

INSTITUTUL POLITEHNIC " TRAIAN VUIA " TIMISOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCTII

ING. MIHAI BOICU

CONTRIBUTII LA INTRODUCEREA UNOR METODE SI  
TEHNOLOGII RUTIERE IN CONDITIILE ECONOMISIRII  
MATERIALELOR ENERGO-INTENSIVE

TEZA DE DOCTORAT

~~CONDUCATOR~~ CONDUCATOR STIINTIFIC :

PROF. DR .ING. LAURENTIU NICOARA

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

- 1983 -

464137  
340 D

## C U P R I N S

	<u>Pag.</u>
PREFATA	1
Cap.1. <u>ENERGIA IN TRANSPORTURI</u>	3
1.1. Consumul de energie în transporturi	3
1.2. Posibilități de reducere a consumului energetic	5
1.3. Influența stării rețelei de drumuri asupra consumurilor de energie	8
1.4. Conținutul energetic al materialelor	27
1.5. Posibilitățile de îmbunătățire a rețelei de drumuri publice	29
Cap.2. <u>STUDIUL MATERIALELOR NETRADITIONALE IN VEDEREA UTILIZARII LOR LA LUCRARILE DE DRUMURI</u>	32
2.1. Situația producției de materiale rutiere tradiționale față de consum	32
2.2. Materiale netradiționale ce pot fi luate în considerare pentru lucrările rutiere	33
2.3. Rezervele, caracteristicile și domeniile de utilizare a materialelor netradiționale la construcția și întreținerea drumurilor.	33
2.4. Concluzii și propuneri	78
Cap.3. <u>TEHNOLOGII RUTIERE NOI SAU ADAPTATE CU CONSUMURI REDUSE DE MATERIALE ENERGO-INTENSIVE</u>	80
3.1. Tehnologii pe bază de nisip bituminos	80
3.2. Tehnologii cu zgură granulată	86
3.3. Tehnologii folosind cenușa de termocentrală	98
3.4. Tehnologii folosind tuful vulcanic	106
3.5. Tehnologii privind stabilizarea chimică a pământurilor	110
3.6. Tehnologii pe bază de gudron	119
3.7. Tehnologii folosind materiale locale	128
3.8. Refolosirea mixturilor asfaltice	134
3.9. Eficiența energetică ce se obține prin folosirea materialelor și tehnologiilor prezentate	154
3.10. Concluzii	157

	Pag.
Cap.4. <u>MODALITATI DE VALORIFICARE A TEHNOLOGIILOR</u> <u>ENERGO-NEINTENSIVE PROPUSE IN SECTORUL DRUMU-</u> <u>RILOR PUBLICE</u>	159
4.1. Studiul posibilităților de introducere a tehnologiilor propuse	160
4.2. Calculul resurselor necesare aplicării programului de valorificare a tehnologii- lor propuse	164
4.3. Rezultatele aplicării programului	165
4.4. Concluzii și propuneri	165
Cap.5. <u>CONCLUZII FINALE</u>	167
5.1. Oportunitatea temei tratate	167
5.2. Contribuții originale la rezolvarea pro- blemei construcției și întreținerii drumurilor prin tehnologii cu consumuri reduse de energie	168
5.3. Modul de valorificare și eficiența eco- nomică a tehnologiilor elaborate	172
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	175
<u>ANEXE</u>	

## P R E F A T A

Menținerea într-o stare corespunzătoare ca și dezvoltarea rețelei rutiere în strînsă corelare cu dezvoltarea economiei naționale are implicații economice și sociale dintre cele mai semnificative.

Astăzi, în contextul crizei economice mondiale cu originea în criza energetică, importanța sectorului rutier este sporită prin faptul că aici se consumă o bună parte din energia înglobată în combustibil.

Lucrînd în acest sector, am constatat că o serie de materiale care cu cîțiva ani în urmă se găseau în cantități suficiente încep să se reducă cantitativ. Astfel, fondurile alocate de la buget sectorului de drumuri, începeau să nu mai aibă acoperire în baza materială.

Stimulat de situație pe de o parte, de activitatea în sectorul de drumuri pe de alta, mi-am propus să găsim soluții pentru a rezolva problema care devenea tot mai acută. Mai tîrziu, a apărut și ideea elaborării acestei lucrări pe care o consider urmarea firească a unor preocupări zilnice în acest domeniu.

Lucrarea are un pronunțat caracter practic și este rodul unor multiple verificări de laborator, de cercetări aplicative, de executarea a multor sectoare experimentale în toată țara și de aplicare a soluțiilor în unitățile de drumuri.

În primul capitol "Energia în transporturi" se tratează de fapt influența stării tehnice a drumurilor asupra consumurilor de carburanți. Cred că nu poate fi indiferent nimănui un consum suplimentar anual de 2.130 mii tcc. Se arată de ce drumurile trebuie să fie pe primele locuri pe lista preocupărilor ce ne aduc economie de energie.

Plecînd de la lipsa materialelor cu care ne obișnuisem, se prezintă în capitolul următor studiul unor materiale ne-tradiționale, pe care le aveam și le avem, dar pe care nu le

luasem în seamă pînă în prezent. S-au determinat posibilitățile de folosire a acestor materiale și domeniul lor de aplicabilitate.

În al treilea capitol se analizează și se prezintă tehnologiile de lucru noi sau adaptate. Avînd în vedere caracterul aplicativ necesar, acest capitol are întinderea cea mai mare și conține multe figuri, tabele, scheme tehnologice care pot sprijini alegerea diferitelor soluții.

În final sînt două capitole în care se arată modul de valorificare a lucrării și contribuția autorului.

Lucrarea s-a desfășurat sub îndrumarea tov. profesor dr. ing. Laurențiu Nicoară, căruiia țin să-i mulțumesc călduros și pe această cale pentru îndemnul adresat unui om din producție de a-și perfecționa pregătirea. Cu competența sa profesională deosebită, exigența dovedită și îndelungata experiență practică, conducătorul științific m-a sprijinit permanent în elaborarea tezei.

Aduc de asemeni mulțumiri colectivului catodrei de drumuri a facultății din Institutul Politehnic " Traian Vuia " pentru căldura cu care m-a înconjurat și ideile pe care mi le-a dat în decursul acestor ani.

Un gând de recunoștință se îndreaptă spre conducerea Institutului Politehnic " Traian Vuia " și cea a Facultății de Construcții pentru încurajările ce mi-au fost adresate și pentru organizarea desăvîrșită a acestei perioade de lucru.

Pentru modul exemplar cum m-au sprijinit în lucrările de laborator, în urmărirea sectoarelor experimentale, în sistematizarea datelor, în elaborarea lucrării aduc mulțumiri colegilor mei ing. Nadia Popescu și ing. Petru Ceguș. De asemeni pentru partea tehnică a redactării mulțumesc tov. Florin Vrînceanu și celorlalți colegi din Direcția drumurilor pentru înțelegerea manifestată.

Alături de colaboratorii din IPTAM și ICPTT aduc mulțumiri conducerilor celor două institute pentru sprijinul acordat. Pentru executarea sectoarelor experimentale mulțumesc conducerilor Direcției drumuri și poduri București, Craiova, Timișoara și Iași precum și conducerilor DJDP Buzău, Bihor, Tulcea, Prahova, Teleorman, Arad, Gorj, Galați, Harghita.

Cu convingerea că drumul pentru elaborarea de noi tehnologii cu consumuri reduse de energie a fost deschis, trebuie să mergem înainte pentru ca rețeaua rutieră a țării să facă față viitorului.

Autorul.

## Cap.1. ENERGIA IN TRANSPORTURI

La sfîrşitul anului 1973, ca urmare a creşterii accentuate a preţului la petrol, a început o criză energetică care a cuprins repede majoritatea ţărilor lumii şi care a afectat şi ţara noastră. Datorită reducerii producţiei proprii de ţiţei şi deci a creşterii importului pentru dezvoltarea industriei româneşti în ultimii ani ( 1979-1980) un nou val de creşteri de preţuri fără precedent a împins şi ţara noastră în cercul larg al celor afectaţi de criza energetică. ( 1, 2, 3, 11, 35 ).

În bilanţurile anuale de energie, petrolul are după cum se ştie, un rol important şi de aceea examinarea evoluţiei consumului unei astfel de surse pentru fiecare sector din economie devine o necesitate.

### 1.1. CONSUMUL DE ENERGIE IN TRANSPORTURI

Analizînd pe baza datelor statistice consumurile de petrol pe sectoare de activitate, începînd din anul 1976 şi traversînd a doua perioadă de criză, rezultă că sectorul de transporturi publice prezintă o creştere în consumul de energie de 7,12%. Aceasta reprezintă consecinţa firească a dezvoltării economiei naţionale şi deci a creşterii volumului de mărfuri la transport. Cererea globală a mobilităţii nu a putut fi diminuată nici în perioada prevederilor limitative.

Ca urmare acestui fapt este necesar să examinăm din interior lumea transporturilor ( 2, 5, 8, 14, 15 ).

Aşa cum se poate vedea din tabelul 1.1 sectoarele principale ale transporturilor participă diferenţiat în compunerea consumului total. Ponderea o deţine transportul feroviar cu 48,06% apoi transportul auto cu 27,09% şi transportul de apă cu 24,85%.

Analizînd pe natura combustibililor se constată că la calea ferată creşte consumul de energie electrică cu 73,5% faţă de 1976, justificat de politica electrificării căilor ferate şi scade la celelalte sectoare. La combustibilul lichid singurul sector care prezintă creşteri este transportul pe apă cu 98% faţă de 1976, legat desigur de dezvoltarea fără precedent a flotei româneşti.

Transportul auto, în directă legătură cu reţeaua de drumuri, a simţit din plin criza energetică, consumul scăzînd an

de an începînd cu 1976, cu 1% . . .6%, ajungînd ca în 1980 să fie cu 13% mai mic ca în 1976.

Consumuri energetice în transporturile publice  
din România, 1976 - 1980

Tabelul 1.1

Sectorul	Anul	Energie electrică		Combustibil		Total		% din total
		mii tcc <sup>x</sup>	%	mii tcc <sup>x</sup>	%	mii tcc <sup>x</sup>	%	
		Transporturi feroviare	1976	313	100	1425	100	
	1980	543	173,5	1144	80,2	1687	97	
Transporturi auto	1976	25	100	1064	100	1089	100	27,09
	1980	26	104	926	90	952	87	
Transporturi pe apă	1976	14	100	436	100	450	100	24,85
	1980	11	79	862	198	873	194	
TRANSPORTURI TOTAL	1976	352	100	2925	100	3277	100	100
	1980	580	165	2932	100,2	3512	107	

x tcc = tone combustibil convențional

Aceasta s-a petrecut în contextul general al creșterii consumului și mai ales al prețului combustibilului, așa cum se poate vedea în tabelul 1.2 pentru sectorul rutier în Europa.

Creșterea consumurilor și prețurilor pentru  
combustibili

Tabelul 1.2

T a r a	Benzină		Motorină	
	Creșterea procentuală la 1980 față de 1976		Creșterea procentuală la 1980 față de 1976	
	Consum	Preț	Consum	Preț
Austria	12,8	73,3	18,6	96,2
Belgia	0,2	74,2	50,5	95,4
Danemarca	-11,3	71,8	18,6	253,3
Finlanda	0,2	27,0	24,4	50,0
Franța	5,8	66,6	26,3	200,0
R.F.Germania	15,6	45,1	19,5	46,8
Marea Britanie	13,4	212,0	-5,3	263,6
Grecia	27,3	35,0	31,1	223,0
Italia	12,2	16,3	43,9	73,3
Luxemburg	34,1	150,0	-37,0	64,7
Olanda	6,6	47,3	-19,9	200,0
Norvegia	8,8	59,4	20,3	206,2
Portugalia	-5,4	45,4	46,1	250,0
Spania	22,2	54,5	42,0	76,4
Suedia	2,6	62,5	2,7	207,6
Elveția x/	12,5	54,5	19,7	52,9
Turcia x/	12,1	215,3	18,9	45,4
Iugoslavia x/	6,3	220,0	26,2	231,2

x/ Cifrele sînt la nivelul anului 1979.

Ca notă generală acest tabel arată creșteri relativ mici la consumul de bezină și mai mari la consumul de motorină. Verificînd creșterile anuale se constată în ultimii doi ani( a doua etapă a crizei energetice ) o scădere (2, 8, 13, 34, 69).

Creșterile consumurilor s-au împărțit la rîndul lor în două componente: autoturisme și vehicule pentru transport marfă sau pentru transport colectiv de persoane. Se observă tendința de generalizare a parcului cu consum de motorină în transportul de marfă.

Din datele transportului public ca și din cel particular, rezultă clar că transporturile au o pondere însemnată în consumul național de energie și că orice reducere de consum influențează favorabil ansamblul economiei naționale.

## 1.2. POSIBILITATI DE REDUCERE A CONSUMULUI ENERGETIC

Mai întîi fiind vorba de o acțiune ce se adresează tuturor, este nevoie de o grijă deosebită față de consumurile energetice în toate sectoarele economice și ale vieții în general. Impiedicarea risipei de energie, de tot felul, poate contribui la ameliorarea situației. Sigur, problemele se pun diferit în fiecare domeniu, căile sînt diferite și trebuie adaptate, dar scopul este comun.

### 1.2.1. Posibilități generale de reducere a consumului energetic

Pentru economia energiei provenită din țiteiul care este atît de scump, se studiază și se aplică noi surse energetice : atomică, a soarelui, eoliană.

La fel de importante sînt și sursele energetice uitate sau lăsate pe plan secundar ; cărbuni, șisturile bituminoase, nisipul bituminos în sectorul nostru rutier. (7, 21, 27, 37, 57).

Folosirea materialelor locale pentru evitarea unor transporturi la distanțe mari, activitatea specifică construcțiilor ca și înlocuirea unor materiale ce înglobează un consum mare energetic, poate fi o altă cale de urmat. ( 44, 46, 47, 51, 55 ).

În transporturi se pot de asemenea reduce consumurile pe una din următoarele căi :

- optimizarea transporturilor pe moduri de transport (feroviar, auto, naval, aerian ) ;



- introducerea relațiilor optimizate pe categorii de mărfuri;
- reducerea distanțelor de transport și limitarea acestora ;
- reorganizarea parcului de transport pentru folosirea mai bună a mijloacelor ;
- reducerea continuă a parcursului gol al autovehiculelor;
- restricționări în transporturi, reduceri de curse ineficiente;
- măsuri tehnico-organizatorice de reducere a consumului normat pe km parcurs.

În acțiunea de reducere generală a consumului energetic o influență mare o are sectorul rutier cu componentele sale : infrastructura ( rețeaua de drumuri ) și mijloacele auto.

#### 1.2.2. Posibilități de reducere a consumului de carburanți în sectorul rutier

Ce măsuri s-ar putea impune pentru reducerea consumurilor ?

- Înainte de toate s-ar putea pune problema reducerii transporturilor rutiere, a reducerii volumului de transport. Considerăm că aceasta nu poate avea loc decât cu repercusiuni asupra activității economice din întreaga țară, ceea ce nu este acceptabil.

- Se poate de asemenea pune problema transferului de transport mărfă de pe drum, pe calea ferată. Având în vedere volumul mare de mărfuri ce se transportă pe drum și caracterul mai puțin distributiv teritorial al căii ferate, aceasta nu s-ar putea face decât în timp foarte lung și cu investiții deosebit de mari.

Este evident că o raționalizare a transporturilor realizată în favoarea transporturilor combinate și a centrelor de schimb, ar putea să se traducă în economie. Nu trebuie însă omise investițiile necesare, care pot face nesubstanțiale chiar economiile de energie.

Categoria autoturismelor, analizată din punct de vedere al consumului de petrol, absoarbe 58% din consumul de petrol aferent transportului auto, ceea ce revine la 15% din consumul național al acestor surse de energie. Analizând acest exemplu pe parcul italian de autoturisme vedem că restricțiile de circulație din 1973 și 1974 au influențat în cadrul consumului global de

petrol anual, numai cu 1,4% ( 19, 29, 33, 50, 51 ).

Consumuri totale, consumuri specifice și autoturisme în circulație în diverse țări.

Tabelul 1.3

T a r a	Consum global de benzină în 1977-tone-	Consum de carburant pentru un autoturism în 1977-litri-	Autoturisme în circulație în 1977 -buc-
Belgia	3.044.000	1.490	2.870.000
Danemarca	1.660.000	1.628	1.380.000
Franța	16.977.000	1.380	16.990.000
R.F.Germania	21.809.000	1.476	20.370.000
Anglia	17.336.000	1.656	14.360.000
Italia	10.390.000	870	16.371.000
Olanda	3.800.000	1.407	3.950.000
Spania	4.832.000	1.117	5.940.000
Statele Unite	350.000.000	4.236	114.110.000

Este interesant de arătat că într-o țară cu parc mare auto consumul energetic în transporturi reprezintă 30% din totalul consumat și se împarte pe moduri de transport astfel :

Transporturi auto		Alte moduri de transport	
26%		4%	
Vehicule industriale	Autoturisme		
11%	15%		
In orașe	Pe rețeaua de drumuri	Pe autostrăzi	
9%	4,5%	1,5%	

După cum rezultă din datele statistice și din schema de mai sus, un autoturism se deplasează în cursul unui an :

- 60% circulație orășenească;
- 30% circulație pe rețeaua drumurilor publice extraurbane;
- 10% în circulație pe autostradă.

Consumul de carburant este superior în orașe pentru că: viteza este scăzută, densitatea traficului mare, autovehiculele se condiționează reciproc, regulile semaforului și pierderile de timp, toate la un loc produc risipă de energie.

O altă cale de economie de carburant, deși nu cu efecte majore, se referă la comportamentul conducătorului auto care pe de o parte trebuie să respecte o viteză economică (legiferată în mai multe țări ), iar pe de altă parte să utilizeze mașina în mod rațional. Toate aceste măsuri amplifică economia, dacă este

vorba de o mașină la care s-au respectat toate condițiile de întreținere.

Mai pot fi desigur luate și alte măsuri privind construcția mijlocului de transport, diferite amenajări, adaptări, dar elementul care influențează cel mai mult este starea rețelei rutiere, care pot avea efecte majore în bilanțul energetic din transporturi.

### 1.3. INFLUENȚA STĂRII REȚELEI DE DRUMURI ASUPRA CONSUMURILOR DE ENERGIE.

Dezvoltarea economico-socială a României în ultimii 36 de ani în special după 1965 a marcat creșteri deosebite în toate ramurile și domeniile de activitate prin dezvoltarea armonioasă a tuturor zonelor geografice ale țării. Ca urmare volumul transporturilor de mărfuri și călători a crescut considerabil, iar volumul mărfurilor transportate cu mijloace auto a crescut de la 2,7% în 1950 la peste 84% în 1980 din total, iar a călătorilor de la 8% la peste 70% din total în aceeași perioadă.

Aceasta a determinat în mod logic dezvoltarea și a infrastructurii acestor transporturi, adică a rețelei de drumuri publice ( 1, 3, 4, 14 ).

#### 1.3.1. Rețeaua drumurilor publice din România

Sistematizarea rețelei de drumuri publice și reducerea lungimii drumurilor de categorie inferioară care nu prezentau importanță sau clasarea într-o categorie superioară a celor importante a condus la elaborarea unui program concret de dezvoltare, dar și de conservare a rețelei rutiere.

Prezentăm în tabelul 1.4 situația drumurilor publice în Republica Socialistă România după sistematizarea rețelei rutiere aprobată prin Decretul nr. 197/1977.

Situația rețelei de drumuri publice pe categorii după sistematizarea aprobată prin Decretul nr.197/1977.

Tabelul 1.4.

Categoria drumului	Lungimea înainte de sistematizare-km	Lungimea după sistematizare -km-	% față de total rețea	Densitatea km/km <sup>2</sup>
Total rețea din care:	77.949	73.364	100	0,308
Drumuri naționale	12.918	14.676	20	0,061
Drumuri județene	26.334	26.602	36	0,112
Drumuri comunale	38.697	32.086	44	0,135

./.

Prezentăm în tabelul 1.5 situația rețelei de drumuri publice în principalele țări europene. (16, 17, 35, 36, 69, 70).

Situația rețelei de drumuri publice în unele țări europene la 31 decembrie 1979

Tabelul 1.5

T a r a	Suprafața țării -km <sup>2</sup> -	Drumuri publice -km-	Densi- tate km/km <sup>2</sup>	% de dru- muri mo- dernizate
Austria	83.849	106.303	1,27	100
Belgia	50.507	126.758	4,2	94
Danemarca	43.000	68.909	1,6	100
Finlanda	337.032	74.960	0,22	48
Franța	551.000	802.964	1,46	92
RFG	248.553	482.000 <sup>x/</sup>	1,94 <sup>x/</sup>	87
Anglia	229.894	352.494	1,53	96,4
Grecia	131.944	37.132	0,28	60,0
Ungaria	93.030	87.689	0,94	54,1
Italia	301.226	293.799	0,97	...
Norvegia	324.219	81.718	0,25	57
Polonia	312.677	298.512	0,95	60,3
Portugalia	88.500	51.749	0,58	67,4
România	237.500	73.374	0,31	44,7
Spania	504.750	237.904	0,47	63,4
Suedia	411.258	129.018	0,31	59,0
Elveția	41.288	64.029	1,60	...
Iugoslavia	255.801	114.118 <sup>x/</sup>	0,45 <sup>x/</sup>	47

x/ la 31.XII.1979

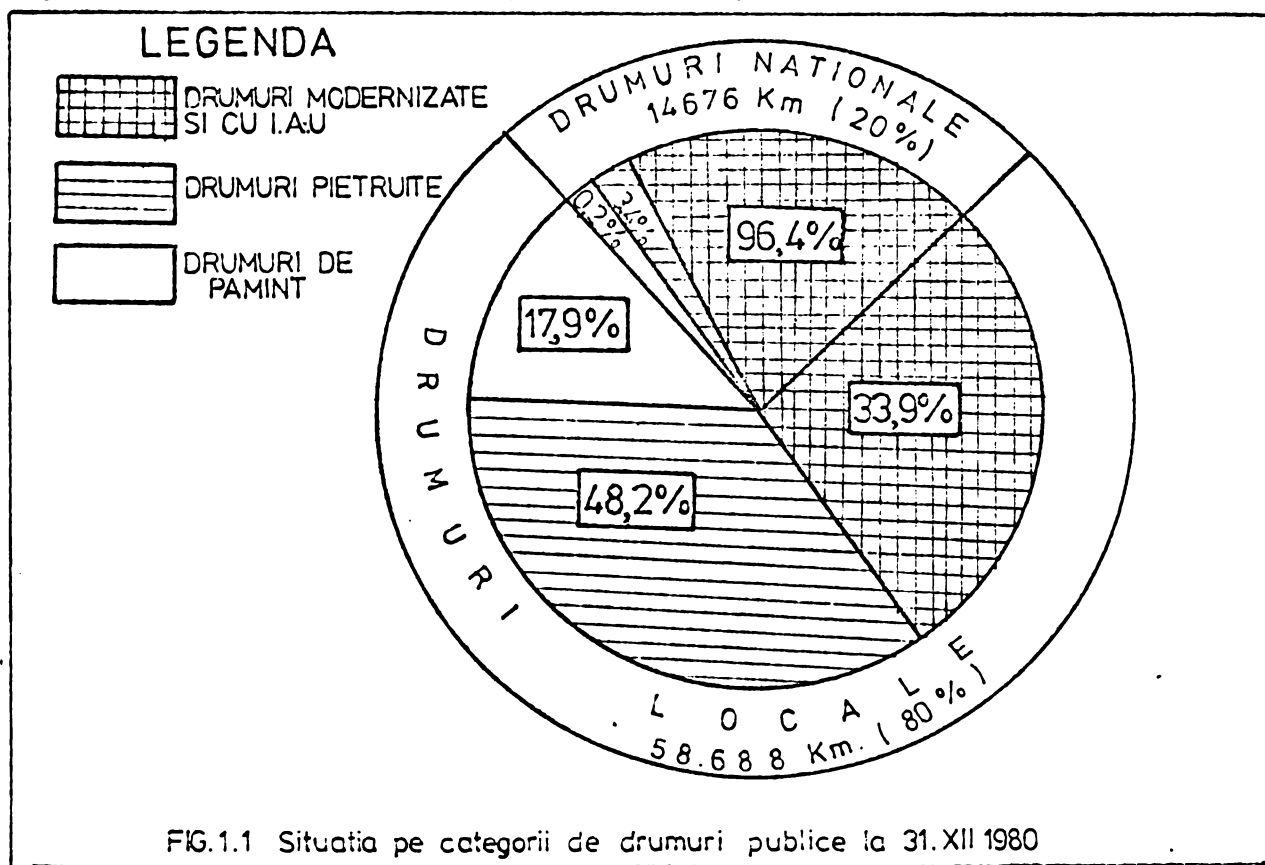
Așa cum rezultă din tabel țara noastră se situează cu 0,31 km/km<sup>2</sup> între țările cu densitate mică.

Privind situația rețelei din punct de vedere al gradului de modernizare, așa cum rezultă din tabelul 1.5 țara noastră are o situație necorespunzătoare, situându-se printre ultimele țări europene, deși în ultimii 15 ani s-au depus eforturi deosebite pentru îmbunătățirea stării tehnice a acesteia. Desigur că la aceasta a contribuit situația moștenită din perioada antebelică, când țara noastră a trebuit să pornească de la situația cu mult sub media celorlalte țări europene.

Situația pe categorii de drumuri publice a Republicii Socialiste România la sfârșitul anului 1980 este prezentată în tabelul 1.6 și figura 1.1.

Tabelul 1.6

Categoria drumurilor	Lungimea totală -km-	Din care pe stări					
		Modernizate și cu îmbrăcămînți bituminoase ușoare	%	Pietruite	%	Pămînt	%
<b>TOTAL</b>	<b>73364</b>	<b>34054</b>	<b>46,4</b>	<b>28776</b>	<b>39,2</b>	<b>10534</b>	<b>14,4</b>
din care :							
Drumuri naționale	14676	14157	96,5	499	3,3	20	0,2
Drumuri locale	58688	19897	33,9	28277	48,2	10514	17,9
din care:							
județene	26602	16245	61,1	8865	33,3	1492	5,6
comunale	32086	3652	11,4	19412	60,5	9022	28,1



De remarcat este faptul că din totalul drumurilor publice modernizate 93,2% ( 31.740 km ) sînt cu îmbrăcămînți bituminoase, 4,9% ( 1.654 km ) cu îmbrăcămînți din beton de ciment și 1,9% ( 660 km ) sînt pavate cu piatră cioplită.

În cadrul drumurilor cu îmbrăcăminți bituminoase o pondere însemnată o dețin îmbrăcămințile bituminoase ușoare, în special la drumurile locale așa cum rezultă din graficul de mai jos:

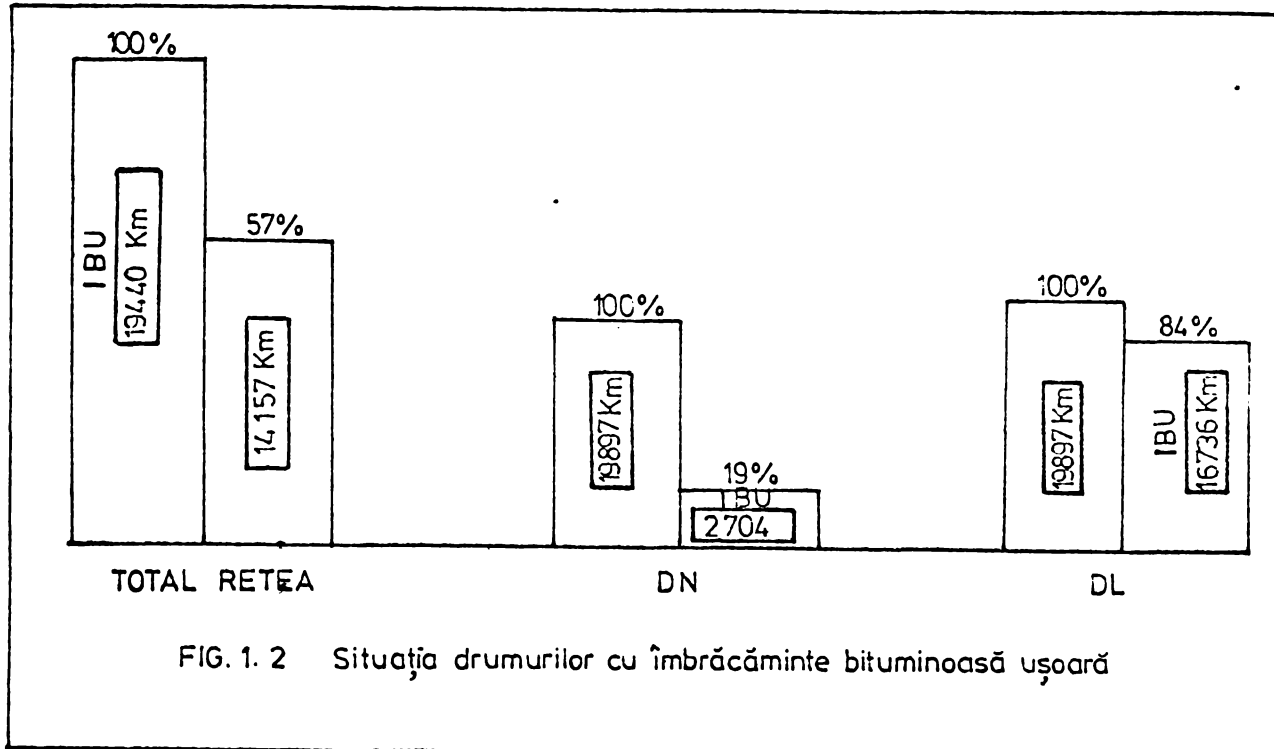


FIG. 1. 2 Situația drumurilor cu îmbrăcăminți bituminoasă ușoară

### 1.3.1. Starea tehnică a rețelei de drumuri

Prin programul de dezvoltare a drumurilor publice în perioada 1976-1980, s-a urmărit ca pînă în anul 1980 rețeaua de drumuri naționale să fie adusă din punct de vedere tehnic la nivelul cerințelor economiei naționale, iar la drumurile locale să se diminueze mult lungimea rețelei de drumuri din pămînt, mai ales prin pietruiri.

Astfel, în perioada 1976-1980 au fost efectuate lucrări de modernizare pe aproape 1000 km și au fost aplicate îmbrăcăminți bituminoase ușoare pe o lungime de peste 6600 km. Pentru o imagine completă a lucrărilor de îmbunătățire a rețelei, mai trebuie adăugate peste 2600 km ranforsări complexe rutiere și peste 7000 km tratamente bituminoase.

Cu toate realizările obținute în sectorul de drumuri, din studiile și cercetările pe teren s-a constatat că măsurile luate pentru îmbunătățirea stării tehnice a rețelei de drumuri publice nu asigură condițiile de transport la nivelul impus de dezvoltarea economică națională.

Astfel la 31 decembrie 1980 situația rețelei de drumuri naționale se prezintă după cum urmează :

- din lungimea totală a rețelei de drumuri modernizate și cu îmbrăcăminți bituminoase ușoare, 2688 km se prezintă în stare necorespunzătoare, 3430 km în stare mediocră și numai 8558 km în stare bună, așa cum rezultă din tabelul 1.7 de mai jos :

Starea tehnică a rețelei de drumuri naționale  
în funcție de clasa tehnică a drumurilor - km  
la 31 decembrie 1980

Tabelul 1.7

Clasa tehnică	Starea tehnică			Total
	Bună	Mediocră	Rea	
I				
( 10000 Vehicule fizice)	1920	166	69	2115
II				
( 7501 - 10000)	1628	512	98	2238
III				
( 3001 - 7500)	3445	1417	1572	6434
IV				
( 500 - 3000)	1565	1335	949	3849
	<u>TOTAL: 8558</u>	<u>3430</u>	<u>2688</u>	<u>14676</u>

- din totalul drumurilor modernizate 36,4% (4167 km) au durată de exploatare expirată, iar din totalul drumurilor cu îmbrăcăminți bituminoase ușoare 77,7% (2102 km) au această durată depășită. Rezultă că din totalul rețelei de drumuri naționale 42,7% (6269 km) au durată de exploatare depășită și deci necesită urgent lucrări. Din această cauză în perioada la care se referim, volumul reparațiilor a crescut de peste patru ori;

- pe o serie de sectoare în zona industrială, de exploatare miniere etc, care însumează peste 1500 km, complexele rutiere nu mai rezistă solicitărilor din traficul greu și foarte greu, iar pe alte sectoare de drum din zona marilor orașe, care asigură legătura centrelor populate cu fabrici, uzine, platforme industriale etc, s-a depășit capacitatea de circulație, creîndu-se în anumite perioade de vîrf dificultăți în desfășurarea transporturilor;

- se mențin încă un număr mare de puncte de strangulare a circulației, sectoare inundabile și instabile, precum și un număr mare de poduri cu restricție de tonaj care nu rezistă la clasa de încărcare stabilită prin lege.

Situația rețelei de drumuri locale la sfârșitul anului 1980 este următoarea :

- pe circa 33% rețeaua era asfaltată, dar numai 13% reprezenta rețea modernizată, restul de 87% fiind drumuri cu îmbrăcămînți bituminoase ușoare care s-au executat începînd cu anul 1963 ca metodă perfecționată de întreținere a drumurilor pietruite ;

- peste 5350 km de drumuri asfaltate au durată de exploatare depășită, din care cauză 4000 km rețea asfaltată se prezintă în stare rea și 2500 km în stare mediocră (tabelul 1.8);

- peste 66% din rețea este neasfaltată, din care 18% de pămînt ( tabelul 1.6) cu foarte multe sectoare cu alunocări de teren, sectoare inundabile și care fac în multe locuri circulația impracticabilă perioade lungi din an.

