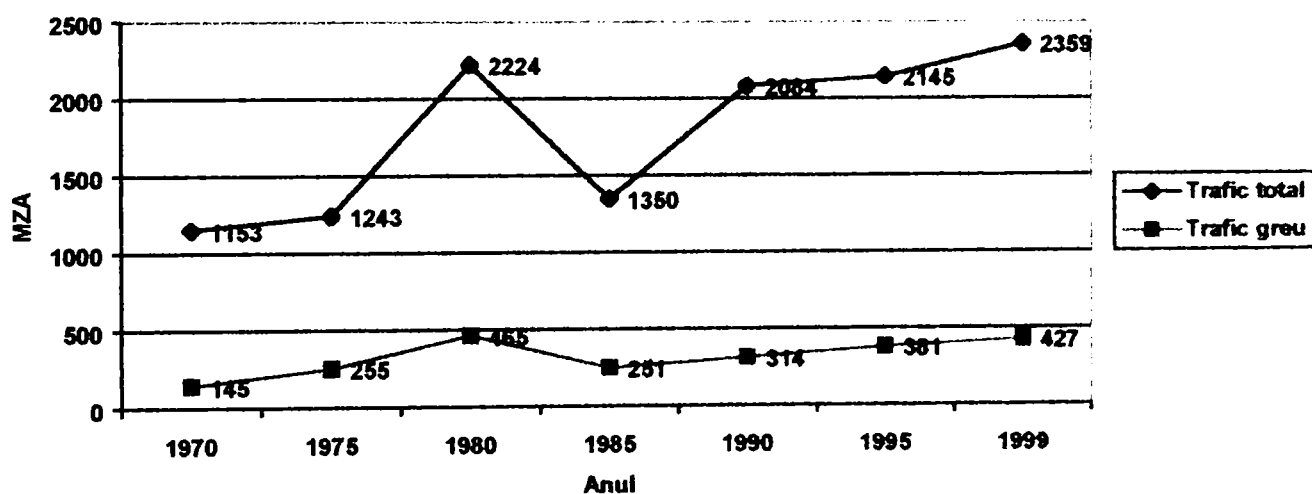
*Fig. 1.10. Evoluţia relativă la anul 1975 a traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1975...1999, pe DN79 Arad – Chişineu-Criş.*

• Pe DN68A (E673) Lugoj – Iliia traficul nu a crescut spectaculos. Valorile de trafic sunt sensibil mai mari ca cele din 1980 fapt care s-a datorat unor sectoare cu stare de viabilitate foarte rea (îmbrăcăminte din beton de ciment puternic degradată) care dădeau disconfort în trafic.

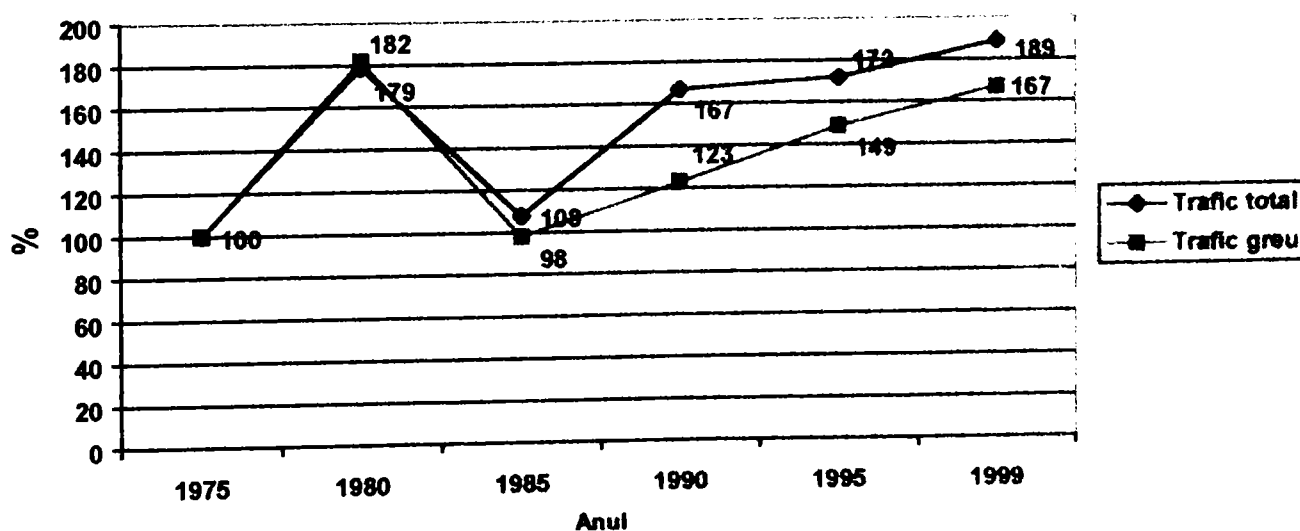
**Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN68A Lugoj – Iliia**

*Tabelul 1.30*

Fel trafic	Anul	1970	1975	%	1980	%	1985	%	1990	%	1995	%	1999	
				$\frac{1975}{1970}$		$\frac{1980}{1975}$		$\frac{1985}{1980}$		$\frac{1990}{1985}$		$\frac{1995}{1990}$		$\frac{1999}{1995}$
Trafic total (MZA)		1153	1243	107,8	2224	178,9	1350	60,7	2084	154,4	2145	102,9	2359	110
Din care trafic greu	MZA	145	255	175,9	465	182,3	251	54	314	125,1	381	121,3	427	112,1
	%	12,8	20,5	*	20,9	*	18,6	*	15,1	*	17,8	*	18,1	*



*Fig. 1.11. Evoluția traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1970...1999 pe DN68A Lugoj – Iliia.*



*Fig. 1.12. Evoluția relativă la anul 1975 a traficului mediu zilnic anual (MZA) în perioada 1975...1999, pe DN68A Lugoj – Iliia.*

Drumurile cu cele mai mari creșteri ale traficului total în anul 1995 față de anul 1990 sunt DN59 (E70) Timișoara – Moravița cu 51 %; DN79 (E671) Arad Chișinău-Criș cu 40,5 %; DN69 (E671) Timișoara – Arad cu 29,8 % iar cele mai mici creșteri s-au înregistrat pe DN7 (E68) Orăștie – Nădlac cu 20,1 % și DN68A Lugoj – Ilia cu 7,9 %.

În privința traficului greu cele mai mari creșteri s-au înregistrat pe DN69 Timișoara – Arad (E671) cu 146,2 %; DN79 Arad – Chișinău-Criș (E671) cu 106,47 % și DN7 Orăștie – Nădlac cu 48,9 %.

În ceea ce privește ponderea traficului greu față de traficul total, procentele cele mai mari înregistrate în anul 1995 au fost pe:

- DN7 (E68) Orăștie – Nădlac 23,4 %;
- DN69 (E671) Timișoara – Arad 19,45 %;
- DN79 (E671) Arad – Chișinău-Criș 19,10 %.

### **1.7. Principalele soluții tehnice aplicate pentru construirea și întreținerea drumurilor din D.R.D.P. Timișoara în perioada 1951...1990**

Cadrele tehnice din D.R.D.P. Timișoara au desfășurat o rodnică activitate științifică cu caracter aplicativ, aducând astfel o contribuție efectivă la introducerea tehnicii noi în domeniul construcției și întreținerii drumurilor naționale, contribuind în mod efectiv la îmbunătățirea și perfecționarea continuă a proceselor tehnologice în sectorul rutier. Din multitudinea soluțiilor tehnice amintim:

– în perioada anilor 1955...1957 se execută pentru prima dată în regională, covoare din mortar cu suspensie de bitum filerizat asfaltându-se drumul național 79 Arad – Chișinău-Criș, DN6 Timișoara – Lugoj și DN59 Timișoara - Moravița;

Lucrările s-au situat printre primele de acest gen din țară și au fost bine apreciate. Pe unele din aceste sectoare s-a circulat până spre anii 1980;

– în anul 1961 s-a început executarea îmbrăcăminților bituminoase cu utilizarea nisipului bituminos pe DN69 Timișoara - Arad;

– introducerea stabilizării complexe cu var și bitumină în anul 1964 pe DN6A Lugoj - Făget;

– aplicarea tratamentelor duble pe pietruiri vechi, suprafețe cu adaos de material pietros;

– macadam penetrat și semipenetrat;

– pietruiri scarificate, reprofilate cu adaos de material pietros, penetrate cu mortar cu subif și închise prin tratament bituminos simplu;

Toate aceste soluții aplicate, au creat posibilitățile reducerii lungimii rețelei de drumuri pietruite și schimbarea radicală a condițiilor de circulație cu cheltuieli minime;

– pentru lucrările de reparații pe timp de iarnă în anii 1968...1969 au loc primele începuturi în ceea ce privește fabricarea și utilizarea mixturii stocabile, cu rezultate mulțumitoare;

– aplicarea tratamentelor utilizând emulsie bituminoasă în jurul anilor 1969...1970

Între anii 1959...1970 s-au executat 545 km tratamente bituminoase. În anul 1971 datorită realizării emulsiei bituminoase s-au realizat 111 km de tratamente bituminoase.

În perioada 1970...1990 în construcția de drumuri s-au realizat:

– îmbrăcămînți din beton de ciment consolidări de terasamente ale drumului aplicându-se soluția pământului armat;

– mixturi asfaltice executate la rece;

– diversificarea utilizării zgurii sau cenușii de termocentrală la lucrări rutiere;

– îmbrăcămînțile din beton de ciment pus în operă cu ajutorul utilajului cu cofraje glisante.

Soluțiile aplicate au fost urmărite în timp din punct de vedere al comportării în exploatare, inventariindu-se defecțiunile apărute, stabilindu-se cauzele care au favorizat apariția lor. Toate acestea au permis elaborarea de norme și normative în sectorul rutier de drumuri, domeniu la care specialiștii din D.R.D.P. Timișoara și-au adus o largă contribuție.

## Cap. 2. TEHNOLOGII APLICATE PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA STĂRII TEHNICE A DRUMURILOR

### 2.1. Introducere

Întrucât îmbrăcămințile bituminoase sunt alcătuite din mixturi asfaltice în componența cărora intră în general agregate naturale (pietriș, cribluri, nisip și filer) având o granulozitate bine definită și legate între ele cu un liant bituminos, se pune problema posibilității refolosirii lor, prin adaos de material de aport și evident de bitum.

Defecțiunile îmbrăcăminților bituminoase apar în timp datorită unei multitudini de factori care contribuie la degradarea lor. Dintre aceștia cei mai importanți sunt: efectul traficului și în special al traficului greu, variațiile de temperatură sub formă de cicluri, vara temperaturi ridicate, iarna temperaturi scăzute, cicluri de îngheț-dezghet, precum și efectul ploilor. Toți acești factori conduc în final la apariția unei serii întregi de defecțiuni de tipul: fisuri și crăpături, peladă, faianțări, dezgrădinări și gropi, uzură avansată, deformări plastice sub forma vălurilor și a fâgașelor etc. Toate aceste tipuri de defecțiuni au fost îndelung studiate și cercetate în țara noastră, elaborându-se și metodele de întreținere și reparare în timp a acestora.

În cazul unor defecțiuni grave acestea conduc în mod sigur la degradarea îmbrăcăminților bituminoase, soluția fiind refacerea în totalitate a îmbrăcămintei prin realizarea unor straturi noi.

Cercetările privind posibilitatea realizării prin reciclare a mixturilor asfaltice, au fost făcute în S.U.A. la începutul anilor '60 iar în Europa în 1970. În fruntea țărilor care se ocupă de aceste tehnologii și evident de utilajele necesare se situează Italia, Franța, Germania, Suedia etc.

În acest context și în țara noastră s-a pus problema reutilizării îmbrăcăminților bituminoase vechi, prin reciclare, refolosind mixtura asfaltică veche, pe baza unor cercetări temeinice de laborator, stabilind necesarul de bitum, care trebuie să asigure obținerea unui nou tip de mixtură asfaltică și care trebuie să corespundă parametrilor de calitate impuși de standarde sau instrucțiuni tehnice în vigoare.

Volumul mare al degradărilor apărute în ultimii ani pe rețeaua de drumuri publice a condus la necesitatea studierii și a altor tehnologii pentru îmbunătățirea stării tehnice a drumurilor.

În acest scop, doctorandul a studiat aplicarea pe mai multe sectoare de drum, în perioada 1994...1999, a unor covoare asfaltice subțiri realizate la rece din mortar asfaltic, pe îmbrăcăminți din beton de ciment, în special cu durata de exploatare depășită, reciclarea la rece și la cald a îmbrăcăminților bituminoase cu grad mare de degradare.

## 2.2. Reciclarea mixturilor asfaltice la cald

Reciclarea mixturilor asfaltice se poate realiza prin mai multe procedee, în funcție de natura liantului și anume:

- la cald, cu bitum;
- la rece cu emulsie bituminoasă.

**Reciclarea la cald** se realizează din mixturile asfaltice recuperate din îmbrăcămințile rutiere, prin amestecarea în instalația de malaxare în agregate noi (de aport) și cu bitum, în scopul fabricării unei noi mixturi asfaltice. Mixtura asfaltică rezultată prin procedeul reciclării la cald trebuie să corespundă din punct de vedere calitativ standardului impus pentru mixtura asfaltică clasică fabricată la cald, de același tip. Reciclarea de suprafață este o tehnologie în care stratul superior al unei îmbrăcăminți bituminoase degradate este încălzit "in situ", scarificat, reamestecat, reaşternut și compactat, iar pentru a obține caracteristici corespunzătoare ale mixturilor asfaltice reciclate se recurge la adăugarea unui liant bituminos (bitum sau emulsie bituminoasă), precum și a unor agregate naturale noi, pentru a obține un anumit tip de mixtură asfaltică.

Tehnologiile de reciclare la cald se împart în două mari categorii:

- tehnologii de reciclare în stații fixe;
- tehnologii de prelucrare "**in situ**" a mixturilor asfaltice degradate și recuperate.

Reciclarea la cald în stații fixe este un proces tehnologic costisitor, datorită distanțelor mari de transport, astfel că în ultimul timp s-a trecut în toată lumea la realizarea unor instalații mobile complexe, care asigură frezarea și sortarea mixturilor asfaltice noi reciclate.

Tehnologia de reciclare "in situ" prezintă o serie de avantaje tehnice și economice, dintre care cele mai importante sunt:

- eliminarea transportului mixturilor asfaltice reciclabile de la locul frezării lor;
- eliminarea costurilor și a manoperei care apar la montarea și demontarea unei fabrici de mixturi asfaltice;
- posibilitatea utilizării materialului recuperat aproape în întregime (se evită pierderile inerente la transport și depozitare);
- se poate realiza amestecarea bună a mixturii asfaltice decapate și frezate, cu bitumul de adaos ținând cont de conținutul de bitum din mixtura asfaltică ce urmează a fi reciclată;
- se poate obține astfel o mixtură asfaltică prin reciclare cu caracteristici fizico-mecanice bune;
- nu se mai produce fenomenul de supraînălțare a drumului prin aplicarea straturilor succesive (avantaj major mai ales în cazul drumurilor și străzilor din orașe);
- experimental s-a constatat că se folosește în general bitum nou de completare în procent de 1,0...1,5 din masa mixturii asfaltice;
- instalația de reciclare "in situ" asigură încălzirea uniformă a materialelor iar a bitumului este realizată prin microprocesor.



În concluzie tehnologia de reciclare "in situ" permite obținerea unei economii importante de combustibil, agregate naturale, filer și bitum.

Pentru reciclarea la cald "in situ" s-a folosit instalația mobilă de reciclare tip ART 200.

Pentru realizarea tehnologiei "in situ" pe lângă instalația mobilă de reciclare tip ART200 mai sunt necesare o serie de utilaje conexe și anume :

- mătură mecanică;
- distribuitor de criblură tip HAMEROCK;
- freză tip Wirtgen;
- repartizator finisor de mixtură asfaltică tip MARINI;
- atelier de compactare.

Instalația tip ART 200 s-a folosit pentru prima dată în Europa pe autostrada A12 Roma-Civitavecchia, având o productivitate de 100 t/h. Este dotată cu un injector cu flacără protejată care asigură ridicarea temperaturii materialelor (mixtură asfaltică veche – agregat nou de aport) la aproximativ 130 °C, în consecință protejează bitumul din mixtură asfaltică recuperată .

Viteza de înaintare a instalației depinde de grosimea stratului care urmează să fie pus în operă.

### **2.2.1. Cercetări de laborator în vederea elaborării dozajelor**

În vederea realizării reciclării "in situ" la cald este necesar să se efectueze determinarea cât mai exactă a compoziției mixturii asfaltice veche pentru a putea stabili compoziția exactă a agregatelor naturale de aport și a dozajului de bitum nou sau dacă este cazul și a agentului de regenerare.

Doctorandul a coordonat și s-a implicat în activitatea de cercetare din cadrul laboratorului Direcției Regionale Drumuri și Poduri Timișoara, urmărind următoarele obiective:

- stabilirea conținutului de bitum și a granulozității mixturii asfaltice vechi;
- analiza caracteristicilor bitumului din mixtura asfaltică ce urmează a fi reciclată (veche);
- stabilirea tipului de bitum nou (de adaos) ținând cont de penetrația bitumului îmbătrânit;
- elaborarea (proiectarea) mai multor dozaje pentru noua mixtură asfaltică în funcție de destinația ei: strat de bază, de legătură sau de uzură (mai rar);
- verificarea caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturii asfaltice reciclate;

Rezultatele obținute prin încercările efectuate asupra mixturii asfaltice vechi, ce urma să fie reciclată la cald s-au executat prin INCERTRANS – secția drumuri și sunt prezentate în tabel 2.1., respectiv fig. 2.1 și fig. 2.2.

Mixtură asfaltică veche(pt. reciclare)

Tabelul 2.1.

Nr crt.	Caracteristica	Valori obținute		Condiții tehnice
		proba 1	proba 2	
1.	Conținut de bitum, %	6,8	7,1	---
2.	Curba de granulozitate a agregatului natural în % :	100	100	90-100
	- trece prin ciur de 16 mm;	93,3	94,5	55-78
	- trece prin ciur de 8 mm;	47,5	48,3	30-55
	- trece prin ciur de 3,15 mm;	29,8	27,8	18-35
	- trece prin sita de 0,63 mm;	10,8	11,5	11-25
	- trece prin sita de 0,2 mm;	7,1	7,4	8-12
3.	Punct de înmuiere I.B. pe bitum extras din mixtura veche, ° C	60	59	-

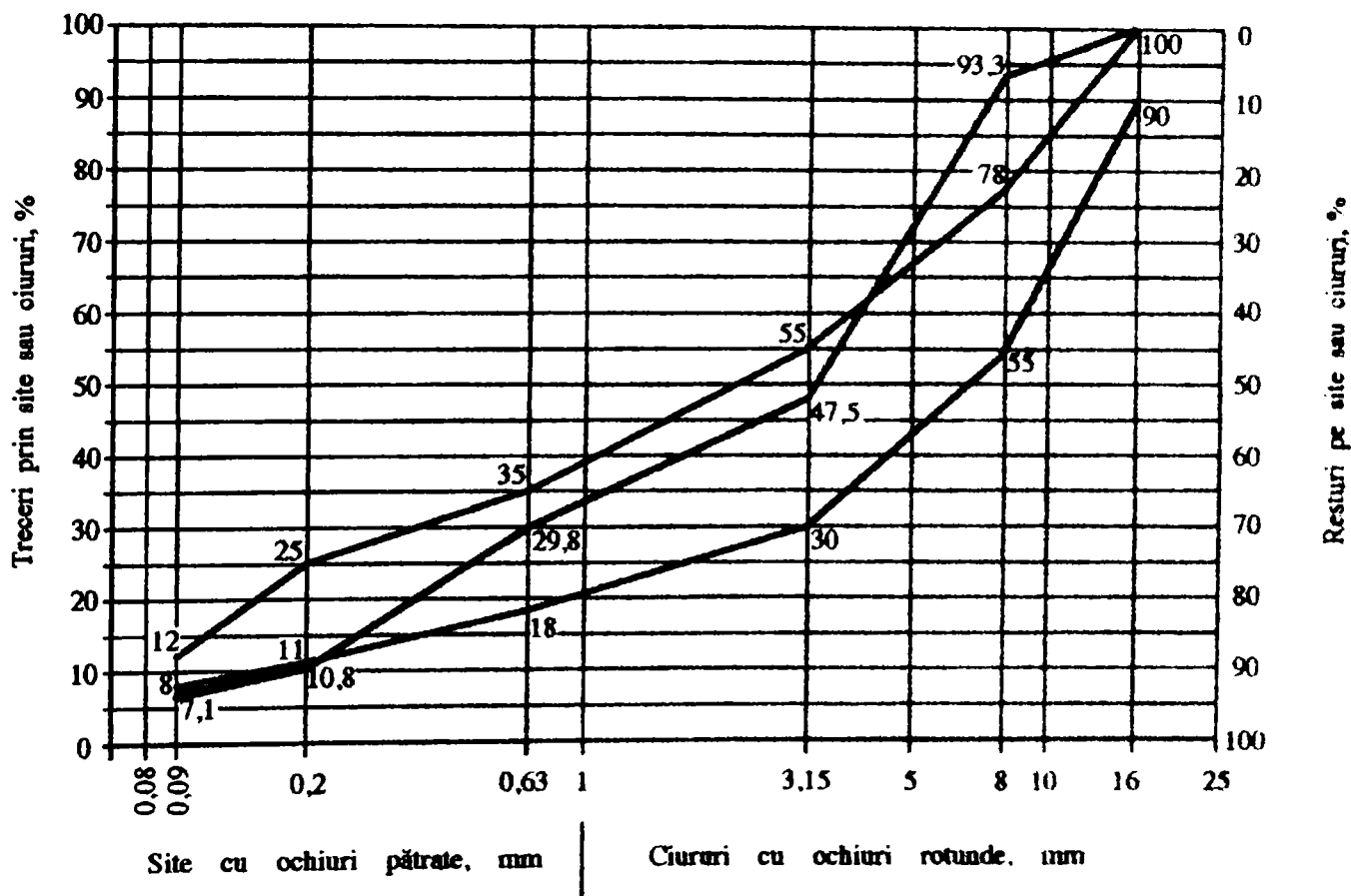


Fig. 2.1. Proba 1.

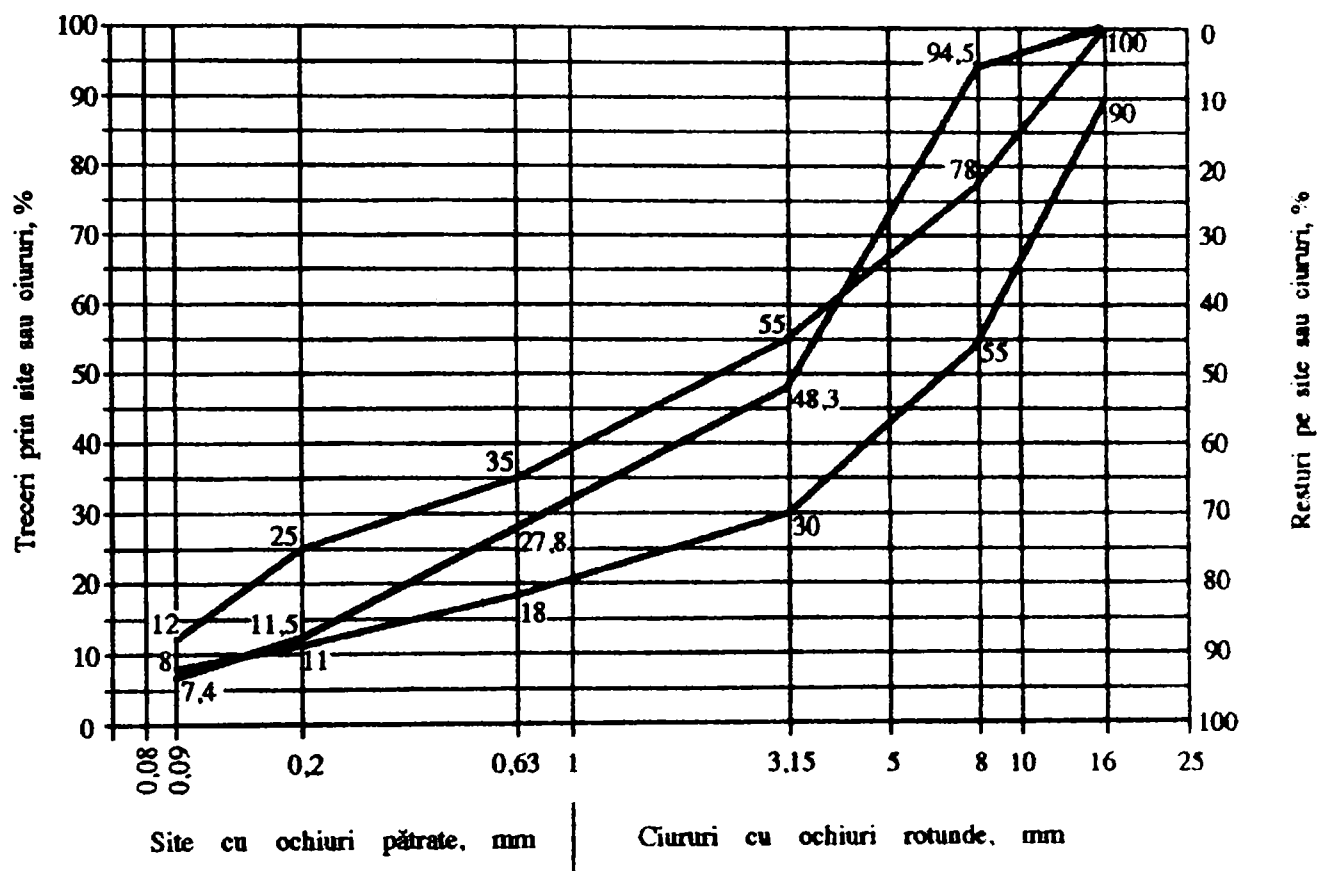


Fig. 2.2. Proba 2.

Ca agregat de aport s-a ales criblura sort 8-16 care a prezentat caracteristici de granulozitate corespunzătoare conform datelor din tabelul 2.2.

Tabelul 2.2

Nr. crt.	Caracteristica	Valori obținute	Condiții tehnice SR 667
1.	Granulozitate, în %: - rest pe ciur de 16 mm - rest pe ciur de 8 mm - rest pe ciur de 3.15 mm	5,0 84,9 10,1	max. 5 min. 85 max. 10
2.	Forma de granulare	corespunzătoare poliedrice	
3.	Rezistență la uzură Los Angeles, %	20,0	

Bitumul propus a fi folosit ca agent de regenerare a fost livrat de la Rafinăria PETROLSUB, de la Suplacu de Barcău Crișana având caracteristicile tehnice prezentate în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3

Nr. crt	Caracteristica	Valori obținute	Condiții tehnice SR 667-1997
1.	Penetrație la 25 °C, 1/10 mm	81	80...100
2.	Punct de înmuiere, I.B. °C	49	43...49
3.	Ductilitate la 25 °C, mm	peste 100	min. 100

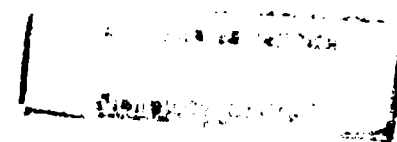
Încercările complete pe bitumul respectiv efectuate prin laboratorul de drumuri al INCERTRANS sunt prezentate în tabelul 2.4.

Cu aceste materiale s-au efectuat în laborator o serie de încercări care au condus la obținerea mai multor variante de dozaje și în final s-a ales dozajul prezentat în tabelul 2.6. pentru o mixtură asfaltică tip B.A. 16 (bitum asfaltic cu criblură 8-16)

Bitum D80/120 PETROLSUB. Încercări INCERTRANS

Tabelul 2.4

Nr. crt.	Caracteristici	Valori obținute	Condiții tehnice SR754
1.	Penetrația la 25 °C, 1/10 mm	80	81...120
2.	Punct de înmuiere, I.B., °C	47	43...41
3.	Ductilitate la 25 °C, cm	>150	min. 100
4.	Ductilitate la 7 °C, cm	10	-
5.	Ductilitate la 5 °C, cm	7,5	min. 5
6.	Punct de rupere Fraass, °C	-23...-24	max. -15
7.	Inflamabilitate M, °C	276	min. 250
8.	Densitate la 15 °C	1,0049	min. 0,992
9.	Parafină, %	1,62	max. 2
10.	Stabilitate la încălzire 5 ore la 163°C, metoda TFOT		ASTM D 946
	a) pierdere de masă	-0,2	-
	b) penetrație reziduală, %	68,75	47+
	c) creștere punct de înmuiere I.B. °C	7	-
	d) ductilitate la 25 °C, cm	62	min. 75
	e) punct de rupere Fraass, °C	-20...-21	-
11.	Adezivitate, pe agregate naturale (metoda cantitativă) -Chileni	99,7	-
12.	Analiza pe clase de hidrocarburi:		
	a) saturate, %	6,99	-
	b) aromatice, %	30,99	-
	c) rășini, %	37,34	-
	d) asfaltene, %	18,60	-



Aceleași determinări s-au făcut și pe bitumul extras din mixtura asfaltică uzată, în vederea stabilirii gradului de îmbătrânire a acestuia.

Rezultatele sunt prezentate în tabelul 2.5.

### Bitum extras din mixtura asfaltică uzată

Tabelul 2.5

Nr. Crt	Caracteristici	Valori obținute	Condiții tehnice SR754
1.	Penetrația la 25 °C, 1/10 mm	70	81...120
2.	Punct de înmuiere, I.B., °C	44	43...41
3.	Ductilitate la 25 °C, cm	>100	min.100
4.	Ductilitate la 7 °C, cm	-	-
5.	Ductilitate la 5 °C, cm	-	min. 5
6.	Punct de rupere Fraass, °C	+5...+6	max. -15
7.	Inflamabilitate M, °C	276	min. 250
8.	Densitate la 15 °C	1,0038	min. 0,992
9.	Parafină, %	1,52	max. 2
10.	Stabilitate la încălzire 5 ore la 163 °C, metoda TFOT		ASTM D 946
	a) pierdere de masă	-	-
	b) penetrație reziduală, %	-	47+
	c) creștere punct de înmuiere I.B. °C	-	-
	d) ductilitate la 25 °C, cm	-	min. 75
	e) punct de rupere Fraass, °C	-	-
11.	Adezivitate, pe agregate naturale (metoda cantitativă) – Chileni	80,0	-
12.	Analiza pe clase de hidrocarburi		
	e) saturate, %	2,15	
	f) aromatice, %	8,05	-
	g) rășini, %	67,47	
	h) asfaltene, %	22,31	-

Bitumul extras din mixtura asfaltică uzată, prezintă un conținut mărit de asfaltene și un punct de rupere Fraass foarte ridicat, ceea ce evidențiază un grad avansat de îmbătrânire a acestuia. Se impune la reciclare să se adauge bitum D 80/120, în proporțiile stabilite de laboratorul de specialitate.

Calculul dozajului, respectiv ale proporțiilor de material frezat, criblură 8-16 și filer s-a făcut pe baza resturilor pe site și ciururi, prezentat în tabelul 2.6.

Curba de granulozitate pentru dozajul astfel calculat (în total de 93,7 %) este prezentată în fig. 2.3, iar dozajul recalculat pentru total de 100 % este prezentat în fig. 2.4.

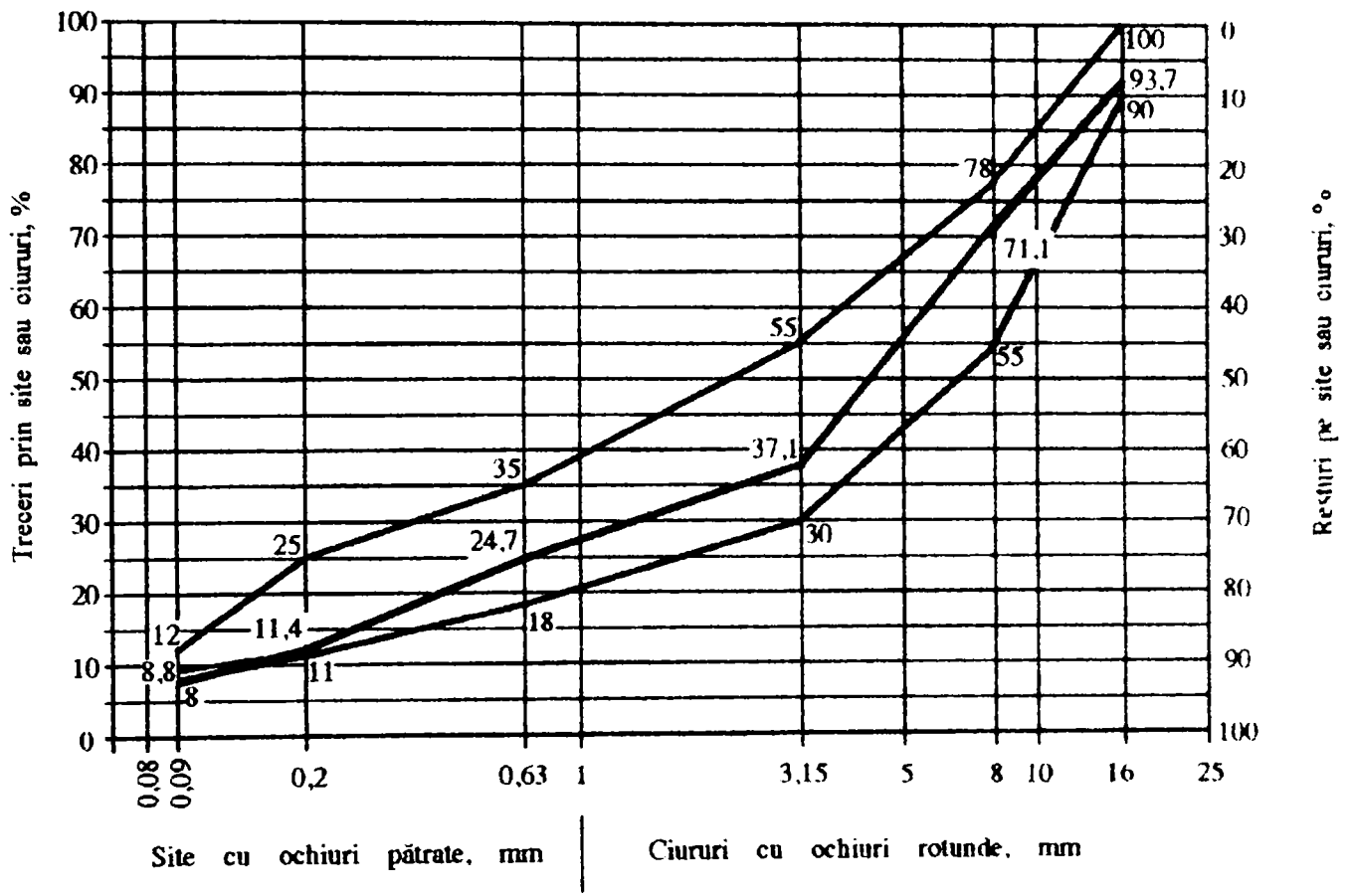


Fig. 2.3.

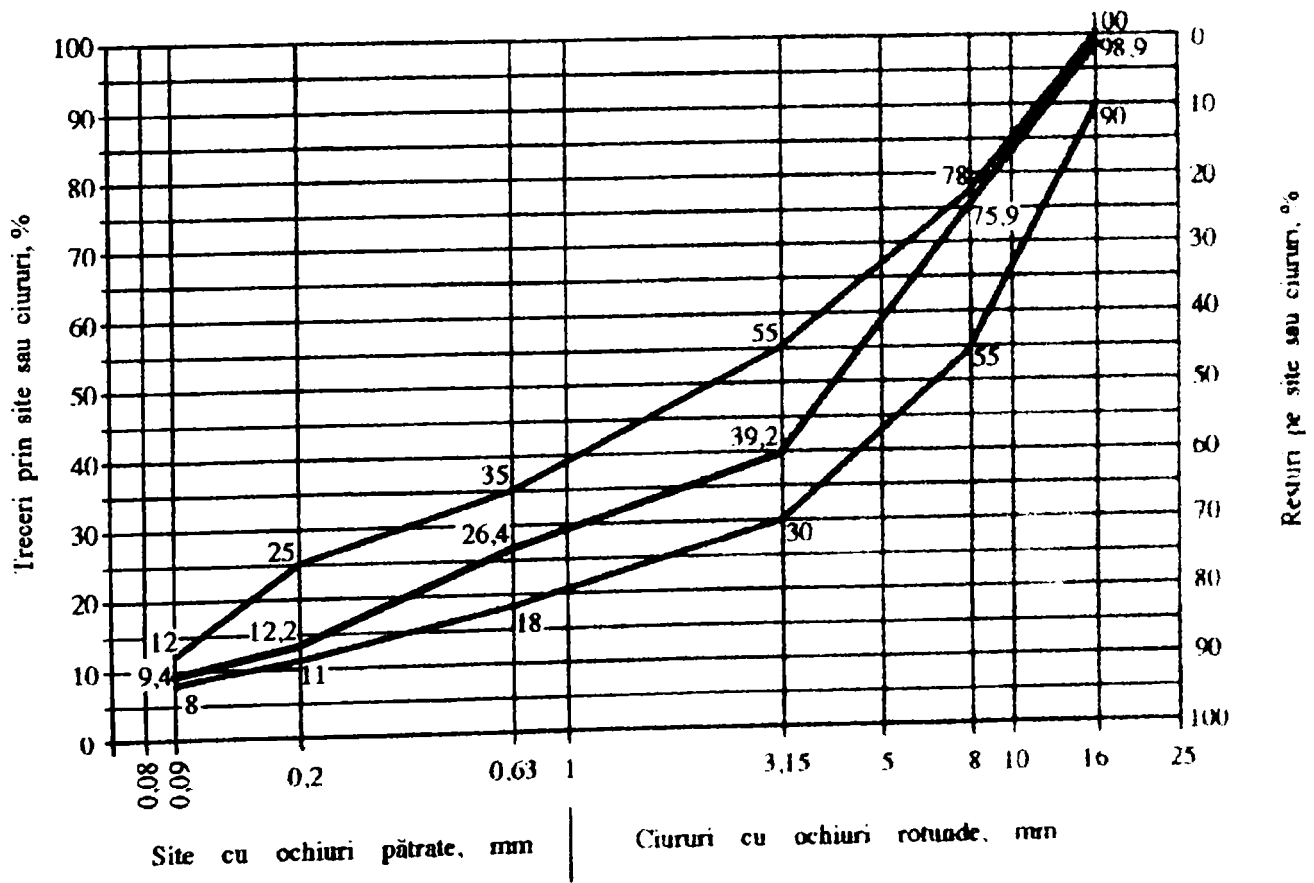


Fig. 2.4.

**Dozaj BA16 (mixtură asfaltică reciclată la cald)**

*Tabelul 2.6*

Nr. crt.	Materiale	Dozaj , %			Granulozitate, rest pe ciur sau sita de ...mm						Trece prin sita de 0,09 mm, %
		Mixt. veche	agregate naturale	bitum	16	8	3,75	0,63	0,2	0,09	
1.	Mixtura (veche) frezată	75,0	69,9	5,1	-	4,6	32,0	12,4	13,3	2,6	5,0
2.	Criblură sort 8-16	20,0	20,0	-	1,0	17,0	2,0	-	-	-	-
3.	Filer de adaos	3,8	3,8	-	-	-	-	-	-	-	3,8
4.	Bitum D 80/100 de adaos	1,2	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-
5.	Total	100,0	93,7	6,3	1,0	21,6	34,0	12,4	13,3	2,6	8,8
6.	Recalculată în %	-	-	-	1,1	23,0	36,3	13,2	14,2	2,8	9,4
7.	Curba de granulozitate în %	-	-	-	98,9	75,9	39,2	26,4	12,2	9,4	-
8.	Condiții tehnice conf. SR 174-1	-	-	-	90-100	55-78	30-55	18-35	11-25	8-12	-

Se precizează că granulozitatea materialelor componente este redată în tabelul 2.7

**Granulozitatea agregatelor componente**

*Tabelul 2.7*

Nr. crt.	Materiale	Rest pe ciur sau sita de ... mm, %						Trece prin sita de 0,09 mm, %
		16	8	3,15	0,63	0,2	0,09	
1.	Agregate din mixtură frezată	-	6,7	45,8	17,7	19,0	3,7	7,1
2.	Criblură sort 8-16	5,0	84,9	10,1	-	-	-	-
3.	Filer de calcar	-	-	-	-	3,5	10,5	86,0

Calitatea mixturii asfaltice tip B.A.16 astfel realizată se poate urmări în tabelul 2.8 cu precizarea că proba 1 (fig. 5) reprezintă mixtura asfaltică reciclată la cald și prelevată în timpul execuției de pe DN7 km 373+500, iar proba 2 (fig. 6) este o carotă prelevată din stratul gata executat.

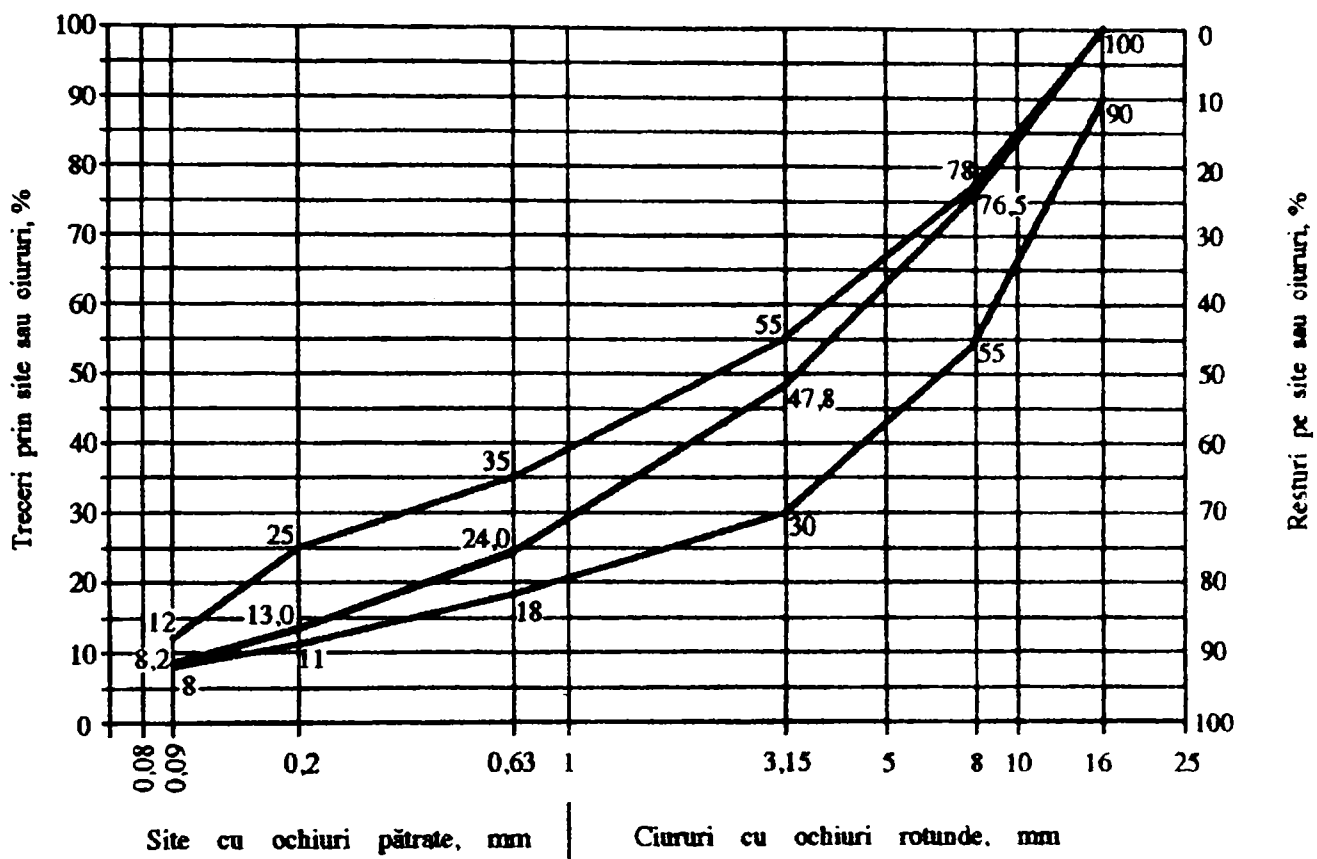


Fig. 2.5. Curba de granulozitate a mixturii asfaltice reciclate la cald și prelevate în timpul execuției DN7 km 373+500.

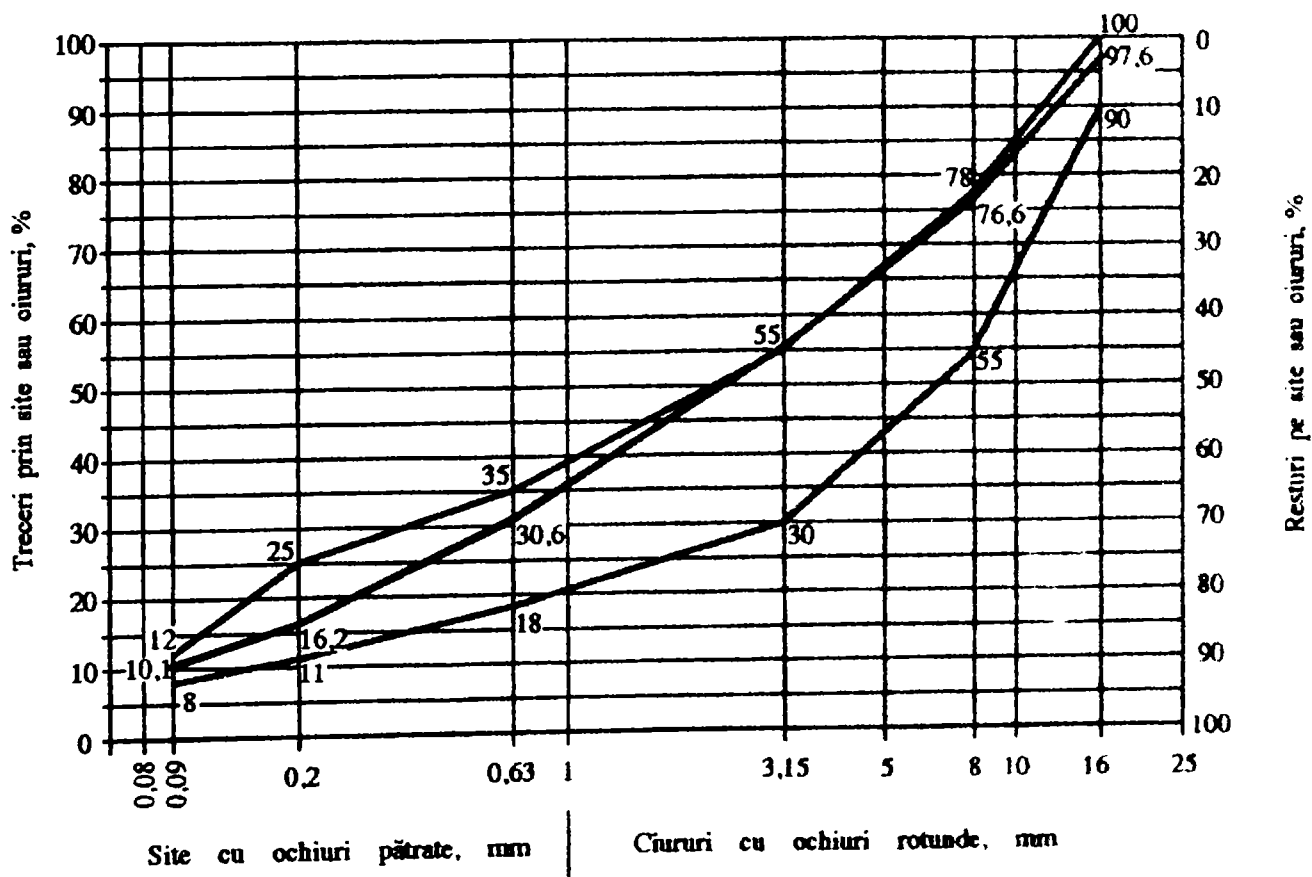


Fig. 2.6. Curba de granulozitate a mixturii asfaltice din stratul executat pe DN7 km 373+500.



