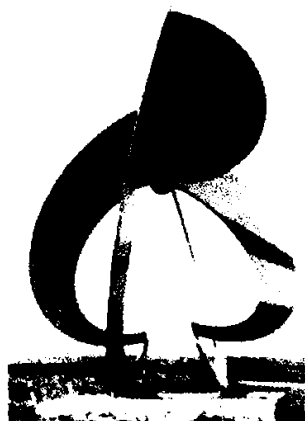


**UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN TIMIȘOARA
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII ȘI ARHITECTURĂ**

Drd. ing. Grigorie Gomi

TEZĂ DE DOCTORAT

**Contribuții la studiul și implementarea
unor tehnologii eficiente pentru modernizarea
și întreținerea drumurilor locale**



624.497
181 0

**BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"
TIMIȘOARA**

Conducător științific

Prof. dr . ing . Laurențiu NICOARĂ

TIMIȘOARA , 1998

Cercetarea de față îi are drept coautori morali pe cei dragi de lângă mine, care m-au înțeles, sprijinit și încurajat în permanență : mama mea Aurelia, soția Elena și fiicele Doroteea și Doriana .

Întreaga mea grațitudine pentru tot ce au făcut în acești ani alături de mine .

PREFAȚĂ

Drumurile au constituit primele legături între localități, zone sau țări și au facilitat în cursul timpului schimbul de valori materiale și spirituale. Ele constituie una dintre cele mai grăitoare mărturii ale vieții .

Și în etapa actuală, când schimburile comerciale și deplasarea oamenilor cunosc o evoluție fără precedent, drumul este acela care trebuie să confere siguranță, confort și eficiență celui care-l utilizează, să-i satisfacă nevoile spirituale, sociale și economice .

O preocupare majoră a specialiștilor Administrației Naționale a Drumurilor din țara noastră este legată de conceperea și implementarea unor strategii care să aibă ca finalitate îmbunătățirea stării tehnice a rețelei de drumuri publice prin proiectarea și realizarea unor lucrări de cea mai bună calitate, cu o durată de exploatare îndelungată care să asigure desfășurarea circulației în condiții de confort și siguranță maximă .

Pentru soluționarea complexelor probleme legate de îmbunătățirea viabilității drumurilor publice și mai ales a drumurilor de interes local, județene și comunale, doctorandul nu a precupețit nici un efort, fiind în permanență în cei 27 ani de activitate preocupat cu studiul, experimentarea și implementarea unor tehnologii eficiente, pentru modernizarea, întreținerea și reparația drumurilor . Și-a dovedit eficiența deosebită în utilizarea judicioasă a fondurilor și îmbunătățirea viabilității drumurilor locale, studiul resurselor locale de materiale de balastieră și carieră, cu aplicabilitate la programarea, și realizarea lucrărilor rutiere adecvate .

Pe baza cunoștințelor și a experienței acumulate doctorandul a inițiat și susținut în fața autorităților locale, separarea activității de administrare, exploatare de cea de execuție în domeniul rutier, propunere aprobată și aplicată pentru prima dată în județul Arad, și preluată în continuare de alte județe din țară .

Teza cuprinde de asemenea studiul și experimentările efectuate de doctorand cu privire la realizarea bitumului modificat cu un nou tip de polimer, reactiv cu bitumul, cât și realizarea de sectoare experimentale cu mixturi asfaltice performante .

Lucrarea are un pronunțat caracter aplicativ și este rezultatul a multiple inițiative, studii bibliografice, încercări de laborator, proiectarea și realizarea de sectoare experimentale și urmărirea comportării în exploatare a acestora .

Teza de doctorat, structurată pe cinci capitole, conține 151 pagini, în care sunt incluse 25 figuri și fotografii, 60 tabele, 79 formule și relații de calcul și 85 titluri bibliografice .

Autorul își exprimă profunda sa recunoștință domnului prof. dr. ing. Laurențiu NICOARĂ, perseverent conducător științific, care i-a călăuzit cu înaltă competență și exigență drumul în activitatea de studii, cercetare și experimentare, pentru liniile directoare inspirate de conducătorul Școlii Timișorene de Drumuri .

Gândurile mele se îndreaptă cu recunoștință spre profesorii de la Facultatea de Construcții și Arhitectură Timișoara în mod deosebit spre colectivul Catedrei de drumuri și fundații, care m-au format ca inginer și mi-au acordat tot sprijinul pentru efectuarea cercetării și finalizării tezei de doctorat .

Calde mulțumiri adresate conducerii Consiliului Județean Arad și tuturor colegilor colaboratori din această instituție pentru înțelegerea și sprijinul acordat .

Mulțumesc de asemenea tuturor colaboratorilor din cadrul Administrației Naționale a Drumurilor, celor din CESTRIN București, colegilor din Administrația de drumuri și poduri a județului Arad, colegilor din Regia de drumuri și poduri Arad, pentru colaborarea și sprijinul acordat pentru implementarea noilor tehnologii și elaborarea tezei de doctorat .

Mulțumesc din suflet domnilor referenți oficiali, care au binevoit să analizeze teza cu competență și discernământ .

Gândurile mele de recunoștință se îndreaptă către toți cei care sub o formă sau alta m-au ajutat la desăvârșirea tezei de doctorat .

Autorul

CUPRINS

Prefață	3
Cap1. Analiza stării tehnice a rețelei rutiere locale din județul Arad	8
1.1. Generalități	8
1.2. Starea tehnică a rețelei de drumuri locale din județul Arad	10
1.2.1 Inventarul drumurilor județene și comunale	10
1.2.2 Investigarea complexelor rutiere cu îmbrăcămînți bituminoase	15
1.2.3 Calitatea și eficiența drumurilor cu îmbrăcămînți moderne	27
1.2.3.1 Generalități	27
1.2.3.2 Eficiența drumurilor cu îmbrăcămînți moderne	28
1.2.3.3. Proiecte de îmbunătățire a condițiilor de circulație pe drumurile publice	31
1.2.3.4. Cheltuieli de circulație	31
1.2.3.5. Aplicație asupra drumurilor locale din județul Arad	39
1.3. Concluzii	51
Cap.2. Studiul resurselor de materiale rutiere locale din județul Arad	52
2.1. Generalități	52
2.2. Agregate de balastieră pentru drumuri	53
2.2.1. Studii și cercetări asupra produselor principalelor balastiere	53
2.3. Agregate de carieră	58
2.3.1. Studii asupra caracteristicilor pietrei sparte și a criblurilor din principalele cariere	58
2.3.1.1. Cariera Vârfurile	61
2.3.1.2 Cariera Dieci	63
2.3.1.3 Cariera Romanița	65
2.3.1.4 Cariera Păuliș	71
2.3.1.5 Cariera Leasa	74
2.3.1.6 Cariera Aciuța	75
2.4. Concluzii	76

Cap 3. Analiza soluțiilor aplicate pentru întreținerea și ranforsarea drumurilor locale și a modului de organizare a sectorului rutier local	77
3.1. Soluții aplicate pentru întreținerea și ranforsarea drumurilor locale	77
3.1.1. Macadam îndopat cu nisip bituminos, ca îmbrăcămintă pe drumurile pietruite.	77
3.1.1.1. Generalități	77
3.1.1.2. Soluții experimentate	78
3.1.1.3. Tehnologia de execuție	79
3.1.1.4. Comportare în exploatare	81
3.1.2. Macadamul îndopat cu nisip bituminos ca îmbrăcămintă sau strat de bază la ranforsarea drumurilor asfaltate	83
3.1.3. Tratamente bituminoase anrobate în situ	86
3.1.4. Tratamente bituminoase realizate cu pietriș	87
3.1.4.1. Materiale utilizate	87
3.1.4.2. Elaborarea dozajelor	87
3.1.4.3. Realizarea tratamentelor cu E.B.C.R.	90
3.2. Orientări privind organizarea sectorului rutier local din județul Arad	95
3.3. Concluzii	100
Cap 4. Noi tehnologii pentru întreținerea și ranforsarea drumurilor locale	101
4.1. Noi posibilități de modificare a bitumului rutier utilizând polimeri reactivi cu bitumul	101
4.1.1. Introducere	104
4.1.2. Bitum modificat cu Elvaloy-AM în laborator	108
4.1.3. Studii de laborator pentru realizarea mixturii asfaltice cu bitum modificat cu Elvaloy-AM	110
4.2. Sectoare experimentale realizate cu mixtură asfaltică cu caracteristici superioare	114
4.2.1. Tehnologia de realizare a bitumului modificat cu 0.8 % cu Elvaloy-AM	114

4.2.2	Îmbrăcăminte bituminoasă din mixtură asfaltică realizată cu bitum modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM pe DC 18, Sebiș-Ignești km 3+427... 3+559	117
4.2.3	Îmbrăcăminte bituminoasă din mixtură asfaltică realizată cu bitum D 80/120 modificat cu 1,5 % Elvaloy-AM, de la ASTRA Ploiești, pe DJ 792 B km 1+925 ...2+185	118
4.2.4	Îmbrăcăminte bituminoasă din mixtura asfaltică realizată cu bitum modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM armată cu fibră de celuloză Tehnocel 1004, pe DJ 792 B km 2+924 ... 2+955	120
4.2.5.	Îmbrăcăminte bituminoasă din mixtura asfaltică armată cu fibre P.N.A. pe DJ 792 B km 14+682...14+712	125
4.3.	Covoare asfaltice subțiri la rece tip RALUMAC, realizate pe pavaje din calupuri	128
4.3.1.	Generalități	128
4.3.2.	Compoziția mixturii asfaltice tip Ralumac	129
4.3.3.	Procesul tehnologic de preparare și punere în operă	131
4.3.4.	Sectoare realizate cu covoare asfaltice subțiri tip Ralumac	132
4.4.	Concluzii și propuneri	133
Cap 5.	Concluzii generale . Contribuții originale valorificarea rezultatelor obținute	134
5.1.	Contribuții la îmbunătățirea și eficientizarea activităților de administrare a drumurilor	134
5.2.	Contribuții la îmbunătățirea stării de viabilitate și siguranță a circulației	136
5.3.	Contribuții la studiul și implementarea unor tehnologii eficiente pentru modernizarea și întreținerea drumurilor	137
	Bibliografie	141

Cap.1. ANALIZA STĂRII TEHNICE A REȚELEI RUTIERE LOCALE DIN JUDEȚUL ARAD

1.1. GENERALITĂȚI

Se spune adesea că rețeaua de comunicații dintr-o comunitate socială este la fel de importantă ca și rețeaua sanguină din corpul omenesc . Comparația este bine aleasă nu numai pentru apropierea de denumire (sistem circulator de comunicație – sistem circulator sanguin) dar și prin identitatea de funcțiuni pe care o are fiecare sistem în cadrul complexului din care face parte . Așa cum sistemul circulator sanguin menține viața în organismul uman acolo unde funcționează normal, tot așa sistemul căilor de comunicație menține vie și normală activitatea în comunitatea pe care o servește . Pe de altă parte, așa cum se întâmplă cu zona din organismul uman care se cangrenează acolo unde vasele sanguine nu funcționează normal, tot așa de afectate sunt și zonele de comunicație unde transporturile nu se pot efectua din cauza deficiențelor la căile de comunicație .

Statisticile arată că în medie aproximativ o șesime din viața oamenilor activi se desfășoară în mijloace de transport . Aceasta arată deci că în medie cca. 4 ore pe zi, reprezentând un sfert din perioada de veghe a unui om activ, se desfășoară fără activitate, fără a produce .

Pentru a contracara această situație există două tendințe : fie să se producă în timpul procesului de transport efectuarea unor operații sau activități posibile și compatibile (citit, operații pe calculator, elaborare planuri sau emitere de idei de activitate etc.) – operații valabile doar pentru persoanele pasive din mijloace de transport, fie să se reducă durata de transport .

Durata de transport fiind o relație funcție de distanță (care rămâne constantă) și de viteză (care poate fi variabilă) se poate reduce numai prin sporirea vitezei de circulație .

Viteza de circulație depinde de mai mulți factori cum ar fi : performanțele mijlocului de transport, performanțele căii de comunicație și aptitudinile conducătorului mijlocului de transport . Performanțele mijloacelor de transport au crescut vertiginos în ultimele decenii, dar și căile de comunicație și-au adus aportul lor în creșterea vitezei de circulație prin apariția și dezvoltarea rețelei de autostrăzi și prin reabilitarea și îmbunătățirea viabilității și siguranței pe rețeaua de drumuri existente .

Avantajele reducerii duratei de transport prin utilizarea rețelei de autostrăzi și drumuri cu viabilitate corespunzătoare, sunt atât directe cum ar fi : reducerea consumului de combustibili, lubrifianți, piese de schimb pentru mașini și mai ales a timpilor neproductivi, cât și indirecte, cum ar fi : reducerea poluării în localități, reducerea stresului pentru participanții la trafic, îmbunătățirea indicelui de sănătate .

Nu mai este un secret că dezvoltarea impetuoasă a țărilor din fruntea lumii de astăzi a constituit-o și o rețea de autostrăzi și drumuri locale bine puse la punct, cu caracteristici din ce în ce mai performante . O economie de vârf nu mai poate fi astăzi concepută fără transporturi rapide și performante . Între producție și transport există o strânsă interdependență și o relație de proporționalitate directă .

Distribuția transporturilor de mărfuri și călători, actuală și prognozată, în țările europene, arată ponderea transporturilor rutiere față de celelalte moduri de transport, aceasta reprezentând în prezent 78 %, prognozându-se pentru anul 2000 cca. 83 % din totalul transporturilor [12] .

În România, ponderea transporturilor rutiere de mărfuri reprezintă peste 87 %, iar la cele de călători de peste 85 %, prognozându-se o creștere în anii următori .

Numărul vehiculelor din România a ajuns, la sfârșitul anului 1997, la cca. 3 800 000, ceea ce reprezintă peste 165 vehicule la 1 000 locuitori, creșterea anuală a acestora fiind de peste 5 % [12] .

1.2. STAREA TEHNICĂ A REȚELEI DE DRUMURI LOCALE DIN JUDEȚUL ARAD

1.2.1. Inventarul drumurilor județene și comunale

Rețeaua de drumuri locale a județului Arad însumează 1 685 km, din care : 866 km drumuri județene și 819 km drumuri comunale, conform hărții din fig. 1.1.

Defalcarea pe tipuri de îmbrăcăminte a rețelei rutiere este prezentată în tabelul 1.1.

Din totalul drumurilor modernizate, 494 km, respectiv 64,21 %, se prezintă cu durata de exploatare depășită, fapt ce explică în mare măsură degradările apărute și deci necesarul mare de fonduri pentru reparația capitală a acestora .

Având în vedere că doar 45,68 % din rețea este modernizată, 42,48 % este pietruită și că încă 11,84 % mai reprezintă drumuri de pământ, rezultă că o strategie adecvată, este imperios necesară în politica rutieră a județului .

Pe rețeaua de drumuri locale a județului se găsesc 156 poduri în lungime totală de 2 873 m și 2 075 podețe, în lungime de 12 618 m, prezentate în tabelele 1.2 și 1.3 .

Dintre podurile existente, un număr de 5 bucăți sunt la ora actuală potențiale surse de mare risc . Este vorba despre podurile peste Mureș de la Săvârșin și Lipova și despre podurile peste Crișul Alb de la Sinteia Mică, Bocsig și Socodor, care necesită refacere urgentă, nemaiprezentând siguranță în exploatare .

**Clasificarea
drumurilor din
Judetul Arad**

_____	DN
_____	DJ
_____	DC



FACET

Figura 1.1 Harfa drumurilor din judetul Arad

INVENTAR OBIECTIVE

Tabelul 1.1

Categoria drumului	UM	Total	Felul îmbrăcăminții :					Pământ
			Betoane asfaltice	Beton de ciment	Pavaje din piatră fasonată	Îmbrăcămiși bituminoase ușoare	Pietruire	
Drumuri județene	km	866,367	76,154	3,720	20,253	536,965	200,502	28,773
Drumuri comunale	km	819,400	9,250	-	1,000	122,754	516,556	170,840
TOTAL DJ+DC	km	1685,767	85,404	3,720	21,253	659,719	716,058	199,613
Poduri	buc / m	156 / 2873						
Podefe	buc / m	2075 / 12618						
Parapet	m	17,737						
Ziduri sprijin	m	6,858						
Șanț pereat	m	7,405						
Indicatoare rutiere	buc / m ²	5055 / 4044						
Plantații rutiere	buc	63,379						

CENTRALIZATORUL

Podurilor a căror sumă a deschiderilor este mai mare de 5 m de pe drumurile județene și comunale din județul Arad la 31 decembrie 1997

Tabelul 1.2

Categoria drumului	Total poduri		din care :														Clasa de încărcare E		Clasa de încărcare I	
			Poduri de lemn		Poduri de zidărie		Poduri de beton		Poduri de beton armat		Poduri de beton precomprimat		Poduri de metal							
			buc	m	buc	m	buc	m	buc	m	buc	m	buc	m	buc	m				
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Drumuri județene	71	1672,90	-	-	2	12,80	5	162,40	62	1253,80	-	-	2	243,90	61	1255,70	10	417,20		
Drumuri comunale	85	1230,45	1	10,0	2	13,00	4	76,60	74	976,60	1	48,75	3	105,50	59	765,10	26	465,35		
Total	156	2873,35	1	10,0	4	25,80	9	239,00	136	2230,40	1	48,75	5	349,40	120	2020,80	36	582,55		

CENTRALIZATORUL

Podeștelor de pe rețeaua de drumuri locale a județului Arad la 31 XII 1997

Tabelul 1.3

Categoria drumului	Total		Dalate		Ovoidale		Tubulare		Lemn		Zidărie	
	buc	m	buc	m	buc	m	buc	m	buc	m	buc	m
Drumuri județene	1992	7512,00	369	1727,50	32	238,90	627	5240,90	15	5240,90	49	253,30
Drumuri comunale	983	5106,25	269	1138,95	5	25,20	647	3791,25	23	65,20	39	85,65
TOTAL	2075	12618,25	638	2866,45	37	264,10	1274	9032,15	38	116,60	88	338,95

1.2.2. Investigarea complexelor rutiere cu îmbrăcămînți bituminoase

În anul 1988 doctorandul a efectuat revizia sectoarelor asfaltate și s-au înregistrat observațiile asupra stării de viabilitate a acestora [37] .

Majoritatea tipurilor de defecțiuni au fost întâlnite pe sectoarele supuse observației și s-au realizat diapozitive în zonele caracteristice, urmând ca acestea să se prezinte personalului tehnico-ingineresc spre a se trage concluziile necesare pentru îmbunătățirea stilului și metodelor de muncă în vederea îmbunătățirii stării de viabilitate a rețelei de drumuri locale [39] .

S-a observat cu această ocazie că degradări mari se prezintă pe unele sectoare executate cu îmbrăcămînți bituminoase ușoare, care nu au fost proiectate funcție de traficul greu existent în zonă și de zestrea reală a complexului rutier, așa cum este cazul cu DJ 792 C Șilindia-Târnova, DJ 708 A Târnova-Tauț, DC 29 Bârsa-Hodiș etc.

De multe ori au fost puse în operă balast ori piatră spartă necorespunzătoare și fără a se realiza gradul de compactare corespunzător . Folosirea unui balast din văi locale, cu granulozitate necorespunzătoare cu părți levigabile peste limita admisă, ori a pietrei sparte cu conținut ridicat de steril și pământ, a generat serioase degradări pe Dj 682 A Cruceni-Firiteaz, DJ 792 C Buteni-Târnova, DJ 682 Birchiș-Lipova etc.

Nu întodeauna s-a procedat în mod corect la proiectarea și realizarea dozajelor pentru mixturile asfaltice și nici nu s-a respectat tehnologia de punere în operă .

Cel mai frecvent însă se constată întreținerea necorespunzătoare în timpul exploatării, în mod deosebit neasigurându-se scurgerea apelor și apoi neexecutarea lucrărilor de întreținere preventivă și a celor de întreținere curativă .

La toate astea se mai poate adăuga de asemenea creșterea tonajului pe osie și chiar a intensității traficului .

S-a constatat în același timp și faptul că o serie de sectoare se prezintă cu durata de exploatare depășită, fapt ce explică parțial apariția degradărilor.

Pe baza reviziei efectuate și a prelucrării la birou a datelor culese, pe principalele drumuri cu îmbrăcămînți bituminoase s-a întocmit necesarul lucrărilor urgente de tratamente bituminoase și ranforsări, necesar care a stat la baza întocmirii programelor anuale în perioada 1990...1994 și a condus la îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor .

Creșterea semnificativă în ultimii ani a traficului rutier atât din punct de vedere al intensității cât și mai ales în privința tonajului pe osie, în condițiile unor sectoare de drumuri cu durata de exploatare depășită și care prezintă o stare de degradare accentuată impune luarea unor măsuri urgente de reabilitare a acestor drumuri .

Stabilirea unor soluții optime din punct de vedere tehnic, pentru aducerea stării tehnice la cerințele impuse de traficul actual și desigur, de cel de perspectivă, impune cunoașterea capacității portante actuale a structurilor rutiere .

În acest context, încă din anul 1996 am inițiat și participat la efectuarea de investigații nedistructive, prin măsurători cu deflectometrul Dynatest 8000 FWD a deflexiunilor pentru analiza capacității portante și prioritizarea lucrărilor de reparații .

Au fost investigate și s-au analizat următoarele trasee :

- drumul județean DJ 709 Arad – Seleuș km 0+000...39+000 ;
- drumul județean DJ 792 Seleuș – Ineu km 27+000...39+300 ;
- drumul județean DJ 792 B Bârsa – Moneasa km 0+000...25+300 ;
- drumul județean DJ 682 Lipova – Arad – lim. jud. km 64+000...128+500 ;
- drumul județean DJ 792 A Bocsig – Beliu – lim. jud. km 0+000...24+800 .

a. Pe drumul DJ 709 Arad – Seleuș km 0+000...39+000, s-a efectuat vizualizarea stării de degradare a suprafeței de rulare, s-au stabilit sectoarele omogene din punct de vedere al traficului și structurii și s-au efectuat măsurători nedistructive cu echipamentul Dynatest 8000 FWD.

Rezultatele prelucrării statistice a deflexiunilor pe DJ 709, cu ajutorul programului ELMOD, sunt prezentate în tabelul 1.4.

Tabelul 1.4

Sector km...km	θ $^{\circ}\text{C}$	d_1				d_1-d_4		
		$d_{1\text{med}}$ μm	σ μm	C_V %	$d_{1\text{car}}$ p=97,5% μm	$(d_1-d_2)_{\text{med}}$ μm	σ μm	C_V %
0+000...12+000	31	584	137	24	858	458	134	29
12+000...15+300	31	789	198	25	1209	637	178	28
15+300...22+700	36	846	305	36	1465	696	279	40
22+700...26+000	36	568	221	39	1039	466	195	42
26+000...32+000	40	614	242	39	1108	494	224	45
32+912...39+000	43	915	337	37	1603	758	316	42

Capacitatea portantă a structurii rutiere pe DJ 709 se poate aprecia pe baza deflexiunii caracteristice, $d_{1\text{car}, 20}$ corespunzătoare temperaturii de 20°C , conform tabelului 1.5.

Tabelul 1.5

Sector km...km	$d_{1\text{car}}$ μm	$d_{1\text{car}, 20}$ μm	Capacitate portantă
0+000...12+000	858	790	Mediocră
12+000...15+300	1209	1113	Rea
15+300...22+700	1465	1314	Rea
22+700...26+000	1039	932	Rea
26+000...32+000	1108	976	Rea
33+000...39+000	1603	1394	Rea

Pe baza relației [1.1] de transformare a deflexiunii $d_{1\text{car}}$ obținută la temperatura de măsurare ($\theta^{\circ}\text{C}$) în deflexiune $d_{1\text{car},20}$, corespunzătoare temperaturii de 20°C , rezultă o capacitate portantă nesatisfăcătoare pe 69,5 % din lungimea investigată și mediocră pe 30,5 % din aceasta, conform tabelului 1.5.

$$d_{1car20} = \frac{d_{1car}}{1 + 0,451 \log \frac{\theta}{20}} \quad [1.1]$$

Coeficientul de variație, C_v , indică o omogenitate moderată a deformabilității pe sectorul km 0+000...15+300 și o omogenitate scăzută pe restul sectoarelor .

Durata de exploatare reziduală a structurii rutiere DV_{min} pentru probabilitate de 85 % pe DJ 709, respectiv numărul de ani în care structura rutieră poate prelua solicitările datorate traficului de perspectivă, calculată cu programul ELMOD, este prezentată în tabelul 1.6.

Tabelul 1.6

Sector omogen km...km	Parametrii statistici				
	Interval de variație ani	DV_{med} ani	σ ani	σV %	DV_{min} pt P 85 % ani
0+000...3+500	3...20	11,8	7,1	60	4,0
3+500...5+000	2...16	9,6	5,6	58	2,7
5+000...6+300	1...10	4,5	4,0	89	0
6+300...10+000	3...20	11,5	5,9	51	5,0
10+000...12+200	4...20	12,9	7,7	60	4,2
12+200...20+000	0...20	5,2	5,5	106	0
20+000...21+700	1...15	6,2	5,3	86	0,1
21+700...24+100	0...20	8,4	7,3	87	0,2
24+100...25+300	4...20	15,7	6,3	40	8,1
25+300...28+100	1...20	12,7	7,0	55	4,9
28+100...32+000	1...20	14,0	7,8	56	5,5
32+192...35+000	0...20	9,6	8,3	86	0,3
35+000...39+000	3...20	15,9	6,1	38	9,1

Din punct de vedere al duratei minime de exploatare drumul prezintă :

0,0...2 ani40,8 % din lungime ;

- 2,1...5 ani34,5 % din lungime ;
- 5,1...7 ani10,5 % din lungime ;
- 7,1...10 ani13,8 % din lungime .

Reiese deci că pe 75,7 % din lungimea drumului investigat durata de exploatare reziduală este mai mică sau cel mult egală cu 5 ani, fiind deci necesară ranforsarea structurii rutiere .

Rezultatele calculului de dimensionare al straturilor bituminoase de ranforsare efectuate cu programul ELMOD, pe DJ 709, sunt prezentate în tabelul 1.7.

Tabelul 1.7

Sector omogen km...km	Parametrii statistici				
	Interval de variație cm	h_{Smed} cm	σ cm	σ_v %	h_{Smax} pentru $p=85\%$ cm
0+000...3+500	0...6,2	1,4	2,1	152	3,7
3+500...5+000	0...5,1	1,4	2,2	157	4,2
5+000...6+300	0...7,1	3,7	3,2	86	7,9
6+300...10+000	0...4,2	0,8	1,4	165	2,4
10+000...12+200	0...3,1	1,4	2,6	182	4,4
12+200...20+000	0...11,2	3,8	2,7	72	6,7
20+000...21+700	0...8,6	3,2	3,1	97	6,8
21+700...24+100	0...14,4	3,3	4,5	138	8,3
24+100...25+300	0...3,6	0,6	1,5	245	2,4
25+300...28+100	0...7,0	1,1	2,1	187	3,4
28+100...32+000	0...6,5	1,2	2,0	174	3,4
32+000...35+000	0...11,6	2,9	3,7	128	7,0
35+000...39+000	0...3,5	0,4	1,0	268	1,5

Pe baza analizării rezultatelor obținute doctorandul a propus următoarele soluții :

- pe sectorul km 0+000...35+000, execuția unei îmbrăcămînți bituminoase în grosime de 8 cm (4 cm strat de uzură și 4 cm strat de legătură) ;
- pe sectorul km 35+000...39+000, caracterizat printr-un volum de trafic de perspectivă mai redus și în consecință, prin grosimi necesare ale straturilor bituminoase de ranfosare de 1,5 cm se propune execuția unui tratament bituminos .

Față de durata de exploatare reziduală a sectoarelor omogene de drum, am propus reabilitarea acestora în următoarea ordine de urgență :

- urgența I – sectoare cu durata de exploatare reziduală de maxim 2 ani :
 - km 5+000... 6+300 ;
 - km 12+200...24+100 ;
 - km 32+000...35+000 .
- urgența II – sectoare cu durata de exploatare reziduală cuprinsă între 2 ani și 5 ani:
 - km 0+000... 5+000 ;
 - km 6+300...12+200 ;
 - km 25+300...28+100 .
- urgența III – sectoare cu durata de exploatare reziduală mai mare de 5 ani:
 - km 24+100...25+300 ;
 - km 28+100...32+000 ;
 - km 35+000...39+000 .

b. Drumul DJ 792 Seleuș – Ineu km 27+000...39+300, a fost investigat în același mod și rezultatele prelucrării statistice a deflexiunilor sunt prezentate în tabelul 1.8.

Tabelul 1.8

Sector km...km	θ °C	d_1				d_1-d_4		
		D_{1med} μm	σ μm	C_v %	d_{1car} p=97,5% μm	$(d_1-d_2)_{med}$ μm	σ μm	C_v %
27+000...30+000	43,2 44,6	781	234	30	1283	614	217	35
30+000...33+100	44,6	590	183	31	980	442	165	37
33+100...37+300	44,6	979	307	31	1619	791	285	36
38+100...39+300	44,6	681	239	35	1266	483	170	35

Coeficientul de variație C_v variind între 30 și 35 %, indică o omogenitate scăzută a deformabilității în lungul sectorului de drum investigat .

Capacitatea portantă a structurii rutiere pe DJ 792 este rea pe toate sectoarele investigate, așa cum se prezintă în tabelul 1.9.

Tabelul 1.9

Sector omogen km...km	d_{1car} μm	$D_{1car, 20}$ μm	Calificativ
27+000...30+000	1283	1111	Rea
30+000...33+100	980	849	Rea
33+100...37+300	1619	1402	Rea
38+100...39+300	1266	1097	Rea

Durata de exploatare reziduală a structurii rutiere pe DJ 792 se prezintă în tabelul 1.10 și este cuprinsă între 0 și 8,3 ani, în cazul probabilității de 85 % .

Tabelul 1.10

Sector omogen km...km	Interval de variații ani	DV _{med} ani	σ ani	C _v %	DV _{min} pentru P=85% ani
27+000...30+000	0...20	6,0	6,4	107	0
30+000...33+100	4...20	15,4	6,4	42	8,3
33+100...37+300	0...20	4,8	4,7	98	0
38+100...39+300	3...20	14,4	7,4	51	6,3

Rezultatele calculului de dimensionare al straturilor bituminoase de ranforsare pe DJ 792 sunt prezentate în tabelul 1.11.

Tabelul 1.11

Sector omogen km...km	Interval de variații cm	h _{Smed} cm	σ cm	C _v %	h _{Srmax} pentru P=85% cm
27+000...30+000	0...9,1	4,1	3,4	83	7,9
30+000...33+100	0...3,2	0,6	1,1	183	1,8
33+100...37+300	0...9,7	3,8	3,0	79	7,1
38+100...39+300	0...5,0	1,0	1,9	190	3,2

Față de durata de exploatare reziduală a sectoarelor omogene de drum, autorul a propus reabilitarea acestora în următoarea ordine de urgență :

- urgența I, sector cu durata de exploatare reziduală de până la 2 ani, cu execuție îmbrăcăminte bituminoasă 8 cm (4 cm strat de uzură și 4 cm strat de legătură):

- km 27+000.....30+000 ;
- km 33+100.....37+300 .

- urgența II, sector cu durata de exploatare reziduală între 6 și 9 ani :

- km 30+000.....33+100, cu execuția unui tratament bituminos dublu ;
- km 38+100.....39+300, cu execuția unui strat de uzură de 4 cm .

c. Drumul DJ 792 B Bârsa – Sebiș – Moneasa km 0+000...25+300 a fost investigat de către autor în acelaș mod .

În scopul aprecierii capacității portante, conform “Manualului privind metodologia de prelucrare și interpretare a rezultatelor măsurătorilor de deformabilitate cu Dynatest 8 000 FWD” a fost determinată deflexiunea caracteristică corespunzătoare temperaturii de 20 °C pe sectoare omogene de drum .

Aceste rezultate sunt prezentate în tabelul 1.12

Tabelul 1.12

Sector km...km	d_{lcar} μm	$d_{lcar, 20}$ μm	Calificativ
5+000...14+300	763	669	Mediocră
14+300...15+500	1198	1097	Rea
15+500...17+100	701	642	Bună
17+100...19+500	1163	1065	Rea
19+500....22+700	780	714	Mediocră
22+700.....25+300	990	906	Rea

Se observă că 7,9 % din suprafața investigată prezintă o capacitate portantă bună, 61,5 % din aceasta este mediocră și 30,6 % rea .

Durata de exploatare reziduală a structurii rutiere pe DJ 792 B este prezentată în tabelul 1.13.

Tabelul 1.13

Sector omogen km..km	Interval de variații ani	DV_{med} ani	σ ani	C_v %	DV_{min} pentru P=85 % ani
5+000...14+300	7...20	15,4	4,6	30	10,5
14+300...15+500	2...15	6,5	4,6	71	1,0
15+500...17+100	9...20	17,8	3,9	22	13,3
17+100...19+500	2...20	9,2	6,2	67	2,3
19+500...22+700	3...20	15,2	5,1	34	9,6
22+700...25+300	3...14	7,6	4,2	55	2,9

Rezultatul calcului de dimensionare pentru ranforsarea cu straturi bituminoase a complexului rutier de pe DJ 792 B se prezintă în tabelul 1.14.

Tabelul 1.14

Sector omogen km...km	Interval de variații cm	h_{Smed} cm	σ cm	C_v %	h_{Smax} pentru P=85 % cm
5+000...14+300	0...1,4	0,1	0,3	300	0,4
14+300...15+500	0...5,1	2,5	2,0	80	4,9
15+500...17+100	0...0,2	0	0,1	-	0,1
17+100...19+500	0...6,8	2,0	2,4	120	4,7
19+500...22+700	0...4,4	0,3	1,1	367	1,5
22+700...25+300	0...4,4	1,8	1,7	94	3,7

Din cele prezentate, rezultă ordinea de prioritate a lucrărilor de reabilitare, după cum urmează :

- urgența I :

- km 14+300...15+500 - ranforsare 8 cm (4 cm strat de uzură și 4 cm strat de legătură) ;
- km 17+100...19+500 - ranforsare 8 cm (4 cm strat de uzură și 4 cm strat de legătură) ;
- km 22+700...25+300 - ranforsare 8 cm (4 cm strat de uzură și 4 cm strat de legătură) .

- urgența II :

- km 5+000...14+300 - tratament bituminos ;
- km 15+500...17+100 - tratament bituminos ;
- km 19+500...22+700 - tratament bituminos .