Starea tehnică a rețelei de drumuri locale funcție de clasa tehnică a drumurilor(km) la

31 decembrie 1980

Tabelul 1.8

Clasa tehnică	La total rețea DJ -km-	din care:							
		Modernizate			I.B.U.			Pietruite	Pămînt
		B	M	R	B	M	R		
<u>DRUMURI JUDEȚENE</u>									
I	71	71	-	-	-	-	-	-	-
II	191	140	51	-	-	-	-	-	-
III	3894	470	298	-	1021	186	650	1075	194
IV	18477	1264	259	-	6522	1430	1863	6225	914
V	3969	105	-	-	733	295	887	1565	384
<b>TOTAL DJ:</b>	<b>26602</b>	<b>2050</b>	<b>608</b>	<b>-</b>	<b>8276</b>	<b>1911</b>	<b>3400</b>	<b>8865</b>	<b>1422</b>
<u>DRUMURI COMUNALE</u>									
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	94	94	-	-	-	-	-	-	-
IV	3472	296	27	-	1800	749	600	-	-
V	28520	-	86	-	-	-	-	19412	9022
<b>TOTAL DC:</b>	<b>32086</b>	<b>390</b>	<b>113</b>	<b>-</b>	<b>1800</b>	<b>749</b>	<b>600</b>	<b>19412</b>	<b>9022</b>

B - bună

M - mediocră

R - rea



Situația existentă în rețeaua de drumuri publice a fost determinată de menținerea unor decalaje între cerințele reale ale acestei rețele la diferite etape și organizarea bazei tehnico-materiale pentru realizarea lucrărilor noastre, constatînd în principal din :

- neasigurarea fondurilor bugetare pentru întreținerea și repararea drumurilor în corelare cu dinamica traficului rutier care în ultimii zece ani a crescut de patru ori, în timp ce fondurile alocate de numai 1,8 ori ;

- lipsa bitumului pentru drumuri și a produselor de balastieră mai ales în ultimii doi ani, a condus la mari rămîneri în urmă față de programul de ranforsări complexe rutiere și de reparații propus;

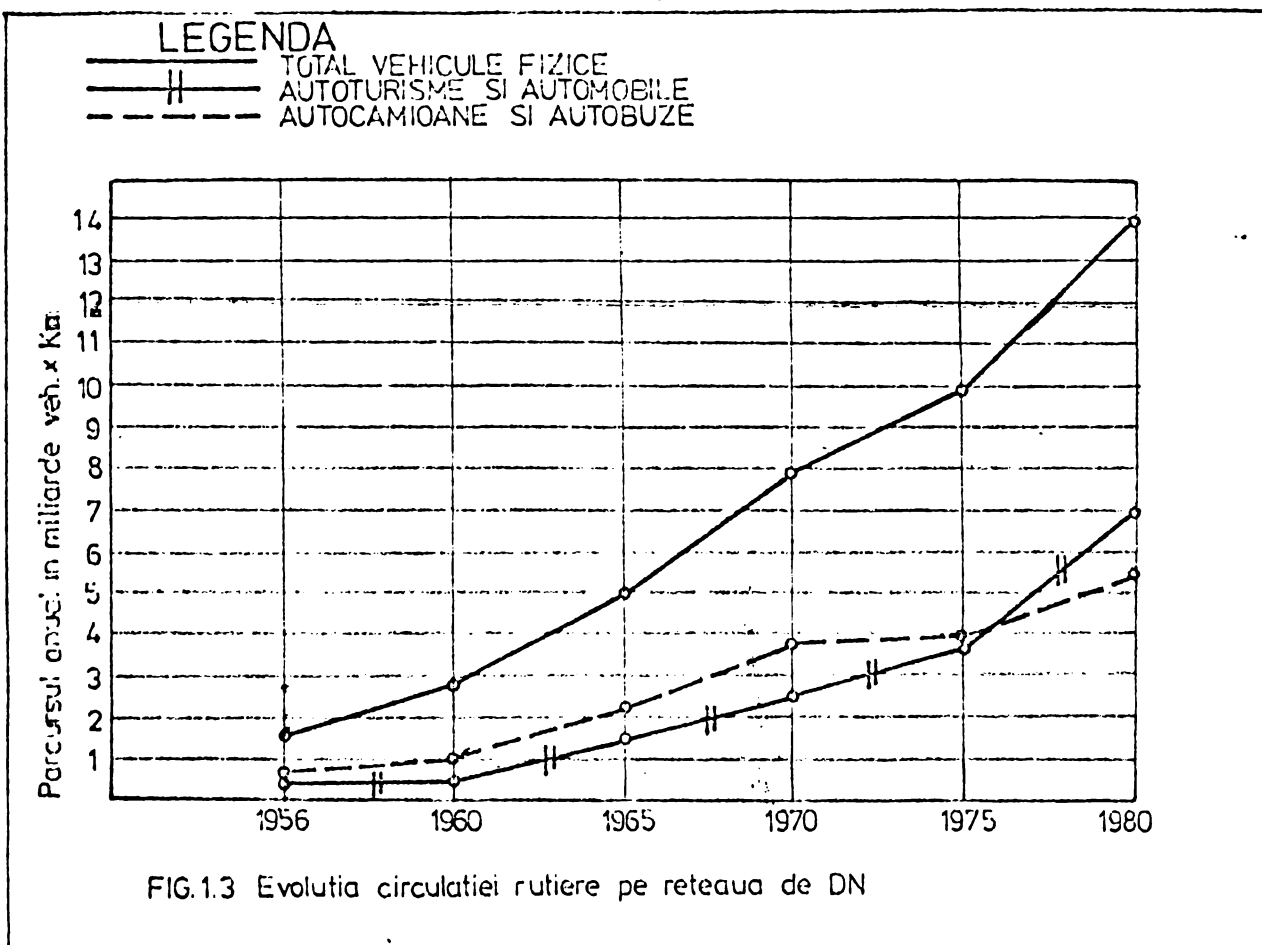
- nerespectarea obligațiilor prevăzute în Legea nr. 13/1974 de către majoritatea beneficiarilor de transporturi grele din zonele de exploatare miniere, platforme industriale, de a ranforșa complexele rutiere de pe sectoarele de drum afectate, înainte de intensificarea traficului rutier generat de aceste mari unități.

### 1.3.2. Evoluția traficului rutier

Ca o consecință a creșterii continue a cerințelor de transport de mărfuri și călători și satisfacerii unei părți tot mai importante din aceste cerințe prin transporturi auto, traficul rutier din țara noastră a cunoscut o creștere rapidă, pusă în evidență prin recensămînturile periodice de circulație efectuate pe rețeaua de drumuri publice ( 69, 70, 72, 106, 107 ).

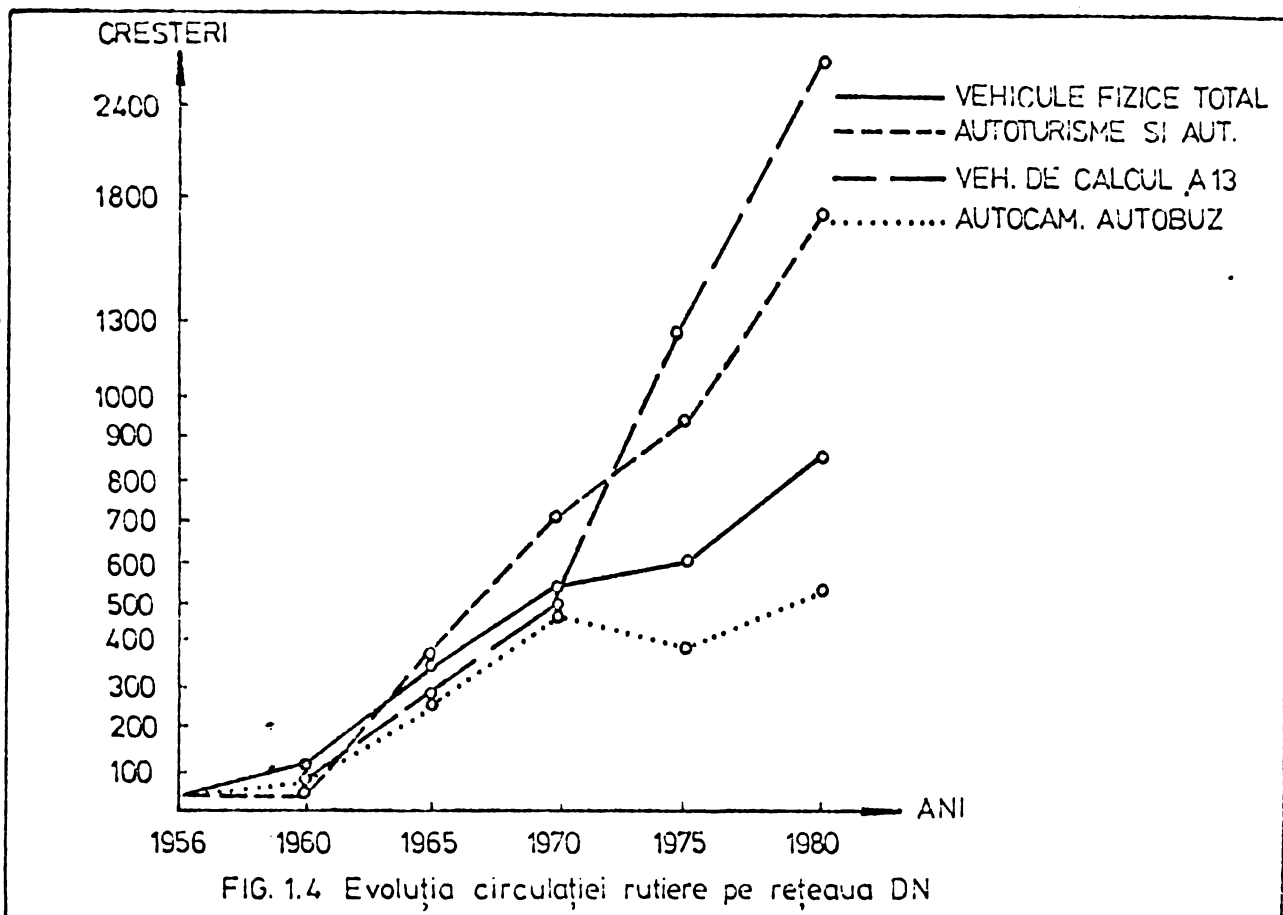
#### 1.3.2.1. Evoluția traficului rutier pînă în prezent.

Din analiza dinamicii evoluției circulației rutiere rezultă că în perioada 1956-1980 volumul anual al circulației a crescut pe rețeaua de drumuri naționale de 8,8 ori pentru ansamblul circulației rutiere și de 16,7 ori pentru autoturisme și autoutilitare, așa cum rezultă din fig.1.3.



În aceeași perioadă solicitarea rețelei de drumuri naționale, determinată prin transformarea circulației reale în circulația de vehicule de tipul A 13, a crescut de peste 23 ori, ceea ce a impus un important efort financiar și tehnic pentru asigurarea și menținerea viabilității rețelei rutiere.

Criza energetică mondială, resimțită și în țara noastră în ultimul deceniu, a avut ca efect o diminuare a ritmului de creștere a circulației rutiere, dar în același timp a condus la o accentuare a solicității rețelei de drumuri datorită modificărilor impuse în structura parcului de autovehicule în sensul trecerii la construirea și utilizarea de autocamioane și autobuze de mare capacitate. Astfel în perioada 1970-1980 volumul circulației exprimat în vehicule de calcul A 13 a crescut de 5,3 ori față de 4,5 ori în perioada 1965-1970 ( fig.1.4.)



### 1.3.2.2. Caracteristicile actuale ale circulației pe rețeaua drumurilor publice.

Intensitatea medie zilnică anuală a circulației din anul 1980 pe rețeaua de drumuri naționale, pentru total vehicule și pentru principalele grupe de vehicule, precum și evoluția sa reală și prognozată față de anul 1975 este prezentată în tabelul 1.9.

Tabelul 1.9

	Total vehicule	Autoturisme și autoutilitare	Autocamioane de 1,5-5 t	Autocamioane peste 5 t	Autotractoare și semiorbicule	Echivalenți în vehicule de calcul A 13
MZA veh/24 ore	2886	1356	339	350	114	2627
Raport real						
1975	1,38	1,60	0,74	2,12	1,16	1,70
prognozată	1,40	1,70	1,00	2,00	1,10	1,75

Se remarcă concordanța satisfăcătoare între creșterea reală (+ 38%) și cea prognozată (+ 40%) a traficului total pentru perioada 1975-1980, diferențele care apar la unele grupe de vehicule fiind datorate măsurilor organizatorice și restrictive,

generate de accentuarea crizei mondiale de energie, care au fost luate în această perioadă și care nu au putut fi prevăzute la elaborarea prognozei.

Trebuie menționat că datorită creșterii importante a traficului de autovehicule grele, solicitarea rețelei de drumuri naționale a crescut în perioada 1975-1980 în medie cu 70% corespunzător creșterii traficului exprimat în vehicule de calcul A 13.

S-a ajuns astfel ca în prezent 80% din rețeaua de drumuri naționale să fie solicitată de un trafic greu și foarte greu.

Pentru drumurile de interes local intensitatea medie zilnică anuală din anul 1980 a fost de 905 veh/24 ore pentru rețeaua de drumuri județene și de 570 veh/24 ore pentru rețeaua de drumuri comunale recensată, cu o creștere de 22% respectiv 20% față de anul 1975.

Considerând numai circulația vehiculelor cu motor, parcursul anual pe rețeaua de drumuri naționale a fost de 12,4 miliarde de autovehicule x km, această rețea suportând circa 65% din traficul de pe întreaga rețea de drumuri publice întotdeauna recensată.

Ponderea traficului de autoturisme și de autovehicule foarte grele în traficul total este în continuă creștere, după cum reiese și din datele prezentate în tabelul 1.10.

Tabelul 1.10

	Drumuri naționale		Drumuri județene		Drumuri comunale	
	1980	1975	1980	1975	1980	1975
Autoturisme și autoutilitare	47%	40%	28%	20%	24%	16%
Autocamioane peste 5 tf și autotractoare cu semiremorcă	16%	13%	13%	10%	11%	11%

Intensitățile medii zilnice anuale maxime înregistrate în anul 1980 au fost :

- pe sectoare de drum: DN 1, sectorul București-Otopeni-16691 veh.etalon/24 ore;
- pe drumuri: autostrada București-Pitești - 9341 veh. etalon/24 ore ( trafic mediu pe întreaga autostradă).

Se constată că astăzi rețeaua drumurilor publice este solicitată intens, atât din punct de vedere al intensității traficului, cât și din punct de vedere al sarcinei pe osie.

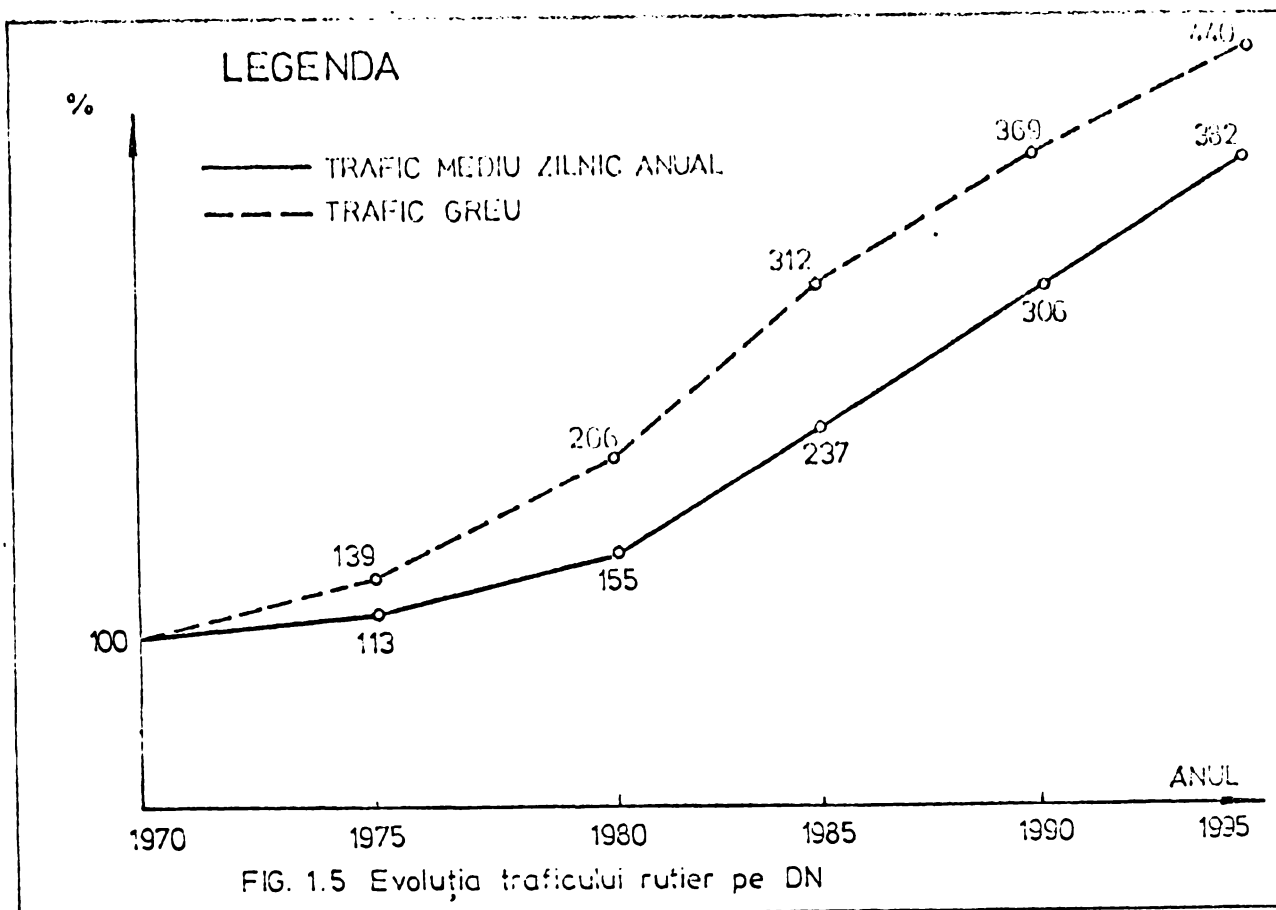
1.3.2.3. Evoluția traficului rutier în perspectivă.

Conform prognozei, intensitatea medie anuală pe rețeaua drumurilor publice va crește în perspectivă după cum urmează:

Tabelul 1.11

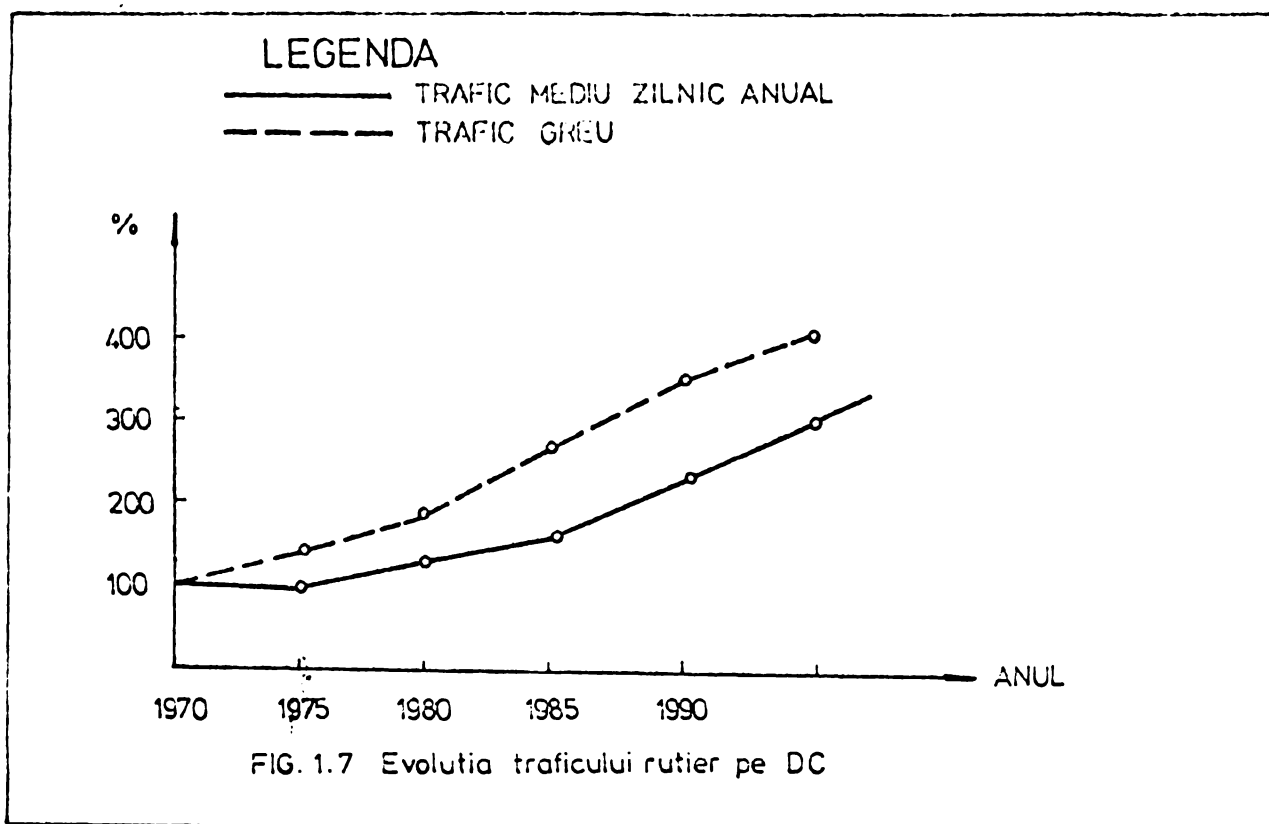
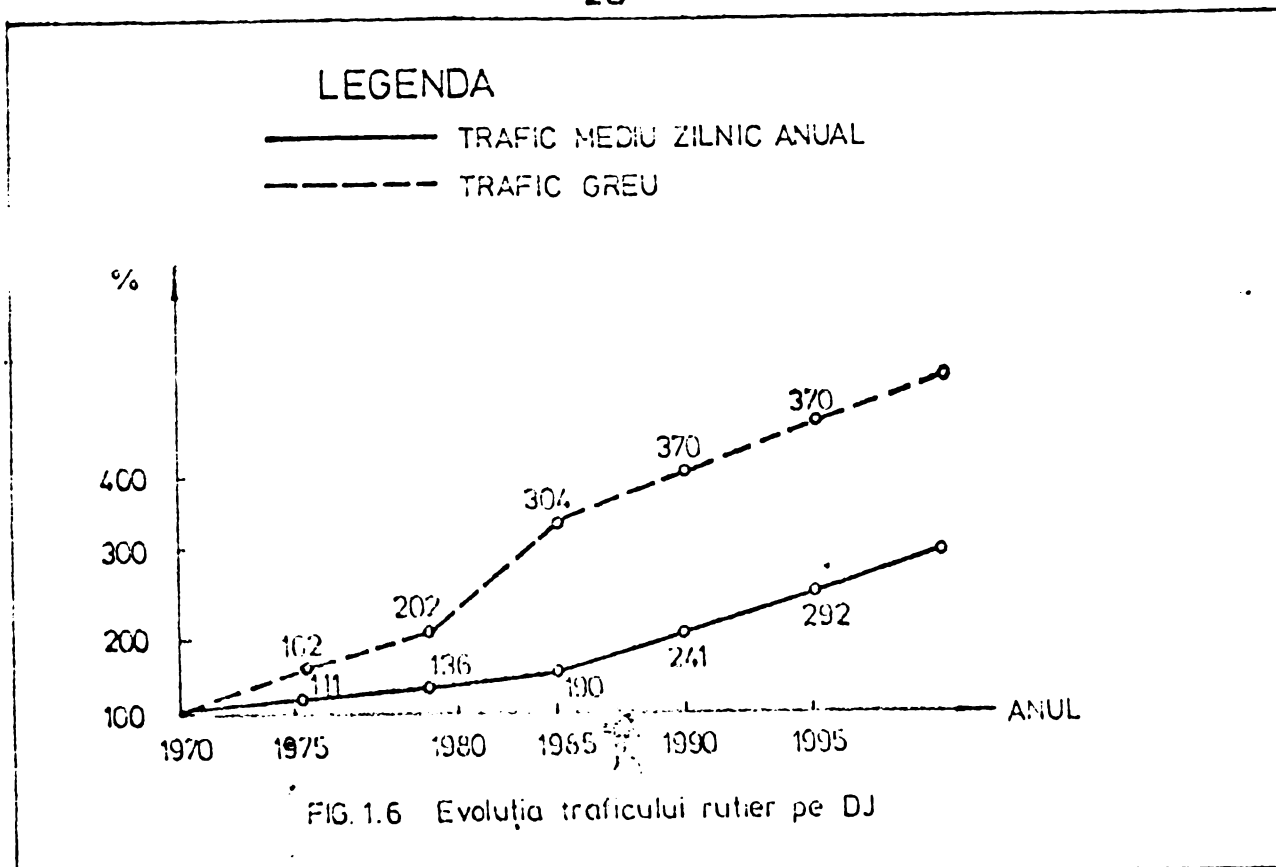
Categoria drumurilor	1970	1975	1980	1985	1990	1995
Drumuri naționale	1856	2097	2886	4070	5713	7091
%	100	113	155	237	308	382
Drumuri județene	667	739	905	1270	1605	1945
%	100	111	136	190	241	292
Drumuri comunale	432	475	570	784	882	1162
%	100	110	132	181	227	269

Modificări importante se vor produce în structura traficului de marfă, traficul greu înregistrând o creștere mai accentuată. De exemplu, la drumurile naționale, dacă traficul total va crește de 3,82 ori în 1995 față de 1970, traficul greu va crește de 4,4 ori (fig.1.5).



Acceași evoluție se constată și în cazul drumurilor județene și comunale fig. 1.6 și fig.1.7.

.. 46% 137.  
340D



Pe clase de trafic, încărcarea rețelei de drumuri naționale va evolua astfel :

./.

Tabelul 1.12

ANUL	Procente din rețea avînd MZA (veh/24 ore) cuprins în intervalul				
	500	500-3000	3001-7500	7501-10000	10000
1980	2%	66%	30%	1%	1%
1985	1%	42%	47%	6%	4%
1990	-	30%	50%	10%	10%
1995	-	24%	46%	13%	17%
2000	-	17%	43%	15%	25%

Avînd în vedere că în conformitate cu Legea 43/1976, drumurile cu trafic mediu zilnic anual între 7501 și 10000 veh/24 ore (clasa tehnică II) trebuie să aibă 4 benzi de circulație iar cele cu trafic mediu zilnic anual de peste 10000 veh/24 ore (clasa tehnică I) să fie ca autostrăzi, rezultă că va fi necesar ca în fiecare cîncinal să se sporească capacitatea de circulație a rețelei pe circa 10% din lungime prin lărgiri și dublări de drumuri și construcția de autostrăzi.

În ceea ce privește solicitarea rețelei din punct de vedere al capacității portante, ponderea rețelei cu un trafic greu și foarte greu va crește de la 18% în 1980 la 95% în anul 2000, după cum rezultă și din tabelul 1.13.

Tabelul 1.13

ANUL	Clasa de trafic (conform instrucțiunii PD 177-76)				
	foarte ușor	ușor	mediu	greu	foarte greu
1980	-	2%	18%	52%	28%
1985	-	1%	8%	44%	47%
1990	-	1%	5%	39%	55%
1995	-	1%	4%	35%	60%
2000	-	1%	4%	30%	65%

Din prezentarea de mai sus, rezultă clar că dezvoltarea economiei atrage după sine necesitatea de transport, care în special pentru transportul auto, se caracterizează prin intensități sporite de trafic și autovehicule.

### 1.3.3. Influența stării tehnice a rețelei de drumuri publice asupra consumurilor energetice

Starea tehnică a rețelei de drumuri publice are implicații deosebite în activitatea transporturilor rutiere, influențînd în mod direct: consumurile normate de carburanți și lubri-

fianți, uzura mijloacelor de transport, viteza de circulație, securitatea circulației și nu mai puțin costul transporturilor.

In continuare ne vom ocupa numai de aspectul energetic al problemei, care are desigur implicații directe în bilanțul general.

### 1.3.3.1. Influența elementelor geometrice asupra consumurilor.

Consumul normat de carburant și ulei ( 127) prezentat în anexa 1.1. este influențat direct de viteza de circulație, care la rândul ei este determinată de o serie de factori:

- blocaje de circulație în zonele aglomerate;
- încetiniri în apropierea unor obstacole ;
- opriri la bariere sau la semnale din cale curentă;
- rampe și pante ;
- defecțiuni ale suprafeței de rulare a părții carosabile;
- curbe cu raze mici;
- vizibilitate redusă;
- parcurs pe timp nefavorabil ;
- experiența conducătorului auto.

Se prezintă mai departe câțiva factori care determină consumuri suplimentare de carburant. Reducerea vitezelor de parcurs și opririle prezintă 50-60% din consumul normal al vehiculelor.

In tabelul 1.14 prezentăm creșterea consumului de benzină pe durata încetinirii și opririi autovehiculelor, așa cum rezultă din studiile de mai sus menționate ( 18, 38, 63, 69, 71, 136).

Tabelul 1.14

Tipul autovehiculului	Camion 40KN			Camionetă 30KN			Autoturism		
	50	60	70	50	60	70	50	60	70
Viteza de parcurs	50	60	70	50	60	70	50	60	70
Lungimea de accelerație m	150	180	200	100	130	170	80	100	120
% de creștere a consumului de benzină	50	56	52	64	58	48	65	65	61

Influența rampelor și pantelor asupra consumurilor energetice și a costului transporturilor este de asemenea un element de care trebuie să se țină seamă la proiectarea drumurilor



și la alegerea traseelor în optimizarea transporturilor. Prezentăm în tabelul 1.15 indici de consum pe categorii de vehicule la lungimi de drum în palier echivalent unui km de drum în rampă ( 195).

Indici de consum pe categorii de vehicule

Tabelul 1.15

Categoria autovehiculului	Rampe							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Autoturisme	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,35	1,50	1,6
Autocamion de 50kN	1,10	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,25	2,7
Autocamion de 10kN	1,25	1,50	1,75	2,05	2,46	2,80	3,30	3,8
Autocamion de 18kN	1,45	1,90	2,35	2,90	3,40	3,90	4,40	5,1

Alte elemente geometrice ale drumului care sporesc cheltuielile de transport și consumurile de carburanți sînt serpentinele, curbele cu raze mici, zonele cu vizibilitate redusă în care vehiculele sînt obligate să reducă viteza și apoi să accelereze din nou.

Astfel, lungimea suplimentară echivalentă a unei curbe se poate deduce cu formula ( 195 ) :

$$L_p = 0,077 ( V^2 - V_c^2 ) + \frac{L_c}{V_c} - \frac{V_c}{V} \quad (1.1)$$

în care :

- $L_p$  - lungimea suplimentară, în m ;
- $V$  - viteza în aliniament, în km/h;
- $L_c$  - lungimea curbei, în m ;
- $V_c$  - viteza pe curbă, în km/h

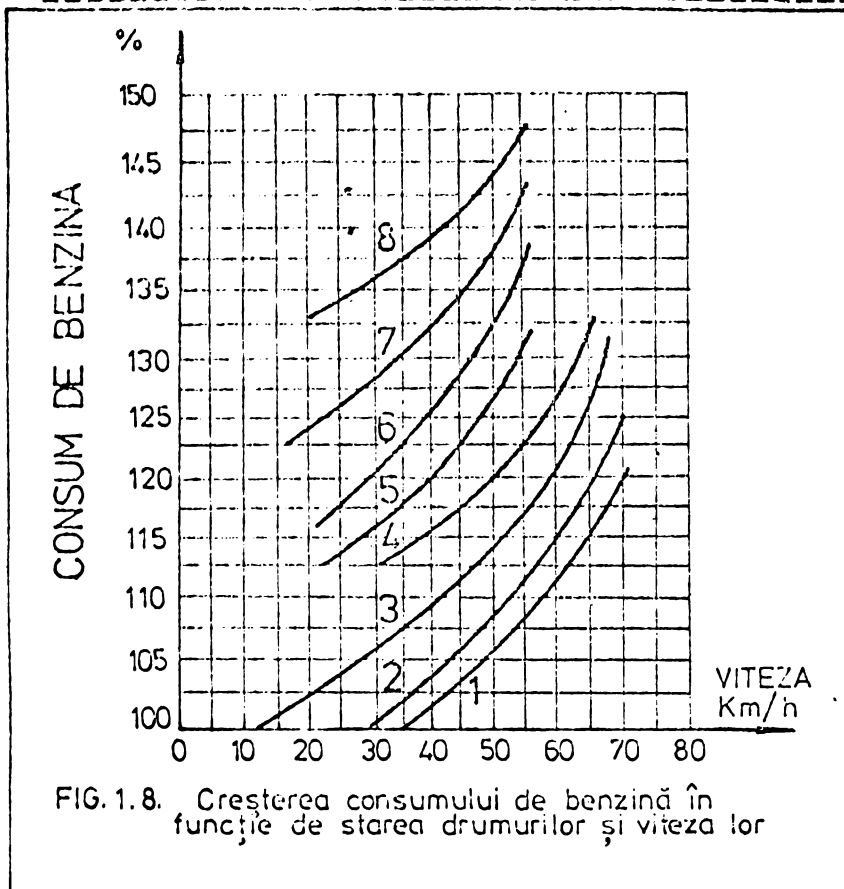
Un rol important în ce privește costul transporturilor și a consumurilor energetice îl are starea suprafeței de rulare a drumului. Din studiile și cercetările întreprinse pentru diverse tipuri de îmbrăcămînti rutiere în stare bună, mediocră sau rea, la vitezele de circulație posibile de realizat a rezultat dependența consumului de carburanți de stare tehnică a îmbrăcămîntei, tipul și viteza de circulație a autovehiculelor (11, 38, 50, 63, 71 ).