Nr. Crt.	Caracteristici	Proba nr. ...		Limite admisibile
		1	2	
A.	Compoziția mixturii asfaltice			
1.	Conținut de bitum, %	5,7	5,7	6,0...7,0
2.	Curba de granulozitate, în % :			
	- trece prin ciur de 16 mm	100,0	97,6	90...100
	- trece prin ciur de 8 mm	76,5	76,6	55...78
	- trece prin ciur de 3,15 mm	47,8	55,0	30...55
	- trece prin sită de 0,63 mm	24,0	30,6	18...35
	- trece prin sită de 0,2 mm	13,0	16,2	11...25
	- trece prin sită de 0,09 mm	8,2	10,1	8...12
B.	Caracteristici fizico-mecanice			
I.	Încercări pe epruvete cubice			
1.	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2311	-	2250
2.	Absorbția de apă, % vol.	4,0	-	2...6
3.	Rezistența la compresiune la 22 °C, în N/mm <sup>2</sup>	5,2	-	min. 3,0
4.	Rezistența la compresiune la 50 °C, în N/mm <sup>2</sup>	2,2	-	min. 0,7
5.	Coeficient de termostabilitate, K	2,3		
6.	Umflarea după 28 zile imersare în apă, %	1,9	-	max. 2,0
II.	Încercări pe epruvete cilindrice tip Marshall			
1.	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2334	-	min. 2350
2.	Absorbția de apă, % vol.	3,2	-	1...5
3.	Stabilitate Marshall la 60 °C, kN	14,5	11,5	min. 7,5
4.	Indice de curgere, mm	2,5	2,7	1,5...4,5
III.	Încercări pe plăcuțe extrase din stratul gata executat			
1.	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	-	2250	min. 2250
2.	Absorbția de apă, % vol.	-	6,0	2...6
3.	Grad de compactare	-	97	min. 96

Prezentând grafic granulozitatea celor două tipuri de mixtură asfaltică, cea veche (proba 1) și cea reciclată (proba 2) se obțin curbele de granulozitate prezentate în fig. 7 și care atestă o bună încadrare în zona impusă pentru B.A.16.

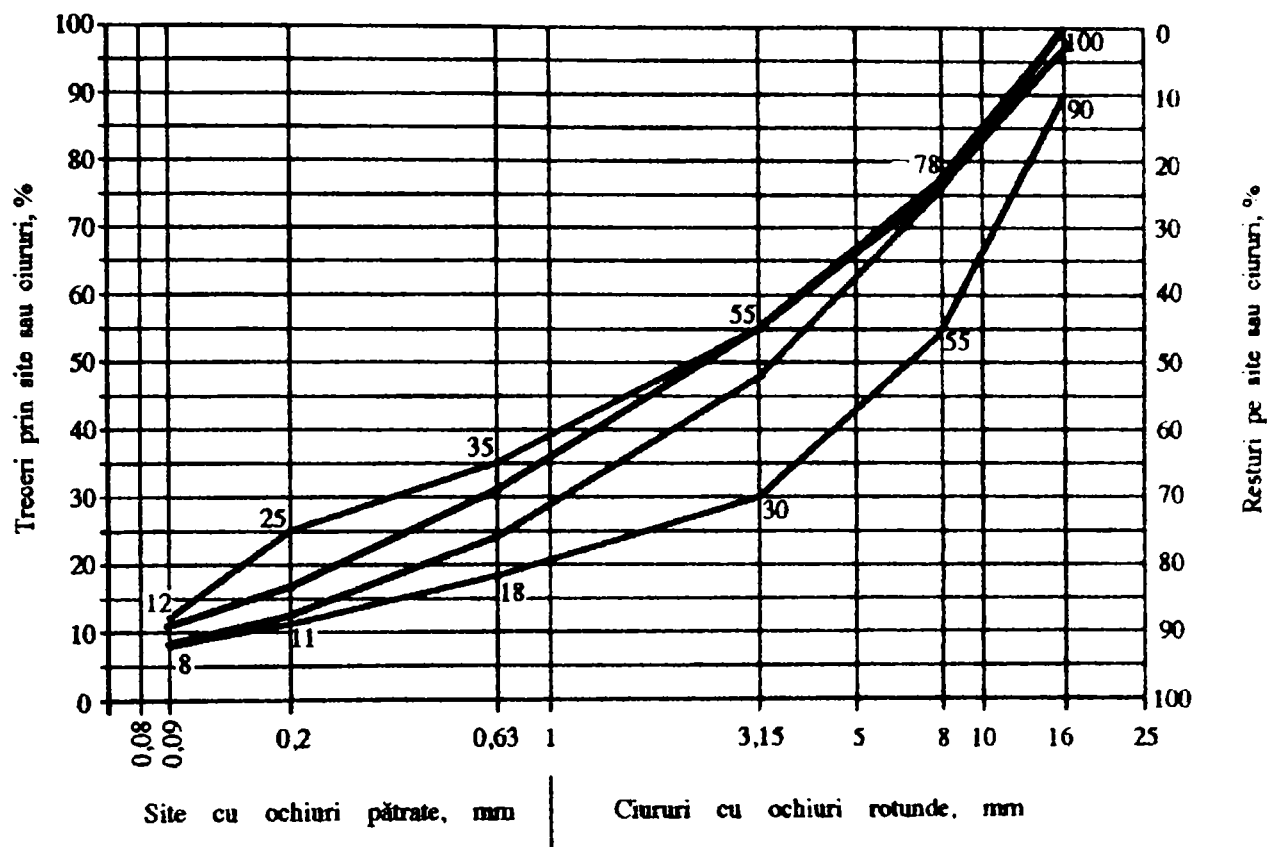


Fig. 2.7. ——— proba 1 – mixtură veche; ——— proba 2 – mixtură reciclată.

### 2.2.2. Tehnologia de obținere a mixturii asfaltice reciclate "in situ" și punerea în operă cu ajutorul instalației ART 200

Sucesiunea operațiilor , , în cazul recuperării mixturii asfaltice vechi, provenite din îmbrăcăminți bituminoase degradate (uzate și îmbătrânite) cu ajutorul instalației ART 200 este următoarea (figurile 2.8 și 2.9):

- răspândirea criblurii de aport pe suprafața îmbrăcăminții care urmează a fi supusă operației de frezare;

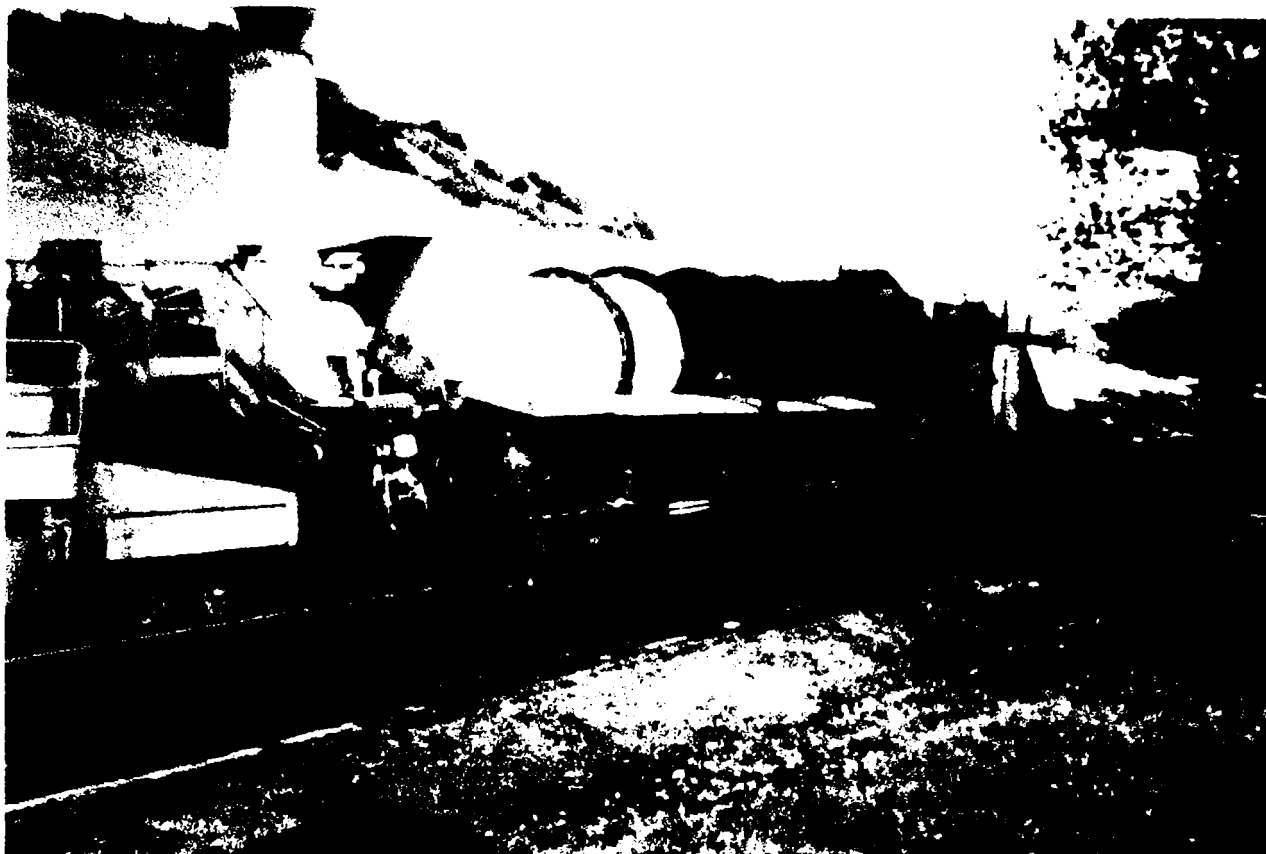
- frezarea stratului bituminos pe adâncimea stabilită;

- ridicarea materialului din cordonul de mixtură asfaltică frezată plus criblura de aport, cântărirea acestuia și introducerea lui în uscătorul malaxor în echicurent cu flacăra arzătorului este asigurată de camera de ardere din material refractar;

- încălzirea bitumului, dozarea acestuia și introducerea lui în malaxor este controlată cu ajutorul unui procesor;

- fabricarea mixturii asfaltice reciclate are loc în uscătorul-malaxor , unde se usucă și încălzește materialul frezat și criblura de aport, se desfac astfel particulele mai mari de mixtură asfaltică veche, concomitent cu înmuierea bitumului conținut de aceasta și fluxarea lui cu bitum de adaos; tot acolo are loc și anrobarea criblurii de adaos. Prin malaxarea și omogenizarea amestecului obținut se obține mixtura asfaltică reciclată.

Se precizează că un microprocesor menține constante procentele din componenții care se introduc în uscătorul-malaxor conform dozajelor elaborate de un laborator de specialitate.



*Fig. 2.8. Instalația ART200 – vedere de ansamblu.*



*Fig. 2.9. Vedere a stratu ții pe mixtura asfaltică așternut cu ajutorul instalației ART200.*

Din tamburul uscător-malaxor mixtura asfaltică-reciclată este evacuată în repartizatorul-finisor cu ajutorul buncărului și a transportorului cu raclete.

Așternerea și compactarea mixturii asfaltice reciclate se execută în mod similar cu ale mixturilor asfaltice clasice.

Viteza de înaintare a utilajului permite execuția unei benzi de 3,5 m lățime pe o lungime de 1...1,5 km în 8 ore de lucru.

Se precizează că pentru amorsarea stratului de suport se folosește emulsie bituminoasă cationică, cu rupere rapidă.

### 2.2.3. Sectoare de drumuri naționale executate în cadrul D.R.D.P. Timișoara

Doctorandul a urmărit permanent calitatea lucrărilor executate cu tehnologia la cald "in situ" prin reciclare folosind instalația ART 200.

În continuare se prezintă reparațiile realizate prin reciclare la cald pe DN 79, Arad – Chișinău Criș: km. 4+400 –7+000 și km. 46+200 – 52+000, precum și dozajele de lucru folosite și rezultatele obținute la probele de mixtură asfaltică reciclată, probe prelevate de la așternere.

Dozajele de lucru sunt prezentate în tabelul 2.9.

**Dozaje de lucru pentru mixtura asfaltică**

*Tabelul 2.9*

Nr. crt.	Poziția DN 79	Materiale componente	%	Bitum [%]	Dozaj de execuție
1.	km 4+400 dr. și stg.	mixtură frezată	50,0	4,5	Mixtură frezată 50 % sort 3-7 28 kg/m <sup>2</sup> sort 7-16 60 kg/m <sup>2</sup> filer bitum adaos 1,7 %
		sort 3-7	15,0	--	
		sort 7-16	33,3	--	
		filer	--	--	
		bitum adaos	1,7	--	
		TOTAL	100	1,7	
2.	km 4+400 km 7+000	mixtură frezată	80,0	4,1	Mixtură frezată 80 % sort 7-16 21 kg/m <sup>2</sup> bitum adaos 2,2 %
		sort 7-16	17,8	--	
		bitum adaos	2,2	2,2	
		TOTAL	100	6,3	
3.	km 46+300 km 46+600	mixtură frezată	85,0	5,7	Mixtură frezată 85 % sort 7-16 16 kg/m <sup>2</sup> bitum adaos 0,6 %
		sort 7-16	14,4	--	
		bitum adaos	0,6	0,6	
		TOTAL	100	6,3	
4.	km 46+600	mixtură frezată	90,0	4,8	Mixtură frezată 85 % sort 7-16 16 kg/m <sup>2</sup> filer 2 % bitum adaos 0,6 %
		sort 7-16	8,5	--	
		filer	2,0	--	
		bitum adaos	1,5	1,5	
		TOTAL	100	6,3	

Nr. crt.	Poziția DN 79	Materiale componente	%	Bitum [%]	Dozaj de execuție
5.	km 47+300 km 47+900	mixtură frezată	85,0	5,1	Mixtură frezată 85 % sort 7-16 19 kg/m <sup>2</sup> bitum adaos 1,2 %
		sort 7-16	13,8	-	
		bitum adaos	1,2	1,2	
		TOTAL	100	6,3	
6.	km 48+900 km 49+570	mixtură frezată	75,0	6,1	Mixtură frezată 85 % sort 7-16 19 kg/m <sup>2</sup> bitum adaos 1,2 %
		sort 7-16	24,5	-	
		bitum adaos	0,5	0,5	
		TOTAL	100	6,7	
7.	km 50+160	mixtură frezată	85,0	6,0	Mixtură frezată 85 % sort 7-16 19 kg/m <sup>2</sup> bitum adaos 1,2 %
		sort 7-16	14,5	-	
		bitum adaos	0,5	0,5	
		TOTAL	100	6,5	

Examinând dozajele elaborate de laborator se constată că fiecare sector trebuie bine analizat pentru a putea elabora dozajele optime de lucru. se menționează numărul mare de încercări efectuate în acest scop precum și variația mare a procentelor de agregate de adaos. același lucru este valabil și pentru bitumul adăugat care poate varia între 0,5...2,2 %.

Întrucât lucrările efectuate atent urmărite de laboratorul care a elaborat dozajele de lucru, s-a acordat o mare atenție analizării mixturilor asfaltice obținute prin reciclare, rezultatele acestora fiind sintetizate în tabelul 2.10. iar curbele de granulozitate sunt prezentate în fig. 8...11. Se precizează că mixtura asfaltică a fost fabricată și pusă în operă în vara anului 1999.

**Caracteristicile mixturii asfaltice reciclate la cald pentru reparații pe DN 79  
fabricată și analizată în 1999**

*Tabelul 2.10*

Nr. crt.	Caracteristici	DN 79 km ...			
		4+400 dr.	46+934 stg.	48+250 dr.	49+570 dr.
<b>A. Compoziția mixturii asfaltice</b>					
1.	Conținutul de bitum, %	6,3	6,4	6,2	6,5
2.	Curba de granulozitate, %				
	– trece prin ciur de 25 mm	98,9	90,2	99,3	100,0
	– trece prin ciur de 16 mm	89,2	70,2	91,0	90,9
	– trece prin ciur de 8 mm	53,1	57,3	73,5	70,3
	– trece prin ciur de 3,15 mm	38,0	30,0	52,1	48,5
	– trece prin ciur de 0,63 mm	26,3	15,1	27,3	23,9
	– trece prin ciur de 0,2 mm	23,1	12,3	11,0	12,3
	– trece prin ciur de 0,09 mm	6,1	7,9	6,8	7,9
<b>B. Caracteristici fizico-mecanice pe epruvete cilindrice</b>					
1.	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2385	2319	2403	2385
2.	Absorbția de apă, % vol.	1,8	1,87	1,65	1,95
3.	Stabilitate Marshall, la 60°C, kN	11,3	10,9	10,7	10,17
4.	Indice de curgere, mm	3,5	3,61	3,3	2,93
5.	Raport stabilitate/fluaj	3,22	3,01	3,2	3,47

Curbe de granulozitate pentru mixtura asfaltică reciclată la cald pe DN79 în anul 1999 (fig. 2.10...2.13)

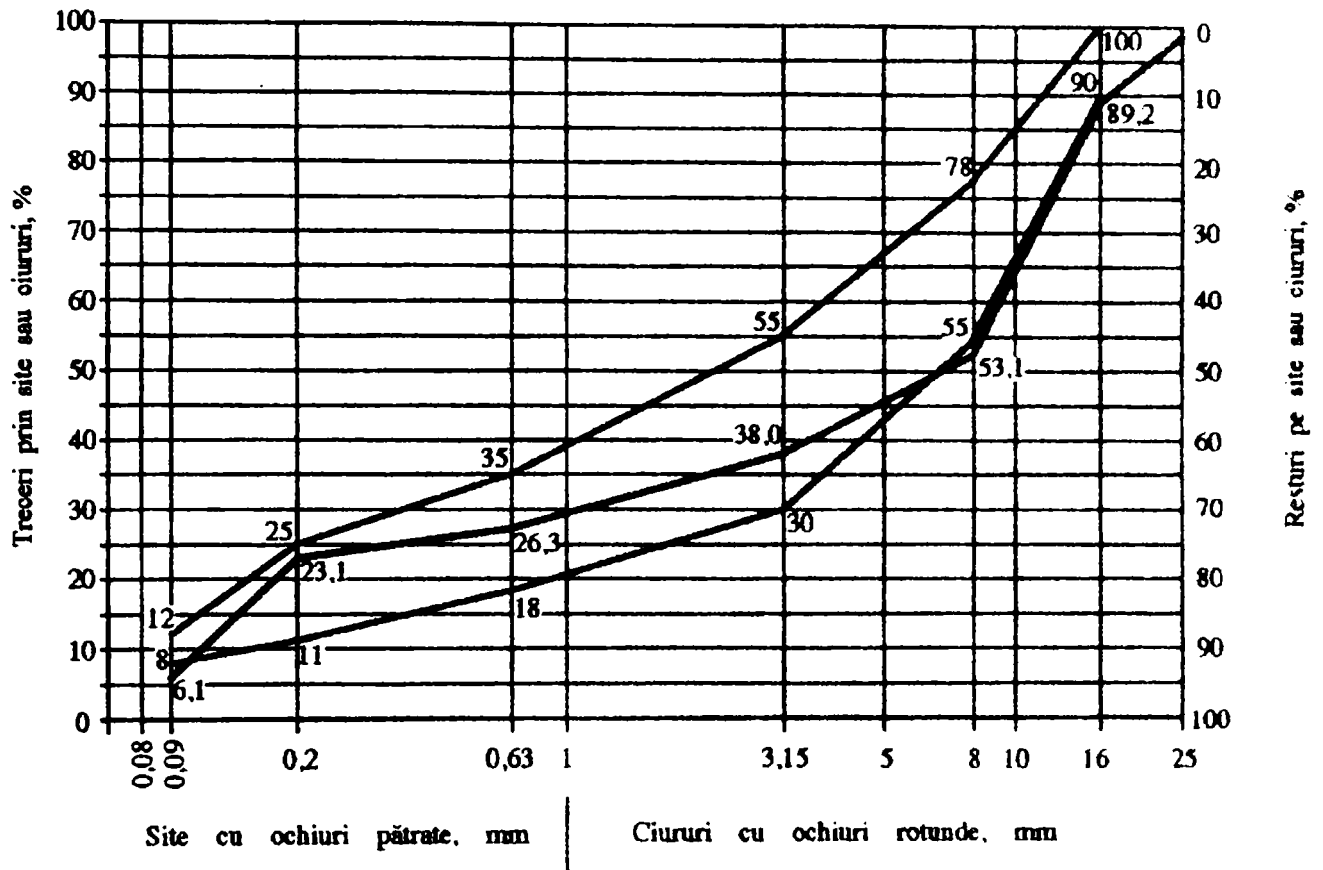


Fig. 2.10. DN79 km 4+000 dreapta.

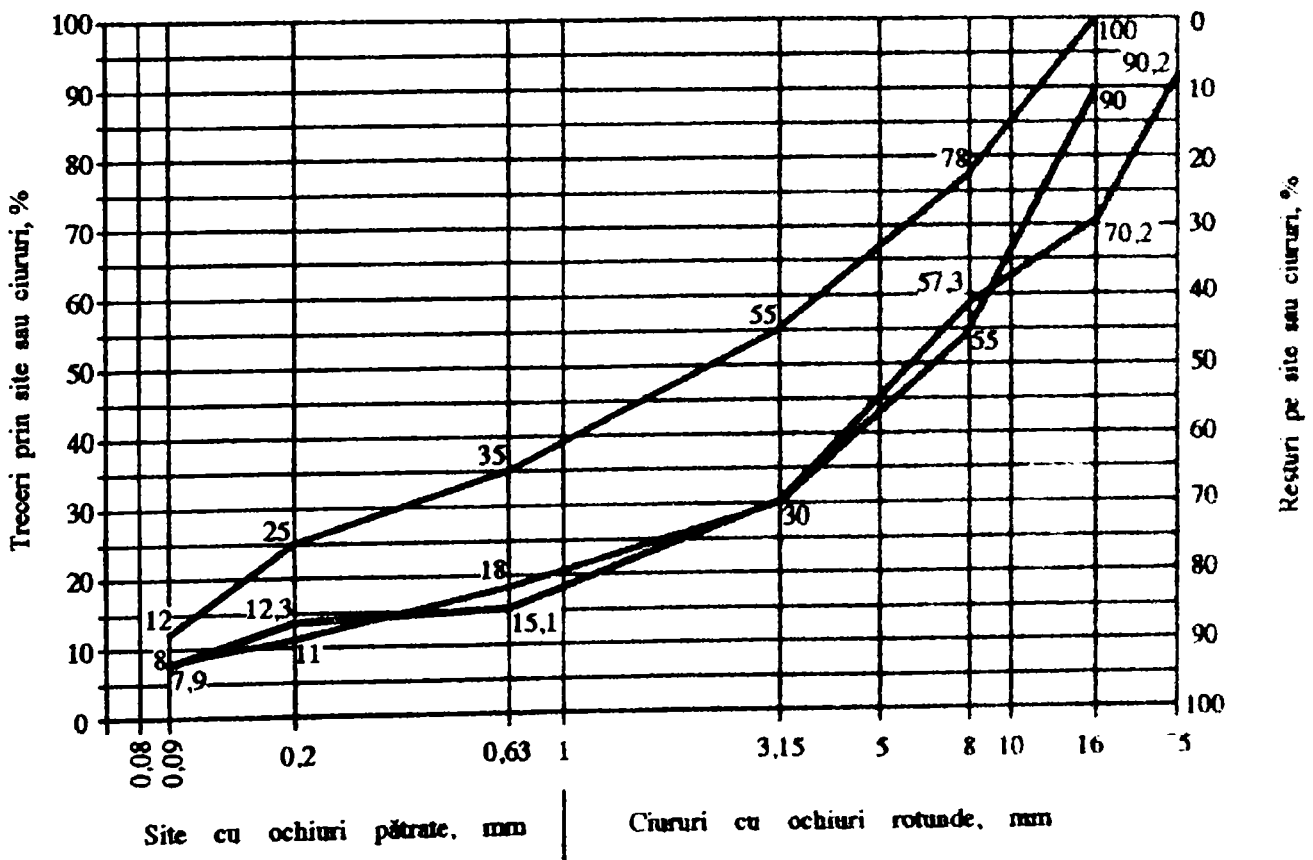


Fig. 2.11. DN79 km 46+934 dreapta.

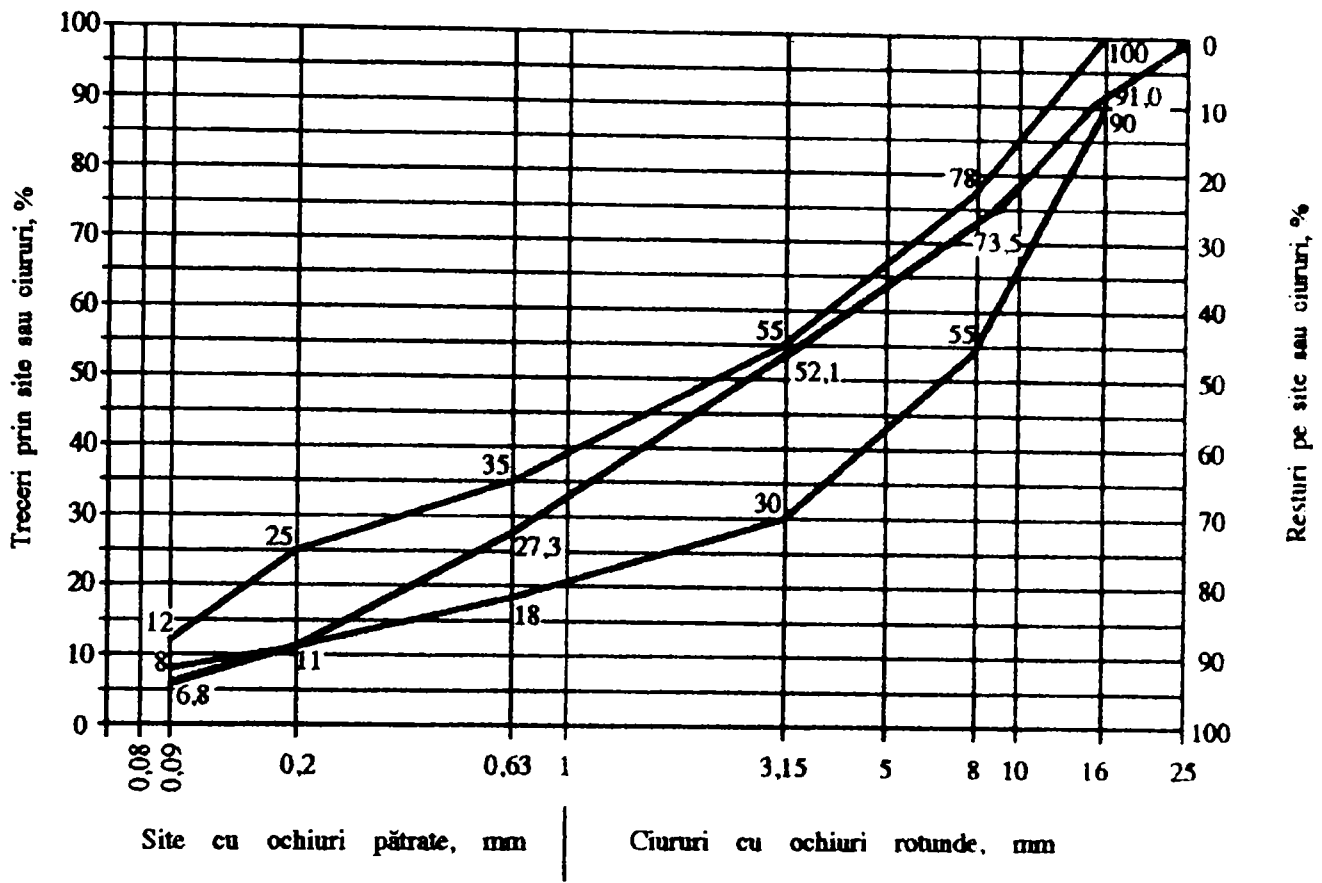


Fig. 2.12. DN79 km 48+250 dreapta.

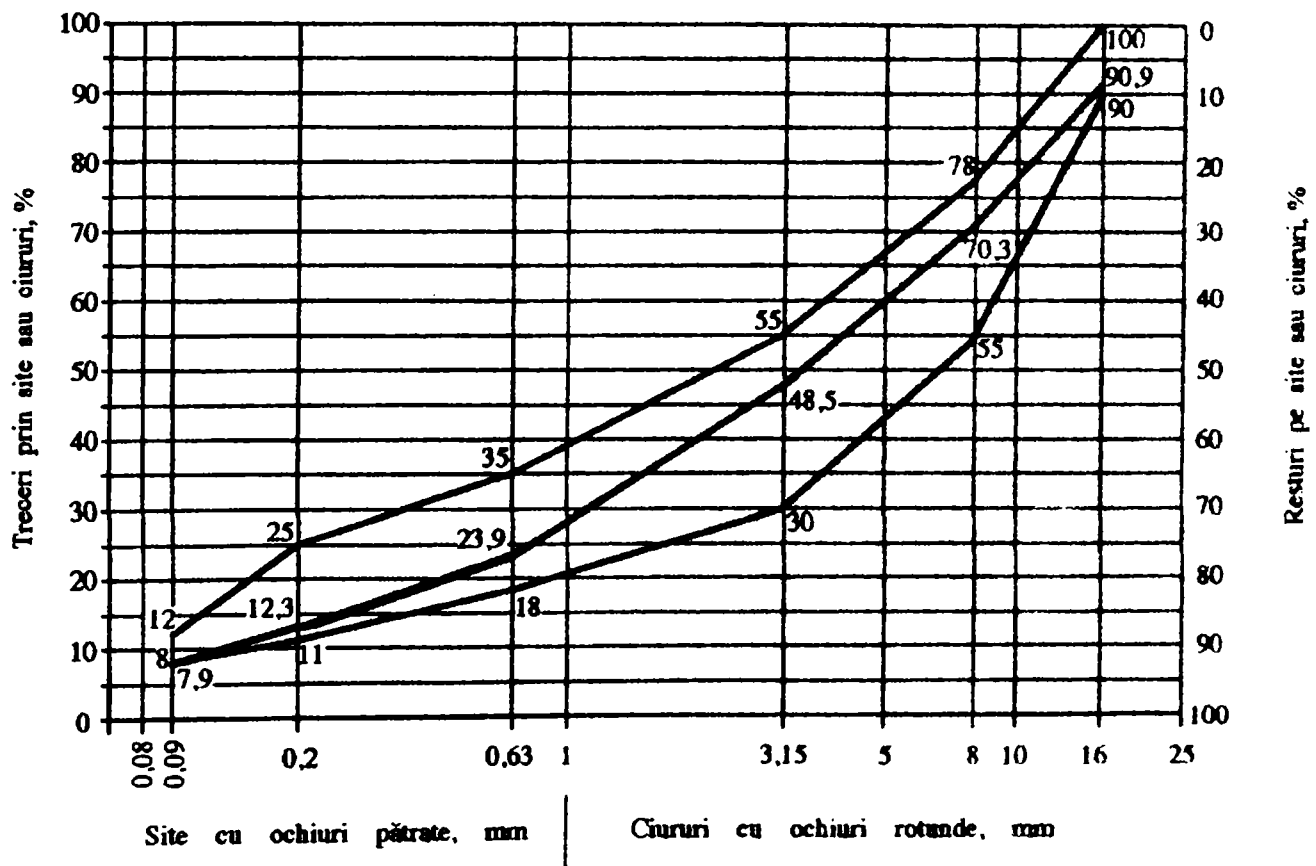


Fig. 2.13. DN79 km 49+570.

Din încercările efectuate în laborator se constată că mixturile asfaltice reciclate în instalația ART 200 se caracterizează prin omogenitate în ceea ce privește conținutul final de bitum care variază în limite strânse între 6,2 și 6,5 %, același lucru îl atestă și curbele de granulozitate.

Caracteristicile fizico-mecanice, determinate pe epruvete cilindrice atestă performanțe corespunzătoare.

Întrucât lucrările de reparații pe DN 79 s-au executat pe suprafețe întinse în perioada iulie-august 1999, doctorandul le-a ținut sub observație permanentă constatând că ele s-au comportat bine în timp.

#### 2.2.4. Concluzii

Literatura de specialitate arată că tehnologia ART 200 este astăzi folosită nu numai pentru reciclarea mixturilor asfaltice vechi de pe drumuri și autostrăzi, dar ea a dat rezultate foarte bune și la reciclarea mixturilor asfaltice vechi de pe pistele aeroporturilor civile și militare. Doctorandul consideră că mixturile asfaltice reciclate se recomandă în special pentru straturi de bază și de legătură pentru drumuri naționale și autostrăzi. Pentru drumuri cu trafic redus se pot folosi și în stratul de uzură.

Un domeniu foarte larg este cel al reparațiilor care se realizează cu succes "in situ". Durata de exploatare a acestor reparații se estimează la 3...5 ani.

Avantajele tehnologiei de mai sus se pot rezuma astfel:

- economie la transportul materialelor ce urmează a fi reciclate;
- tehnologia "**in situ**" elimină cheltuielile legate de montarea și demontarea instalațiilor clasice care lucrează "la cald";
- posibilitatea de re folosire a mixturilor asfaltice vechi în proporții mari, între 70...95 %, având în general un conținut de bitum aproape constant și o granulozitate uniformă;
- se transportă numai materiale noi: cribluri între 5...30 %, filer 1...3 % și bitum 1...1,5 %; practic
- se realizează economii mari de combustibil, deoarece, amestecul se încălzește numai la temperatura cerută de punerea în operă, nefiind necesar să se țină cont de pierderea de temperatură care are loc în timpul transportului mixturilor asfaltice de la fabricație la locul punerii în operă;
- economie de combustibil, întrucât mixtura asfaltică frezată are umiditate foarte mică (1...2 %).

Evident, reciclarea la cald "**in situ**" chiar cu instalația modernă ART 200 nu rezolvă toate problemele specialiștilor care lucrează în sectorul rutier, rămânând încă problema delicată a îmbătrânirii bitumului în timp.

Considerentele prezentate mai sus îndreptățesc doctorandul ca pe baza experimentărilor efectuate, a cercetărilor de laborator și a rezultatelor obținute pe probele prelevate din mixtura asfaltică reciclată, să recomande folosirea acestei tehnologii în viitor pe scară cât mai largă.



**VALORILE COMPARATIVE ALE INDICATORULUI IRI PE DN79A  
km 102+200-104+200; 111+600-116+200; 119+000-122+600; 123+600-124+200  
sectoare reciclate la cald cu tehnologia Marini 1999**

*Tabelul 2.11*

Nr. crt.	Poziția km a sectorului	Lungimea sectorului [m]	IRI, m/km			
			1996		1999	
			m/km	calif.	m/km	calif
0	1	2	3	4	5	6
1	103+000-103+200	200	7,79	R	2,17	B
2	103+200-103+400	200	7,34	R	2,14	B
3	103+400-103+600	200	6,87	R	2,09	B
4	103+600-103+800	200	8,68	R	2,53	B
5	103+800-104+000	200	6,34	R	2,19	B
6	104+000-104+200	200	5,93	M	3,54	B
7	111+600-111+800	200	7,97	R	3,00	B
8	111+800-112+000	200	7,16	R	1,92	B
9	112+000-112+200	200	4,46	M	2,25	B
10	112+200-112+400	200	4,43	M	2,17	B
11	112+400-112+600	200	4,90	M	2,93	B
12	112+600-112+800	200	6,91	R	2,24	B
13	112+800-113+000	200	5,58	M	2,34	B
14	113+000-113+200	200	4,30	M	2,48	B
15	113+200-113+400	200	4,97	M	2,54	B
16	113+400-113+600	200	4,37	M	2,30	B
17	113+600-113+800	200	5,71	M	2,07	B
18	113+800-114+000	200	4,84	M	2,22	B
19	114+000-114+200	200	4,63	M	2,62	B
20	114+200-114+400	200	5,11	M	2,28	B
21	114+400-114+600	200	4,24	M	2,37	B
22	114+600-114+800	200	4,19	M	2,30	B
23	114+800-115+000	200	4,83	M	2,17	B
24	115+000-115+200	200	5,08	M	1,63	B
25	115+200-115+400	200	5,95	M	1,62	B
26	115+400-115+600	200	3,43	B	2,22	B
27	115+600-115+800	200	6,33	R	1,94	B
28	115+800-116+000	200	4,86	M	1,80	B
29	116+000-116+200	200	5,18	M	3,52	B
30	119+000-119+200	200	6,41	R	2,53	B
31	119+200-119+400	200	5,72	M	2,06	B

Nr. crt.	Poziția km a sectorului	Lungimea sectorului [m]	IRI, m/km			
			1996		1999	
			m/km	calif.	m/km	calif.
0	1	2	3	4	5	6
32	119+400-119+600	200	4,49	M	1,65	B
33	119+600-119+800	200	4,35	M	1,87	B
34	119+800-120+000	200	6,40	R	1,80	B
35	120+000-120+200	200	4,52	M	2,07	B
36	120+200-120+400	200	4,99	M	2,08	B
37	120+400-120+600	200	5,38	M	1,91	B
38	120+600-120+800	200	4,22	M	1,98	B
39	120+800-121+000	200	4,50	M	1,52	B
40	121+000-121+200	200	6,05	R	2,18	B
41	121+200-121+400	200	6,12	R	1,93	B
42	121+400-121+600	200	7,73	R	1,52	B
43	121+600-121+800	200	4,90	M	2,29	B
44	121+800-122+000	200	5,65	M	2,16	B
45	122+000-122+200	200	3,83	B	1,72	B
46	122+200-122+400	200	4,24	M	1,84	B
47	122+400-122+600	200	4,14	M	2,85	B
48	123+400-123+600	200	4,80	M	2,26	B
49	123+600-123+800	200	5,77	M	1,89	B
50	123+800-124+000	200	5,86	M	4,26	M
51	124+000-124+200	200	5,08	M	4,21	M

		1996		1999		
		nr. sect.	lungime [m]	nr. sect.	lungime [m]	
TOTAL	IRI < 4,00	BUN	2	400	49	9800
	4,00 < IRI < 6,00	MEDIU	35	7000	2	400
	IRI > 6,00	RĂU	14	2800	--	--

**VALORILE COMPARATIVE ALE INDICATORULUI IRI PE DN79**  
**km 4+200 - 7+000; km 21+600 - 27+200; km 46+200 - 52+200**  
**sectoare reciclate la cald cu tehnologia Marini 1999**

*Tabelul 2.12*

Nr. crt.	Poziția km a sectorului	Lungimea sectorului [m]	IRI, m/km			
			1997		1999	
			m/km	calif.	m/km	calif.
0	1	2	3	4	5	6
1	4+200-4+400	200	3,36	B	3,91	B
2	4+400-4+600	200	3,64	B	2,92	B
3	4+600-4+800	200	3,03	B	1,86	B
4	4+800-5+000	200	2,98	B	2,29	B
5	5+000-5+200	200	3,87	B	1,61	B
6	5+200-5+400	200	6,35	R	1,69	B
7	5+400-5+600	200	3,23	B	2,09	B
8	5+600-5+800	200	4,63	M	2,65	B
9	5+800-6+000	200	5,92	M	2,35	B
10	6+000-6+200	200	3,86	B	2,28	B
11	6+200-6+400	200	4,59	M	1,78	B
12	6+400-6+600	200	3,65	B	1,88	B
13	6+600-6+800	200	4,01	M	1,98	B
14	6+800-7+000	200	3,84	B	1,81	B
15	21+600-21+800	200	4,52	M	4,66	M
16	21+800-22+000	200	3,71	B	2,78	B
17	22+000-22+200	200	3,75	B	2,57	B
18	22+200-22+400	200	2,80	B	1,74	B
19	22+400-22+600	200	3,62	B	1,87	B
20	22+600-22+800	200	6,36	R	1,94	B
21	22+800-23+000	200	3,53	B	1,93	B
22	23+000-23+200	200	5,71	M	2,49	B
23	23+200-23+400	200	6,30	R	2,08	B
24	23+400-23+600	200	5,22	M	1,86	B
25	23+600-23+800	200	6,89	R	2,54	B
26	23+800-24+000	200	6,73	R	2,36	B
27	24+000-24+200	200	5,28	M	2,22	B
28	24+200-24+400	200	4,71	M	2,10	B
29	24+400-24+600	200	4,75	M	2,04	B
30	24+600-24+800	200	4,61	M	1,79	B
31	24+800-25+000	200	4,58	M	1,83	B
32	25+000-25+200	200	4,46	M	2,10	B
33	25+200-25+400	200	4,17	M	2,05	B
34	25+400-25+600	200	5,81	M	2,04	B
35	25+600-25+800	200	5,15	M	2,04	B
36	25+800-26+000	200	3,28	B	2,28	B
37	26+000-26+200	200	3,54	B	1,78	B
38	26+200-26+400	200	3,64	B	2,24	B
39	26+400-26+600	200	2,96	B	1,89	B
40	26+600-26+800	200	3,32	B	2,10	B

Nr. crt.	Poziția km a sectorului	Lungimea sectorului [m]	IRI, m/km			
			1997		1999	
			m/km	calif.	m/km	calif.
0	1	2	3	4	5	6
41	26+800-27+000	200	3,98	B	2,09	B
42	27+000-27+200	200	3,26	B	2,64	B
TOTAL		8400				

		1997		1999		
		nr. sect.	lungime [m]	nr. sect.	lungime [m]	
TOTAL	IRI < 4,00	BUN	21	4200	41	8200
	4,00 < IRI < 6,00	MEDIU	16	3200	1	200
	IRI > 6,00	RĂU	5	1000	-	-

Nr. crt.	Poziția km a sectorului	Lungimea sectorului [m]	IRI, m/km			
			1996		1999	
			m/km	calif.	m/km	calif.
0	1	2	3	4	5	6
43	46+200-46+400	200	5,92	M	3,42	B
44	46+400-46+600	200	3,97	B	2,29	B
45	46+600-46+800	200	5,08	M	2,00	B
46	46+800-47+000	200	3,64	B	2,62	B
47	47+000-47+200	200	3,20	B	2,10	B
48	47+200-47+400	200	3,69	B	3,44	B
49	47+400-47+600	200	4,09	M	3,30	B
50	47+600-47+800	200	3,02	B	3,75	B
51	47+800-48+000	200	5,44	M	2,81	B
52	48+000-48+200	200	3,36	B	2,86	B
53	48+200-48+400	200	3,38	B	4,01	M
54	48+400-48+600	200	4,95	M	2,68	B
55	48+600-48+800	200	4,60	M	3,52	B
56	48+800-49+000	200	3,93	B	3,35	B
57	49+000-49+200	200	3,36	B	3,54	B
58	49+200-49+400	200	4,86	M	2,79	B
59	49+400-49+600	200	5,51	M	2,69	B
60	49+600-49+800	200	3,43	B	3,79	B
61	49+800-50+000	200	3,72	B	3,45	B
62	50+000-50+200	200	3,59	B	3,28	B
63	50+200-50+400	200	3,92	B	4,92	M
64	50+400-50+600	200	4,90	M	4,11	M
65	50+600-50+800	200	3,80	B	3,85	B
66	50+800-51+000	200	4,36	M	4,94	M
67	51+000-51+200	200	4,80	M	3,91	B

Nr. crt.	Poziția km a sectorului	Lungimea sectorului [m]	IRI, m/km			
			1996		1999	
			m/km	calif.	m/km	calif
0	1	2	3	4	5	6
68	51+200-51+400	200	3,73	B	3,43	B
69	51+400-51+600	200	4,70	M	4,23	M
70	51+600-51+800	200	4,14	M	2,82	B
71	51+800-52+000	200	3,87	B	3,33	B
72	52+000-52+200	200	5,14	M	4,10	M
TOTAL		6000				

		1996		1999		
		nr. sect.	lungime [m]	nr. sect.	lungime [m]	
TOTAL	IRI < 4,00	BUN	16	3200	24	4800
	4,00 < IRI < 6,00	MEDIU	14	2800	6	1200
	IRI > 6,00	RĂU	--	--	--	--

### 2.3. Reciclarea mixturilor asfaltice "in situ" la rece

În căutarea unor soluții de reducere a costurilor, prin valorificarea zestrei existente și reducerea aportului de materiale în noi structuri rutiere de ranforsare, s-au avansat propuneri pentru re folosirea și îmbunătățirea "in situ" a materialelor ce constituie structura drumului.

Aceste studii vin în întâmpinarea tendințelor ecologiste de reciclare a materialelor și de folosire minimă a noi materiale. Reciclarea este o operație obligatorie în Germania. A fost inevitabil, deci, ca Wirtgen GmbH din Windhagen - firmă ce s-a ocupat de dezvoltarea tehnologiilor de reciclare a materialelor de construcție, să introducă cu succes o metodă pentru îmbunătățirea structurii de rezistență a drumului prin reciclarea la rece "in situ" a îmbrăcămintilor bituminoase.

În activitatea de introducere în tehnica rutieră a unor noi tehnologii eficiente, doctorandul a inițiat, studiat și introdus în cadrul D.R.D.P. Timișoara tehnologia de reciclare prin procedeul la rece a îmbrăcămintilor bituminoase existente, ce prezentau defecțiuni diverse, datorită factorilor agresivi care au acționat asupra lor în perioada de exploatare.

Utilizarea acestei tehnologii în tehnica rutieră din România a constituit premieră națională. Primele sectoare au fost executate la Secția de Drumuri Naționale Arad, pe D.N.79 Arad – Oradea, în anul 1995, pe un sector de 500 m de drum. În premieră de asemenea, s-a utilizat această tehnologie de reciclare la rece a îmbrăcămintilor bituminoase executate cu nisip bituminos.

Pe baza studiilor efectuate și a experienței acumulate, doctorandul a elaborat programul de adaptare și introducere a tehnologiei de reciclare la rece a

îmbrăcăminților bituminoase îmbătrânite în exploatare, care în esență vizează următoarele direcții principale:

- organizarea documentării și însușirii tehnologiei de către personalul destinat aplicării acesteia;
- studierea și acționarea pentru achiziționarea utilajelor necesare execuției lucrărilor;
- stabilirea sectoarelor de drum pe care urma să se aplice noua tehnologie;
- efectuarea reviziei sectoarelor alese, stabilindu-se defecțiunile și alcătuirea structurilor rutiere existente;
- organizarea activității în laborator pentru prelevarea probelor, stabilirea dozajelor și verificarea fiecărei faze din procesul tehnologic;
- organizarea amănunțită a efectuării cu utilajele adecvate a lucrărilor impuse de procesul tehnologic;
- urmărirea execuției lucrărilor și efectuarea verificărilor necesare pentru obținerea parametrilor calitativi necesari;
- stabilirea procedeeleor de urmărire a comportării în exploatare a sectoarelor experimentale executate.

Tehnologia de reciclare la rece constă, în esență, în frezarea îmbrăcămintei rutiere existente până la adâncimea prestabilită. Materialul utilizat este apoi în întregime utilizat după ce în prealabil a fost corectat.

Reciclarea stratului recuperat implică adăugarea în cantități stabilite, după caz, a următoarelor materiale:

- apă, folosită pentru a facilita frezarea și compactarea;
- ciment, var sau alți agenți chimici de stabilizare;
- agenți bituminoși de stabilizare (emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă);
- agregate naturale suplimentare pentru a îmbunătăți granulozitatea amestecului.

Această procesare poate fi considerată ca o parte integrantă a operației de frezare sau poate fi considerată ca o operație separată ce urmează frezării.

Pentru a întregi procesul de reciclare, materialul astfel tratat este așternut în porțiunea frezată a părții carosabile, apoi compactat pentru a forma noul strat.

Straturile bituminoase realizate prin reciclarea la rece pot servi, în structura rutieră, ca strat de bază sau strat de legătură.

Reciclarea la rece este destinată ranforsării sau întreținerii structurilor rutiere cu o stare tehnică necorespunzătoare și se aplică pe drumuri de clasă tehnică II...V și pe străzi de categoria tehnică II...IV cu îmbrăcăminte bituminoasă.

Acoperirea stratului bituminos reciclat la rece se face aplicându-se, pe bază de studii (funcție de trafic și capacitate portantă existentă) unul dintre procedeele următoare:

- o nouă îmbrăcăminte bituminoasă (strat de legătură plus strat de uzură);
- un covor asfaltic;
- tratament bituminos sau șlam bituminos pentru etanșare.

În toate cazurile, acoperirea stratului reciclat s-a făcut în funcție de necesitatea obținerii grosimilor necesare rezultate din calculul de dimensionare a structurii rutiere.

Prin procedeul de reciclare la rece a îmbrăcăminților rutiere degradate și execuția de straturi rutiere noi s-a obținut:

- îmbunătățirea capacității portante a structurii rutiere;
- corectarea elementelor geometrice ale părții carosabile;
- omogenizarea straturilor rutiere;
- economisirea de materiale, datorită reutilizării agregatelor și liantului (dacă acesta nu prezintă un grad prea avansat de îmbătrânire) existente în stratul rutier;
- economisirea de combustibil. Tehnologia “la rece” presupune un consum mai redus decât tehnologia la cald;
- reducerea costurilor transporturilor, prin așternerea mixturilor asfaltice reciclate la locul de preparare.
- controlul permanent al adâncimii de frezare cu senzori electronici cu afișaj digital și integrare stânga - dreapta;
- controlul și dozarea constantă a adaosului de apă (umiditate optimă de compactare) și a emulsiei bituminoase cationice, acestea fiind corelate permanent cu viteza efectivă de lucru;
- controlul așternerii noului strat, cu posibilitatea de corectare a profilului;
- fiabilitatea și robustețea utilajului de frezare;
- protejarea mediului.

Reușita lucrării depinde într-o mare măsură de respectarea procesului tehnologic, realizat sub control de calitate exigent și permanent.

### **2.3.1. Determinări preliminare**

Scopul efectuării studiilor preliminare a fost stabilirea oportunității și a soluțiilor de aplicare a tehnologiei de reciclare la rece.

Determinările preliminare constau în:

- efectuarea sondajelor (minim 4 buc./km) alternativ, pe ambele benzi de circulație.