Investigațiile efectuate de autor pe drumurile județene DJ 682 și DJ 792 A, au evidențiat grosimi ale straturilor bituminoase de ranforsare de 0...10,5 cm .Pentru

grosimi rezultate din calcule mai mici de 4 cm s-a luat măsura executării de tratamente bituminoase .

Ordinea de urgență a lucrărilor de întreținere pe aceste drumuri în funcție de durata de exploatare reziduală este prezentată în continuare :

d. DJ682 Lipova – Arad – lim jud. Timiș km 64+000...128+500 .

- urgența I, durata de exploatare reziduală max 2 ani :
 - km 71+350... 73+100 ;
 - km 74+500... 75+700 ;
 - km 78+900... 79+900 ;
 - km 89+300... 90+100 ;
 - km 97+000... 99+100 ;
 - km 101+300...104+300 ;
 - km 105+100...107+500 ;
 - km 124+900...125+700 .
- urgența II, durata de exploatare reziduală de 2...5 ani :
 - km 87+700... 89+300 ;
 - km 99+700...101+300 ;
 - km 104+300...105+100 ;
 - km 107+500...108+300 ;
 - km 110+100...111+300 ;
 - km 112+700...120+100 ;
 - km 121+100...121+900 ;
 - km 124+100...124+900 ;
 - km 127+100...128+500 .
- urgența III, durata de exploatare reziduală de peste 5 ani :
 - km 64+000 ... 71+350 ;
 - km 73+100 ... 74+500 ;
 - km 75+700 ... 78+900 ;
 - km 79+900 ... 87+700 ;

- km 90+100 ... 92+400 ;
- km 108+300...110+100 ;
- km 111+300...112+700 ;
- km 120+100...121+100 ;
- km 121+900...124+100 ;
- km 125+700...127+100 .

e. DJ 792A Bocsig – Beliu – lim jud. Bihor km 0+000...24+800 :

- urgența I, durata de exploatare reziduală max. 2 ani :
 - km 0+000... 1+100 ;
 - km 3+700... 4+500 ;
 - km 5+300... 7+100 ;
 - km 9+100...11+100 ;
 - km 12+700...21+300 ;
 - km 22+700...24+350 .
- urgența II, durata de exploatare reziduală de 2...5 ani :
 - km 1+100... 3+700 ;
 - km 8+100... 9+100 ;
 - km 11+100...12+700 ;
 - km 24+350...24+800 .
- urgența III, durata de exploatare reziduală de peste 5 ani :
 - km 4+500... 5+300 ;
 - km 7+100... 8+100 ;
 - km 21+300...22+700 .

Toate aceste informații pentru principalele drumuri locale, au fost folosite de autor la constituirea unei bănci de date, ce a stat în ultimii ani la baza întocmirii programelor de lucru . Rezultatele acestor studii au constituit argumentul convingător în fața organelor de decizie ale județului pentru susținerea cu fonduri a activităților din domeniul rutier .

1.2.3. CALITATEA ȘI EFICIENȚA DRUMURILOR CU ÎMBRĂCĂMINȚI MODERNE

1.2.3.1. Generalități

Preocuparea pentru calitate este foarte veche . Ea a apărut odată cu activitatea de producție meșteșugărească în epoca preindustrială .

Primele reglementări în acest domeniu, încă din anul 1862, s-au referit la calitatea construcțiilor, fapt determinat de valoarea ridicată și durata de exploatare îndelungată a acestora, fiind totodată destinate să protejeze oamenii de consecințele nefaste ale unor construcții neadecvate, care pot provoca pagube materiale mari și chiar pierderi de vieți omenești .

Noțiunea de calitate capătă un conținut mai concret și o extindere mai largă, odată cu dezvoltarea producției materiale . În paralel cu această dezvoltare, care a luat un mare avânt după cel de-al doilea război mondial, preocuparea pentru calitate a evoluat, căpătând un caracter dinamic prin trecerea de la aspectul tradițional de “controlare a calității “, la ideea mai complexă de “conducere și asigurare a calității “, care implică toți factorii participanți la procesul de concepție, realizare și utilizare a construcțiilor .

În această nouă concepție, calitatea nu se “controlează“ numai, ci se și “construiește “.

Totodată, dezvoltarea tehnologică și progresul tehnic în toate domeniile, ridică, din ce în ce mai accentuat, problema implicațiilor umane ale acestei dezvoltări și a asigurării calității vieții, exprimate prin cerințe de satisfacere, în măsură cât mai mare, a necesităților fundamentale ale oamenilor, a exigențelor din ce în ce mai complexe ale utilizatorilor, ale naturii și ale societății .

În domeniul construcțiilor, această idee de bază a necesitat o abordare globală, sistematică a problemei calității, pe baza conceptului de performanță, care are ca scop principal ca, pe baza comportării în exploatare a construcțiilor să se stabilească performanțele cerute acestora, în vederea satisfacerii exigențelor utilizatorilor .

Din punct de vedere fiziologic, orice construcție este rezultatul unui sistem de transformări ale mediului natural și social, generat de acțiunea umană, în vederea satisfacerii unui scop . De asemenea, orice construcție este realizată din substanță (energie), informație (cunoaștere), valori și comportament (acțiuni).

Dar, construcția este un bun social și cultural, tocmai prin faptul că înglobează nu numai materii prime, materiale, substanță sau energie, tehnologie, ci și o masivă și complexă gamă de elemente materiale, exprimate în valori, cunoaștere (informație) comportament .

La ora actuală la noi în țară asigurarea calității în construcții este prevăzută de Legea calității .

Conducerea și asigurarea calității constituie o componentă principală a sistemului calității în construcții și reprezintă o parte semnificativă a funcției generale de conducere dintr-o unitate și este reglementată de Regulamentul privind conducerea și asigurarea calității în construcții [79] .

Implementarea managementului calității în domeniul administrării, construcției și întreținerii drumurilor, va duce cu certitudine la îmbunătățirea viabilității și siguranței circulației pe drumurile publice [79; 67; 39] .

1.2.3.2. Eficiența drumurilor cu îmbrăcăminti moderne

Realizarea oricărui obiectiv de investiții este condiționată de obținerea unor rezultate maxime dintr-un anumit fond de investiții consumat sau, invers formulat, de propunerea ca anumite rezultate să fie obținute prin consumarea unui fond de investiții minim [21] .

În general, nivelul eficienței economice a unui obiectiv de investiții din ramurile și sectoarele direct productive este apreciat după valoarea indicatorului .

$$D_r = \frac{I}{B} \quad [1.2]$$

în care :

D_r este durata de recuperare în ani ;

I - valoarea fondurilor investite în mil.lei ;

B - beneficiul anual estimat a se obține în mil.lei .

În cazul transporturilor auto, care nu este un sector productiv ci unul auxiliar indispensabil producției, beneficiul anual apare sub forma unor economii anuale la cheltuielile de circulație a autovehiculelor . Aceste economii rezultă din derularea traficului auto pe drumul pe care s-a consumat un fond de investiții în vederea îmbunătățirii condițiilor de circulație, comparativ cu derularea aceleiași trafic auto pe drumul existent și pe care, evident, condițiile de circulație sunt mai rele .

Conform legislației în vigoare, eficiența economică a investițiilor de drumuri se apreciază pe baza indicatorului :

$$D_r = \frac{I_t}{E} \quad [1.3]$$

în care :

D_r este durata de recuperare, în ani ;

I_t - investiția totală, reprezentând investiția propriu-zisă necesară îmbunătățirii condițiilor de circulație și efectul imobilizării fondurilor investite pe perioada de execuție, în milioane lei ;

E - economiile anuale la cheltuielile de circulație a autovehiculelor, milioane lei/an, calculate ca diferență între cele două situații posibile :

- se execută proiectul de îmbunătățire a condițiilor de circulație pe drumul analizat;
- nu se execută acest proiect, adică condițiile existente pe drum rămân neschimbate.

Economiile, în sensul lor cel mai general, provin din două mari componente și anume :

a. interne sectorului transporturi (sau ale utilizatorilor drumului), adică ale traficului reprezentat prin diversele categorii de autovehicule care circulă pe drum în această categorie intrând :

- reducerea cheltuielilor de circulație pe drumul îmbunătățit , obținute de :

- traficul normal (componenta de bază), adică cel rezultat an de an din datele statistice înregistrate pe drumul analizat ;

- traficul deviat (indus) de pe alte drumuri, sau moduri de transport, ca atracție pentru utilizarea preferențială a drumului îmbunătățit ;

- traficul generat de drumul îmbunătățit, adică a acelui trafic care nu există în prezent pe drum și care apare tocmai datorită condițiilor noi îmbunătățite de circulație;

- reducerea timpului de parcurs, urmare creșterii vitezei de circulație pe drumul îmbunătățit . Valoarea în bani a timpului economisit este în funcție de tipul autovehiculului și de scopul transportului (producție, personal, agrement etc.) ;

- reducerea numărului de accidente ca urmare înlăturării cauzelor care le-au produs înainte pe drumul nemodernizat . Valoarea acestora reprezintă de asemenea o economie .

b. externe sectorului transporturi, din această grupă făcând parte :

- dezvoltarea regiunii străbătute de drumul îmbunătățit, în sensul creșterii activității economice pe ansamblul acesteia ;

- sporirea gradului de ocupare (utilizare a forței de muncă) din zona străbătută ca urmare a creșterii potențialului de transport prin îmbunătățirea condițiilor actuale de circulație ale drumului în cauză ;

- venitul net suplimentar obținut prin sporul de producție, mărirea schimburilor de produse pe piață și prin creșterea eficienței economice a producției din zona drumului îmbunătățit .

Cu excepția componentei “ traficul normal “ care este bine clarificată conceptual și în consecință, unanim acceptată și evaluată în orice proiect de îmbunătățire la drumuri, toate celelalte componente de economii (care teoretic ar trebui adăugate la componenta “trafic normal“ pentru a rezulta economia totală) constituie încă subiect de dezbateri, existând în prezent pe plan mondial neconcordanțe de opinie cu privire atât la valabilitatea adăugării lor la componenta de bază, cât și la modalitățile estimării lor cantitative [21].

De aceea în continuare vor fi tratate doar economiile provenite din reducerea cheltuielilor de circulație pentru trafic normal recenzat .

1.2.3.3. Proiecte de îmbunătățire a condițiilor de circulație pe drumurile publice

Principalele obiective de îmbunătățire a condițiilor de circulație pe drumurile publice se regăsesc în următoarele categorii mari de lucrări rutiere :

- Modernizări de drumuri în amplasamentul existent, a căror suprafață de rulare și elemente geometrice în plan, profil longitudinal și profil transversal sunt necorespunzătoare ;
- Construcția unei variante de drum care scurtează substanțial lungimea de parcurs între două puncte date ;
- Construcția unei variante de drum ce ocolește localitatea ;
- Ranforsarea structurii rutiere pe un drum existent ;
- Dublarea unui drum existent ;
- Existența unui tronson de autostradă care descongesează un sector de drum existent ;
- Execuția benzii a treia pentru autovehicule grele pe rampe prelungite .

Aceste proiecte pot fi executate interdependent ori grupate în funcție de situația concretă și obiectivele urmărite .

1.2.3.4. Cheltuieli de circulație

În analizele economice ipoteza execuției unui proiect se numește “Ipoteza CU “, iar cea a neexecuției acestuia se numește “Ipoteza FĂRĂ” . Adoptând aceeași terminologie și pentru cazul proiectelor de îmbunătățire a condițiilor de circulație la drumuri , conținutul celor două noțiuni este următorul :

- Ipoteza "CU"

Proiectul având caracteristicile uneia din cele 8 categorii precizate la paragraful 1.2.3.3, se execută în vederea evitării pe viitor a unor impedimente care în prezent crează dificultăți circulației auto și acționează defavorabil asupra cheltuielilor de circulație .

- Ipoteza "FĂRĂ"

În această ipoteză proiectul nu se execută, condițiile de circulație rămân neschimbate sau chiar se înrăutățesc .

Conceptul de bază al prezentei metodologii constă în definirea și cuantificarea economiilor (E) ca diferență între cele două ipoteze, adică :

$$E = \text{"FĂRĂ"} - \text{"CU"} > 0 \text{ mil.lei/an}$$

$$E = \text{cheltuieli de circulație în ipoteza "FĂRĂ"} - \text{cheltuieli de circulație în ipoteza "CU"} > 0$$

Din relația de definiție se constată că în cazul în care nu se execută proiectul economiile devin o pierdere, sau o pagubă P, a cărei valoare este :

$$P = E, \text{ mil.lei/an}$$

Cheltuieli anuale de circulație

Cheltuielile anuale de circulație suportate de utilizatorii drumului sunt cauzate de derularea traficului auto, timp de un an, pe un anumit drum și se determină cu relația :

$$C_a^j = \frac{365}{10^6} \times L \times \sum_{i=1}^n T_i^j \times \left(C_v + \frac{C_f}{V_i} \right), \text{ mil.lei/an} \quad [1.4]$$

în care :

C_a^j sunt cheltuieli anuale de circulație calculate pentru o anumită etapă de perspectivă j , mil.lei/an ;

365 - numărul de zile /an ;

10^6 - factor de conversie pentru exprimarea cheltuielilor anuale de circulație din lei/an în mil.lei/an ;

L - lungimea de calcul a drumului în km ;

T_i^j - traficul mediu zilnic (media zilnică anuală), M_{zai}^j pentru o anumită etapă de perspectivă j și pentru un anumit tip de autovehicul i, vehicule efective/zi ;

$$\sum_{i=1}^n T_i^j = T^j \quad , \text{ unde :} \quad [1.5]$$

T^j este traficul mediu zilnic total (M_{za}^j) în etapa j ;

n - numărul de tipuri de autovehicule (n = 6) ;

C_{vi} - cheltuieli de circulație variabile cu distanța parcursă, proprii fiecărui tip de autovehicul i, lei /veh.km ;

C_{fi} - cheltuieli unitare de circulație fixe (independente de distanța parcursă), proprii fiecărui tip de autovehicul i, lei /veh. x oră ;

V_i - viteza medie de circulație a unui autovehicul i pe lungimea drumului analizat, km /oră .

Dacă pentru o etapă de perspectivă j se cunosc ponderile diferitelor autovehicule i definite pe baza egalității :

$$p_i^j = \frac{T_i^j}{T^j} \quad [1.6]$$

$$\text{sau } T_i^j = p_i^j \times T^j \quad [1.7]$$

atunci prin înlocuirea valorilor T_i^j în relația [1.5] se obține :

$$C_a^j = \frac{365}{10^6} \times L \times T^j \times \sum_{i=1}^n p_i^j \times \left(C_{vi} + \frac{C_{fi}}{V_i} \right) \quad , \text{ mil lei/an} \quad [1.8]$$

Lungimea L și cheltuielile unitare de circulație $\left(C_{vi} + \frac{C_{fi}}{V_i} \right)$ sunt mărimi constante pe perioada de analiză economică a proiectului de îmbunătățire, în timp ce traficul total T^j și ponderile p_i^j (care reprezintă componența sau structura, traficului) sunt variabile în timp .

Recensământurile și prognozele pun în evidență traficul actual și de perspectivă exprimate în patru feluri și anume :

- vehicule efective / zi ;
- vehicule etalon turisme / zi ;
- vehicule etalon A_{13} / zi ;
- vehicule etalon A_{13R} / zi .

Utilizând traficul exprimat în vehicule etalon turisme/zi, în locul celui exprimat în vehicule efective/zi, deoarece există o foarte bună corespondență între coeficienții de transformare a vehiculelor efective în vehicule etalon turisme și rapoartele dintre cheltuielile unitare de circulație (variabile + fixe) ale diferitelor tipuri de autovehicule și cele specifice autovehiculelor etalon, relația [1.8] se simplifică și devine :

$$C_a^j = \frac{365}{10^6} \times L \times T_{et}^j \times C_{ct} , \text{ mil lei / an} \quad [1.9]$$

în care :

T_{et}^j este traficul total corespunzător etapei de perspectivă j, exprimat în vehicule etalon turisme pe zi ;

C_{ct} - cheltuieli unitare de circulație specifice autovehiculelor de tip 1 (autoturisme și vehicule rapide de mic tonaj), lei / veh x km, calculate o singură dată pentru toate etapele de perspectivă cu relația :

$$C_{ct} = C_{v1} + \frac{C_{f1}}{V_1} , \text{ lei / veh x km} \quad [1.10]$$

în care indicele 1 se referă la tipul autovehiculelor etalon turisme .

Cheltuieli unitare de circulație

Cheltuielile unitare de circulație reprezintă toate cheltuielile care se suportă de către utilizatori pentru deplasarea unui autovehicul i pe un drum, în lungime de 1 km, caracterizat de anumite condiții pe care acesta le poate oferi circulației . Întrucât se referă la un singur autovehicul i, aceste cheltuieli unitare de circulație se exprimă în lei / veh. x km .

Cheltuielile unitare de circulație (C_{ci}) se compun din :

- cheltuieli unitare de circulație variabile cu distanța parcursă (C_{vi}), care se exprimă în lei / veh. x km ;
- cheltuieli unitare de circulație fixe (C_{fi}), adică independente de distanța parcursă, care se exprimă în lei / veh. x oră .

Cheltuielile unitare de circulație provin din însumarea celor două componente pe baza relației :

$$C_{ci} = C_{vi} + \frac{c_{fi}}{v_i}, \text{ lei / veh x km} \quad [1.11]$$

$$C_{vi} = C_{cui} + C_{cai} + C_{iri} + C_{rki} + C_{ami}, \text{ lei / veh x km} \quad [1.12]$$

Cheltuielile unitare de circulație variabile provin din aceste cheltuieli pe care le suportă utilizatorii la deplasarea unui autovehicul i pe un drum de 1 km și care se fac pentru :

- combustibili și lubrifianți consumați de autovehiculul i (C_{cui});
- uzura anvelopelor și camerelor vehiculului i (C_{cai});
- reparații capitale ale autovehiculului i (C_{rki});
- amortismentul autovehiculului i (C_{ami});
- întreținerea și reparațiile curente ale autovehiculului i (C_{iri}).

Cheltuielile parțiale care compun cheltuielile unitare ale circulației variabile, definite mai sus, se găsesc calculate în baza instrucțiunilor metodologice și a datelor statistice existente la CTA – MT, pe fiecare tip de autovehicul .

Cheltuielile unitare de circulație fixe (c_{fi}) reprezintă regia întreprinderii transportatoare și plata conducătorilor auto, raportate la ora de funcționare a unui autovehicul i și sunt prezentate în tabele .

Cheltuielile unitare de circulație variabile și fixe, prezentate în tabelele la Ministerul Transporturilor, au fost calculate pentru toate cele șase tipuri de autovehicule recenzate curent de Administrația Națională a Drumurilor, cu mențiunea că cele variabile au fost stabilite pentru cazul unui drum a cărui coeficient de influență este $\alpha = 1,0$.

Sunt prezentate cheltuielile unitare de circulație variabile și pentru celelalte categorii de drum, a căror coeficient de influență variază de la $\alpha = 0,9$ la $\alpha = 1,6$.

În relațiile de calcul a cheltuielilor de circulație [1.4] intervine și lungimea drumului (L), care poate avea unul din următoarele două sensuri :

- lungimea reală a drumului, adică $L = L_R$;
- lungimea virtuală a drumului analizat, sau $L = L_V$.

Lungimea virtuală a unui drum este acea lungime ipotetică pe care o poate parcurge un autovehicul în condiții ideale de circulație : drumul se găsește în palier

și aliniament, secțiunea transversală permite încrucișări și depășiri în condiții de siguranță, suprafața îmbrăcămintei este plană și rugoasă, intersecțiile cu alte drumuri sunt denivelate, nu se traversează localități și traficul orar maxim nu depășește capacitatea de circulație orară practică a drumului, stabilită pentru un anumit nivel de serviciu .

Neasigurarea acestor condiții ideale conduce la apariția unor rezistențe în deplasarea autovehiculelor, care sunt cu atât mai mari cu cât abaterile condițiilor reale de la cele ideale sunt mai mari .

Se consideră că aceste rezistențe influențează direct consumul de combustibil și cheltuielile unitare de circulație, care la rândul lor influențează direct lungimea reală .

Formula generală de calcul a lungimii virtuale este :

$$L_v = L_R \times \left(1 + \sum_{\zeta=1}^n K_{\zeta} \right), \text{ km} \quad [1.13]$$

în care :

L_v este lungimea virtuală, km ;

L_R - lungimea reală, km

$\sum_{\varepsilon=1}^n K_{\varepsilon}$ - sumă de n coeficienți medii de corecție K_{ε} a lungimii reale, cu valori ≥ 0 ,

fiecare ținând seama de efectul unei anumite rezistențe ε în deplasarea autovehiculelor . Valoarea $K_{\varepsilon} = 0$ se atribuie unor rezistențe care au efect nul, sau practic nul .

Cheltuielile totale de circulație într-o perioadă de timp j , ținând cont de lungimea virtuală și de traficul din anul de bază T_{et}^0 și care are o creștere în perspectivă p , se obține cu relația :

$$C = \frac{365}{10^6} \times L_v \times C_{ct} \times \left(T_{et}^0 + \frac{p \cdot j}{2} \right) \times j, \text{ mil.lei} \quad [1.14]$$

Economii la cheltuieli de circulație

Economiile la cheltuielile de circulație, care se pot obține în urma executării și dării în funcțiune a unui proiect de îmbunătățire a condițiilor de circulație a

autovehiculelor pe un drum, provin din compararea a două situații clare, denumite ipoteze și anume :

- se execută proiectul (ipoteza “CU”);
- nu se execută proiectul (ipoteza “FĂRĂ”).

Cheltuielile de circulație sunt diferite în cele două situații, mai exact :

$$C^{\text{FĂRĂ}} > C^{\text{CU}} \quad [1.15]$$

Dacă se notează “ FĂRĂ “ = B și “ CU “ = A, atunci relațiile de bază pentru calculul economiilor obținute într-o perioadă de timp j, după execuția unui proiect de îmbunătățire devine :

$$E = 365 \times \underbrace{\left(T_{et}^0 + \frac{P \times j}{2} \right)}_1 \times j \times \underbrace{\left(L_V^B - L_V^A \right)}_2 \times \frac{C_{ct}}{10^6} \quad \text{mil. lei} \quad [1.16]$$

Termenii subliniați în relația [1.16] reprezintă cele două componente ale economiilor și anume :

1. traficul total, exprimat în număr de vehicule etalon turisme, care se derulează zi de zi pe drumul îmbunătățit, sau pe cel existent, într-o perioadă de timp j (componenta cheltuielilor de circulație nu se poate face decât în situația derulării aceluiași volum de trafic în ambele ipoteze : “FĂRĂ” și “CU”);
2. economia adusă de un vehicul etalon turism, exprimată în mil.lei/veh, care parcurge proiectul de îmbunătățire executat .

Economia de energie

Execuția unui proiect de îmbunătățire conduce implicit și la o economie de energie, a cărei valoare este cuprinsă în economiile totale la cheltuielile de circulație.

Volumul fizic al energiei economisite (E_{fe}) urmare realizării unui proiect de îmbunătățire a drumului se poate deduce din relația de mai sus în care, în loc de cheltuieli unitare de circulație C_{ct} , se introduce consumul unitar de combustibil (C_c) considerat ca fiind același în ambele ipoteze A și B .

Se obține astfel :

$$E_{je} = 365 \times \left(T_{et}^{/o} + \frac{P \cdot j}{2} \right) \times j \times (L_v^B - L_v^A) \times \frac{C_c}{10^6}, \text{ tone c.c.} \quad [1.17]$$

care este relația de calcul al economiei de energie, exprimată fizic, obținută pe întreaga perioadă j .

În relația [1.17] $T_{et}^{/o}$ reprezintă numărul total corectat de autovehicule etalon turisme din anul de bază, pentru a se ține seama de neconcordanța dintre rapoartele consumurilor specifice de combustibili și lubrefianți ale diferitelor autovehicule față de consumul propriu autoturismelor și coeficienții de transformare în autovehicule etalon turisme și se calculează cu relația :

$$T_{et}^{/o} = T_{et}^{/0} + 0,55 \times (f - t), \quad \text{v.e.t./zi} \quad [1.18]$$

în care :

f este numărul total de vehicule fizice / zi din anul de bază

t - numărul de autoturisme / zi din anul de bază

Pentru un procent mediu de cca. 25% - 35% autovehicule lente ($f-t$) din totalul autovehiculelor fizice / zi, relația de mai sus se poate admite în forma aproximativ acceptabilă :

$$T_{et}^{/o} = 1,2 \times T_{et}^{/0} \quad [1.19]$$

Consumul unitar de combustibil (convențional) C_c pentru un autovehicul etalon turism, care trebuie aplicat în relația [1.16] se deduce din :

$$C_c = \frac{8,5 \cdot l}{100 \text{ km} \times \text{veh}} \times 0,739 \frac{\text{kg}}{l} \times 1,643 = 0,103 \frac{\text{kgcc}}{\text{veh} \cdot \text{km}} \quad [1.20]$$

în care :

- $\frac{11500 \text{ kcal}}{7000 \text{ kcal}} = 1,643$ este raportul puterilor calorice ale benzinei și combustibilului convențional

$$- \quad p = \frac{2}{j} \left(\frac{s}{j} - T^o \right) \text{ veh/an} \quad [1.21]$$

$$- \text{ pentru perioada de perspectivă de 10 ani } s = \frac{5}{2} \times (T^0 + 2T^1 + T^2) \quad [1.22]$$

$$- \text{ pentru perioada de perspectivă de 15 ani } s = \frac{5}{2} \times (T^0 + 2T^1 + 2T^2 + T^3) \quad [1.23]$$

$$- \text{ pentru perioada de perspectivă de 20 ani } s = \frac{5}{2} \times (T^0 + 2T^1 + 2T^2 + 2T^3 + T^4) \quad [1.24]$$

În calculele de eficiență economică a investițiilor pentru lucrări de drumuri un rol hotărâtor îl joacă stabilirea corectă și rapidă a volumului economiilor obținute la cheltuielile de circulație, ca urmare a implementării diferitelor proiecte de îmbunătățire a condițiilor de circulație pe drumurile publice.

Economiile calculate în conformitate cu metodologia prezentată pot conține erori de până la 3 % , neglijabile în raport cu variațiile mult mai mari la care se supun investițiile și traficul atunci când se determină indicatorii de eficiență . Eroarea de cca. 3 % apare mai ales în cazul în care structura traficului atestă procente foarte mari de autovehicule > 5 t, în comparație cu cele întâlnite în mod obișnuit pe drumurile publice .

Metodologia de definire a economiilor la cheltuielile de circulație prin prezenta metodologie permite, totodată, un acces simplu la prelucrarea automată a datelor și elementelor de bază, pe calculatoare electronice, ceea ce sporește și mai mult viteza de lucru, precum și examinarea simultană a mai multor “variante” de economii .

Prin efectuarea unor analize de acest gen asupra sectoarelor de drumuri, în cele două ipoteze “CU” și “FĂRĂ”, administratorul rețelei poate stabili necesitatea și urgența intervențiilor de îmbunătățire a condițiilor de circulație, funcție de trafic și posibilitățile financiare de care dispune .

1.2.3.5. Aplicație asupra drumurilor locale din județul Arad

“ Nu există prosperitate economică și o calitate bună a vieții, acolo unde drumurile sunt proaste “ [2]] .

Pornind de la această constatare și din dorința ca drumurile locale din județul Arad să nu contribuie negativ asupra calității vieții, autorul a efectuat analiza stării tehnice a drumurilor și a stabilit eventualele cauze ce au condus și conduc în continuare la o viabilitate necorespunzătoare, ca pe baza lor să se fundamenteze măsuri ce se impun .

Se observă din tabelul 1.15 că din totalul drumurilor modernizate, 80 % au durata de exploatare depășită . Acest lucru explică în mare măsură volumul mare al

defecțiunilor apărute și starea de viabilitate necorespunzătoare pe anumite trasee de drumuri cu îmbrăcăminte bituminoasă .

Tabelul 1.15

Categorie de drum	Total km	Din care			
		Cu durata de exploatare expirată km %	Durata de exploatare expiră în anul		
			1994 km	1995 km	1996...2003 km
DJ	613	488 79,68	23	13	89
DC	92	73 79,00	4	-	15
Total	705	561 79,59	27	13	104

Pe de altă parte, volumul redus al lucrărilor de ranforsări și tratamente bituminoase executate anual față de necesarul ce rezultă din cadrul sectoarelor cu durata de exploatare depășită, a impus creșterea volumului plombărilor, așa cum rezultă din graficul alăturat, fig.1.2.

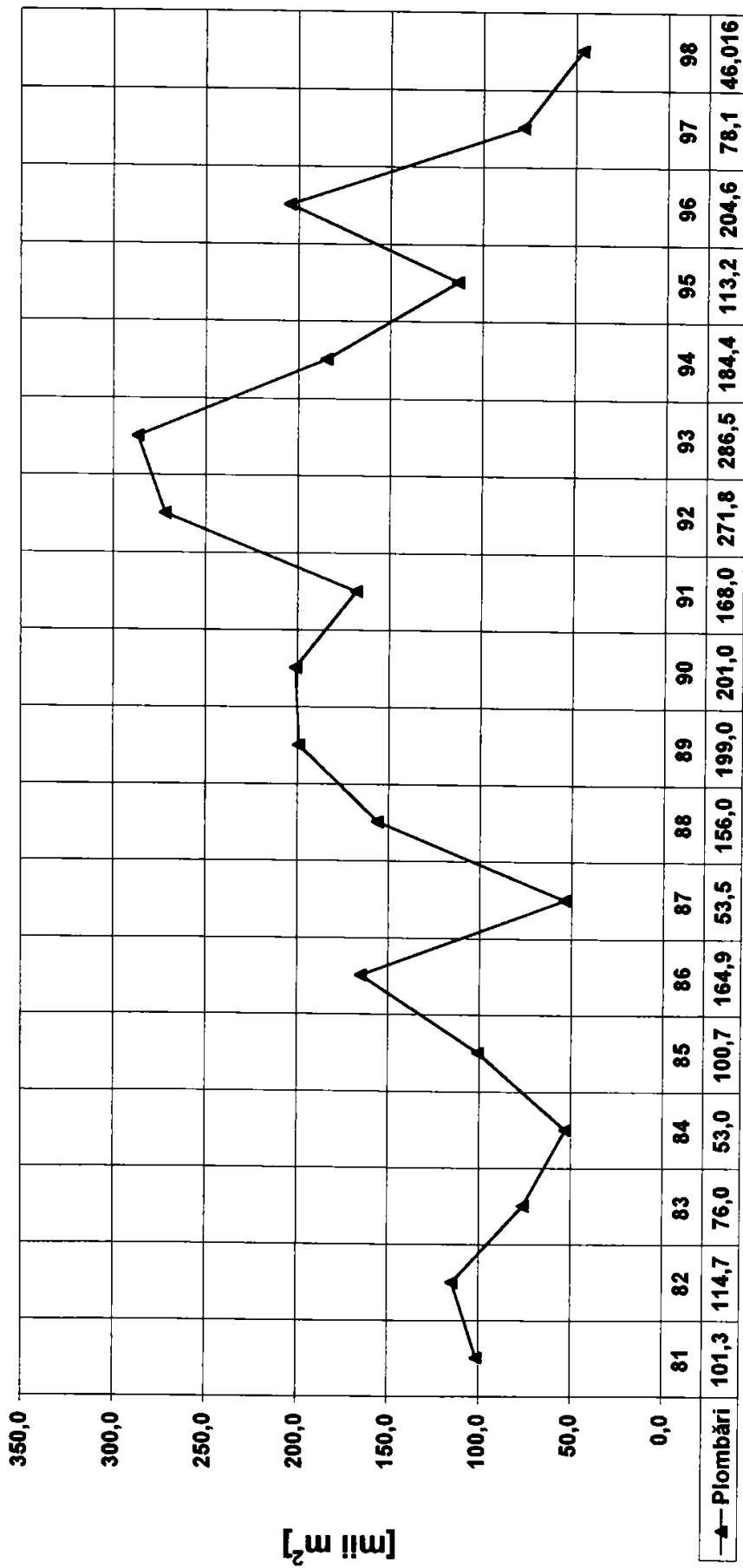
O analiză atentă a întregii rețele de drumuri locale a județului Arad, duce la concluzia că pe lângă unele cauze obiective, mai sunt și o serie de cauze subiective care conduc la o stare de viabilitate necorespunzătoare pe o serie de drumuri cu îmbrăcăminte bituminoasă. Prin diapozitivele realizate pe rețeaua de drumuri locale, cu situații concrete, doctorandul a concluzionat existența gamei largi de defecțiuni ale îmbrăcămintei, structurii rutiere sau ale complexului rutier [37;39] .

Pe baza experienței adunate de-a lungul a 27 de ani de activitate, a observațiilor făcute și a studiilor efectuate doctorandul propune ca o primă măsură pentru prevenirea degradării drumurilor cu îmbrăcămiți bituminoase, realizarea lucrărilor de drenare a apelor și impermeabilizare a suprafețelor .

Dar pentru a aplica o politică rutieră corespunzătoare la nivelul județului Arad, doctorandul consideră că trebuie pornit de la eliminarea unor greșeli observate și prezentate în continuare :

EVOLUȚIE PLOMBĂRI

Figura 1.2



—▲— Plombări

Concepție și proiectare

Din analiza efectuată de doctorand cu privire la alegerea soluțiilor tehnice și proiectarea acestora a rezultat că în multe situații s-a ales soluția cu preț de cost redus chiar dacă nu aceasta era cea optimă .

Am mai constatat de asemenea că :

- dimensionarea complexelor rutiere necorespunzătoare sau depășită de evoluția traficului și a sarcinii pe osie, a condus la realizarea unor sectoare de drum ce s-au degradat în scurt timp de la execuție și nu mai prezintă viabilitate corespunzătoare
- proiecte incomplete, netratând asigurarea drenării apelor în zonă, corecții în profil transversal, amenajare intersecții, semnalizarea rutieră, nu au nici o justificare din cauza lipsei de fonduri, acest lucru având un rol deosebit pentru viabilizare și siguranța circulației ;
- adoptare de soluții, tehnologie sau materiale necorespunzătoare, conduce la compromiterea lucrărilor și la utilizarea inefficientă a fondurilor alocate .

Prin intervențiile efectuate de doctorand în ultimii ani aceste neajunsuri, în marea lor majoritate, au fost eliminate la nivelul județului Arad .