În tabelul 1.16 prezentăm coeficienți de creștere a consumului de carburanți în funcție de starea îmbrăcămîntei drumurilor, iar în graficul din fig.1.8 sînt redată consumurile

de benzină ale autovehiculelor în raport cu starea tehnică a drumurilor ( 1, 2, 3, 4, 6 ).

Tabelul 1.16

Îmbrăcămintea drumurilor și starea tehnică	Camioane de 35 KN		Autoturisme vit.km/h	
	30-40	50	50	70
Beton în stare bună (referința)	100	100	100	100
Macadam în stare bună	112	112	108	113
Macadam în stare mediocră	132	154	116	122



- 1- îmbrăcăminte rutieră în stare bună
- 2- idem în stare mediocră
- 3- idem cu denivelări și fisuri
- 4- pavaje de piatră
- 5- pietruire în stare bună
- 6- pietruire în stare mediocră
- 7- pietruire necilindrată
- 8- drum de pământ în stare mediocră

Din cele prezentate mai sus rezultă de exemplu că un autocamion de 35 KN capacitate parcurgând un drum pietruit în stare mediocră are un consum de carburanți cu 32-54% mai mare decât dacă ar parcurge cu aceeași viteză un drum cu îmbrăcămintea din beton de ciment. În aceleași condiții un autoturism are un consum mai mare cu 16-22% față de un parcurs pe o îmbrăcămintea din beton de ciment.

În ce privește indicii de cost ai carburanților, lubrifiantilor și penurilor ( 1, 2, 3 ) în cazul circulației autovehiculelor pe diverse tipuri de drumuri aceștia variază potrivit celor prezentate în tabelul 1.17.

./.

Tabelul 1.17

Tipul căii de comunicație și a autovehiculelor	Cheltuieli în procente privind			
	Carburanți	Lubri-fianți	Întreținerea autovehiculului	Anvelopele

I. AUTOTURISME

- drumuri foarte bune	110	100	100	100
- drumuri medii	115	125	130	200
- drumuri de pământ	130	150	180	350

II. AUTOCAMIOANE

- drumuri foarte bune	100	100	100	100
- drumuri medii	130	140	150	200
- drumuri de pământ	170	200	250	450

Toate aceste elemente negative se răsfrâng asupra reducerii vitezei de transport și implicit asupra consumurilor energetice și costurilor transporturilor rutiere, ele pot și trebuie analizate critic, atât sub aspectul proiectării și realizării lucrărilor noi, cât și sub aspectul amenajării, întreținerii și ranforsării rețelei de drumuri existente.

1.3.3.2. Determinarea consumurilor suplimentare la nivelul rețelei în 1980.

Consumurile normate pentru camioane și autoturisme în funcție de categoria drumurilor se stabilesc pentru carburanți, cu relația:

$$C_n = \frac{P_e}{100} \times C_m \times (1 + K \times C_u \times P_g) \times A + Q \quad (1.2)$$

în care:  $C_m$  - consum normat de combustibil în l/100 km echivalenț

$P_e$  - parcurs echivalent în km;

$C_m$  - consum mediu de combustibil în l/100 km;

$K$  - coeficient de corecție al consumului pentru parcursul cu încărcătură ;

$C_u \times P_g$  - coeficient de utilizare a parcursului ;

$A$  - coeficient de corecție a consumului ținând seama de anotimp ;

$Q$  - spor de consum pentru anumite condiții de exploatare.

Consumul normat de ulei pentru vehicule medii de transport marfă de 50 KN capacitate se găsește cu relația:

$$C_u = \frac{P_e}{100} \times C_a + n_1 \times S \times C_s \times n_2 \times C_f \quad (1.3)$$

- în care :
- $C_u$  - consumul normat de ulei în 1/100 km echivalenți;
  - $P_e$  - parcursul echivalent, în km;
  - $C_a$  - consumul specific de ulei prin ardere în 1/100 km echivalenți
  - $n_1$  - numărul schimburilor de ulei scadente și efectuate ;
  - $S$  - coeficient care ține seama de cantitatea de ulei necesară spălării sistemului de ungero ;
  - $C_s$  - capacitatea sistemului de ungero, inclusiv a filtrului de ulei în litri ;
  - $n_2$  - numărul de înlocuiri ale elementului filtrant efectuat la jumătatea periodicității de schimbare a ulciului;
  - $C_f$  - capacitatea filtrului de ulei în litri.

Determinarea elementelor componente ale relațiilor (1.2) și (1.3) ca și normele de consum efective sînt date în anexa 1.1.

Pentru a ține seama de structura traficului s-a determinat consumul mediu funcție de acesta, luînd în considerație recensămîntul circulației din anul 1980 (anexa 1.2). De aici, așa cum rezultă din anexa 1.3 pentru drumurile naționale, consumul mediu pe categorii de drum, într-o structură a traficului de 49% turism (t) și 51% autovehicule marfă (m), variază între 18,9 ...25,2 l/100 km.

Se constată că sporurile de consumuri de combustibil înseamnă pierderi sau economii, după cum un drum trece de la o categorie superioară la una inferioară și invers ( de la I la II sau de la III la IV de exemplu). La nivelul anului 1980 aceste rate de pierderi sau economii de combustibil după caz, au următoarele valori :

- 2,1 l/100 km la drumurile naționale ( 1,00 )
- 2,6 l/100 km la drumurile județene ( 1,24 )
- 2,7 l/100 km la drumurile comunale ( 1,29 )

În continuare, folosind datele de trafic din anexa 1.2. unde s-au considerat numai autovehicule, deci cele care consumă carburant și rețeaua de drumuri defalcată pe starea tehnică de

viabilitate din anexa 1.4., după datele de la Direcția drumurilor, s-a calculat pierderea de combustibil și deci de energie produsă de rețea în comparație cu o situație în care rețeaua ar trebui să fie de categoria I (M) (anexele 1.5 și 1.6).

Pentru acest calcul s-a utilizat relația :

$$P_i = 365 \times T_i (\sum L_{cd} \times P_{cd}) \times 10^{-6} \quad (1.4)$$

în care:

$P_i$  - pierderi totale la nivelul unui an "i" în mil.l/an;

$T_i$  - traficul mediu zilnic la nivelul unui an "i" în  
(veh.fiz/zi)

$L_{cd}$  - lungimi de rețea pe categorii de drumuri, în km

$P_{cd}$  - pierderi medii pe vehicul și categorii de drumuri,  
în litri/veh.km.

Determinarea pierderilor pe rețeaua de drumuri, ca urmare a stării tehnice, conduce la rezultate concrete ce pot fi consumuri fizice de combustibili, lubrifianti, anvelope sau pierderi valorice ce se ridică la milioane de lei.

Calcululele conduse în acest fel constituie și criteriul de apreciere al eficienței investițiilor în lucrări de drumuri și poduri ca și pentru lucrările de întreținere și reparații.

Cu cât este mai puțin întreținut el se degradează și trece într-o categorie inferioară, unde consumurile devin mai mari. Pierderea suplimentară produsă de o stare necorespunzătoare a rețelei de drumuri modernizate și cu îmbrăcăminți bituminoase ușoare este prezentată în anexa 1.6 pentru întreaga rețea de drumuri.

După actele normative din țara noastră pentru evaluarea consumurilor în funcție de starea suprafeței de rulare a drumurilor, acestea se împart în 6 categorii, mergînd de la drumuri cu suprafață foarte bună pînă la drumuri de șantier.

Pentru ceea ce dorim să arătăm sau ales doar primele patru categorii care sînt suficiente.

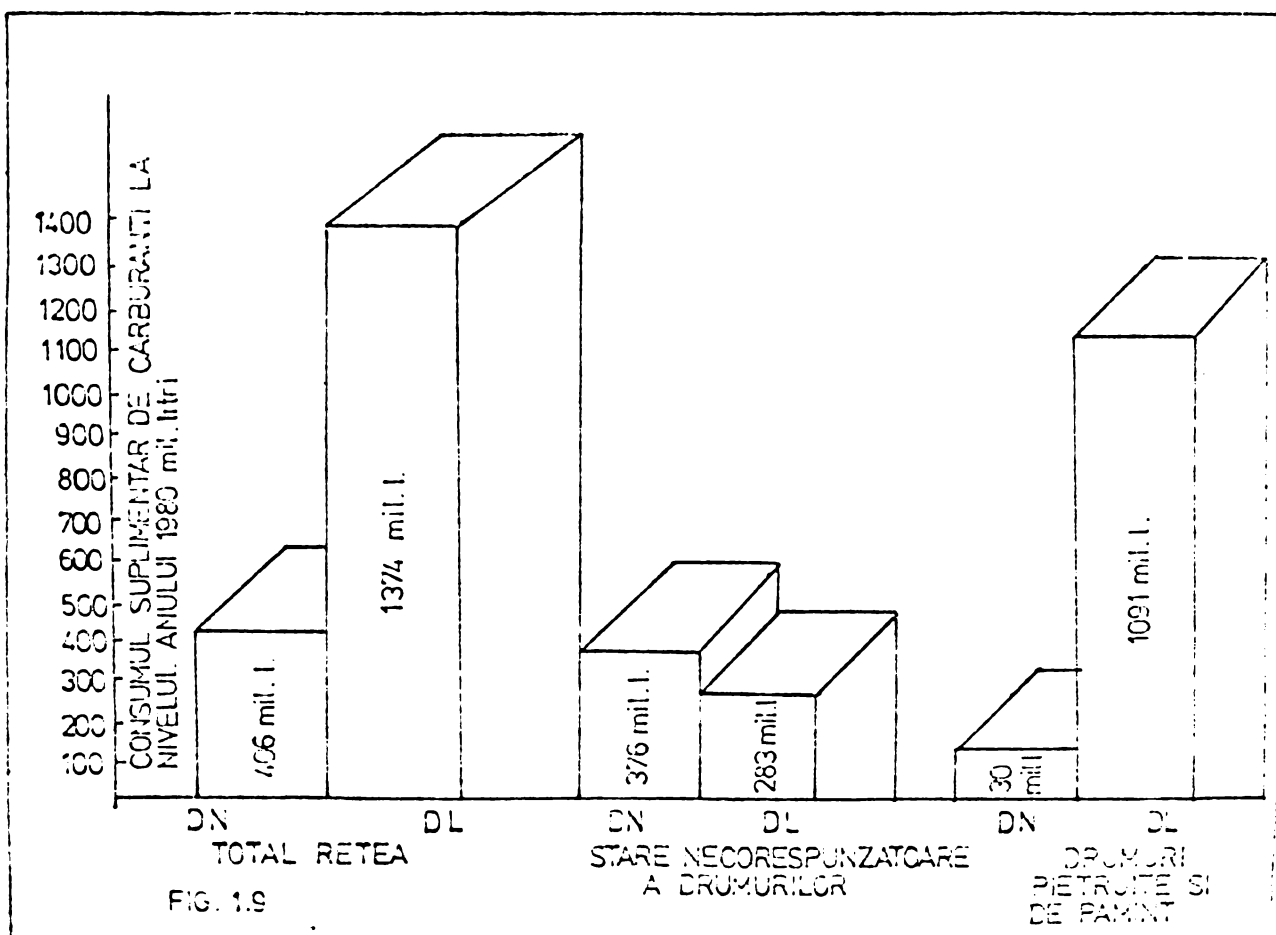
Pe baza acestor calcule, consumurile suplimentare de carburanți de pe rețeaua drumurilor publice la nivelul anului 1930 se prezintă centralizat în tabelul 1.13 rezultat din anexele menționate pînă aici.

Semnificativ este faptul că lungimea drumurilor cu durata de exploatare depășită a crescut an de an, ceea ce conduce la înregistrarea unor pagube importante în economia națională, cât și la consumuri suplimentare de carburanți, lubrifi-anți și anvelope ( fig.1.9)

Consumuri suplimentare de carburanți la nivel 1980

Taboulul 1.18

Categoria de drum	Cauza pierderilor	Produsul	Cantitate mil. litri	Energie mii tcc	
DN	Starea tehnică necorespunzătoare a drumurilor asfaltate	Carburant	376,263	451,527	
	Mentținerea unor drumuri pietruite și de pământ	Carburant	30,546	36,541	
	TOTAL	Carburant	406,819	488,068	
DL	Starea tehnică necorespunzătoare a drumurilor asfaltate	Carburant	283,737	338,009	
	Existența unei rețele mari de drumuri pietruite și de pământ	Carburant	1091,148	1305,286	
	TOTAL	Carburant	1374,885	1643,295	
TOTAL PENTRU DRUMURI ASFALTATE			Carburant	660,010	789,556
Total GENERAL			Carburant	1781,704	2131,363



După cum se vede din tabelul 1.18 și fig.1.9 consumul suplimentar datorită rețelei asfaltate variind de la bună la rea, de care s-a ținut seama, este de cca 790 mii tcc sau 660 mil. litri carburant; aceasta reprezintă 25% din consumul pe anul 1980 la transporturile publice.

Ultima cifră arată de fapt, efectul modernizării unei rețele de drumuri și concluzia că una din principalele surse de economisire a energiei este realizarea cât mai repede posibil a unei rețele de drumuri moderne și într-o stare tehnică bună.

#### 1.4. CONȚINUTUL ENERGETIC AL MATERIALELOR

Conținuturile energetice globale sînt obținute prin însumarea consumurilor de energie a tuturor operațiilor necesare lucrărilor rutiere ( extracție-prelucrare-transportul materialelor elementare), operații realizate în condiții presupuse "medii".

Consumurile energetice calculate vor fi exprimate în kg combustibil convențional (kgcc) sau tone combustibil convențional (t.c.o.). Echivalenții de bază sînt următorii ( anexa 1.7).

$$1 \text{ kwh} = 0,356 \text{ kgcc sau } 1 \text{ kgcc} = 2,81 \text{ kwh} \quad (1.5)$$

Toate energiile tind să se transforme în căldură; se măsoară deci potențialul energetic prin cantitatea de căldură produsă, raportată la unitatea de masă. Se determină două valori ale puterii calorice :

- puterea calorică inferioară (PCI) care presupune că apa conținută în combustibil rămîne în stare de vaporii;

- puterea calorică superioară (PCS) care presupune că vaporii de apă restituie căldura latentă, condensîndu-se.

PCI și PCS se exprimă în kwh, practic în kgcc.

##### 1.4.1. Conținutul energetic al bitumului.

Actualmente se constată că bitumul este în același timp un material folosit ca liant în straturile sistemului rutier (neenergetic) , iar datorită intrării și în categoria combustibililor grei poate fi considerat material energetic. Este important să se determine care este forma sub care folosirea bitumului este optimizată ținînd cont de modificările structurale posibile în ce privește consumul și rafinarea produselor petroliere.

Din punct de vedere al economiei naționale se constată că :

./.

- bitumul rutier este un produs petrolier importat calculat în tone echivalent petrol (TEP) de consum și de aceea este supus restricțiilor legate de necesitatea de a economisi produsele petroliere ;

- o mare parte a bitamului conținut în țițeiul importat este deja comercializat ca produs energetic sub formă de combustibil greu ;

- este tehnic posibil și va fi cu adevărat viabil în termeni economici de a transforma bitumul în produse ușoare, mai ales prin cracare sau gazelificare.

Având în vedere în special aceste argumente, bitumul este considerat ca produs energetic cu un consum de 1750 kgcc/t și va fi considerat astfel în toată lucrarea. Menționăm că unele țări consideră în calculule energetice ambele ipoteze: Bitumul material neenergetic și bitumul material energetic, urmând ca factorii de decizie să aleagă soluția de adoptat (139, 150, 157, 162, 186 ).

#### 1.4.2. Echivalenți energetici ai materialelor

Consumurile specifice la materiale cuprind energia cheltuită pentru producerea materialelor respective. În cazurile când acestea sînt combustibile (benzină, bitum, lemne de foc etc) este cuprinsă și energia degajată prin ardere.

Toate consumurile specifice de energie la materiale cuprind și energia consumată cu ocazia transportului de la sursă la șantier, în condiții medii. Acest lucru este valabil și pentru agregatele minerale, însă avînd în vedere distanțele mari de transport ce pot interveni uneori, s-a calculat un indice mediu de consum de energie cu care va fi afectată diferența în plus a produselor de balastieră ( 60 kgcc/1000 lei).

Pentru a exemplifica conținutul energetic al materialelor se dă în anexa 1.8 o listă a principalelor materiale utilizate la drumuri.

#### 1.4.3. Transportul materialelor

Consumurile specifice de combustibil pentru efectuarea transporturilor cu diferite mijloace sînt redată în tabelul 1.15 urmînd a fi utilizate la diferite studii analitice comparative.



Tabelul 1.19'

Felul transportului	Unitatea de măsură	Consum kgcc/UM
1. Transport pe CF (diesel) sau electric	1000 t brute x km 1000 t neto x km	7,8 15,6
2. Transporturi auto folosind motorina	1000 t nete x km	54,7
3. Transporturi auto folosind benzină	1000 t nete x km	90,6
4. Transporturi fluviale	1000 t nete x km	14,0
5. Transporturi maritime		
- cu petroliere	1000 t nete x mille marine	7,8
- cu mineraliere		12,3
- cu cargouri		27,1

#### 1.4.4. Consumuri energetice pentru prepararea și punerea în operă

La consumurile specifice menționate, pentru realizarea sistemelor rutiere se mai adaugă cele corespunzătoare fabricației și agternerii.

Din calcule sumare, se obțin valori de 31...33 kgcc/t pentru fabricarea la cald, 1 kgcc/t pentru fabricarea la rece și 1,5...2 kgcc/t pentru punerea în operă.

Toate aceste consumuri vor fi luate în considerație pentru compararea din punct de vedere energetic a diferitelor sisteme rutiere în capitolele următoare.

#### 1.5. POSIBILITATI DE IMBUNATATIRE A REZELEI DE DRUMURI PUBLICE

Din toate datele introductive prezentate, rezultă necesitatea primordială de îmbunătățire radicală și mediată a actualei rețele rutiere publice prin aplicarea programelor elaborate pe perioadele următoare atât în ce privește ranforzarea drumurilor, executarea covoarelor asfaltice, tratamente, înlătunarea punctelor negre de strangulare a circulației, consolidarea acostamentelor, pietruirea drumurilor de pământ cât și executarea lucrărilor de îmbrăcăminți bituminose ușoare.

./.

Toate aceste lucrări efectuate la timp și potrivit programelor, vor da posibilitatea să se obțină realizarea de transporturi cu consumuri reduse de carburanți și în condiții economice și de siguranță avantajoase. Pentru aceasta este necesară o gospodărire judicioasă a fondurilor și o planificare potrivit necesităților celor mai stringente, în funcție de trafic și starea drumurilor.

Este interesantă citarea unor exemple referitoare la rezultatele obținute în unele țări în ceea ce privește economiile realizate și importanța acordării fondurilor pentru amenajări rutiere în schimbul obținerii unor economii energetice (151,157, 162,192,195).

Astfel în țări dezvoltate din punct de vedere rutier din Europa și Asia, asemena calcule au condus la decizii de amenajare în continuare a rețelei rutiere pentru reducerea cheltuielilor de transport.

Aceiași problemă a reducerii consumului energetic se pune și în țările în curs de dezvoltare, țări care și-au propus programe de construire, amenajare și întreținere pentru rețelele de drumuri. Primele rezultate demonstrează justetea acestei alegeri, cheltuielile de transport reducându-se cu sume importante în fiecare an.

Ca urmare a studiilor făcute la noi în țară rezultă că mai sînt și alte cauze ale creșterii consumului energetic pe rețeaua drumurilor publice :

- existența a încă 1.625 buc. poduri de lemn cu restricție de tonaj ( 27% din total ) din a căror cauză se folosesc rute ocolitoare cu adaos substanțial de sporuri la consumurile de combustibil;

- existența numai pe rețeaua de drumuri naționale a 431 pasaje de nivel cu bariere la care pierderea medie anuală pe bucată este de oca 500 tone combustibil în afara altor cheltuieli generate de staționările autovehiculelor și persoanele, a căror activitate este întreruptă sau amînată;

- reducerea vitezei în cadrul transporturilor rutiere ca urmare a existenței unor sectoare de drum inundabile, apoi înzăpezite sau unde nu se execută operativ lucrările de deszăpezire. Este de reținut că viteza redusă cu 30-40% antrenează un consum energetic cu 10-20% mai mare.

Din cele de mai sus, se desprinde pregnant importanța deosebită pe care o are în economia națională îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor publice, factor decisiv în reducerea consumurilor de energie al transporturilor rutiere.

Ținând seama deci de importanța stării tehnice a drumurilor publice în contextul actual al crizei energetice mondiale și ca urmare a studiilor întreprinse, se impune în mod deosebit luarea unor măsuri radicale, de ansamblu, la nivelul economiei naționale, prin susținerea, aprobarea și realizarea programelor de îmbunătățire a stării de viabilitate a actualelor drumuri publice așa cum se propun în prezenta lucrare.

În cadrul acestor programe se fac următoarele propuneri:

- ranforsarea actualei rețele de drumuri publice cu îmbrăcăminți bituminoase a căror durată de exploatare este depășită și a căror stare este necorespunzătoare ;
- definitivarea podurilor cu restricții de tonaj, în special a celor din lemn;
- continuarea construirii de pasaje denivelate în cele mai stringente puncte de pe rețea;
- sporirea capacităților de trafic în zonele aglomerate;
- sporirea gradului de siguranță prin executarea amenajării curbelor periculoase, ocoliri, zone cu declivități accentuate, locuri înguste fără vizibilitate ;
- restrângerea ariei de realizare a îmbrăcăminților bituminoase ușoare numai pentru drumurile cu un trafic ușor;
- dezvoltarea producției de materiale locale (balastiere, cariere ) pentru nevoile proprii, reducându-se prin aceasta cheltuielile de transport și în consecință și consumurile energetice ;
- folosirea pentru realizarea lucrărilor de drumuri a materialelor re folosibile sau a altor produse netradiționale;
- înlocuirea îmbrăcăminților bituminoase pe unele drumuri, în special locale, cu pavaje de piatră sau macadamari;
- realizarea de lucrări durabile de drumuri pentru traficul greu ce se va dezvolta în continuare în viitor.

Fără nici o îndoială posibilitățile de îmbunătățire a rețelei rutiere comportă și alte domenii, cum ar fi cel al folosirii materialelor netradiționale, al tehnologiilor moderne, al

valorificării materialelor existente sau al celor refolosibile.

Esențialul este de a crea o rețea de drumuri cu o stare bună pentru a putea avea în mod cert economie de energie.

## Cap.2 STUDIUL MATERIALELOR NETRADITIONALE IN VEDEREA UTILIZARII LOR LA LUCRARILE DE DRUMURI.

Directivole Congresului al XII-lea al Partidului Comunist Român cu privire la dezvoltarea economică și socială a României pe perioada 1981-1985 și liniile directoare pînă în anul 1990, prevăd o creștere importantă a traficului intern de mărfuri și călători urmînd a se realiza un sistem unitar de transporturi în condiții calitative superioare și cu eficiență sporită ( 2,3,8,15,78).

Avînd la bază aceste orientări s-a elaborat programul de dezvoltare și îmbunătățire a stării tehnice a drumurilor publice pentru perioada 1981-1985, în care s-au prevăzut atît lucrări de modernizări a acestora cît și lucrări privind întreținerea și ranforsarea rețelei rutiere existente pentru a corespunde traficului în continuă creștere.

Realizarea prevederilor este condiționată de asigurarea fondurilor necesare precum și a materialelor de bază: bitum, ciment, agregate naturale.

### 2.1. SITUATIA PRODUCTIEI DE MATERIALE RUTIERE TRADITIONALE FATA DE CONSUM

Dintre materialele rutiere tradiționale bitumul rutier reprezintă o pondere însemnată.

Astfel necesarul de bitum rutier pentru realizarea prevederilor de dezvoltare și întreținere a drumurilor publice pe perioada 1981-1985 se ridică la cca 250 mii tone, ținînd seama de faptul că producția internă de bitum poate asigura numai cca 1/3 din acest necesar de bitum, rezultă preocuparea permanentă din partea tuturor factorilor pentru utilizarea de înlocuitori și adoptarea de alte soluții tehnice în care să se reducă consumul de bitum rutier.

Această discrepanță dintre producția de materiale și consum se regăsește și în domeniul agregatelor naturale de carieră. Astfel dacă necesarul acestor materiale pentru perioada 1981-1985 se ridică la cca 35.000 mii tone, producția de agregate naturale de carieră se estimează la cca. 23.000 mii tone.

## 2.2. MATERIALE NETRADITIONALE CE POT FI LUATE IN CONSIDERATIE PENTRU LUCRARI LE RUTIERE

Studiile efectuate se referă la posibilitățile de utilizare în diverse straturi rutiere a unor materiale netradiționale în special a deșeurilor industriale ( 21, 30, 45, 47, 51, 105).

Continuarea în ritm susținut a procesului de modernizare a economiei, dezvoltarea unei industrii puternice și competitive, impune din ce în ce mai stringent, atragerea în circuitul economic și valorificarea intensă a deșeurilor.

Prin valorificarea complexă a deșeurilor se amplifică baza de materii prime, concomitent cu diminuarea costurilor de producție, avînd în vedere faptul că resursele de materiale rutiere clasice de care dispunem sînt limitate, iar unele din ele, cum sînt cimentul și bitumul, se înscriu în gama produselor energointensive.

S-a avut în vedere utilizarea materialelor netradiționale în următoarele domenii :

- materiale de umplură pentru construcția terasamentelor
- înlocuirea de piatră naturală și agregate pentru execuția fundațiilor rutiere și a structurilor de bază;
- materiale pentru ameliorarea granulozității a agregatelor naturale locale ( balast, nisip) folosite pentru execuția fundațiilor rutiere ;
- produse chimice pentru stabilizarea pămînturilor sau a altor materiale locale ;
- filere în mixturi asfaltice;
- înlocuitori ai bitumului, ca lianți pentru mixturi asfaltice.

## 2.3. REZERVELE, CARACTERISTICILE SI DOMENIILE DE UTILIZARE A MATERIALELOR NETRADITIONALE LA CONSTRUCTIA SI INTRETINEREA DRUMURILOR.

În cadrul studiului s-au efectuat: localizarea deșeurilor, rezervele actuale și încercări de laborator pentru stabilirea caracteristicilor fizico-chimice și a posibilităților de aplicare la drumuri.

În anexa 2.1. se prezintă lista materialelor netradiționale luate în considerație.

./.

### 2.3.1. Nisipul bituminos

Principalele acumulări de nisip bituminos din România sînt localizate în județele Bihor și Prahova în perimetrele Derna, Budoi și respectiv Matița. La începutul anului 1979 existau în evidența rezervei de lianți a Comisiei Republicane de **Reserve Geologice** peste 32.000 mii tone repartitate pe perimetrele de exploatare astfel : în județul Bihor, la Derna 1200 mii tone și la Budoi 1600 mii tone, iar în județul Prahova, în zona Matița 21.200 mii tone.

Echivalentul de bitum din rezervele de bilanț se ridică la peste 820 mii tone, iar din rezerva în afară de bilanț la cca 8550 mii tone.

#### 2.3.1.1. Caracteristici fizico-mecanice.

Cercetările efectuate asupra nisipului bituminos existent în cele trei perimetre principale de exploatare, au evidențiat faptul că acesta este constituit în general din:

- substanță organică ( bitumina ) : 6,0 ... 22%
- substanță anorganică (nisipul) : 2 ... 73%
- apă : 1,5 ... 5 %

Investigațiile anterioare ( 47,59,66 ) efectuate au permis stabilirea valorilor pentru conținutul în substanță organică și anume de 14% în cazul nisipului bituminos de Derna și Budoi și de numai 3,9 ... 12,6% în cazul nisipului bituminos de Matița ; aceste limite largi de variație precum și conținutul în general redus de bitum au condus la închiderea în anul 1974 a exploatării zăcămintului Matița.

În aceste condiții exploatarea zăcămintelor de nisipuri bituminoase s-a făcut cu precădere în județul Bihor, acesta fiind în prezent singurul furnizor.

Studiile recente efectuate în cadrul acestei teze, asupra caracteristicilor nisipului bituminos din județul Bihor au evidențiat, după cum rezultă din tabelul 2.1. următoarele:

- conținutul de bitum variază în limite foarte largi (6,68...13,26%), înregistrîndu-se o valoare medie de 9,93%, deci mult mai mică decît cea avută în vedere în primii ani de valorificare a nisipului bituminos la realizarea îmbrăcămintilor bituminoase (cca 14%) și decît cea prevăzută în norma internă de livrare ( N.I. 168-65).

./.

Tabelul 2.1.

Nr. crt.	Caracteristici ale nisipului bituminos	Probe parțiale				Proba Probamedie nr.5
		Proba nr.1	Proba nr.2	Proba nr.3	Proba nr.4	
1.	Umiditate, %	8,1	1,02	3,41	0,64	3,45
2.	Conținutul în bitum %	9,96	13,96	11,45	6,89	9,93

De asemenea, din tabelul 2.2. rezultă că:

- bitumul existent în nisipul bituminos, atestă vîscozitatea mai scăzută datorită structurii sale, determinată de un conținut scăzut de asfaltene, sub valoarea minimă propusă de ICPTT pentru bitumul D 80/120 ( min.21%).

Tabelul 2.2.

Nr. crt.	Caracteristicile bitumului extras din nisipul bituminos	U/M	Bitum din nisip bituminos	Bitum neparafinos pentru drumuri
1.	Punct de înmuiere IB	°C	15	39...49
2.	Punct de rupere Frass,	°C	-18	max.-15
3.	Conținut de asfaltene (metoda ICPTT/1978)	%	15,67	min. 21

În aceste condiții devine evident că nisipul bituminos existent nu poate fi folosit ca atare, ci numai pe baza unor procedee tehnologice care să conducă la modificarea structurii coloidale a bitumului ( 21,57).

#### 2.3.1.2. Domenii de folosire

În vederea folosirii nisipului bituminos în condițiile tehnice prescrise pentru o mixtură asfaltică sînt necesare:

- modificarea consistenței bitumului natural conținut în nisipurile bituminoase ( care au punctul de înmuiere IB cuprins între 10°C și 17°C), astfel încît aceasta să corespundă prescripțiilor tehnice pentru bitumul rutier tip D 80/120;

- corectarea granulozității agregatului mineral pentru a se încadra în condițiile tehnice aferente tipului de mixtură asfaltică dorit ;

- obținerea unui conținut de bitum corespunzător doza-ului prescris pentru mixtura asfaltică aleasă.

În vederea stabilirii caracteristicilor fizico-mecanice a mixturilor asfaltice preparate cu nisip bituminos și a stabilirii domeniului de utilizare al acestuia la drumurile naționale și locale, în funcție de trafic, s-au efectuat cu sprijinul

Institutului de cercetări și proiectări tehnologice în transporturi, în decursul a peste 20 ani, încercări pe mai multe sectoare experimentale executate cu diferite tipuri de mixturi asfaltice, anrobate bituminoase, mortare asfaltice, beton asfaltic cu agregat mărunț pentru stratul de uzură și beton asfaltic deschis pentru stratul de legătură.

Cercetări și experimentări executate în cadrul DDP Timișoara ( DN 6, DN 7, DN 58, DN 58 A, DN 66, DN 68, DN 68 A, DN 69 și DN 79 A ), în cadrul DJDP Prahova ( practic toate drumurile ) și DJDP Bihor ( practic toate drumurile) au condus la stabilirea procedeelor tehnologice de folosire a nisipului bituminos și a condițiilor tehnice care trebuie să le îndeplinească mixturile asfaltice preparate cu acest material.

În cele ce urmează se prezintă o sinteză a procedeelor tehnologice experimentate și domeniul de folosire stabilit pe baza urmării comportării sectoarelor executate.

Mixturi asfaltice preparate cu nisip bituminos fără adaos de bitum industrial, acest procedeu a fost experimentat de către DJDP Prahova ( 58) realizându-se anrobate bituminoase din nisip bituminos cu adaos de pietriș, nisip natural și filer de calcar conform dozajelor menționate în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3.

Nr. crt.	Materiale	Dozaj %	Bitum în mixtură %
1.	Nisip bituminos	50,9	5,5
2.	Pietriș și nisip natural	42,0	-
3.	Filer	8,0	-

Proprietățile fizico-mecanice ale mixturii asfaltice realizate, centralizate în tabelul 2.4 evidențiază caracteristici de rezistență scăzute, improprii generalizării acestui procedeu la drumurile publice.

Tabelul 2.4.