Aceste sondaje ne furnizează:

• date pentru stabilirea oportunității aplicării tehnologiei de reciclare la rece, adică dimensiunea maximă a granulei de agregate (atât din straturile bituminoase, cât și din stratul de bază/fundație, care trebuie să fie mai mică de 100 mm);

• date pentru stabilirea adâncimii de frezare, adică grosimea și numărul straturilor;

- prelevarea probelor prin frezare. Numărul minim de probe prelevate a fost de 3, la fiecare 500 m de drum, iar cantitatea de material prelevat pentru fiecare probă a fost de 100...150 kg.



*Fig. 2.14. Frezare-reutilizare mixturi "la rece" și stabilizări infrastructuri "in situ".*



Din analiza probelor prelevate rezultă datele pentru stabilirea tipului și a cantității de liant care trebuie adăugată în procesul de reciclare a materialului frezat.

### **2.3.2. Tipuri de mixturi asfaltice reciclate și felul materialelor adăugate**

Tipurile de mixturi asfaltice existente, care au fost reciclate sunt:

- beton asfaltic deschis (B.A.D. 25) cu dimensiunea maximă a granulei agregatului de 25 mm;
- anrobate bituminoase (A.B. 31) cu dimensiunea maximă a granulei agregatului de 31 mm.

Pentru corectarea granulozității și a liantului existente în mixtura asfaltică frezată s-au utilizat:

- cribluri, sorturile 3 – 8; 8 – 16 și 16 – 25;
- emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă;
- ciment;
- apă potabilă.

Materialele de adaos au fost verificate din punct de vedere al calității, determinându-se în laborator caracteristicile principale.

### **2.3.3. Compoziția și caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice reciclate**

Din materialul realizat prin frezarea stratului bituminos s-au prelevat probe, care au fost examinate sub următoarele aspecte:

- uscarea materialului frezat în etuvă la temperatura de 50 ... 60 °C;
- determinarea granulozității materialului frezat;
- determinarea conținutului de bitum;
- determinarea punctului de înmuiere al bitumului recuperat.

Asupra materialului de aport s-au făcut următoarele determinări:

- stabilirea miscibilității emulsiei bituminoase cu suspensia apă - ciment;
- determinarea caracteristicilor agregatelor de aport;
- determinarea conținutului de bitum al emulsiei bituminoase cationice;
- stabilirea proporției de agregate care trebuie adăugate pentru obținerea unei granulozități a amestecului de agregate;
- stabilirea dozajului amestecului de agregate și liant;
- stabilirea caracteristicilor de compactare.

Granulozitatea amestecului de agregate naturale este cuprinsă pentru fiecare tip de mixtură asfaltică reciclată în limitele din tabelul 2.13. Conținutul optim de liant se stabilește prin încercări preliminare de laborator, recomandându-se încadrarea în limitele din tabelul 2.13.

Nr. crt.	Specificații	Mixtură asfaltică reciclată tip	
		B.A.D. 25	A.B. 31
1.	Treceri prin ciururi sau site, %		
	- trece prin ciurul de 31,5 mm	–	90...100
	- trece prin ciurul de 25 mm	90...100	85...100
	- trece prin ciurul de 16 mm	65...80	65...100
	- trece prin ciurul de 8 mm	35...55	45...80
	- trece prin ciurul de 3,15 mm	20...35	25...50
	- trece prin sita de 0,63 mm	10...30	10...35
	- trece prin sita de 0,20 mm	5...20	4...22
	- trece prin sita de 0,09 mm	1...6	2...10
2.	Conținutul de liant, %	4,0 ... 5,0	3,4 ... 5,4

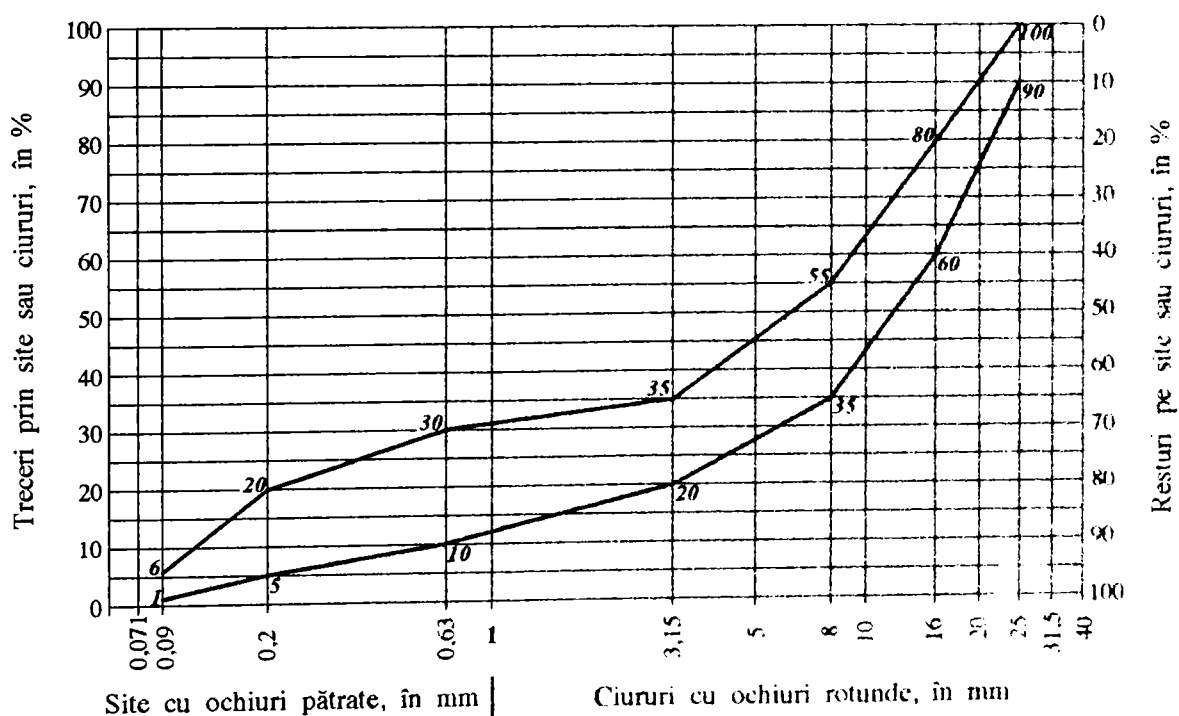


Fig. 2.15. Zona de granulozitate pentru B.A.D. 35.

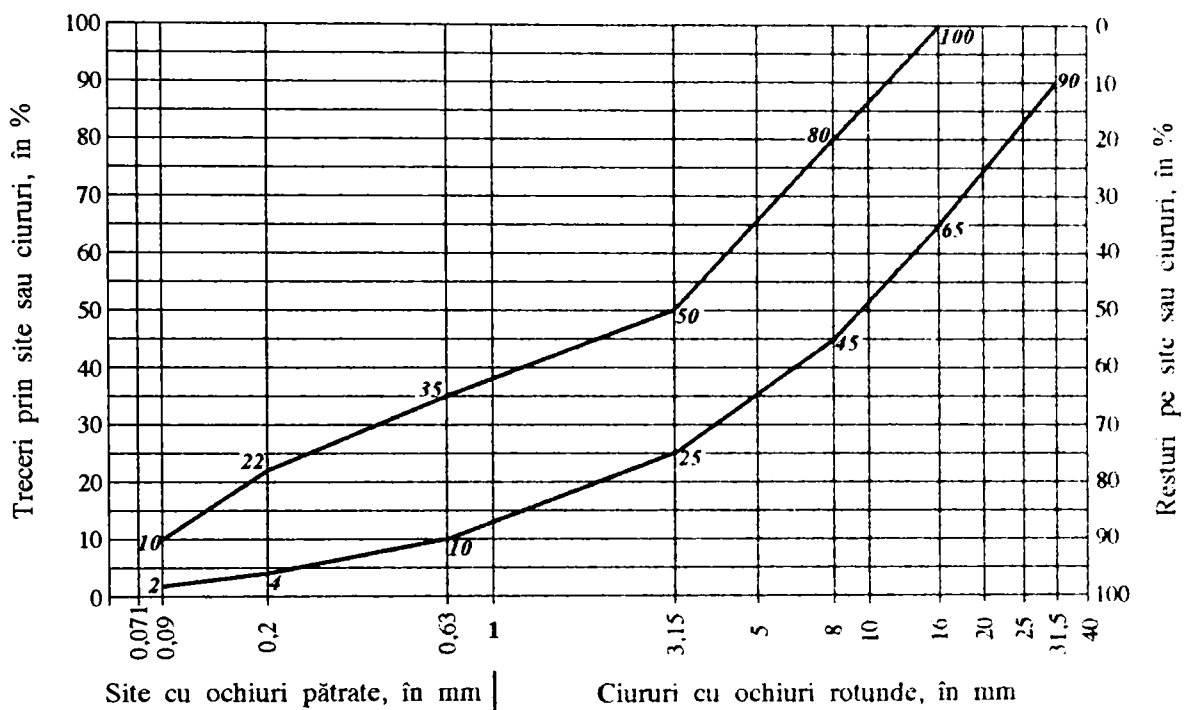


Fig. 2.16. Zona de granulozitate pentru A.B. 31.

Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice reciclate au fost determinate pe probe preparate în laborator pentru stabilirea dozajelor, pe probe de mixtură asfaltică prelevate de la așternere pe parcursul execuției, precum și pe probe prelevate din stratul gata executat.

Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice reciclate destinate execuției stratului de bază sunt prezentate în tabelul 2.14. Curba granulometrică a agregatului natural total se încadrează în limitele recomandate, conform tabelului 2.13.

**Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice reciclate destinate execuției stratului de bază**

Tabelul 2.14

Nr. crt.	Punerea în operă			Caracteristici fizico-mecanice obținute (valori medii)			
	Anul	D. N.	km.	Densitatea aparentă [kg/m <sup>3</sup> ]	Absorbția de apă [% de vol.]	Stabilitate a Marshall [kN]	Indice de curgere [mm]
1	1996	7	547+900 – 550+500	1988	9,7	9	2,5
2		79	28+700 – 31+200	2100	5	12	5
3			40+000 – 41+500	2118	4,9	11,7	5,1
4		79 A	104+000 – 110+000	2125	5,5	11	4,3
5	1997	57	153+200 – 159+000	2140	6,4	11	4,1
6		59	36+500 – 39+400	2146	6,1	12	4,7
7			49+300 – 62+700	2130	7,6	11	3,9
8	1998	6	510+200 – 511+000	2120	7	10	3,7
9		58B	58+900 – 66+700	2110	7,5	11	4

### 2.3.4. Procesul tehnologic de reciclare și punere în operă a mixturii asfaltice reciclate

Tehnologia de reciclare la rece a fost realizată folosindu-se un atelier de utilaje compus din:

- mașina de frezat cu tambur de frezare cu sistem electronic de control al adâncimii de frezare, echipament automat pentru dozarea și pulverizarea emulsiei bituminoase și a apei, malaxor, șneac și grindă repartizoare – finisoare;

- compactoare vibratoare;

- compactoare pe pneuri.

Adâncimea de frezare a fost de 100...300 mm, lățimea de 1 000...2 000 mm, viteza de lucru fiind de 0...27 m/min., viteza de marș de 0 ... 4 km/h.

### 2.3.5. Sectoare de drumuri naționale executate în Cadrul D.R.D.P. Timișoara

Sectoarele de drumuri pe care s-a aplicat tehnologia de reciclare la rece a straturilor bituminoase sunt prezentate în tabelul 2.15.

Tabelul 2.15

Nr. crt.	Poziția	Lungimea (m)	Suprafața (m <sup>2</sup> )
<b>1995</b>			
1	DN 79, km 9+000 – 9+520	520	520×2×3 = 3120
TOTAL		<b>520</b>	<b>3120</b>
<b>1996</b>			
1	DN 7, km 547+900 – 549+900 ( 4 benzi )	2000	2000×2×4 = 16000
	km 549+900 – 550+500	600	3600
2	DN 79 A, km 104+000 – 110+000	6000	36000
3	DN 79, km 4+150 – 5+620	1470	8820
	km 9+520 – 12+320	2800	16800
	km 28+700 – 31+200	2500	15000
	km 40+000 – 41+500	1500	9000
TOTAL		<b>16870</b>	<b>105220</b>
<b>1997</b>			
1	DN 57, km 153+200 – 154+000	800	4800
	km 154+000 – 159+000	5000	30000
	km 160+200 – 161+400	1200	7200
2	DN 59, km 36+500 – 39+400	2900	17400
	km 49+300 – 62+700	13400	80400
	frontieră vamă Moravița	1100	6600
TOTAL		<b>24400</b>	<b>146400</b>
<b>1998</b>			
1	DN 6, km 539+400 – 540+500	1100	6600
	km 510+200 – 511+000	800	4800
2	DN 58 B, km 58+900 – 66+700	7800	46800
TOTAL		<b>9700</b>	<b>58200</b>

Nr. crt.	Poziția	Lungimea (m)	Suprafața (m <sup>2</sup> )
<b>1999</b>			
1	DN 79, km 13+000 – 18+500	5500	33000
TOTAL		<b>5500</b>	<b>33000</b>
TOTAL		<b>56 990</b>	<b>345 940</b>

### 2.3.6. Dozaje

Structurile de rezistență existente pe sectoarele de drum pe care s-a aplicat tehnologia de reciclare la rece a straturilor bituminoase sunt prezentate în tabelul 2.16.

Tabelul 2.16

D.N. 6	km. 510+200 – 511+000	Îmbrăcămintă bituminoasă	6 ... 11,5 cm.
		IBU	8 cm.
		Macadam	30 cm.
D.N. 7	km. 547+900 – 550+500	Îmbrăcămintă bituminoasă	4 cm.
		IBU	4 cm.
		macadam bituminos	8 cm.
		piatră spartă	10 cm.
		Balast	15 cm.
D.N. 57	km. 153+200 – 159+000	Îmbrăcămintă bituminoasă	13 ... 24 cm.
		Balast	40 cm.
D.N. 58B	km. 58+900 – 66+700	Îmbrăcămintă bituminoasă	6 ... 13 cm.
		balast	26 cm.
		Macadam	10 cm.
D.N. 59	km. 36+500 – 39+400	Îmbrăcămintă bituminoasă	8 ... 17 cm.
		balast stabilizat cu ciment	17 cm.
		Macadam	15 cm.
D.N. 59	km. 49+300 – 62+700	Îmbrăcămintă bituminoasă	11 ... 20 cm.
		balast stabilizat cu ciment	17 cm.
		Macadam	15 cm.
D.N. 79	km. 28+700 – 31+200	Îmbrăcămintă bituminoasă	4 ... 10 cm.
		piatră spartă împănată	10 cm.
		IBU	4 cm.
		piatră spartă	12 cm.
		Balast	15 cm.

D.N. 79	km. 40+000 – 41+500	Îmbrăcămintă bituminoasă	6,5 cm.
		piatră spartă împănată	8 cm.
		IBU	6,5 cm.
		piatră spartă	14 cm.
		Balast	12 cm.

D.N. 79A	km. 104+000 – 110+000	Îmbrăcămintă bituminoasă	6,5 ... 11 cm.
		piatră spartă	10 cm.
		mixtură asfaltică	6 cm.
		piatră spartă	8 cm.
		blocaj piatră brută	16 cm.

Pe baza studiilor efectuate, cu luarea în considerare a tuturor caracteristicilor materialului frezat precum și a materialelor de adaos, s-au aplicat, de regulă, dozaje conform tabelului 2.17.

Tabelul 2.17

Materialul utilizat	%	Performanțe	
<b>Dozajul A</b>			
Material frezat	65...70	Granulozitate continuă	
Criblură 8-16	30...35	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	1933 ... 2185
E.B.C.R.L.	2,5...3	Absorbția de apă, % vol.	2,7 ... 13
Apă pentru $w_{opt}$	2...4	Stabilitate Marshall, kN	5,1 ... 16
		Indice de curgere, mm	1,5 ... 4,5
<b>Dozajul B</b>			
Material frezat	55...60	Granulozitate continuă	
Pietriș concasat 7-16	40...45	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2070 ... 2180
E.B.C.R.L.	2...2,5	Absorbție de apă, % vol.	6 ... 14
Apă	conform $w_{opt}$	Stabilitate Marshall, kN	5 ... 15
		Indice de curgere, mm	1,9 ... 5,8
<b>Dozajul C</b>			
Material frezat	85	Granulozitate continuă	
Pietriș 7-16	15	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2070 ... 2180
E.B.C.R.L.	1,5...2	Absorbție de apă, % vol.	4 ... 16
Apă	conform $w_{opt}$	Stabilitate Marshall, kN	8 ... 16
		Indice de curgere, mm	3 ... 5
<b>Dozajul D</b>			
Material frezat	80	Granulozitate continuă	
Pietriș concasat 7-16	20	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2070 ... 2180
E.B.C.R.L.	2 ... 2,5	Absorbție de apă, % vol.	6 ... 15
Apă pentru $w_{opt}$	conform $w_{opt}$	Stabilitate Marshall, kN	8 ... 18
		Indice de curgere, mm	3 ... 5
<b>Dozajul E</b>			
Material frezat	45 ... 55	Granulozitate continuă	
Pietriș concasat 7-16	45 ... 55	Densitate aparentă, kg/m <sup>3</sup>	2050 ... 2150
E.B.C.R.L.	2 ... 2,5	Absorbție de apă, % vol.	6 ... 15
Ciment P <sub>40</sub>	4 ... 5	Stabilitate Marshall, kN	8 ... 18
Apă pentru $w_{opt}$	3 ... 5	Indice de curgere, mm	3 ... 7

Curbele de granulozitate ale agregatului natural, corespunzător fiecărui tip de dozaj aplicat (tabelul 2.18) sunt prezentate în fig. 2.17...2.24.

Tabelul 2.18

Nr. crt.	D.N.	Poziție km.	Dozaj aplicat	Curba granulometrică a agregatului natural
1	7	547+900 – 550+500	A	Fig. 2.17.
2	79	28+700 – 31+200	D	Fig. 2.18.
3		40+000 – 41+500	D	Fig. 2.19.
4	79A	104+000 – 110+000	D	Fig. 2.20.
5	57	153+200 – 159+000	*	Fig. 2.21.
6	59	36+500 – 39+400	**	Fig. 2.22.
7		49+300 – 62+700		
8	6	510+200 – 511+000	B	Fig. 2.23.
9	58B	58+900 – 66+700	C	Fig. 2.24.

\* Pe D.N.57 km.153+200 – 159+000 s-au aplicat trei dozaje:

Tabelul 2.19

Poziție km.	Dozaj, %			
	Material frezat	Agregat natural de adaos	E.B.C.R.L.	Apă
153+200 – 154+000 157+300 – 159+000	52	48	2,5	$W_{opt}$
154+000 – 155+000	35	65	2,5	$W_{opt}$
155+000 – 157+300	45	55	2,5	$W_{opt}$

Pentru toate cele trei dozaje de mai sus, agregatul natural de adaos este compus din:

- criblură 16-25: 20 %;
- criblură 3-8: 20 %;
- nisip de concasaj 0-3: 54 %;
- ciment: 6 %.

\*\* Pe D.N.59, sectoarele km.36+500 – 39+400 și 49+300 – 62+700 s-a aplicat un dozaj pentru realizarea unui strat de uzură:

- material frezat: 100 %;
- E.B.C.R.L.: 1,5 ... 2 %;
- apă: conform  $W_{opt}$ .

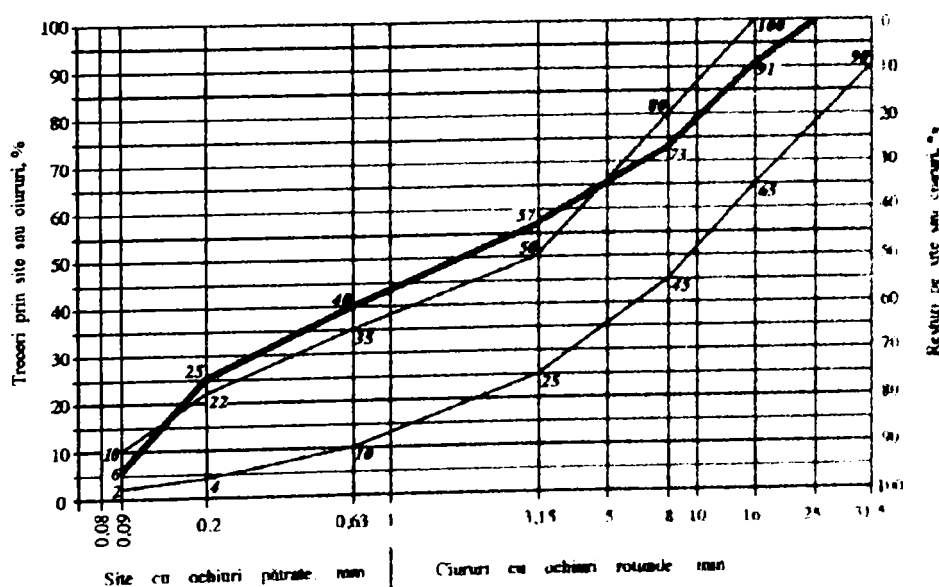


Fig. 2.17.

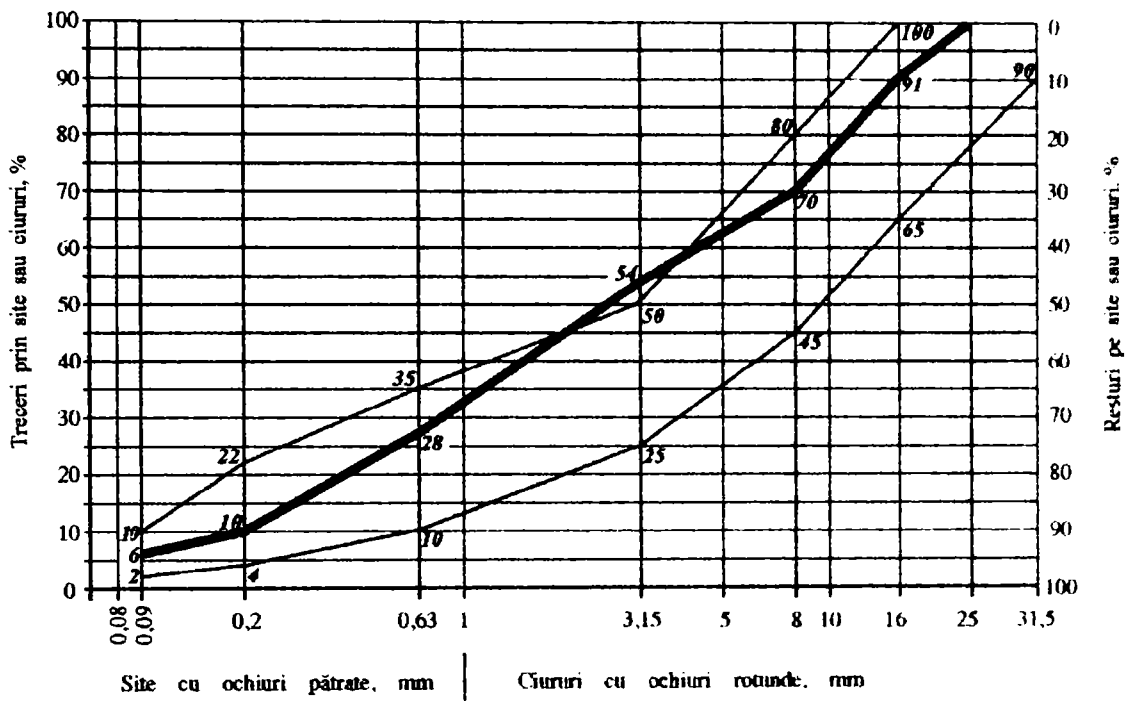


Fig. 2.18.

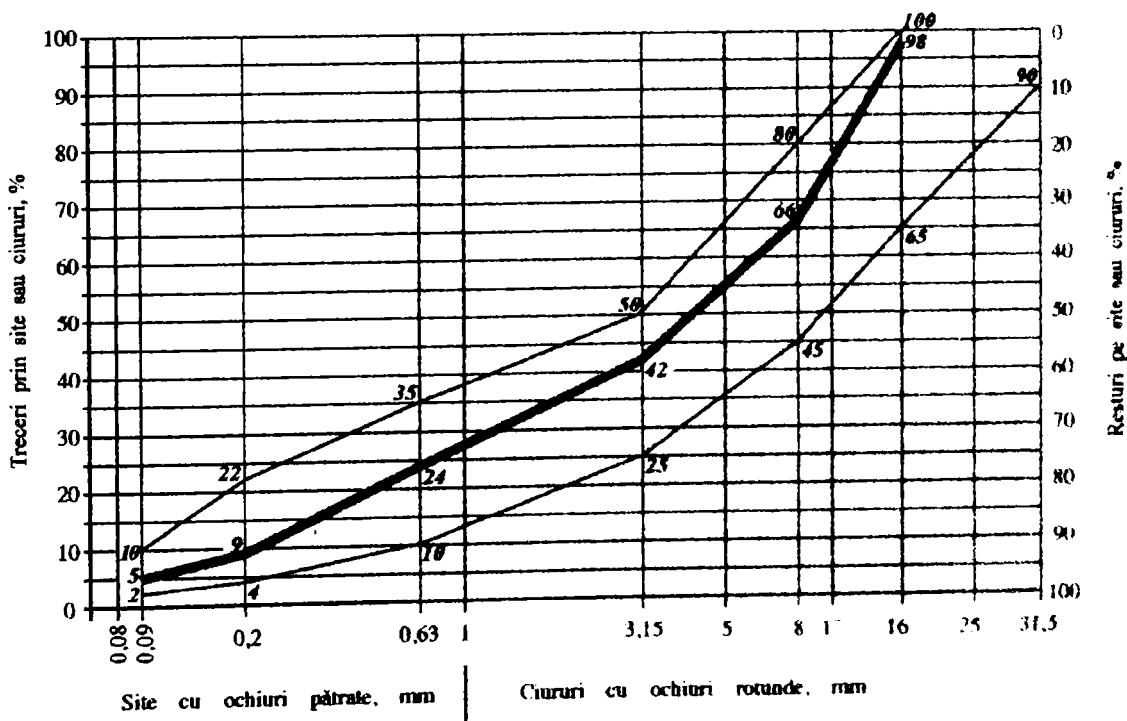


Fig. 2.19.



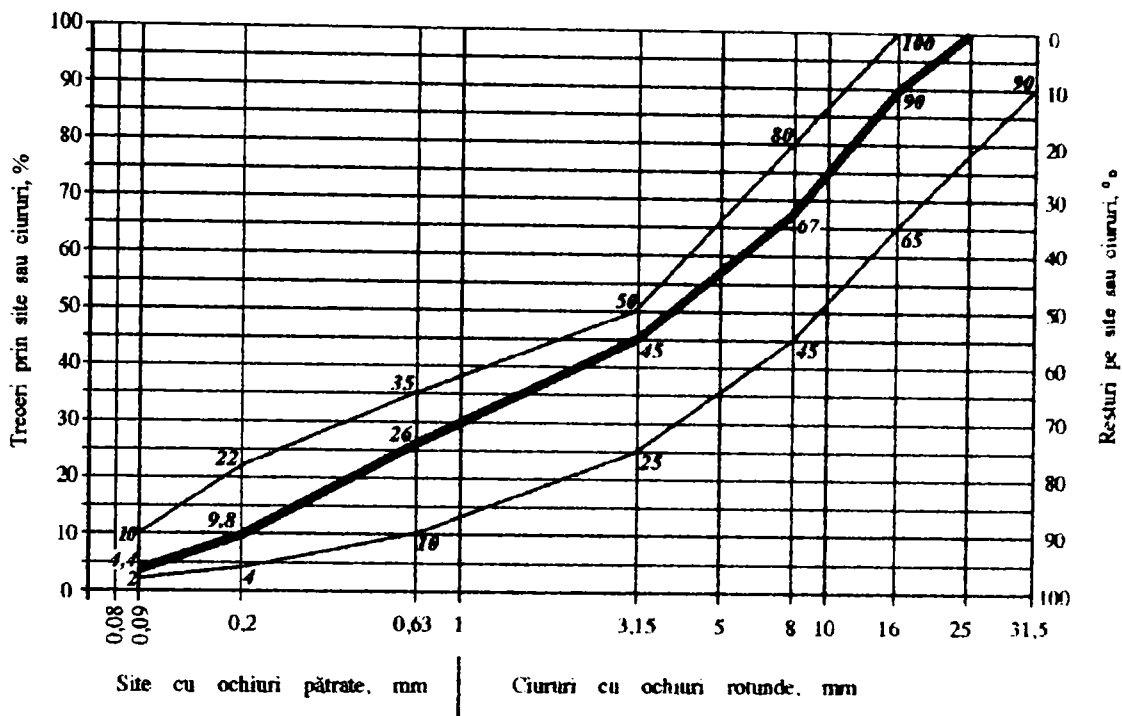


Fig. 2.20.

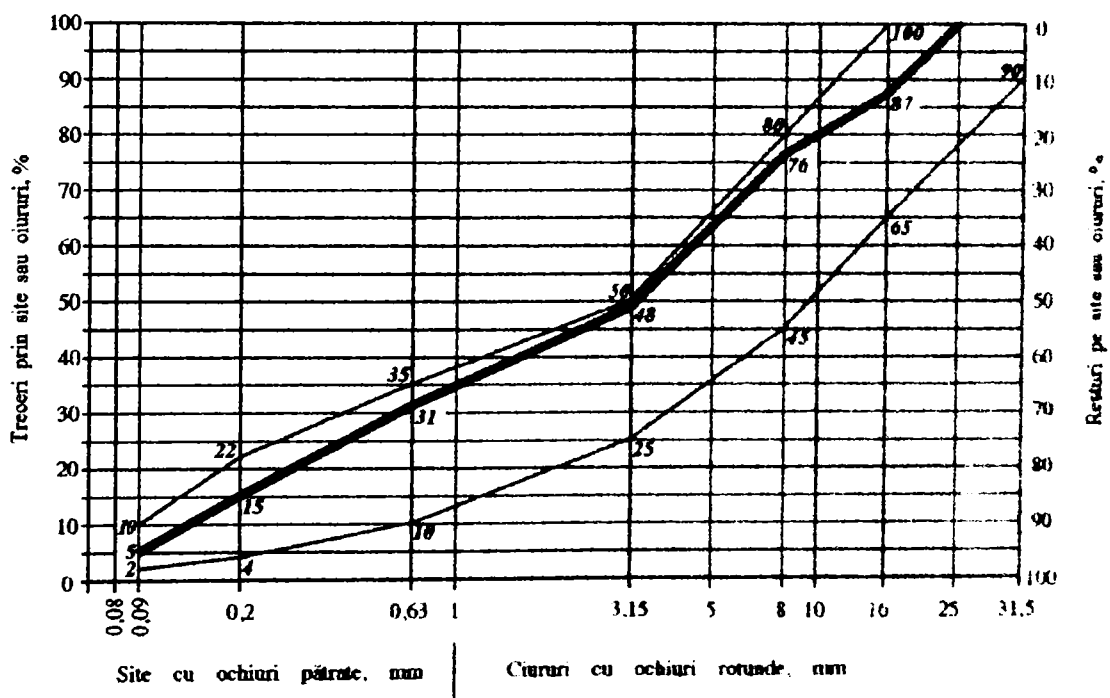


Fig. 2.21.

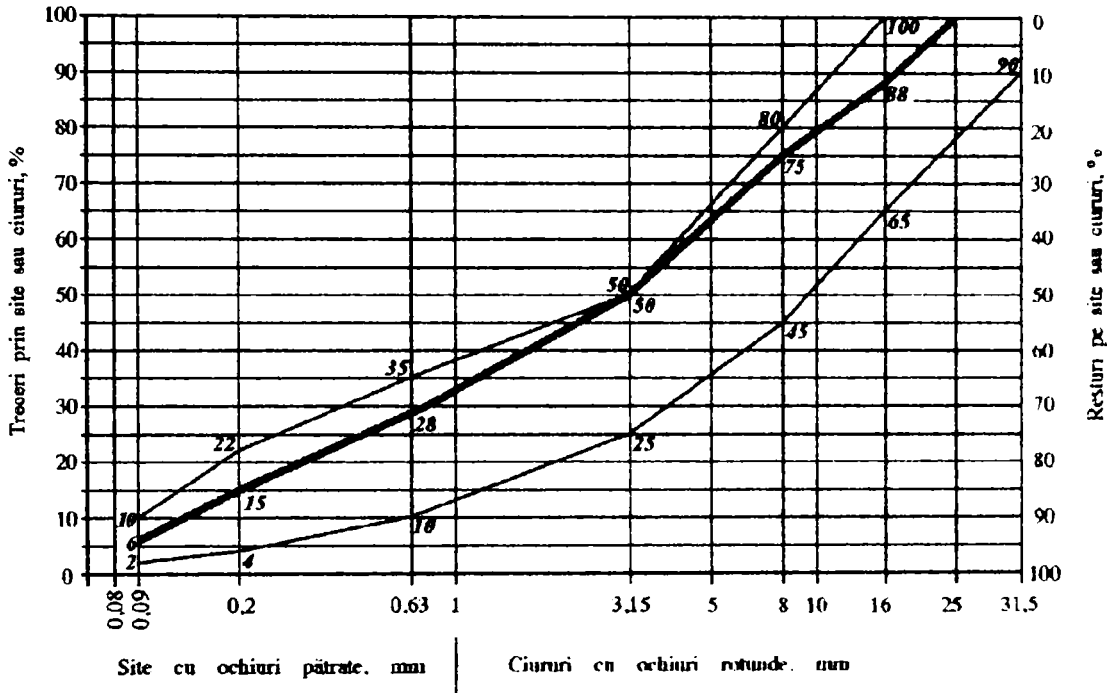


Fig. 2.22.

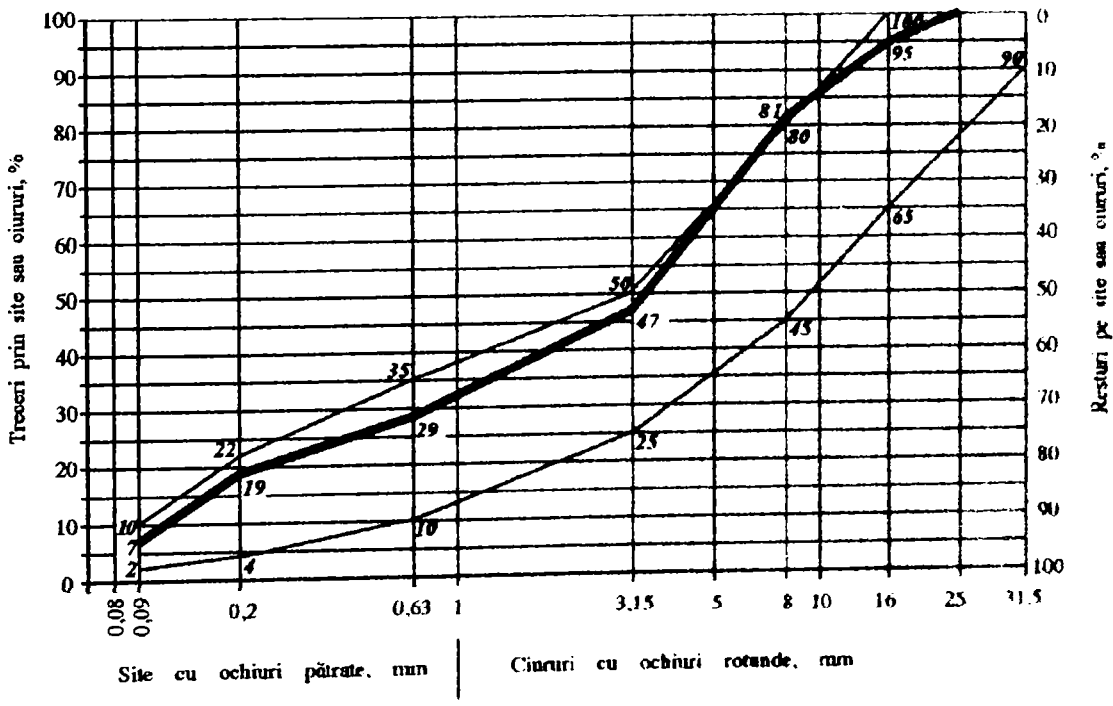


Fig. 2.23.

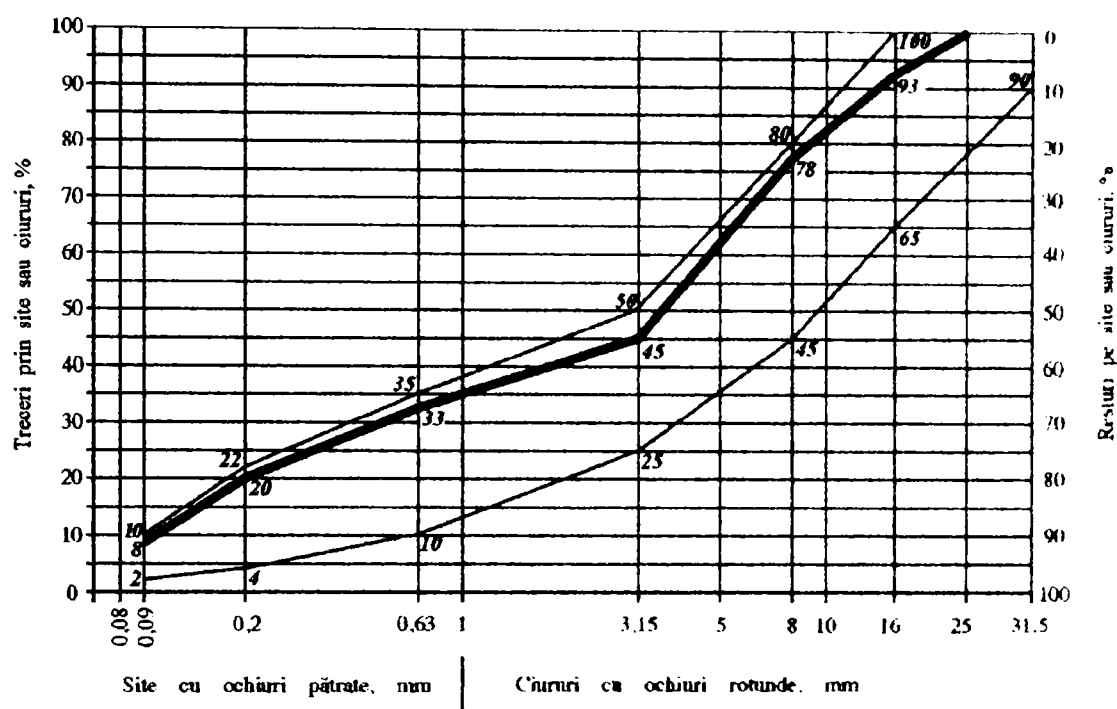


Fig. 2.24.

### 2.3.7. Concluzii și recomandări

Reciclarea îmbrăcăminților rutiere bituminoase existente are un rol important mai ales în contextul dezvoltării durabile, care cuprinde aspecte privind mediul înconjurător, economic și social, întrucât resursele fiind limitate, se supun și se justifică conservarea și valorificarea agregatelor existente în straturile rutiere prin reutilizare.

Soluția generează economie de resurse care sunt limitate, se încadrează în protecția mediului înconjurător, contribuind la reducerea volumului de transporturi de materiale.

Refolosirea agregatelor naturale existente în straturile rutiere se justifică și din punct de vedere tehnico-economic. Procedul favorizează utilizarea agregatelor naturale în circuit închis.

Trebuie lucrat în direcția obținerii, din materiale recuperate prin frezarea îmbrăcăminților bituminoase existente, de mixturi asfaltice de aceeași calitate ca cele inițiale.

Experiența a demonstrat că pe drumurile cu trafic redus, reciclarea la rece a îmbrăcăminților bituminoase existente se recomandă și din punct de vedere economic.

Autorul ține să menționeze în mod explicit că regulile generale de aplicare a tehnologiei de reciclare la rece, trebuie adaptate întotdeauna condițiilor locale reale și în consecință în fiecare caz concret sunt necesare studii serioase în vederea definitivării soluțiilor.

Soluția utilizării concomitent a emulsiei bituminoase cationice cu rupere lentă într-un amestec cu ciment dă rezultate bune. Comportamentul exact a celor

două materiale nu este complet studiat, de aceea se propune continuarea studiilor pentru clarificarea tuturor aspectelor.

## 2.4. Covoare asfaltice subțiri realizate la rece din mortar asfaltic

În ultimii ani, creșterea deosebit de mare a traficului rutier în țara noastră a influențat negativ starea tehnică a rețelei de drumuri. În consecință a crescut volumul necesar al lucrărilor de întreținere a drumurilor, iar tehnologiile propuse s-au diversificat în vederea eficientizării soluțiilor aplicate.

În acest scop autorul a studiat și aplicat începând din anul 1995 pe diferite sectoare de drum din cadrul D.R.D.P. Timișoara o tehnologie modernă de întreținere prin realizarea unor straturi bituminoase subțiri, obținute din mortar asfaltic preparat cu emulsie bituminoasă cationică pe bază de bitum modificat.

Această tehnologie, constă în aplicarea pe partea carosabilă existentă a unuia sau a două straturi bituminoase subțiri, din mortar asfaltic fin a căror grosime este cuprinsă între 5 și 15 mm. Mortarul asfaltic este un amestec în anumite proporții de nisip natural și de concasaj (10...11 mm) cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă pe bază de bitum modificat cu polimeri.

### 2.4.1. Compoziția mixturii asfaltice

Pentru realizarea mortarului asfaltic fin am folosit următoarele materiale:

- nisip de concasaj 0...3 mm;      - cribluri 3...8 și 8...11 mm;
- filer de calcar;                      - ciment P<sub>40</sub> -;
- emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă.

Conform "Normativului privind execuția straturilor bituminoase foarte subțiri la rece cu emulsie de bitum", compoziția mixturii asfaltice trebuie să corespundă cerințelor arătate în tabelul 2.20.

Tabelul 2.20

Compoziția mixturii asfaltice	U.M.	Strat de reprofilare cu agregat		Strat de rulare cu agregat 0-11
		0-3	0-8	
Granulozitatea				
- trece prin ciurul de 11 mm		-		90...100
- trece prin ciurul de 5 mm	%		100	70...90
- trece prin ciurul de 3.15 mm		90...100	90...100	35...60
- trece prin sita de 0.63 mm		20...50	40...70	19...34
- trece prin sita de 0.01 mm		6...16	12...40	5...15
Conținut de bitum rezidual	%	7,0...9,0	5,5...8,0	6,0...7,5
Cantitate de mortar asfaltic	kg/m <sup>2</sup>	8...15	12...20	15...25

Caracteristicile agregatelor naturale utilizate au fost riguros și permanent verificate pentru realizarea unui amestec exact și de bună calitate. S-au verificat: proveniența, rezistențele mecanice, conținutul de impurități și granulozitatea. S-a

utilizat filer de calcar și ciment P<sub>40</sub>, de la Chișcădaga (Hunedoara).

Emulsia bituminoasă cationică cu rupere lentă cu polimeri utilizată a fost compusă din următoarele materiale (%):

- bitum D80/120 – 58,00;
- emulgatori (3 tipuri) – 1,2;
- acid clorhidric – 1,6;
- apă – 39,2.

Emulsia bituminoasă cationică cu rupere lentă cu polimeri utilizată trebuie să satisfacă condițiile cuprinse în tabelul 2.21.

*Tabelul 2.21*

Caracteristici	U.M.	Valori admise
Conținut de bitum	%	60...65
Omogenitate	%	max. 0,1
Stabilitate la stocare după 7 zile	%	max. 0,5
Adezivitate	%	min. 90
Caracteristicile bitumului rezidual		
- penetrație	1/10mm	60...100
- ductilitate 25 °C	cm	min. 100
- revenire elastică la 13 °C	%	min. 40

Necesitatea introducerii polimerilor în emulsiile bituminoase apare datorită calităților sporite pe care le conferă acesteia spre deosebire de emulsia bituminoasă fără polimeri și anume:

- scade punctul de rupere Fraass;
- crește intervalul de plasticitate;
- se îmbunătățesc proprietățile reologice, rezistența la șoc și elasticitatea;
- se mărește fluiditatea la temperaturi înalte și ductilitatea la temperaturi scăzute;
- crește adezivitatea.

#### **2.4.2. Sectoare realizate cu covoare asfaltice subțiri din mortar asfaltic**

În perioada 1995...1999, în cadrul D.R.D.P. Timișoara doctorandul a inițiat, organizat, studiat și experimentat introducerea tehnologiei de întreținere a drumurilor prin aplicarea de covoare subțiri din mortar asfaltic pe îmbrăcăminti bituminoase, îmbrăcăminti din beton de ciment cât și pe pavaje pe sectoarele prezentate în tabelul 2.22.

Tabelul 2.22

Drum național	Poziție kilometrică	Suprafață [m <sup>2</sup> ]	Strat suport		
1994 6 Orșova - Caransebeș	367+550-367+930	2 280	îmbrăcăminte bituminoasă		
	368+950-369+570	45 306	îmbrăcăminte din beton de ciment		
	376+392-379+372				
	381+800-384+920				
	387+480-388+311	21748	îmbrăcăminte din pavaj de pavele abnorme		
68 A Lugoj - Făget	15+760-18+200	61838	îmbrăcăminte din beton de ciment		
	20+800-27+194				
1995 6 Orșova - Caransebeș	369+570-371+500	36 120	îmbrăcăminte din beton de ciment		
	374+800-376+000				
	391+375-393+365				
	397+300-398+200				
6 Timișoara-Sînnicolau Mare	362+664-362+836	1 350	îmbrăcăminte bituminoasă Viaductul Valea lui Stan Orșova		
	562+700-564+000	9 100	îmbrăcăminte bituminoasă		
58 Caransebeș-Reșița	10+550-11+200	8 750	îmbrăcăminte din beton de ciment		
	12+200-12+800				
68A Lugoj - Făget	10+890-15+750	106 647	îmbrăcăminte din beton de ciment		
	18+200-19+280				
	19+620-20+470				
	20+650-20+780				
	27+200-28+238				
	28+240-28+900				
	29+650-30+648				
	33+718-33+773				
	33+900-39+100				
	19+280-19+620			30 009	îmbrăcăminte bituminoasă
	28+900-29+650				
	30+648-33+718				
	33+773-33+900				
	1995 59 A Timișoara - Jimbolia			42+710-43+033	24 591
44+310-47+500					
1997 6 Lugoj - Timișoara	549+898-552+600	40 500	îmbrăcăminte bituminoasă		
1998 59 Timișoara - Moravița	62+770-63+428	10.500	îmbrăcăminte bituminoasă		
1999 68 Caransebeș - Hațeg	44+700-48+717	30 100	îmbrăcăminte din beton de ciment		
	48+716-49+000				

Drum național	Poziție kilometrică	Suprafață [m <sup>2</sup> ]	Strat suport
68 A Lugoj - Iia	29+800-30+650	71 046	îmbrăcăminte din beton de ciment
	34+000-34+600		
	39+000-40+150		
	41+000-50+000		
	53+000-53+300		
	40+625-40+970	18 865	îmbrăcăminte bituminoasă
	50+000-52+000		
	57+300-57+650		
	40+150-40+625	3 535	pavaj de pavele abnorme
	40+970-41+000		

În total s-au executat 503.285 m<sup>2</sup> de îmbrăcămînți cu covoare asfaltice subțiri din mortar asfaltic pe:

- îmbrăcămînți din beton de ciment 359.807 m<sup>2</sup>;
- îmbrăcămînți bituminoase 137.195 m<sup>2</sup>;
- pavaje 6.283 m<sup>2</sup>;

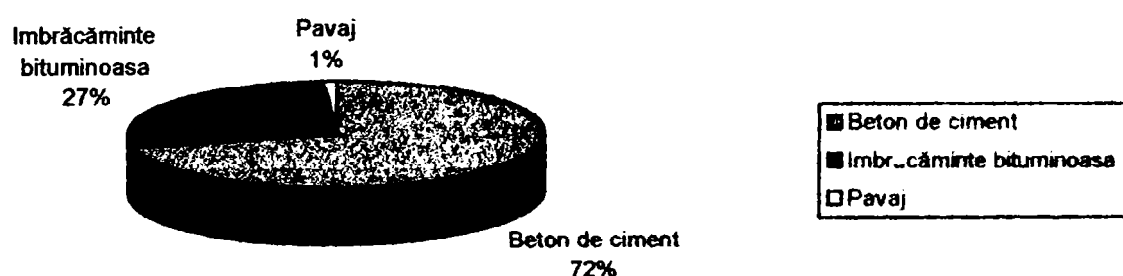


Fig. 2.25. Proportia pe tipuri de îmbrăcămînți a sectoarelor experimentale realizate cu covoare asfaltice subțiri din mortar asfaltic

### 2.4.3. Procesul tehnologic de realizare a covoarelor asfaltice subțiri

Pentru realizarea covoarelor asfaltice subțiri din mortar asfaltic s-a folosit un atelier de utilaje adecvat, în care utilajul director este combina (fig. 2.26 și 2.27).

Combina este o instalație mobilă care prepară și așterne mortarul asfaltic la rece. Instalația este prevăzută cu un buncăr pentru agregatele naturale, un rezervor pentru emulsia bituminoasă, două buncăre mai mici pentru fier și ciment, un rezervor pentru aditiv și unul pentru apă de umezire. Combina este automatizată, astfel încât operatorul controlează permanent dozajul. Malaxorul instalației este prevăzut cu două șnecuri elicoidale pentru repartizarea mortarului asfaltic, care se deplasează pe două șine de 7 m lungime pentru preluarea denivelărilor în profil longitudinal.