Calitatea materialelor

În privința calității materialelor utilizate, doctorandul a evidențiat următoarele observații :

- folosirea agregatelor de râu, nesortate, nespălate pentru prepararea mixturilor asfaltice, reduce performanțele acestora și deci implicit durata de exploatare a sectoarelor de drum realizate cu acestea ;
- utilizarea criblurilor murdare și cu granulozitate necorespunzătoare la prepararea mixturilor asfaltice, compromite lucrările la care se folosesc ;
- utilizarea nisipului bituminos cu conținut foarte redus de bitum și cu impurități, la prepararea mixturilor asfaltice a condus la o calitate necorespunzătoare a lucrărilor;
- bitum de calitate redusă, înseamnă mixturi asfaltice neperformante și cheltuieli suplimentare pentru reparații .

- sistemul de asigurare a calității nu a funcționat corespunzător

La propunerea doctorandului, în cadrul județului Arad a fost separată activitatea de execuție de cea de administrare, exploatare și astfel urmărirea calității lucrărilor se face cu personal de specialitate neutru față de executant și astfel neajunsurile constatate anterior reorganizării au fost eliminate .

Execuția lucrărilor

Analizând în detaliu aspectele legate de execuția lucrărilor, doctorandul a precizat neregulile întâlnite și propune a se avea în vedere eliminarea lor .

Dintre neregulile constatate de autor se rețin următoarele :

- nerespectarea dozării agregatelor și liantului la prepararea mixturilor asfaltice ;
- temperaturi necorespunzătoare la prepararea și așternerea mixturilor asfaltice ;
- nerespectarea tehnologiei de așternere a mixturilor asfaltice prin necurățirea suprafețelor, neamorsare, netăierea rosturilor și nedecalarea acestora în axă, suprafațare și compactare necorespunzătoare ;
- încălziri repetate și ardere bitum în topitoare la fabricile de mixturi asfaltice ;
- lucrări pregătitoare necorespunzătoare ;
- nerespectare documentației ;
- lipsa recepțiilor pe faze .

Introducerea caietelor de sarcini și urmărirea respectării acestora prin dirigenții de specialitate este soluția care a început să dea rezultate vizibile pe rețeaua de drumuri locale din județul Arad .

Condiții de exploatare, întreținere

Constatările prezentate mai jos de către doctorand susțin propunerea acestuia cu privire la necesitatea separării activității de administrare de cea de execuție și a necesității existenței unor strategii rutiere locale, bine fundamentate .

- întreținere preventivă insuficientă ;
- întreținerea curativă nu acoperă lucrările prioritare necesare ;

- nu se acordă prioritate lucrărilor de drenare și scurgere a apelor ;
- lipsa lucrărilor de etanșare a îmbrăcăminților bituminoase (tratamente bituminoase, badijonări, colmatare fisuri) ;
- calitatea lucrărilor de întreținere de multe ori lasă de dorit ;
- semnalizare rutieră incompletă și uzată ;
- reviziile se fac sporadic și nu se valorifică ;
- durata de exploatare depășită la 80 % din rețeaua de drumuri asfaltate, presupune o atentă diagnosticare și programare a lucrărilor prioritare .

În sprijinul susținerii necesității lucrărilor de îmbunătățire a condițiilor de circulație pe drumurile asfaltate, se va prezenta în continuare economia de energie posibilă de realizat pe două din drumurile principale ale județului, cât și la nivelul întregii rețele asfaltate .

Se aplică metoda prezentată, pornind de la traficul de bază prognozat pentru anul 1995 în baza recensământului efectuat în anul 1990, luându-l ca an de bază și pentru o perioadă de 10 ani (1995...2005).

DJ 709 Arad – Seleuș – Berechiu

Traficul mediu zilnic anual pe sectoare conform recensământului din anul 1990 se prezintă în tabelul 1.16.

Tabelul 1.16

Limite sector km...km	Trafic mediu zilnic anual vehicule etalon autoturisme , anul		
	1995	2000	2005
I 0+000...24+300 Arad – Șiria	5058	7417	10538
II 24+300...45+600 Șiria – Șicula	4130	5695	8045
III 45+600...60+000 Șicula – Cermei	2877	3828	4998
IV 62+000...75+942 Cermei – Berechiu	1736	2211	2811

Calculul tendinței medii de creștere a traficului

Tabelul.1.17

Anul	Trafic	Sector			
		I	II	III	IV
1995	T_{et}^0	5058	4130	2877	1736
2000	T_{et}^1	7417	5695	3828	2211
2005	T_{et}^2	10538	8045	4998	2811

$j = 10$ ani 1995... 2005

$$P = \frac{2}{j} \times \left(\frac{s}{j} - T_{et}^o \right) ; \text{ vehicule etalon autoturisme pe an și zi } \left(\frac{v.e.t.}{an.si.zi} \right) \quad [1.25]$$

$$S = \frac{5}{2} (T_{et}^0 + 2T_{et}^1 + T_{et}^2) ; \text{ vehicule etalon autoturisme pe zi } \left(\frac{v.e.t.}{zi} \right) \quad [1.26]$$

sector I $S = \frac{5}{2} (5058 + 2 \cdot 7417 + 10538) = 76075 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.27]$

$$P = \frac{2}{10} \left(\frac{s}{10} - 5058 \right) = \frac{2}{10} \left(\frac{76075}{10} - 5058 \right) = 509,9 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.28]$$

sector II $S = \frac{5}{2} (4130 + 2 \cdot 5695 + 8045) = 58912,5 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.29]$

$$P = \frac{2}{10} \left(\frac{5891,5}{10} - 4130 \right) = 352,25 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.30]$$

sector III $S = \frac{5}{2} (2877 + 2 \cdot 3828 + 4998) = 38827,5 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.31]$

$$P = \frac{2}{10} \left(\frac{38827,5}{10} - 2877 \right) = 201,15 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.32]$$

sector IV $S = \frac{5}{2} (1736 + 2 \cdot 2211 + 2811) = 22422,5 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.33]$

$$P = \frac{2}{10} \left(\frac{22422,5}{10} - 1736 \right) = 101,5 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.34]$$

Calculul lungimii virtuale

$$L_v = L_R \times \left(1 + \sum_{\zeta=1}^n K_{\zeta} \right) ; \text{ km} \quad [1.35]$$

$$L_v = L_R \times (1 + K_s) ; \text{ km} \quad [1.36]$$

K_s este coeficient în funcție de starea suprafeței de rulare și viteza de circulație [23].

Lungimea virtuală a sectorului în funcție de viteza de circulație se prezintă în tabelul 1.18.

Tabelul 1.18

Sector	V = 40 km / h	V = 30 km / h
I	$L_v^A = 1,03 \cdot 24,3 = 25,03$ $L_v^B = 1,05 \cdot 24,3 = 25,52$	$L_v^A = 1,15 \cdot 24,3 = 27,95$ $L_v^B = 1,17 \cdot 24,3 = 28,43$
II	$L_v^A = 1,03 \cdot 21,3 = 21,73$ $L_v^B = 1,07 \cdot 15 + 6,3 \cdot 1,1 = 22,98$	$L_v^A = 1,15 \cdot 21,3 = 24,5$ $L_v^B = 1,19 \cdot 15 + 1,21 \cdot 6,3 = 25,48$
III	$L_v^A = 1,03 \cdot 16,4 = 16,9$ $L_v^B = 1,07 \cdot 16,4 = 17,55$	$L_v^A = 1,15 \cdot 16,4 = 18,86$ $L_v^B = 1,19 \cdot 16,4 = 25,52$
IV	$L_v^A = 1,03 \cdot 13,9 = 14,32$ $L_v^B = 1,1 \cdot 9 + 1,42 \cdot 4,9 = 16,86$	$L_v^A = 1,15 \cdot 13,9 = 15,99$ $L_v^B = 1,21 \cdot 9 + 1,47 \cdot 4,9 = 18,1$

Calcul economiei de energie

Executarea de lucrări de ranforsare și întreținere corespunzătoare a traseului analizat, conduce implicit la o economie de energie ce se regăsește în economiile totale la cheltuielile de circulație.

Volumul fizic al energiei economisite (E_{fe}) se deduce din relația [1.30] în care în loc de cheltuieli unitare de circulație C_{ct} , se introduce consumul unitar de combustibil C_c , considerat ca fiind același în ambele ipoteze A și B, $0,103 \frac{\text{kg} \cdot \text{c} \cdot \text{c}}{\text{veh} \cdot \text{km}}$.

$$E_{fe} = 365 \left(T_{et}^{/0} + \frac{P \cdot j}{2} \right) \cdot j \cdot (L_v^B - L_v^A) \cdot \frac{C_c}{10^3} \quad \text{t}_0 \text{ c.c.} \quad [1.37]$$

$$T_{et}^{/0} = 1,2 T_{et}^0 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.38]$$

$$\text{Sect I } T_{et}^{/0} = 1,2 \cdot 5058 = 6070 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.39]$$

$$\text{Sect II } T_{et}'^0 = 1,2 \cdot 4130 = 4956 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.40]$$

$$\text{Sect III } T_{et}'^0 = 1,2 \cdot 2877 = 3453 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.41]$$

$$\text{Sect IV } T_{et}'^0 = 1,2 \cdot 1736 = 2083 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.42]$$

Pentru $v = 30 \text{ km/h}$

$$\text{Sect I } E_{fe} = 365 \cdot \left(6070 + \frac{509,9 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (28,43 - 27,95) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 1555,44 \text{ t c.c.} \quad [1.43]$$

$$\text{Sect II } E_{fe} = 365 \cdot \left(4956 + \frac{352,25 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (25,48 - 24,5) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 2474,84 \text{ t c.c.} \quad [1.44]$$

$$\text{Sect III } E_{fe} = 365 \cdot \left(3453 + \frac{201,15 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (19,52 - 18,86) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 1106,33 \text{ t c.c.} \quad [1.45]$$

$$\text{Sect IV } E_{fe} = 365 \cdot \left(2083 + \frac{101,25 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (18,1 - 15,99) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 2053,93 \text{ t c.c.} \quad [1.46]$$

$$E_{feDJ709} = 7190,54 \text{ t c.c. pe 10 ani}$$

$$E_{feDJ709} = 719 \text{ t c.c. / an}$$

Se observă că întreținerea corespunzătoare a drumului poate duce la o economie anuală de 719 t c.c.

Pentru $v = 40 \text{ km/h}$

$$\text{Sect I } E_{fe} = 365 \cdot \left(6070 + \frac{509,9 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (25,52 - 25,03) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 1587,85 \text{ t c.c.} \quad [1.47]$$

$$\text{Sect II } E_{fe} = 365 \cdot \left(4956 + \frac{352,25 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (22,98 - 21,73) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 3156,59 \text{ t c.c.} \quad [1.48]$$

$$\text{Sect III } E_{fe} = 365 \cdot \left(3453 + \frac{201,15 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (17,55 - 16,9) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 1089,57 \text{ t c.c.} \quad [1.49]$$

$$\text{Sect IV } E_{fe} = 365 \cdot \left(2083 + \frac{101,25 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (16,86 - 14,32) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 2472,5 \text{ t c.c.} \quad [1.50]$$

$$E_{feDJ709} = 8306,61 \text{ t c.c. pe 10 ani}$$

$$E_{feDJ709} = 830,6 \text{ t c.c. / an}$$

Rezultă deci pentru viteza de circulație de 40 km/h , în condițiile menținerii unei viabilități corespunzătoare pe traseu , o economie anuală de 830,6 t.c.c.

DJ 792 Bârsa – Moneasa

Traficul mediu zilnic anual, exprimat în vehicule etalon turisme conform recensământ din anul 1990 este prezentat în tabelul 1.19.

Tabelul 1.19

Sector km... km	Anul		
	1995	2000	2005
I 0+000...9+200	2184	3159	4423
II 9+200...25+300	1648	2291	3144

Calculul tendinței medii de creștere a traficului

$$\text{sector I} \quad S = \frac{5}{2}(2184 + 2 \cdot 3159 + 4423) = 32312,5 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.51]$$

$$P = \frac{2}{10} \left(\frac{32312,5}{10} - 2184 \right) = 209,45 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.52]$$

$$\text{sector II} \quad S = \frac{5}{2}(1648 + 2 \cdot 2291 + 3144) = 23435 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.53]$$

$$P = \frac{2}{10} \left(\frac{23435}{10} - 1648 \right) = 139,1 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.54]$$

Calculul lungimii virtuale

Tabelul 1.20

Sector	V = 40 km / h	V = 30 km / h
I	$L_v^A = 1,03 \cdot 9,2 = 9,48$	$L_v^A = 1,15 \cdot 9,2 = 10,58$
	$L_v^B = 1,07 \cdot 9,2 = 9,84$	$L_v^B = 1,19 \cdot 9,2 = 10,95$
II	$L_v^A = 1,03 \cdot 16,1 = 16,58$	$L_v^A = 1,15 \cdot 16,1 = 18,51$
	$L_v^B = 1,07 \cdot 16,1 = 17,23$	$L_v^B = 1,19 \cdot 16,1 = 19,16$

Calculul economiei de energie

Pentru v = 40 km/h

$$\text{Sect I} \quad E_{je} = 365 \cdot \left(2621 + \frac{209,45 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (9,48 - 9,48) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 496,47 \text{ t c.c.} \quad [1.55]$$

$$\text{Sect II } E_{fe} = 365 \cdot \left(1978 + \frac{139,1 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (17,23 - 16,58) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 653,32 \text{ t c.c} \quad [1.56]$$

$$E_{feDJ792B} = 496,47 + 653,22 = 1149,79 \text{ t c.c. pe 10 ani}$$

$$E_{feDJ792B} = 115 \text{ t c.c. / an}$$

Se observă deci că prin menținerea în stare de viabilitate corespunzătoare a traseului se vor economisi 115 tone combustibil convențional medie pentru o circulație de 40 km/h.

Pentru $v = 30 \text{ km/h}$

$$\text{Sect I } E_{fe} = 365 \cdot \left(2621 + \frac{209,45 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (10,95 - 10,58) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 510,26 \text{ t c.c.} \quad [1.57]$$

$$\text{Sect II } E_{fe} = 365 \cdot \left(1978 + \frac{139,1 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (19,16 - 18,51) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 653,32 \text{ t c.c} \quad [1.58]$$

$$E_{feDJ792B} = 510,26 + 653,32 = 1163,58 \text{ t c.c. pe 10 ani}$$

$$E_{feDJ792B} = 116,4 \text{ t c.c. / an}$$

Rezultă deci o economie de 116,4 t.c.c./an

Analiză pe rețeaua de drumuri cu îmbrăcăminte bituminoasă

Traficul mediu zilnic anual în vehicule etalon autoturisme pe drumurile cu îmbrăcăminte bituminoasă se prezintă în tabelul 1.21

Tabelul 1.21

Categoria de drum	Anul		
	1995	2000	2005
DJ	1946	2650	3572
DC	907	1211	1598

În tabelul 1.22 se prezintă coeficienții K_s' de corecție ai lungimii reale a drumurilor în funcție de starea suprafeței de rulare .

Tabelul 1.22

Starea Suprafeței de rulare	DJ		DC		K _s '		
	612		93		V = 30	V = 40	V = 50
	%	km	%	km			
Foarte bună	5	32			1,15	1,03	1,0
Bună	20	120	20	18	1,17	1,05	1,03
Mediocră	59	360	27	25	1,19	1,07	1,06
Rea	13	80	45	42	1,21	1,1	1,09
Foarte bună	3	20	8	8	1,23	1,13	1,12

Calculul tendinței medii de creștere a traficului

$$\text{DJ } S = \frac{5}{2} \cdot (1946 + 2 \cdot 2650 + 3572) = 27045 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.59]$$

$$\text{DC } S = \frac{5}{2} \cdot (907 + 2 \cdot 1211 + 1598) = 12317,5 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.60]$$

$$\text{DJ } P = \frac{2}{10} \cdot \left(\frac{27045}{10} + 1946 \right) = 151,7 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.61]$$

$$\text{DC } P = \frac{2}{10} \cdot \left(\frac{12317,5}{10} - 907 \right) = 64,95 \text{ v.e.t./an și zi} \quad [1.62]$$

Calculul lungimii virtuale

$$V = 40 \text{ km / h}$$

$$\text{DJ } L_v^A = 612 \cdot 1,03 = 630,36 \text{ km} \quad [1.63]$$

$$\text{DJ } L_v^B = 32 \cdot 1,03 + 120 \cdot 1,05 + 360 \cdot 1,07 + 80 \cdot 1,1 + 20 \cdot 1,13 = 654,76 \text{ km} \quad [1.64]$$

$$\text{DC } L_v^A = 93 \cdot 1,03 = 95,79 \text{ km} \quad [1.65]$$

$$\text{DC } L_v^B = 18 \cdot 1,05 + 25 \cdot 1,07 + 42 \cdot 1,1 + 8 \cdot 1,13 = 100,89 \text{ km} \quad [1.66]$$

Calculul economiei de energie

$$\text{DJ } T_{et}^{/0} = 1,2 \cdot 1946 = 2335,2 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.67]$$

$$\text{DC } T_{et}^{/0} = 1,2 \cdot 907 = 1088,4 \text{ v.e.t./zi} \quad [1.68]$$

$$DJ E_{fe} = 365 \cdot \left(2335,2 + \frac{151,7 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (654,76 - 630,36) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 28379 \text{ t c.c.} \quad [1.69]$$

$$DC E_{fe} = 365 \cdot \left(1088,4 + \frac{64,95 \cdot 10}{2} \right) \cdot 10 \cdot (100,89 - 95,79) \cdot \frac{0,103}{10^3} = 2709,5 \text{ t c.c.} \quad [1.70]$$

$$E_{rețea} = 28379 + 2709,5 = 31088,5 \text{ t c.c.}$$

$$E_{rețea \text{ an}} = 3108,85 \text{ t c.c.}$$

Se observă deci că pe întreaga rețea asfaltată a drumurilor locale din județul Arad, în condițiile în care starea de viabilitate este menținută la un nivel corespunzător, pentru o circulație cu viteza medie de 40 km/h, se economisește anual cantitatea de 3108 tone combustibil convențional .

Rezultă deci că mare parte din investiția pentru realizarea lucrărilor de întreținere preventivă se va recupera prin economia de energie circulând pe drumuri cu viabilitate bună .

1.3. CONCLUZII

Studiul efectuat de doctorand asupra stării tehnice a rețelei de drumuri locale din județul Arad s-a concretizat în mai multe referate cuprinzând observații și propuneri pertinente pentru îmbunătățirea acestuia .

Evidențiind tipurile de degradări și cauzele ce le-au generat, doctorandul a tras semnalul de alarmă și a trecut la acțiuni concrete de oprire a acestora și îmbunătățire a stării de viabilitate pe drumurile locale .

Astfel doctorandul a examinat capacitatea portantă a complexelor rutiere pe cele mai importante drumuri, utilizând cea mai avansată tehnică existentă în țară, pe baza măsurătorilor cu Dynatest 8000 FWD . Pe baza rezultatelor obținute, ca urmare a studiului efectuat, autorul a stabilit programarea lucrărilor de ranforsare a structurilor rutiere și soluțiile de aplicat .

Analizând cu competență și discernământ, calitatea și eficiența drumurilor cu îmbrăcămînți moderne în bună stare de exploatare, doctorandul a propus și implementat o strategie rutieră adecvată la nivelul administrației drumurilor locale din județul Arad .

Cap.2. STUDIUL RESURSELOR DE MATERIALE RUTIERE LOCALE DIN JUDEȚUL ARAD

2.1. GENERALITĂȚI

Cunoașterea și folosirea justă din punct de vedere tehnic și economic a materialelor de construcție la executarea drumurilor și străzilor rezultă din faptul că valoarea lor reprezintă mai mult de jumătate din costul lucrărilor, atingând 55...80 % la construcții și modernizări și circa 40...70 % la reparații și întreținere .

La execuție trebuie să se respecte în primul rând calitatea și dimensiunile stabilite prin proiectul lucrării și condițiile tehnice cerute pentru fiecare din materialele necesare [37;40;80] .

O atenție deosebită trebuie dată înlocuirii materialelor costisitoare sau care se găsesc greu (deficitare), cu altele mai ieftine ce corespund scopului pentru care se execută lucrarea .

De asemenea o mare atenție trebuie dată reducerii consumurilor specifice de materiale prin reducerea pierderilor admisibile de transport, de manipulare sau prin mărirea numărului de re folosiri, precum și reducerii costului produselor de masă (piatră de carieră, balast, nisip etc.) față de prețurile medii avute în vedere la întocmirea proiectului [40] .

Pentru aplicarea în practică a celor arătate mai înainte autorul consideră că este necesar să se cunoască studiul amănunțit a materialelor care se folosesc, modul lor de fabricare și proprietățile lor principale, precum și condițiile tehnice în care pot fi puse în operă .

De importanță mare este folosirea la construcția și repararea drumurilor a deșeurilor, subproduselor industriale, a materialelor netradiționale și a surselor de energie neconvențională [35] .

În atingerea acestui deziderat apreciez că rolul cercetării proprii din unitățile de drumuri și poduri, rolul fiecărui specialist ce activează în acest domeniu este de primă importanță .

2.2. AGREGATE DE BALASTIERĂ PENTRU DRUMURI

Având în vedere că o mare parte din rețeaua de drumuri locale o reprezintă drumurile pietruite și chiar de pământ, a căror reparație și întreținere necesită un volum mare de material pietros, doctorandul a inițiat analiza resurselor de pe teritoriul județului și a efectuat cercetări asupra utilizării agregatelor .

Cunoscând aceste resurse, a fost posibilă utilizarea lor, reducând astfel distanțele de transport și utilizând cu eficiență maximă fondurile reduse alocate .

Un inventar al surselor de balast este prezentat în tabelul 2.1, iar dispunerea acestora pe teritoriul județului se poate vedea pe harta prezentată în figura 2.1 .

2.2.1. Studii și cercetări asupra produselor principalelor balastiere

În vederea utilizării agregatelor de balastieră în conformitate cu prescripțiile tehnice în vigoare, specifice diferitelor categorii de lucrări, doctorandul în colaborare cu laboratoare de specialitate a efectuat determinarea granulozității balastului din principalele balastiere, rezultate prezentate în tabelul 2.2 precum și alte caracteristici redată în tabelul 2.3.

TABEL

cuprinzând sursele de produse de balastieră din județul Arad

Tabelul 2.1

Râu Drum	Acces din Localitatea	Balastieră organizată		Balastieră sezonieră
		Cu sortare	Fără sortare	
Mureș	Vărădia		X	
DN 7	Conop	X		
DN 7	Sâmbăteni	X		
DN 7	Mândruloc		X	
DN 7	Vladimirescu	X		
Arad	Micălaca	X		
Arad	Cărămidărie		X	
Stradă	Pecica			X
Stradă	Semlac			X
Stradă	Șeitin			X
DN 7	Milova	X		
DJ 682	Fântânele	X	X	
CRIȘUL ALB				
DN 76	Ionești			X
DJ 708	Gurahonț			X
DJ 708	Iratoș			X
DJ 708	Pescari			X
DJ 708	Dieci			X
DJ 708	Revetiș			X
DJ 708	Berindia			X
DJ 708	Buteni			X
DJ 708	Sebiș			X
DJ 792	Bârsa			X
DC 15	Bârsa			X
DC 15	Răpsig	X		
DC 15	Bocsig			X
Stradă	Ineu			X
GROPI				
DC 88	Ghioroc	X		
DN 7	Cicir		X	
DN 79	Zimand	X		
DJ 708	Șofronea	X		
VĂI LOCALE				
	Hălmăgel			X
	D J708 A Nadăș			X
	Boftei			X
	Ignești			X
	Chisindia			X
	Dezna			X
	Petriș			X
	Mărăuș			X
	Secaci			X
	Ususău		X	
	Lalașinț			X
	Bata			X

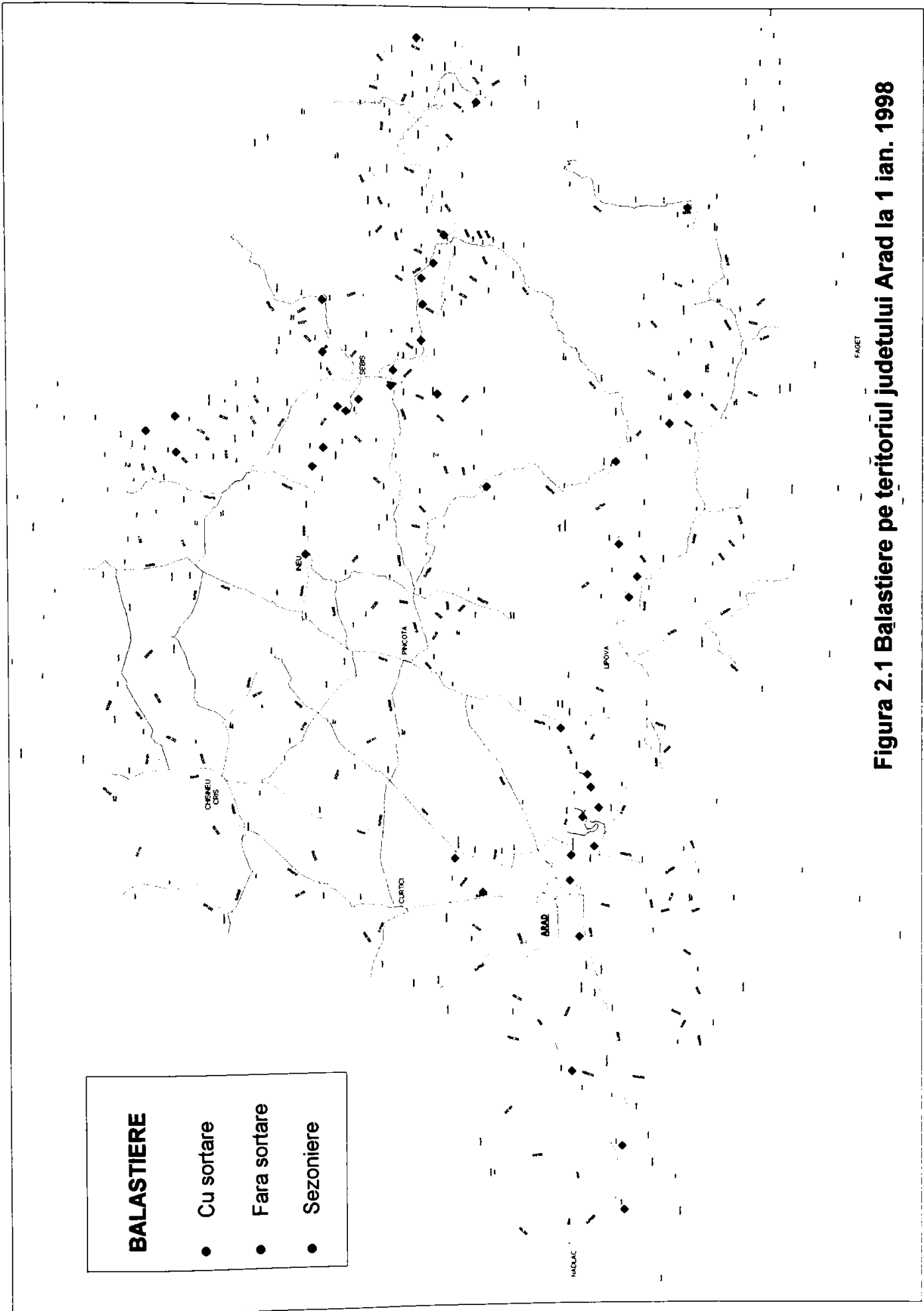


Figura 2.1 Balastiere pe teritoriul judetului Arad la 1 ian. 1998

FAGET

Granulozitatea balasturilor din județul Arad

Tabelul 2.2

Balastiera	Resturi pe ... mm %									Trece prin 0,09 %
	40	31	15	7	3	1	0,63	0,2	0,09	
Conop	5,6	6,2	16,5	15,2	12,6	8,6	1,8	18,8	2,0	0,7
Vărădia	4,7	4,8	15,7	14,6	12,0	7,2	12,0	23,5	4,3	1,0
Fântânele	1,2	1,8	14,1	16,8	18,2	12,2	16,1	17,5	1,6	0,5
Sâmbăteni	5,5	6,7	15,7	14,2	13,3	7,8	12,4	21,0	2,6	0,8
Bodrogul Nou	0,0	0,0	0,0	0,6	5,6	12,9	24,4	46,5	8,8	1,2
Ghiorog I	0,0	0,0	1,3	0,9	9,5	10,1	20,2	52,0	4,5	1,5
Ususău	0,0	0,0	3,7	1,8	4,2	3,8	10,5	44,8	27,5	3,7
Răpsig	0,9	6,0	18,4	25,5	17,0	12,0	10,0	9,0	0,9	0,3

Caracteristici fizico-mecanice ale balasturilor din județul Arad

Tabelul 2.3

Balastiera	Conținut de humus	Părți levigabile %	Uzură Los Angeles %	Echivalent de nisip
Conop	incoloră	0,1	35	57
Vărădia	slab gălbuie	3,0	34,2	65
Fântânele	incoloră	1,1	40,1	59
Sâmbăteni	slag gălbuie	2,1	41,8	61
Bodrogul Nou	incoloră	1,3		80
Ghiorog I	incoloră	2,2		87
Ususău	slab gălbuie	2,2		76
Răpsig	slab gălbuie	1,7	33,5	51

Din analiza rezultatelor obținute, rezultă că balastul din balastierele analizate poate fi utilizat pentru straturi de fundație având uzura Los Angeles sub cea admisă, 50 % și echivalentul de nisip mai mare de 30 % .

Balastul se poate utiliza de asemenea pentru întreținerea drumurilor pietruite și de pământ .

Balastul nu poate fi utilizat pentru straturi de fundație ca balast amestec optimal deoarece prezintă uzură Los Angeles mai mare de 30 % .

Pentru straturi rutiere din agregate naturale stabilizate cu ciment se poate utiliza balast din balastierele Conop, Vărădia și Răpsig .

Rezistența la uzură determinată cu mașina Los Angeles pe sorturile de pietriș din balastiera Sâmbăteni sunt prezentate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4

Sortul	Uzură Los Angeles %
7 – 15	28,6
15 – 30	28,4
7 – 30	29,0

Pietrișul poate fi utilizat pentru îmbrăcămînți din beton de ciment în stratul de rezistență cât și pentru lucrările de tratamente bituminoase.

Pe lângă balastierele prezentate, putem arăta că mai există posibile puncte de extracție balast și de pe văi locale, material ce se pretează foarte bine la întreținerea drumurilor pietruite din zonele respective . Așa ar fi în zona Nadăș, Botfei, Chisindia, Hălmăgel, Ionești, Dieci, Pescari, Berindia, Dezna, Petriș etc.

Sursele locale se pot valorifica și ca antiderapant .

Din analiza materialelor preluate din sursele prezentate, rezultă că acestea pot fi utilizate în domeniul rutier .

Ca atare în strategia lucrărilor de construcție, reparație și întreținere a drumurilor, încă din anul 1977, ca șef serviciu producție din cadrul Direcției Județene

de Drumuri și Poduri Arad, autorul a programat utilizarea la maximum a resurselor locale de balast și sorturi, contribuind astfel la reducerea cheltuielilor și mai ales la îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor.

Având în vedere lipsa de cribluri pentru realizarea lucrărilor de tratamente bituminoase, doctorandul a analizat sorturile de balastieră, a experimentat utilizarea acestora și apoi a implementat această tehnologie, cu efecte benefice privind reducerea costului pe km de tratament și prin prelungirea duratei de exploatare a sectoarelor de drum pe care s-au executat aceste lucrări, îmbunătățind starea de viabilitate a acestora .

2.3. AGREGATE DE CARIERĂ

Volumul mare de piatră spartă necesară pentru lucrările de întreținere a drumurilor pietruite și mai ales pentru lucrările de modernizare au determinat pe autor să realizeze un studiu la nivelul județului pentru depistarea și valorificarea eficientă a surselor de producere a acestor materiale .

S-a început cu inventarierea surselor de agregate naturale și cu amplasamentul acestora în județ după care s-a trecut la investigarea în laborator a materialelor pietroase disponibile . Inventarul acestor surse, prezentat în tabelul 2.5 și ca dispunere pe teritoriul județului conform hărții din figura 2.2.

2.3.1. Studii asupra caracteristicilor pietrei sparte și a criblurilor din principalele cariere

Sub acțiunea solicitărilor mecanice agregatele se pot fragmenta, dând elemente de diferite dimensiuni, se pot uza prin frecare, rezultând în principal elemente fine și se pot șlefui dând suprafețe alunecoase .