Nr. crt.	Caracteristici	UM	Valori medii
1.	Densitate aparentă	t/m <sup>3</sup>	2,050
2.	Absorbția de apă	% vol.	12,0
3.	Rezistența la compresiune la 22°C	daN/cm <sup>2</sup>	10,0



Mixturi asfaltice preparate cu nisip bituminos și adaos de bitum dur. Acest procedeu a avut drept scop modificarea penetrației bitumului natural din nisipul bituminos astfel încât liantul rezultat să prezinte caracteristici similare cu cele ale bitumului rutier tip D 80/120, conferind astfel mixturii asfaltice caracteristici de rezistență și stabilitate corespunzătoare.

În general bitumul de adaos a fost bitumul industrial de tip Ip 85/100 cu penetrație la 25°C de 5 ...20 1/10 mm și punct de înmuiere IB de 85 ...100°C sau bitumul industrial tip C.

S-au realizat următoarele tipuri de mixturi asfaltice:

- anrobat bituminos ;
- mortar asfaltic ;
- beton asfaltic cu agregat mărunț sărac în criblură;
- beton asfaltic deschis

Dozajele aplicate pentru anrobatul bituminos la lucrările executate pe drumurile naționale din cadrul DDP Timișoara (66) și pe drumurile locale din cadrul DJDP Bihor și Prahova (58,59,80,81,82,83) sînt centralizate în tabelul 2.5.

Tabelul 2.5.

Nr. ort.	Materiale	Dozaje %	Bitum în mixtură %
1.	Nisip bituminos	29,0...31,0	4,0...4,3
2.	Bitum industrial	1,0... 1,3	1,0...1,3
3.	Pietriș sort.7-30	30,0...31,0	-
4.	Nisip natural sort.0-7	32,0...33,0	-
5.	Filer de calcar	5,0	

Prin aplicarea unui raport bitum natural-bitum dur de 75/25 s-a realizat un liant cu punct de înmuiere IB de 47. . . 51°C , așa cum se constată din fig. 2.1. care a imprimat mixturii asfaltice caracteristici corespunzătoare.

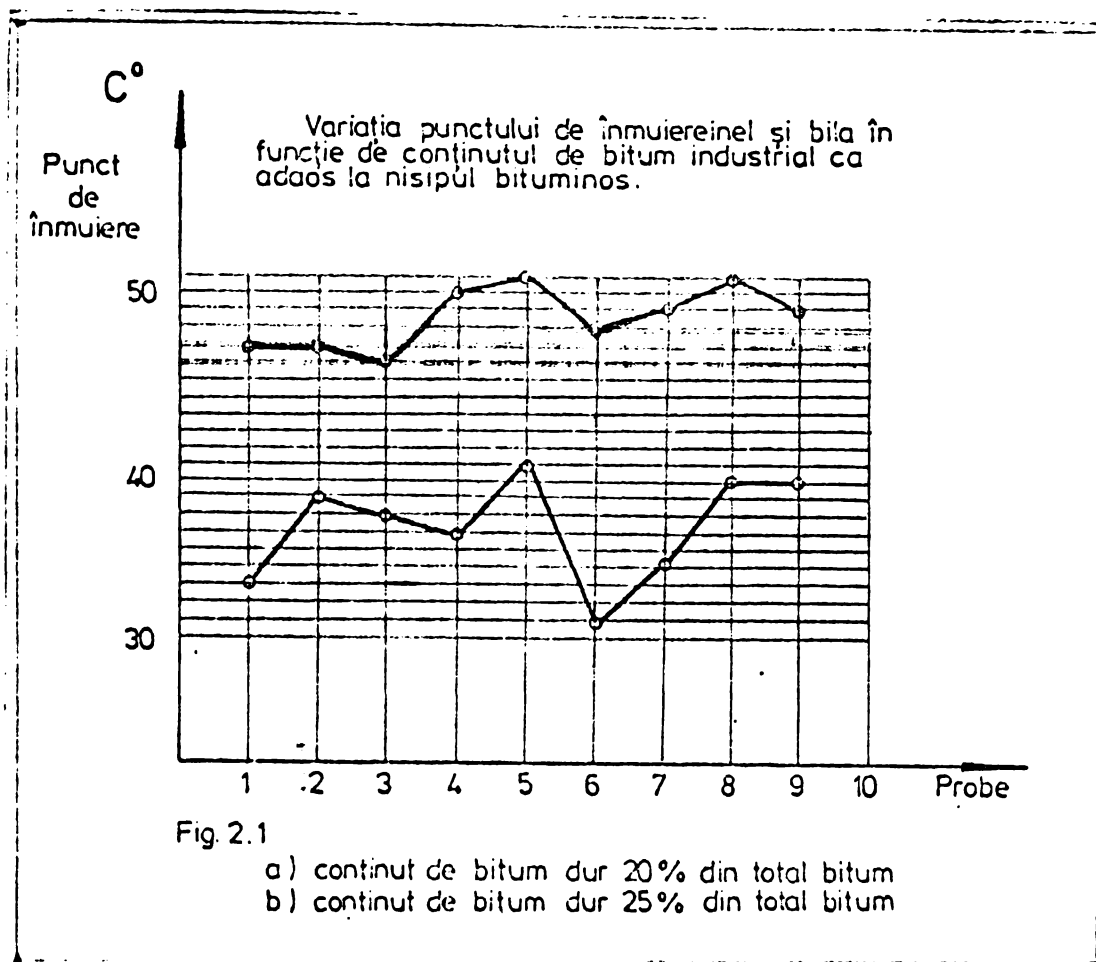


Fig. 2.1

a) conținut de bitum dur 20% din total bitum  
b) conținut de bitum dur 25% din total bitum

Rezultatele analizelor de laborator, centralizate în tabelul 2.6. evidențiază influența favorabilă a adaosului de bitum dur asupra caracteristicilor de rezistență ale mixturii asfaltice, respectiv creșterea rezistenței la compresiune la 22°C la 25 daN/cm<sup>2</sup>, față de 10 daN/cm<sup>2</sup> în cazul anrobotului bituminos fără adaos de bitum dur, și stabilitate Marshall corespunzătoare pentru drumurile cu trafic mijlociu și intens.

Tabelul 2.6.

Nr. crt.	Caracteristici	UM	Valori medii
1.	Densitatea aparentă	t/m <sup>3</sup>	2200
2.	Absorbția de apă	% vol.	10
3.	Rezistența la compresiune la 22°C	daN/cm <sup>2</sup>	25
4.	Stabilitate Marshall la 60°C	daN	750
5.	Fluaj la 60°C	mm	3,0

În cazul mortarelor asfaltice, aplicate pe drumurile locale în județele Prahova și Bihor conform dozajelor menționate în tabelul 2.7., s-au înregistrat caracteristici de rezistență inferioare anrobotului bituminos.

Tabelul 2.7.

Nr. crt.	Materiale	Dozaje %	Bitum în mixtură %
1.	Nisip bituminoasă	50,0	5,0
2.	Bitum industrial	4,5	4,5
3.	Nisip natural sort 0-7	33,5	-
4.	Filer	12,0	-

Analizând rezultatele de laborator sintetizate în tabelul 2.8., se constată valori mai scăzute atât pentru rezistența la compresiune cât și pentru stabilitatea Marshall, caracteristici care au determinat apariția fenomenelor de vâluriri, curguri și refulări laterale ale îmbrăcămintei bituminoase, mai ales la secțiunile de drum cu declivități mai mari de 3%.

Tabelul 2.8.

Nr. crt.	Caracteristici	UM	Valori medii
1.	Densitatea aparentă	t/m <sup>3</sup>	2100
2.	Absorbția de apă	% vol.	9,0
3.	Rezistență la compresiune la 22°C	daN/cm <sup>2</sup>	17,0
4.	Stabilitate Marshall la 60°C	daN	400,0
5.	Fluaj la 60°C	mm	5,0

În ceea ce privește mixtura asfaltică tip beton asfaltic cu agregat mărunț sărac în criblură, acestea au fost aplicate pe unele drumuri naționale din cadrul DDP Timișoara (66) și pe unele drumuri locale din județele Bihor și Prahova (58,59).

Dozajele aplicate sînt centralizate în tabelul 2.9., iar curba granulometrică realizată în fig.2.2.

Tabelul 2.9.

Nr. crt.	Materiale	Dozaje %	Bitum în mixtură %
1.	Nisip bituminos	40,0...45,0	5,0...5,6
2.	Bitum industrial	1,9... 3,4	1,9...3,4
3.	Criblură sort 8-16	9,0...10,0	-
4.	Criblură sort 3-8	21,0...23,0	-
5.	Nisip de concasaj sort 0-3	13,0...17,0	-
6.	Filer de calcar	10,0...13,0	-

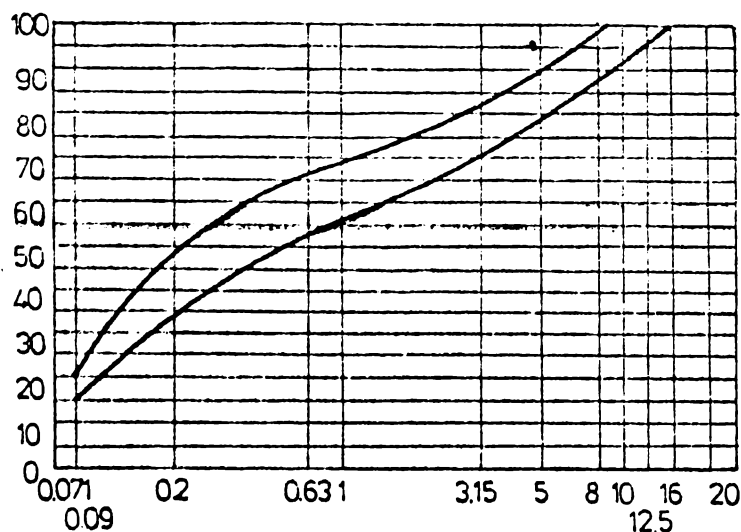


Fig. 2.2

Curba granulometrică a agregatului mineral din beton asfaltic cu agregat mărunt sărac în criblură.

Analiza proprietăților fizico-mecanice ale acestui tip de mixtură, menționate în tabelul 2.10 evidențiază caracteristici de rezistență superioare față de cele înregistrate în cazul anrobotului bituminos și mortarului asfaltic, determinate de un schelet mineral puternic și un liant cu vâscozitate crescută (punct de înmuiere IB de 40...50°C).

Tabelul 2.10

Nr. crt.	Caracteristici	UM	Valori medii
1.	Densitatea aparentă	t/m <sup>3</sup>	2200
2.	Absorbția de apă	% vol	7,0
3.	Rezistența la compresiune	daN/cm <sup>2</sup>	
	- la 22°C		38,0
	- la 50°C		20,0
4.	Stabilitate Marshall	daN	800
	- la 60°C		
5.	Fluaj la 60°C	mm	3,5

Mixturi asfaltice preparate cu nisip bituminos și adaos de clorură ferică. Acest procedeu a fost experimentat de către DJDP Bihor în colaborare cu Institutul de Cercetări Tehnologice în Transporturi, avînd drept scop eliminarea bitumului dur din procedeu analizat anterior, material deficitar ( 81).

Cercetările și experimentările efectuate (81) au evidențiat acțiunea de catalizator a clorurii ferice, asupra bitumului din nisipul bituminos: creșterea punctului de înmuiere IB de la 15°C la 32...42°C, determinată de modificarea raportului dintre uleiuri, rășini și asfaltene prin creșterea considerabilă a conținutului de asfaltene ( tabelul 2.11).

Tabelul 2.11

Nr. crt.	Caracteristici	Bitum din nisip bituminos	Bitum rezultat din tratare cu FeCl <sub>3</sub>
1.	Punct de înmuiere IB °C	15	32...42
2.	Compoziția de grupă		
	- uleiuri, %	-	53...54
	- rășini, %	-	18...20
	- asfaltene, %	-	26...27

S-au realizat mixturi asfaltice tip mortar asfaltic (cu 1,0 % FeCl<sub>3</sub>) și beton asfaltic deschis (0,25% FeCl<sub>3</sub>) conform dozajelor menționate în tabelul 2.12.

Tabelul 2.12

Nr. crt.	Materiale	Mortar asfaltic		Beton asfaltic deschis	
		Dozaje %	Bitum în mixtură, %	Dozaje %	Bitum în mixtură, %
1.	Nisip bituminos	50,0	9,5	24,0	4,6
2.	Pietriș sort 0-30	-	-	50,0	-
3.	Criblură sort 16-25	-	-	24,0	-
4.	Nisip natural sort 0-7	34,0	-	-	-
5.	Filer de var stins	4,0	-	2,0	-
6.	Filer de calcar	12,0	-	-	-

Caracteristicile fizico-mecanice obținute sînt prezentate în tabelul 2.13.

Tabelul 2.13

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori medii	
			Mortar asfaltic	Beton asfaltic
1.	Densitatea aparentă	t/m <sup>3</sup>	2,170	2,150
2.	Absorbția de apă	% vol.	11,4	14,0
3.	Rezistența la compresie la 22°C	daN/cm <sup>2</sup>	26,0	19,0

Urmare studiilor efectuate, a verificărilor în teren, a urmării comportării sectoarelor în exploatare, a colaborării permanente pe parcursul a două decenii cu unitățile care au lucrat, se desprind următoarele concluzii:

- nisipul bituminos este un material care trebuie urgent reconsiderat în situația actuală a bilanțului energetic;
- tehnologia de execuție trebuie revăzută date fiind

evoluțiile utilajelor și instalațiilor ;

- domeniul de folosire poate cuprinde o arie largă, inclusiv drumurile naționale de clasa IV-V cu un trafic ușor și mijlociu;

- rezultatele comportării în timp a îmbrăcăminților cu nisip bituminos atestă o evoluție corespunzătoare comparabilă cu cea a îmbrăcăminților bituminoase clasice.

Pentru transpunerea cât mai repede în practică s-au și făcut intervenții pentru :

- sporirea producției de nisip bituminos de la 80 mii tone în 1982 la 500 mii tone în 1985 atât la Derna, Tătăruș cât și prin redeschiderea carierei de la Matița ( jud.Prahova);

- introducerea în programul special pentru drumuri a execuției ranforsărilor îmbrăcăminților existente cu mixturi asfaltice cu nisip bituminos (atât la drumurile naționale 100 km în 1984 cât și la drumurile locale ) ;

- revizuirea tehnologiilor de extragere, manipulare, transport, pentru asigurarea unor indicatori superiori celor actuali ;

- determinarea zonei de influență pentru eficiența economică, cantitățile existente astăzi, permițând numai o arie restrânsă de aplicare.

### 2.3.2. Zgura granulată

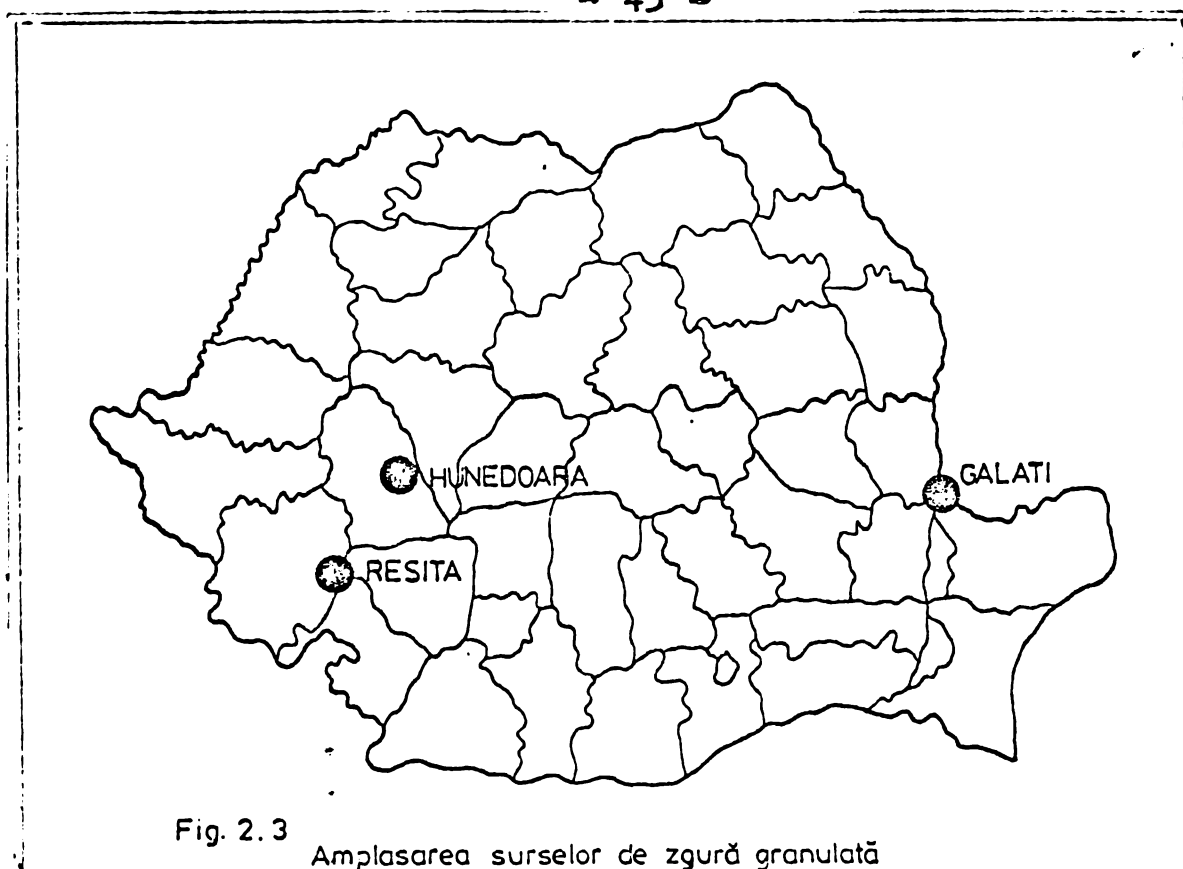
Zgura de furnal granulată se obține prin răcirea bruscă a zgurii lichide, prin aceasta realizându-se un material microgranular cu structură sticloasă, apropiată de cea a nisipului natural.

Cantitățile de zgură granulată fabricată de cele trei combinate siderurgice existente în țară, Combinatul siderurgic Galați, Combinatul siderurgic Hunedoara și Combinatul siderurgic Reșița se estimează la 5600 mii tone.

În fig.2.3. se prezintă amplasarea surselor de zgură granulată.

#### 2.3.2.1. Caracteristici fizico-mecanice ale zgurii granulate

Studiile efectuate ( 51, 52, 54, 56, 86 ) pentru determinarea caracteristicilor chimice, fizice și mecanice au permis stabilirea următoarelor observații:



- compoziția chimică, redată în tabelul 2.14 pune în evidență conținutul ridicat în oxid de calciu (46,56...49,96%) și în oxid de siliciu (35,81...36,98%) indiferent de proveniența zgurii granulate. Caracterul bazic, determinat de această compoziție chimică, explică activitatea hidraulică a zgurii granulate caracteristică foarte importantă, care permite utilizarea acestui material ca liant pentru stabilizarea materialelor granulare.

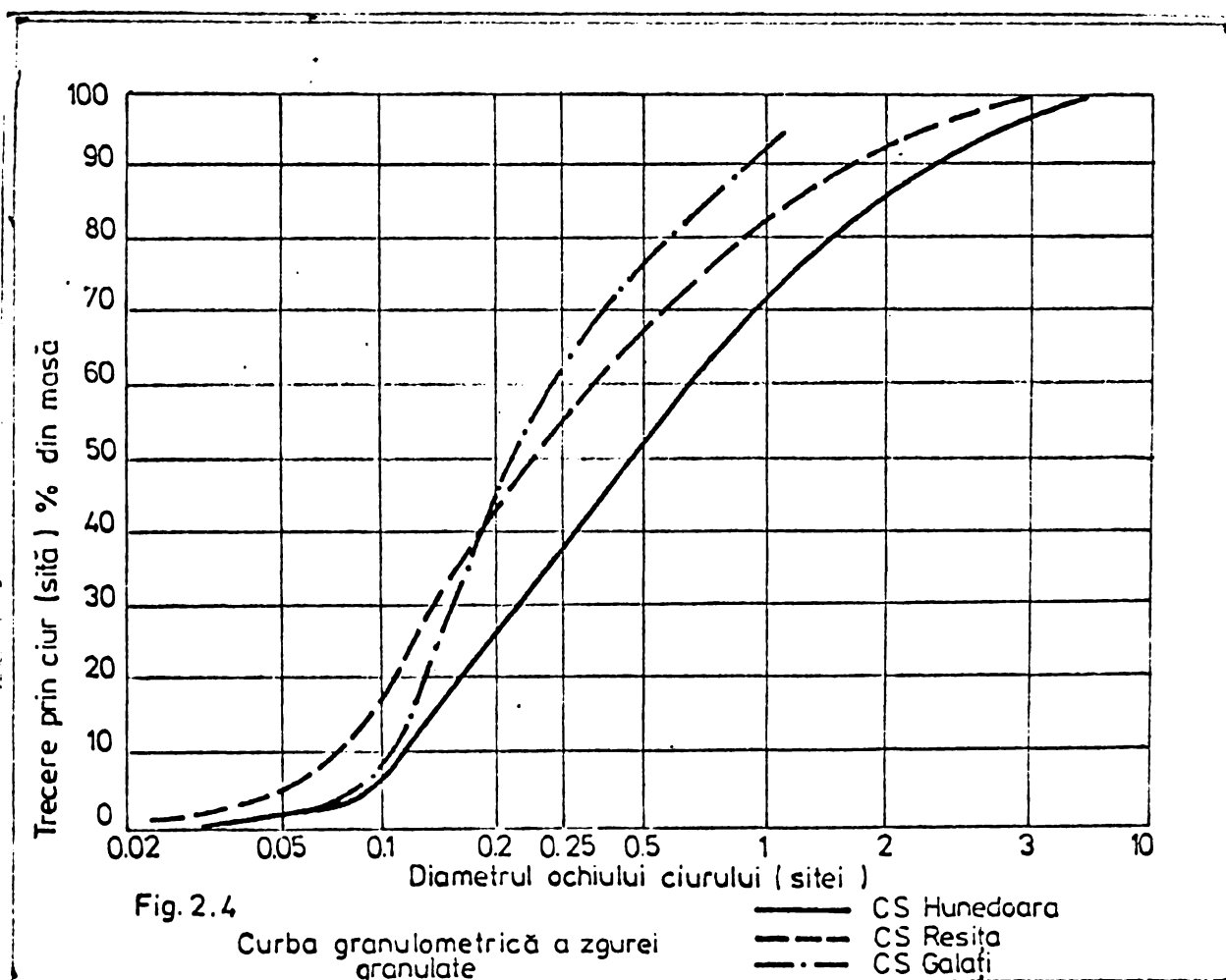
Tabelul 2.14

Nr. ort.	Compoziția chimică	U/M	CS		
			Hunedoara	Resita	Galati
1.	Bioxid de siliciu ( $\text{SiO}_2$ )	%	35,81	36,98	36,86
2.	Oxid de calciu ( $\text{CaO}$ )	%	48,68	49,96	46,56
3.	Oxid de magneziu ( $\text{MgO}$ )	%	5,09	3,37	3,12
4.	Oxid de fier ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	%	0,16	0,29	0,50
5.	Oxid de aluminiu ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	%	10,14	8,59	12,82
6.	Sulf (S)	%	urme	urme	urme
7.	$I_B = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$	-	1,37	1,35	1,26
8.	$M_B = \frac{\text{CaO}+\text{MgO}}{\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3}$	-	1,17	1,17	1,00

- compoziția granulometrică a zgurii granulate redată în tabelul 2.15 atestă un material asemănător nisipului natural, deci o granulozitate 0...7 mm săracă în fracțiuni fine (fig.2.4.)

Tabelul 2.15

Nr. crt.	Material	U/M	CS Hunedoara	CS Resița	CS Galați
1.	Trece prin ciurul de 7,1 mm	%	100,0	100,0	99,4
2.	Trece prin ciurul de 3 mm	%	90,4	96,9	83,2
3.	Trece prin ciurul de 1 mm	%	71,6	81,8	28,7
4.	Trece prin sita de 0,2 mm	%	25,9	43,2	5,9
5.	Trece prin sita de 0,09 mm	%	3,6	13,5	2,3



- zgură granulată, așa cum rezultă din tabelul 2.16 în care sînt înscrise caracteristicile fizice, prezintă valori mari pentru echivalentul de nisip EN ( peste 92%) deci propice utilizării ei în straturile rutiere.



----- Tabelul 2.16 -----

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	CS Hunedoara	CS Reșița	CS Galați
1.	Densitatea	t/m <sup>3</sup>	2,840	2,842	2,843
2.	Echivalentul de nisip	-	0,92	0,94	2,93

-----  
 - caracteristicile de compactare-încercarea Proctor modificată- prezentate în tabelul 2.17, sînt corespunzătoare;  
 -----

----- Tabelul 2.17 -----

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori medii
1.	Greutatea volumetrică în stare uscată $\gamma_d \text{ max}$	KN/m <sup>3</sup>	1,56
2.	Umiditatea optimă de compactare, $W_{opt}$	%	4,6

-----  
 Avînd în vedere proprietățile hidraulice ale zgurei granulate, pentru stabilirea posibilităților de aplicare ale acestui material, au fost efectuate studii aprofundate, atît de către Institutul de cercetări și proiectări tehnologice în transporturi din Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor cît și în cadrul acestei teze, urmărindu-se evoluția în timp a caracteristicilor fizico-mecanice ale zgurei granulate, ca atare sau în amestec cu materiale granulare (nisip, balast), în prezența unui activant (1...3% var hidratat în pulbere).

Rezultatele obținute prezentate în tabelul anexa 2.2. au fost comparate cu condițiile tehnice impuse pentru straturile de fundație stabilizate cu ciment. S-au desprins următoarele concluzii:

- amestecul de zgură granulată cu activant precum și cel constituit din zgură granulată și material granular cu var hidratat în pulbere, atestă caracteristici de rezistență și stabilitate la apă corespunzătoare utilizării ei în unele straturi rutiere ;

- pentru un același amestec, caracteristicile mecanice cresc în timp ;

- sporirea conținutului de zgură granulată, în amestecul zgură-granulată- material granular, este însoțită de creșterea caracteristicilor de rezistență;

./.

- în cazul zgurii granulate, fără materiale granulare, creșterea în timp a rezistenței la compresiune este mai lentă, decît în cazul amestecului zgură granulată-material granular;

- cele mai bune caracteristici fizico-mecanice se realizează în cazul amestecurilor de zgură granulată și material granular, constituite în anumite proporții, în funcție de dimensiunea maximă a agregatului mineral ; astfel se consideră necesar ca zgura granulată să fie utilizată în proporție de 10...20% în cazul materialelor granulare cu  $D \leq 40$  mm, iar în cazul celor cu  $D \leq 7,1$  mm proporția de zgură se majorează la 15...30%.

### 2.3.2.2. Domenii de folosire

Studiile efectuate au condus la concluzia că acest material se poate folosi așa cum rezultă din instalațiile de granulare a zgurei lichide ( 115, 163, 170, 171, 172 ).

Tinînd seama de proprietățile puzzolanice pe care le atestă acest produs, din încercările de laborator a rezultat că zgura granulată poate fi folosită la execuția stratului de formă al terasamentului precum și a unor straturi ale sistemelor rutiere, cum ar fi stratul de fundație.

Pe baza sectoarelor experimentale executate în colaborare cu ICPTT în cadrul cercetărilor efectuate în ultimii ani precum și a altor sectoare realizate de către DDP Timișoara (ex. lucrările de lărgire a părții carosabile pe DN 59 Timișoara-Moravița și DN 69 Timișoara-Arad, lucrările de îmbrăcăminte bituminoasă ușoară pe fundație stabilizată cu zgură granulată pe DN 79 A Sicula-Sintea Nouă și DN 59 Comlosul Mare-Teremia Mare) și de către DDP Iași ( ex.lucrările de îmbrăcăminte bituminoasă ușoară pe fundație stabilizată cu zgură granulată pe DN 24 A Murgeni-Fălciu) s-au tras concluziile privind execuția straturilor rutiere din agregate granulare stabilizate cu zgură granulată.

Zgura granulată trebuie să îndeplinească și următoarele condiții de calitate ( 172 ):

- indice de calitate

$$I_c = \frac{\% \text{CaO} + \% \text{CaS} + \frac{1}{2} \% \text{MgO} + \% \text{Al}_2\text{O}_3}{\% \text{SiO}_2 + \% \text{MnO}} \geq 1,0$$

- indici de bazicitate

$$I_b = \frac{\% \text{CaO}}{\% \text{SiO}_2} \geq 1,10$$

./.

Agregatele naturale care vor fi stabilizate cu zgură granulată trebuie să prezinte un coeficient de neuniformitate U de min.8 și un echivalent de nisip EN de min. 30%; în ceea ce privește dimensiunea maximă a granulei se recomandă pentru stratul de bază 31 mm, iar pentru stratul de fundație 40 mm (16).

În aceste condiții, agregatul natural stabilizat cu zgură granulată trebuie să îndeplinească condițiile tehnice din tabelul nr.2.18 de mai jos:

----- Tabelul 2.18 -----

Nr. crt.	Caracteristici	Tipul stratului rutier		
		Strat de formă	Strat de fundație	Strat de bază
1.	Rezistența la compresiune la 14 zile atmosferă umedă, min. daN/cm <sup>2</sup>	3,5	5	7
2.	Scăderea de rezistență la compresiune prin imersare în apă timp de 7 zile, max. %	25	25	25
3.	Modulul de deformare daN/cm <sup>2</sup>	700	1000	1000

-----

Comparând caracteristicile de rezistență ale agregatelor naturale stabilizate cu zgură granulată cu cele prevăzute pentru " Straturi rutiere din pământuri stabilizate cu ciment " (tabelul 2.19) se remarcă faptul că zgura granulată folosită ca înlocuitor al cimentului în straturile de fundație, asigură stratului rutier caracteristică de rezistență superioară.

----- Tabelul 2.19 -----

Nr. crt.	Caracteristici	Tipul stratului rutier		
		Strat de formă	Strat de fundație	Strat de bază
1.	Rezistența la compresiune 14 zile atmosferă umedă min. daN/cm <sup>2</sup>	0,8...1,2	1,2...1,8	1,5...2,2
2.	Scăderea de rezistență la compresiune prin imersare în apă timp de 7 zile, max. %	-	25	20

-----

Urmare studiilor efectuate se desprind următoarele concluzii:

Zgura granulată este un excelent material rutier, care poate înlocui cu succes lianții hidraulici în unele straturi ale sistemului rutier.

./.

Poate contribui la reducerea consumului de bitum folosindu-se la straturi de bază stabilizate care pot reduce grosimile straturilor bituminoase.

Cole mai bune caracteristici fizico-mecanice se obțin în cazul amestecurilor de zgură granulată cu material granular, și depind de dimensiunile acestuia.

Zgura granulată poate fi folosită și în stratul de formă al terasamentelor ca și la consolidarea acostamentelor.

Propuneri:

- În următorii ani să crească cantitatea de zgură granulată atribuită drumurilor.

- Să se introducă adaosul de var pulbere sub forma laptei de var care are efecte pozitive din punct de vedere al protecției muncii.

- Să se adopte o tehnologie mecanizată atât la prepararea cît și la așternerea straturilor cu zgură granulată.

- Să se folosească utilajele specifice drumurilor care, cu mici modificări, corespund noii tehnologii.

### 2.3.3. Cenușa de termocentrală ( de haldă și uscată)

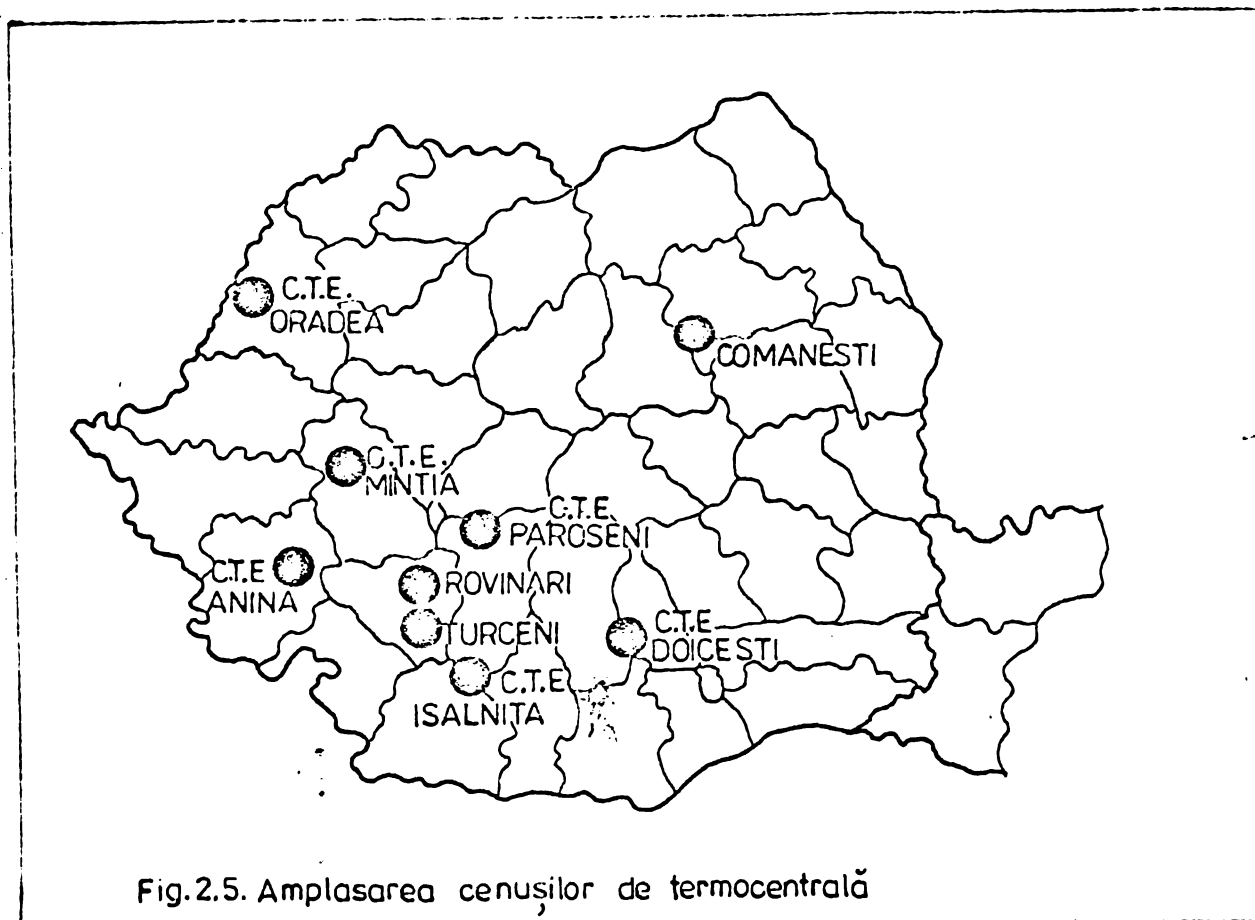
Prin arderea cărbunilor inferiori în centrale termoelectrice rezultă cantități importante de cenușă care se depozitează în haldă.