*Fig. 2.26. Utilaje pentru aşternerea covoarelor  
asfaltice subţiri din mortar asfaltic.*



*Fig. 2.27. Vedere a covorului asfaltic subţire în mortar asfaltic*



Procesul de punere în operă a mortarului asfaltic este următorul:

- pregătirea stratului suport;
- amorsarea stratului suport;
- așternerea mortarului asfaltic.

Pregătirea stratului suport consta în:

- repararea acestuia prin:
  - plombarea gropilor;
  - tratarea fisurilor și crăpăturilor;
  - colmatarea rosturilor;
  - refacerea și/sau înlocuirea dalelor degradate,
- curățirea temeinică cu perii mecanice a suprafeței reparate;
- spălarea acestuia cu jet de apă sub presiune.

Amorsarea suprafeței suport s-a realizat cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, prin stropire mecanizată, în cantitate de 0,5...0,9 kg/m<sup>2</sup>. Această operație s-a executat după uscarea stratului suport spălat în prealabil.

Așternerea mortarului asfaltic s-a făcut într-o repriză cu mențiunea că înainte de executarea stratului propriu-zis s-a efectuat o reprofilare pentru eliminarea denivelărilor mai mici de 2,0 cm. În cazul execuției a două straturi, succesiunea operațiilor a fost următoarea:

- pregătirea stratului suport;
- amorsarea acestuia;
- așternerea stratului de egalizare care se dă în circulație după 30 min.;
- timp de așteptare 3...7 zile în funcție de condițiile atmosferice pentru evaporarea completă a apei;
- curățirea și spălarea suprafeței;
- așternerea celui de-al doilea strat în grosime de max. 15 mm și darea în circulație după 20 de minute.

Se subliniază încă o dată că această tehnologie de aplicare a straturilor bituminoase foarte subțiri nu a necesitat compactare.

#### **2.4.4. Studii de laborator privind caracteristicile mortarului asfaltic utilizat pentru realizarea la rece a covoarelor asfaltice**

Doctorandul a inițiat și a urmărit în laborator evoluția caracteristicilor fizico-mecanice ale mortarelor asfaltice utilizate, precum și comportarea în exploatare a covoarelor asfaltice subțiri realizate, constatând următoarele:

- covoarele asfaltice subțiri din mortar asfaltic executate la rece sunt indicate pentru întreținerea preventivă a drumurilor a căror complex rutier are capacitate portantă satisfăcătoare, subliniindu-se faptul că acestea nu conduc la mărirea capacității portante a structurii rutiere.

- mortarul asfaltic prezintă o durabilitate și o elasticitate sporită datorită întrebuințării bitumului modificat cu polimeri;
- adezivitatea bitumului rezidual la agregatele naturale este foarte bună;
- covorul creează o bună impermeabilitate și prezintă o foarte bună rugozitate.

S-au stabilit dozaje pentru două tipuri de mixturi asfaltice și anume pentru stratul de egalizare și pentru stratul de uzură. Stratul de egalizare se așterne în cazul în care denivelările în profil transversal și longitudinal ale stratului suport sunt mai mici de 2 cm. Dozajele medii ale mortarelor asfaltice utilizate sunt prezentate în tabelul 2.23.

Tabelul 2.23

Materiale	Dozaje medii	
	Mortar asfaltic pentru stratul de egalizare [%]	Mortar asfaltic pentru stratul de uzură [%]
criblură sort 8-11	5...10	...
criblură sort 3-8	40...50	40...50
nisip de concasaj 0-3	40...50	40...50
filer de calcar	1...3	1...3
ciment P <sub>40</sub>	1...3	1...3
apă de umezire	6...8	6...8
emulsie cu 60... 65 % bitum	10...11	11... 12

Compoziția, în procente, a emulsiei bituminoase cationice cu rupere lentă cu polimeri a fost următoarea:

- bitum 55,0...58,0;
- latex 1,0...3,0;
- emulgator (3 tipuri) 1,0...1,8;
- acid clorhidric 2,4...2,7;
- apă rest până la 100.

Caracteristicile emulsiei bituminoase, determinate în laborator sunt prezentate în tabelul 2.24.

Tabelul 2.24

Caracteristicile emulsiei	U.M.	Valori medii
Aspect vizual	-	lichid omogen, culoare maronie
Conținut de bitum	%	64...66
Omogenitate (rest pe sita de 0,63 mm)	%	0,0...0,1
Vâscozitate Engler	°E	8,5...8,9
Adezivitate	%	95...100
Caracteristicile bitumului rezidual		
Punct de înmuiere IB	°C	59...61
Penetrație	1/10 mm	62...65
Ductilitate la 25 °C	cm	>100

După darea sectoarelor în circulație, doctorandul a urmărit comportarea lor în exploatare a sectoarelor executate în anul 1995 inițiind și realizând măsurători speciale asupra rugozității suprafeței de rulare. Din examinarea datelor prezentate în tabelele 2.25 și 2.26 rezultă valori mai mari de 70 unități S.R.T., ceea ce atestă o foarte bună rugozitate a stratului de uzură.

Tabelul 2.25

Nr. crt.	DN68A Lugoj-Făget Poziție kilometrică	Rugozitate medie în punctele de măsurare, în [unități SRT]			Temperatura suprafeței de rulare [m]	Corectarea valorilor de rugozitate		
		1	2	3		1	2	3
1	11+060-11+100	84	86	85	20	85	87	86
2	11+400-11+440	83	85	84	18	84	86	85
3	11+800-11+840	85	86	85	20	86	88	87
4	12+000-12+040	87	87	86	21	89	89	88
5	12+400-12+440	86	88	87	20	88	90	89
6	12+800-12+840	85	88	86	20	87	90	88
7	13+500-13+540	86	87	86	20	88	89	88
8	18+700-18+740	85	88	87	21	87	90	89
9	19+000-19+040	88	89	87	22	90	91	89
10	19+500-19+540	85	88	86	22	87	90	88
11	20+000-20+040	83	87	85	25	85	89	87
12	20+300-20+340	83	85	84	24	85	87	86
13	13+000-13+040	83	86	85	20	84	87	86
14	13+400-13+440	86	87	86	21	88	89	88
15	13+800-13+840	85	87	86	20	86	88	87
16	14+000-14+040	85	87	86	20	86	88	87
17	14+200-14+240	88	88	87	21	90	90	89
18	14+700-14+740	87	88	87	21	89	90	89
19	14+900-14+940	88	89	87	22	89	90	88
20	15+200-15+240	85	88	86	22	87	90	88
21	15+400-15+440	86	88	87	22	88	90	89
22	15+760-16+000	85	88	86	22	87	90	88
23	18+000-18+200	86	88	87	21	88	90	89
24	20+800-21+000	83	85	84	24	85	87	86
Valori medii ale rugozității		85	88	87	20	86	89	88

Tabelul 2.26

Nr. crt.	DN6 Orșova-Caransebeș Poziție kilometrică	Rugozitate medie în punctele de măsurare, în [unități SRT]			Temperatura suprafeței de rulare, °C	Corectarea valorilor de rugozitate		
		1	2	3		1	2	3
1	369+700-369+740	85	87	84	15	85	87	84
2	369+950-369+990	85	85	85	16	85	85	84
3	370+300-370+340	87	87	85	16	87	87	85
4	370+600-370+640	85	87	85	18	86	88	86
5	370+900-370+940	84	88	82	15	84	88	86
6	371+200-371+240	82	85	84	16	82	85	84
7	374+900-374+940	85	87	86	17	86	88	87
8	375+500-375+540	80	87	84	18	81	88	85
9	375+800-375+840	85	88	84	19	86	89	84
10	391+400-391+440	87	88	85	20	87	89	86
11	391+800-391+840	82	88	85	20	83	89	86
12	392+200-392+240	83	87	84	21	85	89	86
13	392+450-392+490	83	87	86	20	84	88	87
14	392+700-392+740	82	88	85	20	83	89	86
15	392+900-392+940	85	88	85	19	86	89	86
16	393+300-396+340	85	87	86	18	86	88	87
17	397+700-397+740	83	87	85	20	84	88	86
18	398+000-398+040	83	87	85	21	85	89	87
Valori medii ale rugozității		84	87	85	18	85	88	86

S-au efectuat măsurători pentru determinarea rugozității suprafeței de rulare cu aparatul SRT și pe DN68A pe covorul asfaltic subțire executat la rece în anul 1999 și s-au obținut rezultatele prezentate în tabelul 2.27. Centralizatorul rezultatelor:

Tabelul 2.27

Secțiunea nr.	Poziția kilometrică	Rugozitatea medie -unități SRT-			Temperatura suprafeței de rulare [°C]	Coeficienți de corecție -unități SRT-	Rugozitate -unități SRT-		
		stânga a	ax	dreapta			stânga	ax	dreapta
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	30+050	81	89	83	7	-3	78	86	80
2	30+420	81	90	80	6	-3	78	87	77
3	34+280	85	88	81	6	-3	82	85	78
4	39+260	80	85	81	5	-3	77	82	78
5	39+720	79	86	78	6	-3	76	83	75
6	40+120	80	87	81	5	-3	77	84	78
7	40+380	81	86	80	5	-3	78	83	77
8	40+618	80	85	81	5	-3	77	82	78
9	43+980	84	89	85	5	-3	81	86	82
Rezultate medii							78	84	78

Se observă că și pe acest sector rezultatele medii obținute sunt superioare celor prevăzute în STAS-ul 8849-83, ce caracterizează suprafața de rulare ca fiind buna ( $SRT \geq 70$ ), permițând desfășurarea circulației cu viteze mai mari de 80 km/h.

În vederea urmăririi mai aprofundate a avantajelor acestei tehnologii, în anul 1994 pe DN6 pe sectorul km 375+000 – 375+611 autorul a făcut o inventariere a degradărilor pe suprafața din beton de ciment ce urma să fie acoperită cu mortar asfaltic în anul 1995, degradări ce sunt prezentate în continuare în figurile 2.28...2.30 și centralizate în tabelul 2.28.

Tabelul 2.28

Nr. crt.	Tipuri de defecțiuni	U.M.	Cantitate	Observații
1	Fisuri	transversale	m	86,05
		longitudinale	m	33,30
2	Crăpături	transversale	m	155,30
		longitudinale	m	21,30
3	Rupturi de dală	m <sup>2</sup>	10,90	
4	Faianțări	m <sup>2</sup>	336,25	
5	Gropi	m <sup>2</sup>	3,90	
6	Exfolieri	m <sup>2</sup>	18,22	

7 Iunie 1994

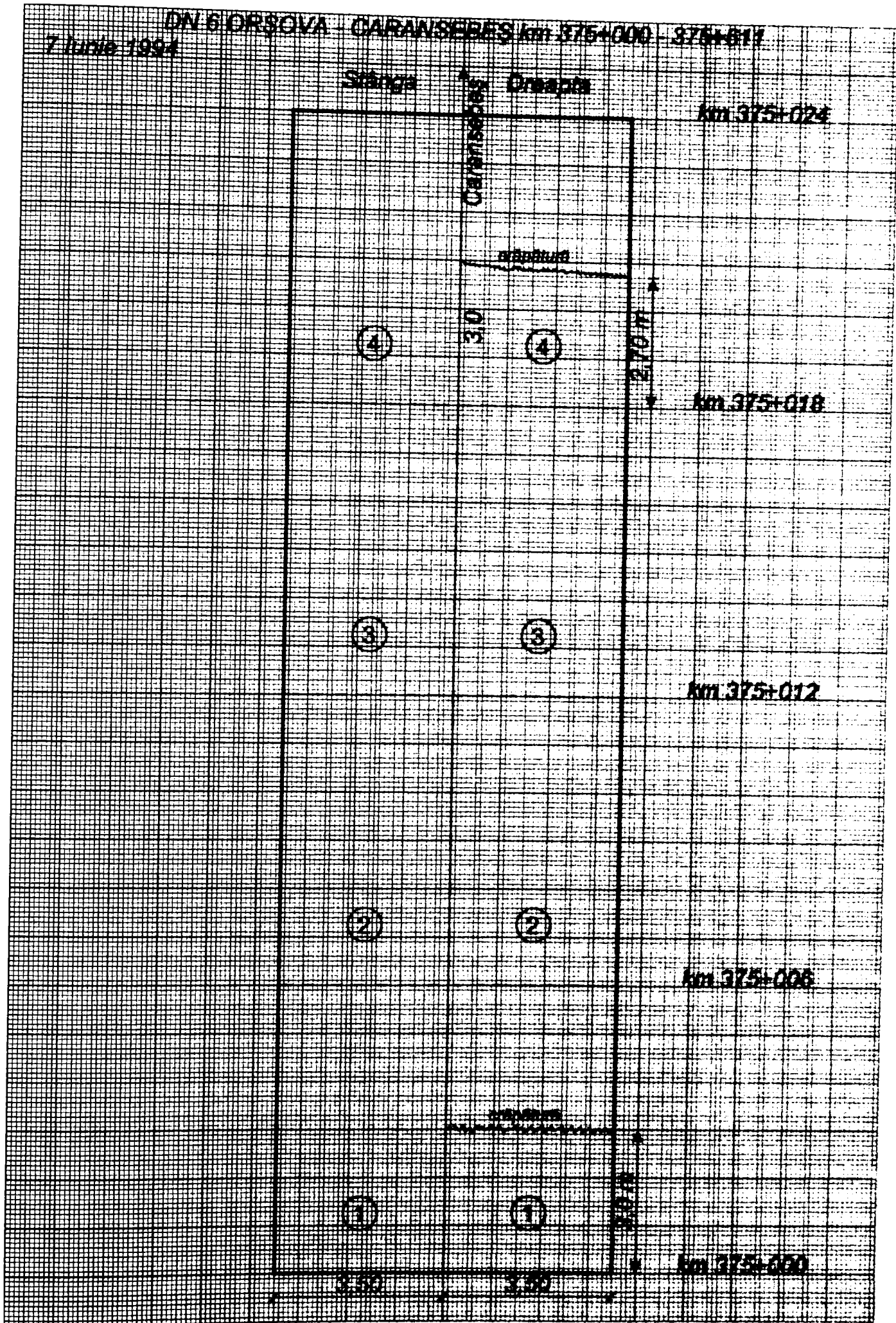


Fig.2.28.

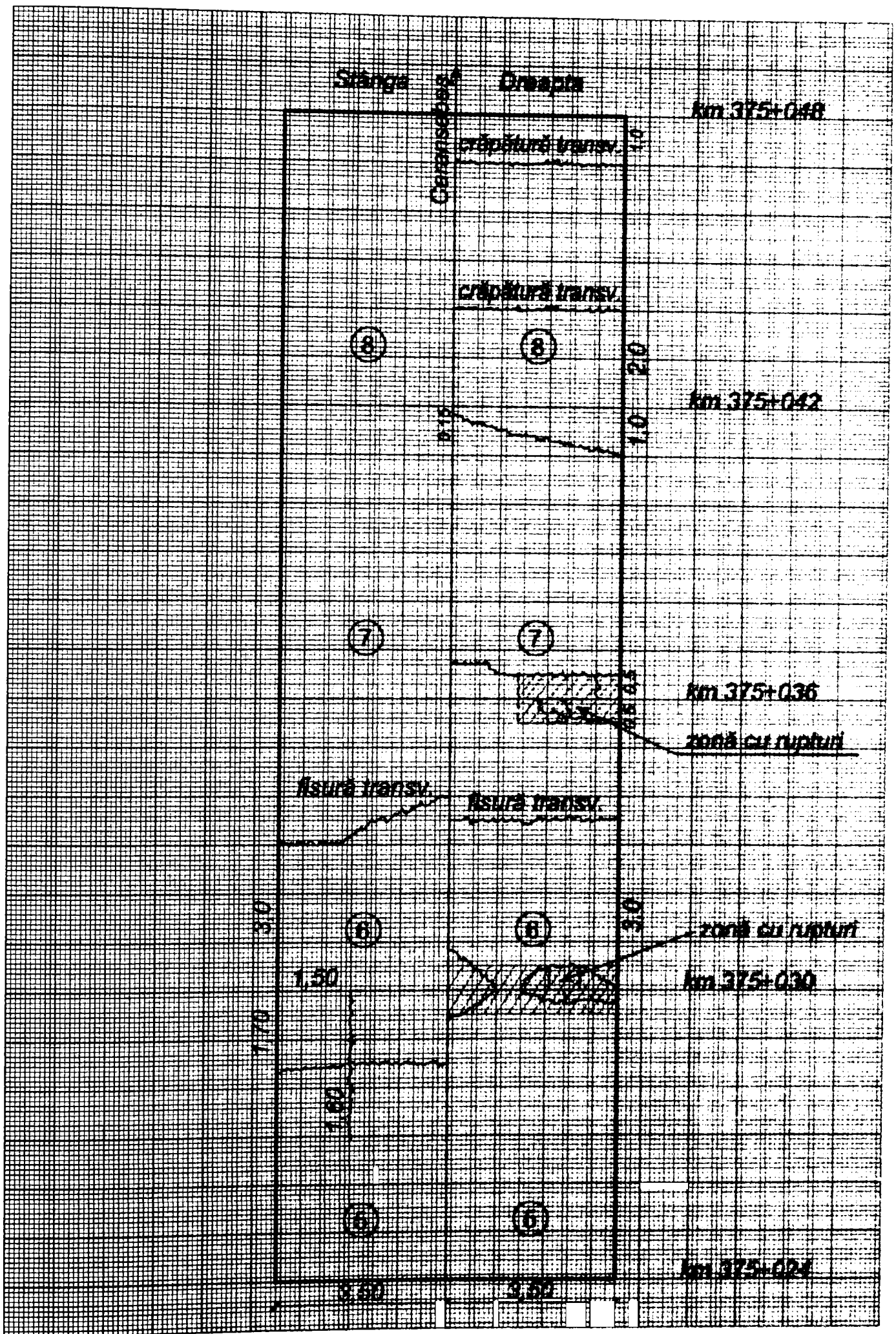


Fig.2.29.

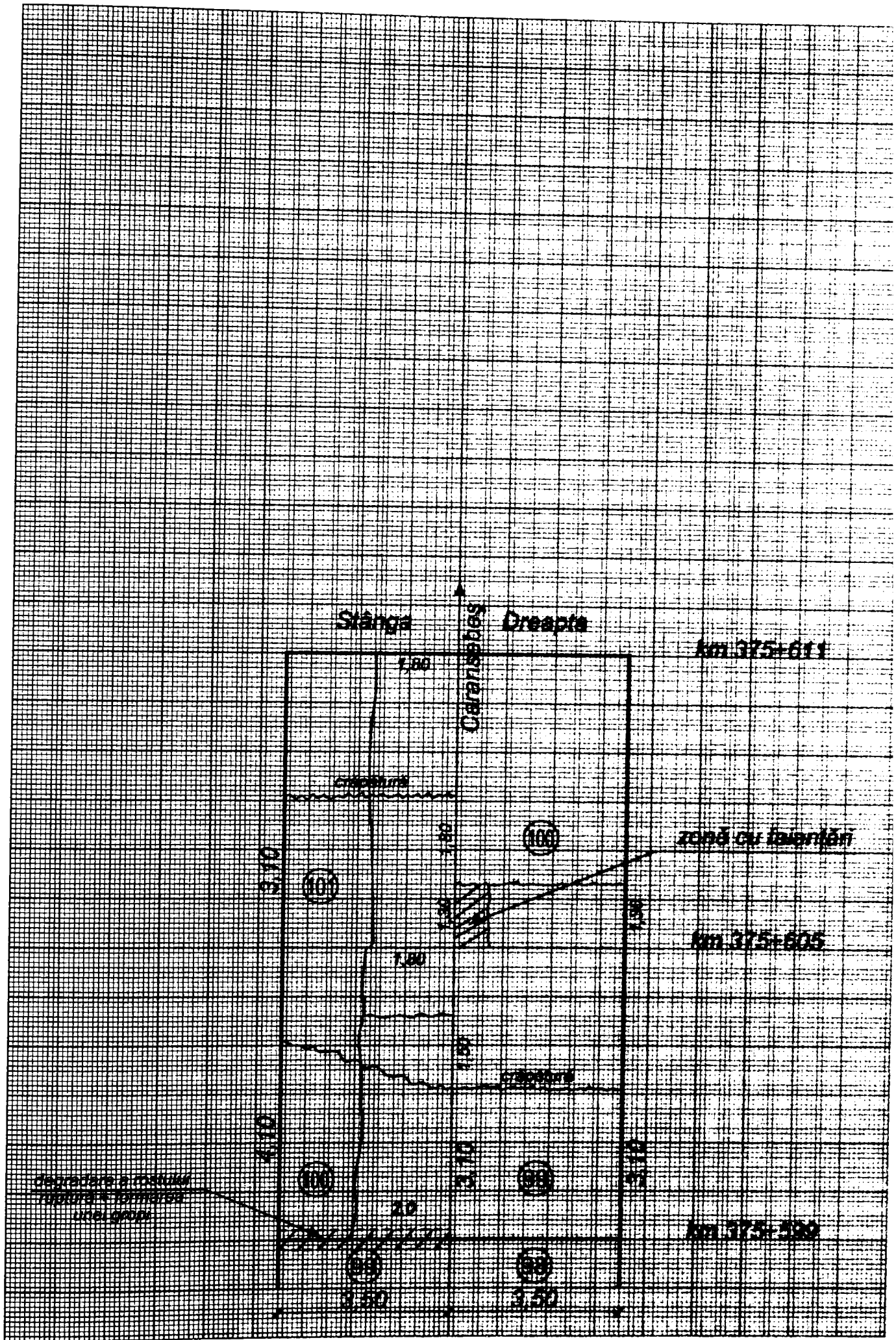


Fig.2.30.

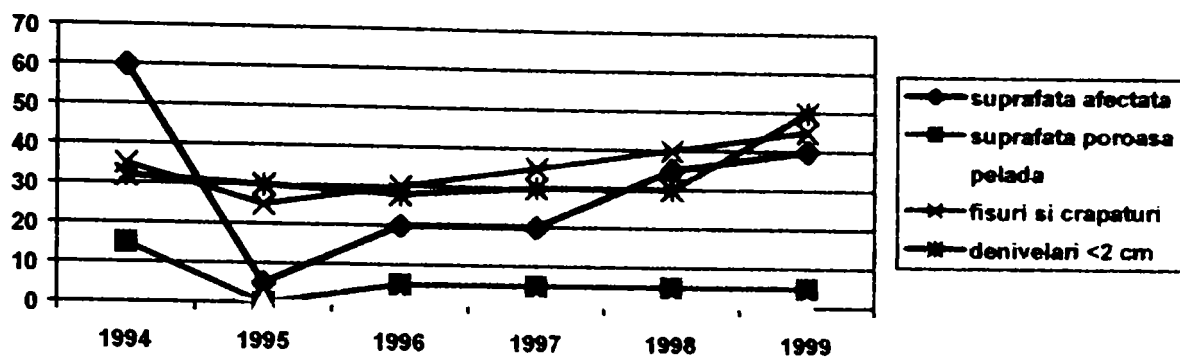


Fig. 2.31. Comportarea în exploatare a covoarelor subțiri executate din mortar asfaltic aplicate pe îmbrăcăminti bituminoase executate pe DN6 km 375+000 – 375+611.

#### 2.4.5. Concluzii

În urma studiilor, experimentelor și analizei comportării în exploatare se poate afirma că straturile bituminoase subțiri realizate la rece cu mortar asfaltic sunt avantajoase, putându-se folosi cu succes la execuția lucrărilor de întreținere preventivă a drumurilor.

Acest tip de lucrări remediază defecțiuni ca suprafețe poroase sau îmbătrânite, fisurate sau cu exces de bitum, în cazul îmbrăcămintilor bituminoase, sau suprafețe poroase, cu exfolieri, fisuri, crăpături, decolmatări de rosturi în cazul îmbrăcămintilor din beton de ciment.

Acest tip de îmbrăcăminte se poate aplica numai pe sectoare de drumuri cu capacitate portantă corespunzătoare. Ele nu măresc capacitatea portantă a structurii rutiere și nu corectează substanțial profilul transversal sau longitudinal al drumului.

Printre avantajele majore ale acestei tehnologii putem enumera:

- corectarea tipurilor de defecțiuni enumerate mai sus;
- mărirea rugozității suprafeței de rulare;
- reducerea poluării fonice;
- rapiditatea în execuție (cca. 1000 m/zi pentru o bandă de circulație);
- darea în circulație în maxim o jumătate de oră după execuție (pentru că nu necesită compactare);
- adezivitate crescută datorită folosirii aditivilor.

Urmărind comportarea în exploatare a covoarelor asfaltice subțiri, executate pe raza D.R.D.P. Timișoara prin evaluarea celor trei parametri: indicele de degradare al suprafeței îmbrăcămintei rutiere, planeitatea și rugozitatea acesteia, putem enumera câteva observații.

În funcție de tipul stratului suport (beton de ciment, îmbrăcăminte bituminoasă sau pavaj) se observă la suprafața covorului asfaltic subțire o serie de degradări specifice fiecărui tip de îmbrăcăminte. Astfel, în cazul îmbrăcămintilor din beton de ciment apar fisuri transversale longitudinale transmise în dreptul



rosturilor; iar în cazul îmbrăcăminților bituminoase apar degradări sub formă de suprafețe exsudate, fisuri și faianțări.

În ceea ce privește aderența covorului subțire la stratul suport se constată o aderență mai bună în cazul îmbrăcăminților bituminoase și mai redusă în cazul îmbrăcămintei din pavaj.

Sectoarele realizate cu covor asfaltic subțire executate pe DN 59A km 42-47 și DN 6 km 376-379, 384-385 și 454-455 sunt mai degradate prezentând faianțări pronunțate, fisuri și exfolieri.

Această comportare în timp se explică prin transmiterea degradărilor de la suprafața stratului suport.

Degradările stratului suport se transmit mai lent în cazul îmbrăcăminților bituminoase (2...3 ani) și mai rapid în cazul îmbrăcăminților din beton de ciment (1...2 ani). Aceste degradări se transmit aproape în totalitate la covorul asfaltic subțire executat cu mortar asfaltic. Degradările specifice covoarelor asfaltice subțiri executat cu mortar asfaltic sunt peladele, rupturile de margine și suprafețele cu ciupituri.

În ceea ce privește rugozitatea, se poate pune în evidență o legătură clară între volumul de trafic preluat și aceasta. Astfel, pe sectoarele realizate pe DN59A Timișoara - Jimbolia, rugozitatea este foarte bună datorită traficului redus preluat, în timp ce, pe sectoarele de pe DN 6 Orșova-Caransebeș cu un trafic preluat mult mai mare, se observă o reducere a rugozității, în special pe suprafața de margine a benzii de circulație deși tehnologia aplicată este identică.

Condițiile climaterice influențează comportarea în exploatare a acestor covoare numai prin accelerarea în timp a procesului de degradare, odată cu apariția primelor fisuri transmise.

Datorită comportării în general corespunzătoare, în condiții de climă și de trafic diferite a sectoarelor experimentale cu covoare asfaltice subțiri executate cu mortar asfaltic se impune selectarea pe baze tehnice și economice a soluțiilor tehnologice și a materialelor cu cele mai bune performanțe pentru întreținerea periodică și curentă a rețelei rutiere.

# **Cap. 3. ASPECTE FUNDAMENTALE PRIVIND REABILITAREA UNOR DRUMURI CU TRAFIC INTENS. SOLUȚII APLICATE PENTRU RANFORSAREA STRUCTURILOR RUTIERE EXISTENTE**

## **3.1. Conceptul de reabilitare a drumurilor**

Modernizarea și dezvoltarea în ritm susținut a rețelei de drumuri naționale din țara noastră în primele decenii după cel de al doilea război mondial, ca urmare a dezvoltării impetuoase a întregii economii naționale și a vieții sociale, a condus la dezvoltarea intensivă a transporturilor și implicit la creșterea traficului rutier.

Având în vedere faptul că în acea perioadă structurile rutiere suplă au fost proiectate pentru durate de exploatare cuprinse între 7...10 ani și datorită faptului că intensitatea traficului rutier, cât și greutatea pe osie a autovehiculelor au crescut într-un ritm superior celui prognozat, în ultima perioadă se simte tot mai pregnant nevoia refacerii rețelei rutiere prin sporirea de capacitate portantă a complexelor rutiere existente și îmbunătățirea parametrilor geometrici ai drumului.

Dezvoltarea echilibrată a întregii economii naționale impune o repartizare judicioasă și diferențiată a tuturor resurselor disponibile, în sectoarele finanțate de stat, fapt ce a condus la impunerea unor restricții privind alocarea resurselor în sectorul de drumuri.

În aceste condiții, cu toate că transporturile rutiere au cunoscut o limitare privind relațiile de transport, sectorului de drumuri îi revine o sarcină deosebită de a crea condiții ca drumurile existente să poată prelua traficul destinat transporturilor de mărfuri (traficul greu) și să asigure condiții optime de confort rutier.

Se impune deci elaborarea unei strategii, formulată concret și aplicată consecvent în practică, pentru aducerea drumurilor la o stare normală de exploatare.

Pentru a putea elabora o astfel de strategie sunt necesare o serie de acțiuni pregătitoare sau conexe și anume:

- organizarea activității de investigare rutieră, necesară pentru a cunoaște starea concretă a rețelei, în vederea transformării strategiei în tactică, adică într-o activitate practică de planificare și execuție a lucrărilor de reabilitare;

- studierea condițiilor de exploatare a fiecărui sector de drum în parte, inclusiv la nivelul unei prognoze cu grad înalt de probabilitate. Acest lucru permite o dezvoltare corespunzătoare a metodologiei de analiză funcțională în corelație directă cu cerințele dezvoltării economico-sociale generale;

- conceperea și dezvoltarea de noi tehnologii de execuție calitativă a lucrărilor; cunoașterea exactă a parametrilor tehnici pentru fiecare fază de execuție;

- elaborarea unei metodologii de proiectare de înaltă performanță, care să rezolve toate problemele rețelei rutiere aflată în studiu.

În țara noastră, s-a elaborat o astfel de strategie în anul 1992 de către IPTANA SA București la solicitarea AND, strategie care are în vedere reabilitarea

drumurilor naționale importante pe termen scurt și ranforsarea celorlalte rețele de drumuri naționale pe termen lung și mediu.

### 3.1.1. Definirea conceptului de reabilitare a drumurilor

Partea carosabilă a drumurilor fiind construite sub forma unor structuri stratificate prezintă caracteristici specifice proprii în comparație cu alte genuri de construcții, atât în ceea ce privește variabilitatea solicitărilor cât și contactul permanent cu factorii climaterici.

Studiile efectuate ne-au condus la concluzia că evoluția degradării straturilor rutiere este generată în principal de următoarele cauze:

- solicitări din traficul rutier: sunt solicitări mecanice cu caracter dinamic, având frecvențe și mărimi aleatoare. Acestea prezintă în general o tendință de creștere în timp, atât sub aspectul mărimii sarcinilor dinamice, cât și al frecvenței acestora ca urmare a evoluției transporturilor rutiere în conformitate cu dezvoltarea societății;

- solicitările generate de acțiunea factorilor climaterici: datorită condițiilor specifice de exploatare a drumurilor, acești factori acționează permanent în timp și cu intensități variabile, modificând caracteristicile fizico - mecanice și chimice a straturilor rutiere;

- execuția necorespunzătoare a lucrărilor: degradarea drumurilor poate fi amplificată și datorită unor cauze generate de concepția greșită în alcătuirea complexelor rutiere; de calitatea necorespunzătoare a execuției lucrărilor sau a materialelor puse în operă precum și de nivelul tehnic scăzut al lucrărilor de întreținere și reparații;

- proiectarea deficitară a drumului prin elaborarea unor variante reduse, evitându-se din lipsă de fonduri o serie de elemente tehnice ale drumului, inclusiv problemele de mediu.

Însăși istoria concepției și construcției drumurilor publice a confirmat o dezvoltare continuă a principiilor, metodelor și tehnologiilor de execuție, conducând astfel la o îmbunătățire - modernizare succesivă a calității drumurilor.

Caracterul obiectiv rațional al acestor aspecte se recunoaște și în etapa actuală de evoluție a drumurilor publice, când principiul modalității raționale de acțiune este cel al ameliorării capacității portante a complexelor rutiere, în strictă conformitate cu cerințele dezvoltării economico - sociale reale, prin ranforsarea acestora.

***Conceptul de reabilitare a drumurilor presupune concomitent cu mărirea capacității portante a structurilor rutiere și execuția unor lucrări conexe în funcție de cerințele ce derivă din clasa tehnică a drumului și anume:***

- sporire de capacitate, prin executarea de benzi suplimentare pentru traficul lent;

- aducerea podurilor la clasa tehnică corespunzătoare traficului pentru care se face reabilitarea;

- colectarea și evacuarea apelor de suprafață;

- corectarea locală a unor elemente geometrice;
- construcția de variante ocolitoare a orașelor mari sau a punctelor "negre" (periculoase) existente pe traseu;
- construirea de pasaje denivelate dacă traficul impune acest lucru;
- consolidarea și repararea podurilor;
- amenajarea intersecțiilor de nivel, a locurilor de staționare și altor lucrări anexe drumului (semnalizare rutieră, estetică rutieră);
- la nevoie: consolidarea terasamentelor, protejarea taluzurilor, lucrări de apărare etc.;
- protejarea mediului înconjurător.

Analizând la nivel tehnic și economic general reabilitarea drumurilor, se impune soluționarea următoarelor două clase de probleme:

- optimizarea (sau raționalizarea față de un ansamblu de criterii de prioritate) timpului și spațiului economic, formulându-se răspunsurile la întrebările: "când se execută?"; "unde se execută?" și "pentru ce durată de exploatare se execută?" reabilitarea;

- soluționarea tehnică a răspunsurilor formulate prin găsirea metodelor optime de proiectare, studii și previziune a consumului duratei de exploatare prescrisă și respectiv, stabilirea tehnologiilor și procedurilor de realizare efectivă a lucrărilor de ranforsare, în contextul general al relației cost - beneficiu optim.

Dacă prima problemă fundamentală este legată direct de potențialul economiei naționale, de modul cum este abordată problema economică a transporturilor și a drumurilor de către factorii de decizie, cea de a doua problemă, a soluționării tehnice, jalonează în mod evident capacitatea de gândire tehnică a corpului de ingineri aferent sectorului de drumuri.

Pentru a conferi un conținut obiectiv și totodată abordabil, prin mijloacele existente de abordare (de analiză și decizie) a noțiunii de "reabilitare a drumurilor" este necesară elucidarea concretă a următoarelor aspecte considerate principale:

- formularea precisă a cerințelor transporturilor rutiere față de rețeaua de drumuri publice, având în vedere ansamblul de criterii prioritare și accesibile din punct de vedere economico-social;

- definirea calităților funcționale principale ale drumurilor, prin care se realizează satisfacerea cerințelor formulate anterior;

- cunoașterea evoluției în timp, sub exploatare în condiții de mediu și trafic date, a caracteristicilor tehnice a drumurilor și ale factorilor de influență asupra evoluției acestora.

Pentru studiul necesității și utilității acceptării principiului de reabilitare este importantă acceptarea la nivel general a problemei degradării evolutive a drumurilor pe parcursul duratei de exploatare proiectată.

Unitatea de măsură a duratei de exploatare este un timp specific determinat de caracterul și volumul solicitărilor evolutive și poate fi exprimat ori în "timp asociat cu mărimea solicitărilor", ori în "volumul solicitărilor".

În general, sub o formă specifică, funcție de ipotezele de trafic aceste unități de măsură se concretizează în număr de ani cu un trafic rutier dat, sau în volum de trafic rutier (fizic sau echivalent).

Evaluarea calităților funcționale ale unei rețele de drumuri cât și descrierea fenomenului evoluției caracteristicilor tehnice relevante ale drumurilor nu pot fi apreciate în mod efectiv decât printr-o descriere statistică adecvată.

Valoarea unui indicator de calitate sau a unei caracteristici tehnice se modifică în timp, în sensul înrăutățirii acestora, ajungând la valori limită sau critice, care de fapt semnalizează o situație de atenționare și respectiv de inacceptare a condițiilor de exploatare a drumurilor.

În aceste condiții este nevoie să se intervină pentru salvarea drumului, primul instinct fiind de a acționa, prin ranforsarea structurii rutiere, acțiuni care poate avea și caracter preventiv.

Intervenția corectă, în asemenea situații, este însă de reabilitare a drumului. Acest lucru presupune pe lângă ranforsarea propriu - zisă și lucrările conexe enumerate la definirea conceptului de reabilitare. Această intervenție se face în condițiile de alocare a resurselor necesare (în special cele financiare), urmărind o strategie de reabilitare a sectorului rutier.

În prezent reabilitarea drumurilor a devenit o problemă națională foarte importantă, ținând cont de creșterea continuă și rapidă a sarcinii pe osie la autovehiculele pentru transport mărfuri.

Având în vedere limitarea volumului de resurse materiale, energetice și financiare alocate acestei activități, principiul de reabilitare a drumurilor necesită o aplicare diferențiată care trebuie să țină seama de următoarele considerente:

- formularea unor strategii de raționalizare maximă a planurilor de valorificare a resurselor disponibile;
- raționalizarea priorităților de distribuire a resurselor disponibile în spațiul rețelei rutiere;
- mărirea duratei de exploatare a rețelei rutiere prin intensificarea lucrărilor de întreținere și reparații, inclusiv aplicarea unor lucrări de întreținere preventivă.

### **3.2. Strategia de reabilitare a drumurilor în România**

Starea necorespunzătoare a rețelei de drumuri publice și creșterea explozivă a traficului rutier, începând cu anul 1990, au determinat adoptarea, de către Administrația Națională a Drumurilor, a unei strategii pentru salvarea de la degradarea totală, a acestui patrimoniu național.

Astfel, încă în 1990 a fost promovat și aprobat de Guvern un program pe 10 ani, privind modernizarea, dezvoltarea și întreținerea rețelei de drumuri naționale, județene și comunale, care însă, din lipsa surselor financiare, nu a avut suportul material de realizare. Aceasta a determinat Administrația Națională a Drumurilor, ca în anul 1992, să definească și să promoveze o strategie cu obiective concrete, pe etape, privind întreținerea, ranforsarea, reabilitarea, modernizarea și dezvoltarea rețelei de drumuri naționale, județene și comunale în perioada 1992...2006.

Obiectivele principale și etapele acestei strategii sunt:

- declanșarea unor programe anuale, pe termen mediu și pe termen lung, pentru oprirea creșterii degradării rețelei de drumuri și îmbunătățirea stării tehnice

a acesteia, prin lucrări de întreținere, reparații și ranforsări și adoptarea unor soluții tehnice performante ;

- aducerea rețelei de drumuri naționale principale la nivelul standardelor europene, prin lucrări de reabilitare și modernizare a acestei rețele ;

- dezvoltarea etapizată a unei rețele de autostrăzi și drumuri expres, pe baza unui program, care să aibă la bază studii aprofundate de fezabilitate.

Succint prezentăm strategiile etapizate pe perioada 1992...2000, elaborate de către AND :

### **3.2.1. Strategia pe termen scurt (1992...1995), având ca obiective:**

- trecerea pe principiul gestiunii economice a activităților Administrației Naționale a Drumurilor și ale Direcțiilor Județene de Drumuri și Poduri, prin utilizarea, ca surse financiare, a veniturilor proprii, a transferurilor de la buget și a surselor din bugetele locale ale județelor;

- realizarea cadrului legislativ referitor la asigurarea surselor financiare, prin crearea Fondului Special al Drumurilor;

- stoparea degradării în continuare a stării drumurilor și îmbunătățirea stării tehnice a acestora, prin creșterea volumului de lucrări de întreținere, reparații și ranforsări;

- finalizarea negocierilor cu Instituțiile Financiare Internaționale (BIRD, BERD, BEI) pentru acordarea, în condiții avantajoase, a unor împrumuturi pentru reabilitarea drumurilor naționale europene și începerea lucrărilor pentru drumurile cuprinse în etapa I (cca. 1000 km);

- declanșarea procesului de modernizare a activităților de execuție a lucrărilor de întreținere curentă și periodică de drumuri și poduri, prin dotarea cu utilaje și echipamente performante și aplicarea unor tehnologii de înaltă eficiență la nivelul țărilor din Uniunea Europeană;

- declanșarea procesului de restructurare a activității de administrare, exploatare, întreținere curentă și periodică de drumuri și poduri, în baza unei strategii proprii, care să conducă la introducerea sistemului concurențial în realizarea acestor activități și, implicit, la creșterea calității acestora;

- atragerea de resurse financiare interne, externe și crearea cadrului legislativ necesar concesionării construcției de autostrăzi, pentru a preîntâmpina consecințele ce ar apărea prin oprirea completă a acestor lucrări.

Toate aceste obiective, realizate deja (cu excepția ultimului aliniat, care a fost realizat doar parțial), au determinat ca la finele anului 1995, să fie stopată creșterea lungimii drumurilor naționale cu durata de exploatare expirată, starea de viabilitate a acestora începând să se îmbunătățească și creându-se premisele pentru realizarea celei de-a doua etape a strategiei.

În cadrul DRDP Timișoara în perioada 1992...1995 s-au realizat cu contribuția doctorandului următoarele:

- a demarat și s-a dezvoltat continuu activitatea de control și taxare a autovehiculelor de transport marfă și persoane la punctele de frontieră Nădlac,

Vârșand, Moravița, Jimbolia, Naidăș, sumele încasate reprezentând venituri proprii ale administrației de drumuri;

- din sursele financiare alocate s-au luat măsurile de acoperire prin lucrări specifice de întreținere, reparații și ranforsări a unui număr cât mai mare de kilometri, vezi tabelul 3.1.

### Principalele lucrări de întreținere executate în cadrul DRDP Timișoara

Tabelul 3.1

Lucrări	1994		1995	
	Fizic (km)	Valoric (lei)	Fizic (km)	Valoric (lei)
Reparații	453,14 mii mp	3409982	662 mii mp	7816669
Tratamente	300,8 km	3066423	317	5168574
Șlam	6,5 km	485423	8 km	156778
Covoare	21,06 km	2749634	28,5 km	3461152
Ranforsări :	21,705 km	5799157	2,235 km	1136985
cu bitum	20,705 km	5471157	2,125 km	940249
cu beton de ciment	1,0 km	328000	0,2 km	196736
TOTAL	350 km	15510619	355,8 km	17740158

- s-a demarat execuția lucrărilor de reabilitare a sectoarelor DN 7 Sebeș – Deva – Arad – Nădlac, DN 69 Timișoara – Arad și DN 59 Timișoara – Moravița;

- din sursele financiare internaționale s-a dotat cu auto - utilaje cu echipamente foarte performante, de tipul UNIMOG, CATERPILAR, MOG și a început execuția unor tehnologii de întreținere de înaltă eficiență:

- straturi rutiere foarte subțiri;
- tratamente bituminoase executate cu utilaje autopropulsate;
- reciclare la cald in situ.

- s-a demarat procesul de restructurare a activității de administrare, prin acordarea unor subunități în locație de gestiune.

### 3.2.2. Strategia pe termen mediu (1996...2000), având ca obiective:

- continuarea acțiunii de îmbunătățire a stării tehnice a drumurilor naționale, județene și comunale, prin creșterea volumului lucrărilor de tratamente bituminoase, covoare asfaltice, ranforsări de structuri rutiere, reparații și consolidări de poduri, stoparea creșterii lungimii drumurilor județene și comunale cu durata de exploatare depășită și creșterea portanței acestora;

- finalizarea reabilitării drumurilor naționale europene din etapa I, finanțată din împrumuturi IFI, pregătirea și declanșarea lucrărilor de reabilitare de drumuri naționale europene din cea de-a II-a și a III-a etapă, cu prioritate cele din coridoarele 4 și 7 ale Europei, care traversează România;

- îmbunătățirea legislației privind regimul juridic al drumurilor, a constituirii și utilizării Fondului Special al Drumurilor pentru creșterea resurselor financiare

necesare sectorului de drumuri, precum și a normelor și normativelor în domeniu pentru alinierea acestora la cele din țările Uniunii Europene;

- comercializarea activității de întreținere periodică a drumurilor și podurilor și crearea, în primă etapă, a unor societăți comerciale cu capital integral de stat, care apoi să urmeze procesul de privatizare;

- continuarea acțiunii de restructurare a activităților de întreținere curentă, supervizare și proiectare, în baza unor studii aprofundate, elaborate cu sprijinul și asistența unor firme de profil, cu experiență în domeniu, din străinătate;

- perfecționarea și modernizarea sistemului de administrare, gestionare și exploatare a rețelei de drumuri, prin implementarea unui sistem de management, continuarea acțiunii de modernizare a bazelor și de dotare a acestora cu utilaje performante;

- introducerea și perfecționarea de tehnologii eficiente în realizarea lucrărilor de întreținere, reparare, ranforsare, reabilitare și construcții de drumuri și poduri, prin colaborare cu firme românești și străine, performante în domeniu;

- reanalizarea și sistematizarea rețelei de drumuri publice din România, pentru ca aceasta să corespundă noilor cerințe economico-sociale și noilor centre polarizatoare, prin trecerea României la economia de piață;

- îmbunătățirea condițiilor siguranței rutiere, prin adoptarea și aplicarea unor programe concrete, prin amenajări și semnalizări la nivelul normelor europene, introducerea auditului în proiectare, executarea lucrărilor de reabilitare, modernizare și dezvoltare de drumuri publice cât și în exploatarea acestora.

În cadrul D.R.D.P. Timișoara din inițiativa și cu participarea doctorandului s-au obținut următoarele rezultate concrete :

- schimbarea unor soluții din proiectul de execuție care vizau folosirea materialelor de import cu soluții deja tradiționale în cadrul DRDP Timișoara, mai ieftine ;

- tratarea în profunzime a defectelor apărute în timpul execuției, cum au fost fâgașele, defectiuni care nu au fost cuprinse în proiectul de execuție.

Din inițiativa doctorandului s-au inventariat fâgașele apărute pe DN 59 și DN 69, s-a urmărit evoluția lor, participând la tratarea acestor defectiuni și contribuind la elaborarea soluțiilor tehnice de tratare.

### **3.2.3. Strategia pe termen lung (2001...2006),**

având ca obiective principale:

- creșterea în continuare a volumului lucrărilor de întreținere, ranforsare, modernizare, reabilitare, astfel încât întreaga rețea de drumuri naționale europene (4 500 km) să fie reabilitată și adusă la capacitatea portantă de 11,5 tone pe osia simplă, drumurile naționale principale (3 700 km) să fie aduse într-o stare tehnică foarte bună, iar a restului rețelei de drumuri naționale (cca 6 200 km) și a rețelei principale de drumuri județene și comunale (cca 25 000 km), în stare tehnică bună;



- dezvoltarea etapizată a unei rețele de autostrăzi și drumuri expres pe principalele direcții, corelate cu programele europene de autostrăzi și cu necesitățile determinate de creșterea traficului rutier intern și de tranzit;
- finalizarea programului de restructurare a activităților din sectorul administrației, exploatarei, supervizării și întreținerii curente a drumurilor;
- modernizarea drumurilor naționale pietruite, realizarea de legături și variante ocolitoare ale principalelor localități, precum și sporirii de capacități ale traficului la intrările și ieșirile din principalele centre urbane ale țării, consolidarea și aducerea tuturor podurilor la sarcina normată de încărcare  $V_{80}$  pentru drumurile naționale, respectiv  $A_{13}$  pentru drumurile locale;
- legarea tuturor centrelor de comună cu drumuri asfaltate (cca 2 000 km) și pietruirea tuturor drumurilor județene și comunale de pământ (cca 8 000 km), reconstruirea tuturor podurilor din lemn în soluție definitivă;
- generalizarea sistemului modern de management în administrarea și exploatarea rețelei de drumuri naționale, județene și comunale, cât și a auditului în proiectarea, executarea lucrărilor de reabilitare, modernizare de drumuri publice și exploatarea acestora.

Pentru realizarea programului din etapa 2001...2006 doctorandul a inițiat și realizat următoarele măsuri pregătitoare:

- analizând dezvoltarea traficului pe drumurile europene s-a ajuns la concluzia că DN 6 trebuie inclus în programul de reabilitare

### **3.3. Programul de reabilitare a drumurilor naționale din cadrul DRDP Timișoara**

#### **3.3.1. Etapa I de reabilitare a drumurilor naționale**

Valoarea totală a proiectului, pentru reabilitarea a circa 1000 km de drumuri naționale, a fost de 450 milioane dolari SUA din care contribuția Guvernului României a reprezentat 125 milioane dolari SUA, în echivalent lei.

Acest proiect a cuprins mai multe componente, și anume:

- execuție de lucrări de drumuri;
- supraveghere de lucrări de drumuri;
- training;
- echipamente.

Din totalul de 450 milioane dolari SUA, numai pentru lucrările de reabilitare a drumurilor naționale s-au cheltuit circa 356 milioane dolari SUA.

Obiectivul principal al acestor lucrări a fost îmbunătățirea infrastructurii în transporturi și a condițiilor de trafic, conform normelor europene, prin: creșterea capacității portante a sectoarelor reabilite, pentru a se putea trece de la sarcina pe o osie de 10,0 tone, la 11,5 tone; încadrarea podurilor în clasa E de încărcare; îmbunătățirea elementelor geometrice ale drumurilor; construirea de benzi suplimentare pentru traficul lent etc.