Solicitările mecanice asupra agregatelor naturale sunt în funcție de poziția stratului din care fac parte în structura rutieră la care sunt utilizate, cât și de modul de

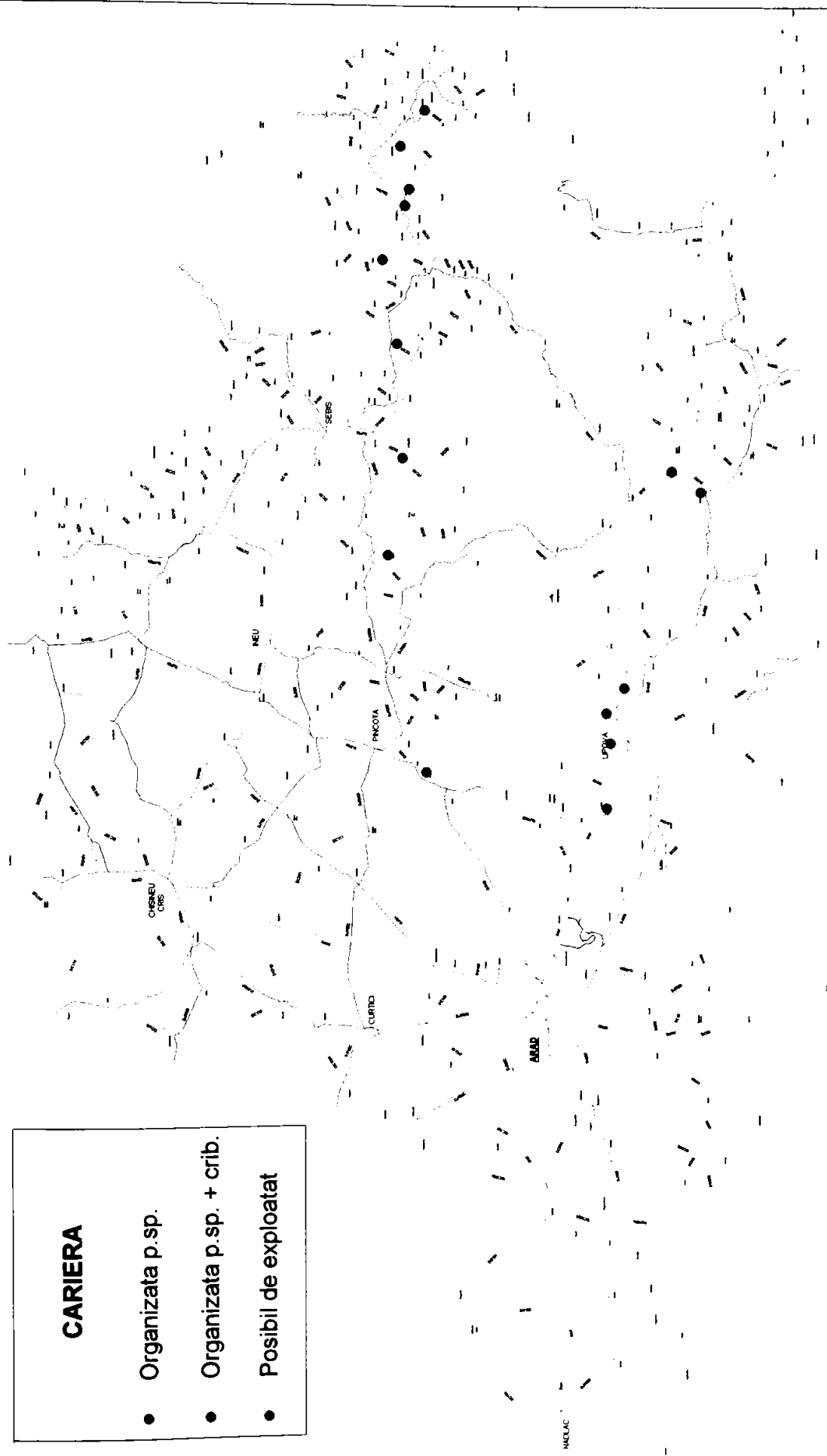
agregare a acestora . Astfel în cazul agregatelor naturale utilizate pentru tratamente bituminoase sau clutaj, acestea sunt supuse la solicitări mari de compresiune și de șlefuire.

Inventarul surselor produselor de carieră se prezintă în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5

Acces	din	Carieră	Organizată	Profil de Exploatat (foste cariere)
		piatră spartă	p.spartă si Cribluri	
DN 7	Bătuța		x	
DN 7	Șoimoș	x		
DN 7	Lipova	x		
DN 7	Radna	x		
DN 7	Păuliș	x		
DN 79 A	Aciuța		x	
DN 79 A	Vârfuri		x	
DN 79 A	Romanița		x	
DN 79 A	Leasa	x		
DJ 708 A	Dieci		x	
DC 59	Chisindia			x
DC 38	Valea Mare			x
DJ 792 C	Camna			x
DJ 709	Galșa			x
DC 83	Bata			x

- CARIERA**
- Organizata p.sp.
 - Organizata p.sp. + crib.
 - Posibil de exploatat



FABET

Figura 2.2 Dispunerea carierelor in judetul Arad la 1 ian. 1998

În cazul utilizării agregatelor naturale la betoane asfaltice în straturi subțiri și a straturilor stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici, ele sunt supuse solicitărilor la compresiune și mai puțin la frecare sau șlefuire . În cazul utilizării agregatelor naturale la straturi de fundație nestabilizate, acestea sunt supuse în principal la solicitări de frecare și șoc și mai puțin la compresiune șlefuire .

Încercarea cu mașina Los Angeles reproduce solicitările mecanice de fragmentare (sfărâmare) prin șoc și de uzură prin frecare care determină apariția unor elemente fine mai ales în cazul straturilor nestabilizate . Ea este una din încercările cele mai reprezentative privind calitatea agregatelor naturale utilizate la tratamente bituminoase, la straturi de îmbrăcămînți asfaltice (strat de bază sau de uzură), fie la straturi de fundație sau de bază din agregate stabilizate sau nestabilizate .

O bună cunoaștere a parametrilor calitativi ai agregatelor naturale, a amplasamentului carierelor precum și a cerințelor la care trebuie să răspundă diferitele elemente de construcții rutiere, ne dă posibilitatea să le utilizăm în modul cel mai eficient [80; 81; 84] .

Doctorandul a inițiat în colaborare cu societățile deținătoare de cariere, un studiu cu privire la caracteristicile pietrei sparte și a criblurilor . Au fost efectuate încercări și analize în colaborare cu laboratoare de specialitate, spre a identifica posibilitățile de utilizare eficientă a acestor materiale .

2.3.1.1. Cariera Vârfurile

Zăcământul de piatră este situat în amonte și în aval de localitatea Vârfurile, pe versantul drept al Crișului Alb . Exploatarea se face în trei cariere .

Urmare a investigațiilor efectuate de doctorand, s-au desprins următoarele concluzii :

Natura: andezit cu amfiboli, culoare neagră cenușie, spărtură neregulată .

Textura masivă: structura porfirică este dată de fenocristale de feldspat și amfibol prinse într-o pastă alcătuită din microlite de feldspat, amfibol și sticlă .Pasta reprezintă cca . 34 ...40 % din masa rocii . Mineralele opace reprezintă aprox. 1 %.

Aspect: omogen din punct de vedere al compoziției mineralogice și compactității .

Caracteristici fizico-mecanice determinate pe epruvete se prezintă în tabelul 2.6. și ele atestă rezultatele bune încadrabile în calitatea I de admisibilitate .

Tabelul 2.6

Caracteristica	Condiții admisibilitate		Rezultate
	Calitatea I	Calitatea II	
Densitatea aparentă kg /dm ³ , min.	2,4	2,4	2,70
Rezistența la compresiune în stare uscată N/mm ² min.	130	120	171,4
Coefficientul de înmuiere după 25 cicluri îngheț-dezghet ,% max.	25	25	11,7
Coefficient de gelivitate ,% max.	0,3	0,4	0

Caracteristici fizico-mecanice determinate pe piatră spartă se prezintă în tabelul 2.7 și confirmă calitatea bună, ce face piatra spartă utilizabilă în sectorul rutier.

Tabelul 2.7

Caracteristica	Condiții admisibilitate		Rezultate
	Calitatea I	Calitatea II	
Indicele de rezistență la sfârâmare prin compresiune , în stare saturată ,min.	5	5	7,73
Indicele de rezistență la sfârâmare prin șoc , în stare uscată ,min	20	18	25,4
Uzura cu mașina tip Los Angeles,% max.	15	20	10,7
Absorbția de apă ,% max.	1,5	2,5	0,23
Coefficientul de gelivitate ,% max.	1,5	1,5	-
Sensibilitatea la îngheț după 25 de cicluri îngheț-dezghet, % max.	25	25	-

Rezultatele determinărilor conduc la concluzia că piatra spartă poate fi utilizată în domeniul rutier pentru lucrări de întreținere cât și pentru realizarea de macadam, macadam penetrat și semipenetrat .

2.3.1.2. Cariera Dieci

Piatra are o structură pilotaxitică, este alcătuită din cristale de feldspat, opacit și sticla, fiind ușor argilizată.

În concluzie, sub aspect mineralo-petrografic, zăcământul este constituit dintr-o rocă magmatică efusivă, formată prin răcirea unei magme andezitice în condiții de suprafață . Este ușor argilizată .

Caracteristicile fizico-mecanice

Caracteristicile fizico-mecanice prezentate în continuare sunt rezultatul determinărilor de laborator efectuate pe epruvete și piatră spartă prelevate în anul 1996 și efectuate la Universitatea Politehnică Timișoara - laboratoarele de specialitate ale Departamentului de inginerie geotehnică și căi de comunicație terestre .

Încercările de laborator, efectuate pe epruvete au evidențiat următoarele valori medii ale caracteristicilor :

- densitatea kg/m^3	2730
- densitatea aparentă kg/m^3	2560
- compactitatea %	93,8
- porozitatea totală, %	6,2
- porozitatea aparentă la presiune normală, %	4,5
- absorbția de apă, %	
• la presiune normală (a_1)	1,95
• prin fierbere (a_3)	2,25
- coeficient de saturație a_1/a_3	0,87
- coeficient de gelivitate, după 25 de cicluri	0,13

- rezistența la compresiune în stare uscată, N/mm².....126
- uzura cu mașina Los Angeles pe sort 40-63, %19,9
- coeficientul de calitate8,6

Pe baza rezultatelor medii ale determinărilor a reieșit că roca din cariera Dieci are caracteristici ce o încadrează în clasa C (după prevederile revizuite a STAS 667-90) .

În aceste condiții această rocă poate fi folosită la următoarele lucrări de drumuri :

- producerea de cribluri pentru prepararea mixturilor asfaltice pentru drumuri cu trafic mediu, ușor și foarte ușor .

La lucrările de cale ferată roca poate fi utilizată la producerea pietrei sparte pentru executarea prismeii căii, pentru calitatea a II-a, cu rezistență la compresiune, în stare uscată 120... 130 N/mm² .

Având în vedere că în prezent cariera nu intenționează să producă decât piatră spartă, se poate concluziona că roca cercetată este recomandată pentru producerea pietrei sparte pentru lucrări de drumuri și căi ferate .

Caracteristicile fizico-mecanice pe piatră spartă au evidențiat următoarele valori medii :

- densitatea kg/m³2730
- densitatea aparentă kg/m³2560
- compactitatea %93,8
- porozitatea totală, %6,2
- porozitatea aparentă la presiune normală, %4,5
- absorbția de apă , %
 - la presiune normală (a₁) 1,95
- uzura cu mașina Los Angeles pe sort 31-63, %20,5
- coeficientul de calitate8,4
- rezistența la sfărâmare prin șoc,%93
- indicele de rezistență la sfărâmare prin șoc25,5
- rezistență la sfărâmare prin compresiune în stare saturată69
- indicele de rezistență la sfărâmare prin compresiune în stare saturată5,4

- forma pietrelor naturală : b/a și c/a0,67 și 0,36
- conținut de impurități :
 - corpuri străinelipsă
 - fracțiuni fine sub 5 mm0,7
- granulozitatea :
 - rest pe ciurul de 71 mm ,% -
 - rest pe ciurul de 63 mm ,%.....6,3
 - rest pe ciurul de 40 mm ,%50
 - rest pe ciurul de 31 mm ,%24,2
 - rest pe ciurul de 25 mm , %15,1
 - treceri prin ciururi de 25 mm , %4,4

Studierea rezultatelor mai sus menționate duc la concluzia că piatra spartă din cariera Dieci (jud. Arad) poate fi folosită :

- pentru lucrări de drumuri, cu condiția ca granulozitatea acesteia să fie corectată în vederea folosirii în acest scop (trecerile pe ciurul de 40 mm de max. 10 % și rest pe ciurul de 63 mm de max. 5 %). Restul parametrilor se înscriu în prescripțiile generale de calitate a pietrei sparte pentru lucrări de drumuri .

- pentru lucrări de căi ferate, piatra spartă se încadrează în prevederi inclusiv granulozitatea medie, care este continuă . Ea corespunde calității a II-a pentru balastarea căilor ferate.

În concluzie, luând în considerare calitățile pietrei sparte din zăcământul Dieci, se poate recomanda utilizarea acesteia la lucrări de drumuri și căi ferate .

2.3.1.3. Cariera Romanița

Zăcământul este situat pe malul drept al Crișului Alb în vecinătatea localității Romanița, cu acces la drumul național și stația CFR pe linia Arad Brad .

Principalele caracteristici fizico- mecanice ale rocii se prezintă în tabelul 2.8.

Tabel 2.8

Nr. crt.	Caracteristica	U.M.	Media	Intervalul de variație
1.	Densitatea aparentă	g/cm ³	2,42	2,41...2,44
2.	Porozitatea aparentă	%	4,70	4,68...4,72
3.	Absorbția apei la presiune și Temperaturi normale	%	1,94	1,93...1,95
4.	Coeficientul de gelivitate	kg/m ³	0,68	0,67...0,69
5.	Rezistența la compresiune - în stare uscată - după 25 cicluri îngheț-dezgheț	N/m ²	61	47...80
		N/m ²	43	35...51
6.	Coeficientul de înmuiere după 25 cicluri îngheț-dezgheț	%	-	-
7.	Natura petrografică	andezit		

Principalele caracteristici fizico - mecanice care definesc clasa rocii sunt prezentate în tabelul 2.9.

Tabelul 2.9

Nr. crt.	Caracteristica	U.M.	Valoarea medie	Intervalul de variație	Clasa rocii
1.	Porozitate aparentă	%	6,73	6,04...7,42	C
2.	Rezistența la compresiune în stare uscată	N/mm ²	72,3	72,0...15,0	E
3.	Uzura cu mașina Los Angeles	%	15,1	14,2...15,0	A
4.	Coeficientul de calitate	%	4,2	-	E
5.	Rezistența la îngheț-dezgheț -coeficient de gelivitate după 25 cicluri	%	1,98	1,95...2,2	-
		-	1,98	1,95...2,2	-
6.	Clasa rocii				C

Cum în cazul rocilor care nu respectă toate condițiile tabelului, clasa rocii este determinată de porozitatea aparentă și de uzura cu mașina Los Angeles, hotărâtoare fiind cea care indică clasa inferioară, rezultă că roca din cariera Romanița se încadrează în clasa C.

Cariera Romanija - caracteristicile fizico-mecanice ale criblurilor

Tabelul 2.10

Nr. crt.	Caracteristica	U.M.	Sort 3 - 8		Sort 8 - 16		Sort 16 - 25		Condiții de admisib. SR 667-97
			Valoare medie	Interv. de variație	Valoare medie	Interv. de variație	Valoare medie	Interv. de variație	
1.	Densitate aparentă	g/cm ³	-	-	2,29	2,28-2,31	2,29	2,29-2,30	
2.	Porozitate aparentă	%	-	-	1,05	0,97-1,12	0,94	0,89-0,98	
3.	Absorbția de apă la presiune și temperatura normale	%	-	-	4,58	4,21-4,96	4,10	3,93-4,27	
4.	Densitatea în grămadă								
	- în stare afănată	kg/m ³	1290	1285-1295	1354	1352-1357	1376	1373-1379	
	- în stare îndesată	kg/m ³	1457	1447-1467	1522	1517-1528	1532	1525-1538	
5.	Volumul de goluri	%	46.0	45.9-46.2	50.6	49.8-51.0	50.0	49.8-50.2	
6.	Conținutul de granule								
	- ce rămân pe ciurul superior	%	1.0	-	2,1	-	2,1	-	max.5
	- ce trec prin ciurul inferior	%	6.2	-	1,0	-	11,5	-	max.10
7.	Coeficientul de formă	%	12.4	11,8-13,4	11,9	11,7-12,4	14,4	14,2-14,6	max.25
8.	Conținutul de impurități								
	- corpuri străine	%	lipsă	-	lipsă	-	lipsă	-	nu se admit
	- fracțiuni fine sub 0.09 mm	%	1,09	1,08-1,10	1,23	1,22-1,25	1,0	1,0-1,0	1,2
9.	Uzura cu mașina Los Angeles	%	29,5	28,6-30,5 C	21,1	20,6-21,6 B	23,8	23,2-24,4 >C	Cl.B 26,24,22
10.	Rezistența la îngheț-dezghet								
	- coeficient de gelivitate			-	0.8	0.8-0.10	-	%	-
	- sensibilitate la gelivitate	%	-	-	-	-	-	-	max.25
11.	Rezistența la strivire								
	- în stare uscată	%	-	-	89.5	89.1-90.0	87.3	86.9-87.8	
	- în stare saturată	%	-	-	88.0	87.5-88.6	85.5	85.3-85.8	
12.	Coeficientul de înmuiere	-	-	-	0.98	-	0.97	-	
13.	Granulometrie	%	Conform	tabelului	2.12				

Cacteristicile fizico - mecanice ale nisipului de concasaj sunt prevăzute în tabelul 2.11.

Tabelul 2.11

Nr. crt.	Caracteristica	U.M.	Valoarea medie	Interval de Variație	Clasa rocii
1.	Densitatea în grămadă -stare afînată	kg/m ³	1358	1366...1351	C
	-stare îndesată	kg/m ³	1569	1548...1589	C
2.	Volum de goluri	%	46.0	45.0...47.0	C
3.	Granulozitate	Conform Tabelului 2.13			
4.	Conținut de granule care rămân pe ciurul superior	%	2.2		C
5.	Coeficient de activitate EN/ENM	-	1.23	68.5...84.5	C
6.	Conținut de impurități	%	lipsă		C

Având în vedere încadrarea caracteristicilor fizico-mecanice ale criburilor și nisipului de concasaj în limitele admise pentru clasa C, acestea pot fi utilizate la prepararea mixturilor asfaltice și la execuția tratamentelor bituminoase pentru drumurile cu trafic mediu și ușor deoarece rezistența la uzură determinată cu mașina Los Angeles este la limită, este recomandabil a se urmări cu atenție această caracteristică prin determinare pe probe din stocul de cribluri ce urmează a se utiliza.

Caracteristicile fizico-mecanice ale pietrei sparte sunt prevăzute în tabelul 2.12.

Tabelul 2.12

Nr. crt.	CARACTERISTICA		U.M.	Valoare medie	Interval de variație	Condiții	
						SR 667-97	1667-93
1.	Densitate aparentă		km/m ³	2,35	2,35...2,37		min.1800
2.	Porozitate aparentă		%	4,70	4,04...5,42		max.5
3.	Absorbția de apă		%	1,85	1,55...2,16		max.3
4.	Densitate în grămadă	-în stare afânată	km/m ³	1539	1563...1543		min.1400
		-în stare îndesată	km/m ³	1755	1563...1543		
5.	Volumul de goluri		%	50,6	50,4...50,8		max.50
6.	Rezistența la sfărâmare prin compres.uscat		%	72,3	72,0...72,6		
7.	Rezistența la sfărâmare prin compres.saturat		%	66,7	66,3...67,0		min.60
8.	Indicele de înmuiere		%	92,1	-		
9.	Uzura cu masina os Angeles		%	15,1	14,2...16,0	max.22	
10.	Uzura cu masina Deval		%	9,5	9,2...9,8		
11.	Coeficient de calitate		%	4,2	-		
12.	Forma granulelor						
	Coeficient de formă b/a		%	0,68	0,67...0,69	min.0.5	min.0.66
	Coeficient de formă c/a		%	0,38	0,37...0,40	min0.25	min.0.33
13.	Conținutul de granule	care rămân pe ciurul superior	%	2,7	2,5...2,9	max.5	max.5
		care trec prin ciurul inf.	%	3,8	3,7...3,9	max.10	max.10
14.	Conținut de impurități	-corpuri străine	%	lipsă	-	nu se	admit
		fracțiuni sub 0.09mm sort 25-40	%	1,27	1,27...1,29	max.0.3	
15.	Rezistența la îngheț-dez.	coefic.de gelivitate	%	1,98	1,95...2,2	max.3	
		sensib.ingheț-dezgheț	%	-	-	max.25	
16.	Granulozitatea		%	Conf.	tabelului	7,4.	

Granulozitatea agregatelor naturale este prevăzută în tabelul 2.13.

Tabelul 2.13

Nr. crt.	CARACTERISTICA		U.M.	SORTUL				Condiții de admisibilitate SR 667-97
				0-3	3-8	8-16	16-25	
1.	Granulozitatea	40	%					
		25	%			100,0	100,0	
		16	%		100,0	99,0	11,5	
		8	%	100,0	99,4	2,1	-	
		3	%	86,6	1,0	-	-	
		1	%	48,2	-	-	-	
		0,6	%	40,9				
		0,2	%	13,3	-	-	-	
		0,09	%	6,2	-	-	-	
2.	Conținutul de granule	care rămân pe ciurul superior	%	1,0	2,1	11,5	-	max5
		care trec prin ciurul inferior	%	6,2	1,0	2,1	11,5	max.10

Analizând rezultatele obținute, doctorandul consideră că piatra spartă și criblurile din cariera Romanița pot fi utilizate în domeniul rutier, pentru lucrările de întreținere a drumurilor pietruite, realizarea fundației de piatră spartă, ori macadam ca strat de bază, respectiv pentru fabricarea mixturilor asfaltice .

3.1.4. Cariera Păuliș

Zăcământul de probă este situat în vecinătatea localității Păuliș lângă drumul național DN 7.

Caracteristici petrografice și mineralogice se prezintă în tabelul 2.14.

Tabelul 2.14

Caracteristica	Condiții de admisibilitate	Descriere petrografică și mineralogică
Natura	-magmatică, sedimentară, metamorfică	-proba este alcătuită dintr-un amestec de roci magmatice (filoniene) și roci metamorfice metamorfozate în faciesul șisturilor verzi, alcătuite din blastosamite (cuarțite și cuarțite feldspatice), blastopelite (filită sericitoasă), șisturi amfibolice.
Aspect	-omogen din punct de vedere al compoziției mineralogice și compactității; -să nu prezinte zone alterate sau cu început de alterare; -să nu conțină minerale care să ducă la o alterare rapidă în timp.	- textura rocilor din alcătuirea probei, funcție de natura lor este: masivă (rocile magmatice) și orientată (rocile metamorfice); -proba nu prezintă zone alterate sau cu început de alterare.

Caracteristici fizico-mecanice determinate pe epruvete se prezintă în tabelul 2.15.

Tabelul 2.15

Caracteristica	Condiții de admisibilitate		Rezultate
	Calitatea I	Calitatea a II-a	
Densitatea aparentă [kg/dm ³] min.	2,4	2,4	2,83
Rezistența la compresiune în stare uscată [N/mm ²] min.	130	120	159,84
Coefficient de înmuiere după 25 cicluri îngheț-dezghet, [%] max.	25	25	10,30
Coefficient de gelivitate [%] max.	0,3	0,4	0,03

Caracteristici fizico-mecanice determinate pe piatră spartă se prezintă în tabelul 2.16.

Tabelul 2.16

Caracteristica	Condiții de admisibilitate		Rezultate
	Calitatea I	Calitatea a II-a	
Indicele de rezistență la sfărâmare prin compresiune, în stare, saturată, min	5	5	5,18
Indicele de rezistență la sfărâmare prin șoc, în stare uscată, min.	20	18	20,49
Uzura cu mașina Los Angeles, % max.	15	20	14,81
Absorbția de apă, % max.	1,5	2,5	0,39
Coefficientul de gelivitate, (μ_{25}), % max.*	1,5	1,5	-
Sensibilitatea la îngheț-dezghet, după 25 cicluri îngheț-dezghet, %, max.*	25	25	-
Densitatea în grămadă în stare de umiditate naturală, t/m ^{3**}	-	-	1,32

Rezistența la uzură determinată cu mașina Los Angeles, fiind 14,81% încadrează piatra spartă în calitatea I și face posibilă utilizarea acesteia pentru lucrările de întreținere drumuri pietruite și realizare a macadamului ca strat de bază și macadam penetrat și semipenetrat .

Forme si dimensiuni sunt prezentate în tabelul 2.17.

Tabelul 2.17

Caracteristica	Condiții de admisibilitate pentru ciururi cu ochiuri pătrate	Rezultate
Sort	31,5...50	31.5...50
Granulozitate	Conform Anexei 2a	
Conținutul de granule care rămân pe ciurul cu L=50mm fără a depăși L=63, % max.	30	12
Conținutul de granule care trec prin ciurul cu L=31.5 mm ,% , max; - din care prin ciurul cu L=22,4 mm,% max.	20 3 la carieră si 5 la locul de punere în operă	19 2,8
Coefficientul de formă(C_f), % max. -din care pt.sortul 40-50 mm, % max. -și pt.sortul 50-63mm, % max.	25 5 5	16,5 4,3 3,4
Lungimea mai mare de 90 mm, %	0	1,8
Coefficientul volumic	0,15...0,30	0,24

Conținut de impurități se prezintă în tabelul 2.18.

Tabelul 2.18

Denumirea impurității	Condiții de admisibilitate		Rezultate
	cl I-a	cl a II-a	
Corpuri străine:			Proba nu conține impurități
-resturi animale sau vegetale(bucăți de lemn,frunze,etc.) -păcură,uleiuri	Nu se admit Nu se admit		
Sulfati sau sulfuri,granule cu volum mai mai mare sau egal cu 0.5 cm ³	Nu se admit		
Argilă în bucăți,%	Nu se admit	0,25	
Particule fine,sub 0.5 mm, % ,max.	0,5		0,02

Pe baza rezultatelor obținute doctorandul recomandă utilizarea pietrei sparte în domeniul rutier.

2.3.1.5 Cariera Leasa

Zăcămintul este situat la nord de satul Leasa, în versantul stâng al râului Crișul Alb la circa 3 km de stația CFR Vârfurile .

Natura: andezit cu piroxeni și amfiboli, spărtură neregulată.

Textura masivă: structura porfirică este dată de cristale de feldspat piroxen și amfibol care plutesc într-o masă fundamentală alcătuită din microlite de feldspat și sticlă.

Aspect: neomogen.

Caracteristici fizico-mecanice determinate pe piatră spartă sunt prezentate în tabelul 2.19.

Tabelul 2.19

Caracteristica	Condiții de admisibilitate		Rezultate
	Calitatea I-a	Calitatea a II-a	
Indicele de rezistență la sfărâmare prin compresiune, în stare saturată, min.	5	5	7,12
Indicele de rezistență la sfărâmare prin șoc, în stare uscată, min.	20	18	25,9
Uzura cu mașina Los Angeles, %, max.	15	20	11,4
Absorbția de apă, %, max.	1,5	2,5	0,18
Coeficientul de gelivitate, (μ_{25}), % max.	1,5	1,5	-
Sensibilitatea la îngheț-dezghet după 25 cicluri îngheț-dezghet, max.	25	25	-

Piatra spartă se poate deci utiliza în domeniul rutier, pentru construcția și întreținerea drumurilor .

2.3.1.6. Cariera Aciuța

Zăcământul de piatră este situat la circa 1 km est de localitatea Aciuța, în versanții dealului Chiciura, pe partea dreaptă a căii ferate Arad – Brad .

Natura: andezit cu amfiboli de culoare gri-cenușie, spărtură neregulată.

Textura masivă: structura porfirică este dată de cristalele de feldspat și amfibol care plutesc într-o masă fundamentală microcristalină. Cristalele de feldspat sunt maclate și zonate, zonare dată de variația compoziției chimice cât și a vitezei de creștere, respectiv a cantității de incluziuni; amfibolul este complet opacizat; pasta este alcătuită din microlite de feldspat și sticlă.

Aspect: neomogen.

Caracteristici fizico-mecanice determinate pe piatră spartă sunt prezentate în tabelul 2.20.

Tabelul 2.20

Caracteristica	Condiții de admisibilitate		Rezultate
	Calitatea I	Calitatea a II-a	
Indicele de rezistență la sfărâmare prin Compresiune, în stare saturată, min.	5	5	7,62
Indicele de rezistență la sfărâmare prin șoc, în stare uscată, min.	20	18	28,7
Uzura cu mașina Lops Angeles, %, max.	15	20	18,9
Absorbția de apă, %, max.	1,5	2,5	0,7
Coeficientul de gelivitate, (μ_{25}), % max.	1,5	1,5	0,02
Sensibilitatea la îngheț-dezghet după 25 Cicluri îngheț-dezghet, max.	25	25	14,5

Piatra spartă poate fi utilizată în domeniul rutier pentru întreținerea și repararea drumurilor pietruite și cu verificări atente asupra loturilor disponibile, chiar și la realizarea straturilor de macadam.

2.4. CONCLUZII

Studiile și cercetările autorului prezentate în acest capitol, au vizat obținerea unor rezultate concrete referitoare la utilizarea completă și eficientă în sectorul rutier a materialelor pietroase disponibile în județul Arad .

În acest context, concluziile și propunerile ce se pot formula sunt următoarele:

- inventarierea balastierelor existente și posibile de deschis pe valea Crișului Alb și pe valea Mureșului, a scos în evidență existența unor importante rezerve de balast și sorturi ;

- studiile și cercetările efectuate de către doctorand cu sprijinul laboratoarelor de specialitate, atestă posibilitățile de utilizare a acestora în domeniul rutier, doctorandul menționând lucrările pentru care agregatele examinate se recomandă în funcție de caracteristicile acestora ;

- inventarierea carierelor din județul Arad, atestă rezerve însemnate de piatră, doctorandul propunând utilizarea acesteia pentru lucrări de reparații întreținere și modernizare de drumuri, reducându-se astfel distanțele mari de transport și cheltuielile suplimentare ;

- analizând rezultatele fizico-mecanice obținute în laborator asupra criblurilor, doctorandul propune utilizarea acestora la prepararea mixturilor asfaltice pentru realizarea îmbrăcăminților pe drumuri cu trafic mediu și redus .

Cap.3. ANALIZA SOLUȚIILOR APLICATE PENTRU ÎNTREȚINEREA ȘI RANFORSAREA DRUMURILOR LOCALE ȘI A MODULUI DE ORGANIZARE A SECTORULUI RUTIER LOCAL

3.1. SOLUȚII APLICATE PENTRU ÎNTREȚINEREA ȘI RANFORSAREA DRUMURILOR LOCALE

3.1.1. Macadam îndopat cu nisip bituminos, ca îmbrăcăminte pe drumurile pietruite.

3.1.1.1. Generalități

O analiză a rețelei rutiere bazată pe instrucțiunile de dimensionare a complexelor rutiere, a scos în evidență că o mare parte a acestora este inadecvată pentru traficul actual și de perspectivă, aceasta ducând automat spre creșterea necesarului de ranforsări și deci dirijarea implicită a resurselor petroliere spre acest gen de lucrări, în detrimentul extinderii modernizărilor [39] .

Este de remarcat de asemenea procentul mare de drumuri pietruite precum și faptul că asemenea drumuri mai leagă centre de comună de centrul de județ, ori prezintă importanță economico-socială deosebită.

Cunoscut fiind faptul că pietruirile ca îmbrăcăminti rutiere prezintă multe inconveniente : praf pe vreme uscată, noroi pe timp ploios, gropi și condiții de confort reduse etc., se recomandă să fie îmbunătățite și protejate cu un strat sau înveliș impermeabil.

Imposibilitatea de a menține o suprafață de rulare corespunzătoare în permanență pe drumurile pietruite, conduce la reducerea vitezei de transport a parcului auto, la mărirea consumului de combustibil, lubrifianți, anvelope, la reducerea duratei de exploatare a mijloacelor de transport, datorită uzurii premature la care sunt supuse și în concluzie, la majorarea cheltuielilor de transport [21] .

Pomind de la aceste considerente, doctorandul și-a propus să caute noi soluții de întreținere perfecționată a drumurilor pietruite [34; 35; 36; 37; 38; 40] .

Așa s-a ajuns la ideea unui macadam îndopat cu nisip bituminos, în anul 1978, când soluția a fost aplicată pe DJ 792 C km 23+000...24+000 [32] .

3.1.1.2. Soluții experimentate

Având în vedere traficul redus pe unele drumuri ce leagă centrul de comună de centrul de județ am experimentat trei variante de execuție a îmbrăcămintei. Am executat un macadam din piatră spartă bazică, de natură calcaroasă sort 40 – 63, după tehnologia macadamului clasic, până la faza de împănare [32] .

În varianta I, s-a efectuat o îndopare cu un amestec din nisip bituminos și 40...50 % agregate naturale, trecut prin uscătorul stației Reiser, fără a se încălzi, trecerea prin uscător având rolul de mărunțire-omogenizare. După așternerea amestecului în cantitate de 40...42 kg/m² , a urmat o cilindrare până la pătrunderea acestuia între pietre și apariția unei suprafețe mozaicate.

În varianta II, peste suprafața pregătită ca anterior, s-a așternut 10...15 kg nisip grăunțos și s-a cilindrat până la pătrunderea lui în amestecul de suprafață.

În varianta III, macadamul pregătit până la faza de împănare, a fost îndopat cu nisip bituminos mărunțit, în cantitate de 38...40 kg/m², fără adaos de agregate naturale și fără trecere prin uscător.

Aceasta este soluția cea mai convenabilă, soluție ce realizează suprafață mozaicată, impermeabilă, fără denivelări și cu stabilitate mai bună în timp .

După o oarecare asfaltizare pe timp călduros, această îmbrăcămintă apare vizual aproape ca o îmbrăcămintă bituminoasă, asigurând condiții de viabilitate și confort foarte bune [36] .

3.1.1.3. Tehnologia de execuție

Îmbrăcămintea din macadam îndopat cu nisip bituminos s-a executat pe un sector de drum pietruit .

Am folosit piatră spartă sort 40 – 63, în cantitate de cca. 175...180 kg/m² și nisip bituminos în cantitate de 38...40 kg/m².

Lățimea îmbrăcămintei, a depășit cu 0,25 m, pe ambele părți, lățimea părții carosabile, dar se poate executa și egală cu aceasta .

Profilul transversal în aliniament a fost realizat sub formă de acoperiș cu două pante egale de 3...4 % și cu racordare printr-un arc de cerc în treimea mijlocie . În curbe și în zonele de amenajare aferente, profilul transversal s-a executat cu pantele transversale conform normativelor de amenajare a lor .

Având în vedere necesitatea asigurării unei scurgeri rapide a apei de pe suprafața îmbrăcămintei, am acordat atenție deosebită pantelor în profil transversal cât și longitudinal .

Procesul tehnologic a început cu trasarea marginilor îmbrăcămintei, prin baterea unor țăruiși metalici, drept martori pe care s-au fixat cu cretă cotele. Între țăruiși, la cota fixată s-a întins bine o sârmă sau sfoară, pentru orientare la execuția acostamentelor . S-au executat apoi acostamentele, bine compactate, începând de la sfoară spre exterior, la cota fixată și cu pantă transversală de 6 % . A urmat apoi așternerea pietrei sparte, în grosime cât mai uniformă, folosindu-se în acest scop benzi reper din agregatele așternute . S-a continuat cu cilindrea cu compactoare cu rulouri netede (8...14 kN) până la fixare . Așternerea și cilindrea pietrei sparte s-a făcut prin verificarea continuă la șablon. S-au scos țăruișii martori și s-a așternut apoi nisipul bituminos, bine mărunțit prin zdrobitorul mecanic, în strat uniform, în cantitate de 38...40 kg/m² și s-a continuat cilindrea, până la pătrunderea nisipului bituminos în golurile dintre pietre și apariția unei suprafețe mozaicate . S-a utilizat nisip bituminos cu conținut de 8...10 % bitum [36] .