Cantitatea actuală de cenuși depozitate se cifrează la peste 50 milioane tone, ocupînd o suprafață de depozitare de 500 ha.

Cenușa de termocentrală de haldă este localizată la termocentralele Doicești, Ișalnița, Rogojelu, Turceni, Oradea, Comănești, Mintia și Paroșeni.

Cenușa de termocentrală uscată rezultă din arderea cărbunilor energetici în centrale termoelectrice și se obține prin captarea pe cale uscată în separatoare pneumatice și electrofiltre. Cenușa astfel obținută se depozitează în silozuri. Termocentralele care pot asigura acest material, sînt Ișalnița, Doicești, Mintia și Rogojelu.

În fig. 2.5. se prezintă amplasarea surselor existente de cenușă de termocentrală de haldă și uscată.



### 2.3.3.1. Caracteristicile fizico-mecanice ale cenusei de termocentrală

S-au efectuat investigații asupra compoziției chimice mineralogice și geotehnice ale principalelor surse de cenură de termocentrală ( 84, 85 ).

Compoziția chimică este prezentată în tabelul 2.20 , compoziția mineralogică cantitativă în tabelul 2.21, iar caracteristicile geotehnice în anexa 2.3.

Compoziția chimică a cenurilor se caracterizează printr-un conținut ridicat de bioxid de siliciu ( $\text{SiO}_2$ ), în general de 46...50% și de oxid de aluminiu ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), în general de 20...25%, indiferent de natura cenurii de termocentrală. Se semnalează prezența oxizilor metalelor alcalino-pământoase ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) și a metalelor alcaline ( $\text{Na}_2\text{O}$  și  $\text{K}_2\text{O}$ ), dar în cantități mult mai mici , pînă la 10%.

Compoziția chimică a cenușilor				Tabelul 2.20			
Nr. crt.	Elemente %	Doi-cești	Ișalnița	Rogojelu	Oradea	Comănești	Mintia Paroșeni
1.	SiO <sub>2</sub>	42,2	48,0	41,60	47,21	50,60	46,04
2.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,96	23,0	23,26	20,10	19,95	24,55
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,36	8,11	8,83	13,18	11,26	12,4
4.	CaO	10,21	9,6	8,06	6,70	7,03	6,66
5.	MgO	3,55	3,08	2,56	2,30	3,46	2,40
6.	Na <sub>2</sub> O	1,08	0,44	-	2,30	1,6	0,90
7.	K <sub>2</sub> O	2,09	1,67	-	0,45	3,46	1,95
8.	TiO <sub>2</sub>	1,1	1,1	-	0,8	1,18	1,0
9.	Cărbun ars în termocentrală	lignit	lignit	lignit	lignit	lignit	huilă

Analizele fizice și observațiile microscopice au evidențiat compoziția mineralogică conform tabelului 2.21(84).

Compoziția mineralogică a cenușilor		Tabelul 2.21	
Nr. crt.	Minerale	Conținutul în % pentru tipurile de cenușe:	
		Lignit	Huilă
1.	Metacaolinit	60...70	75
2.	Silicați aluminosi spineli		
3.	Mice anhidre	3...5	1...2
4.	Feldspati		
5.	Cuarț	6...7	5...10
6.	Magnetit, Hematit	8...10	10
7.	Ferite de Ca și Mg	urme	2...3
8.	Oxizi de Ca și Mg	8...10	2...3
9.	Sulfuri	urme	urme
10.	Substanțe carbunoase	5...10	-

Prin corelarea acestora cu analiza chimică rezultă următoarea repartiție:

- SiO<sub>2</sub> este format în cea mai mare parte din metacaolinit, muelit, silicați aluminosi spineli cca 70% și cuarț liber 25...30% și în cantități foarte mici muscovit, feldspati, hidromice;

-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> revine aproape în întregime silicaților de aluminiu rezultați prin arderea huilelor și în proporție foarte redusă muscovitului, feldspatiilor și hidromicelor.

Această compoziție influențează două din caracteristicile importante ale cenușilor de termocentrală și anume activitatea chimică și activitatea puzzolanică a acestora.

Activitatea chimică variază în funcție de finețea cenușii, atingând 50% din aceea a unui ciment  $P_z$  400, considerat martor, pentru cenușile de la CTE Doicești, Ișalnița, și Paroșeni și mai scăzute pentru cenușile de la celelalte termocentrale.

Activitatea puzzolanică a cenușilor de termocentrală a fost evidențiată în prezența unui adaos activant: ciment  $P_z$  400 și în special var ( 84, 128, 153, 172, 178).

Activitatea Puzzolanică ( I ap) variază între 0...1,5; ea diferă în funcție de proveniența cenușilor, acestea putîndu-se clasifica astfel :

- Cenuși fără activitate puzzolanică ( $I_{ap} < 0$ ):  
CTE Rogojelu
- Cenuși cu activitate puzzolanică redusă.  
( $0 < I_{ap} < 0,5$ ) ; CTE Paroșeni, CTE Doicești;
- Cenuși cu activitate puzzolanică medie  
( $0,5 < I_{ap} < 1,0$  )  
CTE Ișalnița
- Cenuși cu activitate puzzolanică mare și f.mare  
( $I_{ap} > 1,0$ ) : CTE Deva

Din studiile efectuate rezultă că în general cenușile de termocentrală prezintă activitate puzzolanică destul de mică. Cu toate acestea, datorită numărului ridicat de molecule de silice și alumină, care sînt numai parțial neutralizate de bazele alcaline, sau alcalino-pămîntoase, este posibilă reacția oxidului de calciu liber în prezența apei, conferind cenușii proprietăți hidraulice.

Caracteristicile geotehnice ale cenușilor de termocentrală evidențiază finețea deosebit de mare a acestora. Din examinarea compoziției granulometrice a cenușii de termocentrală reprezentată în fig.2.6. reiese că acest material conține :

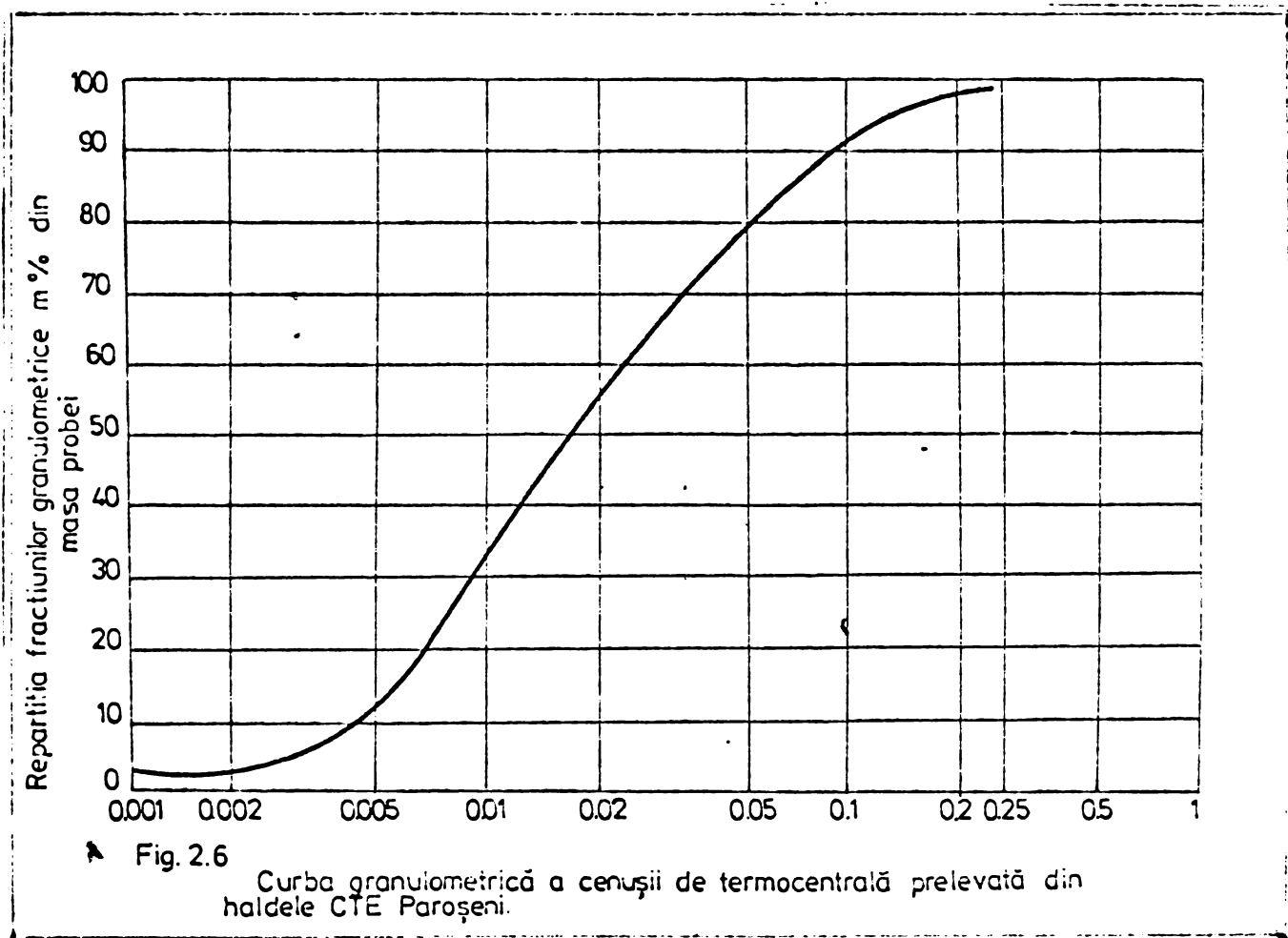
- 10% fracțiuni sub 0,005 mm;
- 68% fracțiuni 0,005...0,05 mm;
- 22% fracțiuni 0,05...0,60 mm.

Caracteristicile de compactare variază în funcție de proveniența cenușii de termocentrală, cenușile rezultate din arderea cărbunilor de huiă atestînd proprietăți superioare față

de cele de lignit care necesită umidități foarte mari ( $W_{opt}=44\%$  față de  $22,5\%$ ) pentru compactarea materialului, fără a atinge însă valorile înregistrate pentru  $\delta_{amax}$  în cazul cenușilor de huiă:

$$\delta_{amax} = 0,891 \text{ kN/m}^3 \text{ față de } 1,270 \text{ kN/m}^3$$

Tinând seama de proprietățile hidraulice ale cenușii de termocentrală, pentru stabilirea domeniului de aplicare al acesteia, s-au studiat proprietățile fizico-mecanice ale cenușii



activată cu  $1...3\%$  var hidratat în pulbere, comparându-se rezultatele cu condițiile tehnice impuse pentru straturile de fundație stabilizate cu ciment.

Tabelul 2.22

Nr. crt.	Condiții de păstrare a epruvetelor	$\text{KN/m}^3$	W %	$R_c$ $\frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	$R_b$ $\frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	C $\frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$	$\psi$ grade
1.	7 zile atmosferă umedă	1,133	26,9	12,70	1,20	2,00	$46^{\circ}10$
2.	14 zile atmosferă umedă	1,130	26,8	13,30	1,39	2,60	$47^{\circ}20$
3.	7 zile atmosferă umedă și 7 zile imersiune	1,149	33,9	10,70	1,10	2,07	$52^{\circ}30$
4.	21 zile atmosferă umedă	1,134	26,7	16,80	2,00	3,62	$43^{\circ}30$
5.	3 luni atmosferă umedă	-	-	21,10	2,12	-	-



### 2.3.3.2. Domenii de aplicare

Tinând seama de proprietățile cenușilor de termocentrală uscată și de haldă din încercările de laborator și de pe teren apreciem următorul domeniu de aplicare:

- stabilizarea materialelor locale: pentru cenușa uscată de termocentrală;
- execuția terasamentelor și rambleelor rutiere: pentru cenușa umedă de haldă.

Pe baza sectoarelor experimentale executate în colaborare cu ICPTT în cadrul cercetărilor efectuate în ultimii ani, s-au stabilit condiții tehnice de execuție pentru aceste două tipuri de lucrări rutiere (84, 172 ).

Cenușa uscată de termocentrală, pentru lucrări de stabilizare, trebuie să îndeplinească condiții suplimentare, față de cele prevăzute pentru cenușile folosite la prepararea cimentului și anume cele din tabelul 2.23 de mai jos:

Tabelul 2.23

Nr. crt.	Caracteristici	Valori
1.	$SiO_2 + Al_2O_3 + FeO_3, \%$	min.70
2.	Densitatea în grămadă în stare uscată $t/m^3$	
	- în stare afînată	0,680...0,900
	- în stare îndesată	0,800...0,100
3.	Activitatea hidraulică, % $P_2 400$	min.50
4.	Indice de activitate puzzolanică	Iap 0

Agregatul natural ( produse de balastieră, nisipuri) stabilizat cu cenușă de termocentrală va îndeplini caracteristicile de rezistență din tabelul 2.24.

Tabelul 2.24

Nr. crt.	Caracteristici	Tipul stratului rutier	
		Strat inferior de fundație	Strat superior din fundație
1.	Rezistență la compresiune la 14 zile, $daN/cm^2$	min.7	min.12
2.	Rezistență la compresiune la 28 zile, $daN/cm^2$	min.13	min.22
3.	Modul de deformare, $daN/cm^2$	min.1000	
4.	Scăderea rezistenței la compresiune 7 zile atmosferă umedă și 7 zile imersare în apă, față de rezistența la compresiune la 14 zile atm. umedă, %	max. 25	
5.	Rezistența la cicluri de îngheț-dezghet la 28 zile	$\frac{R_{ci}}{R_{c 28}}$ min.0,75	

Comparînd caracteristicile de rezistență ale agregatului natural stabilizat cu cenușă de termocentrală cu cele prevăzute pentru straturile rutiere din pămînturi stabilizate cu ciment prezentate în tabelul 2.19 rezultă că cenușa uscată de termocentrală poate fi folosită ca înlocuitor al cimentului.

În ceea ce privește cenușa umedă de haldă, conform instrucțiunilor tehnice elaborate pentru execuția rambleelor rutiere, trebuie să ateste caracteristicile fizico-mecanice din tabelul 2.25.

Tabelul 2.25

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori medii
1.	Umiditate naturală	%	25...40
2.	Umiditate optimă de compactare	%	25...51
3.	Densitate în grămadă în stare uscată;	t/m <sup>3</sup>	
	- în stare afînată		0,58-0,92
	- în stare îndesată		0,79-1,15
4.	Sensibilitate la îngheț-dezgeț		mijlocie
5.	Modul de deformare, Ed	daN/cm <sup>2</sup>	100
6.	Unghi de frecare interioară	grade	28-44

Urmare studiilor efectuate se desprind următoarele concluzii:

- Cenușa de termocentrală uscată și umedă poate fi valorificată în sectorul rutier, la execuția unor straturi ale sistemului rutier;

- Cenușa de termocentrală uscată poate contribui la reducerea consumului de ciment, prin utilizarea ei la execuția stratului de fundație stabilizată;

- Cenușa umedă de haldă poate fi utilizată numai ca umplutură la ramblee rutiere, realizîndu-se reducerea consumului de pămînt de aport ;

- Cenușa de termocentrală uscată, avînd în vedere funcția deosebit de mare, poate fi transportată și depozitată în containere pneumatice, similare cu cele folosite în cazul cimentului;

- Densitatea mică a cenușei de haldă determină un volum crescut de transport, ceea ce face ca utilizarea acestui material să fie economică numai pe o zonă restrînsă în jurul sursei de circa 20-25 km.

### 2.3.4. Tuful vulcanic

Tuful vulcanic face parte din categoria materialelor puzzolanice naturale, deci a materialelor care în amestec cu varul face priză în prezența apei.

Tuful vulcanic este o rocă vulcanogenă sedimentară, rezultată prin depunerea și cimentarea în mediu marin a cenușilor. Această rocă este constituită din straturi compacte cu grosimi variabile, cu intercalații de roci sedimentare.

În general zăcămintele existente în țară nu sînt exploatare; există o singură carieră de tuf vulcanic, la Piatra Verde-Slănic care exploatează tuful vulcanic pentru industria cimentului, restul fiind în studiu sau exploatare temporară.

În tabelul 2.26 se prezintă principalele zăcăminte și rezervele existente de tuf vulcanic, iar în fig.nr.2.7. amplasarea surselor.

Tabelul 2.26

Nr. crt.	Natura petrografică a tufului	Rezerve mii tone	Amplasarea zăcămintelor(județul)
1.	Riolitice și rioidacitice	18.110	Vîlcea
2.	Dacitice	31.436	Brașov, Cluj, Maramureș, Prahova, Sălaj
3.	Andezitice	neestimate	Arad, Bacău
4.	Bazaltice	neestimate	Brașov, Timiș

#### 2.3.4.1. Caracteristici fizico-mecanice ale tufului vulcanic.

Tufurile vulcanice, zăcămintele naturale, în funcție de natura mineralogică a masei de bază, pot fi riolitice-rioidacitice, dacitice, andezitice.

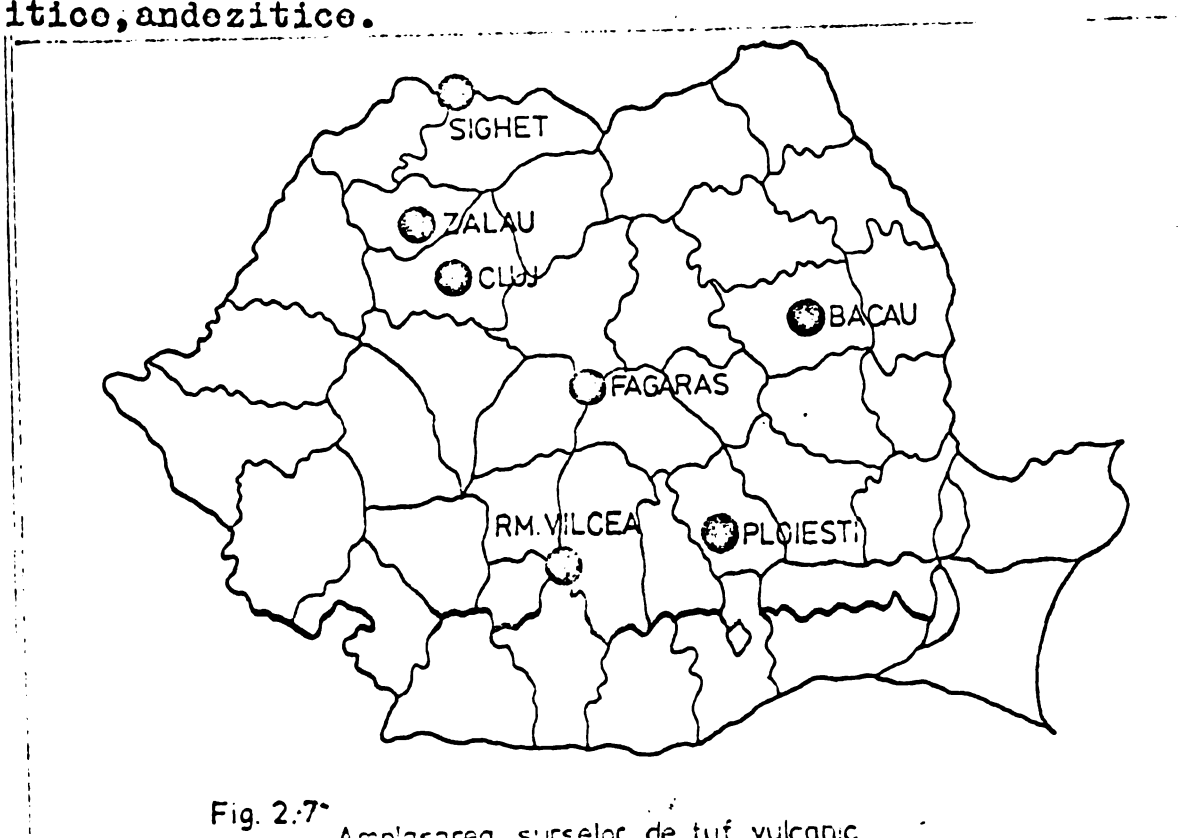


Fig. 2.7 Amplasarea surselor de tuf vulcanic

Studiile întreprinse reliefează preocuparea specialiștilor din diverse țări pentru utilizarea acestui material la lucrări de drumuri ( 11, 17, 159, 165, 166, 169 ).

Cercetările efectuate asupra a șase tipuri de tufuri vulcanice existente în țară, evidențiază variația mare a caracteristicilor chimice și fizico-mecanice în funcție de natura mineralogică a masei de bază și respectiv a gradului de cimentare și de fisurare a rocii (46,116,117 )

Studiile privind compoziția chimică a tufurilor vulcanice, efectuate pe fracțiuni fine sub 0,09 mm pun în evidență conținutul ridicat de silice ( $SiO_2$ ) de 63...68%, într-o proporție mai scăzută se regăsesc oxidul de alumina ( $Al_2O_3$ =cca.9...12%) și de oxidul de calciu (  $CaO$ =cca 3...3-5%) ceilalți oxizi- $MgO$ ,  $Na_2O$ ,  $F_2O$  și  $TiO_2$ - fiind în cantități foarte mici sub 2%(46,160, 165,169).

Din punct de vedere al caracteristicilor fizice, se evidențiază, așa cum rezultă și din fig.2.8. granulozitatea foarte fină a tufurilor vulcanice, acestea fiind constituite în proporție de 100% din fracțiuni sub 1 mm .

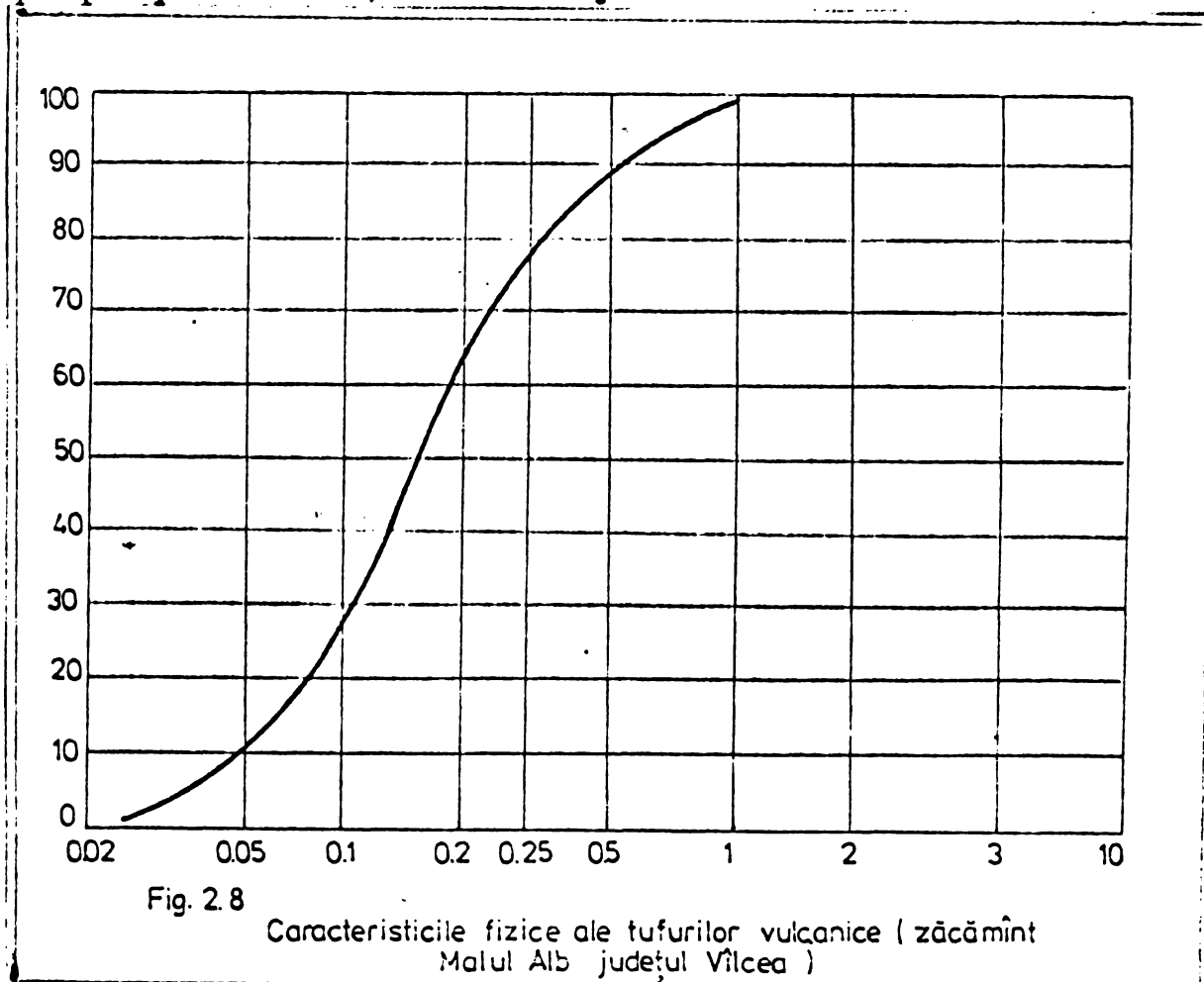


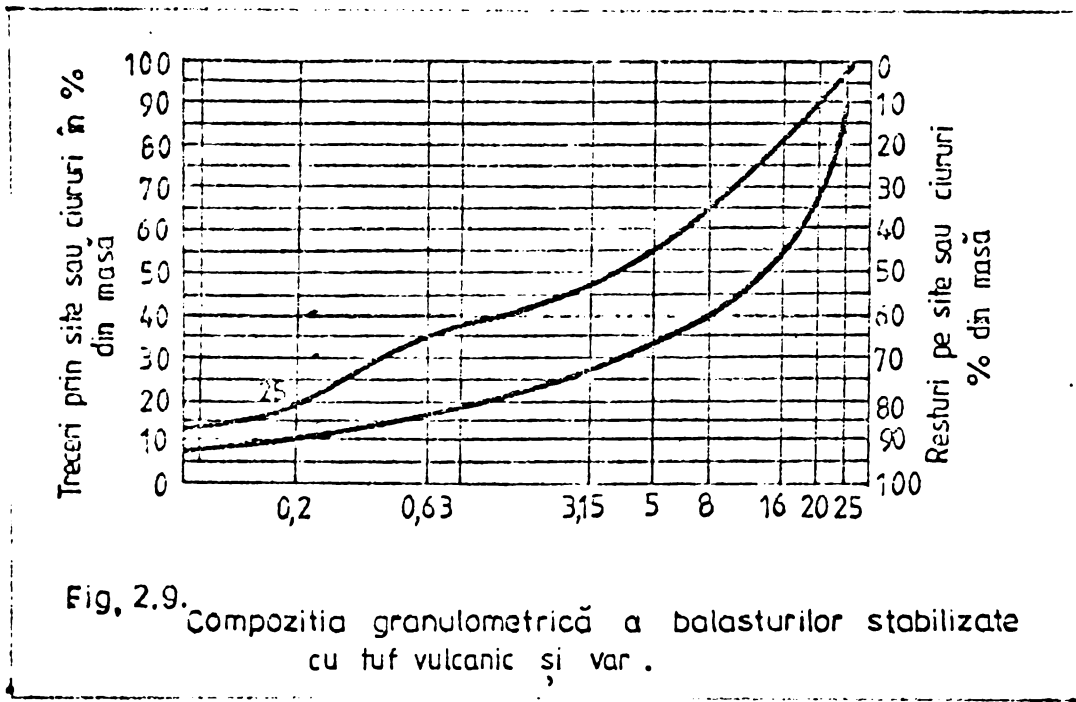
Fig. 2.8

Caracteristicile fizice ale tufurilor vulcanice (zăcămint Malul Alb județul Vâlcea )

Ținând seama de compoziția mineralogică a rocilor studiate, reiese că acestea pot manifesta o activitate puzzolanică în prezența unui activant( 116, 169, 174, 175, 177).

Intrădeavăr , cercetările efectuate pe amestecuri de materiale granulare (nisip, balast) și de tuf vulcanic, în prezența varului hidratat în pulbere, reliefează posibilitatea utilizării acestui material la stabilizarea agregatelor minerale.

In fig.2.9. se prezintă curba granulometrică a balasturilor stabilizate cu tuf vulcanic, iar în tabelul 2.27 caracteristicile mecanice ale acestora.



Caracteristicile mecanice ale balastului stabilizat cu tuf vulcanic și var

Tabelul 2.27

Nr. ort.	Dozaj			Caracteristici compactare		Caracteristici de rezistență Rc daN/cm <sup>2</sup> , la . . . zile			
	ba- last %	tuf vul- canic %	Var %	$\sigma_{dmax}$ KN/cm <sup>2</sup>	$W_{opt}$ %	7	14	28	60
1.	86	10	4	2,13	7,00	6,20	14,70	31,10	43,06
2.	90	6	4	2,10	6,00	4,00	9,30	13,90	29,30
3.	97	10	3	2,08	7,00	7,60	11,30	20,20	31,20
4.	91	6	3	2,12	6,00	2,60	6,13	10,50	15,20

Din cercetările efectuate reies următoarele concluzii:

- creșterea procentului de tuf vulcanic, pentru același conținut de activant, este însoțită de sporirea caracteristicilor de rezistență ale amestecurilor ;

- pentru același conținut de tuf vulcanic, amestecurile cu conținut sporit de var hidratat în pulbere beneficiază de valori mai mari ale caracteristicilor de rezistență;

./.

- caracteristicile de rezistență, indiferent de proporția dintre cei trei componenți ai amestecului, cresc în timp, după 60 zile rezistența la compresiune fiind de 2,67...3,83 ori mai mare decât cea la vârsta de 7 zile;

- amestecurile realizate cu balast atestă caracteristici de rezistență superioare celor înregistrate în cazul amestecurilor cu nisip natural ;

- liantul tuf vulcanic - var este caracterizat printr-o priză foarte lentă.

#### 2.3.4.2. Domenii de folosire

Studiile efectuate în colaborare cu ICPTT au condus la concluzia că tuful vulcanic datorită proprietăților puzzolactice, puse în evidență mai sus, poate fi folosit la stabilirea balasturilor, în prezența unui activant, var hidratat în pulbere (46,172).

Cercetări și experimentări executate în cadrul DDP Craiova și DJDP Vlcea au condus la stabilirea condițiilor tehnice pe care trebuie să le îndeplinească acest material. Ele sînt prezentate în tabelul 2.28.

Tabelul 2.28

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori medii
1.	Finețea de măcinare:		
	- trece prin sita 0,6 mm	%	min.90
	- trece prin sita de 0,09 mm	%	min.60
2.	Densitatea în grămadă în stare afînată	t/m <sup>3</sup>	max.1
3.	Umiditate	%	max.16

În ceea ce privește amestecul mineral stabilizat cu tuf vulcanic și var hidratat, se propun caracteristicile de rezistență menționate în tabelul 2.29.

Tabelul 2.29

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Tipul stratului rutier		
			Strat de formă	Strat de fundație	Strat de bază
1.	Rezistența la compresiune la 14 zile atm.umedă	daN/cm <sup>2</sup>	min.2	min.2,5	min.3,0 <sup>x/</sup>
2.	Modul de deformație	"	600	1000	800-1200

x/în funcție de clasa de trafic pentru dimensionare.

Comparînd caracteristicile de rezistență ale materialelor granulare stabilizate cu tuf vulcanic, cu cele prevăzute pentru materialele granulare stabilizate cu ciment, rezultă că

tuful vulcanic asigură stratului rutier caracteristici de rezistență corespunzătoare și deci poate fi utilizat la execuția straturilor de fundație stabilizate, ca înlocuitor al cimentului.