Lucrările de reabilitare, prevăzute a se executa pe drumurile din DRDP Timișoara au fost încredințate pentru realizare, prin licitații internaționale, unor companii de construcții românești și străine, vezi tabelul 3.2.

Lucrări de reabilitare în cadrul DRDP Timișoara

Tabelul 3.2

Sursa de finanțare	Drum național/Sector	Lungime (km)	Număr contract	Constructor
BEI	DN 7 Sebeș-Deva (km 328+000...386+900)	59	9	S.C. C.C.C.F. S.A. București
	DN 7 Deva-Lipova (km 394+000...494+000)	100	V	S.C. CONTRANSIMEX S.A. București
PHARE	DN 7 Lipova-Nădlac (km 494+000...594+000)	100	VI	J.V. EDI.CT. EDISTRA(Italia) – S.C.T. București
GUVERNUL ROMÂNIEI	DN 69 Timișoara-Arad (km 2+630... 47+000)	101	10	GRUPPO DIPENTA CONSTRUZIONI S.P.A.
	DN 59 Timișoara – Moravița (km 6+400+000...63+420)			
TOTAL DRDP Timișoara		360		

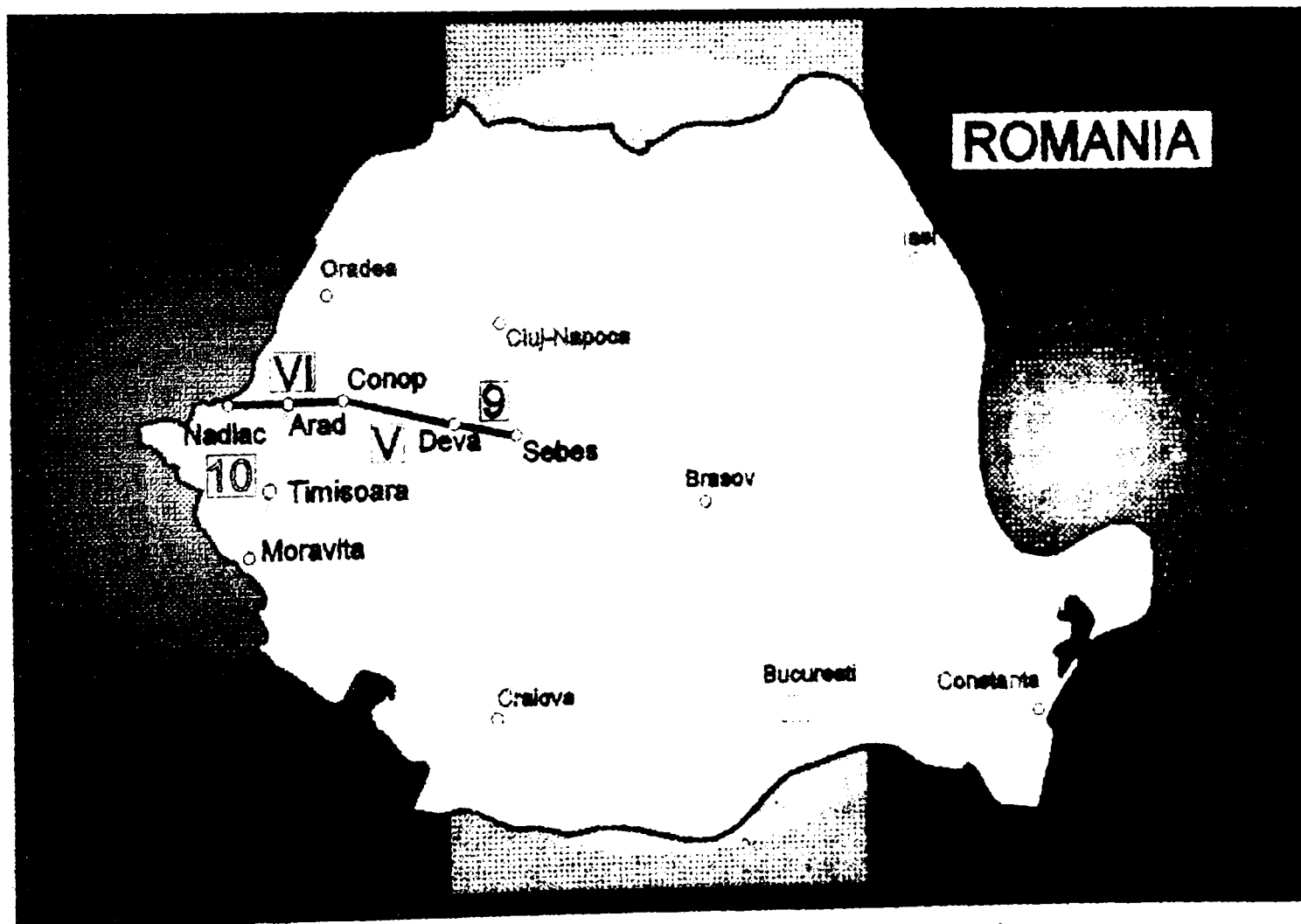


Fig. 3.1. Etapa I de reabilitarea a drumurilor naționale din cadrul DRDP Timișoara

### 3.3.2. Etapele a II-a și a III-a de reabilitare a drumurilor naționale

În cadrul DRDP Timișoara programul nu prevede, din păcate, lucrări de reabilitarea a drumurilor naționale.

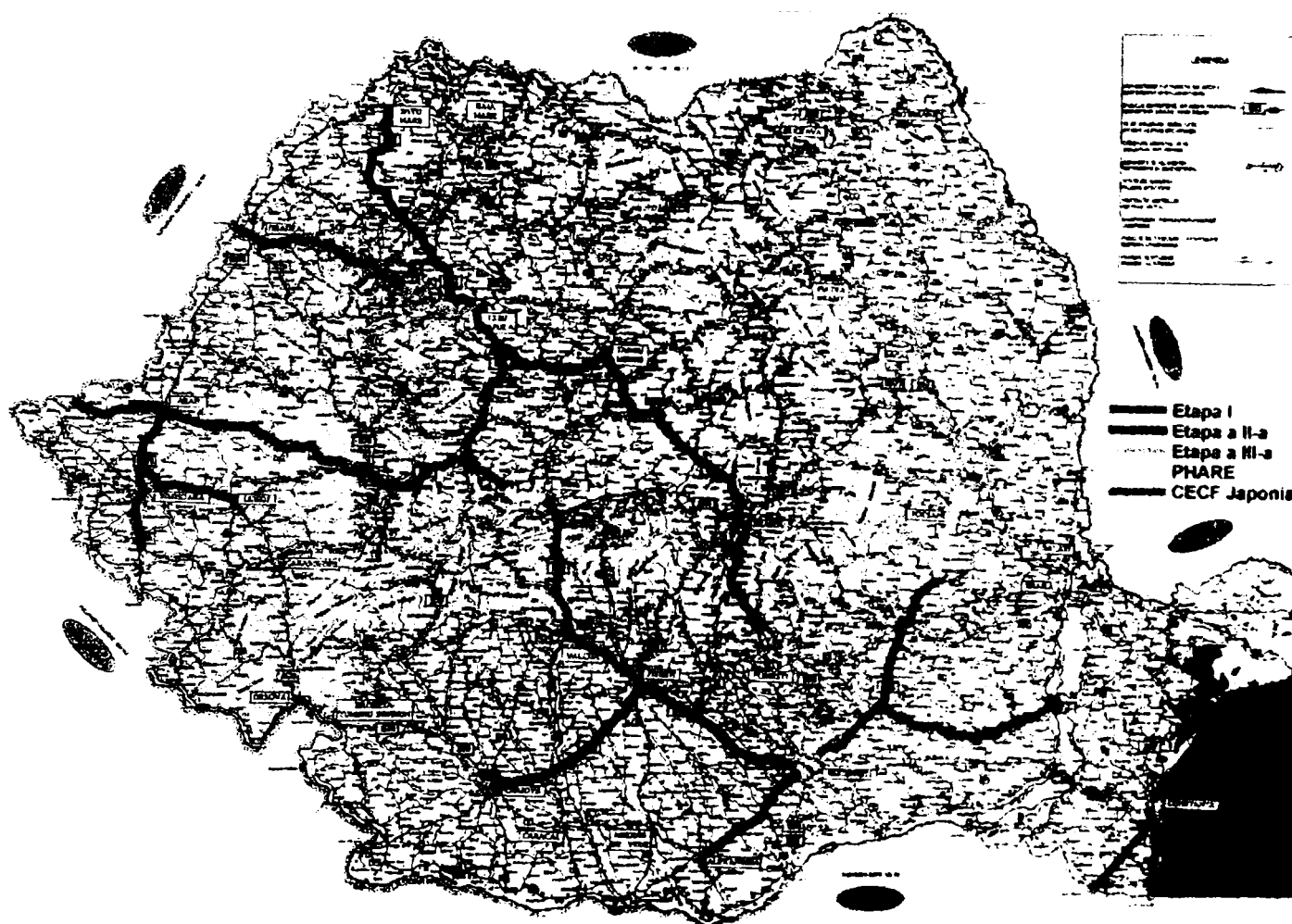


Fig. 3.2. Programul de reabilitare a drumurilor naționale.

### 3.4. Metodologia de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare pe baza măsurătorilor cu DYNATEST 8000 FWD

#### 3.4.1. Generalități

În condițiile actuale de creștere a traficului, asigurarea confortului și siguranței circulației pe drumurile urbane și interurbane devine de o stringentă necesitate. Adoptarea urgentă a unor măsuri eficiente se impune cu atât mai mult cu cât majoritatea drumurilor din țara noastră, durata de exploatare proiectată se apropie de sfârșit sau este chiar depășită. Soluția utilizată în mod frecvent pentru aducerea capacității portante a drumurilor la nivelul cerut în vederea preluării în bune condiții a traficului actual și de perspectivă este ranforsarea cu straturi bituminoase a structurii rutiere.

Eficiența tehnică și economică a soluției de ranforsare este determinată în primul rând de posibilitatea de utilizare a unei metode riguroase de calcul al grosimii necesare a straturilor de ranforsare.

În prezent, proiectantul lucrărilor de reabilitare dispune de două metode de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare acceptate de Administrația Națională a Drumurilor, și anume:

- o metodă semiempirică, bazată pe criteriul deflexiunilor admisibile;
- o metodă analitică, bazată pe modelarea răspunsului structurii rutiere la solicitarea sarcinii standard și a performanței acesteia la această solicitare.

Existența în țară a deflectometrului DYNATEST 8000 FWD, permite utilizarea unei noi metodologii de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare, bazată pe rezultatele măsurătorilor cu acest echipament cu ajutorul macroprogramului ELMOD. Acest macroprogram constituie un ansamblu de programe pentru evaluarea modurilor de elasticitate ai terenului de fundare și ai straturilor rutiere, precum și pentru calculul grosimii necesare a stratului bituminos de ranforsare, numele lui fiind un acronim: Evaluation of Layer Moduli and Overlay Design.

Diagrama algoritmului metodei de dimensionare a straturilor de ranforsare este dată în fig. 3.3.

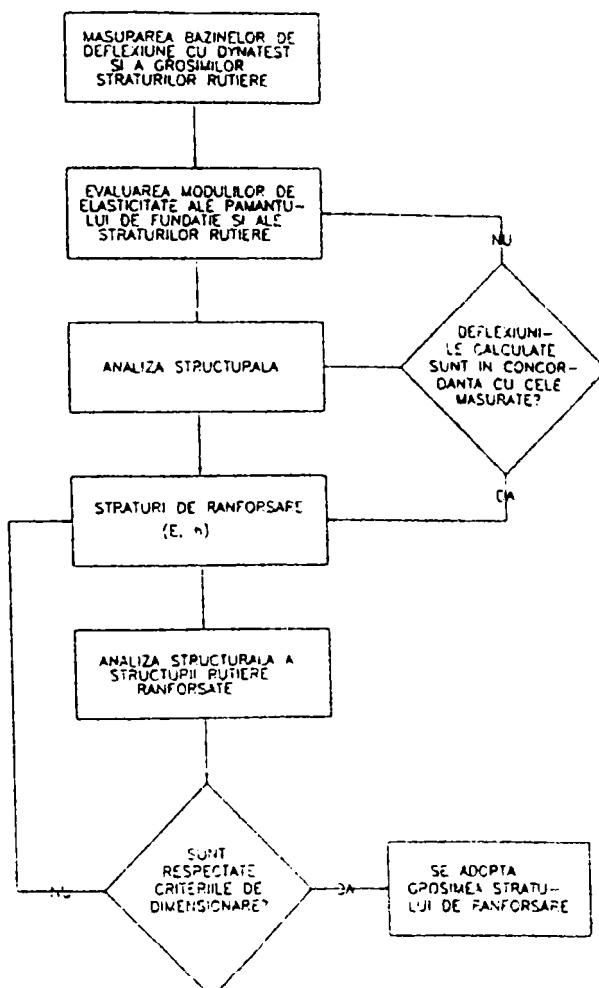


Fig. 3.3. Diagrama algoritmului de dimensionare a straturilor de ranforsare.

### **3.4.2. Măsurarea bazinelor de deflexiune și a grosimilor straturilor rutiere**

Deflectometrul DYNATEST 8.000 FWD permite determinarea bazinului de deflexiune produs de o sarcină controlată prin modelarea efectului solicitării și semiosiei standard care se deplasează pe drum.

Astfel, greutatea care cade pe suprafața drumului, prin intermediul unei plăci circulare, produce o solicitare cu o variație sinusoidală, cu amplitudinea maximă în centrul plăcii de încărcare și cu amplitudine din ce în ce mai mică pe măsură ce crește distanța față de centrul plăcii. Suprafața deformată a părții carosabile este caracterizată de deflexiunile măsurate cu deosebită acuratețe în șapte puncte, situate la distanțe de max. 1 800 mm de centrul plăcii de încărcare. Caracteristicile acestui bazin de deflexiune, împreună cu grosimile straturilor rutiere, care se stabilesc prin sondaje, sunt utilizate în următoarea etapă de calcul și anume, evaluarea modulilor de elasticitate ai terenului de fundare și ai straturilor rutiere.

### **3.4.3. Evaluarea modulilor de elasticitate ai terenului de fundare și ai straturilor rutiere**

Puncte ale drumului existent caracterizate prin aceeași deflexiune în centrul sarcinii pot avea bazine de deflexiune diferite, datorate rigidității diferite a terenului de fundare și a straturilor acestuia.

Imposibilitatea de a efectua această diferențiere, constituie una din criteriile majore ale metodelor de măsurare a deformabilității drumurilor cu deflectometrele cu pârghie.

Studiul teoretic al bazinului de deflexiune a permis să se evidențieze influența relativă a modulului de elasticitate al terenului de fundare și al diferitelor straturi rutiere asupra deflexiunilor situate la diferite distanțe de punctul de solicitare. Astfel, caracteristic bazinului de deflexiune este faptul că rigiditatea straturilor situate la adâncimi mari influențează deflexiunile în punctele cele mai îndepărtate de placa de încărcare.

Influența rigidității diferitelor straturi rutiere asupra bazinului de deflexiune este schematizată în fig. 3.4.

Plecând de la aceste caracteristici ale bazinului de deflexiune, evaluarea modulilor de elasticitate se bazează pe următoarea abordare a suprafeței drumurilor deformată sub sarcină, schematizată în fig. 3.5.

Astfel, se iau în considerare următoarele:

- deflexiunea la distanța de 1.800 mm ( $D_{1800}$ ) este influențată numai de modulul de elasticitate al terenului de fundare;

- diferența dintre deflexiunea centrului sarcinii și cea situată la distanța de 900 mm ( $D_0 - D_{900}$ ) caracterizează modulul de elasticitate al stratului de fundație;

- modulul de elasticitate al straturilor bituminoase variază în funcție de temperatura acestora în momentul măsurării bazinului de deflexiune.

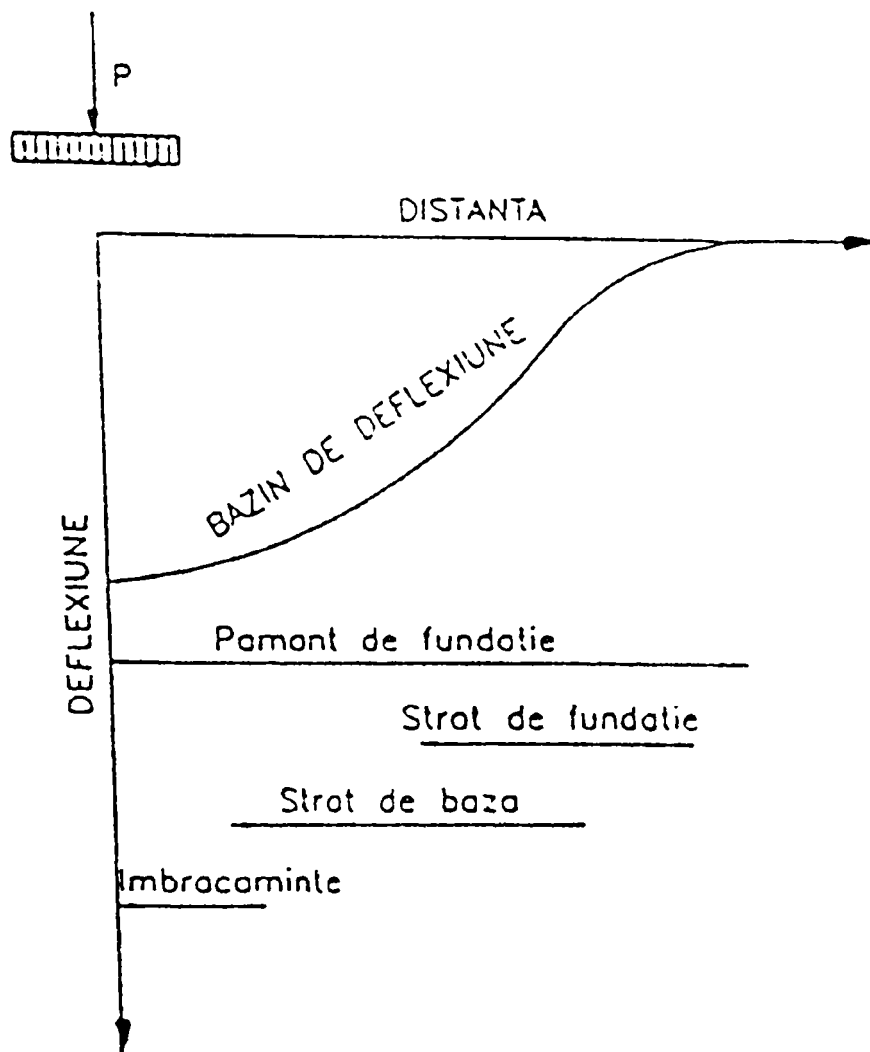


Fig. 3.4. Caracteristicile bazinului de deflexiune.

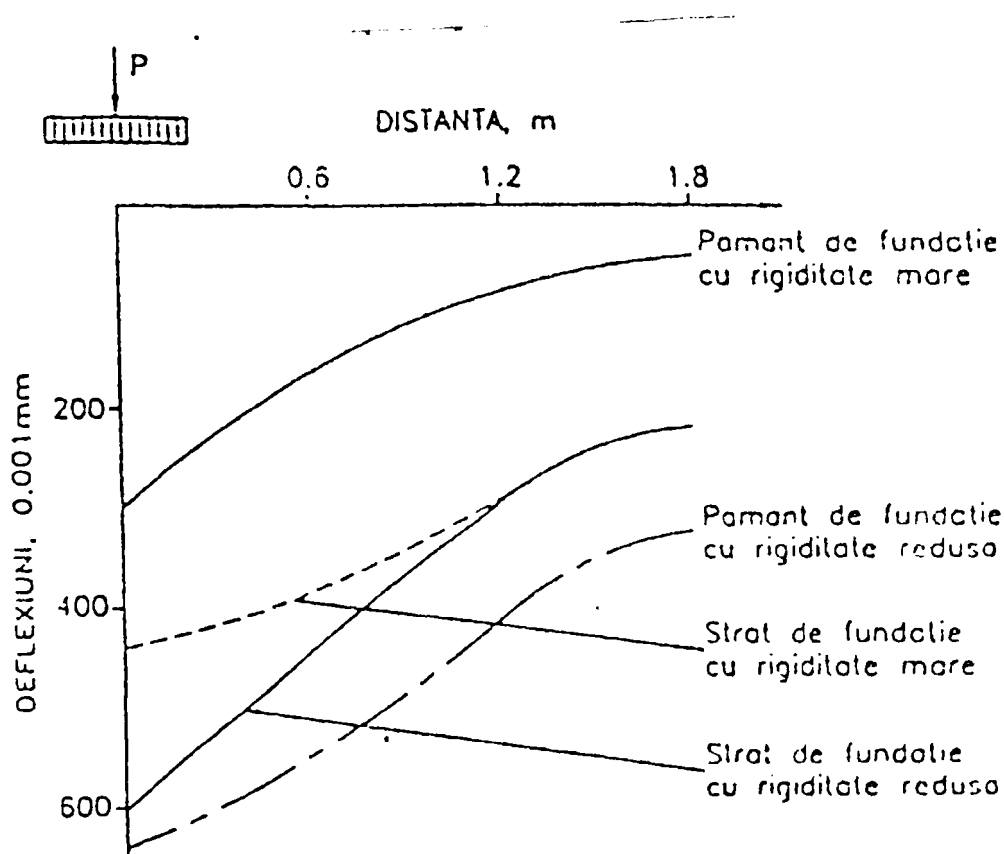


Fig. 3.5. Schematizarea bazinului de deflexiune.

Bazat pe această abordare teoretică a bazinului de deflexiune, programul ELMOD utilizează metoda Odemark, prin care straturile cu diferite rigidități sunt transformate într-un singur strat, semiinfini și relațiile Boussinesq, pentru calculul tensiunilor și deformațiilor specifice din acest strat sub sarcina uniform distribuită pe o suprafață circulară.

Modulii de elasticitate ai terenului de fundare și ai straturilor rutiere sunt calculați printr-o metodă iterativă, într-un sistem de maximum 4 straturi, astfel încât bazinul de deflexiune calculat să fie cât mai apropiat de cel măsurat.

Această concordanță este evidențiată prin rapoartele dintre deflexiunile calculate și cele măsurate, în cele șapte puncte de măsurare.

Se menționează că Programul ia în considerare comportarea neliniară sub sarcină a terenului de fundare, modulul de elasticitate al acestuia variind în funcție de tensiune.

Rezultatele acestei etape de calcul sunt valorile modulilor de elasticitate ai terenului de fundare și ai straturilor rutiere caracterizate prin:

- temperatura medie a straturilor bituminoase;
- umiditatea terenului de fundare și eventual a straturilor de fundație necoezive.

Aceste valori sunt diferite de cele utilizate în general în modelele teoretice de structura rutieră, surprinzând efectele proceselor de:

- rigidificare în timp a bitumului sub influența factorilor climaterici ;
- microfisurarea prin oboseală în zonele supuse la întindere ale straturilor coezive.

Fișierul de date generate de DYNATEST 8000 FWD este folosit direct în programul ELMOD.

#### **3.4.4. Principii de bază și criterii de dimensionare a stratului de ranforsare**

Metoda de calcul a grosimii necesare a stratului bituminos de ranforsare se bazează pe următoarele principii de bază:

- calculul tensiunilor și deformațiilor specifice în punctele critice ale structurilor rutiere (fig. 3.6) și compararea acestora cu cele admisibile;
- utilizarea legii lui Miner pentru cumulara degradărilor produse în diferite condiții de lucru ale structurii rutiere;
- volumul de trafic de calcul este definit prin:
  - numărul de ani corespunzător perioadei de perspectivă, în general de 10 ani;
  - numărul mediu anual de semiosii standard cu sarcina de 57 500 N;
  - presiunea specifică pe o suprafață de contact de 0,625 MPa.

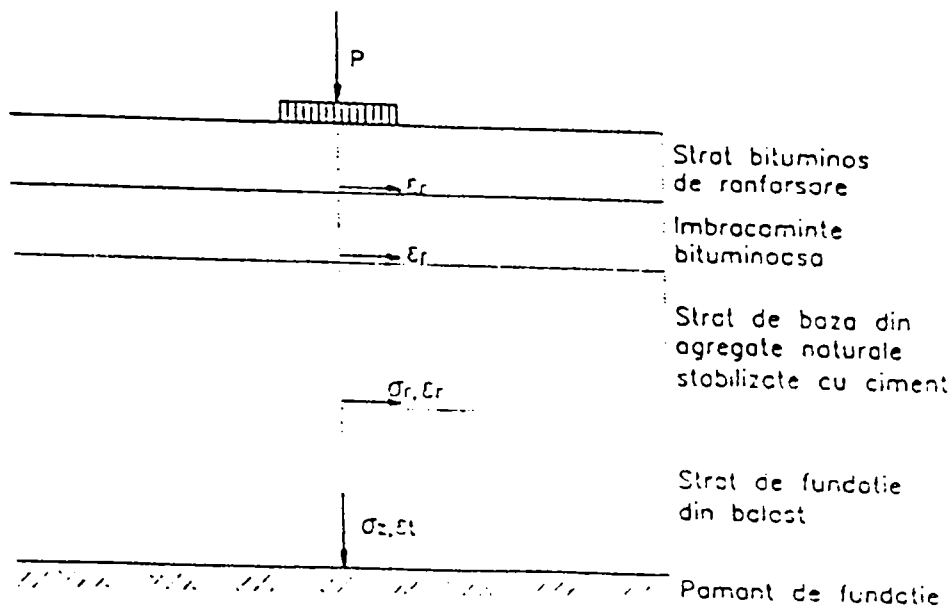


Fig. 3.6. Criterii de dimensionare.

Dacă la o primă examinare principiile de bază ale metodei de dimensionare ELMOD nu diferă de cele comune tuturor metodelor analitice de calcul, avantajele noii metode reies din posibilitatea adoptării a diferitelor criterii de dimensionare, în funcție de modul în care structura rutieră s-a comportat în exploatare.

Criteriile de dimensionare care pot fi utilizate sunt :

- deformație specifică orizontală de întindere admisibilă la partea inferioară a straturilor bituminoase;
- tensiunea orizontală de întindere admisibilă sau deformația orizontală de întindere admisibilă în partea inferioară a stratului de bază sau de fundație din agregate naturale stabilizate cu ciment;
- tensiunea verticală de compresiune admisibilă sau deformație specifică verticală de compresiune admisibilă la nivelul terenului de fundare.

Valorile admisibile ale tensiunii sau ale deformației specifice se stabilesc cu următoarea relație :

$$\sigma_{adm}(\epsilon_{adm}) = A \times N^B \times \left( \frac{E}{E_0} \right)^C \quad (3.1)$$

în care: N este numărul de solicitări corespunzător perioadei de perspectivă;

E - modulul de elasticitate al materialului din stratul rutier;

E<sub>0</sub> - modulul de elasticitate de referință;

A ; B; C parametrii specifici metodei de determinare a legii de oboseală și ai materialului din strat.

În această etapă, până la stabilirea unor legi RELAȚIE (N) specifice materialelor din țara noastră, au fost adoptate următoarele relații de calcul :

- pentru mixturi asfaltice :

$$\sigma_{radm} = 0,0056 \times N^{-0,333} \times E \quad (3.2)$$



- pentru agregate naturale stabilizate cu ciment :
- pentru terenul de fundare :

$$\epsilon_{\text{radm}} = 2,28 \times 10^{-3} \times N^{-0,178} \quad (3.3)$$

$$\sigma_{\text{zadm}} = 0,023 \times N^{-0,307} \times E^{1,16} \quad (3.4)$$

Degradarea structurală a straturilor din mixturi asfaltice sau din agregate naturale stabilizate cu ciment poate fi sau nu poate fi acceptată drept criteriu de dimensionare. Astfel, programul ELMOD ia în considerație relațiile de calcul (3.3) și (3.4) numai în cazul în care structura rutieră existentă nu prezintă degradări prin oboseală, deci degradarea structurală poate constitui un criteriu de dimensionare.

Utilizarea relației (3.4) este legată de comportarea în exploatare a drumului ranforsat și corespunde ipotezei de reducere la jumătate, la sfârșitul duratei de exploatare, a indicelui de funcționalitate inițială, după ranforsare, a drumului.

### 3.4.5. Analiza structurală a complexelor rutiere ranforsate

Ultima etapă de calcul constituie analiza structurală a complexelor rutiere ranforsate, care implică luarea în considerare a influenței factorilor climaterici asupra modulelor de elasticitate ai materialului din structurile rutiere și ai terenului de fundare.

Calcululele se efectuează pentru patru perioade sezoniere, similare cu cele din metodologia de dimensionare din prescripțiile legale în vigoare, caracterizate prin număr de săptămâni și temperaturi medii ale straturilor bituminoase conform tabelului 3.3.

*Tabelul 3.3*

Perioada sezonieră	Lunile	Nr. săptămâni	T °C
1	I; II; III	13	1
2	IV; V; VI	13	12
3	VII; VIII; IX; X	17	27
4	XI; XII	9	12

Programul ELMOD permițând utilizarea a maxim 12 perioade sezoniere, se va trece în curând la luarea în considerare a condițiilor climaterici medii lunare.

Pentru cele patru perioade sezoniere programul calculează:

- modulul de elasticitate al straturilor bituminoase cu relația:

$$E_T = (1 - B \log T/15) E_{15} \quad (3.5)$$

în care:  $E_T$  este modulul de elasticitate la temperatura T;

E - modulul de elasticitate la temperatura de referință de 15 °C;

T - temperatura de calcul;

B - factor care poate avea valori între 2,13 și 3,43 în funcție de tipul mixturii asfaltice și de proveniența bitumului ;

- modulul de elasticitate al terenului de fundare considerat ca având o variație exponențială între o valoare minimă, Emin, imediat după dezgheț și o valoare maximă, Emax, înainte de îngheț, de forma :

$$E = [1 - (1 - R)e^{AW}] E_{\max} \quad (3.6)$$

în care: R este raportul dintre modulul de elasticitate minim și maxim;

A - constantă (în general  $A = -0,1$ );

W - săptămâna scursă de la dezghețul de primăvară.

Degradările funcționale și structurale pentru cele patru perioade sezoniere sunt însumate folosind legea lui Miner. Programul ELMOD calculează în fiecare punct de măsurare:

- durata de exploatare reziduală a structurii rutiere;
- grosimea necesară a stratului de ranforsare astfel încât să fie respectate criteriile de dimensionare.

Durata foarte redusă a calculelor de dimensionare permite efectuarea acestora în toate punctele de măsurare.

Se elimină în acest fel unul din dezavantajele importante ale metodei analitice de dimensionare, prin luarea în considerare a neuniformității longitudinale a capacității portante a drumului existent.

### 3.4.6. Concluzii

Reprezentarea succintă a metodologiei de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare pe baza măsurătorilor cu deflectometrul DYNATEST 8000 FWD cu ajutorul programelor ELMOD evidențiază avantajele acesteia, în comparație cu alte metode utilizate în prezent în țara noastră. Specialiștii dispun astfel de o metodă modernă și rapidă, care permite calculul grosimii necesare a straturilor bituminoase de ranforsare prin modelarea structurii rutiere, terenului de fundare și materialelor din diversele straturi rutiere fiind atribuite caracteristici de deformabilitate determinate pe teren.

Spre deosebire de alte metode de dimensionare utilizate în prezent, programul reflectă comportarea reală a materialelor din structura rutieră, diferită de cea luată în considerare în modelele teoretice de calcul.

De asemenea, permite luarea în considerare a variației condițiilor hidroclimaterice pe durata de exploatare a drumului ranforsat, prin adoptarea în calcule a maxim 12 perioade sezoniere.

Se menționează că programul ELMOD, prin rutina ELCON este utilizat și la dimensionarea straturilor de ranforsare a structurilor rutiere rigide, pentru drumuri și piste aeroportuare.

### 3.5. Aspecte principale privind reabilitarea DN7 Sebeș - Deva

#### 3.5.1. Situația existentă înaintea reabilitării - considerații

Datorită solicitărilor generate de valorile deosebite de trafic înregistrate pe DN7, Banca Mondiala a finanțat începând cu anul 1993 un program de modernizare necesar încadrării acestui drum în aceleași condiții de siguranță și confort ca și cele pentru rețeaua de drumuri europene din care face parte.

Sectorul de drum între Sebeș și Deva (km 328+000...386+900) se desfășoară în lunca râului Mureș, fiind aproximativ paralel cu magistrala de cale ferată Brașov - Sibiu - Deva - Arad la o distanță de 0,015...0,3 km de aceasta.

În profil longitudinal declivitatea maximă nu depășește 5 % iar în profil transversal platforma drumului este de aproximativ 9 m, cu o parte carosabilă de 7 m.

În general, zonele de rambleu (majoritare) alternează cu zone în care profilul transversal este mixt (sau debleu în câteva cazuri).

Sectorul de drum, chiar dacă a fost modernizat anterior prezintă deficiențe datorate depășirii capacității portante, după cum urmează:

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

Sondajele efectuate de către un institut de profil au arătat că structura rutieră existentă este formată din următoarele straturi:

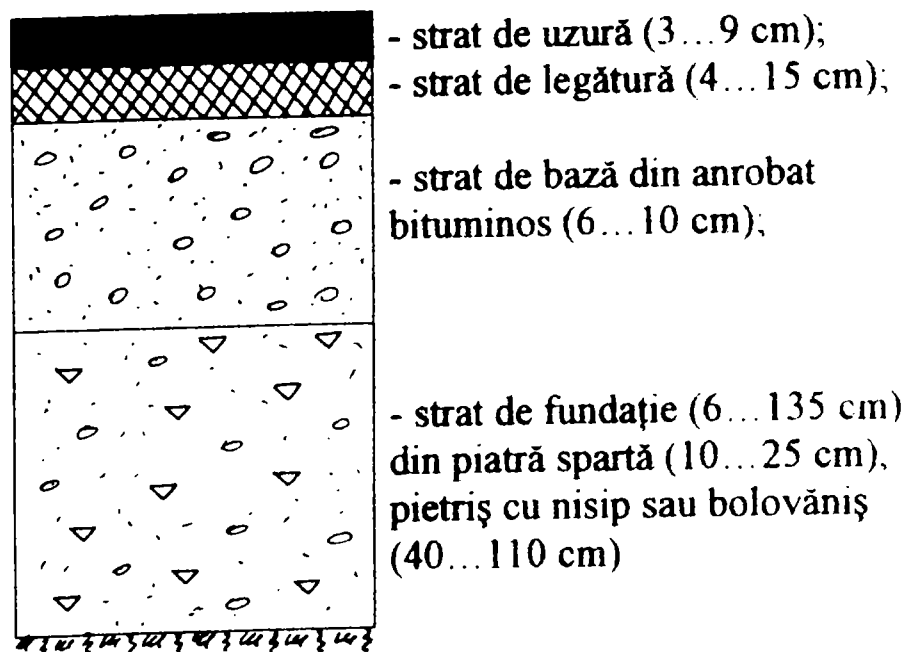


Fig. 3.7. Structura rutieră existentă.

Plecând de la aceste premise, s-a completat informațiile existente cu studii privind caracteristicile geotehnice ale pământurilor de fundații, măsurători ale capacității portante cu ajutorul echipamentului Dynatest, alte date privind clima, precipitațiile, relieful, hidrografia, solul, vegetația, forma și nu în ultimul rând aspectele social - economice.

Cumulând toate acestea s-a conturat necesitatea luării unor măsuri adecvate care să permită desfășurarea transporturilor în condiții de siguranță și confort.

### **3.5.2. Soluții proiectate pentru reabilitare**

În urma unei analize tehnico-economice pertinente în colaborare cu doctorandul s-a elaborat documentația pentru reabilitarea DN 7 Sebeș - Deva. Prin proiectul de specialitate s-au prevăzut următoarele lucrări:

- înlocuirea straturilor degradate cu straturi rutiere noi;
- sporirea capacității portante a structurii rutiere prin așternerea unor noi straturi bituminoase de grosimi cuprinse între 4 și 14 cm, în funcție de rezultatele reieșite din calculul de dimensionare ;
- corectarea suprafeței părții carosabile existente în profil longitudinal și transversal;
- refacerea șanțurilor existente și execuția de șanțuri noi pentru a îmbunătăți scurgerea apelor în lungul drumului;
- proiectarea unor podețe noi sau prelungirea celor existente (inclusiv repararea lor);
- drenarea apelor din corpul drumului prin prelungirea fundației de balast până la șanț ;
- executarea unor benzi de încadrare de 0,50 m, realizate din aceleași straturi ca și cele prevăzute în carosabil, așezate pe o fundație nouă alcătuită din 15 cm agregate naturale stabilizate cu ciment și 30 cm strat de balast;
- asigurarea siguranței circulației prin prevederea de parapete noi;
- amenajarea drumurilor laterale în zona de intersecție cu DN;
- ample lucrări la poduri pentru aducerea capacității lor portante în clasa E de încărcare (A30; V80);
- susținerea taluzurilor de debleu cu ziduri de sprijin și rigole ranforsate;
- executarea unor puțuri absorbante pentru preluarea apelor de suprafață;
- semnalizarea corespunzătoare a noului drum.

În plan, lucrările de reabilitare necesare urmăresc în principal elementele geometrice existente, vitezele de proiectare adoptate fiind de 60 km/h în interiorul localităților și 80 km/h în afara acestora.

În profil longitudinal, se păstrează profilul existent, noile cote fiind obținute prin adăugarea straturilor de ranforsare peste cotele actuale. În profil transversal se

asigură o parte carosabilă de 7 m, cu doua benzi de încadrare de 0,5 m și acostamente de 0,5 m de fiecare parte.

În vederea realizării tuturor lucrărilor descrise anterior au fost necesare și alte activități legate de:

- mutarea sau protejarea instalațiilor de telecomunicații;
- mutarea sau protejarea cablurilor sau stâlpilor electrici;
- mutarea sau protejarea conductelor subterane de transport gaz;
- protejarea unor instalații de apă;
- refacerea pasajelor și mutarea instalațiilor de CF din zona de intersecție cu DN.

DN.

În funcție de gradul de degradare a structurii rutiere existente pe baza studiilor efectuate s-au adoptat următoarele soluții de reabilitare:

1. Refacerea structurii atunci când ea a fost afectată pe aproximativ jumătate de bandă de circulație (fig. 3.8).

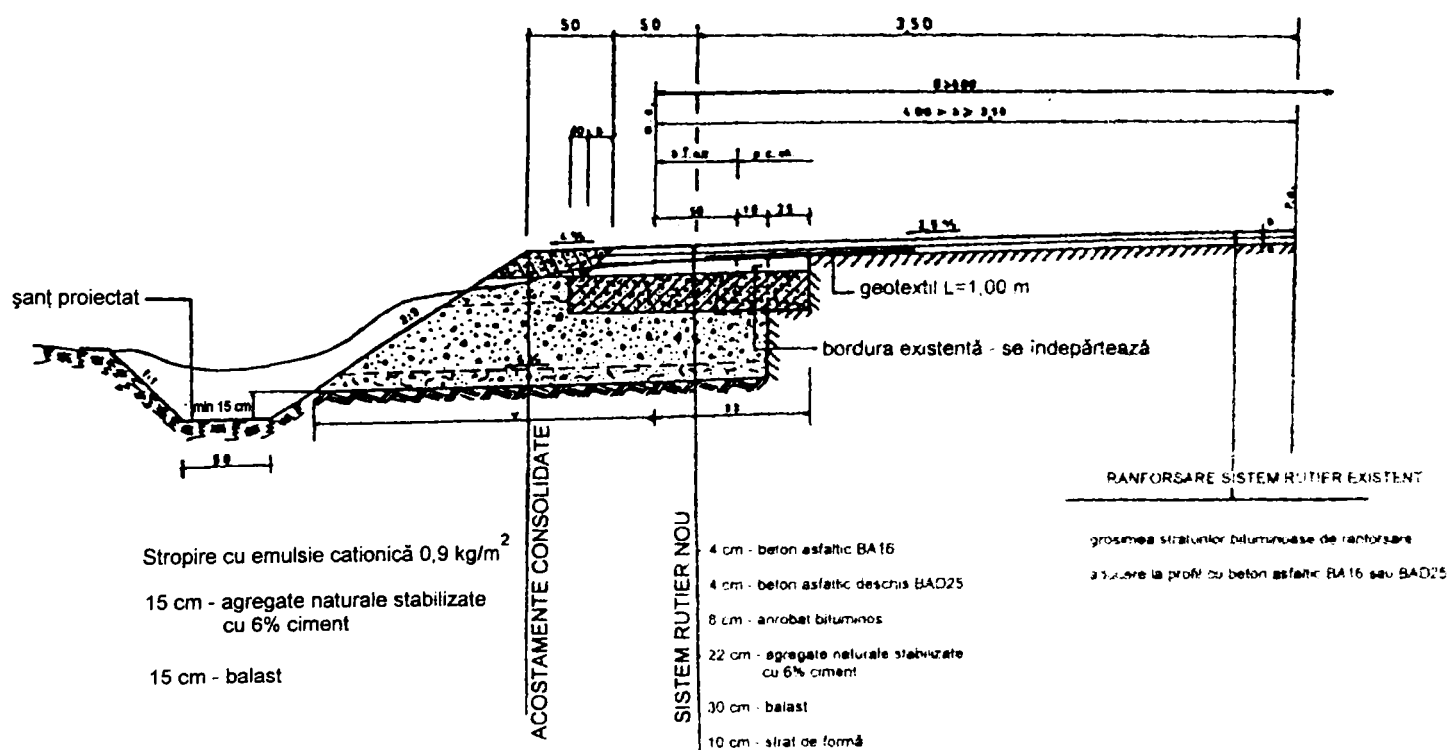


Fig. 3.8.

2. Refacerea structurii atunci când degradările se situează în zona centrală a părții carosabile (fig. 3.9).

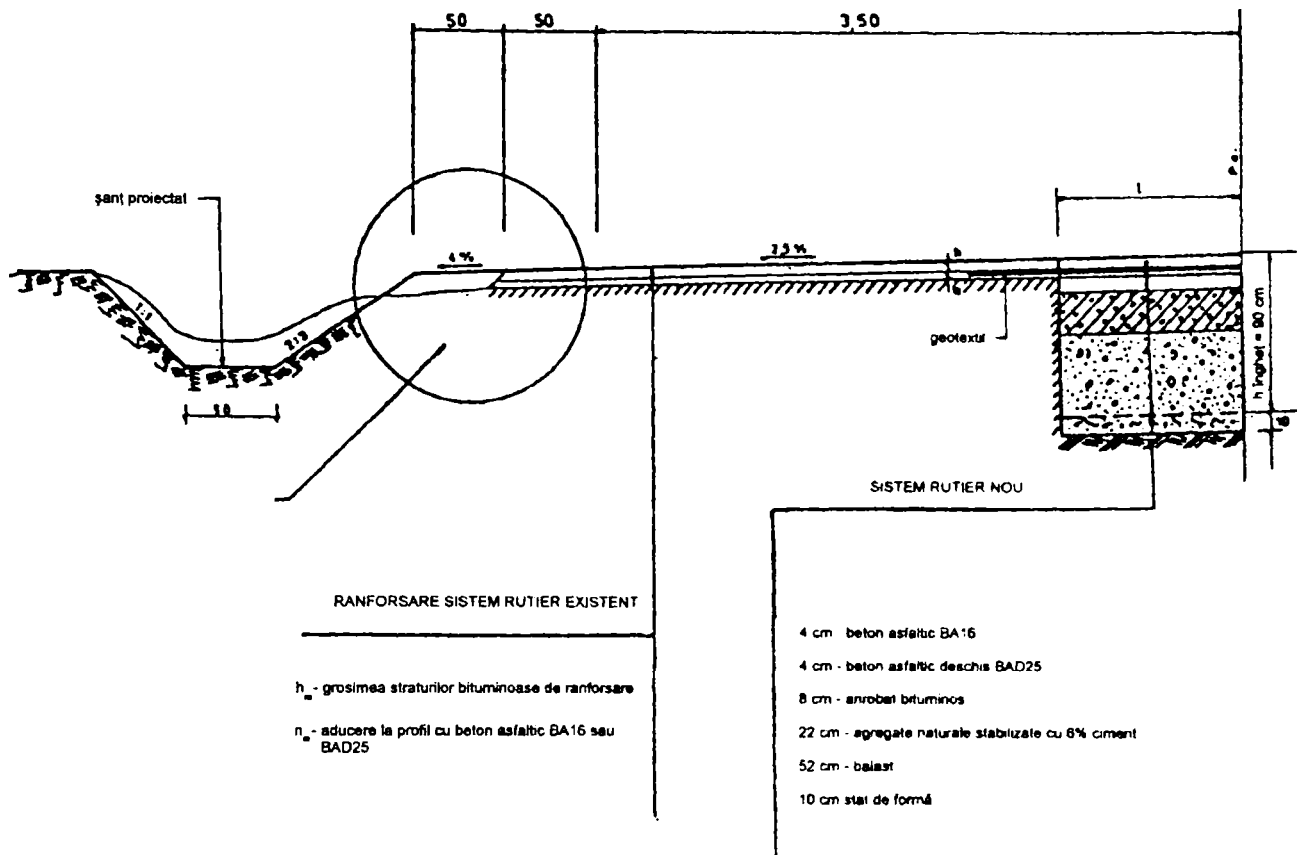


Fig. 3.9.

3. Execuția noii benzi de încadrare când structura existentă nu prezintă defecte (fig. 3.10).

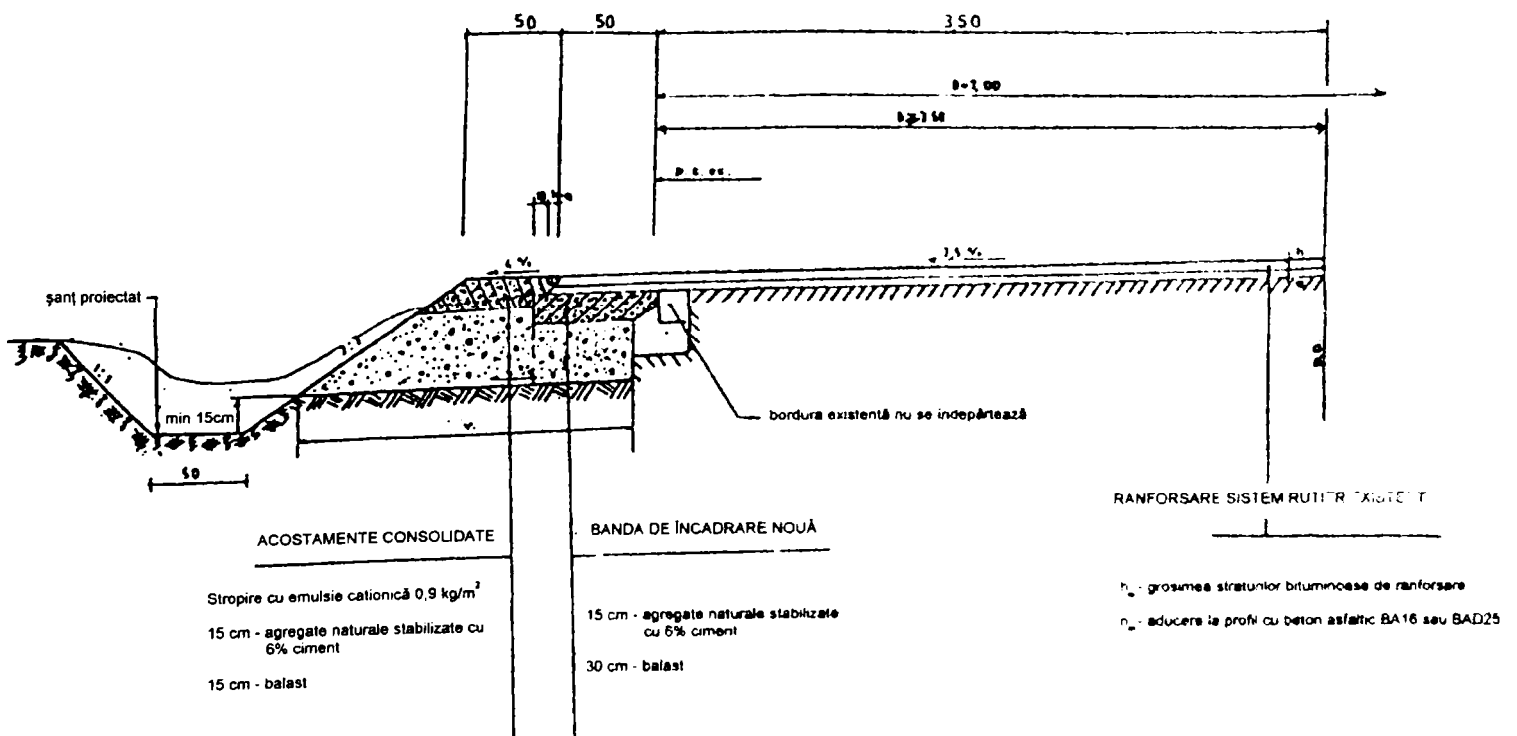


Fig. 3.10.

### 3.5.3. Sector experimental realizat pe DN7 Sebeș – Deva

În cadrul programului de reabilitare s-au inițiat și realizat sectoare experimentale care să poată oferi date suplimentare în vederea proiectării și adoptării unor soluții mai performante din punct de vedere tehnic și economic.