În profilurile cu două pante, cilindrea a început de la acostamente spre axă, pe fâșii paralele și succesive . Fiecare fâșie s-a suprapus pe fâșia anterioară pe minimum 20 cm . După un număr de treceri pe prima bandă de circulație, inclusiv pe acostament s-a trecut apoi simetric, cu același număr de treceri pe banda de sens opus, continuându-se către axă . Pe axa drumului compactorul a călcat ambele benzi de circulație în mod egal . În profilurile cu o singură pantă sau în curbe cu supraînălțare, cilindrea s-a început de pe acostamentul de la piciorul pantei și s-a continuat pe partea opusă . Acolo unde este cazul, s-au mai făcut completări cu nisip bituminos pe partea carosabilă și respectiv pământ pe acostamente, pentru asigurarea suprafețelor și pantelor corespunzătoare .

În cuprinsul sectorului care se cilindrează, deplasarea compactorului a fost liniară, fără șerpuiți, cu viteză constantă și mai redusă la cilindrarea pietrei până la fixare . Numărul optim de treceri s-a stabilit prin încercări, la începerea lucrării, potrivit naturii pietrei folosite. Cilindrarea trebuie astfel efectuată ca să se evite slăbirea împănării prin ruperea muchiilor și rotunjirea pietrelor din cauza unui număr prea mare de treceri .

Menționez necesitatea deosebită a trecerii nisipului bituminos prin zdrobitor, această operație având rolul de fărâmițare a bulgărilor cât și de o oarecare omogenizare . Acest utilaj de zdrobire a fost conceput în cadrul unității de către doctorand împreună cu un colectiv, din două valțuri cu dinți interpuși, ce sunt acționate de un motor electric cu reductor . Pentru a avea posibilitatea schimbării sensului de rotire a valțurilor în cazul blocării cu corpuri străine, s-a adoptat folosirea unui inversor recuperat de la un cilindru compactor casat. Nisipul bituminos este alimentat în buncărul zdrobitorului cu ajutorul ifronului, iar de sub zdrobitor, prin intermediul unei benzi transportoare este dus în mijlocul de transport ori în predozatorul stației de preparat mixturi asfaltice, după caz .

Îmbrăcămintea din macadam îndopat cu nisip bituminos, s-a ținut sub observație și unele dezgrădini s-au plombat cu piatră spartă și nisip bituminos . Din observațiile asupra sectoarelor executate, putem afirma că timp de doi ani nu a fost

necesară absolut nici o intervenție, suprafața îmbrăcămintei asigurând condiții bune de viabilitate și confort .

S-a observat că în cazul folosirii unui nisip bituminos cu conținut ridicat de bitum, a avut eficiență așternerea peste suprafața pregătită ca anterior, a cca. 10...15 kg/m² de nisip grăunțos și continuarea cilindării până la pătrunderea acestuia în nisipul bituminos .

3.1.1.4. Comportare în exploatare

Sectorul experimental s-a menținut sub observație și s-a constatat că timp de 2 ani s-a comportat foarte bine, nefiind necesară nici un fel de intervenție . După 2 ani au început să apară izolat unele gropi, care au fost plombate cu nisip bituminos. Întreținerea acestor sectoare s-a realizat ușor, folosind pentru împănare nisip bituminos și în unele situații completări cu piatră spartă . Asfaltizarea în timp a suprafeței îi conferă acestuia aspectul de îmbrăcămintă bituminoasă clasică .

După mai mulți ani de exploatare, pe unele sectoare s-au executat lucrări de tratamente bituminoase ori covoare asfaltice, prelungind în acest mod durata de exploatare a sectoarelor respective și conferindu-le o stare de viabilitate foarte bună .

După cum se poate vedea și în tabelul 3.1, avem sectoare care după 15 ani, cu anumite lucrări de plombare, mai sunt și la ora actuală cu o viabilitate corespunzătoare . Nu se poate spune la fel despre sectoarele executate cu nisip bituminos cu conținut de bitum sub 7 %, la care degradarea s-a produs mai rapid și a fost necesară acoperirea lor cu îmbrăcămintă bituminoasă în unul sau două straturi [38] .

În concluzie, doctorandul constată că soluția propusă prezintă următoarele avantaje :

- macadamul îndopat cu nisip bituminos, este o îmbrăcămintă bituminoasă ușoară, realizată cu consum redus de bitum și combustibil ;
- se pretează foarte bine pe drumurile locale cu trafic redus ;
- se dă o întrebuințare eficientă nisipului bituminos cu conținut redus de bitum (8...10 %) ;

- se folosește nisip bituminos la rece, deci fără consum de energie pentru prepararea mixturii asfaltice ;

- suprafața de rulare bună are efect pozitiv asupra utilizatorilor ;
- prezintă avantaje economice și socio umane ;
- necesită o întreținere redusă, ușor de realizat ;
- după o perioadă de exploatare, se poate folosi ca strat de bază în vederea aplicării unei îmbrăcămînți bituminoase clasice ;
- este o soluție eficientă pentru străzi în localitățile rurale .

Sectoarele executate cu macadam îndopat cu nisip bituminos sunt prezentate în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1.

Anul execuției	Drumul	Sector km... km	Anul și tipul intervenției
1978	DJ 792 C	32+000...24+000	1966 Tratamente bituminoase
1980	DC 103	4+000...9+100	Sector rău , neîntreținut
1983	DJ 794	11+000...12+800	
1983	DJ 794	13+000...16+000	1993 Cover asfaltic
1983	DC 100 A	37+700...38+300	1995 Ranforsare
1984	DJ 794	16+000...17+500	
1985	DJ 708 A	27+805...29+445	1997 Tratamente bituminoase
1985	DJ 794	17+500...18+000	
1985	DJ 794	24+300...25+900	1995 Ranforsare
1985	DC 23	2+795...3+300	1995 Cover asfaltic
1985	DC 93	3+300...3+800	1995 Cover asfaltic
1987	DJ 572	111+400...112+200	
1987	DJ 682	8+300...9+200	
1987	DJ 794	19+100...20+000	
1987	DJ 794	21+000...21+800	1994 Cover asfaltic
1988	DC 14	0+500...2+000	1998 Tratamente bituminoase
1988	DC 13	10+020...10+350	1998 Tratamente bituminoase

3.1.2. Macadamul îndopat cu nisip bituminos ca îmbăcăminte sau strat de bază la ranforsarea drumurilor asfaltate

Deoarece volumul necesar al lucrărilor de ranforsare a complexelor rutiere a drumurilor asfaltate a ajuns mult mai mare decât posibilitățile de realizare utilizând mixtura asfaltică, din observațiile pozitive ale doctorandului asupra comportării în exploatare a sectoarelor experimentale realizate cu macadam îndopat cu nisip bituminos, s-a ajuns la concluzia că această soluție poate fi utilizată la ranforsarea unor sectoare asfaltate, cu un trafic redus [9;36;39] .

Astfel, în anul 1985, doctorandul a studiat, cercetat și experimentat execuția primului sector de ranforsare pe drumul DJ 793, km 30+100...30+600, cu acest tip de îmbăcăminte [33], macadam îndopat cu nisip bituminos .

După ce au fost eliminate burdușirile de pe sectorul degradat prezentat în (figura 3.1 și figura 3.2), s-a trecut la realizarea macadamului (figura 3.3) și împănare cu nisip bituminos (figura 3.4) . Suprafața mozaicată a macadamului îndopat cu nisip bituminos ca în (figura 3.5), a fost dată în circulație .

În aceste condiții, sectorul în cauză a fost readus într-o stare de viabilitate bună, cu un consum redus de bitum și cu reducerea totală a combustibilului necesar preparării mixturii asfaltice . În același timp s-a dat posibilitatea utilizării directe a unui nisip bituminos cu un conținut mai redus de bitum (8...10 %).

Comportarea foarte bună a sectorului experimental, ne-a determinat să extindem soluția și pe alte sectoare de drumuri locale .

Închiderea suprafeței pe unele sectoare cu tratamente bituminoase sau covoare asfaltice, completează soluția asigurându-i o durată de exploatare prelungită .



Fig. 3.1. Drum în stare degradată

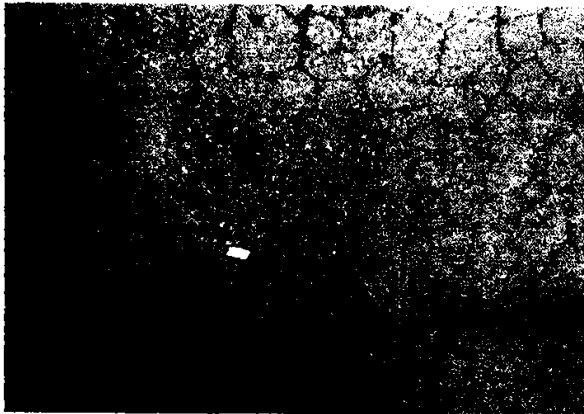


Fig.3.2. Faianțări



Fig .3.3. Execuția macadamului



Fig.3.4. Îndoparea cu nisip bituminos



Fig.3.5 Suprafața mozaicată a macadamului
îndopată cu nisip bituminos

3.1.3. Tratamente bituminoase anrobate în situ

Pornind de la dezavantajul ce-l prezintă tratamentele bituminoase clasice cu privire la criblura alergătoare, care sparge parbrizele în anul 1985, în colaborare cu Catedra de drumuri și fundații din cadrul Facultății de Construcții și Arhitectură din Timișoara, am studiat, conceput și experimentat pe DJ 709 km 4+500...4+700, un procedeu de tratamente bituminoase anrobate în situ [34] .

Tehnologia a presupus pregătirea obișnuită a stratului suport, peste care s-a răspândit un prim strat de agregate sortate de balastieră, sort 7 – 15, în mod uniform pe cât posibil a fi granulă lângă granulă în cantitate de 12...15 kg/m² . Peste acest strat de agregate a fost răspândit 1,5...1,6 kg/m², bitum tip D 80/120, la temperatura de 150...160 °C, cu autostropitorul reglat spre a merge cu viteză corespunzătoare și a pulveriza bitumul fără a deplasa agregatul de pe suprafața carosabilă. A urmat apoi răspândirea manuală a celui de-al doilea strat de agregate de balastieră sort 3 – 7, în cantitate de 5...7 kg/m², urmărindu-se realizarea împănării granulelor primului strat .

Imediat după așternerea agregatelor în cel de-al doilea strat s-a trecut la compactarea cu un compactor cu rulouri netede de 80...100 kN, efectuând 3...4 treceri .

Execuția s-a făcut pe jumătate din partea carosabilă în acest sistem, iar pe cealaltă jumătate în sistem clasic de tratament simplu .

Darea în circulație s-a făcut după două ore cu restricție de viteză la 30 km/h .

Sectorul s-a comportat bine, având aspectul unui beton asfaltic bogat în criblură, fără agregate alergătoare .

Din păcate, politica privind strategia rutieră în anii următori, nu a făcut posibilă extinderea soluției, care în condițiile respectării stricte a tehnologiei ar fi contribuit mult la îmbunătățirea viabilității drumurilor asfaltate .

3.1.4. Tratamente bituminoase realizate cu pietriș

3.1.4.1. Materiale utilizate

Având în vedere necesitatea introducerii în execuție și pe drumurile locale a tratamentelor bituminoase, cantitățile limitate de cribluri la dispoziție precum și costurile ridicate ale acestora, doctorandul a studiat, cercetat și experimentat utilizarea pietrișului ca înlocuitor al criblurilor .

Pentru realizarea unor tratamente bituminoase corespunzătoare s-au folosit următoarele materiale :

- emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă, E.B.C.R., cu conținut de 60 % bitum tip D 80/120 ;
- agregate naturale de balastieră, spălate, sortate, sort 7 – 15 curate, cu o rezistență ridicată la uzură, ca să nu se șlefuiască .

3.1.4.2. Elaborarea dozajelor

S-a constatat că granulele agregatului natural se aștern în poziție dezordonată în emulsia bituminoasă stropită în prealabil, astfel încât volumul de goluri dintre granule este de aproximativ 42...52 %. După cilindrare și sub efectul circulației, volumul de goluri se reduce la 20 % . Liantul (bitumul din emulsie) umple 60...70 % din aceste goluri, astfel că rezultă 80 % agregate naturale, 12...14 % bitum și 6...8 % goluri .

Cantitatea de criblură necesară pe m² trebuie astfel calculată încât așternerea ei să fie realizată într-un singur strat , granulă lângă granulă .

Necesarul de liant depinde de :

- dimensiunea și forma granulei ;
- de starea suprafeței tratate și de conținutul de bitum al îmbrăcămintei bituminoase pe care se execută tratamentul ;
- de înglobarea în bitum (după ruperea emulsiei bituminoase) a granulelor de agregat până la 2/3 din înălțimea lor .

Dozarea liantului s-a făcut astfel încât să fixeze întreaga cantitate de criblură . Un dozaj prea ridicat conduce la exces de bitum, un dozaj scăzut de liant determină desprinderea criblurii din tratament .

Stabilirea dozajelor pentru tratamente bituminoase presupune determinarea cantității de agregate naturale și de liant necesare pentru realizarea unui m² de tratament bituminos .

Agregatele naturale, necesare pentru realizarea unui m² de tratament, se determină în funcție de dimensiunea medie a agregatelor obținută din relația :

$$A = \frac{d + D}{2} \quad [mm] \quad [3.1]$$

În care :

A este dimensiunea medie a agregatului, mm ;

d - dimensiunea granulei celei mai mici, mm ;

D- dimensiunea granulei celei mai mari, mm .

D și d se iau pentru ordonatele corespunzând resturilor de 90 % și 10 % ale curbei de granulozitate a agregatului ce va fi folosit la realizarea tratamentelor .

Se recomandă $d = (0,6 \dots 0,7) D$. [3.2]

După determinarea valorii A (dimensiunea medie a agregatului), se stabilește cantitatea de agregate pe 1 m², cu relația :

$$V = A - \frac{A^2}{100} \quad [L/m^2] \quad [3.3]$$

în care V este cantitatea de agregate în L /m² .

Pentru transformarea în kg/m², densitatea aparentă a agregatului se ia din buletinele de încercări .

Pentru liant , cantitatea necesară pe 1 m², în prima aproximație, reprezintă 10 % din volumul de agregate pe 1 m² .

În consecință cantitatea de liant se poate exprima prin relația :

$$L = \frac{1}{10} \cdot V \quad [L/m^2] \quad [3.4]$$

în care L este cantitatea de bitum pur în L/ m² .

Se vor aplica unele corecții și anume :

- creșterea valorii L în următoarele cazuri :
 - dacă $D < 8$ mm ;
 - dacă îmbrăcămintea pe care urmează să se execute tratamentul bituminos este poroasă ;
 - dacă zona în care se realizează lucrarea este cu climă rece ;
 - dacă traficul pe drum este redus .
- în alte situații trebuie să se micșoreze valoarea L, astfel :
 - dacă agregatele sunt uscate și de formă cubică ;
 - dacă zona în care se realizează lucrarea este cu climă caldă ;
 - dacă traficul este foarte mare pe drum .

În consecință, la stabilirea cantității de liant este necesar să se ia în considerare o serie de alți parametri ca : starea suprafeței îmbrăcămintei, trafic, forma granulelor etc .

Există mai multe relații care permit calcularea cantității de liant pe 1 m^2 , astfel :

$$L = a + bV \quad [L/m^2] \quad [3.5]$$

În care :

L este cantitatea de liant rezidual pe 1 m^2 ;

V – cantitatea de agregate, în L/m^2 ;

a – factor care depinde de starea suprafeței îmbrăcămintei și poate avea următoarele valori :

- $a = 0$ pentru suprafețe închise ;
- $a = 0,2$ pentru suprafețe normale ;
- $a = 0,59$ pentru suprafețe poroase sau fisurate .

b – factor care depinde de forma granulelor și poate avea valorile :

- $b = 0,07$ pentru cribluri ;
- $b = 0,09$ pentru granule rotunjite

După Coudre necesarul de liant se stabilește cu relația :

$$L = (0,320 \dots 0,350) \sqrt{A} \quad [L/m^2] \quad [3.6]$$

Dozajul de liant trebuie corectat în funcție de natura îmbrăcămintei pe care se aplică și de trafic .

Cu cât traficul este mai intens, cu atât așezarea granulelor se va face într-un timp mai scurt și volumul de goluri minim se va obține mai repede . Când traficul este mai redus, volumul minim de goluri se realizează mai încet și de aceea este necesar un surplus de bitum pentru a umple golurile existente și pentru a lega mai bine granulele.

Dozajele utilizate pe diferite drumuri au fost de 14...16 kg/m² agregate de balastieră sort 7 –15 și de 1,4...1,6 kg/m² emulsie E.B.C.R .

3.1.4.3. Realizarea tratamentelor cu E.B.C.R.

Preocupat de îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînți bituminoase, doctorandul a propus, susținut și executat lucrări de tratamente bituminoase pe aceste sectoare .

Doctorandul pe parcursul execuției a urmărit în mod deosebit :

- pregătirea suprafețelor ;
- stropirea emulsiei ;
- răspândirea agregatelor ;
- cilindrarea.

La pregătirea suprafețelor s-a avut în vedere repararea degradărilor și curățirea temeinică a acestora, mergând chiar până la spălarea lor cu un jet de apă sub presiune.

Stropirea emulsiei s-a realizat cu autostropitorul cât mai uniform și continuu, corelat cu viteza acestuia . Viteza de deplasare a autostropitorului a fost de 4,7...5 km/h având duze de 2,5 mm, plasate la înălțimea de 20...25 cm, deasupra suprafeței de stropit spre a se evita influența vântului asupra stropirii .

Răspândirea agregatului în cantitate de 14...16 kg/m² s-a făcut imediat în urma stropirii emulsiei E.B.C.R. cu ajutorul autorăspânditorului cât mai uniform, în cantitate de 1,4...1,6 kg / m² .

Compactarea s-a efectuat cu compactor cu rulouri netede de 80...100 kN, realizându-se 3...4 treceri pe aceeași suprafață .

Deoarece ruperea emulsiei se produce într-un timp foarte scurt (3...5 minute)

sectorul poate fi dat în circulație imediat, suprafața cu tratament fiind prezentată în figura 3.6.

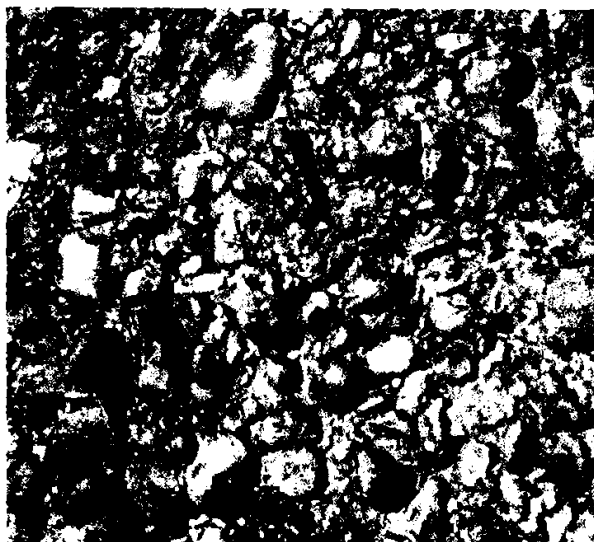


Fig. 3.6.

Dacă la nivelul drumurilor locale din județul Arad lucrări de tratamente bituminoase au fost executate doar pe 4 km în anul 1992, 0 km în anul 1993 și 13,5 km în anul 1994, urmare implicării deosebite și a insistenței doctorandului, începând din anul 1995 politica rutieră s-a schimbat acordând atenția cuvenită acestui gen de lucrări . Astfel în anul 1995 s-au executat lucrări de tratamente pe 64,8 km, în anul 1996 pe 124,6 km, în anul 1997 pe 111 km și în anul 1998 pe 93 km .

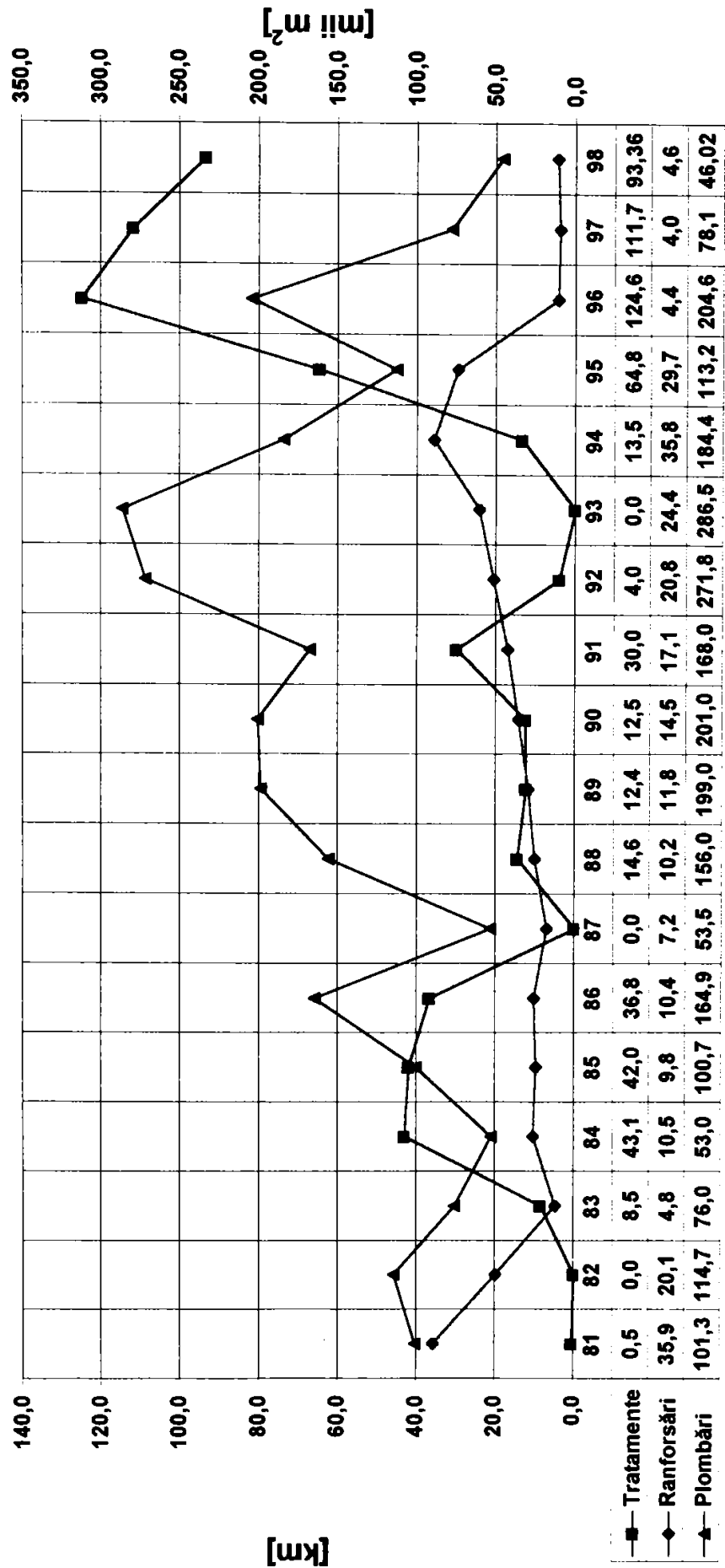
Aplicarea acestei strategii a condus la diminuarea volumului degradărilor și deci implicit a cheltuielilor pentru activitatea de plombări, suprafața acestora diminuându-se de la 270...286 mii m² în anii 1992, 1993 la mai puțin de 50 mii m² în anul 1998, aspecte foarte semnificative rezultate din graficul prezentat în figura 3.7.

Urmărind respectarea riguroasă a priorităților funcție de importanța traseelor, în perioada 1996...1998, au fost executate lucrările de tratamente bituminoase pe sectoarele prezentate în tabelul 3.2 și pe harta anexată conform figurii 3.8.

Realizarea acestor lucrări a condus la îmbunătățirea substanțială a stării de viabilitate și siguranță a circulației pe drumurile locale din județul Arad .

EVOLUȚIE REALIZĂRI

Figura 3.7

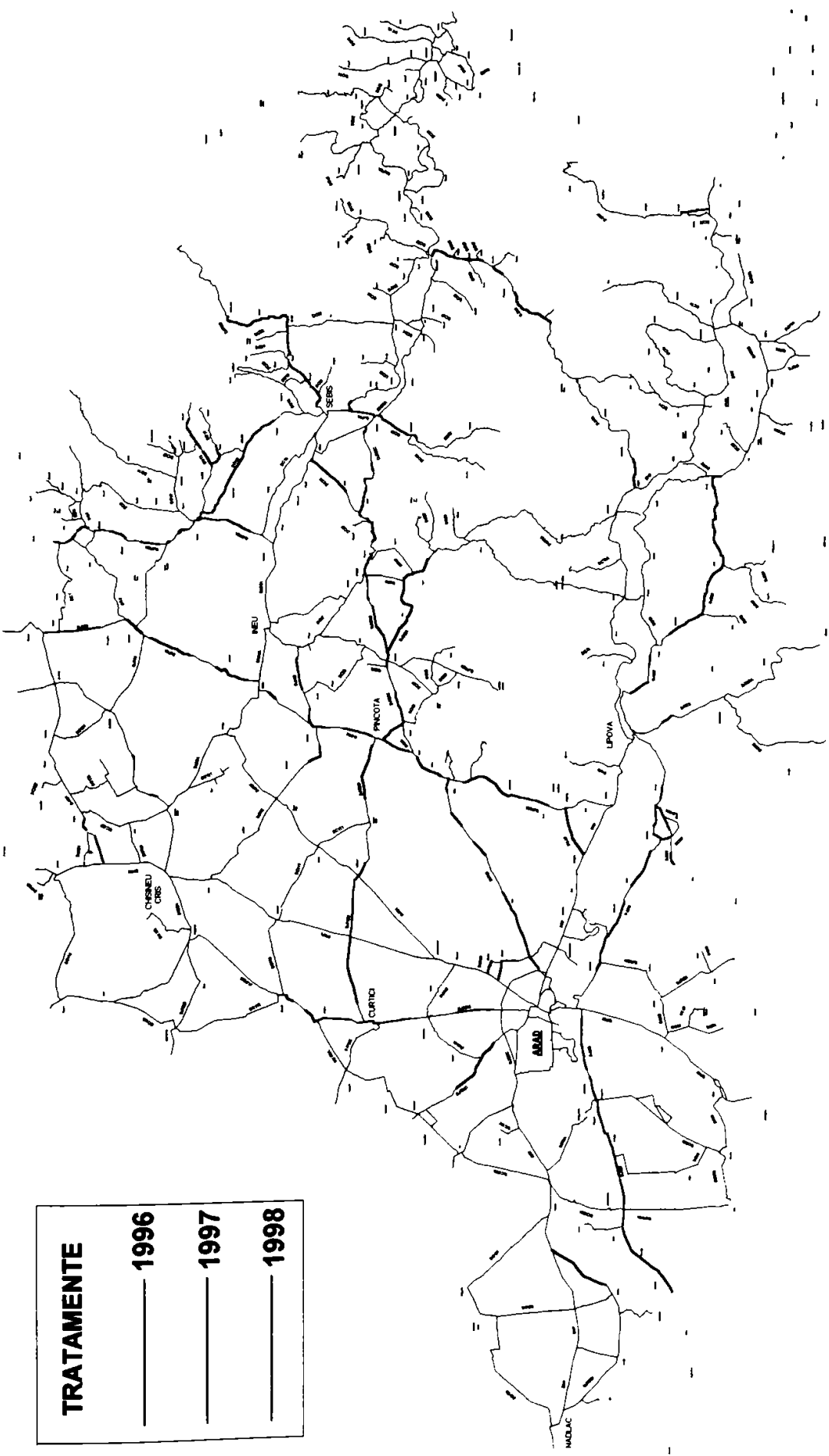


■ Tratamente ◆ Ranforsări ▲ Plombări

Tabel cuprinzând sectoarele cu tratamente
bituminoase realizate pe drumurile locale în jud. Arad

Tabelul 3.2.

Drumul	Tratamente executate în anul :		
	1996	1997	1998
DJ 572	114+600...115+400		
DJ 682	44+000...70+000	27+000...29+300	29+300...44+000
DJ 682	68+500...70+000	90+000...91+000	51+250...52+000
DJ 682	74+000...75+000		54+000...56+000
DJ 682	77+200...81+000		71+000...73+200
DJ 682	83+000...90+000		76+400...78+000
DJ 682			87+000...90+000
DJ 682			103+900...119+750
DJ 682			120+000...129+150
DJ 682 C		11+810...14+800	
DJ 691	46+000...49+000		42+200...43+400
DJ 707			0+000...3+00
DJ 708		0+000...3+000	65+927+66+812
DJ 708		26+480...31+700	
DJ 708		31+000...35+180	
DJ 708		37+250...41+940	
DJ 708 A		27+800...40+550	
DJ 708 B	71+000...9+000	11+750...17+050	9+000...11+750
DJ 709	0+800...10+000	24+400...27+700	
DJ 709	14+000...16+000	28+700...30+000	
DJ 709	18+000...19+700	38+000...39+300	
DJ 709	22+000...23+550	43+900...44+900	
DJ 709	30+000...31+957	48+000...51+600	
DJ 709	32+781...36+000	54+500...59+000	
DJ 709	65+030...70+630	60+000...62+000	
DJ 709 B	10+100...10+400	22+500...23+900	3+700...7+500
DJ 709 B	12+270...15+570	25+600...27+400	
DJ 709 B	15+750...18+050		
DJ 709 B	18+600...22+500		
DJ 709 C		3+000...9+300	
DJ 709 D		0+000...7+000	
DJ 792	26+800...28+550	21+700...24+200	
DJ 792	30+500...32+800	32+800...34+000	
DJ 792 A	2+500...3+500	3+500...5+000	9+800...10+250
DJ 792 A	5+000...8+900	10+250...10+950	14+200...15+200
DJ 792 A	19+000...19+700	12+000...12+400	16+600...18+500
DJ 792 A	22+600...23+000	13+200...14+100	20+500...22+000
DJ 792 A	23+200...23+800		24+000...24+900
DJ 792 C	7+300...8+300	5+675...7+300	
DJ 792 C	9+000...11+800	8+350...9+000	
DJ 792 C	13+800...20+400	12+570...23+610	
DJ 792 C	0+000...0+850	4+250...4+950	16+000...17+000
DJ 792 C	6+300...6+800	8+200...9+800	19+000...19+600
DJ 792 C	7+200...7+900	11+000...14+000	20+000...21+000
DJ 792 C	9+800...10+300	27+100...28+400	24+000...27+000
DJ 792 C	16+000...18+870	39+100...45+000	
DJ 792 C	21+950...24+125	60+100...67+100	
DJ 792 C	26+950...27+150		
DJ 792 C	31+200...37+400		
DJ 792 C	51+900...59+900		
DJ 973	1+300...2+300		36+500...48+600
DJ 973	6+300...7+300		55+000...55+700
DJ 973	48+600...50+400		
DJ 973	58+400...62+000		
DJ 794	0+000...3+000		
DJ 794	4+000...5+400		
DC 10			6+650...7+130
DC 13	7+000...8+575	5+200...6+900	7+600...10+500
DC 14			0+000...2+700
DC 29	0+000...4+700		
DC 59	0+000...4+800		
DC 90	0+000...1+000		
DC 88		0+000...5+300	
DC 109		0+000...1+400	



TRATAMENTE	
—	1996
- - -	1997
...	1998

FAGET
Figura 3-8 Lucrarile de tratament bituminos

3.2. ORIENTĂRI PRIVIND ORGANIZAREA SECTORULUI RUTIER LOCAL DIN JUDEȚUL ARAD

În anul 1994, județul Arad a fost primul județ din țară în care a fost separată activitatea de administrare de activitatea de execuție și întreținere din domeniul drumurilor locale .

Doctorandul, fiind inspector de specialitate în cadrul Direcției de Urbanism a Consiliului Județean a propus varianta de organizare a unui serviciu public de specialitate, aparținând de Consiliul Județean , cu activități privind administrarea și exploatarea drumurilor județene și comunale iar activitatea de reparație, întreținere și modernizare a drumurilor fiind atribuită constructorului de specialitate – Regia Autonomă de Drumuri și Poduri a Județului .

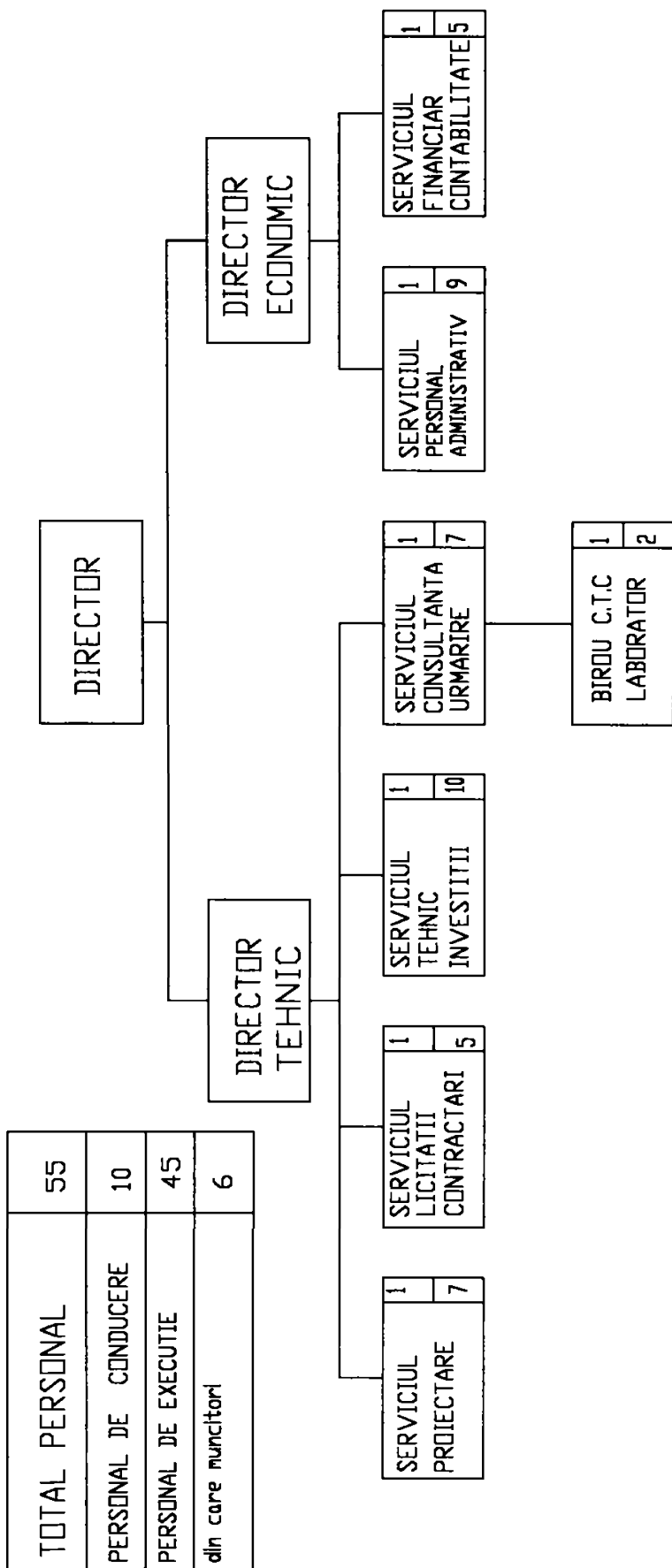
Se intră în acest mod în legalitate, eliminând suprapunerile : “eu proiectez, eu execut, eu recepționez “.