### 2.3.5. Deșeurile din industria minieră

Activitatea de bază a industriei miniere, constă, în extragerea și valorificarea superioară prin prelucrarea zăcămintelor de substanțe minerale utile.

În cadrul acestei activități, de exploatare-preparare, rezultă cantități importante de deșuri nevalorificate pînă în prezent, care pot fi grupate pe următoarele tipuri principale:

- sterile provenite din lucrări miniere;
- sterile rezultate din lucrări de descopertare a zăcămintelor exploatare în carieră;
- sterile obținute în procesul tehnologic de prelucrare a substanțelor minerale utile.

Rezervele existente precum și cantitățile anuale ce se evacuează în halde, grupate în funcție de natura acestor deșuri, sînt prezentate în tabelul 2.30.

Tabelul 2.30

Nr. crt.	Proveniența	Rezerve existente	Producția anuală
		- mii tone -	-mii tone/an-
1.	Sector carbonifer	18000	1730
2.	Sector minereuri nemetalifere	3000	600
3.	Sector minereuri feroase	14000	1500
4.	Sector minereuri referoase	65000	7000
<b>TOTAL :</b>		<b>100000</b>	<b>10830</b>

#### 2.3.5.1. Caracteristici fizico-mecanice ale deșeurilor

Investigațiile efectuate au avut în vedere sterilele provenite din lucrări miniere, din lucrări de descopertare a zăcămintelor exploatare în carieră precum și cele obținute în procesul tehnologic de prelucrare a substanțelor minerale utile (44).

##### 2.3.5.1.1. Deșuri din sectorul carbonifer.

Principalele deșuri rezultate din lucrările miniere de prelucrarea cărbunelui sînt localizate în bazinele carbonifere Anina și Valea Jiului.

Caracteristicile chimice și mineralogice sînt prezentate în tabelele 2.31 și 2.32.

Compoziția chimică

Tabelul 2.31

Elemente	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
%	38...39	3...4	18	1,15	0,2	0,6	0,3...0,4	0,6...1,8

Referitor la compoziția chimică din tabelul 2.31 rezultă că aceste sterile se caracterizează printr-un conținut foarte ridicat în silice ( de pînă la 40%) și un conținut ridicat în alumina ( Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 18%), ceilalți componenți fiind în cantități reduse.

În ceea ce privește compoziția mineralogică ( tabelul 2.32) se remarcă conținutul foarte ridicat ( 50...54%) în minerale argiloase ( caolinit și illit) și de cărbune ( 25...27%), ceilalți componenți-feldspați, calcit, siderit- se regăsesc în proporții scăzute ( 1...3%).

Compoziția mineralogică a sterilelor miniere.

Tabelul 2.32

Nr. crt.	Denumirea componentului	%
1.	Minerale argiloase( caolinit, illit)	52...54
2.	Feldspat	1...2
3.	Calcit	2...3
4.	Siderit	1...3
5.	Hidroxizi de fier	1... 3
6.	Sulfuri	1...3
7.	Cuart	11...12
8.	Cărbune	25...27

Referitor la caracteristicile fizico-mecanice sterilele miniere pot fi grupate astfel :

- deșeurii provenite de la filtrele de presă - instalațiile de la Lupeni și Petrila - care constituie un material cu granulozitate 0...0,5 mm și caracteristici fizice conform tabelului 2.33.

Caracteristici fizice ale sterilelor filtre presă

Tabelul 2.33

Nr. crt.	Caracteristici	UM	Valori medii
1.	Densitate aparentă	t/m <sup>3</sup>	2,10
2.	Densitate în grămadă în stare uscată	t/m <sup>3</sup>	
	- stare afînată		0,812
	- stare îndesată		1,178
3.	Conținut în fracțiuni sub 10 mm	%	60
4.	Ph		7



- deșeuri cu granulație cuprinsă între 0...500 mm cu caracteristici fizico-mecanice conform tabelului 2.34.

Caracteristicile fizice ale sterilelor de haldă

Tabelul 2.34

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori medii	
			Anina	Petrosani
1.	Densitatea aparentă	t/m <sup>3</sup>	1,67	1,25
2.	Absorbția de apă	%	1,17	1,200
3.	Rezistența la compresiune	daN/cm <sup>2</sup>	279	290
4.	Rezistența la șoc	daN/cm <sup>2</sup>	11	13

Studiile de laborator conduc la concluzia că sterilele provenite din lucrări miniere de la prelucrarea cărbunelui sînt improprii utilizării straturilor de fundație sau de bază, fie datorită conținutului ridicat în minerale argiloase (cazul deșeurilor provenite de la instalațiile de la Lupeni și Petrila), fie datorită rezistențelor mecanice foarte scăzute, sub condițiile tehnice impuse de reglementările în vigoare pentru agregatele naturale rutiere.

În consecință ele pot fi recomandate numai ca material de umplură pentru execuția terasamentelor.

#### 2.3.5.1.2. Deșeuri din sectorul minereurilor nemetalifere.

Principalele deșeuri din acest sector sînt înscrise în anexa nr.2.4, iar schema fluxurilor tehnologice în fig.2.10, 2.11, 2.12 și 2.13.

Din analiza chimică generală a acestor sterile, centralizată în anexa 2.5 - rezultă dependența care există între materialul de bază care se prelucrează și deșeurile rezultate. Astfel în deșeurile rezultate din materiale calcaroase predomină oxidul de calciu (exemplu Exploatarea Basarabi, Mahmudia etc) ceilalți componenți ca Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> fiind în cantități mult mai reduse.

Alte sterile ca cele de la uzinele de preparare Medgidia și Somova ( județul Tulcea ) se caracterizează printr-un conținut ridicat de SiO<sub>2</sub> ( pînă la cca 70% ).

În ce privește compoziția mineralogică din anexa 2.6. se constată că sterilele provenite de la Exploatarea Basarabi și uzina de preparare Mahmudia au o componență asemănătoare, caracterizîndu-se printr-un conținut predominant de calcit, de 90...94 %. Sterilele provenite de la Exploatarea Medgidia și Somova au

Fig. 2.10. Schema fluxului tehnologic de preparare pentru creta de Basarabi si argila de Medgidia - Dobrogea

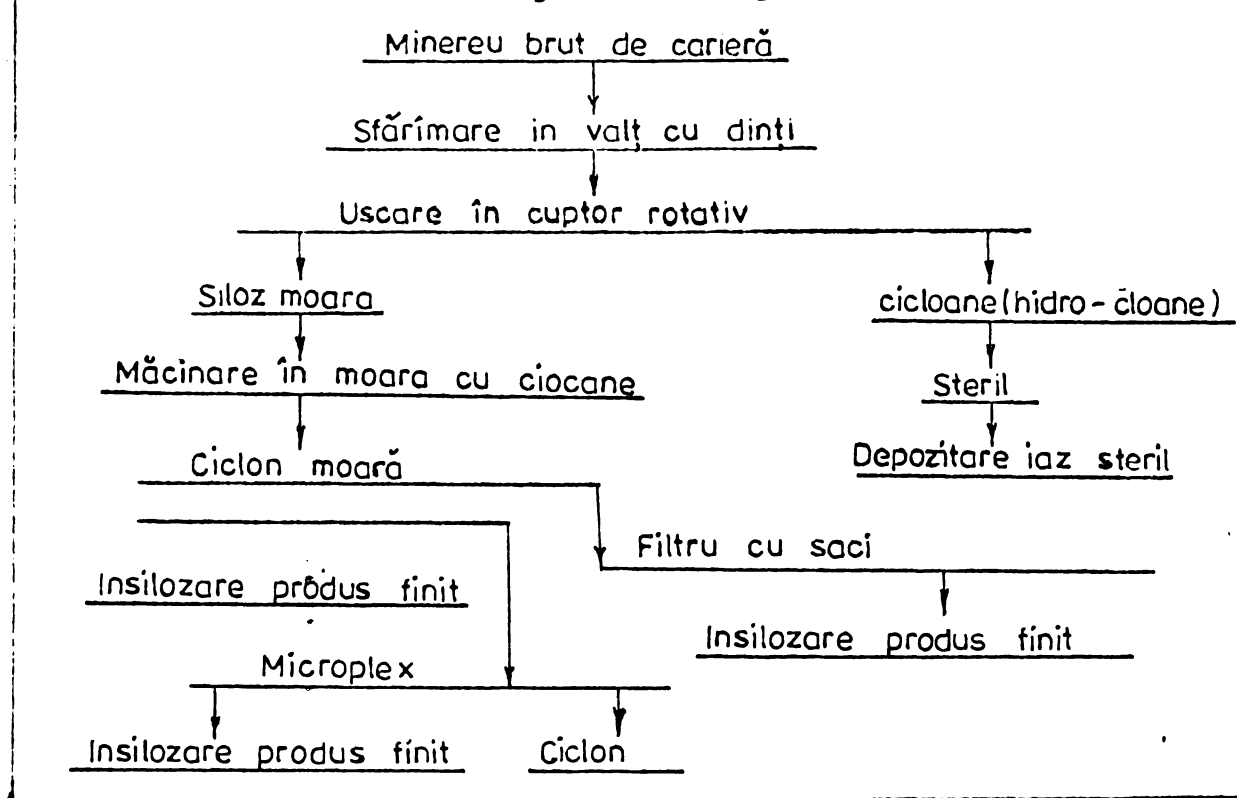
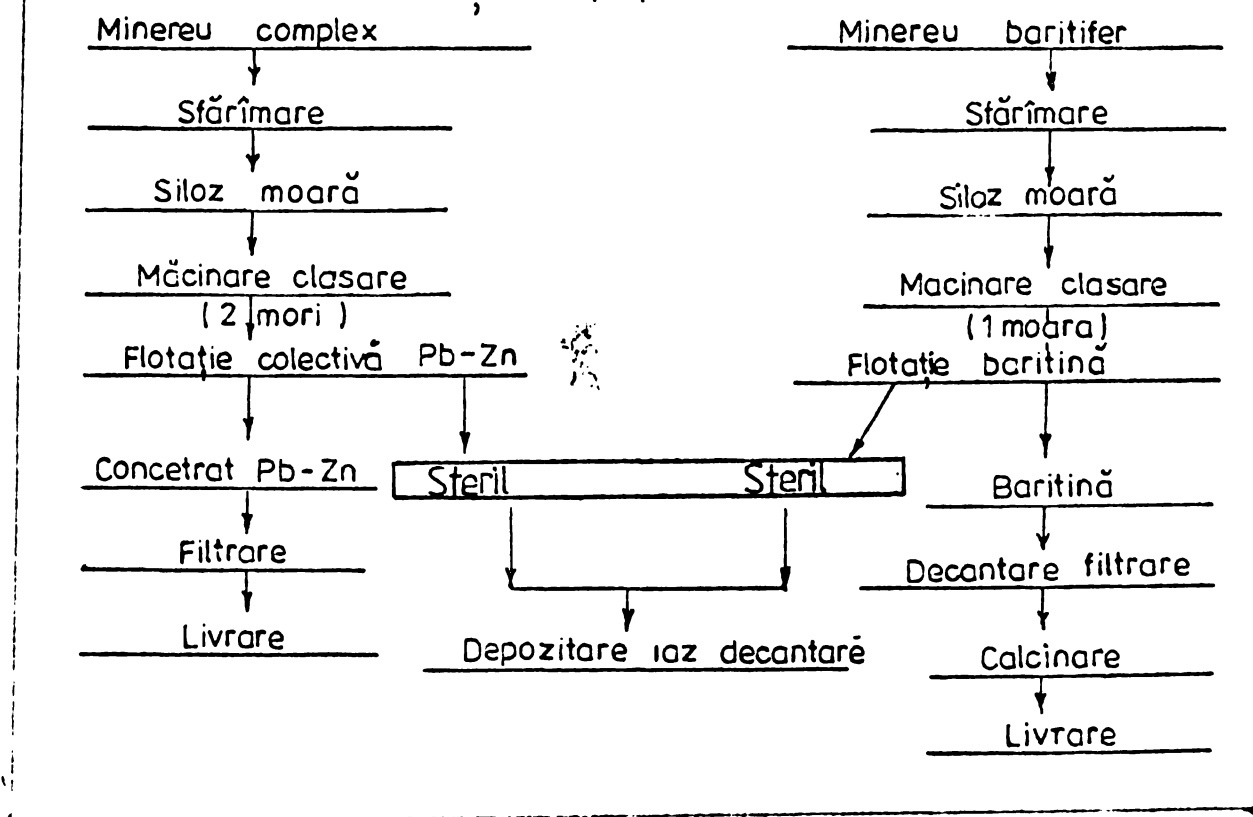


Fig. 2.11. Schema fluxului tehnologic de preparare al instalației de preparare Somova.



./.

Fig. 2.12 Schema fluxului tehnologic de la instalatia Mahmudia

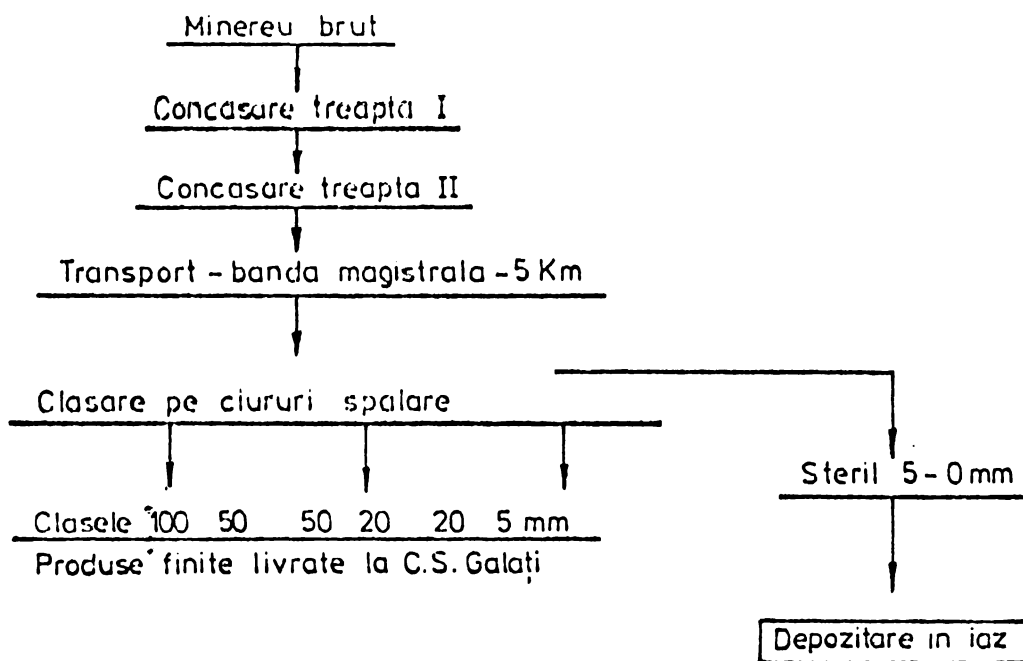
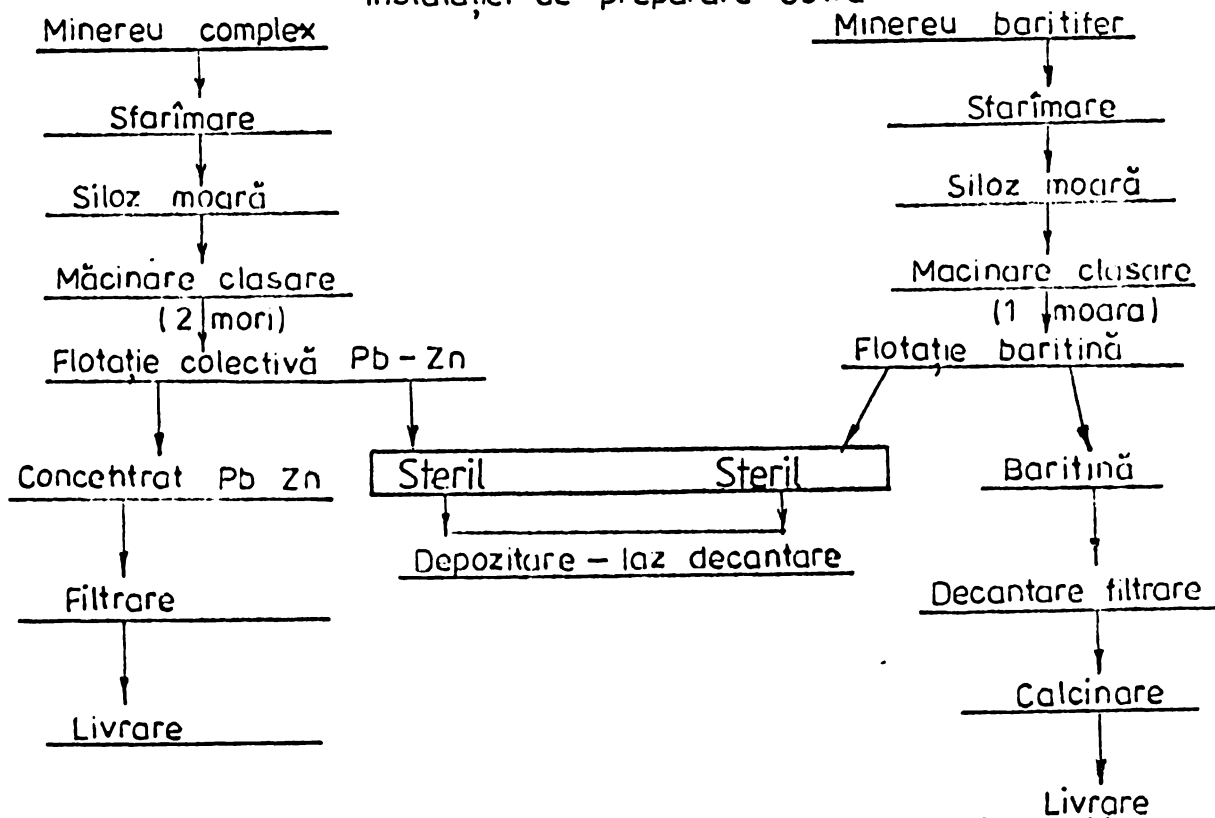


Fig. 2.13. Schema fluxului tehnologic de preparare al instalatiei de preparare Ostra

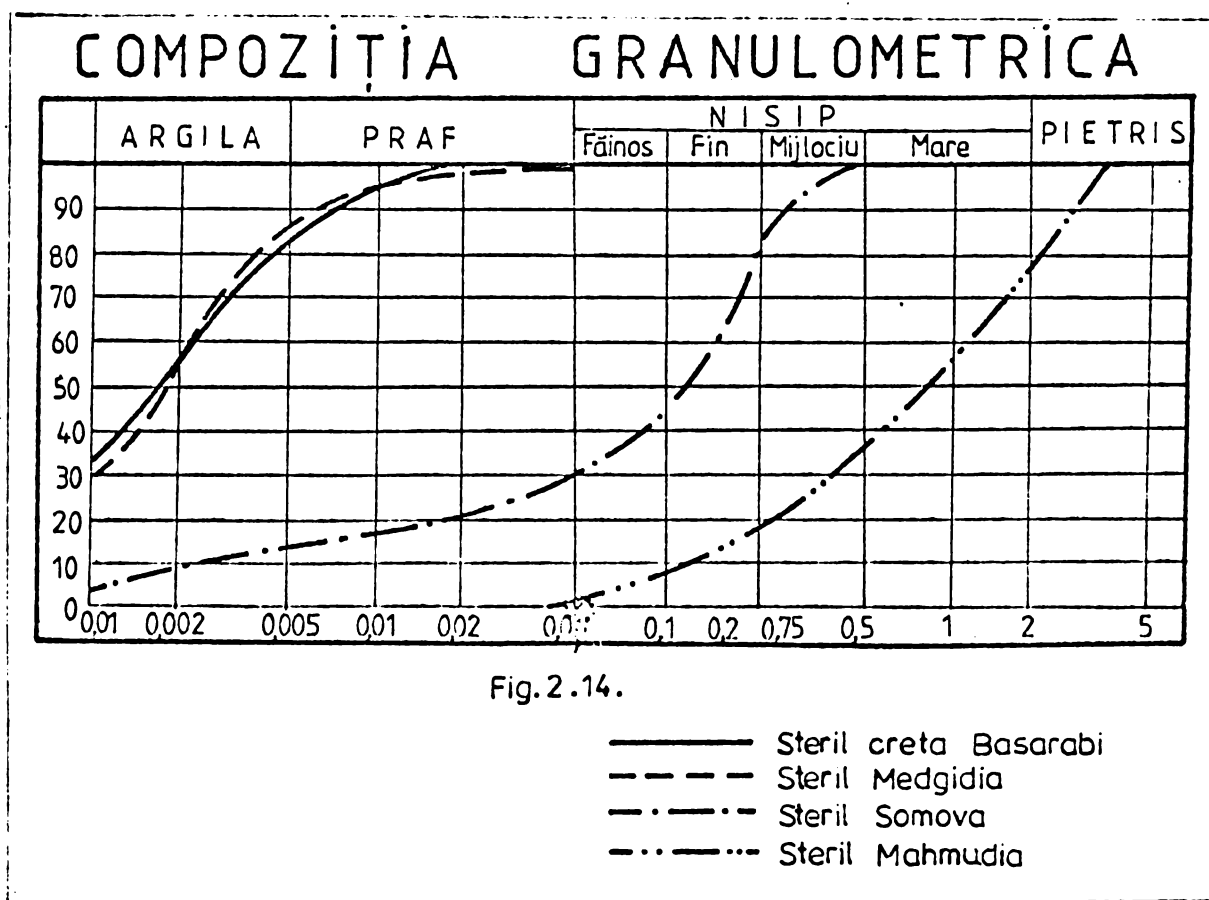


(judetul Tulcea) se caracterizează printr-un conținut ridicat de  $\text{SiO}_2$  ( pînă la cca.70%).

./.

În ce privește compoziția mineralogică din anexa 2.6. se constată că sterilele provenite de la Exploatarea Basarabi și Uzina de preparare Mahmudia au o componență asemnătoare, caracterizându-se printr-un conținut predominant de calcit, de 90...94%. Sterilele provenite de la Exploatările Medgidia și Somova au în componența lor un conținut ridicat de cuarț (30...45%) restul de componenți mineralogici intrând în proporție diferită; exemplu sterilele de Medgidia au un conținut ridicat de minerale argiloase de 46...47% și un procent scăzut de dolomit de 4...5% spre deosebire de sterilele de Somova, la care conținutul de minerale argiloase este de numai 1% dar dolomitul ajunge la 55%.

Referitor la compoziția granulometrică sterilele provenite de la Exploatările Basarabi și Medgidia au o granulozitate asemnătoare constituită din fracțiuni fine sub 0,05 mm ( deci praf argilos) spre deosebire de cele de la Exploatarea Somova și Uzina de preparare Mahmudia care au o granulozitate mai mare, comparabilă cu cea a nisipurilor, așa cum rezultă și din figura 2.14.



Pe baza cercetărilor de laborator se desprind următoarele concluzii:

./.

-deșeurile de carieră provenite de la exploatarea Basarabi, Medgidia, sînt amestecate cu strat vegetal și argilă, ceea ce le face improprie utilizării lor în sectorul de drumuri;

-deșeurile provenite de la uzinele de preparare a minereurilor nemetalifere Somova și Mahmudia pot fi utilizate ca înlocuitor de nisip.

### 2.3.5.1.3. Deșeurii din sectorul minereurilor feroase.

S-a avut în vedere două zone principale: zona Teliuc-Ghelar (jud.Hunedoara) și zona Căpuș (jud.Cluj) unde se prelucra minereuri feroase, rezultînd concentratele feroase și sterilele ce se evacuează la iazul de decantare.

Analiza chimică generală evidențiază conținutul ridicat al acestor sterile în  $\text{SiO}_2$  (cca.70%) și în oxid de fier (cca 18%), restul componentilor chimici fiind sub 4% așa cum rezultă din tabelul 2.35.

#### Compoziția chimică

Tabelul 2.35

Nr. crt.	Denumirea deșeurii	$\text{SiO}_2$ %	$\text{Al}_2\text{O}_3$ %	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ %	CaO %	MgO %	S %	P %
1.	Sterile- prelucrare minereuri feroase	70	3,57	17...19	3,13	1,0	0,37	0,22

În ceea ce privește compoziția mineralogică, mineralele predominante sînt cuarțul, calcitul și feldspatii, iar cele secundare pirita și caolinitul.

Referitor la caracteristicile geotehnice, aceste sterile se prezintă ca un material fin, cu granulația de 0...1 mm, cu caracteristicile menționate în tabelul 2.36.

#### Caracteristici geotehnice

Tabelul 2.36

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori medii
1.	Granulozitate	mm	0...1
2.	Densitate aparentă	t/m <sup>3</sup>	2,76
3.	Condiții de compactare (Proctor normal)		
	- umiditate optimă $W_{opt}$	%	13,1
	- greutate volumetrică în stare uscată, max.	t/m <sup>3</sup>	1,973

Cercetările de laborator atestă posibilitatea folosirii acestor deșeuri, fără prelucrare suplimentară, ca material de umplură la execuția terasamentelor rutiere.

#### 2.3.5.1.4. Deșeuri din sectorul minereurilor neferoase.

Deșeurile rezultate la uzinele de prelucrare a minereurilor cuprifere și complexe se caracterizează prin:

- conținut foarte ridicat în silice ( 63...82%), cu excepția sterilelor cuprifere de la Uzina de preparare Moldova Nouă la care conținutul mai scăzut în  $\text{SiO}_2$  ( 29,5%) este compensat de un conținut ridicat de oxid de calciu ( 27,5%) anexa 2.27;

- conținut ridicat de cuarț ( 33...68%) și de minerale argiloase ( 5...40%) ; de asemenea se înregistrează cantități importante de coloriți (20...25%) la unele sterile ( ex.de la Uzina Bălan și Baia Borșa), iar în altele feldspați (15...25%) anexa 2.8;

- granulația fină sub 2 mm - anexa 2.9.

#### 2.3.5.2. Domenii de folosire.

Față de rezultatele obținute din încercările de laborator descrise anterior se fac următoarele mențiuni în legătură cu domeniul de aplicare al acestor deșeuri în construcția drumurilor( 44) ;

- sterilele rezultate din uzinele de prepararea cărbunilor caracterizate prin finețe mare (0...0,5 mm) pot fi folosite ca atare, fără nici o prelucrare prealabilă, ca material de umplură pentru execuția terasamentelor rutiere (ramblee) ;

- cu același mediu de aplicare se înscriu sterilele rezultate de la prepararea minereurilor feroase și neferoase (cuprifere și complexe);

- sterilele rezultate de la prepararea minereurilor nemetalifere se recomandă a fi utilizate fără prelucrare prealabilă ca material de umplură pentru execuția terasamentelor;

- sterilul rezultat din lucrările de exploatare cum este cel de la Exploatarea Somova, reprezintă un material granular mare 0...500 mm, cu caracteristici de rezistență de 1000...1500 daN/cm<sup>2</sup>, putând fi folosit la lucrările de drumuri sub următoarele forme:

- piatră spartă pentru fundații de drumuri  
(  $R_c = 800 \text{ daN/cm}^2$ );

- piatră spartă pentru stratul de rezistență a betonului de ciment ( $R_c = 800 \text{ daN/cm}^2$ );
- stratul de bază sub îmbrăcăminți bituminoase;  
( $R_c = 1000 \text{ daN/cm}^2$ );
- criblură pentru :
  - strat de bază bituminos ( $R_c = 1000 \text{ daN/cm}^2$ );
  - strat de legătură și de uzură.

Utilizarea acestor materiale impune prelucrarea lor astfel încât să se obțină sorturile granulometrice standardizate.

### 2.3.6. Deșeurii din industria metalurgică.

Aceste deșeurii cunoscute sub numele de zguri metalurgice rezultă din :

- industria metalurgică neferoasă ;
- industria siderurgică

Indiferent de natura lor, aceste deșeurii se depozitează în haldă avînd un grad mare de neomogenitate, determinate de rezultatul proceselor tehnologice.

Dintre toate deșeurile metalurgice au fost reținute cele care reprezintă cantități semnificative și anume :

- zgura brută de furnal, rezultată din industria siderurgică;
- zgurile provenite din prelucrarea metalurgică a concentratelor plumbo-zincoase de la Copșa Mică ( zguri ISP și zguri Waltz).

Rezervele existente de zgură brută de furnal sînt estimate la 12.200 mii tone, fiind localizate la combinatele siderurgice Galați, Hunedoara și Calan.

#### 2.3.6.1. Caracteristici generale ale zgurilor.

Zgura brută de furnal reprezintă o topitură sterilă formată din ganga minereurilor feroase, cenușă de cocs și fondanți și a la evacuare din furnal o temperatură de  $1400-1500^\circ\text{C}$ . În această stare de fuziune, zgura este încărcată în oale speciale și transportată la haldă unde are loc răcirea și solidificarea.

Haldele de zgură au un caracter foarte neomogen, manifestat vizual prin diferențierea de culoare, compactitate și granulație, principalele cauze ale neomogenității fiind următoarele:

- condiții diferite de răcire și cristalizare pe haldă legate de condițiile atmosferice;
- conținutul diferit al haldelor datorită faptului că la haldă se evacuează zguri de furnal, zguri de oțelărie, scoarțe

nisipuri arse, deșeuri metalice, spărturi de cărămizi.

Celelalte tipuri de zguri metalurgice obținute din prelucrarea metalurgică a concentratelor plumbo-zincoase de la Copșa Mică sînt de două feluri, în funcție de procesul tehnologic:

- zguri ISP ( Imperial Smoltiny Process);
- zguri Waltz ( Vlincher).

Analizele chimice și mineralogice ale zgurilor sînt redate în anexele 2.10 și 2.11.

Din datele obținute au rezultat următoarele (52,54,55):

- compoziția chimică variază în funcție de procesul tehnologic și de tipul de depozitare în haldă ; dintre elementele identificate se remarcă în cantități mai mari oxidul de calciu și silica ;

- analiza mineralogică a identificat în principal următorii componenți mineralogici : cupru metalic , oxizi de fier, calcopirită, cuarț;

- sub aspect granulometric zgura brută de furnal constituie un amestec eterogen care trebuie supus unor încercări de sfărîmare-clasare pentru a se obține materiale granulare. În ceea ce privește celelalte tipuri de zguri, zgura ISP are dimensiuni sub 1 mm, iar cele Waltz cu granulația 0...30 mm.

#### 2.3.6.2. Domenii de folosire.

Determinările efectuate pentru stabilirea caracteristicilor fizico-mecanice ale zgurii brute de furnal au evidențiat posibilitatea utilizării acesteia ca înlocuitor de agregate naturale pentru construcția straturilor rutiere în următoarele condiții:

- ca înlocuitor de balast și piatră spartă pentru construcția terasamentelor și a straturilor de fundație ; în acest caz se impun operații de selecționare pentru îndepărtarea cempușilor străini, urmate de sfărîmare și sortare;

- ca înlocuitori de cribluri, pentru execuția straturilor de bază bituminoase; în acest caz se impune adoptarea unei tehnologii de depozitarea zgurei în stare de fuziune în tranșee deschise urmată de sfărîmare și sortare.

Referitor la celelalte zguri metalurgice, ținînd seama de caracterul lor friabil, acestea nu pot fi utilizate decît ca material de umplură la construcția terasamentelor rutiere.

Data fiind cantitatea mare de asemenea zguri brute și faptul că în zona producerii lor ( mai ales la Galați ) materiale-



le de carieră lipsesc, s-a propus și în prezent se analizează cu industria locală producerea materialului rutier din aceste deșeuri.

Tehnologia se bazează pe extragerea impurităților cu ajutorul magnetilor, apoi cu ajutorul unei stații de concasare-sortare, obținerea mai multor sorturi de agregate, care pot fi valorificate în straturile complexului rutier.

### 2.3.7. Deșeuri de carieră

Deșeurile de carieră rezultate în urma procesului de prelucrare a pietrei brute în cariere, conțin importante cantități de storiți provenit în general din intercalațiile sterile din zăcămint.

#### 2.3.7.1. Caracteristici fizico-mecanice.

Din analizele de laborator efectuate rezultă că aceste deșeuri au dimensiuni cuprinse între 0...25 mm și caracteristicile fizico-mecanice menționate în tabelul 2.38 ( 44, 53 ).

-----Caracteristici fizico-mecanice-----Tabelul 2.38-----

Donumirea		Densitatea aparentă t/m <sup>3</sup>	Rezistența la compres. Rc daN/cm <sup>2</sup>	Coef. de înmuiere pe epruvete cicluri îngheț- dezgheț %
1. Bicsad I	jud. Covasna	2,575	1548	12,01
2. Bicsad II	jud. Covasna	2,545	1841	15,10
3. Bologa	jud. Cluj	2,650	1816	16,00
4. Dornișoara	jud. Suceava	2,581	2768	16,76
5. Dorna Borcut	jud. Suceava	2,720	1368	20,77
6. Funduca	jud. Maramureș	2,365	1389	18,14
7. Leasa	"	2,453	1456	18,50
8. Ilba	"	2,618	1704	16,66
9. Maidan	jud. Caraș-Severin	2,655	1735	24,00
10. Malnaș II	jud. Covasna	2,506	1500	14,99
11. Măgura Ilvei	jud. B. Năsăud	2,560	2440	16,32
12. Poieni	jud. Cluj	2,600	1600	21,00
13. Poiana Ilvei	jud. B. Năsăud	2,579	2104	21,67
14. Păuliș	jud. Arad	3,000	1520	13,36
15. Sîngiorz Băi	jud. B. Năsăud	2,414	1632	23,03
16. Vîrfurile II	jud. Arad	2,741	1847	17,27
17. Vîrfurile III	jud. Arad	2,498	1198	15,76

Comparînd caracteristicile fizico-mecanice ale deșeurilor de carieră analizate în condițiile tehnice ce trebuie îndeplinite rezultă următoarele:

- toate deșeurile au o comportare corespunzătoare la fenomenul de îngheț-dezghet, valorile înregistrate fiind sub valoarea de 25% care reprezintă valoarea maximă admisă de standard;

- caracteristicile de rezistență sînt de asemenea corespunzătoare: trei deșeuri ( Dorna Borout, Funduca și Virfurile III) au valori de rezistență de 1200-1390 daN/cm<sup>2</sup>, deci satisfacătoare pentru utilizarea lor la prepararea betonului asfaltic deschis pentru stratul de legătură; celelalte deșeuri prezintă valori cuprinse între 1500-2768 daN/cm<sup>2</sup> deci corespunzătoare pentru prepararea mixturilor asfaltice destinate stratului de uzură și pentru tratamentele bituminoase.