Pe DN7 Sebeș – Deva s-a realizat un sector experimental cu îmbrăcăminte bituminoasă din mixtură asfaltică cu bitum modificat cu polimerul reactiv Elvaloy.

Sectorul are o lungime de 900,0 m (km 383+600-384+500), a fost realizat în anul 1999 de către C.C.C.F. S.A. București.

#### 3.5.3.1. Caracteristici tehnice ale polimerului reactiv ELVALOY

Elvaloy AM - modificador etilen - copolimer pentru bitumuri rutiere are caracteristicile tehnice prezentate în tabelul nr.

În comparație cu alți polimeri modifikatori utilizați curent în tehnica rutieră, produsul cu denumirea comercială Elvaloy este un modificador de tip etilen-acrilat glicidil, care reacționează chimic cu bitumul datorită proprietăților sale reactive specifice, fiind în același timp și mai economic datorită dozajului redus pentru modificare (1,0...2 % din masa bitumului). Tehnologia de modificare specifică a produsului nu necesită procurarea unor instalații de modificare costisitoare de tipul morilor coloidale, această operație fiind realizabilă și cu utilajele clasice existente în dotarea unităților de drumuri, la care se aduc adaptări minore constând în montarea în tancul de modificare a unor agitatoare cu palete clasice.

##### Caracteristici tehnice Elvaloy AM

Tabelul 3.3

Caracteristici tehnice Indice de înmuiere	U.M. g/10 mm	Limite 9...12
Comonomer A	%	-2...+2
Comonomer B	%	-0,5...+0,5
<i>Etilen acrilat copolimer</i>	%	99...100
Aditivi	%	< 1
n-butil acrilat	%	< 0,4
glicidil meta-crilat	%	< 0,4

S-a realizat un studiu care demonstrează efectele pozitive ale polimerului Elvaloy AM, comparația făcându-se între mai mulți polimeri: Elvaloy AM; SBS; SBR; EVA; Neopren.

Testele comparative au arătat superioritatea în utilizare a Elvaloy AM. S-au studiat comparativ rezultatele acțiunii de rupere pe termen îndelungat a polimerului S.B.S. și Elvaloy AM.

A fost observată tendința de rupere (separare) a S.B.S. atunci când este menținut în mediu stabil timp de 5 zile. Comparativ s-a observat că în același mediu și în același interval de timp (5 zile), polimerul Elvaloy AM nu prezintă fenomenul de rupere caracterizat de valoarea punctului de înmuiere determinat prin

metoda „inel și bilă”. Punctul de înmuiere inițial pentru bitumul ce conține Elvaloy AM este situat între punctul de înmuiere maxim și cel minim, deoarece polimerul nu reacționează la începutul determinării.

Principalele caracteristici ale bitumului D80/100 de Suplacu de Barcău modificat cu Elvaloy AM între 0,5 și 1,5 % sunt prezentate în tabelul nr.

**Principalele caracteristici ale bitumului modificat cu Elvaloy AM**

*Tabelul 3.4*

Nr. crt.	Tip bitum Caracteristici	Bitum D 80/100 furnizor Suplacu de Barcău	Bitum D 80/100 aditivat cu 0,5 % Elvaloy AM	Bitum D 80/100 aditivat cu 0,8 % Elvaloy AM	Bitum D 80/100 aditivat cu 1 % Elvaloy AM	Bitum D 80/100 aditivat cu 1,5 % Elvaloy AM
1	penetrația la 25 °C [1/10 mm]	96	75	62	66	70
2	punct de înmuiere 1B [°C]	45	47	49	48	53
3	ductilitatea la 25 °C [cm]	>100	>100	>100	>100	>100
4	adezivitatea [%]	85	100	100	100	100

S-au utilizat procente de polimer cuprinse între 0,5 și 1,5 %, pentru bitumul de tip D 80/100 de la Suplacu de Barcău.

S-a observat că polimerul Elvaloy AM reacționează complet cu componenții bitumului studiat, acesta nu pune problema separării de faze bitum-polimer.

Bitumul de Suplacu de Barcău modificat cu Elvaloy AM în proporție de 0,5...1,5 % îmbunătățește rezistența acestuia la temperaturi ridicate, conferindu-i o rezistență ridicată la deformații permanente (făgașe).

În urma studiilor realizate în laborator, se poate face o caracterizare a acestui polimer, și anume:

- este un produs eficient pentru modificarea biturilor;
- se comportă mai bine în comparație cu SBS deoarece Elvaloy AM lărgeste intervalul de temperaturi pozitive și negative care asigură bitumului modificat o comportare normală;
- asigură o creștere a adezivității bitumului la agregatele naturale;
- în cazul utilizării acestui polimer nu apare fenomenul de separare pe faze bitum – polimer;
- produsul este eficient, deoarece acesta se adaugă în proporții scăzute 0,5...1,5 % din masa bitumului;



- prepararea bitumului modificat cu Elvaloy AM nu necesită instalații speciale, costisitoare.

### 3.5.3.2. Procesul tehnologic

Cazanul de amestecare (topitorul) trebuie să aibă o înălțime corespunzătoare pentru a asigura omogenizarea completă de sus în jos a bitumului cu polimer. În practică s-a folosit un cazan paralelipipedic de 1,8×2,7×2 m. În vederea omogenizării acest cazan este prevăzut cu un ax central care are pe verticală două rânduri de paleți.

Acest ax este acționat de un motor electric ce asigură 980 rotații pe minut, iar transmisia mișcării se face cu ajutorul unui reductor care are un raport 1/16, ceea ce conduce ca paleții să se rotească cu 61 de rotații pe minut.

Dozarea polimerului Elvaloy AM se poate face cu ajutorul mai multor tipuri de utilaje:

- tub pneumatic transportor cu cabluri și discuri. El poate fi amplasat pe verticală sau orizontală și este produs de Young Industries;
- transportor elicoidal orizontal sau înclinat, este produs de B.W.Sinclair, Nicolina Iași;
- transportor elicoidal vertical;
- elevator cu cupe;
- transportor pneumatic în sistem vacuumizat.

În practică sunt preferate transporturile mecanice sau cele în vid față de cele pneumatice datorită faptului că aerul introdus în cazan poate produce oxidarea bitumului și va îngreuna evacuarea gazelor rezultate. În practică alimentarea s-a făcut manual. La manipularea în starea solidă a polimerului trebuie să se aibă în vedere următorii factori:

- polimerul în stare solidă trebuie păstrat la o temperatură care să nu depășească 65 °C deoarece acesta începe să se înmoaie;
- viteza de adăugare a polimerului în stare solidă trebuie să poată fi controlată ;
- în cazanul de amestec polimerul trebuie să aibă înmuiere/întărire minimă.

Atunci când bitumul este bine agitat (se formează un vârtej la partea superioară) se începe adăugarea polimerului cu o viteză de 8...9 km/h. După prima oră de amestecare, dacă polimerul pare să se amestece bine cu bitumul fără a se ridica la suprafață se crește treptat viteza de dozare a Elvaloy AM cu un procent de 25. Dacă se constată că viteza este prea mare se revine la viteza inițială, urmărind cu atenție suprafața bitumului pentru a ne asigura că polimerul nu se ridică la suprafață sub formă de bulgări. Dacă totuși se petrece acest fenomen se oprește alimentarea cu polimer a cazanului până când polimerul de suprafață este complet înglobat în amestec. Alimentarea se pornește din nou la o viteză redusă nemai producându-se ridicarea la suprafață a polimerului. Viteza optimă de adăugare pentru un nou amestec se poate estima bazându-ne pe viteza de adăugare interioară. După

determinarea vitezei optime de adiție a polimerului se efectuează verificări repetate ale vitezei de adiție și a suprafeței amestecului. Dacă viteza optimă de adiție a polimerului verificată pe trei șarje de amestec nu va trebui modificată, ea va fi acceptată în producția de serie. În cazul formării bulgarilor de polimer la viteza optimă de adiție stabilită la prepararea primului amestec, atunci viteza va fi scăzută până la o valoare la care polimerul nu se mai aglomerează sub formă de bulgări. Dacă la celelalte două amestecuri, viteza de adiție este bună, atunci se alege această viteză pentru producția de serie. Temperatura bitumului din cazanul de amestec trebuie să fie menținută la 196 °C pe tot timpul de adiție a polimerului până la omogenizarea completă a acestuia cu bitumul. Se măsoară vâscozitatea amestecului la 60 °C după trecerea a două ore de la terminarea reacțiilor dintre polimer și bitum.

### 3.5.3.3. Controlul vitezei de reacție

În timpul reacției polimerului cu bitumul, la temperatura de 60 °C, vâscozitatea absolută crește. Elvaloy AM nu cere o viteză mare de amestecare, așa cum cere de exemplu elastomerul S.B.S., datorită faptului că se înmoaie repede și nu este necesară mărunțirea lui pentru o omogenizare bună. Este nevoie după cronometrări un interval de o oră pentru ca Elvaloy AM să se înmoaie și să se disperseze în bitum după procedeul descris. Atunci vâscozitatea va începe să crească.

Reacția durează între 12 și 48 ore depinzând de tipul bitumului, de eficiența amestecării și de temperatura din cazanul de amestecare. Cu toate că nu este necesară o amestecare energetică pentru dispersia polimerului în bitum timpul de amestecare trebuie să fie mai redus, ceea ce implică și o perioadă de reacție mai redusă, efect ce se impune studiat în viitor. După reacția totală, vâscozitatea va ajunge la o valoare constantă. Înainte de oprirea agitatorului și alimentarea cu bitum al cazanului de amestec este necesară o analiză completă a amestecului pentru a ne asigura că amestecul din cazan îndeplinește proprietățile prevăzute. După efectuarea acestor determinări alimentarea cazanului poate să continue pentru prepararea a noii șarje. În practică nu s-a folosit scoaterea bitumului amestecat cu Elvaloy AM ci s-a procedat direct la prepararea mixturilor asfaltice urmând ca după ce amestecul s-a consumat, operația să se repete. Acest procedeu duce însă la o producție relativ mică întreruptă de perioada necesară preparării unei noi șarje de bitum cu Elvaloy AM. Pentru eliminarea acestui inconvenient se poate lucra cu două cazane de amestec permițând astfel ca stația de preparat mixturi asfaltice să funcționeze la capacitate. În cazul stocării la rece, înainte de folosire se procedează la o amestecare ușoară la o temperatură minimă. Din cercetări s-a ajuns la concluzia că între timpul de reacție (ore) și capacitatea de producție t/zi, există o interdependență prezentată în tabelul nr.

Tabelul 3.5.

Timpul de reacție [ore]	Capacitatea [t]
10	251
12	225
14	203
16	186
18	178
20	158
24	138

Aceste date corespund la un cazan de amestec, capacitatea de producție crescând odată cu utilizarea a doua cazane.

Se poate face mențiunea că, în continuare, pentru folosirea mixturilor asfaltice și punerea acestora în operă nu sunt necesare operații, instalații sau utilaje speciale .

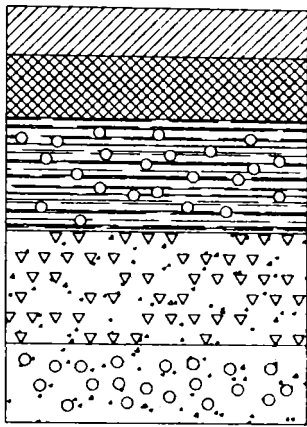
Mixturile asfaltice preparate cu bitum modificat cu Elvaloy AM prezintă următoarele avantaje principale:

- lucrabilitate ușoară la așternere și compactare;
- se conferă straturilor rutiere o rezistență la oboseală mai mare;
- mult mai rare sunt defecțiunile sub forma de crăpături, fâgașe exfolieri;
- straturile rutiere sunt mai puțin sensibile la condițiile atmosferice (temperaturi ridicate, îngheț-dezghet, precipitații etc.).

### 3.6. Reabilitarea DN7 Deva – Nădlac

Reabilitarea drumului național DN 7 Deva - Nădlac s-a executat în cadrul etapei I și s-a desfășurat pe două contracte de reabilitare: Contract V, Deva -- Lipova (km 394+000...494+000) și contractul VI, Lipova -- Nădlac (km 494+000...594+000).

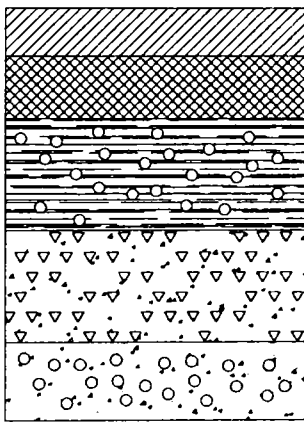
Inițial structura rutieră a avut o grosime de 42,0 cm și a fost formată din următoarele straturi:



- strat de uzură BA16 – 2,5 cm;
- strat de legătură BAD25 – 3,5 cm;
- strat de bază din macadam penetrat – 30,0 cm;
- strat de fundație – 30,0 cm;
  - piatră spartă – 10,0 cm;
  - balast – 20,0 cm.

*Fig. 3.11.*

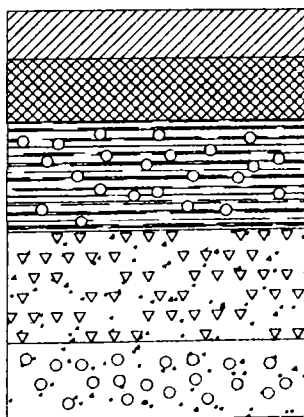
După cum se observa structura rutieră după finalizarea lucrărilor de reabilitare este alcătuită din:



- strat de uzură BA16 – 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 – 4,0 cm;
- strat de bază AB31 – 12,0 cm;
- strat de fundație – 30,0cm.

*Fig. 3.12.*

iar acolo unde s-au realizat casete de lărgire din:



- strat de uzură BA16 – 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 – 4,0 cm;
- strat de bază AB31 – 12,0 cm;
- strat de fundație – 30,0cm.

*Fig. 3.13.*

PROFIL TRANSVERSAL TIP  
Dn 7 km 383+600 - 384+500

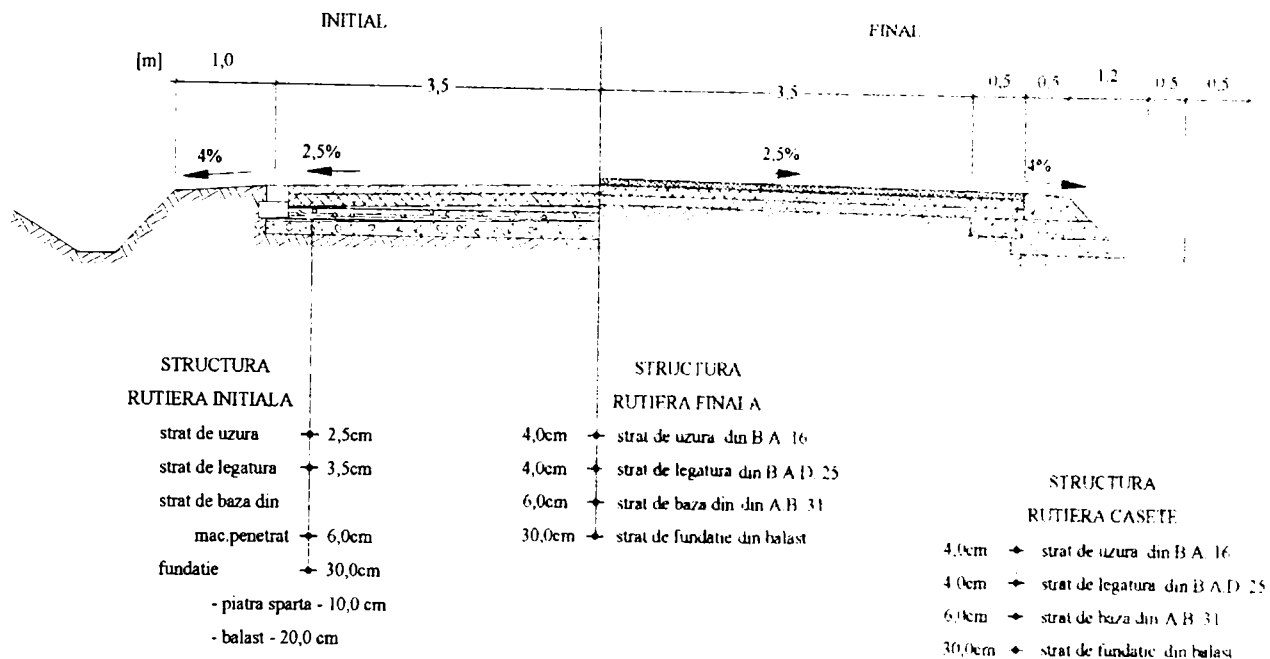


Fig. 3.14.

### 3.6.1. Soluții proiectate pentru reabilitare

Soluțiile tehnice aplicate au fost următoarele:

- pe sectorul de drum unde s-a menținut drumul existent, a fost necesară realizarea unor casete de lățime variabilă în scopul lărgirii platformei drumului pentru realizarea unei părți carosabile de 7,0 m (supralărgită în curbe) și două acostamente de 1,0 m fiecare. Acostamentul a inclus banda de încadrare în lățime de 0,50 m, iar pe porțiunea rămasă acostamentul a fost consolidat.

Partea carosabilă a fost reprofilată cu mixtură asfáltică în grosime variabilă de la 0 la 5 cm apoi s-a aplicat o îmbrăcăminte bituminoasă dintr-un strat de legătură din beton asfáltic deschis realizat cu criblură (B.A.D. 25) de 4 cm grosime și stratul de uzură de 4 cm grosime din beton asfáltic bogat în criblură (BA.16).

Pe sectoarele unde s-au realizat casete pentru lărgirea părții carosabile s-a executat o structură rutieră formată din fundație de balast de 30 cm grosime, un strat din agregate naturale stabilizate cu 6 % ciment de 25 cm grosime, peste care

s-a realizat îmbrăcămintea bituminoasă similară cu cea proiectată pentru partea carosabilă (4 cm B.A.D. 25 + 4 cm B.A.16);

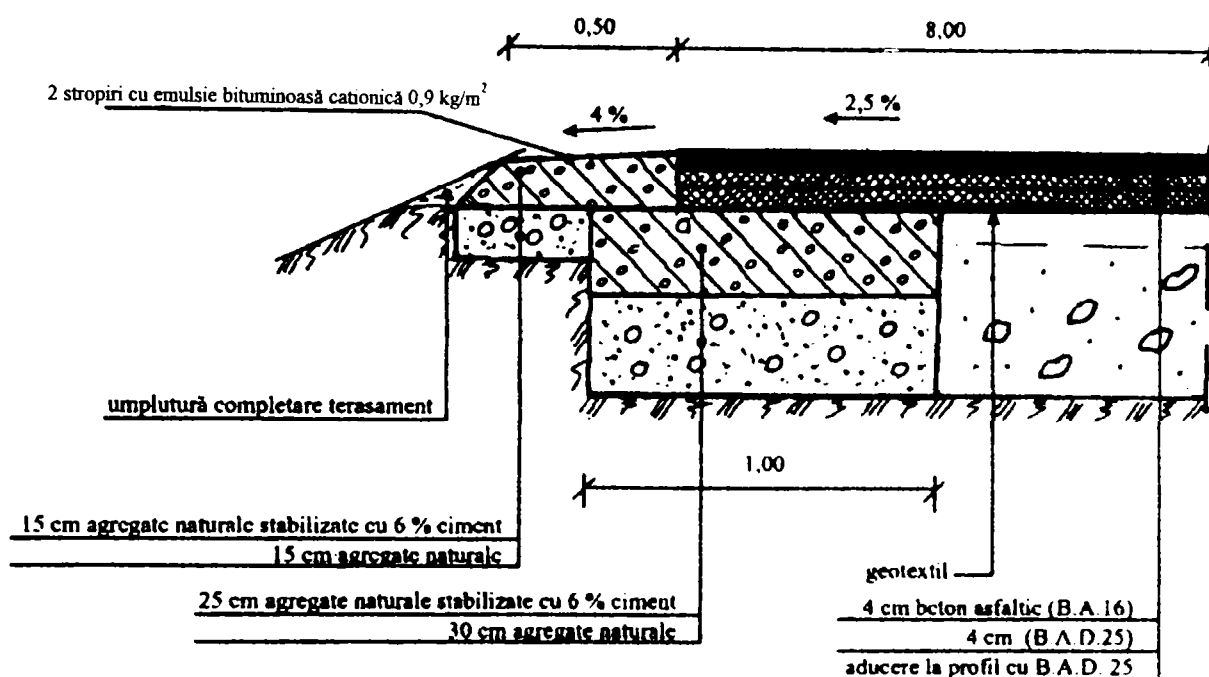


Fig. 3.15. Structură rutieră nouă.

- pe sectoarele de drum unde a fost necesară o structură rutieră nouă (ca și pe centura ocolitoare Arad), partea carosabilă și platforma s-au executat cu lățimea egală cu cea de pe drumul existent (7 + 2 m).

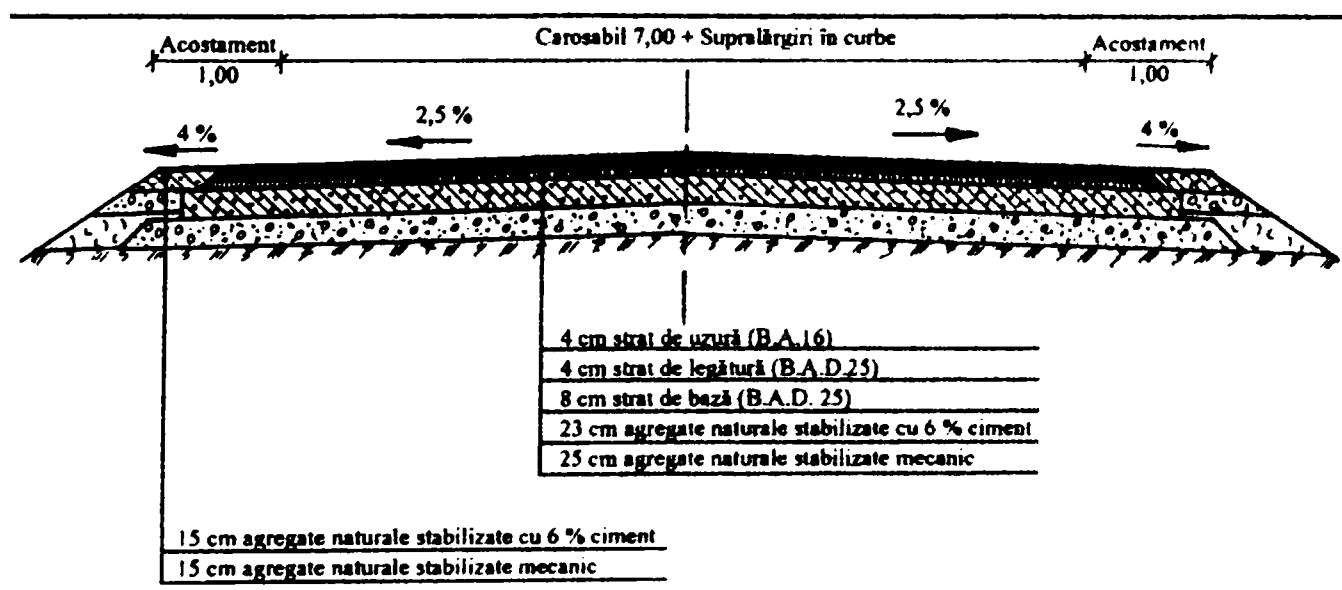


Fig. 3.16. Profil transversal tip drum nou.

Structura rutieră executată este alcătuită astfel: strat de fundație din agregate naturale, de 25 cm grosime, strat de agregate naturale stabilizate cu 6 % ciment de 23 cm grosime, strat de bază din mixtură asfaltică (B.A.D.25), de 8 cm grosime acoperit de îmbrăcămintea bituminoasă din două straturi (B.A.D.25 + B.A.16), de câte 4 cm grosime fiecare;

Pentru sporirea gradului de siguranță a traficului, toate indicatoarele de circulație, orientare, dirijare, interzicere etc., montate au fost realizate în varianta reflectorizantă. S-a executat marcajul axial și marginal de delimitare a părții carosabile cu vopsea albă și conținut de microbule. Pentru citirea ușoară pe timpul nopții a axei drumului s-au aplicat pe carosabil plăcuțe reflectorizante din import de culoare albă (în varianta catadioptric), foarte rezistente la șocuri ceea ce asigură o foarte bună orientare, traseul drumului fiind ușor de observat, pe distanțe mari.

Tot pentru orientarea pe timp de noapte cât și de iarnă au fost plantați stâlpi de dirijare prevăzuți cu folii reflectorizante albe și roșii în funcție de sensul de mers.

Curbele periculoase au fost prevăzute, după caz, și cu parapete metalice și plăcuțe reflectorizante.

Pentru evitarea ieșirii în decor pe poduri au fost prevăzute borduri speciale din beton tip apară-roată vopsite intercalat alb și negru. Coronamentele podurilor au fost de asemenea marcate cu vopsea.

Pasajele de nivel cu CF au fost refăcute, atât pentru ridicarea confortului, cât și pentru sporirea siguranței circulației, montându-se în acest sens parapete metalice de o parte și de alta semnalizate corespunzător.

### 3.6.2. Considerații privind execuția principalelor lucrări

Mixtura asfaltică fabricată în instalația Marini s-a realizat, în general, aplicându-se următoarele doze:

- pentru stratul de uzură: beton asfaltic bogat în criblură (B.A.16) cu bitum aditivat (tabelul 3.6);

#### Dozajul pentru B.A.16

Tabelul 3.6

Materiale	%
criblură 8 – 16	29,85
criblură 3 - 8	17,80
nisip natural 0 - 7	9,40
nisip de concasaj	28,20
filer	8,60
bitum aditivat	6,15
TOTAL	100

- pentru stratul de legătură: beton asfaltic deschis B.A.D.25 (tabelul 3.7);

Tabelul 3.7

Materiale	%
criblură 16 – 25	28,6
criblură 8 – 16	28,6
criblură 3 – 8	9,5
nisip natural 0 - 7	12,40
nisip de concasaj	12,40
filer	3,80
bitum D 80/120	4,7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

- pentru reprofilare, s-a utilizat mixtură asfaltică, obținută după dozajele din tabelul 3.8:

#### Dozajul mixturii asfaltice utilizată pentru reprofilare

Tabelul 3.8

Materiale	%	
	Varianta a	Varianta b
criblură 16 - 25	-	22,9
criblură 8 – 16	45,7	24,8
criblură 3 - 8	11,4	12,4
nisip natural 0 - 7	14,3	20,9
nisip de concasaj	19,1	10,5
filer	4,8	3,8
bitum D 80/120	4,7	4,7
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Laboratorul de șantier a verificat permanent și în faza de execuție, calitatea lucrărilor executate, iar rezultatele au fost înscrise în buletinele de laborator elaborate.

#### Caracteristicile principale pentru B.A.16

Tabelul 3.9

Caracteristici principale	U.M.	Limite
conținutul de bitum extras	%	5,71...6,08
caracteristici Marshall :		
- stabilitatea	kN	15,33...19,52
- fluajul	mm	3,20...4,27
- densitatea	kg/m <sup>3</sup>	2.342...2.386
- absorbția	%	0,35...0,70
pe carote :		
- densitatea	kg/m <sup>3</sup>	2.317...2.397
- gradul de compactare	%	96...100



Materiale	U.M.	Balast stabilizat %	Nisip stabilizat %
balast	%	-	-
ciment	%	5	7...8
densitate	g/cm <sup>3</sup>	2,19...2,20	1,988...2,05
W	%	5,9...7,45	6,8...7,9
grad de compactare	%	98,1...99,9	99,5...100
Rc 7	N/mm <sup>2</sup>	2,6...2,7	2,0...2,8
Rc 28	N/mm <sup>2</sup>	3,6...4,6	3,5...4,9

Sursele de materiale utilizate au fost: bitum de la Suplacul de Barcău (jud. Bihor), filer de la Chișcăda (Deva) jud. Hunedoara și Aleșd jud. Bihor, produse de carieră de la Poieni, balast și nisip de Mureș, jud. Arad.

### 3.6.3. Sectoare experimentale realizate pe DN7 Deva - Nădlac

Pe sectorul de drum DN7 Deva – Nădlac s-au derulat două contracte de reabilitare, Contractul V km 394+00...494+000 și Contractul VI km 494+000...594+000. Pe fiecare din aceste contracte s-au experimentat câte o tehnologie nouă în contextul celor arătate anterior, de a da posibilitatea specialiștilor de a implementa în etapa a-II-a de reabilitare noi tehnologii performante din punct de vedere tehnic și economic.

#### 3.6.3.1. Sector experimental realizat din mixturi asfaltice realizate cu bitum cu adaos de fibre (MBSF)

În cadrul Contractului V Deva – Lipova s-a experimentat o îmbrăcămintă rutieră executată din mixtură asfaltică realizată cu fibră (MBSF), între km 477+000...480+000.

Mixturile asfaltice realizate cu fibre au un conținut ridicat de agregate concasate cu dimensiuni peste 2 mm (70...80 %), filer (8...13 %), bitum (6,5...7,5 %) și 0,4 % fibre de celuloză.

Ele au fost realizate pentru prima oară în Germania și apoi fabricarea lor s-a extins în întreaga lume, în condițiile în care în prezent, datorită creșterii traficului rutier atât ca intensitate cât și ca greutate pe osie este necesară sporirea stabilității și durabilității straturilor rutiere pe lângă aderența bună la pneurile vehiculelor și rezistența bună la uzură.

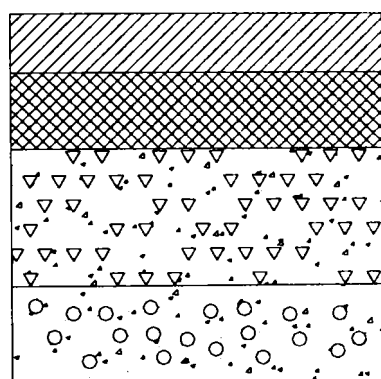
Acest tip de mixtură asfaltică asigură stratului rutier o rezistență sporită la acțiunea traficului (la deformare, la îmbătrânire și la acțiunea apei și a temperaturilor scăzute).

Aceste caracteristici sunt determinate de existența unui schelet mineral puternic și a unui mastic asfaltic cu un procent ridicat de bitum (6,5...7,5 %) . Pentru a asigura stabilitatea masticului asfaltic având un conținut ridicat de bitum se folosesc fibre de celuloză ca adaos .

Având în vedere caracteristicile acestui tip de mixtură asfaltică și experiența acumulată până în prezent în Europa, s-a propus experimentarea lui și în România, mai ales că bitumurile românești prezintă o rezistență scăzută la îmbătrânire .

În anul 1997 s-a realizat un sector experimental pe DN7 km 477+000...480+000 Nicolae Bălcescu – Căpruța.

Inițial structura rutieră a avut o grosime de 48,5 cm și a fost formată din următoarele straturi :



- strat de uzură BA16 – 6,5 cm;
- strat de legătură BAD25 – 5,0 cm;
- fundație pietruire – 37,0cm;

Fig. 3.17.

Profilul transversal tip înainte și după finalizarea lucrărilor este prezentat în următoarea schiță:

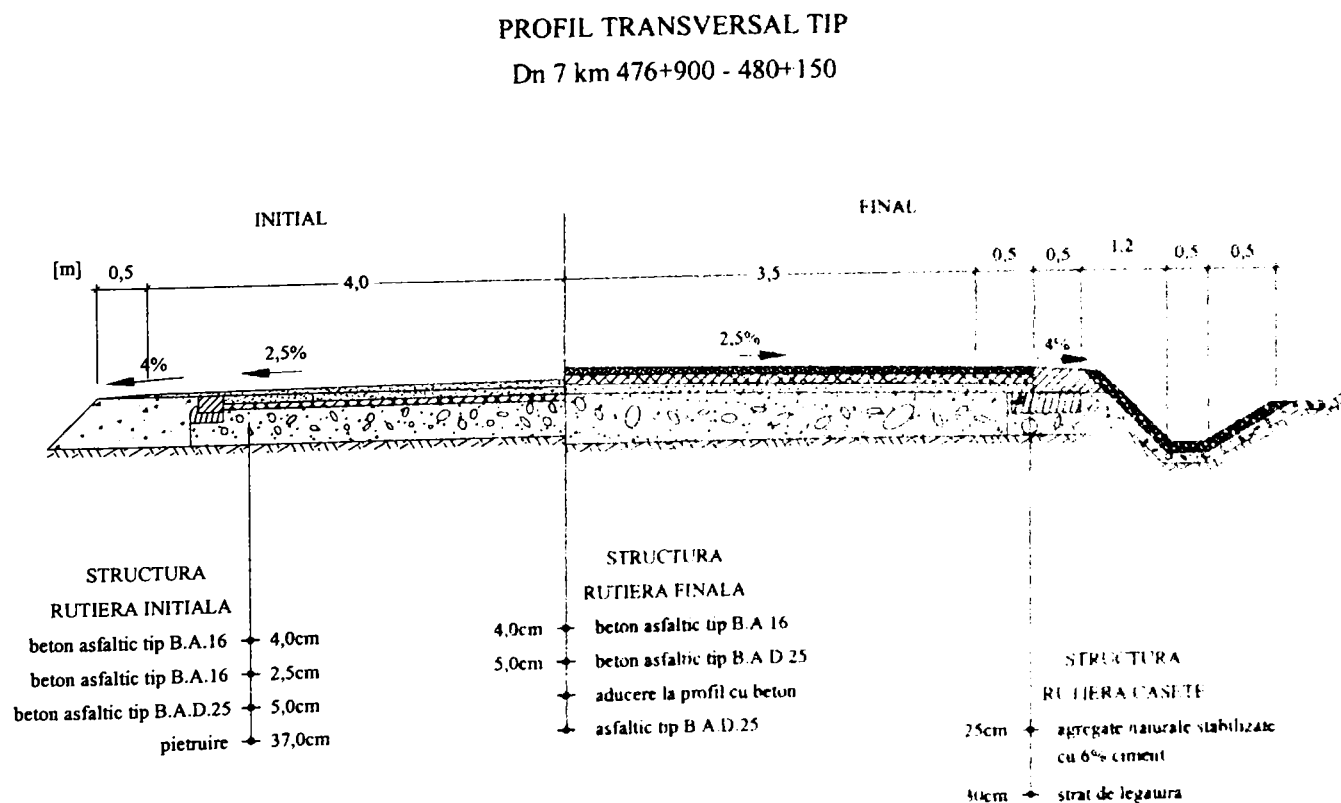
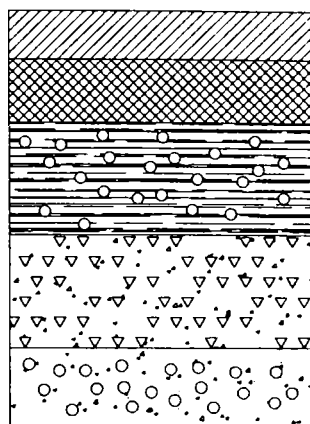


Fig. 3.18

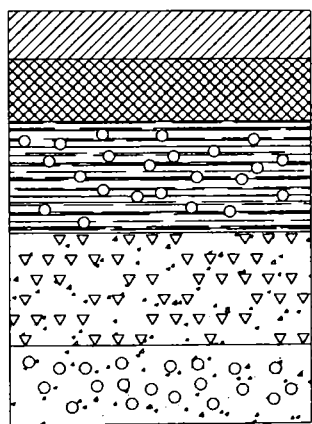
După cum se observă structura rutieră după finalizarea lucrărilor de reabilitare este alcătuită din:



- strat de uzură BA16 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 4,0 cm;
- strat de bază AB31 11,5 cm;
- fundație 37,0 cm pietruire.

*Fig. 3.19.*

iar acolo unde s-au realizat casete de lărgire din:



- strat de uzură BA16 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 4,0 cm;
- strat din agregate stabilite cu 6 % ciment 25,0 cm;
- fundație 30,0 cm balast.

*Fig. 3.20.*

### 3.6.3.2. Materiale utilizate

La realizarea îmbrăcăminte rutiere din mixturi asfaltice cu adaos de fibre s-au utilizat următoarele materiale:

- agregate:
  - criblura sort 3 - 8 ,cariera Branisca;
  - criblura sort 8 - 16 ,cariera Branisca;
  - nisip de concasaj 0 - 3, cariera Branisca;
- filer de calcar, provenind de la S.C. Casial S.A. Deva;
- bitum, tip D80/120 de la Suplacu de Barcău;
- aditiv tip Iterlene IN/400 - E, din Italia;
- fibră de celuloză tip Technocel, din Germania;
- agregat pentru tratarea ulterioară a mixturii asfaltice așternute .S-au analizat următoarele sorturi :
- nisip cuarțos sort 1-3 și 0-3;
- praf de marmură sort 1-5;

- pietriș concasat sort 0-3 și 3-7 de la stația de concasare din Milova.

### 3.6.3.3. Proiectarea dozajelor pentru mixturile asfaltice tip M.B.S.F.

În vederea elaborării acestor dozaje s-a efectuat un studiu preliminar de laborator în următoarele condiții:

- toate materialele folosite și menționate mai sus au avut caracteristicile înscrise în buletine de analiză;
- s-a adăugat un procent de 0,4 % fibră de celuloză în masa mixturii asfaltice;
- prepararea epruvetelor Marshall s-a făcut prin aplicarea a câte 75 de lovituri cu soneta Marshall pe fiecare față a epruvetei.

S-au încercat mai multe dozaje, dintre care s-au selectat trei .

Analizând împreună cu reprezentantul CESTRIN – București rezultatele acestui studiu preliminar, s-a convenit să se experimenteze pe fabrica de mixturi asfaltice de la Milova, una dintre variante (în vederea realizării unei mixturi asfaltice M.B.S.F. cu dimensiunea maximă a agregatelor 16 mm, pentru care s-a întocmit un studiu preliminar de laborator .În același timp s-a stabilit să se efectueze un studiu și pe o alternativă, M.B.S.F. cu dimensiunea maximă a agregatelor 8 mm.

Folosind ca bază de pornire alternativa aleasă din studiul preliminar efectuat de către Laboratorul Central Contransimex și având în vedere că fabrica de asfalt de la Milova era prevăzută cu ciururi cu ochiuri pătrate cu următoarele dimensiuni: 31 mm; 19,4 mm; 9,8 mm și 3,5 mm, s-a procedat la prelevarea de noi probe de material din stația de preparare mixturi asfaltice după ciuruire. Aceste sorturi obținute de la stație au fost analizate.

Prin aplicarea dozajului stabilit pe fabrica de mixturi asfaltice de la Milova, a rezultat dozajul pentru ansamblul de agregate și fibre de celuloză.

Studiul efectuat a luat în considerare „Instrucțiunile tehnice provizorii pentru realizarea îmbrăcăminților rutiere din mastic asfaltic cu criblură” elaborat de CESTRIN.

### 3.6.3.4. Aplicarea dozajelor la preparare și punerea în operă

Prepararea mixturii asfaltice tip MBSF s-a efectuat cu fabrica de asfalt amplasată la Milova, jud. Arad. Stația funcționa în proces de amestecare discontinuu cu o capacitate orară de ~ 100 t mixtură asfaltică.

Procesul tehnologic cuprinde următoarele operații:

- alimentare predozatoare agregate cu sorturile stabilite;
- uscare agregate;
- ciuruire agregate umede;
- cântărire agregate în ordinea: sort 1 (0 - 3), sort 2 (cumulat 0 - 3 și 3 - 8) și sort 3 (cumulat sort 2 și 8 -16) și cântărire filer;

- alimentarea cântarului cu fibră de celuloză o dată cu începerea cântăririi agregatelor;
- descărcarea agregatelor și fibrei în malaxor;
- malaxare amestec agregate, fibre și filer timp de aproximativ 25 secunde;
- dozare volumetrică bitum;
- malaxare mixtură asfaltică timp de aproximativ 30 secunde, la temperatura 160...180 °C;
- descărcare malaxor și transport mixtură asfaltică cu skip la buncăr depozitare.

Sectoarele experimentale s-au executat în perioada 16...18 oct. 1997 și pentru fiecare s-a întocmit câte o fișă tehnologică în care s-au înregistrat următoarele caracteristici:

- starea vremii (ore așteptare și temperaturi atmosferice);
- sector așternere-poziția kilometrică și partea DN;
- distanța de transport – km;
- tipul de mixtură asfaltică folosită – dozaj static;
- atelier de compactare – tip, sarcină și număr treceri;
- determinări de laborator – probe stație, carote.

La fiecare din sectoare s-au făcut observări referitoare la compactarea imediată a mixturii asfaltice la punerea în operă, așternere, etc.

Întrucât s-a observat că la compactare datorită vibrații, bitumul se ridică la suprafață, s-a luat decizia de așternere a unor agregate pentru închiderea suprafeței și anume:

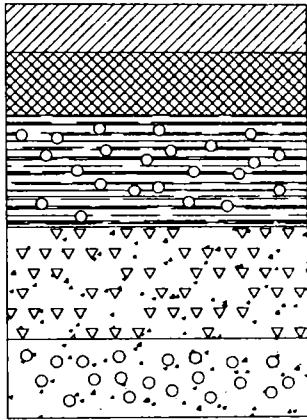
- nisip natural 0-3 umed;
- pietriș concasat 3-7;
- pietriș concasat 0-3;
- nisip natural 1-3;
- praf de marmură.

Urmare observațiilor imediate s-a concluzionat că se recomandă împrăștierea materialului de închidere cât mai uniform, pentru a nu se produce deformări în suprafața de rulare și la temperaturi ale mixturii asfaltice între 90 și 120 °C.

### 3.6.3.5. Sector experimental realizat din mixturi asfaltice cu aditiv Vestoplast S pe D.N.7 km 585+000-590+000

În același context pe Contractul VI Lipova – Nădlac s-a experimentat o îmbrăcăminte rutieră realizată din mixturi asfaltice cu aditivi Vestoplast S.

Inițial structura rutieră a avut o grosime de 40,5 cm și a fost formată din următoarele straturi:



- strat de uzură BA16 6,5 cm.
- strat de legătură BAD25 4,0;
- strat de legătură 12,0 cm piatră spartă;
- fundație 18,0 cm din balast;

Fig. 3.21.

Profilul transversal tip înainte și după finalizarea lucrărilor este prezentat în următoarea schiță:

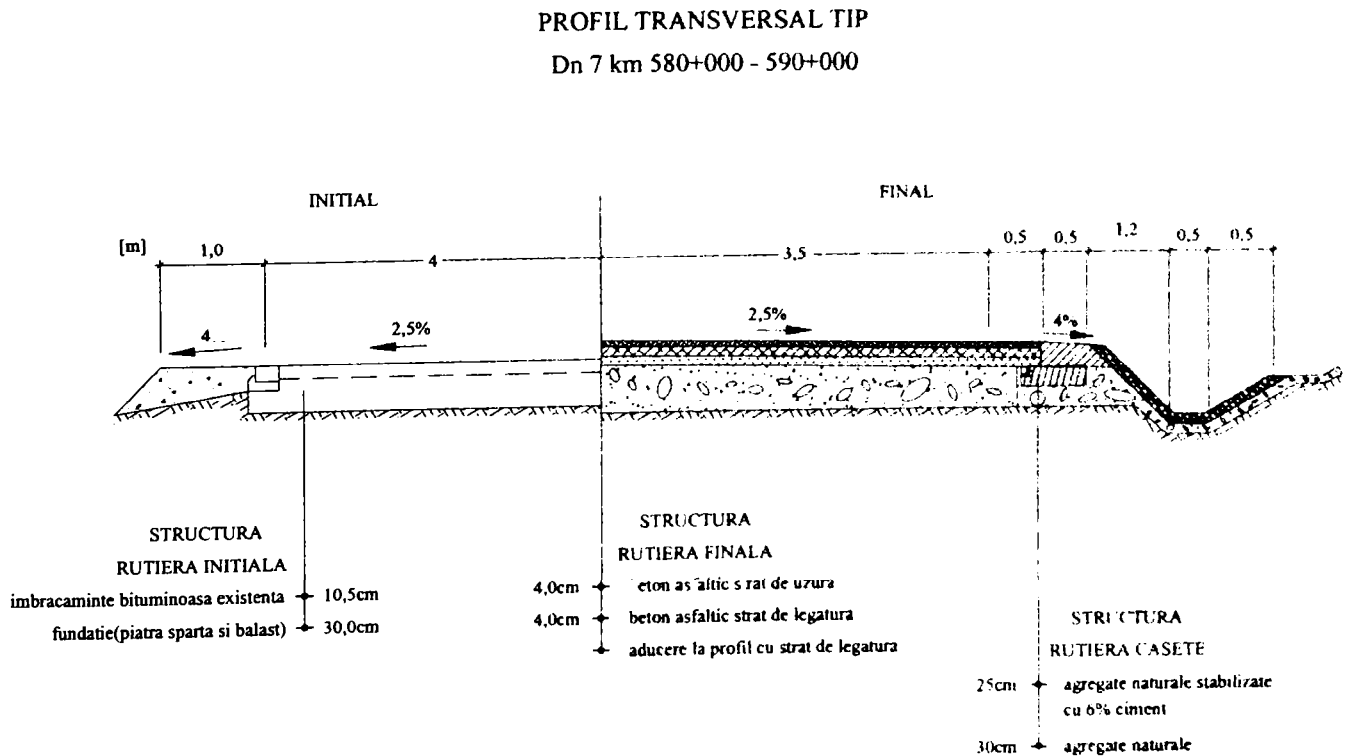
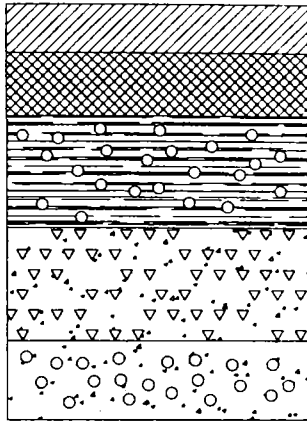


Fig. 3.21.

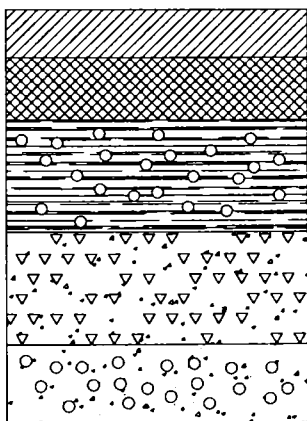
Structura rutieră după finalizarea lucrărilor de reabilitare este alcătuită din:



- strat de uzură BA16 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 4,0 cm;
- strat de bază AB31 11,50 cm;
- fundație 30,0 cm.

Fig. 3.22.

Pe zonele laterale ale drumului s-au realizat casete de lărgire cu o structură rutieră iar acolo unde s-au realizat casete de lărgire din:



- strat de uzură BA16 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 4,0 cm;
- strat din agregate stabilite cu 6 % ciment 25,0 cm;
- fundație balast 30,0 cm.

Fig. 3.23.

În continuare sunt prezentate modul de lucru și unele rezultate obținute pentru stratul de uzură cu Vestoplast S .

Reabilitarea drumului național DN7 la nivelul standardelor europene a impus realizarea unor mixturi asfaltice de calitate ridicată pentru straturile structurii rutiere.

În acest sens pe sectorul Arad – Nădlac (km 547...594) pentru stratul de uzură proiectul prevedea realizarea unui beton asfaltic în grosime de 4 cm de tip B.A.16, stratul de legătură din B.A.D. 25 de 4 cm, iar stratul de egalizare în grosime variabilă realizat tot din B.A.D. 25 .

Mixturile asfaltice s-au produs în baza de producție Pecica (km 564).

În urma studiului efectuat de laboratorul constructorului, EDI.C.T. Arad, pentru stabilirea dozajelor mixturilor asfaltice, s-a constatat că adezivitatea bitumului aprovizionat de la Supaclul de Barcău, la agregatele aprovizionate de la cariera Poieni, dădeau valori apropiate de limita inferioară admisibilă.

Celelalte caracteristici studiate (stabilitate, fluaj, absorbție, volum de goluri) se înscriau în limitele STAS 174-1;2 - 1997.

Pentru mărirea adezivității bitumului la agregate s-a propus utilizarea produsului Vestoplast la realizarea B.A. 16 pentru stratul de uzură, cu caracter experimental pe o lungime de 5 km (km 585...590). Pe restul sectorului de drum s-a folosit la prepararea mixturilor asfaltice pentru stratul de uzură (B.A. 16) începând cu primăvara anului 1996, produsul Iterlene in 400.

### 3.6.3.6. Utilizarea produsului VESTOPLAST S la prepararea betonului asfaltic B.A. 16 pentru stratul de uzură

Vestoplast S este un material solid, granulat, albicios, livrat sub formă de particule, având dimensiunile de aproximativ 3,0 mm (lungime și diametru), produs în Germania după un procedeu al firmei Hüls, din  $\alpha$  – olefine cum ar fi etilena, propilena și butan 1.

Proprietăți fizice:

- punct de înmuiere cca. 100 °C;
- penetrare cca. 18 ; 1/10 mm;
- punct rupere Fraass cca. 30 °C.

Produsul nu este toxic și este insolubil în apă. Prin ardere rezultă bioxid de carbon și apă.