A fost astfel aprobată înființarea Administrației de Drumuri și Poduri a județului Arad, având organigrama prezentată în figura 3.9, ca instituție cu personalitate juridică având în administrare drumurile prezentate în tabelul 3.3.

În baza experienței acumulate doctorandul a întocmit un regulament de organizare și funcționare, cu atribuțiunile specifice pe compartimente, ținând cont de obiectul de activitate : administrarea, exploatarea și dezvoltarea drumurilor locale de interes județean comunale și județene , precum și a lucrărilor de artă și a anexelor acestor drumuri, elaborarea de proiecte, documentații de licitație, organizare de licitații pentru execuție lucrări și proiecte cu terți, efectuarea de analiză studii și cercetări de laborator, recepționarea lucrărilor executate, efectuarea reviziilor drumurilor și luarea măsurilor operative pentru îmbunătățirea viabilității și siguranței circulației .

Nu fără dificultate, activitatea Administrației a început să demareze, având ca fir călăuzitor o strategie rutieră care să conducă la utilizarea eficientă a fondurilor în paralel cu îmbunătățirea viabilității și siguranței circulației pe drumurile locale .

Fig.3.9. STRUCTURA ORGANIZATORICA
A ADMINISTRATIEI DE DRUMURI SI PODURI A JUDETULUI ARAD



INVENTAR OBIECTIVE

Tabelul 3.3.

Categoria drumului	UM	Total	Felul îmbrăcămintei :					Pământ
			Betoane asfaltice	Beton de ciment	Pavaje din piatră fasonată	Îmbrăcămiși bituminoase ușoare	Pietruire	
Drumuri județene	km	866,367	76,154	3,720	20,253	536,965	200,502	28,773
Drumuri comunale	km	819,400	9,250	-	1,000	122,754	516,556	170,840
TOTAL DJ+DC	km	1685,767	85,404	3,720	21,253	659,719	716,058	199,613
Poduri	buc / m	156 / 2873						
Podete	buc / m	2075 / 12618						
Parapet	m	17,737						
Ziduri sprijin	m	6,858						
Șanț pereat	m	7,405						
Indicatoare rutiere	buc / m ²	5055 / 4044						
Plantații rutiere	buc	63,379						

Elaborarea ulterioară de către Administrația Națională a Drumurilor împreună cu Inspekția de Stat în Construcții, a “ Nomenclatorului activităților de administrare , exploatare întreținere și reparații pentru drumurile publice “ prezentat în tabelul 3.4 nu a făcut decât să confirme justetea măsurilor luate .

Câteva din efectele modului de organizare, sunt :

- s-a elaborat o strategie rutieră adecvată ;
- programarea lucrărilor se face în funcție de necesitățile tehnico-economice ;
- s-a îmbunătățit starea de viabilitate și siguranța circulației pe drumurile locale ;
- consumarea fondurilor alocate se face mult mai judicios ;
- se combină lucrări de întreținere curativă cu cele de întreținere preventivă ;
- se urmărește în mod corespunzător comportarea în timp a rețelei de drumuri locale ;
- s-a îmbunătățit în mod substanțial calitatea lucrărilor ;
- decontarea se face numai pe lucrări real executate .

În luna noiembrie 1998, reprezentanții din 29 județe, a serviciilor de administrare a drumurilor și a direcțiilor de urbanism și amenajarea teritoriilor, s-au întâlnit la Harghita unde au fost dezbătute problemele cu care se confruntă administratorii drumurilor locale .

Cu această ocazie a fost apreciat pozitiv modul de organizare conceput la Arad, mulți dintre participanți exprimându-și dorința de a prelua acest model .

Pentru susținerea cu mai multă putere în fața organelor de stat a cauzelor administrațiilor de drumuri, a fost înființată Asociația Administrațiilor Drumurilor Publice Județene și Locale .

NOMENCLATOR

AL ACTIVITĂȚILOR DE ADMINISTRARE , EXPLOATARE ,
ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII PENTRU DRUMURI PUBLICE

Tabelul 3.4

Simbolul activității	Denumirea activității
1.	2.
A.	ADMINISTRAREA DE DRUMURI PUBLICE
A.1	GESTIONAREA DRUMURILOR PUBLICE DIN DOTARE
A.3	REVIZII ȘI CONTROALE ALE STĂRII TEHNICE A DRUMURILOR ȘI PODURILOR
A.4	PROGNOZE , STUDII , EXPERIMENTĂRI,CERCETĂRI
A.5	PREGĂTIREA ȘI PERFECȚIONAREA PERSONALULUI
A.6	ACTIVITATEA LABORATOARELOR RUTIERE
A.7	ASIGURAREA CALITĂȚII ȘI CONTROLUL TEHNIC AL CALITĂȚII
A.8	ÎNTOCMIRE DOCUMENTAȚII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU LUCRĂRI DE DRUMURI
A.9	COORDONAREA DEZVOLTĂRII UNITARE A REȚELEI DE DRUMURI PUBLICE
B.	EXPLOATAREA REȚELEI DE DRUMURI PUBLICE
B.1	CONTROLUL AUTOVEHICOLELOR ȘI ÎNCASAREA CONTRAVALORII UTILIZĂRII DRUMULUI
C.	ÎNȚREȚINERE DRUMURI ȘI PODURI
C.1	DRUMURI
C.1.1.	ÎNȚREȚINERE CURENTĂ DRUMURI ȘI ANEXE
C.1.2.	ÎNȚREȚINERE PERIODICĂ DRUMURI ȘI ANEXE
C.2	PODURI
C.2.1.	ÎNȚREȚINERE CURENTĂ PODURI , PODEȚE ȘI TUNELURI
C.2.2.	ÎNȚREȚINERE PERIODICĂ PODURI , PODEȚE ȘI TUNELURI
D.	REPARAȚII, CONSOLIDĂRI, REABILITĂRI, EXTINDERI, MODERNIZĂRI ȘI RECONSTRUIRI DRUMURI ȘI PODURI
D.1.	DRUMURI
D.1.1.	REPARAȚII DRUMURI
D.1.2.	CONSOLIDĂRI DRUMURI
D.1.3.	REABILITĂRI DRUMURI
D.1.4.	EXTINDERI DRUMURI
D.1.5.	MODERNIZĂRI DRUMURI
D.1.6.	RECONSTRUIRI DRUMURI
D.2.	PODURI
D.2.1.	REPARAȚII PODURI
D.2.2.	CONSOLIDĂRI PODURI
D.2.3.	REABILITĂRI PODURI
D.2.4.	EXTINDERI PODURI
D.2.5.	MODERNIZĂRI PODURI
D.2.6.	RECONSTRUIRI PODURI
E.	PRODUCȚIE INDUSTRIALĂ
E.1.	EXPLOATAREA PRODUSELOR DE BALASTIERĂ
E.2.	EXPLOATAREA PRODUSELOR DE CARIERĂ
E.3.	FABRICAREA EMULSILOR BITUMINOASE
E.4.	PREFABRICATE DRUMURI
E.5.	ALTE ACTIVITĂȚI DE PRODUCȚIE INDUSTRIALĂ
F.	CONSTRUCȚII NOI
F.1.	CONSTRUCȚII DRUMURI
F.2.	CONSTRUCȚII PODURI
F.3.	CONSTRUCȚII AUTOSTRĂZI

3.3. CONCLIZII

Studiile și cercetările efectuate de doctorand cu privire la îmbunătățirea stării de viabilitate, confort și siguranță a circulației pe drumurile locale, s-au concretizat în experimentarea unor soluții originale a căror comportare în timp s-a dovedit a fi corespunzătoare .

Ca atare, doctorandul propune realizarea macadamului îndopat cu nisip bituminos, ca îmbrăcăminte rutieră modernă, pe drumurile pietruite, respectiv ca strat de bază în cazul ranforsării structurilor rutiere existente .

Rezultatele deosebit de favorabile obținute prin realizarea tratamentelor bituminoase cu pietriș, îndreptățesc pe doctorand să propună extinderea acestui gen de lucrări, pe drumuri locale cu îmbrăcăminte bituminoasă.

Concepția doctorandului privind restructurarea și reorganizarea activității rutiere în sensul separării activității de administrare, exploatare, de activitatea de execuție s-a aplicat cu rezultate bune la nivelul județului Arad, acest mod de organizare fiind apreciat și preluat și de alte județe din țară .

Cap.4. NOI TEHNOLOGII PENTRU ÎNTREȚINEREA ȘI RANFORASAREA DRUMURILOR LOCALE

4.1. NOI POSIBILITĂȚI DE MODIFICARE A BITUMULUI RUTIER UTILIZÂND POLIMERI REACTIVI CU BITUMUL

4.1.1. Introducere

În general preocupările specialiștilor de drumuri din întreaga lume, sunt orientate în această etapă și spre îmbunătățirea performanțelor biturilor rutiere și implicit a comportării în exploatare a îmbrăcăminților bituminoase, prin utilizarea diverselor adaosuri inerte sau active, fie direct în bitumul rutier fie în masa mixturii asfaltice . Pentru o prezentare sistematică a tehnologiilor care implică utilizarea diverselor adaosuri în masa biturilor rutiere, sau a mixturilor asfaltice, acestea pot fi grupate în patru categorii distincte [40] și anume :

- tehnici de îmbunătățire a performanțelor îmbrăcăminților rutiere prin sporirea adhezivității bitumului la agregatele naturale, cu utilizarea în acest scop a unor aditivi pentru bitumuri . Aici se înscriu experimentările și lucrările realizate cu aditivii de genurile ITERLENE (din import) sau Adiro (indigen) . Tot aici se pot încadra tehnicile de îmbunătățire a agregatelor prin tratarea suprafeței acestora cu lapte de var etc. ;

- tehnici de îmbunătățire a performanțelor îmbrăcăminților prin adaosuri de materiale nereactive (inerte) de genul fibrelor, înglobate în masa mixturii asfaltice (de exemplu tehnologiile : MEDIFLEX, SMA : Mixturi asfaltice armate cu fibre (M.A.A.F.16 , M.A.A.F.8) etc. ;

- tehnici de îmbunătățire a performanțelor îmbrăcăminților rutiere, prin adăugarea și dispersarea în masa bitumului a unor polimeri nereactivi (inerți) de tip S.B.S., S.B.R. , S.I.S. etc. ;

- tehnici de îmbunătățire a performanțelor biturilor prin adaosuri de polimeri reactivi, de genul Elvaloy-AM, care reacționează chimic cu unii componenți ai bitumului, aceste adaosuri fiind uneori combinate cu uleiuri aromatice, pentru corectarea compoziției structurale a biturilor ;

În general, conform concepției din programul de cercetare Strategic Highway Research Program și a sistemului Superior Performing Asphalt Pavements, (SHRP/SUPERPAVE), la proiectarea dozajelor, se au în vedere patru criterii de performanță bine definite și anume :

- susceptibilitatea îmbrăcăminților bituminoase la deformații permanente (făgașe), la temperaturi ridicate, în timpul verii ;
- rezistența la fisurare din oboseală sub acțiunea solicitărilor din trafic repetate ;
- rezistență la fisurare termică, din temperaturi scăzute , în timpul iernii ;
- susceptibilitatea la îmbătrânire, pe termen scurt (în timpul încălzirii și stocării bitumului cald și pe parcursul preparării și punerii în operă a mixturilor asfaltice) și pe termen lung (pe durata de exploatare de 5...10 ani).

Experiența a arătat că un rol însemnat în realizarea performanțelor dorite pentru biturile modificate și implicit pentru mixturile asfaltice și îmbrăcămințile bitumonoase rutiere astfel realizate, îl are atât tipul de modificador utilizat cât și procentul în care acesta este adăugat în masa bitumului .

În general adaosul de modificador, conduce la performanțe imediate în ceea ce privește comportarea liantului, și implicit a mixturilor asfaltice, la una din categoriile de temperaturi (ridicate, obișnuite sau scăzute) ce pot fi întâlnite în practică . Foarte rar se întâmplă ca un modificador să asigure creșterea performanțelor pentru două din astfel de temperaturi, dar niciodată pentru toate trei . Din această cauză, în practică trebuie să se aibă în vedere atât modificadorul cât și bitumul de bază, astfel încât să se obțină în final o anumită clasă de performanță .

În conceptul SHRP clasa de performanță se exprimă în așa - numitul grad de performanță : Performance-Grade (P.G.), exprimat prin simbolul P.G. care este urmat

de două cifre care reprezintă temperaturile maxime pozitive și negative la care rezistă bitumul , în exploatare [40] .

Bitum clasa de performanță : PG 68-34

Cu alte cuvinte, se poate afirma că un bitum având clasa de performanță P.G. 68...34, va conferi mixturilor asfaltice și îmbrăcăminților bituminoase o bună rezistență la deformații permanente (tendința de formare de făgașe), în timpul verii, până la temperaturi de maximum + 68 °C, și de asemenea o bună rezistență la fisurarea termică, în timpul iernii, până la temperaturi negative de – 34 °C .

În acest sens, dacă se dorește obținerea unui liant cu performanțe îmbunătățite atât la temperaturi ridicate cât și temperaturi scăzute (caz specific în țara noastră, pentru zonele cu climat continental), este necesar să se combine un bitum de bază cu performanțe bune la temperaturi scăzute, cu un polimer care să îmbunătățească substanțial performanțele liantului la temperaturi ridicate, astfel încât în final să se obțină un bitum modificat cu performanțe sporite la temperaturi extreme .

O altă cale, în realizarea acestui scop, în cazul utilizării unui bitum de bază cu proprietăți mediocre, o constituie utilizarea a cel puțin doi modificatori diferiți, unul care să asigure îmbunătățirea performanțelor la temperaturi ridicate și cel de al doilea pentru îmbunătățirea performanțelor la temperaturi scăzute .

Am menționat minimum doi polimeri, pentru că în unele cazuri de incompatibilitate a bitumului de bază cu unul din cei doi polimeri, s-ar putea să fie nevoie și de un al treilea polimer (de regulă se utilizează polimeri de tip SIS) care să împiedice separarea polimerilor din amestec și să asigure astfel, stabilitatea la stocare a liantului .

În acest context, semnalăm utilizarea în tehnică rutieră mondială a unui polimer modificator reactiv, având denumirea comercială : Elvaloy, produs de către firma Du Pont Polymers din SUA și utilizat pe scara largă pentru îmbunătățirea performanțelor îmbrăcăminților rutiere bituminoase atât în SUA, Canada, Mexic precum și în unele țări europene cum sunt Franța, Suedia, Spania etc. În comparație cu alți polimeri modificatori utilizați curent în tehnica rutieră, produsul cu denumirea comercială

“Elvaloy“ este un modificator 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 necesar pentru modificare (1...2 % din masa bitumului) . Tehnologia de modificare specifică produsului Elvaloy, nu reclamă procurarea unor instalații de modificare sofisticate și 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 .

Studii de laborator întreprinse de specialiștii de la Universitatea din Maryland sub conducerea profesorului Dr. Matthew WITCZAK, Investigator Principal în cadrul programului SHRP / SUPERPAVE, au pus în evidență avantajele tehnice și economice pe care le prezintă acest polimer în comparație cu polimerii inerti de tip S.B.S .

Câteva din concluziile cercetărilor respective ar fi :

- În timpul transportului sau al depozitării, din cauza căldurii, bitumul ce conține modificatori, (de exemplu S.B.S. – în figura 4.1 cu roșu) se poate separa în componente cu puncte de înmuiere diferite , în schimb în bitumul cu Elvaloy-AM se crează compusi stabili (în figura 4.1 cu verde).

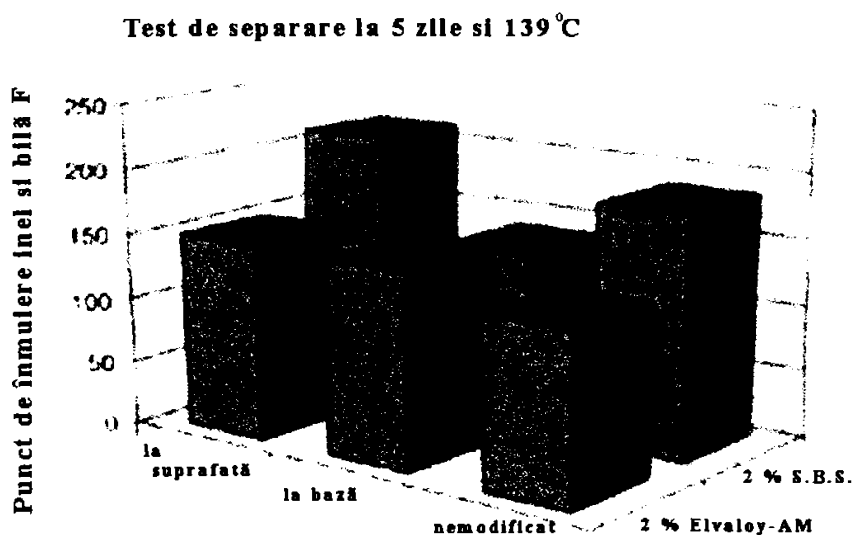


Fig.4.1.

- Epruvetele de mixtură asfaltică realizate cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, au rezistență la deformare mai mare decât cele cu bitum nemodificat , figura 4.2.

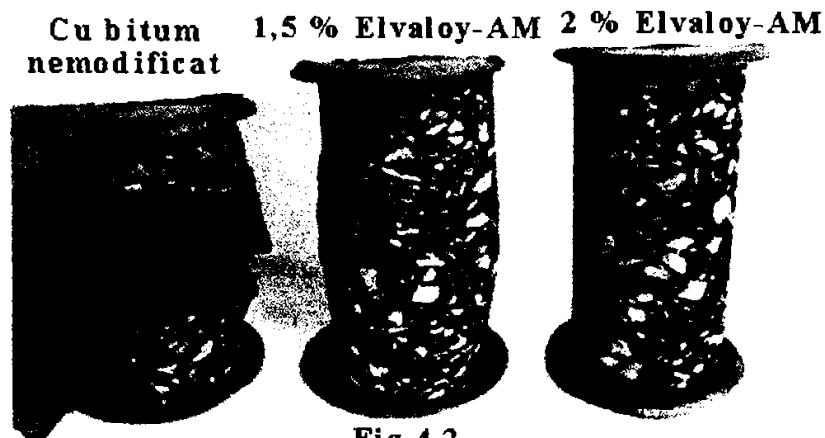


Fig.4.2.

- Elvaloy-AM combate apariția fâgăselor în îmbrăcămințile bituminoase
- Încercarea DOT împreună cu încercarea cu roata Hamburg, ambele determinări efectuându-se la 40 °C și 45 °C au arătat că fâgășele se dezvoltă mai repede într-o îmbrăcăminte bituminoasă realizată cu bitum fără Elvaloy-AM față de o îmbrăcăminte bituminoasă realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM fenomen prezentat în figura 4.3.

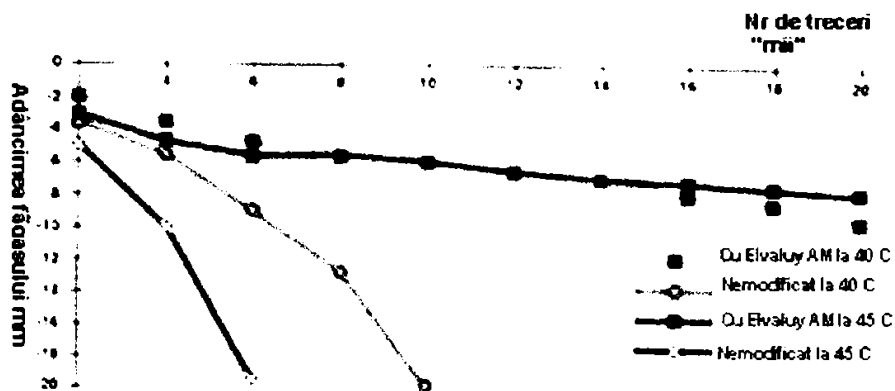


Fig.4.3.

- Flexibilitatea îmbrăcăminte rutiere este îmbunătățită .

Îmbrăcăminte bituminoasă realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, s-a păstrat în condiții foarte bune în jurul gurilor de canal după patru ani de la darea în circulație, figura 4.4.

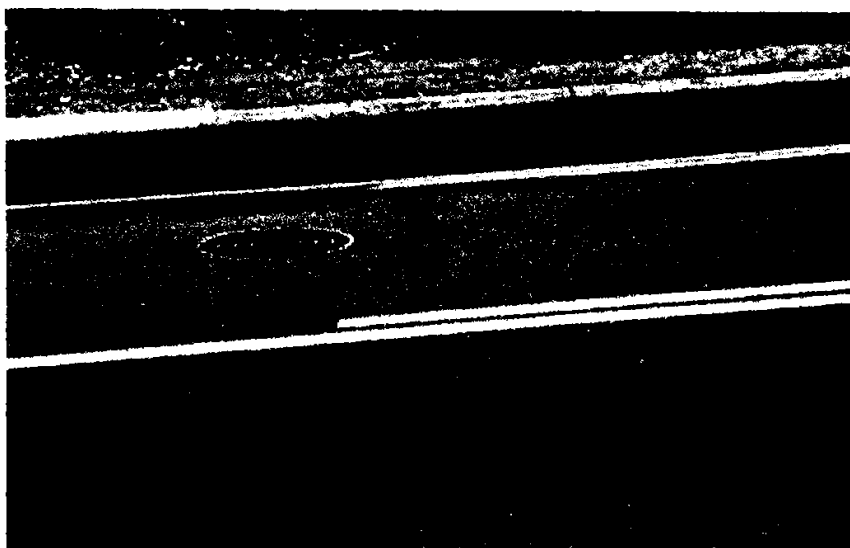


Fig.4.4.

- La mixtura asfaltică realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, nu se produce în timp dezanrobarea agregatelor. La o expunere repetată la umezeală și la cicluri de îngheț-dezghet, la proba de mixtură asfaltică ce nu conține Elvaloy-AM, (foto 4.5. stânga după 11 cicluri îngheț-dezghet) se observă dezanrobarea . La proba de mixtură ce conține Elvaloy-AM, (foto 4.5. dreapta - după 22 cicluri îngheț-dezghet) nu se observă acest fenomen .



Fig.4.5.

- Rezistența la oboseală a mixturii asfaltice realizate cu bitum modificat cu Elvaloy-AM este superioară față de rezistența la oboseală a mixturii asfaltice realizate cu bitum modificat cu S.B.S. sau cu bitum nemodificat .

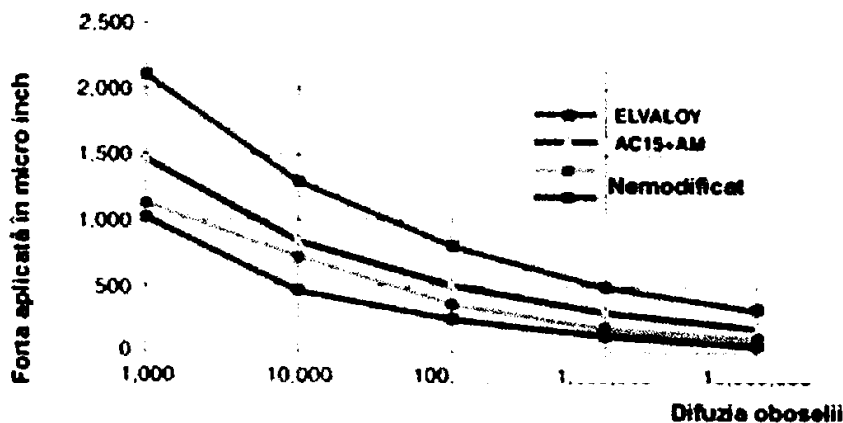


Fig.4.6.

Rezistența la rupere .

- Mixtura asfaltică preparată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, are o comportare mai bună în mediul umed decât mixtura asfaltică ce nu conține Elvaloy-AM, așa cum este demonstrat prin metoda A.A.S.H.T.O. 383-89 în figura 4.7.

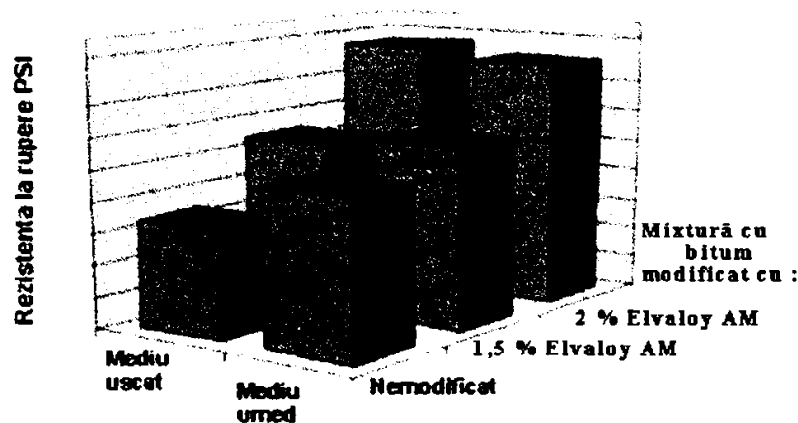


Fig.4.7.

- Elvaloy-AM prezintă compatibilitate pe un domeniu larg cu orice tip de bitum, reacționând chimic cu acesta și îmbunătățindu-i proprietățile ;

- Elvaloy-AM îmbunătățește proprietățile reologice ale bitumului ;
- mixtura asfaltică realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, se pune în operă și se compactează ușor. Nu se lipește de utilajele de așternere și compactare ;
- Elvaloy-AM, îmbunătățește adezivitatea bitumului față de agregatele naturale ;
- Elvaloy-AM nu ridică probleme la manipulare și punere în operă .

4.1.2. Bitum modificat cu Elvaloy-AM în laborator

Polimerul Elvaloy-AM, produs de firma Du Pont Polymers din SUA, este un modificador de tip etilen-acrilat-glicidil, care reacționează chimic cu bitumul .

Încercările de realizare a bitumului modificat cu polimer Elvaloy-AM, au fost începute de către doctorand în anul 1996, în laboratorul Regiei de drumuri județene Arad și în colaborare cu Administrația Națională a Drumurilor la laboratorul Centrului de Studii Tehnice Rutiere și Informatică București (CESTRIN București).

Ca atare s-a realizat în laborator modificarea bitumului rutier D 80/120, cu diferite procente de polimer, respectiv cu concentrat de polimer în ulei înalt aromatic de la Rafinăria ASTRA Ploiești .

Rezultatele obținute pe bitum de Suplacu de Barcău sunt prezentate în tabelul 4.1 iar pe bitum de ASTRA Ploiești în tabelul 4.2.

Tabelul 4.1.

Caracteristici Tehnice	Bitum D80/120 nemodificat Suplacu de Barcău	Bitum + % Elvaloy AM				Bitum + % Elvaloy AM în ulei înalt aromatic în concentrație 30%			
		0,5%	0,8%	1%	1,5%	0,5%	0,8%	1%	1,5%
Penetrația la 25 °C [1/10mm]	96	75	62	66	70	80	64	111	97
Punct de Înmuire I.B.[°C]	45	47	49	48	53	44	43	44	43
Ductilitate la 25 °C[cm]	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Adezivitate [%]	85	91	95	94	96	90	93	94	96

Tabelul 4.2.

Caracteristici	Bitum D80/120 Nemodificat ASTRA Ploiești	Bitum + % Elvaloy AM		Bitum + % Elvaloy AM în ulei înalt aromatic în Concentrație 30%	
		0,8	1,2	0,8	1,2
Penetrația la 25 °C [1/10mm]	90	85	73	108	114
Punct de înmuiere I.B.[°C]	48	52	53	46,5	47
Ductilitate la 25 °C[cm]	> 100	> 100	> 100	> 100	> 100
Adezivitate [%]	85	95	96	97	98

Analizele efectuate pe bitum de Suplacu de Barcău la Centru de Studii Tehnice Rutiere și Informatică București sunt prezentate în tabelul 4.3.

Tabelul 4.3.

Caracteristici Tehnice	U.M.	Valori			Condiții Tehnice Bm cu SBS
		0	1,5	2	
Polimer	%	0	1,5	2	
Punct de înmuiere	°C	41,8	47,75	52,5	
Penetrație	1/10 mm	74,4	59	55	55-70
Ductilitate 25°C	cm	122,9	111,6	142	-
Adezivitate agregate:					
Malnas	%	88	90,3	90	min.85
Turcoaia	%	60	85,4	91,4	
Revenire elastica 13°C	%	-	50	62,5	min.60
RTFOT					
-pierdere de masă	%	0,27	0,144	0,23	max.9
-creștere IB					
-penetrație reziduală (Pf/Pi)	°C	7,35	7,2	6,3	max.9
-ductilitate 25°C	%	53,1	57,17	57,9	min.50
	cm			34	-
		80,7	34,4		
Clasificare SHRP după Performante	GP	58-34	64-34	64-34	-

Se observă deci că adaosul de polimer conduce la creșterea punctului de înmuiere și scăderea penetrației, fenomene atenuate în situații în care polimerul ce se adaugă este în prealabil diluat în ulei înalt aromatic .

Spre deosebire de alți modificatori, Elvaloy-AM produce și o îmbunătățire substanțială a adezivității bitumului .

Testele efectuate pe probele de bitum la laboratorul firmei Du Pont, au scos în evidență faptul că prin modificare cu 2 % Elvaloy-AM, gradul de performanță al bitumului crește de la GP 58-28 la GP 76-34 pentru bitumul de Suplac și la GP 70-34 pentru bitumul de Astra Ploiești .

Rezultă deci că bitumul modificat cu polimerul Elvaloy-AM, va conferi mixturilor asfaltice și îmbrăcăminților bituminoase o bună rezistență la deformații plastice (tendință de formare fâgașe) în timpul verii, până la temperaturi de maximum + 76 °C, și de asemenea o bună rezistență la fisurarea termică, în timpul iernii, până la temperaturi negative de – 34 °C .

4.1.3. Studii de laborator pentru realizarea mixturii asfaltice cu bitum modificat cu Elvaloy-AM

În vederea experimentării unor îmbrăcăminți bituminoase performante, utulizând mixturi asfaltice realizate cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, după realizarea în laborator a bitumului modificat, s-a trecut la analiza agregatelor necesare realizării în laborator a acestor mixturi asfaltice și stabilirea dozajelor de lucru .

S-a analizat nisipul de la balastiera Sâmbăteni și criblurile de la carierele Romanița și Vârfurile, constatându-se că acestea respectă prevederile normativelor în vigoare privind granulozitatea, starea de curățire și uzura Los Angeles . Astfel la nisip partea levigabilă este de 2,1 % față de maxim admis de 3 %, iar echivalentul de nisip este 89 % față de minim 85 % .

Criblurile sunt poliedrice și prezintă uzura Los Angeles, de 21,1 % față de 26 % maxim admis .

Filerul prezintă finețe de măcinare corespunzătoare, având fracțiunea sub 0,09 % de 92 % deci peste 80 % cât este minimum admis .

Granulozitatea agregatelor este prezentată în tabelul 4.4.

Tabelul 4.4.

Agregatul	Resturi, % pe site și ciururi de ... mm							
	16	8	3,15	1	0,63	0,2	0,09	Trece prin 0,09 mm
Filer				0,7	0,8	2,7	3,8	92
Nisip Sâmbăteni			6,5	13	18,2	54,2	7,5	0,6
Criblură 3-8 Vârfurile		16,5	79,4	4,1				
Criblură 8-16 Romanița	6,8	82,4	10,8					

Având în vedere dozajele admise pentru betoanele asfaltice bogate în criblură s-a convenit un dozaj mediu al agregatelor naturale, cu care s-a calculat curba de granulozitate a amestecului astfel obținut și s-a verificat încadrarea acestuia în zona de granulozitate recomandată de standard, prezentate în tabelul 4.5 și figura 4.8.

Dozaj pentru BA 16

Tabelul 4.5.