Avînd în vedere rezultatele analizelor efectuate, se prefigurează posibilitatea utilizării acestor deșeuri la construcția straturilor rutiere, cu condiția prelucrării lor pentru îndepărtarea sterilului și aducerea la dimensiunile sorturilor granulometrice respective.

#### 2.3.7.2. Domenii de folosire

Caracteristicile fizico-mecanice ale acestor deșeuri centralizate în tabelul 2.38 au reliefat faptul că și ele pot fi utilizate astfel :

- material de umplură, sort 0-25 mm fără prelucrare prealabilă;

- piatră spartă (split) sorturi 0-8, 8-16 și 16-25 obținută prin operația de sortare pe ciururi vibrante sau rotative.

#### 2.3.8. Deșeuri din industria chimică și petrochimică

S-au avut în vedere deșeurile rezultate în procesele tehnologice de fabricație a acidului fosforic, acidului sulfuric și a sulfatului de sodiu și anume : deșeuri de fosfogips, carbonat de calciu și cenuși de pirită ( 44, 109, 110, 111, 112).

De asemenea s-a avut în vedere un reziduu din industria petrochimică, dimetiltereftalat (DMT) rezultat în procesul tehnologic de la Combinatele petrochimice de la Brazi și Pitești.

Prin grupă de deșeuri se depozitează în general în haldă, în cantitățile înscrise în tabelul 2.39.

Tabelul 2.39

Nr. crt. deşului	Denumirea	Provenienţa	Cantităţi anuale mii tone
1.	Fosfogips	Combinatul chimic Valea Călugărească	400
2.	Carbonat de calciu	Combinatul chimic Valea Călugărească	47
3.	Cenuşi de pirită	Combinatul chimic Valea Călugărească	350
		Combinatul chimic Năvodari	350
4.	D.M.T.	CIRP-Brazi	10
TOTAL :			1157

### 2.3.8.1. Caracteristici fizico-mecanice

Referitor la deşeurile din industria chimică analiza chimică generală prezentată în tabelul 2.40 conduce la următoarele observaţii :

- fosfogipsul şi carbonatul de calciu se caracterizează printr-un procent ridicat de CaO ( 33...46%); în cazul fosfogipsului alături de CaO, într-o proporţie asemănătoare se regăseşte şi trioxidul de sulf ( cca 44%);

- cenuşile de pirită au o compoziţie chimică diferită de a celorlalte deşeuri, produsul chimic predominant fiind oxidul de fier.

### Compoziţia chimică a deşeurilor chimice

Tabelul 2.40

Nr. crt. Deşul	Compoziţii chimice %										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	PbCuZn	
1. Fosfogips	0,5	0,3	33,0	urme	0,1	1,8	44,0	0,04	0,02	---	
2. Carbonat de calciu	0,6	2,4	46,0	0,8	0,2	-	7,0	1,1	2,0	---	
3. Cenuşi de pirită	14,3	3,5	1,2	0,8	76,0	-	-	-	-	0,90,30,7	

Din punct de vedere al compoziţiei mineralogice cele trei deşeuri chimice au o compoziţie diferită; în cazul fosfogipsului mineralul predominant este gipsul (90...92%); carbonatul de calciu este constituit în principal din calcit (cca 80%) iar la cenuşile de pirită se regăseşte magnetitul în proporţie de cca. 92%, tabelul 2.41.

Analiza mineralogică a deșeurilor chimice

Tabelul 2.41

Minereul	U/M	Fosfo- gips	Cenuși pirită	Carbonat de calciu
1. Calcit	%	1...2	-	76...80
2. Gips anhidrit	%	90...92	-	3...6
3. Quartz	%	0,5	9...10	sub 0,5
4. Magnetit, hematit	%	-	92	-
5. Pirită, pirotină	%	-	4...5	-
6. Galenă, blondă	%	-	0,5	-
7. Colofon	%	4...5	-	2...3
8. Apatit	%	0,5...1	-	0,5
9. Fluorină	%	0,5	-	0,5
10. Minerale argiloase	%	0,5	5...10	0,5
11. Feldspați	%	0,7	-	-
12. Substanțe org.humice	%	0,5	-	-
13. Alauni de K	%	-	-	10
14. Mirabilit	%	-	-	2...4

În ceea ce privește compoziția granulometrică, din tabelul 2.42 rezultă o compoziție asemănătoare în cazul fosfogipsului și carbonatului de calciu, acestea fiind constituite din fracțiuni fine  $\phi < 0,005$  mm (93...95%); cenușile de pirită sînt un amestec de fracțiuni fine  $\phi < 0,05$  mm și de fracțiuni mai mari ( $\phi < 2$  mm) în proporții aproape egale. Este de menționat prezența fracțiunilor argiloase (5...7%) la toate deșeurile studiate.

Compoziția granulometrică

Tabelul 2.42

Nr. crt.	Deșeul	Treceri...% din masă prin sita de...mm		
		0,005	0,05	2,0
1.	Fosfogips	7	93	-
2.	Carbonat de calciu	5	95	-
3.	Cenuși de pirită	5	55	40

Referitor la deșeul dimetilteftalat, fiind un reziduu petrochimic s-a avansat posibilitatea utilizării lui ca înlocuitor de bitum.

De aceea el a fost analizat din punct de vedere al caracteristicilor impuse de standardele în vigoare privind bitumul rutier. Rezultatele analizelor de laborator sînt prezentate în tabelul 2.43.

./.

Caracteristicile produsului D.M.T.

Tabelul 2.43

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Valori obținute
1.	Penetrația la 25°C	l/10 mm	90 . . . 135
2.	Punct de înmuiere IB	°C	60 . . . 69
3.	Ductilitate la 25°C	cm	1,5 . . . 7,0
4.	Punct de inflamabilitate Marcusson	°C	187,0
5.	Punct de rupere Fraass	°C	-

Investigațiile efectuate evidențiază faptul că acest deșeu nu îndeplinește condițiile tehnice impuse unui bitum rutier. În consecință s-au studiat diferite variante de utilizare ca adaos în bitumul rutier, prin aceasta preconizându-se creșterea cantității de bitum necesar sectorului de drumuri.

Studiile de laborator prezentate sînt centralizate în tabelul 2.44.

Caracteristicile bitumului rutier cu adaos de DMT

Tabelul 2.44

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Conținutul în DMT al bitumului			
			0%	5%	10%	25%
1.	Penetrația la 25°C	$\frac{1}{10}$ mm	106	114	126	176
2.	Punct de înmuiere IB	°C	49,0	49,5	49,0	44,5
3.	Ductilitate la 25°C	cm	100	90	70	31
4.	Punct de inflamabilitate Marcusson	°C	284	226	222	220
5.	Punct de rupere Fraass	°C	-17	-19	-20	-22
6.	Stabilitate la încălzire la 163°C					
	- pierdere greutate %		0,14	0,27	0,49	1,82
	- scăderea penetrație %		25,0	54,0	60,0	79,0

Din studiile efectuate rezultă că unele caracteristici de bază ale bitumului rutier sînt influențate negativ de prezența deșeurii dimetiltereftalat.

2.3.8.2. Domenii de folosire

Din toate deșeurile studiate au fost reținute fosfogipsul rezultat ca deșeu la Combinatul chimic Valea Călugărească și cenușile de pirită de la același combinat și de la Combinatul Năvodari.

Aceste deșeuri , pe baza caracteristicilor chimico-mineralogice determinate, pot fi utilizate în scopuri rutiere , după cum urmează :

- cenușă de pirită la ameliorarea granulozității mineralelor locale (balasturi, nisipuri), deficitare în fracțiune fină ;
- fosfogips la stabilizarea straturilor de fundație ca înlocuitor parțial al cimentului.

### 2.3.9. Subproduse

S-au studiat două subproduse:

- smoala de cocserie, existentă la Combinatul siderurgic Galați;
- produsul chimic "R" - realizat de Centrul de chimie fizică ICECHIM pe baza rezidurilor existente la rafinările de petrol.

Smoala de cocserie, care reprezintă reziduuri în procesul de distilare al gudronului, din cauza proprietăților sale neadecvate lucrărilor de drumuri, a fost fluxată cu uleiuri minerale, în anumite proporții, conform unui proces tehnologic stabilit de Institutul de cercetări metalurgice București, obținându-se " gudronul tratat".

Gudronul tratat a fost studiat ca înlocuitor de bitum, urmărindu-se prin aceasta pe de o parte găsirea unor noi lianți hidrocarbonați, care să compenseze lipsa de bitum rutier, deficitar în prezent în țara noastră și pe de altă parte valorificarea acestui deșeu " smoală de cocserie".(114,118,121,122).

Procesul tehnologic elaborat de ICEM București, poate fi aplicat la UCC-CS Galați în condițiile completării instalației existente sau prin proiectarea unor noi instalații.

În ceea ce privește produsul chimic R, acesta este un produs anionic cu caracter acid, fabricat conform procesului tehnologic elaborat de Centrul de chimie fizică din cadrul ICECHIM. El poate fi realizat prin proiectarea unei instalații semiindustriale a cărei capacitate trebuie corelată cu necesarul de produs, stabilit în baza domeniului lui de aplicare la lucrările de drumuri.

#### 2.3.9.1. Caracteristici fizico-mecanice

Referitor la gudronul tratat, acest produs prezintă caracteristicile din tabelul 2.45.

Caracteristicile gudronului tratat

Tabelul 2.45

Nr. crt.	Caracteristici studiate	U/M	Valori obținute
1.	Penetrație la 25°C	$\frac{1}{10}$ mm	35...100
2.	Punct de înmuiere IB	°C	33... 45
3.	Ductilitate la 25°C	cm	90...100
4.	Punct de rupere Fraass	°C	-15...-20
5.	Conținut de substanțe insolubile	%	20

Din încercările de laborator efectuate a rezultat că acest produs are caracteristici instabile în timp, datorită procesului tehnologic de fabricație.

Studiile efectuate în continuare, care au avut drept scop combinarea în anumite proporții a produșilor proveniți de la distilarea cărbunelui de huiă la Combinatul siderurgic Galați s-au finalizat prin realizarea a două produse cu caracteristici apropiate bitumului rutier :

- smoală de gudron, în proporție de 73-74%, în amestec cu ulei antracenic ( 26-27%);

- smoală de gudron, în proporție de 65%, în amestec cu gudronul brut ( 35%).

Caracteristicile acestor două produse sînt prezentate în tabelul 2.46.

Caracteristicile gudronului rutier

Tabelul 2.46

Nr. crt.	Caracteristici	U/M	Bitum D 80/120	Smoală de gudron cu ulei antracenic	Smoală de gudron cu gudron brut
1.	Penetrație la 25°C	$\frac{1}{10}$ -mm	89	227	147
2.	Punct de înmuiere IB	°C	47	37	41
3.	Ductilitate la 25°C	cm	100	100	100
4.	Punct de rupere Fraass	°C	-17	-6	-7
5.	Adezivitate	%	60	95	85

Analizînd rezultatele obținute pe cele două produse sintetizate, comparativ cu cele ale unui bitum rutier, se pot desprinde următoarele concluzii :

- există posibilitatea de a produce un liant rutier pe bază de smoală de gudron rezultată la C.S.Galați, cu caracteristici convenabile pentru unele lucrări de drumuri ( ex.tratamente bituminoase, straturi bituminoase );

- dintre produsele sintetizate, se propune pentru experimentare pe teren a produsului realizat din 65% smoală de gudron și 35% gudron brut;

- produsele sintetizate atestă adezivitate superioară față de bitumul rutier ce se fabrică în prezent de către rafinările de petrol, astfel se confirmă posibilitatea folosirii atât a agregatelor naturale bazice cât și a celor acide, prin aceasta lărgindu-se gama de materiale de masă destinate sectorului de drumuri.

Referitor la produsul R, Colectivul Coloizi din cadrul Institutului de cercetări- Centrul de chimie fizică, în urma cercetărilor de laborator, a obținut produși anionici tip "R" care au fost experimentați în tehnologia de stabilizare chimică a pământurilor ( 75, 76, 77 ).

Produsul anionic de tip "R" se prezintă ca o soluție acidă de culoare brun-verzuie avînd ph-ul sub 0,5 și densitatea la 20°C cuprinsă între 1,2-1,35<sup>0</sup>/cm<sup>3</sup>.

Cercetările efectuate de ICECHIM în colaborare cu Institutul de construcții București au pus în evidență efectul pozitiv al acestui produs asupra pământurilor cu conținut ridicat de argilă ( 75, 76, 100 ).

Spre exemplificare se arată următoarele :

- rezistența la compresiune determinată pe corpuri de probă realizate din pământ cu conținut de 35...73% argilă, tratat cu 0,25...3% produs R sau netratat, crește în cazul tratării cu produsul chimic, așa cum se poate observa din fig.2.15, curbele de variație R<sub>c</sub> cu concentrația situîndu-se deasupra curbei pământului netratat;

- pentru același conținut de argilă, curba de variație a rezistenței la compresiune în funcție de conținutul de argilă, cunoaște un maxim pentru concentrații mici( pînă la 1%) ale produsului R, așa cum se poate observa din fig. 2.16.



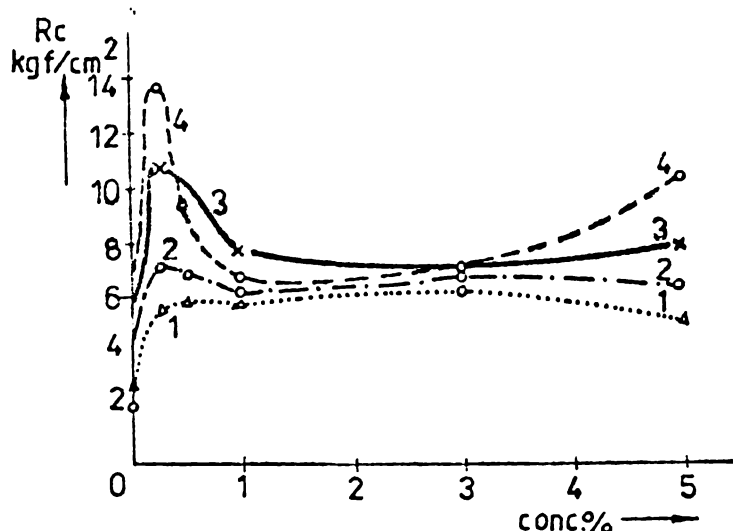


Fig.2.15 Variația Rc funcție de concentrația produsului R1 aplicat unui pământ de Jilt cu 35% argila.

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. Rc. la 0 zi.   | 3. Rc. la 14 zile. |
| 2. Rc. la 7 zile. | 4. Rc. la 28 zile. |

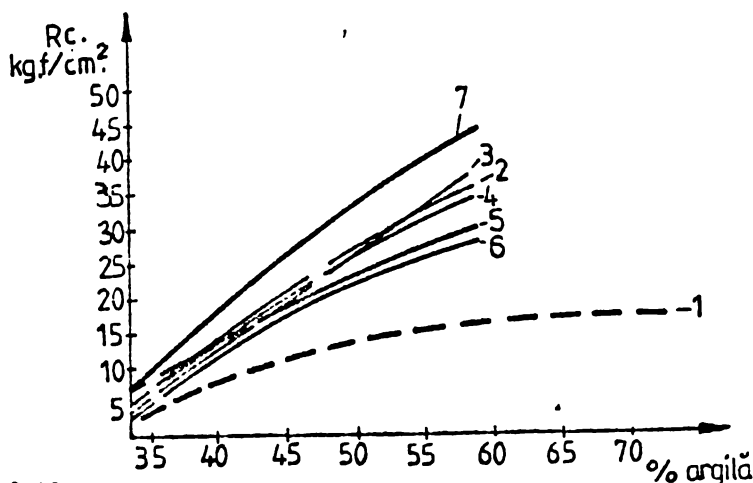


Fig.2.16. Variația Rc. la 28 de zile funcție de conținutul de argilă din pământ pentru tratarea cu produși R

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 7 - apă                   | 5 - R <sub>2</sub> 0,25 % |
| 2 - R <sub>1</sub> 0,25 % | 6 - R <sub>2</sub> 1 %    |
| 3 - R <sub>1</sub> 1 %    | 7 - R <sub>2</sub> 3 %    |
| 4 - R <sub>1</sub> 3 %    |                           |

### 2.3.9.2. Domenii de folosire

Dintre subprodusele studiate, a fost reținut produsul "R" realizat de ICECHIM cu caracteristicile menționate în capitolul precedent.

Pe baza studiilor și cercetărilor efectuate în colaborare cu ICPTT și ICECHIM a rezultat posibilitatea utilizării acestui produs chimic la stabilizarea pământurilor argiloase (75, 76, 123).

Pe baza lucrărilor experimentale s-a văzut că acest produs poate asigura stabilizarea pământurilor cu un conținut de fracțiuni sub 0,05 mm de min. 15%.

./.

Studiul de laborator al materialelor netradiționale menționate în tabelul anexa 2.1. a permis stabilirea următoarelor posibilități de aplicare în tehnica rutieră :

- material de umplură pentru construcția terasamentelor rutiere ;
- ameliorarea granulozității materialelor locale cu fracțiuni fină deficitară ;
- stabilizarea materialelor locale ;
- înlocuitori de agregate minerale pentru îmbrăcăminti bituminoase sau din beton de ciment ;
- înlocuitori de bitum rutier.

Acest domeniu de aplicare este sintetizat în anexa 2.12.

#### 2.4. CONCLUZII SI PROPUNERI

Studiile efectuate asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale diverselor materiale netradiționale precum și a rezervelor existente conduc la următoarele concluzii:

1. Există materiale netradiționale, sub formă de subproduse industriale sau deșeurii industriale, care pot fi folosite la execuția unor straturi rutiere, preconizându-se prin aceasta importante economii de materiale de masă și lianți rutieri.

2. Nisipul bituminos și gudronul rutier pot fi utilizați ca înlocuitori al bitumului la execuția straturilor bituminoase, cu condiția respectării unor condiții tehnologice specifice.

3. Nisipul bituminos constituie un material valoros pentru executarea îmbrăcămintelor bituminoase pe drumurile naționale de clasă tehnică IV și V și pe drumurile județene și comunale, în condițiile folosirii unor instalații moderne de prepararea mixturilor asfaltice.

Extinderea utilizării nisipului bituminos este condiționată însă de :

- modernizarea procesului tehnologic de extragere în scopul obținerii nisipului bituminos ca un material omogen, cu conținut constant de bitum, fără impurități;

- sporirea producției de nisip bituminos la necesarul estimat pentru sectorul de drumuri; aceasta se poate realiza prin dezvoltarea exploatărilor existente la Derna și Budoii și redeschiderea celei de la Matița.

4. Gudronul tratat de la C.S. Galați datorită procesului tehnologic de fabricație și a instalației existente, are caracte-

ristici instabile în timp.

Totuși consider că prin îmbunătățirea procesului tehnologic se poate realiza un liant cu caracteristici corespunzătoare. În acest scop propun studierea și experimentarea gudronului rutier realizat din smoală de gudron ( 65% ) și gudron brut ( 35% ).

Realizarea acestui gudron ar constitui o rezervă importantă de liant, destinat în principal executării straturilor bituminose inferioare.

5. Cele mai importante materiale netradiționale care pot înlocui cimentul la execuția unor straturi rutiere sînt zgura granulată și tuful vulcanic.

În amestec cu balast sau nisip și în prezența unui activant, zgura granulată și tuful vulcanic constituie excelente materiale pentru execuția straturilor stabilizate.

6. Extinderea utilizării zgurei granulată în sectorul de drumuri este condiționată de creșterea cantității de zgură granulată atribuită drumurilor.

7. Tuful vulcanic se caracterizează printr-o priză foarte lentă, ceea ce influențează pozitiv asupra comportării sectoarelor executate.

Ținînd seama de faptul că în prezent există o singură carieră care produce tuf vulcanic măcinat, cu posibilități actuale de livrare de 5000 t/an, propun sporirea producției de tuf vulcanic la necesarul estimat pentru sectorul de drumuri prin dezvoltarea carierei Trăitari-jud. Vîlcea și deschiderea unor noi cariere (ex. Mîrșid - jud. Sălaj).

8. Cenușa de termocentrală uscată în prezența unui activant, poate fi folosită ca înlocuitor, al cimentului la execuția straturilor rutiere din pămînturi stabilizate,

Comparativ cu zgura granulată și cu tuful vulcanic, prezintă unele dezavantaje legate de mijloacele speciale pentru transport și depozitare, ( containere pneumatice ), inconveniente determinate de finețea deosebit de mare a acestui material.

9. Cenușa de termocentrală umedă de haldă are o arie restrînsă de utilizare în sectorul de drumuri, și anume ca umplutură la rambleele rutiere, în raza economică de max. 25 km.

10. Deșeurile din industria minieră și metalurgică își găsesc aplicabilitatea în sectorul de drumuri ca umplutură pentru stratul de terasamente; utilizarea acestor deșeurii se poate face fără prelucrare suplimentară.

11. Zgura brută de furnal atestă caracteristici fizico-mecanice care permit utilizarea ei ca înlocuitor de agregate naturale pentru construcția straturilor rutiere. În acest scop se impune organizarea de către industria locală a unor cariere pentru prelucrarea zgurei brute, prin extragerea impurităților și concasare-sortare, pentru obținerea straturilor de agregate care pot fi valorificate în straturile complexului rutier.

Cap.3 TEHNOLOGII RUTIERE NOI SAU ADOPTATE  
CU CONSUMURI REDUSE DE MATERIALE  
ENERGOINTENSIVE

Actuala criză mondială manifestată și prin penuria de țiței și derivați ai acestuia a pus cu mare acuitate problema promovării unor tehnologii rutiere noi, bazate pe utilizarea cu procedere a materialelor netradiționale. Pe această linie se situează cercetările realizate în străinătate ( 36, 127, 128, 129 ), în țara noastră ( 21, 39, 47, 84, 114 ) și în teză.

3.1. TEHNOLOGII PE BAZA DE NISIP BITUMINOS

În perioada 1959-1982 s-au executat cca 5000 km de îmbrăcămînți bituminoase folosind în compoziție nisipul bituminos.

Mixturile asfaltice cu utilizarea nisipului bituminos se pot prepara în orice instalație de asfalt, însă pentru a avea în vedere particularitățile și caracteristicile acestora s-au realizat instalații pentru acest gen de lucrări prin amenajarea corespunzătoare a celor existente de tip ANG sau R III.

Aceste instalații pentru realizarea mixturilor în flux continuu și o singură fază sînt de tip uscător-malaxor ( 216).

Procedeul tehnologic în flux continuu a modificat în sens favorabil, tehnologia obișnuită pentru prepararea la cald a mixturilor asfaltice, el limitîndu-se la următoarele operații:

- dozare ;
- uscare-malaxare ;
- depozitare .

Principiul tehnologic constă în a se introduce amestecul de agregate minerale și lianți bituminoși, conform dozajului prescris, în mod continuu direct în instalația uscător-malaxor în prezența flăcării și într-un curent de aer. În acest mod, spre deosebire de procedeul tehnologic convențional care se efectuează

în două faze ( separat uscător și separat malaxor),noul procedeu are loc într-o singură fază și într-un singur utilaj "uscător malaxor", ceea ce simplifică esențial procesul tehnologic. În interiorul temburului " uscător-malaxor" se crează 3 zone distincte de încălzire și anume :

- zona de preîncălzire în care materialele reci în prezența gazelor cu temperatură ridicată, se încălzesc pînă la 95... 100°C ;

- zona de uscare, în care fenomenul principal constă în evaporarea apei, temperatura rămînînd constantă la 100°C ;

- zona de încălzire, în care temperatura mixturii crește treptat perfecîndu-se pelicularizarea agregatelor cu liantul bituminos și omogenizarea mixturii asfaltice care ajunge la temperatura de 145...160°C.

Se realizează în acest mod, în condiții optime pelicularizarea concomitent cu omogenizarea, ceea ce asigură calitate și compoziție constantă a mixturii asfaltice.

Un aspect original al acestui procedeu aplicat în țara noastră în cazul folosirii nisipurilor bituminoase constă în faptul că în cazul amestecului bitumului dur de petrol cu bitumul de vîscozitate redusă din nisipurile bituminoase, prin variația raporturilor celor doi lianți, se realizează prin " fluxare" la cald tipul de bitum corespunzător mixturii proiectate.

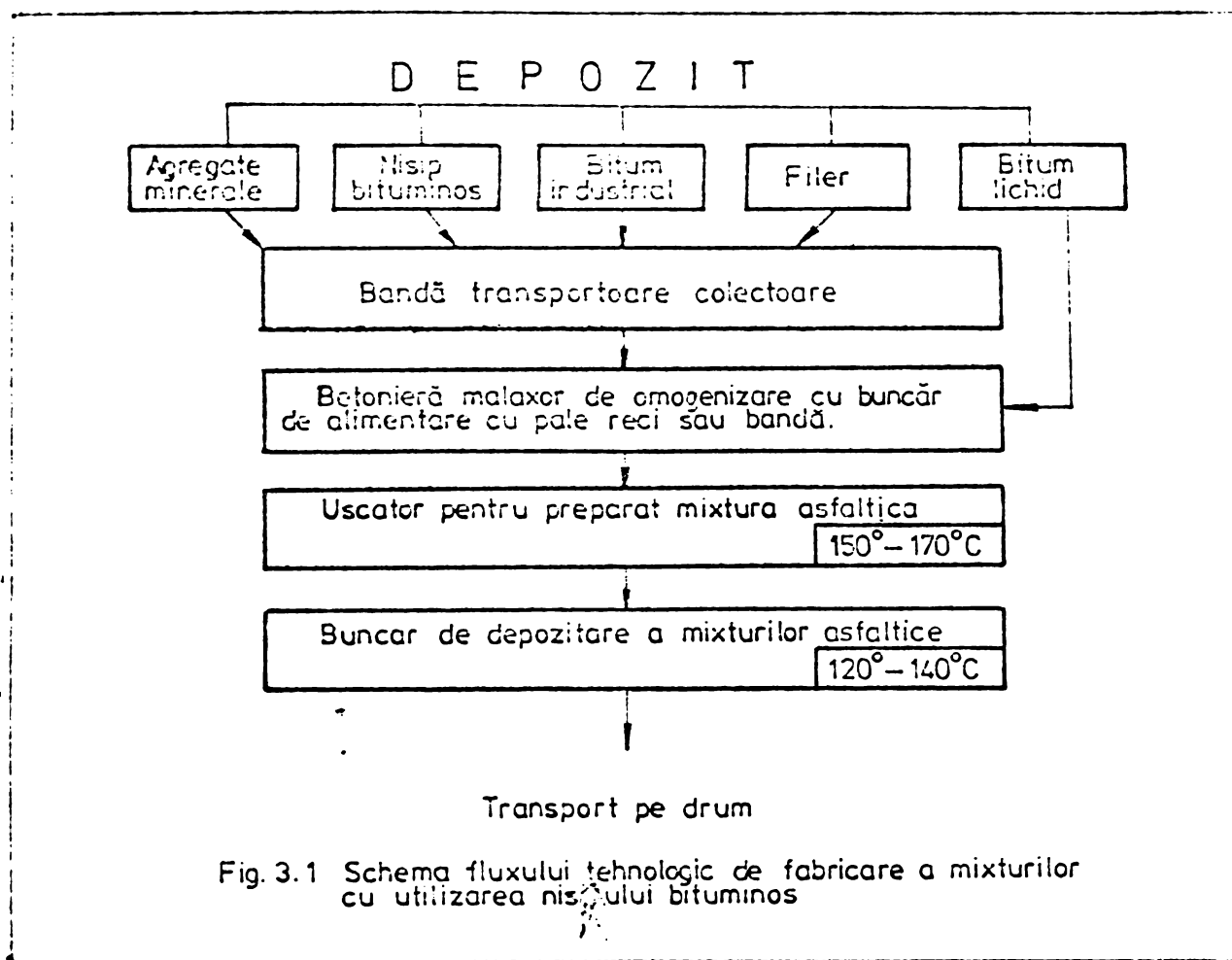
Schema fluxului tehnologic de fabricație a mixturilor cu utilizarea nisipului bituminos cu sau fără adaos de bitum dur de petrol, în flux continuu și într-o singură fază este prezentat în fig.3.1.

Nu vom insista asupra tehnologiei în detaliu deoarece aceasta este foarte bine cunoscută după 20 de ani de aplicare(216)

Așa cum s-a arătat și în capitolul 2, s-au executat diverse tipuri de mixturi asfaltice.

Studiile efectuate asupra comportării în exploatare a îmbrăcăminților rutiere cu nisip bituminos realizate în țară( 57, 66,82,216) ne-au dat posibilitatea să formulăm o serie de propuneri care vizează domeniul de folosirea a nisipurilor bituminoase în tehnica rutieră și îmbunătățirea procesului tehnologic în scopul realizării unor lucrări de bună calitate.

Tipurile de sisteme rutiere realizate sînt prezentate în anexa 3.1., acestea fiind diferențiate după intensitatea traficului rutier.



In general s-a adoptat soluția realizării unor sisteme rutiere care să satisfacă cerințele impuse de traficul de perspectivă pe minimum 7 ani.

Datorită acestui fapt, marea majoritate a drumurilor realizate în perioada 1960-1971 s-au comportat foarte bine sub acțiunea traficului rutier în creștere și nu au creat probleme deosebite pentru întreținere.

In sprijinul afirmației făcute prezentăm în tabelul 3,1 dinamica lucrărilor de întreținere executate pe drumurile locale din județul Bihor unde 90% ( peste 600 km ) din rețeaua asfaltată este realizată prin utilizarea nisipurilor bituminoase.

Tabelul 3.1.

Lucrări de întreținere executate	Total 1960-1980	1960-1970	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
-Tratamente bituminoase -km-	102	-	-	-	-	8	13	21	14	22	24
-Covoara asfaltice -km-	58	-	4	-	4	2	1	7	5	13	16
-Rep.îmbr. bitum. -mii mp-	351,3	40,9	15,4	41,9	33,6	31,7	45,4	33,7	39,5	34,0	35,0

Lucrări de volum mai mare de întreținere (covoare asfaltice) au început să se execute din anul 1972 (după mai mult de 10 ani de la execuție) când pe unele drumuri (în special în zonele industriale și miniere) traficul s-a dublat față de nivelul anului de execuție, iar în structura acestuia ponderea o dețineau autovehiculele grele, ceea ce a determinat apariția unor defecțiuni pe suprafețe întinse.

Principalele defecțiuni apărute pe rețeaua de drumuri cu îmbrăcăminti bituminoase pe bază de nisip bituminos sînt :

- văluriri cu amplitudinea variînd între 10-30 mm în special pe sectoarele unde îmbrăcămintea s-a executat din mortar asfaltic direct pe fundație din materiale de balastieră și pe declivități mai mari de 5%.

Acestea se datorează fie circulației autovehiculelor grele pe sectoare de drum a cărei îmbrăcămintă bituminoasă este un mortar asfaltic, fie unor greșeli intervenite în procesul de fabricație a mixturii asfaltice cu nisip bituminos, nerealizîndu-se complet în uscător procesul de oxidare-polimerizare a liantului și care conduce la punerea în operă a unui bitum prea plastic.

În unele din cazuri această îmbrăcămintă bituminoasă devine plastică, prin împingere laterală (în special în curbe cu rază mică și în stații de autobuze) crează refulări.

O importanță deosebită în vederea prevenirii acestor defecțiuni o are operația de modificare a consistenței bitumului natural conținut în nisipurile bituminoase (prin cele 3 procedee arătate în cap. 2), astfel ca acesta să corespundă prescripțiilor tehnice pentru bitumul rutier tip D 80/120;

- faianțări atît în pînză de păianjen cît și din plăci pe anumite zone și sectoare unde capacitatea portantă a sistemului rutier sub acțiunea traficului greu a fost depășită fie prin circulația unor autovehicule grele ce nu au fost avute în vedere la dimensionarea sistemului rutier, fie datorită neasigurării corespunzătoare evacuării apelor pluviale și care ulterior afectează capacitatea portantă a pămîntului din patul drumului;

- fisuri longitudinale dese datorate neexecutării modificării consistenței bitumului natural din nisipul bituminos și care conduce la obținerea unei mixturi asfaltice cu bitum, de vîscozitate redusă ;

- fisuri și crăpături multiple pe direcții diferite pe porțiuni întinse, datorate îmbătrânirii bitumului, cantității insuficiente sau arderii acestuia ;

- aparitia unor ciupituri izolate sau grupate de dia- metre pînă la 2 cm și adîncime putînd merge pînă la atingerea grosimii stratului de uzură . Acestea se datoresc neomogenității nisipului bituminos și a impurităților conținute de acesta( cărbune, pămînt, deșeuri de lemn, steril, bulgări de nisip oxidat etc) deci a nerespectării de către furnizori a prevederilor legale. Nerespectarea normativului privind calitatea nisipului bituminos determină pe de altă parte lucrări suplimentare de sortare, sfărîmare a bulgărilor, precum și modificarea preventivă a dozajului de fabricație, ceea ce îngreuiază foarte mult respectarea tehnologiei de lucru.