Vestoplast S se utilizează ca modificator pentru bitum mărind adezivitatea acestuia la agregate, precum și rezistența la compresiune și îmbătrânire a mixturii asfaltice.

Ca urmare a acestor calități Vestoplast S se mai utilizează și la :

- covoare asfaltice subțiri;
- betoane asfaltice deschise.

La stabilirea dozajului pentru realizarea betonului asfaltic s-au avut în vedere atât indicațiile privind utilizarea Vestoplastului S ale producătorului cât și caracteristicile materialelor folosite. În acest sens cantitatea de Vestoplast S trebuia să corespundă unui conținut de 7 procente din masa materialului de legătură, ceea ce înseamnă 7 % Vestoplast S și 93 % bitum = 100 % material de legătură.

Caracteristicile mixturii asfaltice cu conținut optim de bitum +7 % Vestoplast S sunt prezentate în tabelul 3.11.

Caracteristici mixturi-asfaltice cu 7 % Vestoplast S

Tabelul 3.11

Nr. crt.	Caracteristici Fizico-mecanice	UM	Valori medii pe sort,			
			0 – 3	3 – 8	8 – 16	16 – 25
1	Densitatea în grămadă	t/m <sup>3</sup>	-	1,311	1,270	1,262
	- starea afănată			1,500	1,472	1,470
2	Rezistența la îngheț – dezgheț	%	-	-	0,41	0,47
3	Coeficient de activitate	%	1,49	-	-	-
4	Coeficient de formă	%	-	15,21	14,91	8,86



Nr. crt.	Caracteristici Fizico-mecanice	UM	Valori medii pe sort.			
			0 - 3	3 - 8	8 - 16	16 - 25
5	Rezistența la uzură cu mașina Los Angeles (stare uscată)	%	-	18,25	16,05	14,95
6	Rezistența la uzură cu mașina Los Angeles după îngheț - dezgheț	%	-	20,10	17,60	16,20
7	Sensibilitatea la îngheț	%	-	10,14	9,66	8,36

Operațiile propriu-zise de preparare constau în:

- verificarea și reglarea mijloacelor de dozare a agregatelor, Vestoplastului, bitumului și filerului;
- punerea în funcție a pompei pentru realizarea circuitului de bitum necesar, ca liant, a instalației. Temperatura bitumului trebuie să fie de +165 °C;
- se alimentează predozatoarele pentru agregate cu încărcătorul frontal;
- se alimentează silozul special cu Vestoplast (minim pentru o zi);
- se alimentează cu filer silozul care asigură stocarea acestuia;
- se pune în funcție banda ce alimentează cu agregate naturale uscătorul;
- se aprinde focul în uscătorul instalației;
- se pune în funcție predozatorul de agregate naturale și se introduc în uscător;
- după ce agregatele naturale se introduc în uscător, se așteaptă ieșirea amestecului pentru reglarea injectorului, astfel încât temperatura amestecului de agregate naturale ieșite din uscător să nu depășească +200 °C ( $\pm 5$  °C);
- se cântăresc și se introduc în malaxor materialele componente în următoarea ordine: agregate naturale la temperatura de 200 °C; Vestoplast S ;filer ;bitum;
- se amestecă materialele în malaxorul instalației, durata de malaxare fiind de minim 1,25 minute până la obținerea unei omogenități corespunzătoare.

Punerea în operă a betonului asfaltic s-a realizat cu repartizatorul.

Tehnologia de așternere a impus urmărirea strictă a temperaturii astfel:

- la punerea în operă a betonului asfaltic cu Vestoplast S, temperatura minimă în autobasculantă este de 160 °C;
- temperatura după așternere în spatele grinzii repartizatorului de minim 150 °C;
- la compactare temperatura trebuie să fie cuprinsă între 145...160 °C și 160 °C;
- compactarea se realizează până ce temperatura amestecului a ajuns la +130 °C, sub această temperatură compactarea este compromisă.

### 3.6.3.7. Comparație între mixturile asfaltice realizate fără utilizarea adaosurilor modificatoare și cele cu VESTOPLAST S

Dozajele propuse pentru realizarea betonului asfaltic (B.A.16), sunt arătate în tabelul 3.12.

Dozaje propuse B.A.16

Tabelul 3.12

Materiale Componente	Fără aditivi %	Vestoplast S %
Nisip concasaj	28,2	28,20
Nisip natural 0-7	9,4	9,40
Criblură 3-8	17,8	17,8
Criblură 8-16	29,85	29,85
Filer	8,6	8,60
Bitum	6,15	6,10
Aditivi	-	0,40

Caracteristici fizico-mecanice obținute pe cilindri Marshall sunt prezentate în tabelul 3.13.

Caracteristici fizico-mecanice

Tabelul 3.13

Determinarea	UM	Fără aditivi	Vestoplast S
Densitate aparentă	kg/m <sup>3</sup>	2336	2320
Stabilitate	KN	13,08	15,0
Fluaj	Mm	3,75	3,03
Absorbție	%	0,27	0,37
VIM	%	3,17	3,57
VMA	%	14,40	17,59
VFA	%	81,79	79,72

Valorile adezivității determinată conform STAS 10969/3/83 după metoda cantitativă sunt prezentate în tabelul 3.14.

Valori adezivate

Tabelul 3.14

Fără aditivi	Vestoplast S
55 %	70 %

Ca dezavantaje a variantei cu Vestoplast S putem menționa :

- procedură de fabricație a mixturii asfaltice mai grea (timp de malaxare ridicat, temperatura ridicată);
- punerea în operă necesită controlul riguros al temperaturii;
- defecțiuni semnalate pe îmbrăcăminte după circa un an de la execuția acesteia;

- costuri mai ridicate în comparație cu utilizarea altor aditivi.

Urmare a dezavantajelor menționate mai sus sectorul experimental, cu Vestoplast, la numai un an de la execuție, s-a prezentat total necorespunzător, apărând un volum foarte mare de fisuri și crăpături pe direcții multiple.

În consecință s-a luat decizia de suspendare a acestuia și înlocuirea lui cu un strat din mixtură asfaltică cu aditiv Interlene.

### **3.7. Reabilitarea DN 69 Timișoara – Arad și DN 59 Timișoara – Moravița**

#### **3.7.1. Generalități**

În cadrul etapei I de reabilitare au fost cuprins și drumurile DN 69 Timișoara – Arad, km 2+630...47+000 și DN 59 Timișoara – Moravița, km 6+400...36+500, care au constituit obiectul contractului 10 de reabilitare. Inițial, contractul prevedea reabilitarea drumului DN 59 Timișoara – Moravița pe întreaga lungime, între km 6+400...63+428, dar din motive generate de modificarea, pe parcursul execuției lucrărilor, a soluțiilor tehnice de reabilitare a fost necesară reducerea lungimii sectorului pe care s-a intervenit, pentru compensarea cheltuielilor generate de lucrările suplimentare care s-a considerat ca fiind obligatoriu a se executa.

S-au executat lucrări de reabilitare pe o lungime totală de 70,70 km (26,30 km pe DN 59 Timișoara – Voiteg și 44,40 km pe DN 69 Timișoara – Arad).

#### **3.7.2. Soluții tehnice aplicate**

Lucrările de reabilitare au vizat în principal:

- ranforsarea structurii de rezistență existente în scopul preluării în bune condiții a solicitărilor traficului rutier actual și de perspectivă;
- corectarea traseului și amenajarea în spațiu a curbelor conform STAS 863-85, în scopul îmbunătățirii condițiilor de circulație și a sporirii capacității de circulație;
- reabilitarea podurilor existente;
- îmbunătățirea condițiilor de scurgere a apelor prin realizarea de drenuri, amenajarea de șanțuri și rigole, înlocuirea podețelor necorespunzătoare;
- sporirea siguranței circulației prin înlocuirea parapetelor existente deteriorate, realizarea marcajului orizontal și a semnalizării verticale.

Ranforsarea structurii rutiere existente s-a realizat prin execuția unor straturi bituminoase peste structura existentă. Grosimea acestora a fost calculată ținând seama de:

- capacitatea portantă a structurii existente, determinată prin măsurători efectuate cu echipamentul DYNATEST FWD în anul 1992;

- alcătuirea structurii rutiere existente, grosimea straturilor acesteia, caracteristicile de deformabilitate ale materialelor ce o alcătuiesc și a pământului din terenul de fundare;

- caracteristicile de deformabilitate ale mixturilor asfaltice prevăzute a se utiliza pentru realizarea ranforsării;

- caracteristicile traficului rutier de perspectivă.

În figura 3.24 se prezintă profilul transversal tip de principiu care s-a aplicat pentru reabilitarea sectoarelor de drum din cadrul contractului 10. Se menționează că pe diferite sectoare de pe aceste trasee s-a aplicat o îmbrăcăminte bituminoasă alcătuită din 4 cm strat de uzură din B.A.16 și 4 (sau 6) cm strat de legătură din B.A.D.25. De asemenea, pe unele sectoare s-a executat și un strat de bază din anrobat bituminos (A.B.31) cu grosimea de 6 cm. Preluarea denivelărilor existente la nivelul suprafeței de rulare a fost realizată cu mixtură asfaltică de tipul celei prevăzute pentru primul strat (anrobat bituminos sau beton asfaltic tip B.A.D.25).

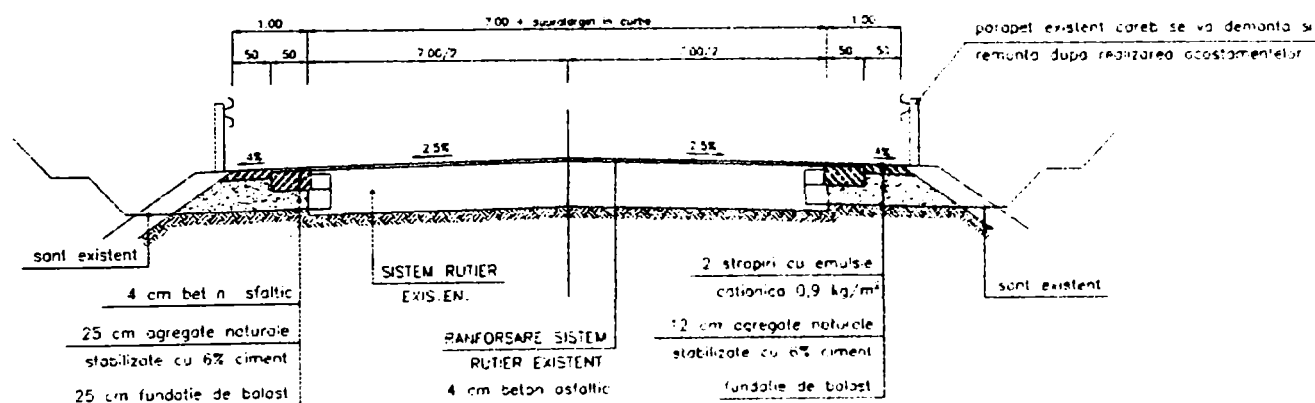


Fig. 3.24. Profil transversal tip de principiu.

Înainte de începerea efectivă a execuției lucrărilor de reabilitare, pe DN 69 Timișoara – Arad s-au constatat degradări masive ale structurii rutiere, cele mai grave fiind făgașele și faianțările. Investigațiile efectuate au condus la stabilirea următoarelor cauze ale acestora:

- creșterea masivă a traficului greu pe DN 69 ca urmare a transferului unui volum important din circulația de pe DN 7 Deva – Arad – Nădlac, traseu pe care lucrările de reabilitare începuseră în anul 1993, ceea ce a determinat o reducere importantă a capacității de circulație datorită restricțiilor în zonele de lucru;

- structura rutieră existentă a prezentat o capacitate portantă insuficientă pentru preluarea solicitărilor generate de acest trafic, pe multe sectoare aceasta având grosimi totale foarte reduse, cuprinse între 25...35 cm;

- pământul din patul drumului este de natură argilooasă, sensibil la îngheț (în general categoria P<sub>4</sub>) în special în județul Timiș;

- iernile din această perioadă au fost deosebit de riguroase, cu un număr mare de cicluri de îngheț–dezgheț;

- îmbrăcămintea bituminoasă a fost obosită prezentând frecvente fisuri care au permis infiltrarea apelor de suprafață la nivelul patului drumului;

- în profil transversal structura rutieră este neomogenă. Sondajele efectuate au evidențiat o zonă centrală cu lățimea de cca. 4,50 m având un sistem rutier cu grosimea totală de 40...60 cm, care a fost realizat progresiv în timp (modernizarea drumului DN 69 realizându-se în 1965). În multe situații straturile de fundație din balast și piatră spartă au fost puternic contaminate cu argilă. În exteriorul acestei zone centrale, pe majoritatea traseului au fost realizate cu ocazia modernizării din 1965 lărgiri de cca. 1,25 m, pe ambele părți cu o structură alcătuită din piatră brută așezată pe un pat de nisip de 20 cm grosime și acoperită cu un strat de asfalt de 10 cm. Lărgirile corespundeau cu fâșia pe care rulează frecvent roțile exterioare ale vehiculelor, fapt care, corelat cu ceilalți factori menționați mai sus a dat naștere la degradări extinse pe aceste zone, sub formă de fâgașe longitudinale, combinate cu faianțări și refulări.

În aceste condiții au fost identificate toate suprafețele afectate de defecțiuni de tipul celor subliniate anterior și s-a dispus decaparea și refacerea completă a structurii rutiere, după alcătuirea din fig. 3.14.

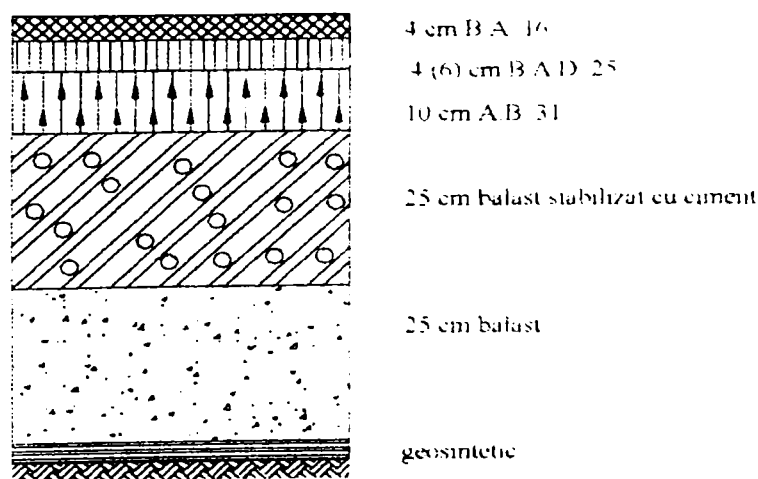


Fig. 3.25. Structură rutieră nouă

În profil transversal s-au realizat și benzi de încadrare având structura de rezistență prezentată în fig. 3.14. Se menționează faptul că inițial nu s-a prevăzut demontarea bordurii existente, decizia privind îndepărtarea acesteia luându-se ulterior când s-au constatat rupturi neregulate ale marginii părții carosabile, respectiv dislocări parțiale ale bordurii cu ocazia săpării casetei pentru realizarea benzii de încadrare.

Acostamentele, prevăzute inițial a se realiza conform fig. 3.14, au fost executate provizoriu din pământ compactat datorită consumării resurselor financiare pentru realizarea lucrărilor suplimentare.

În ceea ce privește tratarea rostului de contact dintre structura rutieră existentă și benzile de încadrare noi, respectiv structura rutieră corespunzătoare lărgirilor părții carosabile s-a renunțat la interpunerea unei fâșii de geotextil între suprafața existentă și noile straturi bituminoase. Motivația acestei decizii este dată de o serie de defecțiuni, apărute în cazul altor lucrări pe zonele unde s-a aplicat geotextilul, generate în principal de afectarea negativă a aderenței între straturi prin interpunerea acestuia.

Referitor la rezolvarea problemei colectării și evacuării apelor se menționează următoarele aspecte principale care au fost avute în vedere și rezolvate prin soluții adecvate:

- colectarea și evacuarea apelor de suprafață a fost rezolvată prin amenajarea de șanțuri și rigole, din pământ sau protejate prin pavarea cu dale din beton de ciment;

- pentru captarea și evacuarea apelor subterane au fost prevăzute și executate drenuri longitudinale de fund de șanț, umplutura drenantă fiind protejată de colmatarea cu particule fine de pământ antrenate de curentul de apă, prin aplicarea pe pereții tranșeei a unui material geotextil.

- în scopul eliminării eventualelor ape de infiltrație din corpul drumului s-au executat drenuri transversale de acostament din balast, continue sau dispuse la 25 m, alternativ pe cele două margini ale platformei drumului. Una sau alta dintre cele două soluții au fost adoptate în funcție de configurația profilului transversal, respectiv de distanța până la taluzul de rambleu pe care se poate face descărcarea drenului.

### 3.7.3. Urmărirea execuției lucrărilor

Execuția lucrărilor a fost urmărită din punct de vedere cantitativ și calitativ de echipa de consultanță formată din ingineri și tehnicieni specializați pe probleme (terasamente, mixturi asfaltice, betoane de ciment, evaluare cantități etc). S-a verificat în permanență respectarea prevederilor documentației tehnice, a caietelor de sarcini, respectiv a soluțiilor stabilite de consultant împreună cu proiectantul în situația în care s-au impus modificări ale acestora.

Se menționează faptul că rezultatele verificărilor de calitate au fost prelucrate statistic, un exemplu în acest sens fiind dat în fig. 3.26, în care se prezintă frecvența valorilor stabilității Marshall, determinată pe epruvete preparate din mixtură asfaltică pentru stratul de legătură (B.A.D.25).

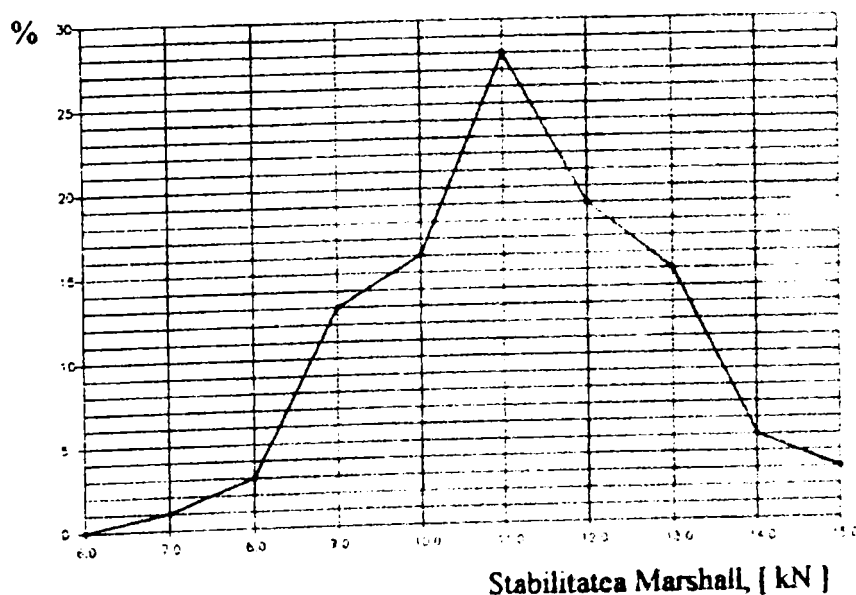


Fig. 3.26. Frecvența stabilității Marshall pentru stratul de legătură.

O problemă apărută în execuție, care a făcut obiectul unor investigații particulare, este apariția unor fisuri longitudinale pe DN 69 Timișoara – Arad, km 13+600...19+000, pe partea stângă a părții carosabile, la cca. 2,25 m de axa drumului. S-au constatat următoarele :

- fisurile sunt dispuse în dreptul rostului de contact dintre zona centrală a părții carosabile și fâșia longitudinală adiacentă de 1,75 m lățime pe care a fost refăcută în întregime structura de rezistență înainte de executarea îmbrăcăminte pe întreaga lățime a părții carosabile;

- încercările de laborator efectuate pe mixtura asfaltică prelevată din îmbrăcăminte au atestat caracteristicile corespunzătoare ale acesteia, eliminând ipoteza apariția fisurilor datorită calității necorespunzătoare a acesteia;

- încercările de determinare a capacității portante a structurilor de rezistență corespunzătoare zonei centrale și lărgirii, prin măsurarea cu placa ( $d = 30$  cm) a modulului de deformare la nivelul suprafeței de rulare au arătat variații de +30...+270 % pe zona lărgită în raport cu zona centrală.

Se apreciază că fisurile au apărut pe sectoarele cu diferențe mari de capacitate portantă între cele două zone. Este foarte dificil de evitat apariția acestor fisuri dată fiind variabilitatea structurii de rezistență existente. Pentru prevenirea pătrunderii apei în straturile rutiere s-au colmatat fisurile, remarcându-se faptul că fenomenul de fisurare a fost stopat, ceea ce sugerează o stabilizare a tasărilor diferențiate a celor două structuri rutiere (de pe zona centrală și lărgire) cu capacități portante diferite.

#### **3.7.4. Studiul defecțiunilor caracteristice. Făgașe**

"Făgașele sunt defecțiuni ale complexelor rutiere care apar în evidență la nivelul stratului de rulare, indiferent de cauzele care le generează, sub forma unor albie longitudinale de adâncimi și lățimi variabile."

Făgașele (în special cele mari peste 20 mm adâncime) prezintă impedimente majore pentru desfășurarea circulației rutiere, dintre care subliniem: dificultăți în schimbarea direcției de mers, pe timp de ploaie apare riscul acvaplanării, pe timp friguros apa staționează în făgașe, îngheață favorizând derapajul. făgașele provoacă apariția fisurilor și crăpăturilor în îmbrăcăminte bituminoasă în zona întinsă și favorizând infiltrarea apei care generează degradări masive, periculoase.

În general se consideră absolut necesar ca să se intervină prin măsuri de remediere adecvate atunci când adâncimea făgașului depășește 20 mm.

### 3.7.4.1. Cauze care determină apariția fâgașelor

Studiile efectuate au stabilit deocamdată următoarele cauze, care provoacă apariția fâgașelor.

*Cauze de ordin climateric:*

- temperaturi ale mediului ambiant ridicate și îndelungate;
- sectoare fără umbră expuse la soare.

*Cauze legate de complexul rutier:*

- complex rutier subdimensionat;
- efectul îngheț-dezghețului mai ales la nivelul patului drumului;
- insuficienta compactare a straturilor structurii rutiere;
- straturi bituminoase realizate din mixturi asfaltice neadecvate prin faptul

că:

- au un conținut de bitum prea ridicat;
- penetrația bitumului utilizat este prea mare;
- scheletul mineral format din criblură peste 3 mm este slab;
- conținutul de părți fine prea ridicat;
- gradul de compactare a straturilor bituminoase este scăzut;
- darea în circulație a straturilor bituminoase înainte de a se răci și întări mixtura asfaltică;
- utilizarea pentru fabricarea mixturii asfaltice a unor agregate rotunde sau insuficient calibrate, sau fără colțurozitate și microporozitate;
- în cazurile pierderii de lubrifianți și reziduuri de carburant pe suprafața îmbrăcăminte bituminoase, liantul își pierde consistența și favorizează apariția fâgașului.

*Cauze legate de solicitările traficului:*

- circulația autovehiculelor cu greutate mare pe osie și cu presiunea în pneuri ridicată;
- circulația canalizată (autovehiculele circulă aproximativ pe aceleași urme);
- intensitatea traficului foarte mare;
- circulație cu viteză mică și opriri îndelungate. Reducerea vitezei de la 90 km/h la 30 km/h multiplică riscul apariției fâgașelor cu 5;
- acțiunea pneurilor cu crampoane (cu cuie) provoacă urme și dislocări.

Deformațiile plastice depind și de timpul de aplicare a încărcărilor și efectele sunt cu atât mai grave cu cât staționarea este mai îndelungată (cazul locurilor de parcare, al benzilor pentru circulația lentă și al benzilor speciale pentru vehiculele destinate transportului în comun).

În situația nefericită de cumul al cauzelor, fâgașele se dezvoltă rapid iar adâncimea mare provoacă inconveniente majore.

De exemplu dacă temperatura mediului ambiant este foarte ridicată timp îndelungat, straturile bituminoase sunt realizate dintr-o mixtură asfaltică cu un procent ridicat de bitum moale, la solicitările unui trafic intens și greu se constată, din punct de vedere al apariției fâgașelor, un adevărat dezastru.



### 3.7.4.2. Analiza unora dintre cauzele care determină apariția fâgașelor

Vom căuta în cele ce urmează să prezentăm unele considerații cu privire la cauzele producerii fâgașelor și să sugerăm propuneri pentru remedierea și prevenirea acestora.

#### *Cu privire la considerentele de ordin climateric*

Nu ne sunt la îndemână metode care să ne permită evitarea condițiilor climaterice favorabile generării fâgașelor. Temperatura stratului de uzură poate să ajungă la 45...50 °C, măsurându-se chiar temperaturi care depășeau 60 °C. Studiile efectuate arată faptul că temperatura straturilor bituminoase scade o dată cu adâncimea (de exemplu s-a constatat că temperatura la suprafața îmbrăcăminte era de 54 °C, la adâncimea de 10 cm s-a măsurat 27 °C, la 17 cm adâncime 21 °C, iar la 52 cm adâncime 18 °C). De regulă temperatura la suprafața îmbrăcăminte bituminoase este cu 10...12 °C mai mare decât temperatura aerului.

#### *Cu privire la cauzele apariției fâgașelor legate de complexul rutier*

*Complexele rutiere subdimensionate* față de necesitățile cerute de traficul intens și greu se degradează masiv. Defecțiunile ce apar sunt multiple și diversificate. Dintre acestea, în zona desfășurării traficului canalizat apar fâgașe pe lungimi mari și de adâncimi de-a dreptul periculoase. În asemenea cazuri fâgașele sunt însoțite de refulări de margine, crăpături și rupturi. Din studiile efectuate (în 1995) pe drumul Moravița – Timișoara – Arad înainte de reabilitare (circa 100 km) privind situația fâgașelor a rezultat sintetic:

- s-au constatat fâgașe pe 17,380 km (17,380 % din lungimea totală);
- pe 7,020 km (7,020 % din lungimea totală) s-au măsurat fâgașe de adâncimi mai mari de 4 cm;
- lungimea fâgașelor a fost între 40 și 1130 m;
- adâncimea acestora a fost între 3 și 9 cm;
- lățimea fâgașelor a variat între 1,00 și 1,80 m;
- s-au măsurat refulări de margine între 2...7 cm pe zonele cu fâgașe.

Fâgașele s-au măsurat pe partea dreaptă a sensului normal de mers.

S-au prelevat 14 probe din îmbrăcăminte bituminoasă existentă în zona fâgașelor. Conținutul de bitum extras din mixtura asfaltică prelevată a variat între 6,0...6,9 %, iar penetrația s-a situat între 23... 35 1/10 mm la 25 °C (I.B. 62...69 °C). Agregatele preponderent mărunte (trec prin 0,09 mm peste 10 % și prin 3 mm peste 32 %).

Analiza care s-a făcut a condus la concluzia că nu îmbrăcăminte bituminoasă este unica și principala cauză a apariției fâgașelor ci mai ales structura rutieră existentă subdimensionată, rezultând concluzia clară că reabilitarea este strict și urgent necesară. La același rezultat s-a ajuns și în urma studierii structurii rutiere existente pe baza sondajelor efectuate și a calculului de dimensionare. (Reabilitarea s-a executat, iar drumul reabilitat a fost dat în exploatare în 1997.)

*Acțiunea îngheț-dezgeț* (acționare concomitentă: pământ geliv, apă, îngheț îndelungat, trafic greu) constituie una dintre cauzele frecvente de producere a fâgașelor în perioada de dezgeț. În acest caz fâgașele apar devastator, adâncime

mare, refulări și uneori pământul din patul drumului este expulzat până la suprafață.

*Insuficienta compactare a straturilor rutiere* generează tasări ulterioare ce se exteriorizează prin fâgașe.

Fâgașele își au originea în realizarea necorespunzătoare a straturilor bituminoase (stratul de bază, legătură și uzură) de grosimi variabile constituie obiect de studiu în multe laboratoare în scopul găsirii unor dozaje, folosirii unor materiale și tehnologii care să conducă la obținerea unor mixturi asfaltice din care să se realizeze straturi bituminoase cu o mare stabilitate la solicitările agresive din trafic și condiții climaterice, nepermițând apariția fâgașelor.

Agregatele naturale din roci moi (calcaroase), rotunde, lipsite de colțurozitate și microrugozitate, cu un conținut ridicat din părți fine (nisip de râu), cu un schelet mineral redus (sub 55...70 % granule peste 3 mm) favorizează apariția fâgașelor. De asemenea filerul influențează negativ atunci când raportul filer/bitum este sub 1, iar volumul de goluri nu este cuprins între 30...50 %.

Straturile bituminoase realizate din mixturi asfaltice cu agregate naturale de tipul celor menționate mai sus la care se adaugă un bitum moale, dozat în exces, un grad de compactare necorespunzător, sunt cauze majore care generează sigur formarea fâgașelor.

*Cu privire la cauzele apariției fâgașelor generate de solicitările traficului*

Se apreciază că intervenția administrației rutiere în influențarea evoluției traficului atât sub raportul intensității cât și al greutateii pe osie este mai redusă. În ultimele zeci de ani sarcinile pe osie cât și presiunile de contact (pneu-suprafață) au crescut. Se rețin sarcini pe osia simplă pentru țări ca Belgia, Spania și Franța de 130 kN iar presiunile în pneuri de 6,5...8,5 daN/cm<sup>2</sup>, în timp ce Bulgaria, S.U.A., Ungaria Polonia ș.a. au stabilit ca sarcină pe osie 80 kN, iar presiunea în pneuri 5...6 daN/cm<sup>2</sup>. Traficul greu variază de la țară la țară între 10 și 40 % din total.

În consecință cauzele apariției fâgașelor menționate mai sus rămân valabile, fără a se putea schimba foarte mult în atenuarea lor.

### **3.7.4.3. Aspecte privind prevenirea și remedierea fâgașelor**

Subliniem din nou faptul că o dată cu apariția și dezvoltarea traficului intens și greu, au început să se numere printre defecțiunile grave ale drumurilor și fâgașele. Un fapt alarmant foarte actual, care ne-a determinat să scriem cele de mai sus, este generat de apariția pe unele sectoare reabilite din zona de S.V. a țării, după 1...2 ani de la darea în exploatare a unui început de formare a fâgașelor. Această realitate trebuie luată în considerație iar factorii de decizie sesizați, sigur vor lua măsurile cele mai potrivite pentru a diminua pericolul formării fâgașelor.

În cele ce urmează încercăm să punctăm câteva dintre problemele ce socotim că ar trebui să le avem în vedere la proiectarea în special a mixturilor asfaltice pe care le vom numi mixturi asfaltice antifâgaș (M.A.A.).

*Mixturile asfaltice antifăgaș* (M.A.A.) ar trebui introduse pentru realizarea îmbrăcăminților bituminoase pe toate drumurile cuprinse în programele de reabilitare și nu numai.

Studiile și experiența țărilor dezvoltate ar trebui analizate și luate în considerare și de către organele noastre. Ar fi nevoie ca în cazul unui institut de cercetări să se dezvolte semnificativ o serie de studii asupra biturilor și a mixturilor asfaltice care să conlucreze pe timp nelimitat cu laboratoarele din teritoriu în scopul de a adapta lianții, agregatele și tehnologiile de realizare a straturilor bituminoase în funcție de necesități astfel încât să se obțină performanțe ridicate care să satisfacă exigențele solicitării factorilor nocivi.

Prin ce s-ar caracteriza M.A.A.?

În final ar trebui să obținem o mixtură asfalică de asemenea performanțe încât să se excludă M.A.A. dintre elementele favorizante ale apariției făgașelor.

Care ar fi exigențele unei astfel de mixturi asfaltice?

În primul rând ne-am putea opri asupra bitumului. La noi în țară se folosesc pentru fabricarea mixturilor asfaltice bitumuri prea moi. Deși stasul 174-1/1997 prevede folosirea unui bitum D 60/80 pentru zone climaterice calde, totuși în realitate pe șantiere constatăm utilizarea unor bitumuri cu penetrații mult mai ridicate.

Pierre Bense menționează printre altele referitor la lianții pentru M.A.A. următoarele considerații:

- folosirea unui bitum pur de penetrație 35/50, apoi modificat cu S.B.S. permite reducerea riscului de formare a făgașelor cu 30...40 %;

- în ultimii 5 ani în Franța pe drumurile cu trafic intens, bitumul utilizat frecvent de penetrație 50/70 a fost înlocuit pentru fabricarea M.A. cu bitum 35/50. Se studiază introducerea bitumului de penetrație 20/30;

- în ultimii 3 ani se studiază posibilitatea introducerii unor bitumuri pentru M.A.A. de penetrație 35/50 sau 50/70 cu o mică susceptibilitate la temperaturi (indice de penetrație +0,5);

- rezultate bune s-au obținut prin adaos în M.A., în timpul malaxării, de fibre (de sticlă sau celuloză). Studiile au arătat că riscul formării făgașelor în îmbrăcămințile bituminoase realizate din mixturi asfaltice ce conțin 0,3 % fibre (3 kg de fibre la tona de M.A.) s-a diminuat cu 30 %. Măsurarea adâncimii făgașului după 30.000 de cicluri la 60 °C pe o M.A.A. ce conținea 3 kg/t fibre de sticlă speciale pentru acest scop, a arătat o reducere a adâncimii acestuia cu 3 %;

- introducerea direct în malaxor a 5...6 kg la tonă de mixtură asfalică de polimeri din clasa poliiolefinelor în filament sau în granule conduce la obținerea unei M.A. cu o foarte bună susceptibilitate termică. Studiile au arătat că îmbrăcămintea bituminoasă realizată cu o astfel de M.A. reduce riscul de apariție a făgașelor cu 50 %;

- o soluție interesantă menționată ca eficientă se preconizează a fi utilizată în scopul împiedicării apariției făgașelor în zonele foarte expuse la riscul formării acestora (stații de oprire a autobuzelor, în zona opririlor pentru plata taxelor pe autostrăzi, în preajma opririlor la semafoare etc.), s-a introdus din 1990 în Franța. Mixtura asfalică antifăgaș este turnată în zone sensibile ca cele menționate mai

sus, într-un sistem de celule în faguri de miere cu latura de 18 cm și înălțimea de 3 cm. "Fagurii de miere" sunt realizați din oțel sau material plastic. Mixtura asfaltică ce se toarnă în acești faguri este realizată cu un bitum cu fibre. Îmbrăcămintea bituminoasă astfel executată nu poate fi refulată iar apariția fâgașelor este puțin probabilă;

- autorul menționează că pe 90 % din autostrăzile noi, în ultimii 10 ani, s-a introdus ca îmbrăcămintă bituminoasă o soluție care constă în executarea unui strat din mixtură asfaltică de 6...8 cm grosime realizată cu un bitum foarte dur, ce se acoperă cu un alt strat de mixtură asfaltică specială de 2 cm grosime, care datorită grosimii reduse mi favorizează apariția fâgașelor.

Menționăm încă o dată că în Franța începând din anul 1998 pe toate drumurile cu un trafic intens și greu se utilizează la construcția îmbrăcămintelor bituminoase mixturi asfaltice ce conțin bitum de penetrație 35/50 1/10 mm la 25 °C. În ceea ce privește dozajul în liant a M.A. se remarcă tendința de reducere a conținutului de liant, specificându-se că adâncimea fâgașului crește cu 40 % dacă conținutul în bitum se mărește numai cu 0,4 %.

*Agregatele naturale* utilizate la fabricarea mixturilor asfaltice (M.A.) destinate pentru realizarea structurilor bituminoase pe drumuri solicitate intens de traficul greu, trebuie să provină din roci dure, pentru a se evita fenomenul de atriție, să fie poliedrice, colțuroase, ceea ce le conferă un unghi de frecare interior ridicat. Scheletul mineral format din agregate peste 3 mm trebuie să fie puternic 65...70 %, partea fină redusă, utilizându-se nisip de concasaj (nu se admite folosirea nisipului de râu). Filerul trebuie să provină din roci calcaroase, iar raportul filer/bitum să fie peste 1,0.

*Tehnologia de execuție* a straturilor structurilor rutiere trebuie riguros realizată și controlată. În mod special compactarea straturilor trebuie să se bucure de o atenție deosebită. O compactare necorespunzătoare generează tasări ulterioare datorate acțiunii dinamice a traficului, ceea ce conduce la apariția fâgașelor.

#### **3.7.4.4. Remedierea fâgașelor**

Prevenirea apariției și dezvoltării fâgașelor se poate face prin luarea unor măsuri care să elimine cauzele generării apariției acestora.

Dacă factorii climaterici și evoluția traficului sunt mai puțin influențabili de măsurile administrative ce se iau, rămân însă la îndemână factorii care se referă la proiectare, materiale, dozaje, tehnologii de execuție, care studiați temeinic pot conduce la soluții care să diminueze sensibil pericolul apariției fâgașelor.

O dată apărute fâgașele, ele trebuie eliminate prin tehnologii adecvate proiectate în funcție de cauzele generatoare. În cazul complexelor rutiere subdimensionate, soluția care se detașează este ranforsarea (reabilitarea) acestora, cu luarea în considerare a eventualilor factori agravanți rezultați din acțiunea îngheț-dezghet.

Dacă se constată că fâgașele sunt cauzate de o îmbrăcămintă bituminoasă realizată dintr-o mixtură asfaltică care din diverse motive (conținut de bitum

ridicat, bitum moale, compactare insuficientă, schelet mineral slab etc.) sub solicitările traficului prezintă deformații plastice evidente, soluția ce se impune este frezarea starturilor bituminoase, refolosirea materialului rezultat și realizarea unor noi straturi bituminoase din mixtură asfaltică antifăgaș.

### **3.7.4.5. Concluzii**

Din cele prezentate mai sus rezultă faptul evident că sub influența factorilor enumerați (trafic intens și greu, temperaturi ale mediului ambiant ridicate și îndelungate, eventuale inadvertențe în proiectare și execuție etc.) pe drumurile intens solicitate pot să apară făgașe cu consecințe neplăcute pentru desfășurarea circulației rutiere.

În mod evident, se detașează necesitatea studierii și introducerii unor măsuri care să limiteze, ba chiar să elimine, posibilitatea apariției făgașelor mai ales pe drumurile în curs de reabilitare.

Considerăm că una dintre condițiile principale ce se necesită a fi analizată este cea legată de proiectarea și realizarea mixturilor asfaltice din care se execută straturile bituminoase. În această ordine de idei se remarcă necesitatea utilizării unor bitumuri mai dure (penetrație 40/50), bitumuri cu adaosuri de polimeri sau elastomeri care să le micșoreze susceptibilitatea termică. În toate cazurile se apreciază ca necesară efectuarea unor studii complexe pentru a se găsi formula cea mai potrivită pentru introducerea mixturilor amifăgaș în scopul realizării unor straturi bituminoase care să nu genereze apariția făgașelor.

### **3.7.5. Sectoare experimentale executate pe DN 69 Timișoara - Arad**

Pe acest sector de drum s-a experimentat execuția de îmbrăcămînți bituminoase realizate din mixturi asfaltice cu bitum modificat cu polimerul S.B.S..

Sectorul experimental s-a executat în poziția km 23+290...27+440 sector cu făgașe pronunțate.

Polimerul S.B.S. (Stiren - butadien - stiren) este cel mai bun reprezentant al clasei de polimeri, datorită faptului că stirenul și butadiena sunt compatibil cu componentii aromatici și nearomatici din bitum.

Această compatibilitate este principala trăsătură care produce puternicele interacții ale polimerului S.B.S. cu bitumul.

Polimerul S.B.S. este unic în sensul că diferitele blocuri sunt incompatibile și tind către o separare a fazelor. Având în vedere că sunt legate chimic, blocurile de polistiren și polibutadienă au tendința de separare; această separare a fazelor conduce către aglomerarea, respectiv unirea blocurilor terminale polistirenice în domenii.

După amestecare cu bitumul, polimerul S.B.S se gonflează, mărindu-și volumul de până la 3 ori, acest fenomen de gonflare este mai ridicat la concentrații

joase de S.B.S în bitum și el a fost observat prin repararea fazei bogate în polimer de faza bogată în asfaltene, prin centrifugare la temperatură înaltă.

La concentrații de 5...6 % S.B.S. în bitum, polimerul gonflat ocupă un volum mare în bitum, astfel încât poate forma o rețea continuă prin acesta.

#### **3.7.5.1. Influența polimerului S.B.S. asupra vâscozității bitumului**

Ca mulți alți polimeri, și S.B.S-ul conduce la creșterea vâscozității bitumului. S-a observat că odată cu creșterea concentrației polimerului la diferite temperaturi, asistăm la o creștere a vâscozității, dependența fiind liniară.

#### **3.7.5.2. Influența polimerului S.B.S. asupra punctului de înmuiere și penetrației bitumului**

Punctul de înmuiere obținut pentru concentrații diferite de S.B.S. relevă o creștere marcantă a temperaturii corespunzătoare punctului de înmuiere la o concentrație de aproximativ 5 % S.B.S. Acest lucru dovedește formarea unei rețele continue prin bitum. În ceea ce privește penetrația, aceasta scade cu creșterea concentrației polimerului S.B.S.; acest lucru se poate explica tot prin prezența unei rețele în bitum, rețea care, odată cu creșterea concentrației devine continuă.

#### **3.7.5.3. Influența polimerului S.B.S. asupra punctului de rupere Fraass**

Punctul de rupere Fraass este influențat favorabil prin adăugarea polimerului S.B.S. Astfel, introducerea S.B.S. are drept urmare creșterea forței de coeziune internă a bitumului, elementul hotărâtor în acest caz fiind reprezentat de lanțul flexibil de polibutadienă - cu o temperatură de tranziție de ordinul II, în jur de 90 ° C.

Se diminuează astfel friabilitatea amestecului bitum - polimer la temperaturi joase. Acest lucru este ilustrat prin faptul că în cazul unor concentrații în S.B.S. de 12 % și chiar mai mult, pentru acoperiri de construcții civile, temperatura Fraass este în general sub 38 ° C, chiar și în cazul unui bitum cu penetrație de 50 zecimi de milimetri (1/10 mm).

#### **3.7.5.4. Influența polimerului S.B.S. asupra ductilității bitumului**

Testul de ductilitate se referă la capacitatea bitumului de a curge, oricum, rețeaua S.B.S. reduce această capacitate, ductilitatea fiind mai mică în cazul unui bitum modificat decât în cazul unui bitum nemodificat. Trebuie remarcat faptul că această comportare este înregistrată la o temperatură înaltă, unde alungirea bitumului nu poate fi urmată de rețeaua S.B.S. La temperaturi joase însă, unde

oricum bitumul nu prezintă proprietatea de alungire, polimerul S.B.S. contribuie la creșterea flexibilității, ductilitatea crescând cu adaosul de polimer.

Mai mult decât atât, testul de ductilitate este folosit pentru a demonstra comportarea elastică a bitumului modificat prin urmărirea revenirii elastice după rupere sau tăiere.

Pentru a îmbunătăți calitatea bitumului de la rafinăria Suplacu de Barcău a fost studiată posibilitatea de modificare a acestuia cu modificatori de tipul S.B.S.

Au fost utilizați următorii copolimeri:

- CAROM TL 30 - cu catenă liniară;
- CARIFLEX TR 1101 - cu catenă ramificată.

### 3.7.5.5. Caracteristici tehnice CAROM TL 30. Bloc copolimer stiren - butadienic linear cu 30 % stiren. Descriere

CAROM TL 30 se prezintă sub formă de granule și se obține prin polimerizarea bloc - copolimerului stiren - butadienic linear în soluție, stabilizat cu stabilizator non – staining.

#### Caracteristici tehnice CAROM TL 30

Tabelul 3.15

Caracteristici Tehnice	U.M.	Condiții de admisibilitate	Metode de analiză
Aspect	-	granule	Vizual
Stiren legat	%	28-32	metodă nestandardizată
Densitate la 20 <sup>0</sup> C	g/cm <sup>3</sup>	0,945-0,955	STAS 5787-92
Rezistență la rupere, min.	MPa	18	SR ISO 37:1997
Duritate Shore, min.	<sup>0</sup> ShA	60	STAS 5441/2-74
Volatile, max.	%	0,7	cu etuvă la 105 <sup>0</sup> C
Alungire la rupere, min.	%	700	pe haltere tip II

#### Caracteristici tehnice CARIFLEX TR - 1101

Tabelul 3.16

Caracteristici Tehnice	U.M.	Condiții de admisibilitate
Structură	-	Linear
Aspect	-	Pudră
Conținut de stiren	%	31
Conținut de volatile	%	0,3
Cenușă	%	4,0
Duritate Shore A, 30s	-	72
Rezistență la rupere	Mpa	33
Alungire la rupere	%	800

Bitumul studiat în acest caz a fost de tip D 80/100 și D 60/80. Asupra probelor modificate cu polimer au fost efectuate determinările uzuale de laborator, rezultatele obținute fiind prezentate în tabelele nr. 3.17 și nr. 3.18

Bitum de Suplacu de Barcău D 80/100, simplu și modificat

Tabelul 3.17

Nr. crt.	Denumire caracteristici	U.M.	BITUM			Instr.tehnAND ptr.bitum modificat
			simpl.	modificat 4 % CAROM TL 30	modificat 4 % CARIFLEX	
1	Penetrația	1/10mm	84	51,3	48,7	55..70
2	Punct de înmuiere	°C	46	58,5	58	min.55
3	Ductilitate la 25 °C	cm	>100	74	84	-
4	Punct de rupere Fraass	°C	-21	-24	-24	max.-20
5	Pierdere de masă	%	0,320	0,233	0,340	max.0,9
6	Penetrație reziduală	%	54,4	50	51	min.50
7	Creșterea punctului de înmuiere	°C	9	2,5	4	max.9
8	Ductilitatea la 25 °C	cm	70	-	-	-

Bitum de Suplacu de Barcău D 60/80, simplu și modificat

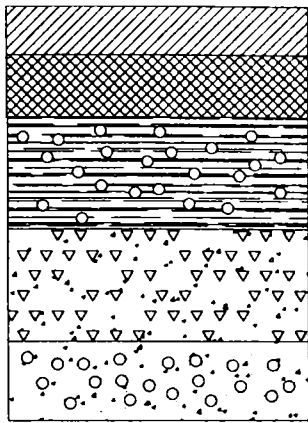
Tabelul 3.18

Nr. crt.	Denumire caracterist.	U.M.	Bitum				Instr. tehn. AND ptr. bitum modif.
			simplu	modificat 4 % CAROM-TL 30	modificat 5 % CAROM-TL 30	modificat 5 % CARIFLEX	
1	Penetrația	1/10m	70,2	38	33	35	55...70
2	Punct de înmuiere	°C	46	58,5	64,4	58,6	min. 55
3	Ductilitate la 25 °C	Cm	>100	55	49	30	-
4	Punct de rupere Fraass	°C	-23	-24	-24	-24	max. -20
5	Pierdere de masă	%	0,513	0,310	0,282	0,406	max. 0,9
6	Penetrație reziduală	%	50	76,3	77	74,3	min. 50
7	Creșterea punctului de înmuiere	°C	7	4	1,7	5,1	max. 9
8	Ductilitatea la 25 °C	Cm	>100	26,3	43,3	30	-

În cadrul lucrărilor de reabilitare sectorul experimental s-a realizat pe DN 69 km 23+290-27+440.

Inițial structura rutieră a avut o grosime de 49,0 cm și a fost formată din următoarele straturi:





- strat de uzură din B.A. 16 - 2,0 cm;
- strat de legătură 4,0 cm;
- strat de legătură 8,0 cm macadam penetrat;
- fundație 35,0 cm:
  - balast 15,0 cm;
  - piatră spartă 20,0 cm;

Fig. 3.27.

Profilul transversal tip înainte și după finalizarea lucrărilor este prezentat în următoarea schiță.