Agregatul	Cantitatea %	Procente rămase pe ciur (sită) de ... mm							
		16	8	3,15	1	0,63	0,2	0,09	Trece prin 0,09 mm
Filer	11				0,1	0,1	0,3	0,4	10,1
Nisip	26			1,7	3,4	4,7	14,1	1,9	0,2
Criblură 3-8	33		5,4	26,2	1,4				
Criblură 8-16	30	2,0	24,7	3,3					
TOTAL	100	2,0	30,1	31,2	4,9	4,8	14,4	2,3	10,3

Rezultă curba de granulozitate următoare (fig.4,8) :

- trece prin sita de 0,09 mm 10,3 %
- trece prin sita de 0,2 mm 12,6 %
- trece prin sita de 0,63 mm 27,0 %
- trece prin sita de 3,15 mm 36,7 %
- trece prin sita de 8,0 mm 67,9 %
- trece prin sita de 16,0 mm 98,0 %
- trece prin sita de 25,0 mm 100 %

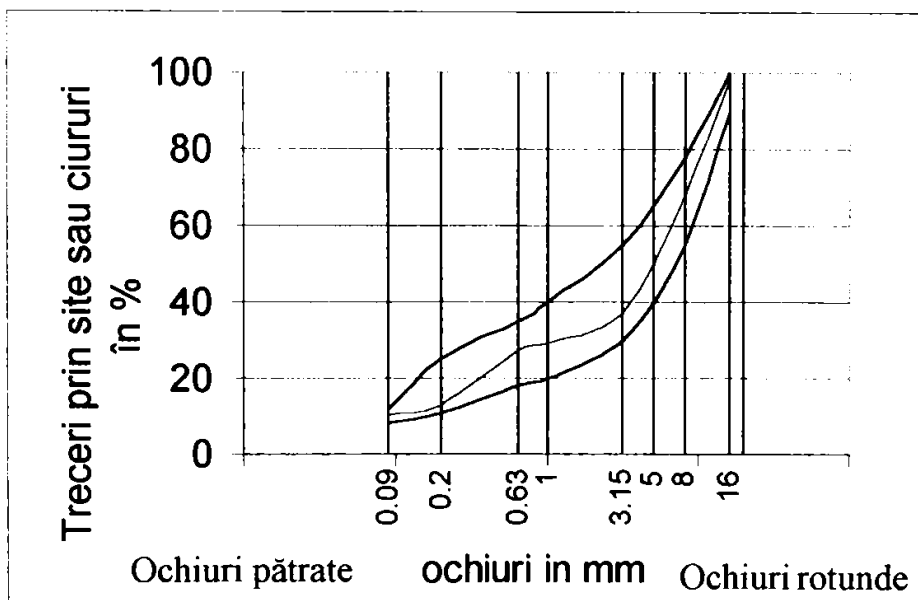


Fig.4.8. Încadrarea în zona de granulozitate pentru BA 16

Având în vedere că amestecul de agregate prezintă o curbă granulometrică ce se încadrează în zona de granulozitate pentru BA 16, s-a trecut la calcularea necesarului de liant după metoda volumului de goluri . Dozajul optim de liant este dat de relația [4.1].

$$b = \frac{V_g - n}{\rho_g} \cdot \rho_b \quad [\%] \quad [4.1]$$

$$V_g = \left(1 - \frac{\rho_g}{\rho_a}\right) \cdot 100 \quad [\%] \quad [4.2]$$

în care :

b este procentul de liant raportat la 100 părți agregat natural ;

V_g - volumul de goluri a agregatului în stare îndesată, în % ;

ρ_{gi} - densitatea agregatului în stare îndesată, în g/cm^3 ;

ρ_a - densitatea aparentă a agregatului, în g/cm^3 ;

ρ_b - densitatea bitumului, în g/cm^3 (în general egală cu 1) ;

n - volumul de goluri remanent în procente (între 3 și 5 %).

S-a determinat în laborator densitatea agregatului în stare îndesată $\rho_{gi}=2,25g/cm^3$, densitatea aparentă $\rho_a = 2,84 g/cm^3$ și s-a calculat volumul de goluri .

$$V_g = \left(1 - \frac{2,25}{2,84}\right) \cdot 100 = 21\%$$

Luând $n = 4,8$ și $\rho_b = 1$, s-a obținut :

$$b = \frac{21 - 4,8}{2,25} \cdot 1 = 7,2\%$$

Dacă la 100 părți agregat procentul de bitum este de 7,2 %, atunci procentul de bitum în mixtură este :

$$b_m = \frac{100 \cdot 7,2}{107,2} = 6,7\%$$

Deci agregatul natural este $100 - 6,7 = 93,3\%$

$$\text{Filer } \frac{11 \cdot 93,3}{100} = 10,3\%$$

$$\text{Nisip 0-3 } \frac{26 \cdot 93,3}{100} = 24,2\%$$

$$\text{Cribluri 3-8 } \frac{33 \cdot 93,3}{100} = 30,8\%$$

$$\text{Cribluri 8-16 } \frac{30 \cdot 93,3}{100} = 28,0\%$$

Cu bitumul modificat, doctorandul a realizat în laborator mixtură asfaltică tip BA16 pentru strat de uzură, folosind agregat de râu de la Sâmbăteni și de carieră de la Romanița și Vârfurile, cu următorul dozaj :

Bitum D 80/120 modificat 6,7 %

Filer	10,3 %
Nisip 0-3	24,2 %
Criblură 3-8	30,8 %
Criblură 8-16	28,0 %

Caracteristici fizico-mecanice obținute pe cuburi realizate din mixtură asfaltică cu bitum modificat cu diferite procente de Elvaloy-AM, sunt prezentate în tabelul 4.6.

Tabelul 4.6

Caracteristici	Probe cu bitum cu % Elvaloy AM			
	0,5	0,8	1	1,5
Densitate generată g/m ³	2254	2268	2265	2282
Absorbția de apă %	2,4	1,03	0,7	0,9
Rezistență la compresiune N/mm ²	5,1	4,9	4,6	4,8

4.2. SECTOARE EXPERIMENTALE REALIZATE CU MIXTURĂ ASFALTICĂ CU CARACTERISTICI SUPERIOARE

4.2.1. Tehnologia de realizare a bitumului modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM

În luna octombrie 1996, după efectuarea studiilor în laborator, am trecut la experimentarea industrială a modificării bitumului D 80/120 de Suplacu de Barcău cu 0,8 % Elvaloy -AM, la fabrica de asfalt din Sebiș .

Având în vedere că polimerul Elvaloy-AM reacționează chimic cu bitumul, fără a fi necesară dispersia acestuia cu ajutorul morii coloidale de la instalațiile clasice de modificare a bitumului, am conceput adaptarea și utilizarea pentru această operație, a topitorului de bitum de la fabrica de asfalt .

În topitorul de bitum de la fabrica de asfalt s-a montat o axă pe care s-au fixat două palete cu ajutorul cărora, prin rotație să se producă agitarea și amestecarea polimerului cu bitumul . Rotirea axei s-a realizat cu un motor electric ce a asigurat o turație de 750 rot/min .

Introducerea polimerului care este sub formă de granule, s-a realizat cu ajutorul unei benzi transportoare ce a fost alimentată manual .

Instalația de modificare a bitumului este prezentată în figura 4.9.

Viteza de alimentare a polimerului a fost de 1,36 kg/min, verificată în prealabil în laborator, astfel ca să nu se producă aglomerarea acestuia .

S-a stabilit cantitatea de 6 t bitum aferentă celor 48 kg polimer disponibil pentru experimentare, s-a introdus în topitor și s-a încălzit la temperatura de 196 °C, temperatură ce s-a menținut constantă până la terminarea reacției între polimer și bitum .

După pornirea agitatorului s-a început aprovizionarea constantă a polimerului și s-a urmărit să nu apară aglomerarea acestuia . Când la un moment dat s-a observat aglomerarea polimerului la suprafața bitumului în topitor, a fost oprită alimentarea cu polimer și s-a continuat agitarea până la dizolvarea completă a polimerului .

De asemenea a fost pusă în funcțiune pompa de bitum de la instalația de alimentare a stației și s-a efectuat în paralel cu agitarea și operația de recirculare a bitumului pe instalația de retur de la fabrica de asfalt .

S-a continuat alimentarea treptat a polimerului până la introducerea întregii cantități prevăzute .

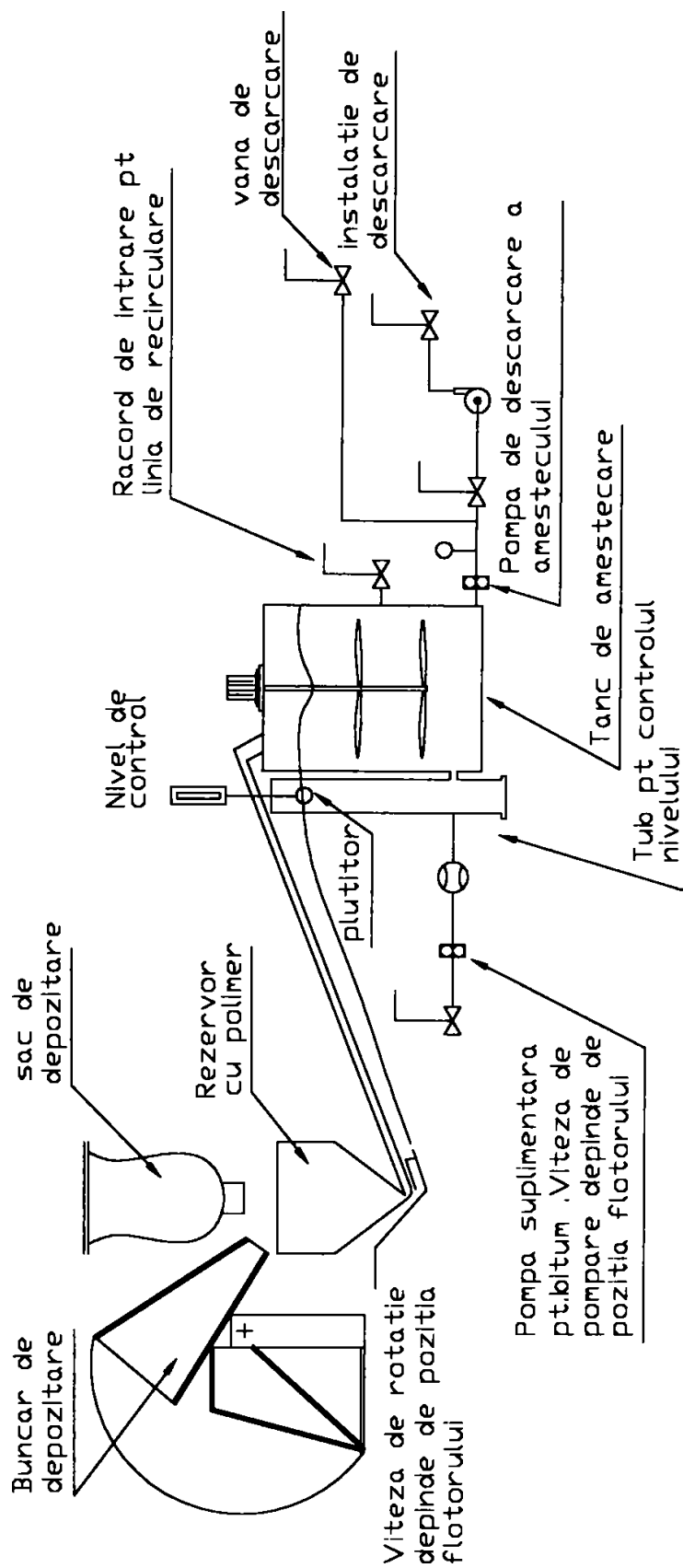
Pentru terminarea reacției, s-a continuat agitarea și menținerea temperaturii bitumului la 196 °C și s-a verificat vâscozitatea bitumului la 60 °C până când aceasta a rămas constantă .

Operația de modificare a bitumului a durat în totalitate 72 ore .

Tratamentul termic poate fi redus ca timp și temperatura bitumului coborâtă până la 165 °C față de 196 °C, dacă se utilizează procedeul de cataliză folosind acid fosforic [40] .

În timpul procesului de modificare a bitumului capacul topitorului a fost lăsat închis, spre a nu exista contact liber cu aerul din atmosferă situații în care se poate produce oxidarea bitumului.

Fig.4.9. Bitum modificat . Schema de amestecare



Probele martor prelevate din bitumul modificat, prezintă stabilitate la depozitare și nu se observă tendința de separare a polimerului de bitum .

Ca atare, bitumul modificat în topitor, poate fi transvazat în tancurile de depozitare și reluată operația de modificare până la realizarea cantității dorite de bitum modificat, fără a fi necesare instalațiile sofisticate și costisitoare cunoscute .

4.2.2. Îmbrăcămintă bituminoasă din mixtură asfaltică realizată cu bitum modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM pe DC 18, Sebiș-Ignești km 3+427... 3+559

Cu bitumul modificat obținut conform celor prezentate, utilizând dozajul proiectat în laborator, s-a preparat mixtură BA16 la stația ANG de la Sebiș și a fost pusă în operă pe drumul DC 18 km 3+427...3+559 .

Prepararea mixturii s-a efectuat în condițiile obișnuite, utilizarea bitumului modificat neridicând probleme deosebite .

Așternerea și compactarea s-a făcut în condiții bune, mixtura nu s-a lipit de utilajele de lucru. Singura observație desprinsă a fost aceea că răcirea mixturii se produce mai rapid .

Caracteristici obținute pentru mixtura asfaltică preparată :

- densitate aparentă 2236 g/cm^3 ;
- absorbția de apă 1,7% ;
- rezistența la compresiune $44,3 \text{ daN/cm}^2$.

Urmărind comportarea în exploatare a sectorului experimental, se poate arăta că din octombrie 1996 și până în prezent, nu au fost evidențiate degradări .

Ținând seama de constatările efectuate, am solicitat o colaborare cu CESTRIN București, care având în vedere rezultatele bune obținute, în scopul generalizării tehnologiei introdusă de noi, a elaborat agreementul tehnic 005-07/006-1996 pentru modificatorul de bitum Elvaloy-AM.

4.2.3. Îmbrăcăminte bituminoasă din mixtură asfaltică realizată cu bitum D80/120 modificat cu 1,5 % Elvaloy-AM, de la ASTRA Ploiești, pe DJ 792 B km 1+925 ...2+185

În vederea obținerii bitumului modificat cu Elvaloy-AM direct de la furnizorul de bitum, s-a colaborat cu rafinăria ASTRA Ploiești, unde s-a realizat modificarea unei cantități de bitum .

În luna iulie 1997, s-a aprovizionat bitum modificat cu 1,5 % Elvaloy -AM de la rafinăria ASTRA Ploiești și s-a realizat stratul de uzură cu mixtură asfaltică tip BA16 pe drumul județean DJ 792 B Bârsa-Sebiș, sector cu trafic având media zilnică anuală peste 1600 autovehicule .

S-a realizat mixtura BA16, cu următorul dozaj proiectat având în vedere agregatele din stoc:

Bitum D 80/120 modificat	6,7 %	
Filer	10,3 %	
Nisip 0-3	24,9 %	(Balastiera Sâmbăteni)
Criblură 3-8	30,8 %	(Cariera Vârfurile)
Criblură 8-16	28,0 %	(Cariera Vârfurile)

Pentru verificarea încadrării agregatului în domeniul de granulozitate, s-a calculat curba de granulozitate în tabelul 4.7 și s-a prezentat grafic în figura 4.10.

Tabelul 4.7.

Agregatul	%	16	8	3,15	1	0,63	0,2	0,09	Tr.0,09
Filer	10,3							0,4	9,9
Nisip natural 0-3 mm	24,9			1,7	3,8	4,6	12,7	1,1	0,3
Criblură 3...8 mm	30,8		10,5	18,5	1,8				
Criblură 8...16 mm	28,0	8,5	18,9	0,6					
	93,3	8,5	29,4	20,8	5,6	4,6	12,7	1,5	10,2
	100	9,1	31,5	22,3	6,0	5,0	13,6	1,6	10,9
Curbă granulozitate	100	90,9	59,4	37,1	31,1	26,1	12,5	10,9	

Agregat total

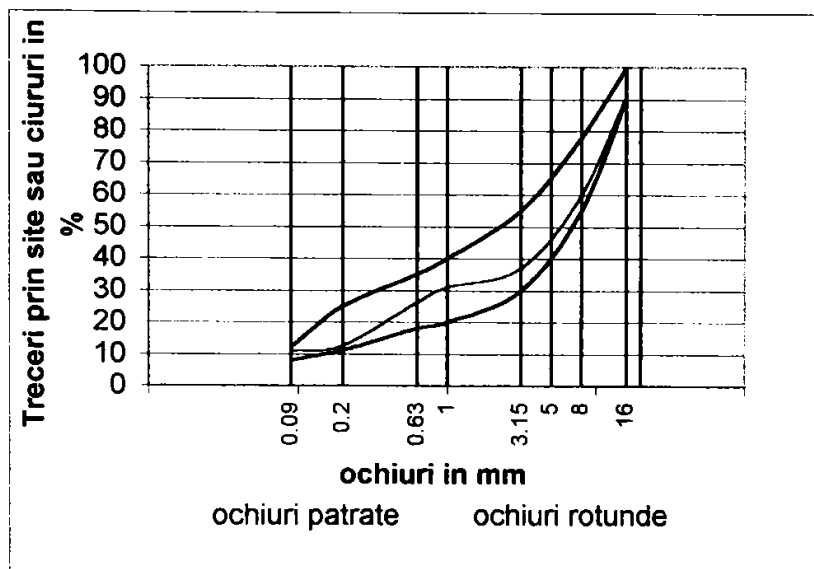


Fig. 4.10. Încadrarea în domeniul de granulozitate

Agregatul s-a încadrat în domeniul de granulozitate și ca atare s-a trecut la producerea în fabrica de asfalt a mixturii asfaltice proiectate . Cu această mixtură s-a realizat îmbrăcămintea bituminoasă, ca strat de uzură, pe DJ 792 B km 1+925...2+185 .

Rezultatele analizei efectuate pe proba de mixtură asfaltică prelevată de la stația de preparare în data de 22.07.1997 sunt următoarele :

1. Granulozitate agregate

Treceri : 0,09 mm	10,8 %
0,20 mm	12,7 %
0,63 mm	28,1 %
3,15 mm	37,5 %
8,00 mm	60,3 %
16,00 mm	100,0 %

2. Conținut de bitum 6,7 %

3. Cracteristici fizico – mecanice pe cilindri marshall

- densitate aparentă	2280 kg/m ³
- absorpția de apă	4,7 %
- stabilitate la 60 °C	5,3 kN
- indice de curgere	3,4 mm

În ziua a doua de lucru, la așternerea mixturii asfaltice, după cilindrare, s-au observat mici cocoloașe de polimer pe circa 2...3 % din suprafață . Aceasta s-a produs, datorită nerespectării timpului minim de 72 ore de tratament termic la Rafinăria ASTRA Ploiești, pentru terminarea completă a reacției bitum polimer . Cu toate acestea, acum după mai bine de un an, sectorul s-a comportat foarte bine în exploatare și nu prezintă defecțiuni .

4.2.4 Îmbrăcămintă bituminoasă din mixtură asfaltică realizată cu bitum modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM, armată cu fibră de celuloză Tehnocel 1004, pe DJ 792 B km 2+924 ... 2+955

Generalități .

Mixturile asfaltice armate cu fibre sunt mixturi cu dimensiunea maximă a granulelor de 16 mm, având un conținut ridicat de agregate concasate cu dimensiuni peste 2 mm (70...80 %), filer (8...13 %) și bitum (6,5...7,5 %) . Amestecul se armează cu fibre sau granule de celuloză .

Conținutul ridicat de agregate mari crează un schelet mineral puternic, rezistent la deformații și care conferă structurii o suprafață rugoasă . Datorită compoziției lor, aceste mixturi asfaltice rezistă la temperaturi scăzute, la apă și au o durabilitate pe termen lung mai mare . Având proprietăți fizico-mecanice superioare, o bună lucrabilitate, rezistență și coeziune, pot fi utilizate în straturi subțiri .

Este o mixtură asfaltică ce se compactează mai greu, dar la o alegere corectă a dozajelor (atât scheletul mineral cât și cantitatea și calitatea bitumului) se obțin rezultate foarte bune cu un volum mic de goluri.

Materiale utilizate

Agregate : - criblură 3...8 mm și criblură 8...16 mm de la cariera Vârfuri ;
- nisip 0..3 mm de la balastiera Sâmbăteni .

Filer de la S.C. Casial Deva.

Bitum tip D 80/120 de la Suplacu de Barcău modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM.

Fibra de celuloză tip Tehnocel livrată de CFF CELLULOSO-FULLSTOFF
FABRIC Germania .

Prezentarea produsului Thnocel 1004

Date tehnice :

- aspect exterior : fibre gri ;
- conținut în celuloză : circa 75 % ;
- densitate : circa 25 g/dm³ ;
- părți neinflamabile (cenușă) circa 25 % ;
- umiditate : circa 6 % ;
- valoare pH : circa 7 ;

Compoziția granulometrică :

- f < 800 m circa 85 % ;
- f < 200 m circa 50 % ;
- f < 32 m circa 15 % .

Studiu de laborator privind stabilirea dozajului pentru mixtura armată cu fibre Tehnocel

S-a studiat tipul de mixtură cu următorul dozaj :

- bitum modificat 6,7 %
- de Suplacu de Barcău modificat cu 0,8 % Elvaloy-AM ;
- filer 10,3 % ;
- nisip 0...3 24,2 % ;

- criblură 3...8 30,8 % ;
- criblură 8...16 28,0 % ;
- Tehnocel 0,3 % .

Curba de granulozitate a agregatului este prevăzută în tabelul 4.8 iar încadrarea în domeniu de granulozitate în figura 4.11.

Tabelul 4.8.

	%	16	8	3,15	1	0,63	0,2	0,09	Tr 0,09
Filer	9,3							0,4	8,9
Nisip 0...3	14,0			1,8	4,4	2,1	3,3	1,7	0,7
Cribluri 3...8	29,0		1,6	22,6	4,8				
Cribluri 8...16	40,9	1,8	38,4	0,7					
	93,2	1,8	40,0	25,1	9,2	2,1	3,3	2,1	9,6
	100	1,9	42,9	26,9	9,9	2,3	3,5	2,3	10,3
C.granulozitate	100	1,9	55,2	28,3	18,4	16,1	12,6	10,3	

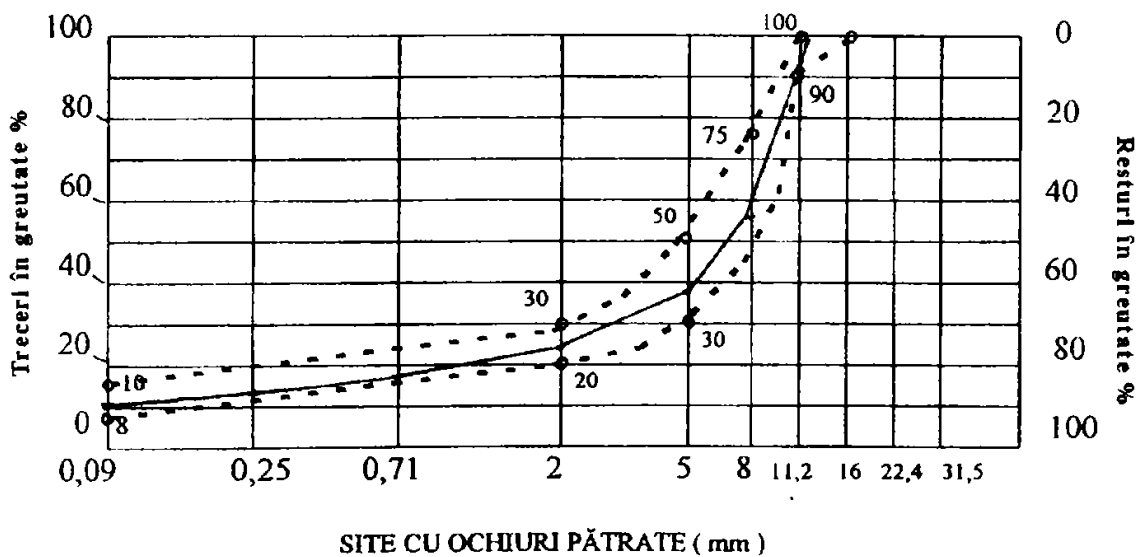


Fig.4.11 Încadrarea în domeniul de granulozitate

Pe proba de mixtură asfaltică s-a efectuat TEST SCHELLENBERG pentru a determina procentul de liant pe care îl pierde mixtura asfaltică în prezența apei .

$$p = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 \quad [\%] \quad [4.3]$$

unde :

m_1 este proba de mixtura asfaltică supusă determinării

m_2 este proba de mixtură asfaltică după ce a stat o oră în etuvă , la temperatura de $170 \pm 2^\circ C$.

S-a obținut $p = 0,1 \%$, deci mixtura asfaltică este bună .($<0,2 \%$)

Analiza rezultatelor :

- $p < 0,2 \%$ mixtură asfaltică bună ;
- $p = 0,2...0,3 \%$ mixtură asfaltică acceptabilă ;
- $p > 0,3 \%$ mixtură asfaltică necorespunzătoare .

Tehnologia de preparare și punere în operă

Prepararea mixturilor asfaltice armate cu fibre s-a făcut în stația ANG la formația Sebiș.

Fibra de celuloză s-a adăugat la malaxor, împreună cu filerul, înainte de a adăuga bitumul .

Procesul tehnologic a decurs normal respectându-se temperaturile de preparare, amestecul fiind omogen .

Tehnologia de punere în operă a fost identică cu cea pentru mixturile asfaltice clasice .

La punerea în operă nu s-au înregistrat greutăți .

Rezultatele analizei efectuate pe carote prelevate la o lună , respectiv un an de la realizarea sectorului sunt prezentate în tabelul 4.9.

Tabelul 4.9

	Carotă la 30 zile	Carotă la un an
Conținut de bitum %	6,7 %	6.6 %
Caracteristici fizico-mecanice		
-densitate aparentă kg/m ³	2231	2245
-absorbție de apă %	5,9	5,7
-stabilitate la 60 °C kN	7,8	13,3
-indice de curgere mm	4,5	5,2
-raport stabilitate /indice curgere kN/mm	1,7	2,5
-rezistența la compresiune la 22 °C N/mm ²		5,9
-rezistența la compresiune la 50 °C N/mm ²		2,9

Urmărind comportarea în exploatare a sectorului, timp de mai bine de un an, se constată că nu prezintă degradări, suprafața de rulare fiind foarte bună . Sectorul s-a comportat bine în exploatare atât în sezonul de vară cu temperaturi ridicate fără a se produce văluri și făgașe, cât și în sezonul rece de iarnă .

Concluzii :

Mixturile asfaltice realizate cu bitum modificat cu polimer reactiv Elvaloy-AM și armate cu fibră, conduc la realizarea unor îmbrăcămînți rezistente la acțiunea distructivă a apei, precum și la tendința de formare a făgașelor, sub trafic greu și foarte greu, la temperaturi ridicate în timpul verii inclusiv la tendința de fisurare din oboseală termică, la temperaturi scăzute în timpul iernii .

Tehnologia de preparare și punere în operă a mixturilor asfaltice realizate cu bitum modificat și armate cu fibră nu prezintă dificultăți și poate fi aplicată cu succes, recomandată fiind în mod deosebit pe sectoare cu trafic greu și foarte greu .

4.2.5. Îmbrăcămintă bituminoasă din mixtură asfaltică armată cu fibre P.N.A. pe DJ 792 B km 14+682...14+712

În vederea realizării unor mixturi asfaltice cu caracteristic, performante, doctorandul a inițiat utilizarea fibrelor indigene tip PNA pentru armarea mixturilor asfaltice .

Un sector experimental s-a realizat în luna octombrie 1998 cu mixtură asfaltică tip BA16, în care s-a introdus fibră PNA în procent de 0,25 % .

Dozajele utilizate :

- bitum D 80/120 7,0 % ;
- filer 9,3 % ;
- nisip 0-3 18,6 % ;
- nisip concasaj 0-3 14,0 % ;
- criblură 3-8 23,3 % ;
- criblură 8-16 27,8 % ;

Bitumul D 80/120 s-a aprovizionat de la Suplacu de Barcău și a avut următoarele caracteristici :

- penetrație 91 [1/10 mm]
- punct de înmuiere I.B. 46 °C

Filerul s-a aprovizionat de la S.C. CASIAL Deva și prezintă finețe de măcinare corespunzătoare .

Agregat total , utilizat în dozaj :

Tabelul 4.10

	%	16	8	3,15	1	0,63	0,2	0,09	Tr 0,09
Filer	9,3						0,2	1,2	7,9
Nisip 0...3 mm	18,6			1,3	3,0	3,4	9,8	0,9	0,2
Nisip concasaj 0..3 mm	14,0			0,8	3,4	2,8	4,6	1,6	0,8
Cribluri 3...8 mm	23,3		6,3	15,4	1,6				
Cribluri 8...16 mm	27,8	3,3	23,5	1,0					
	93	3,3	29,8	18,5	8,0	6,2	14,6	3,7	8,9
	100	3,5	32,0	19,9	8,6	6,7	15,7	3,9	9,6
C.de granulozitate	99	96,4	64,4	44,5	35,9	29,2	13,5	9,6	

Agregatul se încadrează în domeniul de granulozitate așa cum este prezentat în fig.4.12.

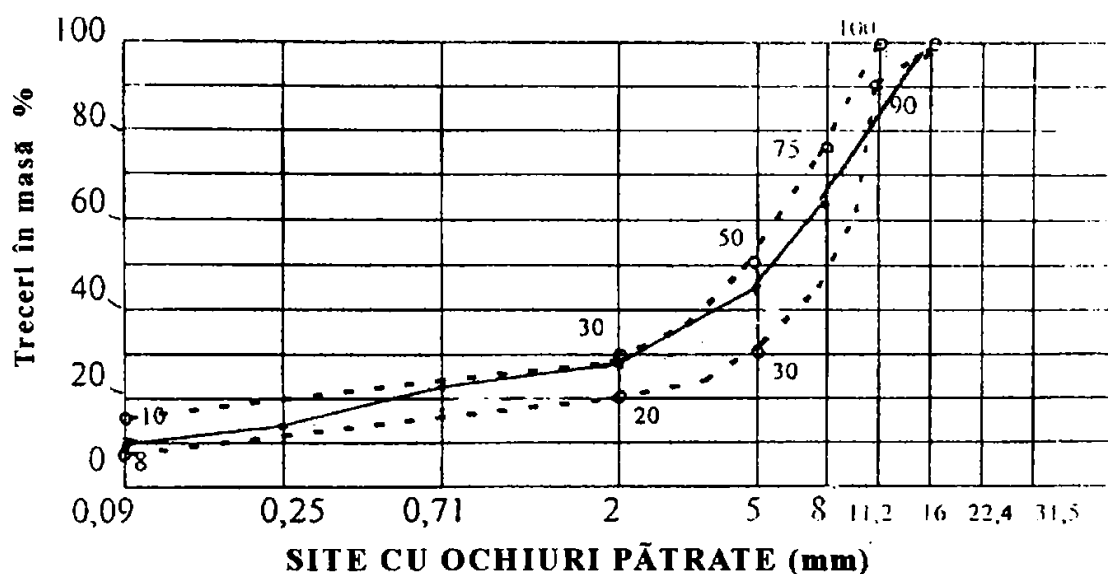


Fig.4.12 Încadrarea în domeniul de granulozitate

Criblurile 3...8 mm și 8...16 mm, au fost aprovizionate de la cariera Vârfuri iar nisipul natural 0... 3 mm de la balastiera Sâmbăteni .

Fibrele acrilice de tip P.N.A. (poliacrilonitril), au caracteristicile prezentate în tabelul 4.11.

Tabelul 4.11

Caracteristica	Fibră PNA
Rezistența la rupere	
- umedă	2,5...4,5
- uscată	2,0...4,5
Alungire , %	
- umedă	27...48
- uscată	27...48
Răsucire elastică la 3% alungire	90...95
Absorbție umiditate la 20 ⁰ C și 65% UR	1,2...2,0
Rezistență chimică	Foarte mare

Tehnologia de preparare și punere în operă

Prepararea mixturilor asfaltice armate cu fibre s-a făcut în instalația ANG la formația Sebiș . S-a respectat procesul tehnologic de preparare beton asfaltic clasic, cu deosebirea că la malaxor, împreună cu filerul s-a adăugat și fibra în procent de 0.25 % din cantitatea mixturii asfaltice .

Cu o prelungire a timpului de malaxare după adaosul bitumului de un minut, s-a obținut o mixtură asfaltică omogenă, neexistând agregate ori fibre neanrobate . Și punerea în operă s-a realizat după tehnologia clasică .

Temperatura mixturii asfaltice măsurate:

- la plecare din stație 152 °C ;
- la locul de punere în operă 143 °C ;
- la așternere 136 °C ;
- la începutul compactării 134 °C ;
- la sfârșitul compactării 100 °C .

S-au prelevat probe de la fabrica de preparare a mixturii asfaltice și s-au efectuat încercări de laborator în vederea determinării caracteristicilor fizico-mecanice ale mixturii asfaltice armate cu fibre PNA .

Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice armate cu fibre sunt prezentate în tabelul 4.12.

Tabelul 4.12

Caracteristici	Rezultate
Rezistența la compresiune la 22 °C, N/mm ²	3,6
Rezistența la compresiune la 50 °C, N/mm ²	1,6
Stabilitate Marchal la 60 °C , kN	10,2
Indice de fluaj , mm	2,7
Raportul stabilitate/indice de fluaj	3,7
Densitate aparentă , kg/m ³	2268
Conținut de bitum , %	6,6
Punct de înmuiere inel și bilă , °C	58,1

Concluzii și propuneri

Din cercetările efectuate și studiile întreprinse, referitoare la obținerea unor mixturi asfaltice performante armate ca fibre s-au constatat următoarele :

- rezistențele la compresiune sunt superioare față de cele obținute pe mixturile asfaltice realizate cu bitum pur ;
- densitățile aparente sunt mai mici în cazul mixturilor asfaltice armate cu fibre indigene, decât în cazul folosirii unor alte fibre din import ;
- stabilitatea Marchall atestă faptul că fibrele indigene P.N.A. se pot folosi pentru obținerea unor mixturi asfaltice performante ;
- absorbțiile de apă sunt mai mici decât cele obținute pe probe de mixturi asfaltice realizate cu fibre din import ;
- sectorul experimental se comportă bine sub circulație până în prezent ;
- sectorul experimental se va menține sub observație, urmărindu-se comportarea în exploatare atât la temperaturi ridicate cât și la temperaturi scăzute (vară, iarnă) ;
- se impune continuarea experimentărilor cu urmărirea utilizării unor agregate superioare, din punct de vedere al rezistenței la compresiune și al rezistenței la uzură Los Angeles .

4.3. COVOARE ASFALTICE SUBȚIRI EXECUTATE LA RECE TIP RALUMAC, REALIZATE PE PAVAJE DIN CALUPURI

4.3.1. Generalități

Constatând că o mare parte din rețeaua de drumuri locale având îmbrăcămintea din pavaje din calupuri, prezintă dezavantaje cum ar fi :

- pavele degradate și gropi ;
- suprafețe, șlefuite ;
- disconfort asupra utilizatorilor ;

- produc poluare fonică ;
- denivelări prin decolmatare de rosturi .

Doctorandul a luat inițiativa și a introdus pentru prima dată la drumurile locale, realizarea pe aceste sectoare a unui covor subțire tip Ramulac, în anul 1997, ceea ce a condus la îmbunătățirea stării de viabilitate, confort și siguranță în exploatare pe aceste drumuri .

Tehnologia covoarelor asfaltice subțiri practică în Europa, este asemănătoare cu cea aplicată în SUA sub denumirea de “ Slurry Seal “ . în România primele experimente de acest gen au fost făcute în anii 1980 .