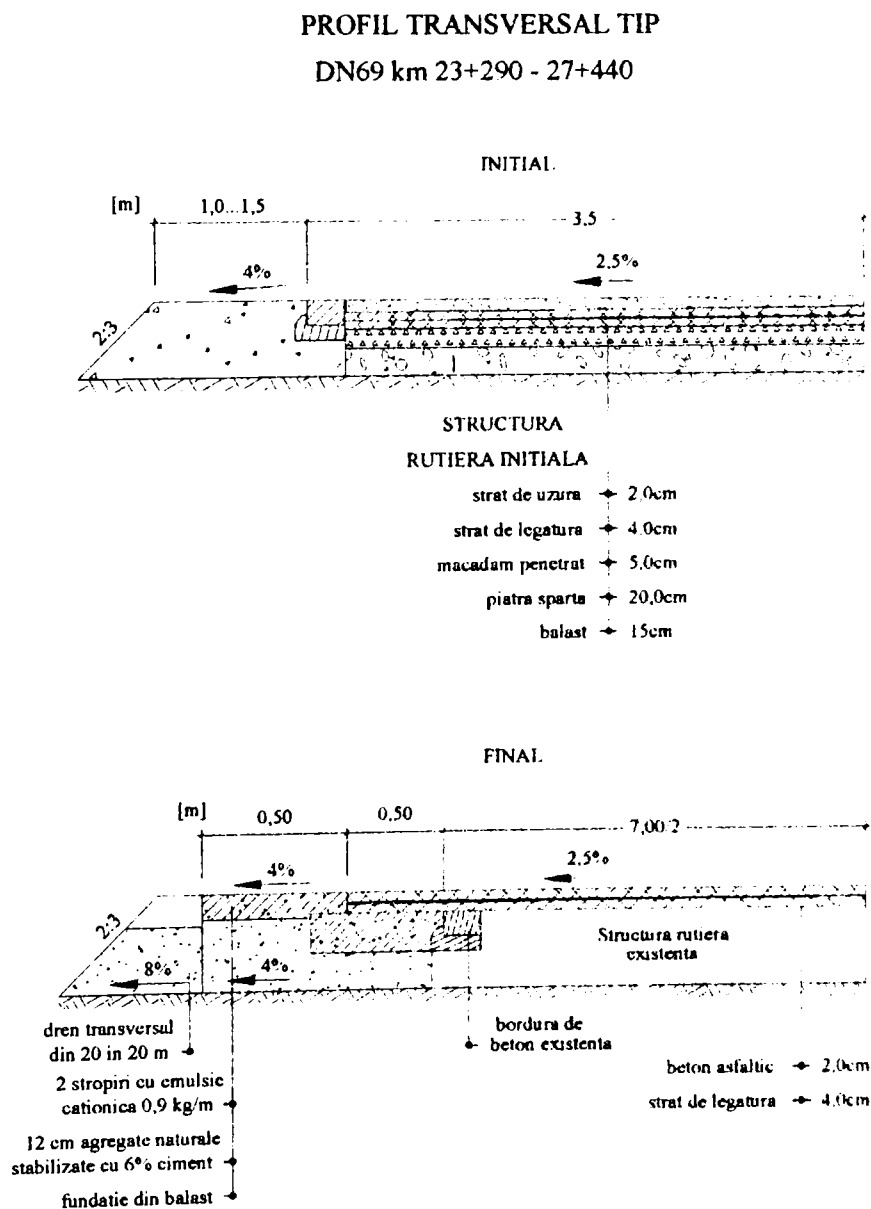
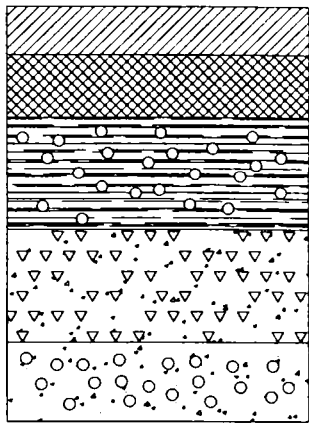


Fig. 3.28.

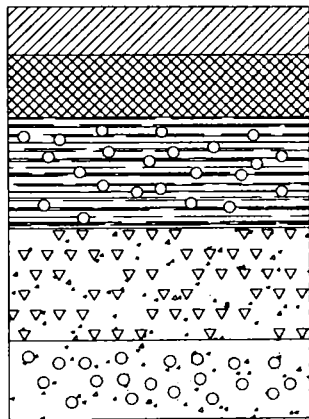
După cum se observă structura rutieră după finalizarea lucrărilor de reabilitare este alcătuită din:



- strat de uzură BA16 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 4,0 cm;
- strat de bază AB31 14,0 cm;
- fundație (balast) 35,0 cm.

Fig. 3.29.

iar acolo unde s-au realizat casete de lărgire din:



- strat de uzură BA16 4,0 cm;
- strat de legătură BAD25 4,0 cm;
- strat din agregate stabilite cu 6 % ciment 25,0 cm;
- fundație din balast 25,0 cm.

Fig. 3.30.

### 3.8. Reabilitarea pistei de decolare – aterizare a Aeroportului Internațional Arad

#### 3.8.1. Generalități

Aeroportul internațional Arad funcționează din anul 1935, fiind primul aeroport din România pe care a aterizat un avion care făcea cursă internațională (Paris - Berlin - Viena - Arad - București - Istanbul). În anul 1936 s-a construit aerogara cu o suprafață construibilă de 725 m<sup>2</sup>, parterul actualei aerogări.

Aeroportul Arad este situat la 4 km Vest de municipiul Arad, 21°15'49" longitudine E, 46°10'35" latitudine N, la o altitudine de 106 m.

#### *Date tehnice generale:*

Suprafața totală ocupată de aeroportul internațional Arad este de 149 ha.

*Pista de decolare - aterizare (P.D.A.)* este executată din beton de ciment cu dimensiunile 2000×60 m în grosime de 18 cm. Betonarea pistei s-a făcut în anul 1951 și s-a adoptat următoarea structură:

- strat de uzură 6 cm;

- strat de rezistență 12 cm;
- nisip pilonat 2 cm;
- strat de piatră spartă cilindrată 15 cm;
- strat de balast stabilizat mecanic 9 cm.

Prin această structură se asigură o capacitate de 9,8 t/roată izolată.

În anul 1982 s-a executat în cadrul unei lucrări de reparație capitală înlocuirea dalelor degradate adiacente axului pe o lungime de 1200 m. Pista are pe margini canale de scurgere pentru ape pluviale acoperite cu pișcoți din beton.

*Calea de rulare:*

Pista dispune de două căi de rulare.

*Calea de rulare A* construită în anul 1951 și consolidată în 1970 are o lungime de 340 m și lățimea de 18 m, fiind prevăzută cu buzunar de întoarcere executat din beton asfaltic.

*Calea de rulare D* construită în 1952 din pavaj de piatră cubică iar în 1977 în cadrul lucrărilor de reparații capitale s-a executat un strat de 12 cm de beton asfaltic. Are o lungime de 2 200 m și o lățime de 18 m.

*Bretele de legătură B-C* construite în 1952 în aceleași condiții ca și căile de rulare și acoperite cu beton asfaltic în 1977.

*Platforma A.V.O.* construită în 1952, acoperită cu un covor asfaltic în anul 1972 are o lungime de 120 m și o lățime de 60 m.

*Drumuri de acces:* Construite în 1950 din piatră cubică, au două sensuri de circulație cu o lungime de 425 m și 7 m lățime pe sens.

*Canalele de scurgere* a apelor pluviale de la pistă, căi de rulare, bretele, sunt racordate la un sistem de canalizare care este racordat la 2 canale ovoidale ce asigură scurgerea apelor la Râul Mureș.

*Zonele de siguranță* înierbate sunt înțelenite și au o lățime de 120 m în lungul P.D.A.

*Aerogara* a fost construită în 1936. În 1976 a fost mărită prin etajare suprafața construită ajungând la 1 200 mp. În spațiul din aerogară își desfășoară activitatea personalul aeroportului, poliția P.C.T.F., vama, TAROM-ul, organele de securitate ale aeroportului.

### **3.8.2. Condiții tehnice**

*Elementele geometrice ale îmbrăcămintei:*

Conform proiectului de execuție noul sistem rutier al pistei de aterizare - decolare are la bază structura pistei vechi la care s-a executat o placă din beton de ciment de 28 cm grosime. Pentru asigurarea unei grosimi uniforme, împiedicarea transmiterii fisurilor din vechea placă, s-a executat un strat de mortar asfaltic care a avut o grosime variabilă (3,5...8,5 cm) datorită diferențelor de execuție ale îmbrăcămintei existente.

Abaterea maximă admisibilă la grosimea proiectată a îmbrăcămintei a fost de -10...+20 mm.

Abaterea maximă admisibilă la lățimea proiectată a benzii de beton -10...+10 mm.

În profil longitudinal, abaterile maxime admisibile ale cotelor îmbrăcăminteii în ax față de cele proiectate:  $-10...+10$ .

Nu se admit abateri la pantele transversale ale îmbrăcăminteii pistei.

Denivelările maxime admisibile ale suprafeței îmbrăcăminteii atât în sens longitudinal cât și în sens transversal măsurate sub dreptarul de 3 m, pe fiecare bandă sunt de maxim 3 mm.

Nu se admit denivelări la rosturile transversale.

Denivelările admisibile între 2 benzi de beton adiacente la rostul longitudinal de contact sunt de maxim 2 mm.

#### *Betonul:*

*Compoziția betonului de ciment rutier tixotrop de clasă BcR4,S* prescrisă pentru execuția pistei a fost următoarea:

- ciment P<sub>40</sub>, conform STAS 380-80 350...370 kg/m<sup>3</sup>;
- raport A/C max. 0,43;
- aditiv plastifiant și antrenor de aer DISAN-A, conf. C.S. nr. 4/1983 max. 0,3 %
- nisip natural, sort 0-3 mm, conf. STAS 662-89;
- nisip natural, sort 3-7 mm, conf. STAS 662-89;
- cribluri (Poeni) sort 8-16 mm, conf. STAS 667-90;
- cribluri (Poeni) sort 16-25 mm, conf. STAS 667-90.

*Caracteristicile betonului de ciment rutier tixotrop în stare proaspătă* prescrise:

- densitatea aparentă  $2400\pm 50$  kg/m<sup>3</sup>;
- lucrabilitatea 1,15...1,35 prin metoda gradului de compactare;
- conținutul de aer oclus 3...5 %;
- temperatura betonului proaspăt la locul de turnare: mai mare de 5°C.

*Caracteristicile betonului întărit* prescrise au fost următoarele:

- rezistența caracteristică la încovoiere ( $R_{inc}^k$ ) determinată la vârsta de 28 de zile pe prisme de 100×100×550 mm conf. STAS 1275-88: 4,5 N/mm<sup>2</sup>;
- rezistența medie la compresiune ( $R_c$ ) determinată la vârsta de 28 de zile pe cuburi cu latura de 141 mm conf. STAS 1275-88 sau carote cu diametrul de 100 mm min 40 N/mm<sup>2</sup>;
- gradul de gelivitate G 100.

#### *Materiale componente ale betonului:*

##### *Agregate:*

Pentru prepararea betoanelor de ciment rutier tixotropice de clasă BcR4,S s-au utilizat:

- nisipuri naturale de râu în sorturile 0-3 și 3-7 din balastierele existente pe râul Mureș ale căror caracteristici s-au încadrat în condițiile de calitate.

##### *Sort 0-3:*

- a). Granulozitate:

Tabelul 3.19

Dimensiune ochiuri site (ciur)	0,2	1	3	7	16
treceți	12,6	64,5	94	100	–
limite	2-14	25-68	60-90	100	–

- b). Echivalentul de nisip EN=92 % (>85 %);  
 c). Substanțe humice: soluție incoloră;  
 d). Mică liberă: inexistentă (max. 1 %);  
 e). Cărbune: inexistent (max. 0,5 %);  
 f). Corpuri străine: NU (nu se admit);  
 g). Sulfați (exprimați în S03): NU (max. 1 %)

Sort 3-7:

- a). Granulozitate:

Tabelul 3.20

Dimensiune ochiuri site (ciur)	0,6	1	3	7	16
treceți	0,2	1,5	5	92,6	100
limite	0-5	0-5	0-10	90-100	100

- b). Corpuri străine: NU (nu se admit);  
 c).  $p_{0,09} = 0,58$  % (max. 1 %);  
 d). Uzura Los Angeles LA = 27,2 % (LA < 35 %);  
 - cribluri (Dacit de Poeni) în sorturile 8-16 și 16-25 ale căror caracteristici s-au încadrat în condițiile de calitate.

Sort 8-16:

- a). Granulozitate:

Tabelul 3.21

Dimensiune ochiuri site (ciur)	3	8	16	25
treceți	0,1	1,7	97,6	100
limite	0-10	0-10	95-100	100

- b). Părți levigabile:  $p_{0,09} = 0,85$  % (max. 1 %);  
 c). Coeficient de formă: CF = 11 % (CF < 25 %);  
 d). Uzura Los Angeles: LA = 7.8 % (LA < 18 %).

*Cimentul:* Pentru realizarea pistei de decolare-aterizare s-au preparat betoane de clasă BcR4,5 utilizându-se ciment P<sub>40</sub>, aprovizionarea făcându-se de la Fabrica de Ciment Turda având următoarele caracteristici:

- timp de priză: început 1h 15min – 1h 45min (> 1 h);  
sfârșit 2h 20min – 3h 10min (< 8 h);
- constanța de volum: bună fără fisuri și crăpături;
- rezistența la întindere prin încovoiere:
  - la 2 zile: 14,2 – 4,8 N/mm<sup>2</sup> (>3 N/mm<sup>2</sup>);
  - la 28 zile: 6,8 – 7,9 N/mm<sup>2</sup> (>6 N/mm<sup>2</sup>);
- rezistența la compresiune:
  - la 2 zile: 17,7 – 21,2 N/mm<sup>2</sup> (>17 N/mm<sup>2</sup>);
  - la 28 zile: 42,3 – 48,4 N/mm<sup>2</sup> (>40 N/mm<sup>2</sup>).

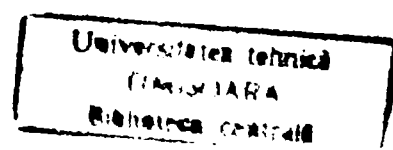
Apa: Apa utilizată la prepararea betonului a fost de la rețeaua publică și a îndeplinit condițiile impuse de STAS 790-84.

Aditivi: Pentru reducerea tendințelor de segregare a betonului în timpul transportului, îmbunătățirea lucrabilității acestuia și creșterea rezistenței la îngheț-dezgheț repetat s-a utilizat aditivul mixt plastifiant și antrenor de aer DISAN-A conform prevederilor din Normativul de Betoane Rutiere C22-92.

### 3.8.3. Caracteristici calitative ale pistei

Tehnologia modernă care s-a adoptat la execuția pistei din beton de ciment, performanțele tehnice deosebite ale vibrofinisorului Wirtgen SP500 folosit s-a realizat o lucrare cu următorii parametri calitativi:

- denivelări în profil transversal : 0,6...1,8 mm (max) ;
- denivelări în profil longitudinal : 0,1...1,2 mm (max) ;
- denivelări la rosturi transversale : zero ;
- denivelări la rosturi longitudinale : 0,1...1,0 mm (max) ;
- denivelări la rosturi de lucru : 1,0...1,2 mm (max) ;
  
- abateri linie roșie : zero ;
- pante transversale : 0,63...1,22 % ;
- dale cu microfisuri : 0,75 % ;
- dale cu microfisuri : 0,2 % .



### 3.9. Observații și concluzii

Se apreciază că soluțiile tehnice aplicate la reabilitarea drumurilor în România au condus la realizarea unor lucrări de calitate, asigurându-se premisele unei bune comportări în exploatare a drumurilor. Lucrările suplimentare executate, dictate de necesități obiective au mărit costul reabilitării, însă consider că acestea au fost absolut necesare ținând seama de evoluția traficului rutier, în special marcată de o intensitate mare a circulației vehiculelor grele, de structura rutieră existentă foarte modestă și de o neuniformitate pronunțată a acesteia, atât în lungul traseului, cât și în profil transversal.

Sunt de părere că, pentru viitoarele lucrări de reabilitare se impune reconsiderarea unor soluții tehnice, în special legate de lărgirea părții carosabile, care să asigure pe de o parte o rezolvare tehnică superioară, iar pe de altă parte o eficiență în execuție sporită prin simplificarea tehnologiei de execuție. De asemenea, apreciez că se pot aduce îmbunătățiri în ceea ce privește proiectarea podețelor și a dispozitivelor de evacuare a apelor de suprafață care, după părerea mea, sunt supradimensionate.

Apreciez că se impune efectuarea unei urmăriri permanente a evoluției drumurilor reabilite prin determinarea periodică a indicilor de stare tehnică, în special a capacității portante și a stării de degradare. Această activitate este absolut necesară în vederea optimizării strategiilor de întreținere în funcție de starea tehnică, evoluția traficului rutier și resursele disponibile.

## **Cap. 4. CONCLUZII GENERALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. VALORIFICAREA CERCETĂRILOR UTILIZATE, PROPUNERI**

Problema întreținerii și exploatării drumurilor constituie preocuparea de bază a administrațiilor rutiere de la noi din țară și de pretutindeni. Este de la sine înțeles că avem obligația de a păstra și dezvolta patrimoniul rutier existent realizat de-a lungul multor ani de strădănie în același timp cu aducerea stării tehnice a drumurilor la nivelul solicitărilor crescânde ale traficului și condițiilor atmosferice precum și la nivelul pretențiilor justificate ale utilizatorilor.

Se impun deci propuneri pentru întreținerea prezumtivă a drumurilor prin tehnologii adecvate și aducerea complexelor rutiere la capacitatea portantă necesară a prelua în condiții de siguranță și confort solicitările rezultate din creșterea traficului greu atât ca volum cât și ca greutate pe osie. Experiența autorului conduce la concluzia că pentru a face față provocărilor actuale și de perspectivă trebuie adoptate strategii fundamentale pe studii complexe din care nu pot să lipsească studiile permanente asupra comportării la exploatare a drumurilor care să cuprindă domeniul capacităților portante, caracteristicilor suprafeței de rulare, siguranța circulației, confortul călătorilor și condițiile ecologice de exploatare.

În concluzie doctorandul și-a propus organizarea activității sale, din acest punct de vedere, astfel încât să crească în orice moment starea tehnică a drumurilor în exploatare din D.R.D.P. inventariind defecțiunile ce au apărut și studiind cauzele care le-au generat, găsim soluții de remediere și mai ales de prevenire a apariției defecțiunilor. Pentru a putea stăpâni situația viabilității drumurilor am ajuns la concluzia că unitățile din teritoriu trebuie dotate cu mijloace moderne de investigație, organizate astfel încât mobilitatea să fie maximă, personalul trebuie instruit și disciplinat astfel încât să fie receptiv la însușirea și aplicarea unor tehnologii de mare eficiență, cu ajutorul cărora să poată interveni prompt pentru prevenirea defecțiunilor și asigurarea unor transporturi rutiere în siguranță pe orice anotimp.

În teză am scos în evidență unele aspecte privind dezvoltarea sectorului rutier în țara noastră și din D.R.D.P. Timișoara în comparație cu sectoarele rutiere din alte țări, tratând în același timp și modul de dezvoltare a traficului rutier ajungând la concluzia că mai sunt enorme probleme de rezolvat pentru a ajunge acolo unde tindem, adică la nivelul, și în sectorul rutier, al țărilor din vestul continentului. Progresele din ultimul an îmi întăresc convingerea că putem să realizăm acest deziderat.

Din analiza experienței dobândite cu ocazia studiilor și aplicării tehnologiei reciclării mixturilor asfaltice rezultate din frezarea îmbrăcăminților bituminoase și din urmărirea de-a lungul anilor a drumurilor a căror îmbrăcăminți au fost reciclate, am ajuns la concluzia că tehnologiile reciclării la cald sau la rece a



mixturilor asfaltice rezultate din rabetarea îmbrăcăminților bituminoase existente cu defecțiuni sau îmbătrânite sunt de mare eficiență, asigură economii mari de materiale, au o productivitate deosebită și se încadrează în dezideratul general de dezvoltare durabilă subliniat de repetate ori și la ultimul Congres Mondial al Drumurilor de la Kuala Lumpur (Congresul al XX-lea din 1999), la care am participat ca delegat al A.N.D.

Odată cu sporirea duratei de exploatare a drumurilor modernizate, acestea se deteriorează exponențial, astfel încât lucrările de întreținere devin ineficiente și nu mai pot asigura o viabilitate corespunzătoare, mai ales pe sectoarele unde traficul greu este deosebit de activ. În aceste caz se impun studii și cercetări ample, pe baza cărora să se întocmească proiecte complexe de reabilitare. În cadrul etapei I de reabilitare a drumurilor cu trafic intens au fost incluși peste 300 km de drumuri din cadrul D.R.D.P. Timișoara. Din experiența acumulată cu ocazia reabilitării drumurilor din unitatea noastră rezultă o serie de concluzii generale în rândul cărora doresc să menționez câteva. În vederea creării posibilității de întocmire a proiectelor sunt necesare studii de trafic extinse pe mai mulți ani și aprecierea pe baza recensământurilor a dezvoltării acestuia în viitorii 10...15 ani (prognoza traficului).

Sunt necesare studii și măsurători, folosindu-se aparatura modernă care există la noi în țară, asupra capacității portante reziduale a complexelor rutiere existente, în scopul creării premiselor unei dimensionări cât mai sigure a soluțiilor pentru ranforsare. Consider că în marea majoritate a cazurilor soluțiile proiectate au fost corespunzătoare. O observație pe care am reținut-o este ce alegată de proiectarea dispozitivelor de scurgere a apelor pluviale care pe unele sectoare au fost supradimensionate. Consider că este necesar ca pe cât posibil să înlocuim șanțurile trapezoidale cu rigole triunghiulare pavate. Apreciez că așa cum s-a procedat sunt necesare cât mai multe sectoare experimentale, în cadrul cărora să se verifice noile soluții propuse și să se aprecieze pe bază de studii și verificări de laborator performanțele tehnologiilor noi propuse. Consider problema urmării zi de zi, moment de moment, a calității lucrărilor prin specialiști selectați sever profesional, ca o condiție hotărâtoare a reușitei lucrărilor.

Ca o concluzie generală bazată pe studiul comportării în exploatare a îmbrăcăminților bituminoase realizate cu mixturi asfaltice fabricate cu bitumuri modificate, pot să afirm că tehnologiile aplicate în cadrul D.R.D.P. Timișoara au reușit, iar comportarea în exploatare a lucrărilor realizate cu noile tehnologii introduse este bună.

Teza cuprinde sinteza studiilor, experimentărilor și realizărilor obținute în activitatea desfășurată în cadrul unităților de drumuri pe parcursul multor ani, precum și concluziile la care autorul a ajuns pe baza propriei experiențe. Doctorandul și-a adus de asemenea contribuția sa la dezvoltarea metodelor și tehnologiilor de întreținere și reabilitare a drumurilor.

Dintre contribuțiile originale menționate în lucrare, amintesc următoarele:

- studiul evoluției stării drumurilor în țara noastră și în cadrul D.R.D.P. Timișoara, precum și comparația rețelei de drumuri din țara noastră cu rețelele de drumuri din alte țări europene. Se remarcă studiul detaliat al rețelei de drumuri din

punct de vedere al viabilității și stabilirea sectoarelor cu durata de exploatare expirată, menționându-se defecțiunile constatate de-a lungul anilor, cauzele care le-au produs și influența lor asupra circulației vehiculelor;

- organizarea, realizarea, urmărirea și interpretarea datelor asupra traficului, obținute pe baza recensământurilor efectuate începând din anul 1956;

- întreținerea, organizarea, studierea, experimentarea și generalizarea în cadrul D.R.D.P. Timișoara a tehnologiilor de reciclare a mixturilor asfaltice rezultate din frezarea îmbrăcăminților bituminoase vechi, precum și introducerea mixturii asfaltice reciclate în repararea pe suprafețe mari a îmbrăcăminților rutiere în exploatare;

- participarea la studiul posibilităților de introducere la nivelul D.R.D.P. Timișoara a covoarelor asfaltice subțiri din mortar asfaltic, stabilirea condițiilor de aplicare a acestei noi tehnologii, urmărirea și colaborarea la elaborarea soluțiilor de aplicat, stabilirea sectoarelor de drum care se pretează la această tehnologie, urmărirea execuției și a rezultatelor cercetărilor și verificărilor de laborator, urmărirea comportării în exploatare a lucrărilor executate, interpretarea observațiilor consemnate și luarea deciziilor corespunzătoare;

- participarea cu sugestii și propuneri la elaborarea programului de reabilitare a drumurilor, stabilirea temelor de proiectare, contribuție la implementarea soluțiilor stabilite cu concursul personal al autorului, urmărirea calitativă și cantitativă a lucrărilor realizate;

- inițierea, studierea, realizarea sectoarelor experimentale; stabilirea etapelor de cercetare, participarea la proiectarea dozajelor, stabilirea verificărilor de laborator, analiza rezultatelor consemnate în buletinele de laborator, participarea la realizarea industrială a mixturilor asfaltice noi, proiectate a avea performanțe foarte ridicate, urmărirea aplicării tehnologiilor stabilite, urmărirea comportării în exploatare a sectoarelor experimentale, analiza rezultatelor și luarea directă a deciziilor potrivite, rezultate din cercetările efectuate;

- o contribuție importantă o consider cea privitoare la studiul defecțiunilor și în special studiul de formațiilor plastice (făgașe) apărute pe DN 69 Timișoara – Arad. Ca urmare a cercetărilor efectuate au rezultat propuneri deosebit de utile pentru obținerea unor mixturi asfaltice antifăgaș, caracterizate în principal printr-un schelet mineral puternic, cu un procent de liant spre limita inferioară și deosebit de importantă este necesitatea introducerii în procesul de fabricare a mixturilor asfaltice a unor bitumuri mai dure (în jur de 50 l/m la 25°C);

- apreciez ca importante și studiile efectuate la execuția îmbrăcăminții din beton de ciment aplicată la aeroportul din Arad. Cercetările efectuate cu această ocazie și menționate în teză pot fi aplicate la reabilitarea drumurilor cu îmbrăcăminți din beton de ciment.

- Subliniez faptul că rezultatele cercetărilor efectuate au fost implementate în totalitate în producție. De asemenea, autorul a făcut cunoscută experiența dobândită și cu ocazia manifestărilor științifice organizate în țară.

## BIBLIOGRAFIE

1. Alexa I. și Bîlțiu Aurica Emulsii bituminoase. Editura Mirton Timișoara 1998.
2. Alexa I. Contributii la studiul, cercetarea și realizarea unor tehnologii rutiere eficiente. Teză de doctorat. Universitatea "Politehnica" Timișoara 1998.
3. Allimani M. Contribution à l'étude de l'endommagement par fatigue des enrobés bitumineux. Rapport de recherche. In "Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées" nr.151, juin 1988.
4. Andrei R. Metode statistice aplicate la drumuri. Editura Tehnică, București 1983.
5. Andrei, R., Strungă, V., Belțic, M., Tudor, O., Surugiu, M., Batică, C., Davidescu, N. Metode și tehnici moderne pentru urmărirea sezonieră a performanțelor îmbrăcămintilor rutiere. În "al X-lea Congres național de drumuri și poduri", vol. II, Iași, 15-18 sept. 1998.
6. Andrei, R., Oprea Cornelia, Gomoii, Gr., Ungur Aura, Beica Vasilica Noi posibilități de modificare a bitumului rutier utilizând polimerul reactiv: Elvalay AM. În: "al X-lea Congres național de drumuri și poduri" vol. II, Iași, 15-18 sept. 1998.
7. Angheluță, C. și Alexandrescu, S. Uzura Los Angeles, caracteristică esențială privind calitatea agregatelor naturale utilizate la lucrările de drumuri. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri" vol. I, Iași 15-18 sept. 1998.
8. Baron, T., ș.a. Calitate și fiabilitate. Vol. I. Editura Tehnică, București 1988.
9. Beica Vasilica Aspecte privind adezivitatea biturilor la agregate naturale. În: Zilele Academice Timișene, 27-28 mai 1999, vol. I, Timișoara.
10. Beica Vasilica și Ungur Aurelia Analiza cantitativă și calitativă a bitumului modificat, cu ajutorul spectrofotometrului FT-IR. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri" vol. II, Iași 15-18 sept. 1998.

11. Bense, P. și Malgras, P. Les techniques et moyens de SCREG pour rehabiliter les routes roumaines. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri" vol. II, Iași, 15-18 sept.1998.
12. Beuran Marieta și Iliescu, M. Unele aspecte privind calculul de oboseală a structurilor rutiere nerigide. În a VIII-a "Conferință națională de drumuri și poduri", vol. Drumul și eficiența. Cluj-Napoca, 5-6 iunie 1990.
13. Di Benedetto, H., Yan, X., Chaverot, P. Caractéristiques mécaniques des enrobés au bitume polymère (Styrelf 13). In "Bulletin de liaison" nr.187, Paris, oct. - nov. 1993.
14. Bilțiu Aurica Metode moderne de control a calității lucrărilor de drumuri. Referat de doctorat. Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1979.
15. Bilțiu Aurica Determinarea rezistenței la degradare a mixturilor asfaltice cu aparatul Los Angeles. În Simpozionul "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor, podurilor și căilor ferate". Cluj-Napoca, 2-3 oct. 1987.
16. Bota, O., Panțel, E., Iliescu, M., Chira Carmen, Olteanu Carmen, Hoda, G. Dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide în "Revista Drumuri și poduri" nr. 37, București 1997.
17. Blat, G. Méthode de mesure de l'état de surface d'une chaussée. Présentation, applications et développements éventuels. In "Bulletin de liaison" nr.124, Paris mars-avril 1983.
18. Brillet, F. Propriétés antiderapantes des revêtements routiers, bilan de quatorze années de campagnes nationale de glissance. In "Bulletin de liaison" nr.134, Paris, nov.-dec. 1984.
19. Brillet, F. și Marsac, P. Mesure de la macrotexture des chaussées. In "Bulletin de liaison" nr.140, Paris, nov.- dec. 1985.
20. Brule, B. Les bitumes-polymères, notion de base. In "Revue générale des routes et des aérodromes" nr.711, Paris, 1993.

21. Bucșa, D. Actiuni de restructurare a Administrației naționale a drumurilor. Modernizarea infrastructurii rutiere în România. În "Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri", vol. I, Iași 15-18 sept. 1998.
22. Burnei, G. Contribuții la introducerea și dezvoltarea tehnologiei de ranforsare a structurilor rutiere existente cu îmbrăcăminti din beton de ciment. Teză de doctorat. "I. P. Traian Vuia" Timișoara 1990.
23. Burnei, G. Drumul și mediul înconjurător. Resursele umane și riscurile ecologice. În: Zilele Academice Timișene, vol.I, 27-28 mai 1999, Timișoara.
24. Căpitanu Camelia, Georgeta Fodor, Cioca, S., Hărățau, S. Deflexiunea măsurată cu deflectometrul cu sarcină dinamică-indicator obiectiv pentru evaluarea capacității portante a complexului rutier. În: Zilele Academice Timișene, 27-28 mai 1999, vol.I Timișoara
25. Champion, M. Un nouveau banc d'essai de gravilloneuses à la SEMR de Blois. In "Bulletin de liaison" nr.136, Paris, mars-avril 1985.
26. Chevrier, J. P. Interet et limites des méthodes de mesures nucleaires en construction routière. In "Bulletin de liaison" nr. 140, Paris, nov.-dec. 1985.
27. Ciocan Georgiana Studiul comportării biturilor în legătură cu diverse tipuri de agregate naturale. Universitatea "Politehnica" Timișoara. Referat pentru doctorat, 1998.
28. Costescu, I., ș.a. Considerații asupra comportării în exploatare a unor îmbrăcăminti bituminoase executate cu agregate locale. În "Comportarea in situ a construcțiilor", vol.V, Piatra Neamț, 1984.
29. Costescu, I. Contribuții la dezvoltarea tehnologiei de construcție a structurilor rutiere cu materiale energo-neintensive. Teză de doctorat Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1985.
30. Costescu, I. Comportarea în exploatare a structurilor rutiere din mixturi la rece. În "Zilele Academice Timișene", Timișoara, 25-27 mai 1995.

31. Costescu, I. și Nanu, P. Tehnologii noi aplicate pentru întreținerea drumurilor folosind materiale locale din zona Orșova. În, a VIII-a "Conferință națională de drumuri și poduri" vol. Drumul și eficiența, Cluj-Napoca, 5-6 iunie 1990.
32. Costescu, I., Belc, F., Bancea, C. Încercări periodice pentru determinarea calității unor agregate naturale. În "Zilele Academice Timișene", vol. I, Timișoara, 22 - 24 Mai 1997.
33. Costescu, I., Belc, F., Ramis, M. Investigarea stării tehnice a unor drumuri din Banat. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri", vol. I, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
34. Costescu, I. și Istrățescu, M. Aplicarea metodologiei SUPERPAVE la condițiile climaterice ale României. În "Zilele Academice Timișene", vol. I, Timișoara, 27 - 28 Mai 1999.
35. Dâmboiu, L. și Ghihor Izdrăilă Anca Considerații asupra aplicării tehnologiei reciclării la rece a îmbrăcămintilor bituminoase în D.R.D.P. Timișoara. În "Zilele Academice Timișene", vol. I, Timișoara, 27 - 28 Mai 1999.
36. Dâmboiu, L. Studiul materialelor locale în vederea utilizării lor pentru construcția și întreținerea drumurilor. Universitatea Politehnică Timișoara, Referat de doctorat, 1995.
37. Dâmboiu, L. Studiul viabilității drumurilor naționale din D.R.D.P. Timișoara, în vederea elaborării unor soluții eficiente pentru ranforsarea și întreținerea acestora. Referat de doctorat, Universitatea Politehnică Timișoara, 1995.
38. Dâmboiu, L. Îmbrăcăminti bituminoase utilizate în tehnica rutieră. Tehnologii moderne de ranforsare a structurilor rutiere. Referat de doctorat, Universitatea Politehnică Timișoara, 1994.
39. Dicu, M. Analiza mixturilor asfaltice la fenomenul de văluire pe model la scară redusă. În "Zilele Academice Timișene", vol. I, 27 - 28 Mai 1999, Timișoara.

40. Dinu, M. O metodă de apreciere a capacității portante reziduale în sisteme rutiere compozite, utilizând măsurători DYNATEST. În "Zilele Academice Timișene", vol. II, Timișoara, 22 - 24 Mai 1997.
41. Dorobanțu, S. Posibilități de refolosire a mixturilor asfaltice uzate și îmbătrânite. În a V-a "Consfătuire pe țară a lucrărilor de drumuri și poduri", vol. I, Timișoara 1978.
42. Dorobanțu, S., Jercan, S., ș.a. Drumuri. Calcul și proiectare. Editura Tehnică, București, 1980.
43. Dorobanțu, S. Proiectare, cercetare, construcție drumuri și autostrăzi. În a 8-a "Conferință națională de drumuri și poduri", vol. Drumul și eficiența, Cluj - Napoca, 5 - 6 Iunie 1990.
44. Dorobanțu, S. Unele aspecte actuale de tehnică rutieră. În a 8-a "Conferință națională de drumuri și poduri", vol. Drumul și eficiența, Cluj - Napoca, 5 - 6 Iunie 1990.
45. Dorobanțu, S. Tehnice de întreținere, ranforsare și reabilitare a drumurilor publice. Raport național. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. IV, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
46. Duca Liliana Caracterizarea biturilor rutiere pe baza distilării simulate prin cromatografie în fază gazoasă. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri " vol. I, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
47. Dumitrescu, D., Grigoroiu, C., ș.a. Sisteme de monitorizare a stării drumurilor naționale. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. I, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
48. Fierbințeanu, M., Alexa, I., Dima Tatiana, Achimescu Olga Tehnologie de întreținere și reparare a drumurilor cu straturi subțiri la rece, cu emulsie pe bază de bitum modificat cu polimeri. În "Zilele Academice Timișene", vol. I, Timișoara, 25 - 27 Mai 1995.
49. Fodor Georgeta și Giușcă Gabriela Transmiterea fisurilor în îmbrăcăminti rutiere. În "Revista Drumuri și Poduri" nr. 37, București 1997

50. Gavrilescu, C. Tehnologii eficiente de întreținere drumuri flexibile bazate pe folosirea mixturii existente și fenomenul de autoreparare. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri" vol. IV, Iasi 15-18 sept. 1998.
51. Giusca Gabriela și Fodor Georgeta Metodologii moderne pentru caracterizarea comportării în exploatarea mixturii asfaltice. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri", vol. II, Iași, 15-18 oct. 1998.
52. Gugiuman, Gh. Utilizarea biturilor aditionale. În "Zilele Academice Timișene", vol. I, 27-28 mai 1999.
53. Goanta, I., Grozav A. ș.a. Studiul variabilității compoziției maselor asfaltice provenite de la Rafinăria "PETROLSUB" Suplacu de Barcau. În "Zilele Academice Timișene" vol I, Timișoara 25-27 mai 1995.
54. Groz, P.C. Bitumes modifiés et enrobé mince. În "Resue générale des routes et des aérodromes" nr.711, Paris, 1993.
55. Haratau, S., Fodor Georgeta, Capitanu Camelia, Cioca, S. Propunere pentru o nouă metodă de dimensionare a straturilor bituminoase de ranforsare a drumurilor. În "Zilele Academice Timișene", vol I, 22-24 mai 1997.
56. Iliescu, M. Preocupări privind determinarea rezistenței la oboseală a straturilor din mixtură asfaltică. Simpozion -- Comisia Drumuri, Poduri, Căi Ferate. Cluj-Napoca, oct. 1987, Convolut secțiunea I.
57. Iliescu, M. Preocupări privind introducerea unor concepte noi la dimensionarea sistemelor rutiere nerigide. În "Zilele Academice Timișene", Timișoara, 1991.
58. Iliescu, M. Contribuții la dimensionarea structurilor rutiere suple, luând în considerare rezistența la oboseală a straturilor bituminoase. Teză de doctorat, Institutul Politehnic Cluj-Napoca, 1991.
59. Iliescu, M. Preocupări privind utilizarea geosinteticelor la încetinirea proceselor de fisurare a îmbrăcămintilor rutiere. În "Zilele Academice Timișene", Timișoara 25-27 mai 1995.



60. Ionescu, A.O. Mixturi asfaltice stabilizate cu fibre de celuloză pentru stratul de uzură. În :”Zilele Academice Timișene”, vol I, Timișoara, 27-28 mai 1999.
61. Ionescu, T. Reciclarea asfaltului uzat. În “Revista Drumuri Poduri” nr.34, Bucuresti, 1997.
62. Jeuffroy G. și Sauterey R. Dimensionnement des chaussées. Cours de routes, 2 édition.Presses de l’École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris 1991.
63. Jeuffroy G. și Sauterey R. Controles de qualité en construction routière. Paris 1987.
64. Lucaci, Gh. Contribuții la studiul și diversificarea mixturilor asfaltice și a îmbrăcămintilor bituminoase. Teză de doctorat. Institutul Politehnic “Traian Vuia”, Timișoara, 1986.
65. Lucaci, Gh., Stelea Ileana, Pasca, I. Refolosirea îmbrăcămintilor bituminoase vechi. Al V-lea “Simpozion privind metode eficiente de construcție și întreținere a drumurilor, podurilor și căilor ferate”. Fetești, 1985.
66. Lucaci, Gh. Eficiența refolosirii mixturilor asfaltice din îmbrăcăminti bituminoase uzate. In Simpozion Comisia Drumuri, Poduri, Cai Ferate, vol. I, Cluj-Napoca, oct. 1987.
67. Lucaci, Gh. Soluții noi, eficiente pentru realizarea structurilor rutiere. In “Zilele Academice Timișene”, Timișoara , 25-27 mai 1995.
68. Lucaci, Gh. și Barbos, V. Soluții tehnice aplicate la realizarea drumurilor în România. În „Al X-lea Congres național de drumuri și poduri” vol II, Iași 15...18 sept. 1998.
69. Marin, C.G. Metode moderne de studiu a lianților bituminoși modificați cu polimeri. În „Revista Drumuri Poduri” nr. 34, București, 1997.
70. Mihart, S. Drumul național 7 sector Arad-Nădlac a fost reabilitat. În „Zilele Academice Timișene” Timișoara, vol I, 22...24 mai 1977.

71. Nicoară, L. și Udvardy, L. Considerații cu privire la evoluția realității lucrărilor de drumuri. În convolut „Contemporan IN SITU a Construcțiilor” vol. V. Piatra-Neamț 1984.
72. Nicoară, L., Păunescu, M., Bob, C., Bilțiu Aurica Îndrumătorul laboratorului de drumuri. Editura Tehnică, București, 1985.
73. Nicoară, L., ș.a. Curs-Proiectarea și construcția drumurilor. Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, 1988.
74. Nicoara, L. Întreținere, exploatare drumuri și autostrăzi. În a-VIII-a Conferință națională de drumuri și poduri, vol. Drumul și eficiența, Cluj-Napoca, 5-6 iunie 1990.
75. Nicoară, L. Terminologie rutieră. În „Revista Drumuri Poduri” nr. 28 București, 1996 și în „Zilele Academice Timișene” Timișoara, vol I, 22...24 mai 1997.
76. Nicoară, L. și Bilțiu Aurica Fisurarea îmbrăcămintilor bituminoase. În: „Zilele Academice Timișene „ , Timișoara, vol III, 22...24 mai 1997.
77. Nicoară, L., ș.a. Îndrumător pentru laboratoarele de drumuri. Ediția a-V-a. apărut sub egida APDP din România, Editura INEDIT, 1998.
78. Nicolau, M., Molan Ileana, Dumitru Livia, Dinu, Gh. Dinamica de evoluție a traficului pe rețeaua de drumuri publice interurbane și elementele necesare determinării traficului de calcul pentru proiectarea drumurilor. În al X-lea „Congres național de drumuri și poduri” vol I, Iași, 15...18 sept. 1998.
79. Pașca, I. Aplicarea analizei multicriteriale la concepția și realizarea structurilor rutiere suplă. Referat pentru doctorat. Universitatea ”Politehnica”, Timișoara, 1995.
80. Peticilă, M. Tehnici nucleare utilizate la controlul calității lucrărilor de drumuri. În al X-lea „Congres național de drumuri și poduri”, vol I. Iași, 15...18 sept. 1998.

81. Pinescu, A. Solicitarea dinamică a straturilor rutiere de rulare. În „Al X-lea Congres național de drumuri și poduri”, vol II, Iași 15...18 sept. 1998.
82. Peyron, C. și Garoff, G. Dimensionnement des Maussées. „Presses de l'école Nationale des Ponts et Chaussées”, Paris, 1984.
83. Popescu Nadia și Boicu, M. Norme europene pentru materiale bituminoase. În „Al X-lea Congres național de drumuri și poduri”, vol II, Iași 15...18 sept. 1998.
84. Popescu Nadia și Boicu M. Unele considerații privind utilizarea bitumului modificat la execuția îmbrăcămintelor bituminoase. În „Zilele academice Timișene”, Timișoara, 25...27 mai 1995.
85. Reichert, J. și Romain, J.E. Dimensionnement, entretien et renforcement des chaussées à revêtements hydrocarbonés. Etudes, Centre de Recherche Routieré, nr. 4, Bruxelles, 1981.
86. Romanescu, C., Diaconu Elena, Dicu, M., Marin, C.G. Influența comportării vâsco-elastice a lianților bituminoși ca atare și modificați, asupra mixturilor asfaltice în regim dinamic. În: „Al X-lea Congres național de drumuri și poduri” vol. II.
87. Romanescu, C., Diaconu Elena, Marin, C.G. Spectroscopia în infraroșu în Laboratorul de drumuri. În „Zilele Academice Timișene” vol III, Timișoara 22...24 mai 1997.
88. Romanescu, C. și Stelea, L. Tehnologii performante utilizate la execuția lucrărilor de reabilitare a drumurilor naționale. În: Zilele Academice Timișene, vol I. 27...28 mai 1999 Timișoara.
89. Sauterey, R., ș.a. Efficacité at recherche routière. In: „Revue générale des routes at des aerodromes”, nr. 619, Paris, 1985.
90. Mihart, S. și Aslău, I. Realizarea unor mixturi asfaltice cu bitum modificat. În „Zilele Academice Timișene”, Timișoara, vol III, 22...24 mai 1997.
91. Mitrofan, M.I. Folosirea bitumului modificat cu CAROM în cadrul reabilitării drumului național 7 Sebeș-Deva. În „Zilele Academice Timișene” Timișoara, vol I, 22...24 mai 1997.

92. Manismith, C.L. International conference twenty five years of contribution and rehabilitation. În: "Sixt internațional Conference on the structural Design of Asphalt Pavements", vol II, Ann Arbor, 1987.
93. Montier, F. Étude comportement mécanique des enrobés bitumineux en laboratoire. Module. Fatigue. Traction. LCPC Nantes, 1992.
94. Nicoară, L. Curs de drumuri. vol I-V. Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, 1975.
95. Nicoară, L. Defecțiunile îmbrăcămintilor rutiere. Tehnologii pentru prevenirea și remedierea lor. Teză de doctorat. Institutul Politehnic „Traian Vuia”, Timișoara, 1974.
96. Nicoară, L., Munteanu, V., Ionescu, N. Întreținerea și exploatarea drumurilor. Editura Tehnică, București, 1979.
97. Nicoară, L. și Bilțiu Aurica. Îmbrăcăminti rutiere moderne. Editura tehnică, București, 1983.
98. Stelea Ileana Investigații pe sectoarele candidat RO-LTPP. În "Revista Drumuri Poduri" nr. 34 și 35, București 1997.
99. Stelea Ileana și Costescu, I. Urmărirea stării tehnice a drumurilor pe termen lung. În al X-lea "Congres național de drumuri și poduri", vol. I, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
100. Stelea, L. Contribuții la elaborarea unor tehnologii eficiente pentru întreținerea drumurilor. Teză de doctorat. Institutul Politehnic "Traian Vuia", Timișoara, 1991.
101. Stelea, L. Monitorizarea traficului greu și efectele asupra rețelei de drumuri. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. I, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
102. Stelea, L. și Dumitru, P. Conceptul calității, organizarea și funcționarea acestuia în sectorul infrastructurii rutiere. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. I, Iași, 15 -18 Septembrie 1998.

103. Şuhani, O. și Lungu, S. Mixturi asfaltice ameliorate prin armare cu fibre poliesterice. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. II, Iași, 15 -18 Septembrie 1998.
104. Turcu, M., Dascălu, F., Achimescu Olga, Davidescu Nicoleta Soluții antifisură aplicate la lucrările de întreținere a drumurilor. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. II. Iași, 15 - 18 Septembrie 1998
105. Udvardy, L, Ionescu, N., Micu, A. Modelarea capacității de circulație și siguranța circulației virtuale într-o bancă de date informatizată. În a VIII-a "Conferință Națională de drumuri și poduri", vol. Drumul și eficiența, Cluj-Napoca, 5 - 6 Iunie 1990.
106. Udvardy, L. Principii și metode în definirea calității lucrărilor de drumuri în procesul CTC. În "Zilele Academice Timișene", Timișoara, 25 - 27 Mai 1995.
107. Udvardy, L. Degradare evolutivă a structurilor rutiere și durata lor de serviciu. Comportare in SITU a construcțiilor. Ediția a XII-a, Buziaș, Octombrie 1998.
108. Velluct, P. Etudes d'etretien sur routes nationales. În "Revue générale des routes et des aérodromes", nr. 674, Paris, 1990.
109. Van Dijk, W. Practical fatigue characterization of bituminous mixes. În "The journal of the Institution of Highway Engineers", 1979.
110. Verstracten, J. Design and streightening methodes for bituminous parements. În "2-nd Symposium of Perement Evoluation and Overlay Design", 1989.
112. Vintilă, B., Fodor Georgeta, Giușcă Gabriela Soluții de prevenire a transiterii fisurii în îmbrăcămintile rutiere. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. II, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
113. Vințan, L., Trevisan, R., Molinari, M., Munteanu, D. Modificatori pentru bitumuri rutiere. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. II, Iași, 15 - 18 septembrie 1998

114. Valad, N. și Florescu, E.C. Cercetări asupra comportării mixturilor asfaltice de tip Mediflux în condițiile climatice din România. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", Iași, 15 - 18 Septembrie 1998, vol. II.
115. Zafin, G.P. Repartizatoarele finisoare de mixturi asfaltice în tehnica de vârf. În "Revista Drumuri Poduri" nr. 37, București, 1997.
116. Zarojanu, H., ș.a. Metode pentru urmărirea comportării în exploatare a structurilor rutiere. În convolut "Comportare IN SITU a construcțiilor", vol. V, Piatra Neamț, 1984.
117. Zarojanu, H., Vlad N., ș.a. Stația de încercări rutiere a Institutului Politehnic Iași. În a VIII-a "Conferință pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. II, Pitești, 10 - 11 Octombrie 1986.
118. Zarojanu, H. și Vlad, N. Criterii pentru echivalarea vehiculelor fizice în vehicule etalon. În al X-lea "Congres Național de drumuri și poduri", vol. I, Iași, 15 - 18 Septembrie 1998.
119. Zarojanu, H. Calculul traficului global echivalent. În "Sesiunea de comunicări I.C.P.T.T., București, 1975, vol. IV.
120. \* \* \* Bulletin de liaison des laboratoires de ponts et chaaussées. Franța, colecția.
121. \* \* \* Guide de dimensennioment des ranforcenents des chaussées samples. SETRA, Paris, 1998.
122. \* \* \* Revue générale des routes et des aérodromes . Colecția, Franța.
123. \* \* \* Systeme de gestion des chaussées. Rapport réalisé par un groupe d'experts scientifiques de l'OCDE. Paris, 1987
124. \* \* \* FOCUS - Colecția, editată de US DEpartzament of transpotation. Federal Highway Administration, S.U.A.
125. \* \* \* Standarde de drumuri. Colecția.

126. \* \* \* Instrucțiuni tehnice departamentale privind determinarea stării tehnice a drumurilor moderne (SARO). Indicativ CD 155 - 86.
127. \* \* \* Instrucțiuni tehnice departamentale privind dimensionarea sistemelor rutiere rigide și nerigide. Indicativ PD 177 - 76.
128. \* \* \* Instrucțiuni tehnice departamentale pentru determinarea prin deflectografie și deflectometrie cu sisteme rutiere suple. Indicativ CD 31 - 89, revizuite în 1994.
129. \* \* \* Normativ pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple și semirigide. Anteproiect. IPTANA - SEARCH, 1997.
130. \* \* \* Revista Drumuri și poduri - colecția