Această tehnologie, constă în realizarea direct pe drum a unuia sau două straturi bituminoase subțiri a căror grosime după uscare poate fi 5...15 mm . Mixtura asfaltică destinată acestei lucrări este alcătuită din agregate naturale umezite cu apă, și cu o soluție de aditiv și cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere lentă pe bază de bitum modificat cu polimeri .

4.3.2. Compoziția mixturii asfaltice tip Ralumac

Pentru realizarea mixturii asfaltice tip Ralumac [4], necesară la executarea covoarelor asfaltice subțiri la rece, s-au folosit următoarele materiale :

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

realizată din bitum modificat cu polimeri (Latex) .

Granulozitatea agregatelor naturale folosite este prezentată în tabelul 4.13.

Tabelul 4.13

Agregate	Trece prin ciur sau sita de ... mm , în %						
	11	8	3,15	1	0,63	0,2	0,09
Cribluri 8...11 mm	100,0	90,0	10,0				
Cribluri 3...8 mm	100,0	99,2	41,9	0,7			
Nisip concasaj 0...3	100,0	98,4	74,1	24,6	14,7	3,5	0,9
Filer de calcar				1,6	98,0	95,0	90,2

Studiile de laborator au permis elaborarea unor dozaje judicioase pentru două tipuri de mixturi asfaltice tip Ralumac :

- pentru strat de egalizare ;
- pentru strat de uzură .

Dozajele medii ale mixturilor asfaltice tip Ralumac sunt prezentate în tabelul 4.14

Tabelul 4.14

Materiale , în %	Mixtură la rece pentru stratul de ...	
	Egalizare	Uzură
Criblură 8...11 mm	5,0...10,0	
Criblură 3...8 mm	40,0...50,0	40,0...50,0
Nisip de concasaj 0...3 mm	40,0...50,0	40,0...50,0
Filer de calcar	1,0...3,0	1,0...3,0
Ciment P ₄₀	1,0...3,0	1,0...3,0
Apă de umezire	6,0...8,0	6,0...8,0
Emulsie EBMCL65	10,0...11,0	11,0...12,0
Bitum rezidual în mixtură	6,5...7,0	7,0...7,6

S-a acordat o atenție cu totul deosebită la calitatea agregatelor naturale, spre a nu exista fracțiuni fine argiloase, sub 0,09 .

4.3.3. Procesul tehnologic de preparare și punere în operă

Prepararea și așternerea mixturii asfaltice tip Ralumac se realizează cu combina tip Ralumac [1;4], ce este prevăzută cu un buncăr pentru agregate cu o capacitate de 9 m³, un rezervor de aproximativ 12 t pentru emulsie bituminoasă, două buncăre de câte o tonă pentru ciment și filer, rezervor pentru aditivi și pentru apa de umezire .

Instalația tractează un malaxor prevăzut cu două șnecuri elicoidale, care se deplasează pe două șine de 3 m lungime (pentru preluarea denivelărilor). Instalația este automată astfel că operatorul poate controla cantitățile de agregate, aditiv și emulsie .

Punerea în operă s-a făcut numai după ce în prealabil s-a realizat pregătirea stratului suport în cea ce privește :

- corectarea în profil transversal și longitudinal a denivelărilor mai mari de 2 cm ; în acest caz se așterne mixtura asfaltică tip Ralumac în două straturi, primul strat asigurând corectarea profilului, iar al doilea strat constituind de fapt statul de uzură ;
- plombarea gropilor ;
- colmatarea rosturilor ;
- refacerea și / sau înlocuirea pavelelor degradate ;
- curățirea temeinică , folosind perii mecanice și spălarea cu jet de apă sub presiune ;
- amorsarea prin stropire mecanizată cu emulsie bituminoasă cationică E.B.M.C.R., cu rupere rapidă.

Execuția a fost atent supravegheată și de aceea doi maiștrii se deplasează de o parte și de alta a șinelor cu câte o greblă pentru a împiedica scurgerea mixturii asfaltice . La prima trecere a combinei, grinda nivelatoare se fixează la nivelul părții carosabile . Se pornește mașina și se parcurge sectorul așternând primul strat de egalizare la grosimea necesară . Sectorul pe care s-a așternut stratul de egalizare, se dă în circulație după 30 de minute.

Se așteaptă 3...7 zile (în funcție de temperatura mediului ambiant) pentru evaporarea completă a apei .

Se așterne al doilea strat , trecând prin următoarele faze :

- curățirea suprafeței cu peria mecanică ;
- spălarea cu jet de apă sub presiune la 170 atm ;
- așternerea celui de-al doilea strat de uzură din mixtură asfaltică tip

Ralumac, în grosime de maxim 15 mm .

După 20 minute se poate deschide circulația pe sectorul de drum acoperit cu acest tip de mixtură asfaltică , evident fără să fie necesară compactarea stratului de uzură astfel realizat .

4.3.4. Sectoare realizate cu covoare asfaltice subțiri tip Ralumac

În vederea îmbunătățirii condițiilor de confort pentru circulație pe unele sectoare cu pavaje, pentru prima dată la drumurile locale din țara noastră, au fost realizate covoare asfaltice subțiri cu mixtură asfaltică tip Ralumac, în județul Arad .

În colaborare cu firma ALBIX SRL, în anul 1997, au fost executate lucrări pe următoarele sectoare :

DJ 709 km 31+670...32+300 ;

DJ 709 km 23+500...24+300 ;

DJ 792 A km 8+900... 9+800 ;

DJ 793 km 57+150...58+400 .

iar, în anul 1998 , pe sectoarele :

DJ 792 B km 3+800... 4+900 ;

DJ 793 km 55+700...56+200 ;

DJ 792 km 37+400...38+000 .

Sectoarele executate se comportă bine în exploatare .

Concluzii

Din observațiile efectuate asupra sectoarelor experimentale executate s-au desprins următoarele concluzii :

- covoarele asfaltice subțiri executate la rece tip Ralumac, se pretează pe drumuri cu capacitate portantă corespunzătoare, afectate numai de degradări de suprafață și cu denivelări sub 2 cm .
- după un an de la darea în exploatare a covoarelor subțiri tip Ralumac executate pe pavaje, acestea se comportă bine și se recomandă extinderea lor .
- s-a observat că în prima parte după execuție, au apărut fisuri în dreptul rosturilor dintre pavele, dar aceste fisuri s-au închis sub circulație ;
- mixtura asfaltică fiind realizată cu bitum modificat cu polimeri prezintă o adezivitate foarte bună la pavele ;
- prin execuția acestor covoare s-a îmbunătățit radical confortul participanților la trafic ;
- realizarea acestor covoare a condus la reducerea poluării fonice și a avut un efect social deosebit în zonă .

4.4. CONCLUZII ȘI PROPUNERI

Studiile și cercetările efectuate de doctorand și concretizate în realizarea unor sectoare experimentale, a căror comportare în exploatare, urmărită de doctorand, este corespunzătoare au condus la următoarele propuneri :

- realizarea bitumului modificat cu Elvaloy-AM se poate face în instalații simple și conduce la obținerea unui liant cu caracteristici superioare ce se poate utiliza la fabricarea de mixturi asfaltice performante ;
- mixturile asfaltice armate cu fibră Tehnocel sau fibre PNA, prezintă caracteristici performante și se propune extinderea utilizării lor ;
- prin utilizarea de bitum modificat cu Elvaloy-AM la prepararea mixturilor asfaltice armate cu fibre, se obțin mixturi asfaltice performante ce se propun a se utiliza în mod deosebit pe drumurile cu trafic greu ;
- doctorandul propune extinderea utilizării mixturilor asfaltice tip Ramulac pentru întreținerea sectoarelor cu pavaje din calupuri, soluție ce conduce la îmbunătățirea condițiilor de confort și siguranță pe aceste sectoare .

Cap.5. CONCLUZII GENERALE . CONTRIBUȚII ORIGINALE VALORIFICAREA REZULTATELOR OBȚINUTE

Teza de doctorat prezintă sinteza studiilor și cercetărilor efectuate de autor pe parcursul a 27 de ani de activitate de administrare, întreținere, reparații și modernizări drumuri locale din județul Arad .

În principal studiile și preocupările au fost orientate spre :

- îmbunătățirea și eficientizarea activităților de administrare a drumurilor locale, în vederea utilizării cu eficiență maximă a fondurilor alocate pentru reparația, întreținerea și modernizarea drumurilor locale ;
- îmbunătățirea stării de viabilitate și siguranță a circulației pe drumurile locale ;
- îmbunătățirea tehnologiilor de lucru și ridicarea nivelului calitativ al lucrărilor ;
- studierea și aplicarea unor soluții tehnologice eficiente în activitatea de întreținere și reparații drumuri .

5.1. CONTRIBUȚII LA ÎMBUNĂTĂȚIREA ȘI EFICIENTIZAREA ACTIVITĂȚILOR DE ADMINISTRARE A DRUMURILOR

Studiile, cercetările și observațiile efectuate de doctorand au dus la concluzia că: ”Dacă ai fonduri puține trebuie să te concentrezi spre esență :

- drenarea apelor ;
- impermeabilizarea suprafețelor”.

Pornind de la aceste constatări, cu dorința de a le aplica în toată activitatea desfășurată, doctorandul a căutat a fi un bun gospodar și în același timp și un bun profesionist . Preocuparea pentru investigarea rețelei rutiere la început doar pe bază de observații și înregistrări manuale, din lipsa aparaturii moderne și mai apoi prin

măsurători cu Dynatestul și prelucrarea automată a datelor culese, aspecte prezentate în capitolul 1, a condus la eficientizarea activității de administrare .

Culegerea și completarea băncii de date cu elemente privind capacitatea portantă, starea de degradare, durata de exploatare reziduală, etc. a făcut posibilă stabilirea prioritizării lucrărilor, pe baza căreia s-au programat lucrările în limita fondurilor alocate .

Întocmirea unor studii privind îmbunătățirea viabilității pe drumurile locale, depistând genurile de defecțiuni și cauzele generatoare, s-a finalizat cu programe concrete de activități, constituind în final argumentul convingător pentru consilierii județului, în vederea alocării de fonduri pentru drumuri .

O contribuție directă a doctorandului a fost aceea că încă din anul 1994, județul Arad a fost primul în țară, în care s-a separat activitatea de administrare-exploatare de cea de execuție a lucrărilor de întreținere, reparații și modernizare drumuri locale . Efectul pozitiv al acestei organizări poate fi concretizat în următoarele :

- s-a îmbunătățit în mod substanțial viabilitatea și siguranța circulației pe drumurile locale fiind eliminate suprapunerile “eu proiectez” “eu execut”, “eu recepționez”;
- s-a elaborat o strategie rutieră adecvată conformă cu interesele administratorului, deci a participanților la trafic ;
- fondurile alocate se utilizează cu eficiență maximă fiind canalizate spre lucrările prioritare ;
- se combină lucrări de întreținere curativă cu lucrări de întreținere preventivă ;
- s-a îmbunătățit în mod substanțial calitatea lucrărilor constructorul fiind supravegheat de consultanți de specialitate din partea administratorului ;
- se urmărește corespunzător comportarea în exploatare a rețelei de către personalul de specialitate al administratorului ;
- decontarea se face numai pe lucrări real executate .

5.2. CONTRIBUȚII LA ÎMBUNĂȚĂȚIREA STĂRII DE VIABILITATE ȘI SIGURANȚĂ A CIRCULAȚIEI

Din inițiativa doctorandului au fost inventariate defecțiunile pe drumurile asfaltate și s-au realizat diapozitive . Prelucrarea acestora cu personalul tehnic de specialitate, a descătușat energii nebănuite și a condus la soluționarea multor probleme, contribuind la îmbunătățirea stării de viabilitate și siguranță a circulației pe drumurile locale .

Studiul elaborat de către doctorand privind cauza defecțiunilor la drumurile cu îmbrăcăminte bituminoasă și soluții de remediere a acestora, a fost prezentat la diferite sesiuni științifice de la Arad, Timișoara și Zalău.

Introducerea în activitate a tehnologiei de plombare cu nisip bituminos într-o perioadă în care fondurile și bitumul erau extrem de puține, a fost contribuția directă la îmbunătățirea viabilității drumurilor locale .

Refolosirea mixturii asfaltice recuperate de la decapări, la activitatea de plombare precum și plombările efectuate cu cribluri și emulsie prin stropiri succesive, au avut efect pozitiv asupra stării de viabilitate a drumurilor.

Perseverența cu care s-a insistat de către doctorand pentru realizarea lucrărilor de tratamente bituminoase începe să-și arate efectul . Viabilitatea drumurilor pe care s-au executat tratamente bituminoase este net superioară . De asemenea se poate arăta și efectul privind reducerea costului lucrărilor de plombare care în anii 1992, 1993 era aferent pentru 271 respectiv 286 mii m² în timp ce în anul 1998 ar fi numai pentru 46 mii m² .

Nu au fost neglijate nici drumurile pietruite în ce privește preocuparea doctorandului pentru îmbunătățirea stării de viabilitate . Realizarea de scarificare cu cilindrare și adaos de material pietros precum și plombarea manuală cu promptitudine, urmărind realizarea pantelor transversale și scurgerea apei, au fost preocupări încă din perioada de stagiatură . Execuția de macadam penetrat cu emulsie

și protejat cu tratamente bituminoase a contribuit de asemenea la îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor pietruite .

Aceste soluții concepute, studiate și experimentate de doctorand au fost prezentate la diferite sesiuni de comunicări științifice și au fost mai apoi aplicate în practica curentă .

5.3. CONTRIBUȚII LA STUDIUL ȘI IMPLEMENTAREA UNOR TEHNOLOGII EFICIENTE PENTRU MODERNIZAREA ȘI ÎNTREȚINEREA DRUMURILOR

- Macadam îndopat cu nisip bituminos

Doctorandul a studiat, experimentat și implementat în activitățile privind realizarea de îmbrăcăminte bituminoasă ușoară pe drumurile locale din județul Arad cât și în țară, tehnologia macadamului îndopat cu nisip bituminos .

Această soluție prezintă următoarele avantaje :

- este o îmbrăcăminte bituminoasă ușoară, realizată cu consum redus de bitum și combustibil ;
- se pretează foarte bine pe drumurile locale cu trafic redus ;
- se dă o întrebuințare eficientă nisipului bituminos cu conținut redus de bitum (8...10%) ;
- se folosește nisip bituminos la rece, deci fără consum de energie pentru prepararea mixturii asfaltice ;
- necesită o întreținere redusă, ușor de realizat ;
- suprafața de rulare bună are efect pozitiv asupra utilizatorilor .

Soluțiile studiate și experimentate au fost prezentate la sesiuni tehnice desfășurate la Arad, Timișoara, Tușnad și Zalău.

- Tratamente bituminoase cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă și agregate de râu sortate, spălate, neconcasate

Utilizarea agregatelor de râu sortate, spălate, neconcasate, cu rezultate bune pe sectoarele experimentale, a făcut posibilă extinderea soluției la nivelul județului, ajungând la realizarea de tratamente bituminoase pe 124,6 km în anul 1996, pe 111 km în anul 1997, și pe 93 km în anul 1998 .

Realizarea lor a condus la îmbunătățirea stării de viabilitate la reducerea suprafețelor degradate și deci a costurilor de întreținere .

Dacă s-ar fi realizat tratamente cu cribluri, costurile ar fi fost cel puțin duble și cu certitudine nu se puteau realiza la nivelul celor realizate cu sorturi nici din cauza fondurilor dar nici din cauza lipsei de cribluri de calitate .

În conjunctura actuală când nu se dispune de fonduri suficiente pentru realizarea de ranfosări, soluția propusă constituie o rezolvare a problemei .

Doctorandul a studiat, experimentat și implementat în activitatea de întreținere a drumurilor asfaltate din județul Arad, tehnologia de execuție a tratamentelor cu pietriș sortat, neconcasat, materiale locale suficiente și mai ieftine .

- Mixturi asfaltice realizate cu bitum modificat cu Elvaloy-AM

În vederea realizării de mixturi asfaltice cu caracteristici superioare doctorandul a introdus în țară experimentarea polimerului Elvaloy-AM care este reactiv cu bitumul, conferindu-i acestuia stabilitate după modificare și îmbunătățindu-i gradul de performanță . Bitumul de la Suplacu de Barcău modificat cu 2 % Elvaloy-AM ajunge la gradul de performanță GP 76-34 . Polimerul Elvaloy-AM este mai economic decât alți polimeri, dozajul necesar pentru modificare fiind de 1...2 % din masa bitumului .

Din studiile efectuate comparativ între mixtura asfaltică realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM și mixtura realizată cu bitum nemodificat ori modificat cu alți modificatori, s-a constatat că prima prezintă caracteristici superioare .

Mixtura asfaltică realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM are o rezistență la deformare, mai mare decât mixtura asfaltică cu bitum nemodificat .

Polimerul Elvaloy-AM, îmbunătățește proprietățile reologice ale bitumului, gradul de performanță al acestuia cât și adezivitatea la agregatele naturale, contribuind astfel la o comportare mai bună a mixturii asfaltice în mediu umed, o comportare mai bună la oboseală, mixtura asfaltică având o flexibilitate îmbunătățită . La mixtura asfaltică realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, nu se produce în timp dezanrobarea agregatelor .

Majorarea limitei superioare de temperatură până la care bitumul modificat are o comportare bună, conduce la eliminarea apariției fâgașelor în îmbrăcămintea realizată cu mixtură asfaltică cu bitum modificat cu Elvaloy-AM .

Urmare experimentării efectuate, doctorandul a constatat că bitumul modificat cu Elvaloy-AM prezintă o bună stabilitate la depozitare și nu apare pericolul separării polimerului ca în cazul altor tipuri de polimeri. Aceasta se datorează faptului că polimerul Elvaloy-AM reacționează chimic cu bitumul și este compatibil cu orice tip de bitum .

Instalația de modificare a bitumului, concepută de către doctorand prin adaptarea simplă la topitorul clasic de la fabrica de asfalt, nu necesită investiții mari ca în cazul altor polimeri, ce necesită mori coloidale și instalații sofisticate .

Mixtura realizată cu bitum modificat cu Elvaloy-AM, s-a pus în operă și s-a compactat ușor . Nu s-a produs lipirea de utilajele de așternere și compactare ca în cazul utilizării altor polimeri modificatori .

Doctorandul pledează ca atare în vederea utilizării modificadorului Elvaloy-AM pentru bitumul necesar fabricării mixturii asfaltice necesare pe sectoarele cu trafic intens și greu .

Referatul tehnic cu privire la modificadorul de bitum Elvaloy-AM, a fost prezentat la Congresul X Drumuri și Poduri Iași 1998.

- **Mixturi asfaltice armate cu fibre**

Pentru realizarea unor mixturi asfaltice performante, doctorandul, a experimentat mixturi armate cu fibre de celuloză tip Technocel 1004 și cu fibre PNA.

Se constată o îmbunătățire a performanțelor mixturilor și implicit a îmbrăcăminților rutiere realizate cu mixturi armate cu fibre . Performanțele sunt net superioare în situația utilizării de bitum modificat cu Elvaloy AM .

Combinăția bitum modificat cu Elvaloy AM și fibre Technocel conduce la realizarea unor îmbrăcămiți bituminoase rezistente la acțiunea distructivă a apei, precum și la tendința de formare a fâgașelor, sub trafic greu și foarte greu, la temperaturi ridicate, (în timpul verii) inclusiv la tendința de fisurare din oboseală termică, la temperaturi scăzute (în timpul iernii).

Până în prezent sectoarele experimentale se comportă bine .

BIBLIOGRAFIE

1. Alexa, I. Covoare asfaltice subțiri executate la rece cu emulsie pe bază de bitum modificat. Băile Herculane, A.P.D.P. Filiala Banat, Simpozion “Drumul și mediul înconjurător” 5...6 octombrie 1995.
2. Alexa, I. Contribuții la introducerea unor tehnologii rutiere prin procedeul “la rece”. Lucrare propusă pentru premiul Anghel Saligny, Bistrița Năsăud, aprilie 1997.
3. Alexa, I. Execuția tratamentelor bituminoase la rece cu emulsie bituminoasă cationică E.B.M.C.R., cu bitum modificat cu polimeri . În Zilele Academice Timișene, vol I, 22...24 mai 1997 .
4. Alexa, I. Contribuții la executarea în premieră pe țară a covoarelor asfaltice subțiri din mixturi asfaltice la rece, realizate cu emulsie bituminoasă cationică, preparată cu bitum modificat, după o tehnologie modernă, în colaborare cu firma R.A.S.C.H.I.G. din Germania (R.A.L.U.M.A.C.) . În Zilele Academice Timișene, vol. I 22...24 mai 1997 .
5. Alexa, I. Bilțiu , A. Emulsii bituminoase . Editura Mirton, Timișoara, 1998 .
6. Biltiu, A. Determinarea rezistenței la degradare a mixturilor asfaltice cu aparatul Los Angeles . În convolut : Simpozion Cluj-Napoca, Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor, podurilor și căilor ferate, 2...3 octombrie 1987 .

7. Boicu, M. Mixturi asfaltice turnate la rece . În Drumuri Poduri nr 37/1997 - București.
8. Brule, B. Les bitumes-polimeres, notions des bases . În Revue generale des routes et des aerodromes, nr. 711, din 1993 .
9. Boicu, M. ș.a. Contribuții la elaborarea unor tehnologii eficiente pentru întreținerea drumurilor . În "Drumuri Poduri" nr. 14...16/1993 .
10. Belc, F. Contribuții la studiul și realizarea unor structuri rutiere mixte . "Teza de doctorat", Universitatea Tehnică Timișoara, 1993 .
11. Boicu, M. Contribuții la introducerea unor metode și tehnologii rutiere în condițiile economisirii materialelor energo-intensive . "Teză de doctorat", Institutul Politehnic "Traian Vuia " Timișoara, 1983.
12. Bucșa, D. Acțiuni de restructurare a Administrației Naționale a Drumurilor . Modernizarea Infrastructurii rutiere în România . În convolutul "Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri ", Iași, 1998, vol.1
13. Costescu, I.ș.a. Investigarea stării tehnice a unor Drumuri din Banat În convolutul: "Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri ", Iași , 1998 , vol.1
14. Costescu, I.ș.a. Considerații asupra comportării în exploatare a unor îmbrăcăminții bituminoase executate cu agregate locale . În convolut : "Comportarea în situ a construcțiilor " Piatra Neamț, vol 5,1984.

15. Cacuci, D. Studiul comportării în exploatare a drumurilor locale din județul Sălaj și soluții pentru îmbunătățirea viabilității acestora . Referat DFTC Timișoara , 1994.
16. Cacuci, D. Studiul materialelor locale din județul Sălaj în vederea utilizării lor în tehnica rutieră . Referat DFTC Timișoara , 1996.
17. Costescu, I. Încercări periodice pentru determinarea calității unor agregate Belc F. naturale . În zilele Academice Timișene, 22...24 mai 1997, Timișoara .
18. Costescu, I. Comportarea în exploatare a structurilor rutiere din mixturi la rece. În Zilele Academice Timișorene, 25...27 mai 1995, Timișoara .
19. Dorobanțu, S. Proiectare, cercetare, construcții drumuri și autostrăzi . În A VIII-a Conferință Națională de Drumuri și Poduri, Cluj Napoca, 5...6 iunie 1990 .
20. Dorobanțu, S. Unele aspecte actuale de tehnică . În a VIII-a Conferință Națională de Drumuri și Poduri, Cluj -Napoca , 5...6 iunie 1990 .
21. Dobrotă, I. Eficiența economică a Investițiilor în drumuri . Metodologie și exemple de calcul I.P.T.A.N.A., București , 1995 .
22. Dima, T.ș.a. Covoare asfaltice subțiri executate la rece . A IX-a Conferință Națională de Drumuri și Poduri, 6...7 octombrie 1994, Constanța-Neptun, Referate și Comunicări, Vol.1 , Drumuri
23. Durant, G. Gerristen , A. Essais innovants en matiere d'emulsions . Application aux emulsions de bitum . In : Routes / sept.1997

24. Fierbințeanu, M. ș.a. Tehnologie de întreținere și reparare a drumurilor cu straturi subțiri la rece, cu emulsie pe bază de bitum modificat cu polimeri. Timișoara , Zilele Academice Timișene, 25-27 mai 1995, vol.1 .
25. Fodor, G., ș.a. Cunoașterea stării tehnice a drumului , necesitate stringentă pentru întreținerea eficientă și economică a acestuia În convolutul: Simpozionul Academiei R.S.R., Timișoara,1996 .
26. Fodor, G. Giușcă , G. Transmiterea fisurilor în îmbrăcămințile rutiere . În : Drumuri Poduri nr. 37 / 1997, București .
27. Giușcă, G. Dascălu, M. Studiul calității bitumului modificat utilizând spectroscopia în infraroșu . În : Îmbrăcămiți rutiere moderne – Seminar aprilie 1995, Cluj-Napoca .
28. Guerin, G. Le dosage en gravillons des enduits superficieleles. In: Bulletin des liaison 136, mars-avril, 1985 .
29. Groz, P.C. Bitumes modifies et enrobes mince . În : Revue generale des routes et des aedorodromes, 711/ 1993 .
30. Goanță, I .Grozav, A. Studiul variabilității compoziției maselor asfaltice provenite de la Rafinăria “ Petrolsub “ Suplacu de Barcău . În Zilele Academice Timișene, ediția a IV –a , 25...27 mai, Timișoara, 1995.
31. Giușcă, G. Oprea, C. Aspecte noi privind îmbunătățirea calității bitumului rutier . În A VIII –a Conferința Națională de Drumuri și Poduri, Cluj-Napoca, 5...6 iunie 1990, vol. Drumul și eficiența .

32. Gomi, G. Macadam îndopat cu nisip bituminos . În : A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Pitești, 1986 .
33. Gomi, G. Considerații privind aplicarea unor noi tehnologii de ranforsare și întreținere a îmbrăcăminților bituminoase ușoare . În : Consfătuirea drumarilor, Zalău, 1986 .
34. Gomi, G. Observații privind execuția unui sector experimental de trabinsit . În : Consfătuirea drumarilor, Arad, 1988 .
35. Gomi, G. Studii privind valorificarea cenușilor de termocentrală la lucrările rutiere . În: Colocviul de creații tehnico-științifice Arad, 1988 .
36. Gomi, G. Considerații privind comportarea în exploatare a sectoarelor executate cu macadam îndopat cu nisip bituminos . În convolut : “Comportarea în situ a construcțiilor “, Arad, 1988 .
37. Gomi, G. Studiul defecțiunilor la îmbrăcămințile bituminoase realiate pe drumurile locale din județul Arad . În : Consfătuirea inginerilor și tehnicienilor, Arad, 1989 .
38. Gomi, G. Preocupări în cadrul D.J.D.P. Arad pentru îmbunătățirea viabilității drumurilor și a siguranței circulației . În convolut “Comportarea în situ a construcțiilor “, Arad, 1988 .
39. Gomi, G. Studii privind îmbunătățirea viabilității drumurilor locale din județul Arad . În : Consfătuirea inginerilor și tehnicienilor din D.J.D.P., Arad, 1989 .

40. Gomoii, G. ș.a. Noi posibilități de modificare a bitumului rutier utilizând polimerul reactiv Elvaloy AM . În : Al X –lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15-18 septembrie, 1998 .
41. Gugiuman, G. Utilizarea bitumului aditivat la prepararea mixturilor asfaltice . În: Al X –lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie, 1998.
42. Holl, A. Bitumen emulsionen in Strassenerhalt und Strassenbau . Hamburg, 1994 .
43. Iliescu, M. Preocupări privind determinarea rezistenței la oboseală a straturilor din mixtură asfaltică . În : Simpozion , Comisia Drumuri, Poduri, Căi Ferate, Cluj-Napoca, 2...3 octombrie, 1997, convolut, secțiunea I .
44. Iliescu, M. ș.a. Aparat pentru determinarea rezistenței la oboseală a mixturilor asfaltice. Brevet de Invenție nr. 95949 O.S.I.M. 1988 .
45. Iliescu, M. Contribuții la dimensionarea structurilor rutiere suplă luând în considerare rezistența la oboseală a straturilor bituminoase . Teză de doctorat, Institutul Politehnic, Cluj – Napoca, 1991.
46. Iliescu, M. Considerations regardin the determination of the characteristic of the bituminoux mixtures . Buletin I.P.C.N.,1990
47. Ionescu, T. Reciclarea asfaltului uzat . În: Drumuri Poduri nr.34/1997 , București
48. Jeufroy, G. Controles de qualite en construction routier.Paris, 1987.

49. Lucaci, G. Soluții tehnice aplicate la reabilitarea drumurilor în România . În : Al X –lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie, 1998.
50. Lucaci, G. Eficiența ranforsării mixturilor asfaltice din îmbrăcămințile bituminoase uzate . În: Simpozion , Comisia Drumuri, Poduri, Căi Ferate, Cluj –Napoca, 2...3 oct.1987
51. Lucaci, G. Contribuții la studiul și diversificarea mixturilor asfaltice pentru îmbrăcăminți bituminoase . Teză de doctorat I.P. “ Traian Vuia“ Timișoara, 1986 .
52. Lucaci, G. Soluții noi eficiente, pentru realizarea structurilor rutiere . În : Zilele Academice Timișene, ediția a IV a, 25...27 mai, 1995 , Timișoara .
53. Lucaci, G. Herman, A. Gestiunea drumurilor, factor determinant în asigurarea viabilității acestora . În : Zilele Academice Timișene, ediția a IV a, 22...24 mai, 1997, Timișoara, vol. I .
54. Machidanu, E. Practica geologică inginerescă în construcții . Editura Tehnică, București, 1987 .
55. Musteață, A. Sisteme de gestiune în politica de întreținere și exploatare a rețelei de drumuri publice . În : Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15 ...18 septembrie 1998 .
56. Marin, C.G. Metode moderne de studiu a lianților bituminoși modificați cu polimeri . În: Drumuri și Poduri nr. 34/1997, București .

57. Merrard, C. Enduits superficiels .La place de l'emulsion . In Routes 754 /sept. 1997.
58. Nicoară, L. Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere. Tehnologii pentru prevenirea și remedierea lor . Teză de doctorat I.P. “ Traian Vuia “, Timișoara ,1974 .
59. Nicoară, L.ș.a. Întreținerea și exploatarea drumurilor.Editura Tehnică București 1979.
60. Nicoară, L. Îndrumător pentru laboratoarele de drumuri, Ediția a V-a, Editura Inedit 1998
61. Nicoară, L. Considerații asupra unor posibilități de îmbunătățire a stării de viabilitate a drumurilor în exploatare .În : A VI - a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri, Brașov, 1982, în convolut .
- 62.Nicoară, L. Stelea, L. Comportarea în exploatare a tratamentelor bituminoase . În convolut “ Comportarea în situ a construcțiilor “ Arad, 1988 .
63. Nicoară, L. ș.a.Proiectarea și construcția drumurilor. Tehnologii neconvenționale . Litografie I.P.T.V.,Timișoara, 1988.
64. Nicoară, L. Bilțiu, A. Îmbrăcăminți rutiere moderne . Editura Tehnică București 1983 .
65. Nicoară, L. Considerații cu privire la evoluția calității lucrărilor de drumuri . În : convolut “ Comportarea în situ a construcțiilor “, Piatra Neamț, 1984, vol.V.

66. Nicoară, L.ș.a. Îndrumătorul laboratorului de drumuri .Editura Tehnică, București 1985.
67. Nicoară, L. Întreținere , exploatare drumuri și autostrăzi . În : A VIII-a Conferință Națională de Drumuri și Poduri, Cluj-Napoca, 5-6 iunie 1990, vol.Drumul și eficiența.
68. Nicoară, L. Terminologia rutieră . În : Revista Drumuri nr.28 /1996, București.
69. Nicoară, L. Terminologia rutieră . În :Zilele Academice Timișene, 22...24 mai 1997, Timișoara, vol. I .
70. Nicoară, L. Bilțiu, A. Tehnologii aplicate pentru îmbunătățirea stării tehnice a drumurilor pietruite în cadrul Direcției Regionale de Drumuri și Poduri Timișoara. În Zilele Academice Timișene 22-24 mai, 1997 Timișoara, vol.I .
71. Pavelescu, I. Reconsiderarea rolului infrastructurii rutiere în dezvoltarea social-economică a țării noastre . În : Drumuri Poduri, nr.9...10 /1993.
72. Popescu, N. Boicu, M. Unele considerații privind utilizarea bitumului modificat la execuția îmbrăcăminților bituminoase În: Zilele Academice Timișene, Simpozion 25...27 mai 1995, Timișoara .
73. Popescu, N. Dorobanțu, S. Conferința R.I.L.E.M. 1997, Direcții de dezvoltare a metodelor de încercare a materialelor bituminoase . În : Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie 1998, vol.2 .

74. Romanescu, C. ș.a. Mixturi asfaltice armate cu fibre de celuloză . În : Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie 1998, vol.2.
75. Romanesc,C. ș.a. Drumuri, calcul și proiectare . Editura Tehnică București 1980.
76. Prișcu, R .ș.a. Consumul energetic . Criterii de bază în construcția de drumuri noi și amenajarea căilor existente . În convolutul “A VII-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri “, Pitești, 1986, vol. 2
77. Stelea, L. Considerații asupra comportării în exploatare a tratamentelor bituminoase . În: convolut “ Comportarea în situ a construcțiilor “ Piatra Neamț, 1984, vol. V.
78. Stelea, L. Contribuții la elaborarea unor tehnologii eficiente pentru întreținerea drumurilor .Teză de doctorat, 1991,Timișoara .
79. Stelea, L. Petre, D. Conceptul calității, organizarea și funcționarea acestuia în sectorul infrastructurii rutiere . În : Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie 1998, vol.1 .
80. Stelea, L. Petre, D. Considerații privind asigurarea condițiilor de realizare a unor produse de carieră de calitate, necesare sectorului de drumuri . În : Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie 1998, vol.1.

81. Ștefan, A. Angheluță, C. Uzura Los Angeles, caracteristică esențială privind calitatea agregatelor naturale utilizate la lucrările de drumuri . În : Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie 1998, vol.1.
82. Vlad, N . Primele rezultate ale aplicării normelor “ SUPER PAVE “ pentru zonarea climatică a rețelei rutiere, după criteriul temperaturii îmbrăcămintei . În: Al X-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Iași, 15...18 septembrie 1998, vol.1 .
83. Zarojan, H. Metode pentru urmărirea comportării în exploatare a structurilor rutiere. În: convolut “Comportarea in situ a construcțiilor “ Piatra Neamț, 1984.
84. *** Colecția de standarde de drumuri .
85. *** Drumuri poduri siguranța circulației .-reviste –Colecția