Desigur că aceasta a determinat rezultate cu o dispersie mare, atît în ce privește cantitatea de liant din mixturi cît și caracteristicile fizico-mecanice ale acestora.

În urma studiilor, analizelor și observațiilor efectuate în decursul celor peste 20 ani de folosire a nisipului bituminos la lucrările de drumuri rezultă următoarele :

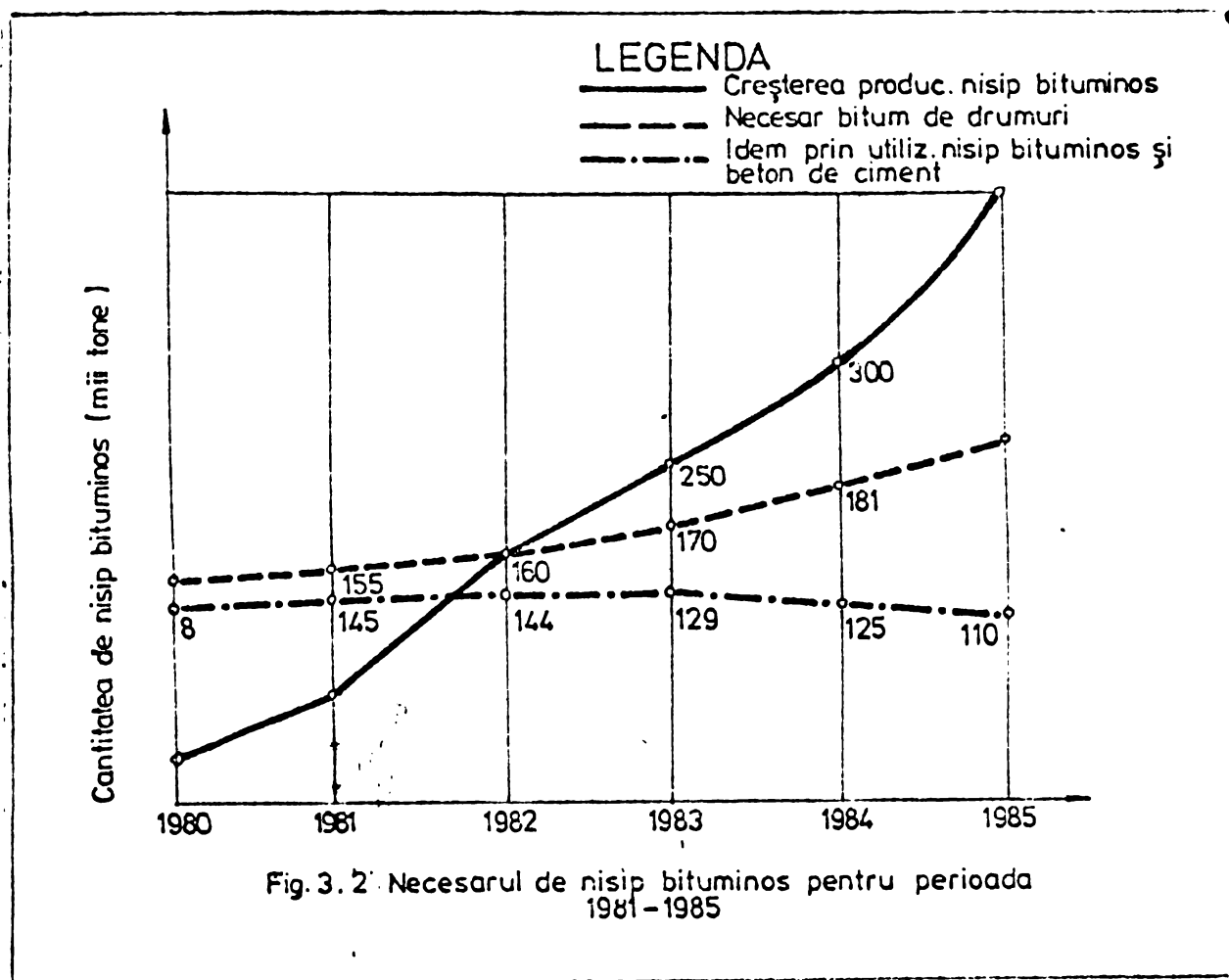
- folosirea nisipurilor bituminoase la lucrările de drumuri naționale și locale cu trafic ușor și mediu reprezintă o metodă eficientă pentru reducerea consumului de bitum rutier, și în consecință este necesară extinderea folosirii acestuia ;

- necesitatea dezvoltării producției de nisip bituminos în cele două zone ale țării ( Bihor și Prahova ) în paralel cu prevederea investițiilor și dotării necesare îmbunătățirii calității acestuia prin care să se ajungă la cantitate anuală de cca 500 mii tone în anul 1985 și care să se dubleze pînă în anul 1990 ( fig.3.2).

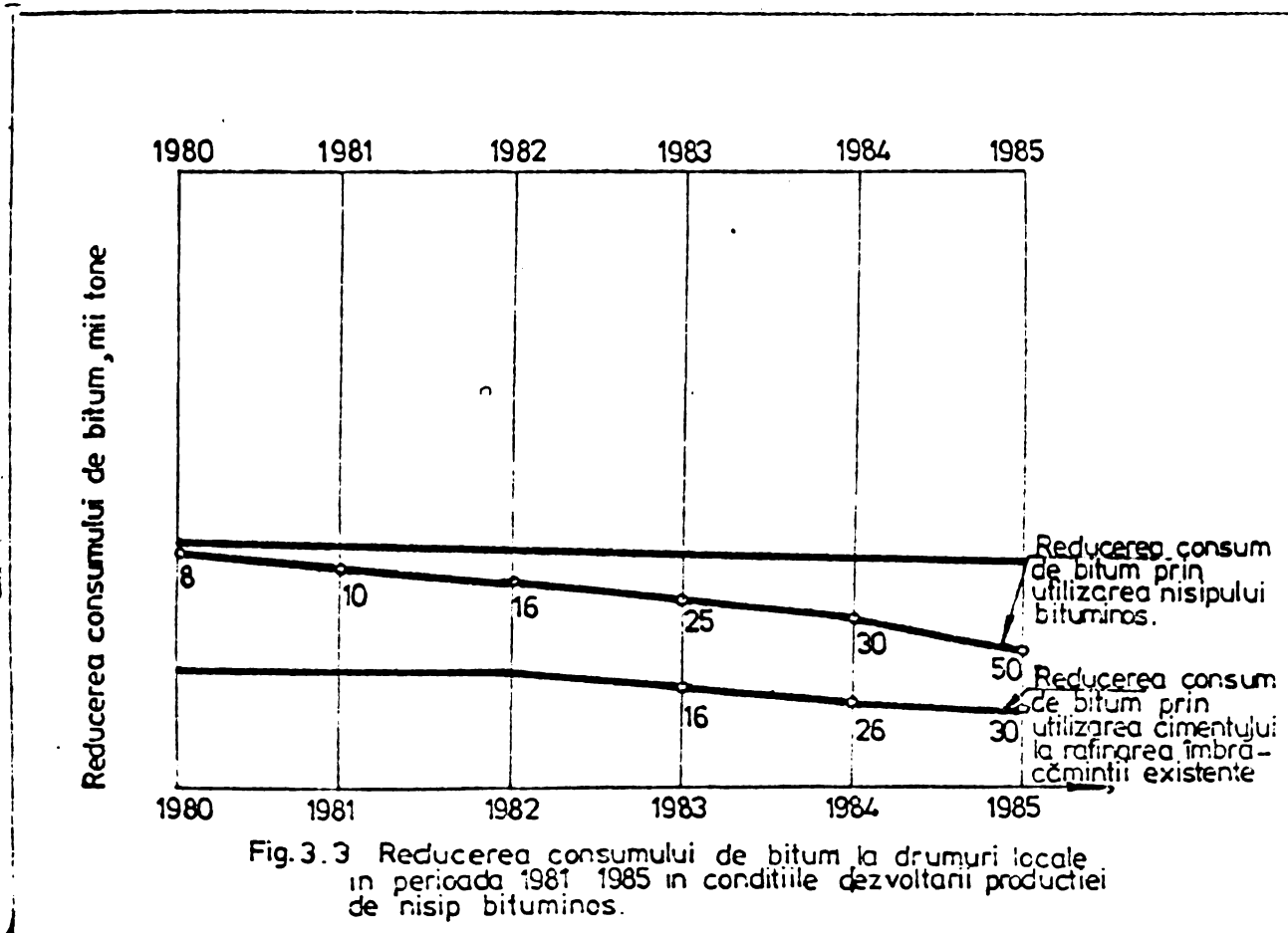
- actualizarea studiilor și cercetărilor privind utilizarea acestui produs în noile condiții ce se cer astăzi producției ( productivitate mărită, eficiență, consum energetic minim etc) precum și înlocuirea bitumului industrial dur cu alte produse avînd caracteristici fizico-mecanice similare.

./.





Dezvoltarea propusă pentru acest produs cu influență asupra reducerii necesarului de bitum rutier la drumuri locale este prezentată în graficul din fig.3.3.



În ce privește utilizarea nisipurilor bituminoase pentru producerea unor prefabricate (borduri, dale) apreciem că nu este eficientă, avînd în vedere pe de o parte consumurile suplimentare de energie necesare acestei tehnologii, cît și necesității din ce în ce mai mari din acest produs pentru folosirea directă la lucrările de întreținere și reparații drumuri.

De aceea considerăm că în prezent (cînd criza de bitum rutier necesită găsirea unor înlocuitori de volum important și care să fi fost testați suficient în timp) preocupările specialiștilor trebuie orientate pe de o parte în direcția modernizării metodelor de extragere și transport care să asigure creșterea producției acestui material și îmbunătățirea calității acestuia, iar pe de altă parte în direcția îmbunătățirii tehnologiei de fabricație a mixturilor asfaltice.

Propunem ca atare repartizarea nisipurilor bituminoase exclusiv sectorului de drumuri publice unde are un cîmp larg de aplicație și caracteristicile traficului rutier se încadrează în condițiile impuse.

### 3.2. TEHNOLOGII CU ZGURA GRANULATA

#### 3.2.1. Beton de ciment de rezistență

Proprietățile puzzolanice atestate de zgura granulată au condus la execuția pe diverse drumuri naționale de tronsoane experimentale, cu straturi de fundație alcătuite din agregate naturale stabilizate cu zgură granulată.

Comportarea corespunzătoare a acestor tronsoane a permis extinderea tehnologiei de stabilizarea materialelor locale cu zgură granulată pe sectoare mari de drum ( 51,55, 170, 172 ).

În anul 1980 s-a preconizat o nouă tehnologie folosind zgura granulată și anume aceea de realizarea de betoane de ciment cu zgură granulată destinate stratului de rezistență ( 125 ).

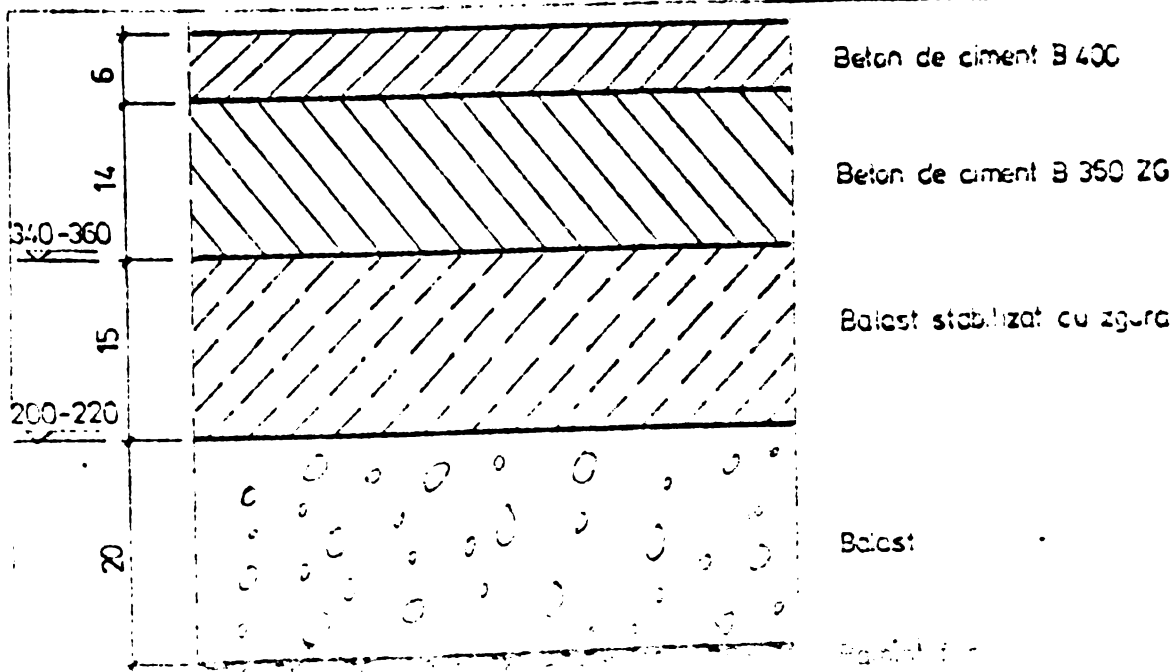
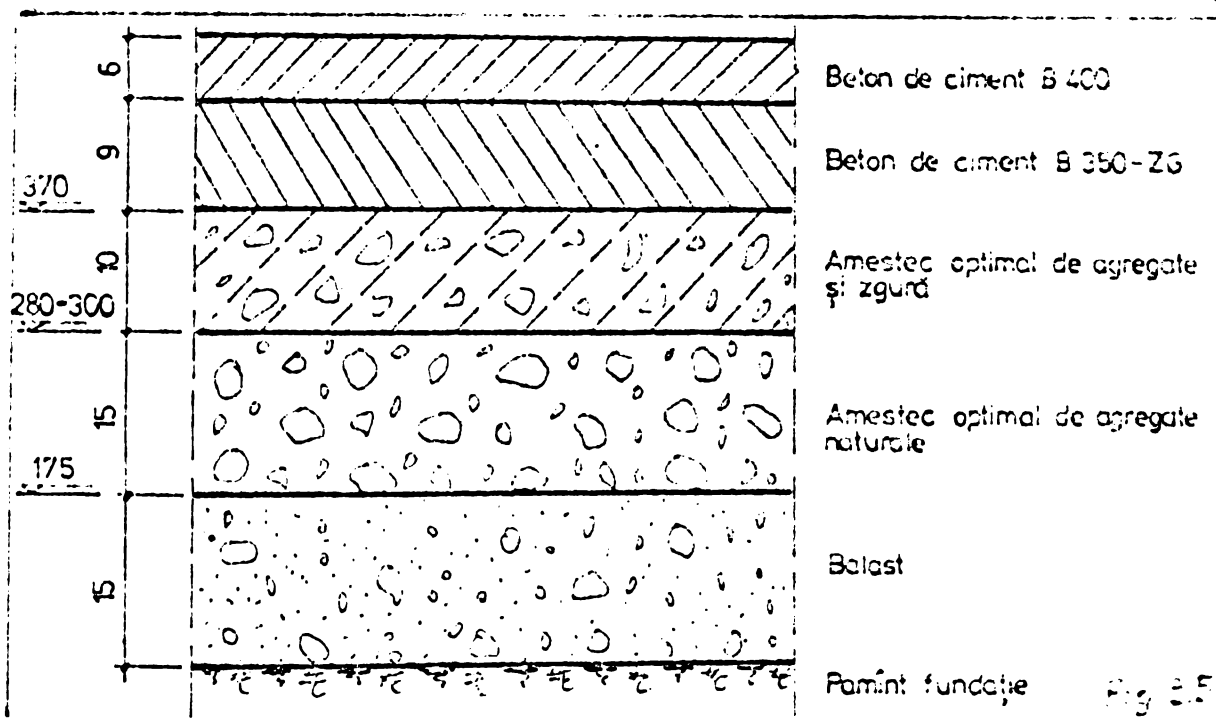
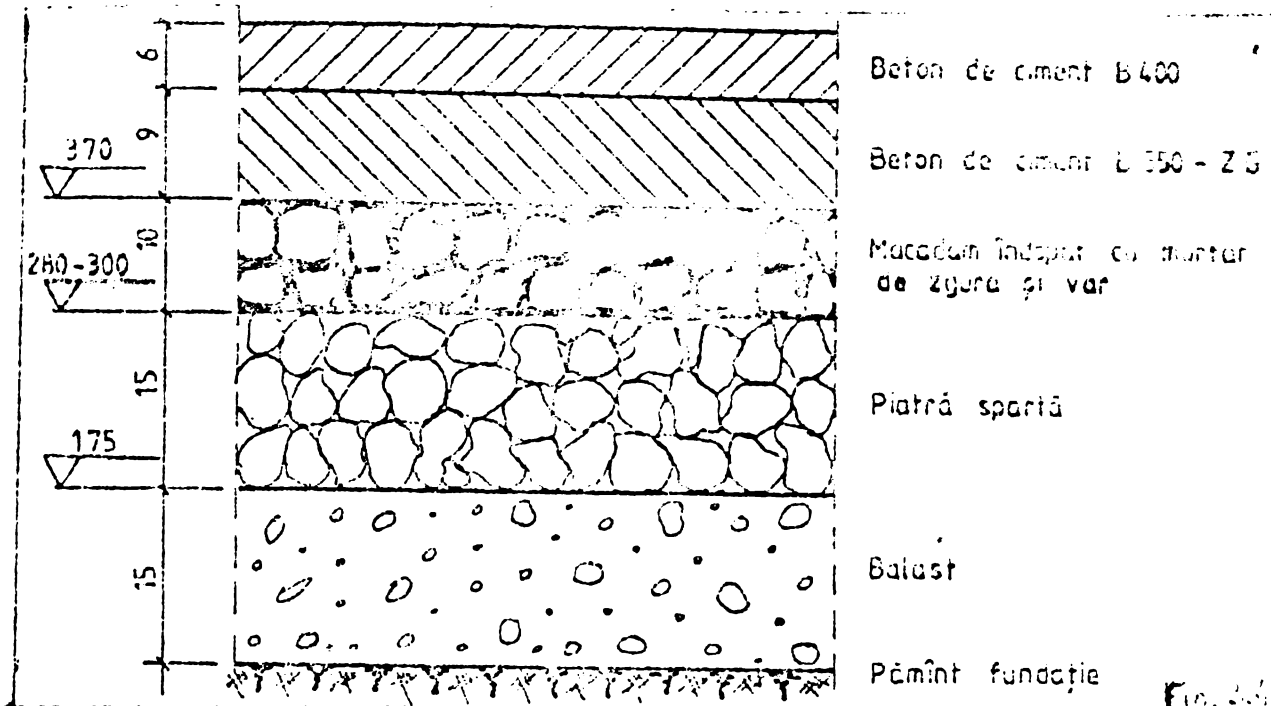
Această tehnologie are în vedere utilizarea zgurei granulată de la Combinatul Siderurgic Galați, ca adaos la prepararea betonului de ciment, respectiv pentru înlocuirea parțială a nisipului natural, introducerea acesteia efectuîndu-se în procesul tehnologic la prepararea betonului, deci la stația de preparare.

Sectorul experimental a fost executat pe DN 5 București-Giurgiu km 0+582-0+982.

Au fost concepute trei sisteme rutiere și anume :

./.

- îmbrăcămintă din beton de ciment executat pe strat de amestec înădopătat cu mortar de zgură granulată și var (Fig.3.4.);
- îmbrăcămintă din beton de ciment pe strat din amestec optimal de agregate naturale și zgură granulată ( Fig.3.5.);
- îmbrăcămintă din beton de ciment pe strat din balast stabilizat cu zgură granulată ( Fig.3.6.)



La experimentarea acestei tehnologii s-au avut în vedere următoarele materiale :

- ciment P 40 sau RIM 250 ;
- zgură granulată la care suplimentar s-au impus condițiile de granulozitate precizate în tabelul 3.2 ;
- aditiv mixt platifiant-antrenor de aer DISAN.

Granulozitatea zgurei granulate

Tabelul 3.2.

Zgură granulată	Treceri în % din masa prin sita sau ciurul de . . . . mm				
	0,2	1	3	7	
0 - 7	min.	0	31	58	85
	max.	15	53	84	100

Studiile efectuate au condus la stabilirea dozajelor optime de betoane de ciment cu adaos de zgură granulată (tabelul 3.3 și fig.3.7.) pentru stratul de rezistență experimental pe tronsoanele prezentate în fig.3.4 , 3.5 și 3.6, aceste dozaje indicate în tabelul 3.4. asigură realizarea rezistențelor mecanice la 28 zile, respectiv min. 350 daN/cm<sup>2</sup> pentru rezistența la compresiune și min. 50 daN/cm<sup>2</sup> pentru rezistența la întindere din încovoiere.

Compoziția granulometrică a betonului de rezistență

Tabelul 3.3.

Amestec mineral	Treceri ... % din masă, prin sita sau ciurul de . . . . mm						
	0,2	1	3	7	15	30	40
Limita inferioară	2	10	23	35	55	90	95
Limita superioară	5	16	31	50	70	100	100

Dozajele studiate în laborator pentru execuția sectorului de pe DN 5 au fost concepute în următoarele ipoteze :

- înlocuirea parțială a nisipului natural 0-7 cu zgură granulată, raportul dintre aceste două materiale fiind de 1:1;
- micșorarea dozajului de ciment cu cca 6%.

Aceste dozaje sînt prezentate în tabelul 3.4.

Dozajele pentru laborator Tabelul 3.4

Nr. crt.	Materiale	Unit. de măsură	Betoane de rezistență cu ciment și adaos de zgură granulată		Beton de rezistență cu ciment
			I	II	
1.	Ciment P.40, kg/m <sup>3</sup>		330	310	330
2.	Apă, L/m <sup>3</sup>		150	140	150
3.	Nisip 0-7, kg/m <sup>3</sup>		380	390	676
4.	Pietriș 7-15, kg/m <sup>3</sup>		580	585	670
5.	Pietriș 15-40, kg/m <sup>3</sup>		580	585	580
6.	Zgură granulată, kg/m <sup>3</sup>		380	390	-

Fazele principale ale tehnologiei de execuție au fost următoarele:

- prepararea betonului de ciment în stație de betoane de tip SBMS-35, cu dozare gravimetrică a materialelor, în condițiile unor abateri admisibile de ± 3% pentru agregatele minerale și zgură granulată și de ± 2% pentru ciment ;

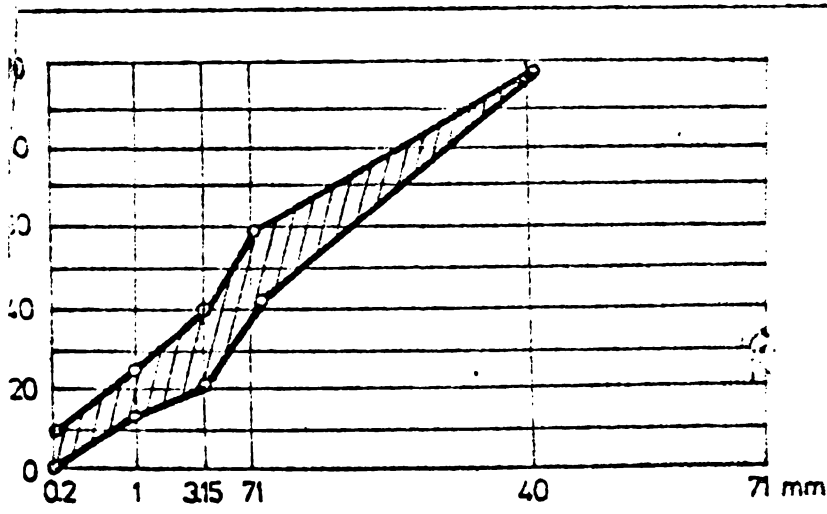


Fig.3.7 Granulozitatea amestecului mineral-beton de ciment cu adaos de zgură granulată

- durata de amestecare majorată de la 60 sec, în cazul betonului de ciment fără adaos, la min.90 sec;
- evacuarea betonului proaspăt din betonieră în buncăre intermediare, evitându-se astfel golirea directă în mijloacele de transport, pentru evitarea segregării amestecului ;
- temperatura betonului la locul de punere în operă cât mai scăzută (sub + 30°C);

- durata de transport, considerat din momentul începerii încărcării mijlocului de transport și sfârșitul descărcării acestuia nu va depăși 30 minute, când temperatura amestecului de beton este de +10...+30°C și 60 minute, când temperatura amestecului este sub +10°C ;

- punerea în operă a betonului cu aceleași utilaje ca în cazul betonului de ciment fără adaosuri ( repartizator de beton și vibrofinisor).

În fig.3.8, 3.9 și 3.10 se prezintă principalele aspecte din execuția stratului de rezistență cu adaos de zgură granulată pe DN 5 București-Giurgiu.

./.

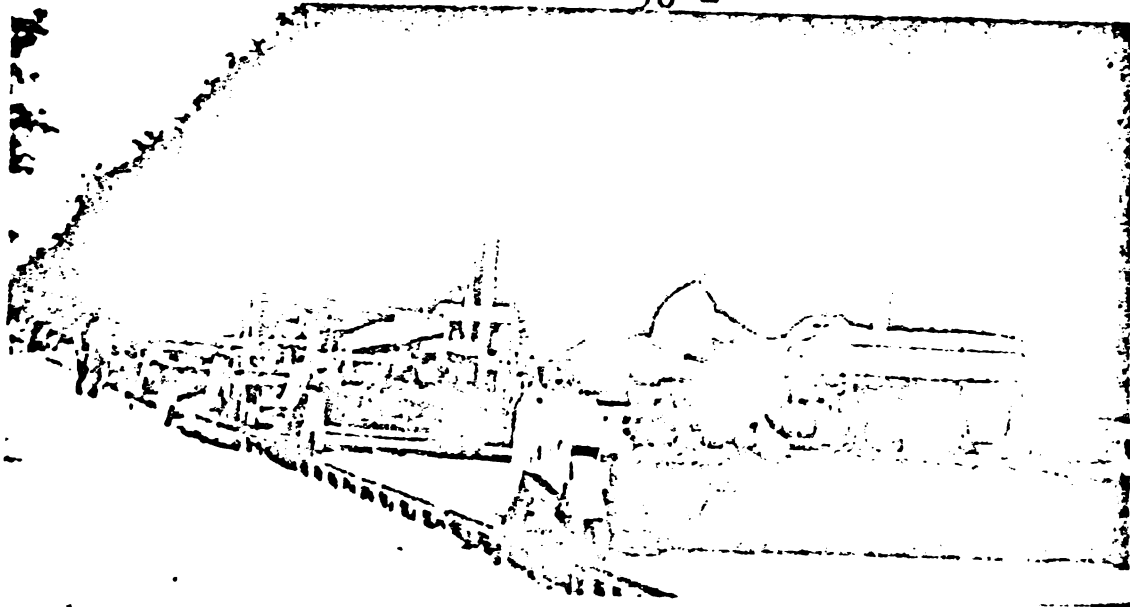


Fig.3.8.-Punerea în operă a betonului de ciment cu adaos de zgură granulată - Vedere de ansamblu



Fig.3.9-Așternerea betonului de ciment cu adaos de zgură granulată

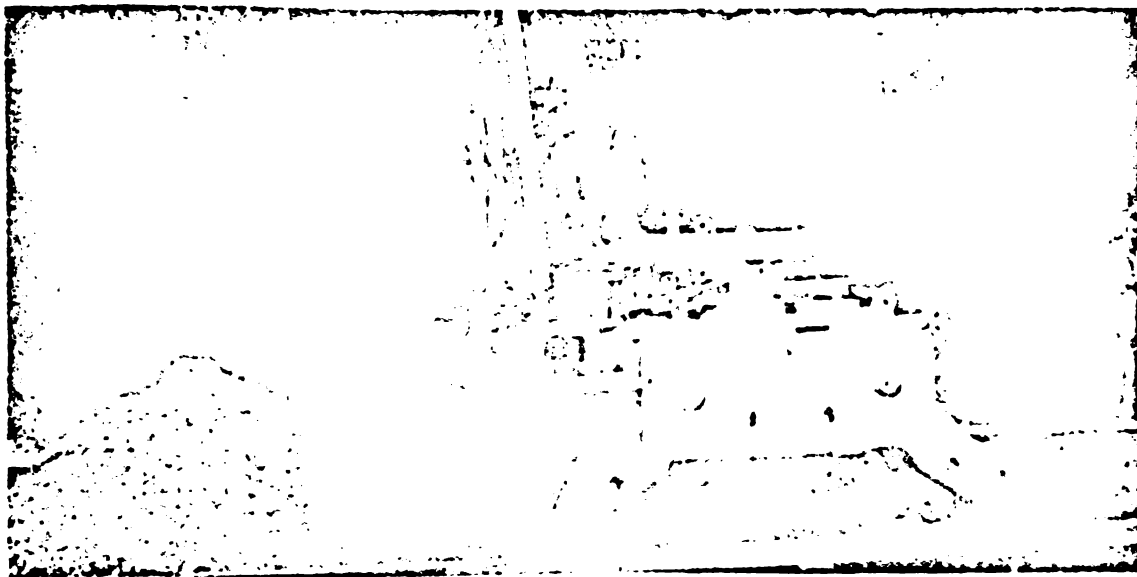


Fig.3.10 -Vibrarea betonului de ciment cu adaos de zgură granulată

Aspectul suprafeței stratului de rezistență executat se poate observa în fig. 3.11.

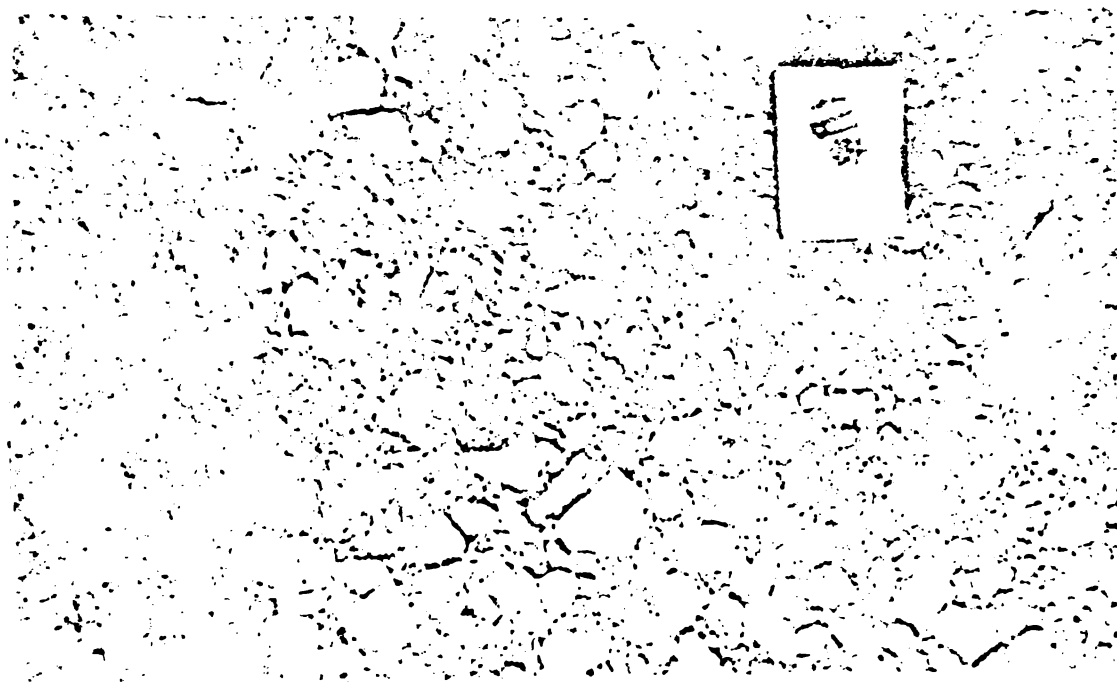


Fig.3.11-Aspectul suprafeței.

Caracteristicile fizico-mecanice ale betoanelor de ciment preparate la nivel de laborator pentru strat de rezistență, centralizate în tabelul 3.5, conduc la concluzia că betoanele cu adaos de zgură granulată atestă la vârsta de 28 zile, rezistențe mecanice corespunzătoare unui beton de marcă B.350 (rezistență la compresiune  $R_c = 350 \text{ daN/cm}^2$  și rezistență la întindere din încovoiere  $R_{t\dot{f}} = 50 \text{ daN/cm}^2$ ). Comparativ cu rezistențele mecanice ale betoanelor de rezistență tradiționale valorile rezistențelor mecanice sînt mai mici.

Tabelul 3.5

Nr. crt.	Caracteristici fizico-mecanice	Betoane de ciment cu adaos de zgură granulată		Beton de ciment
		I	II	
1.	Densitate, $\text{kg/m}^3$	2330	2300	2400
2.	Rez. la compr. la 28 zile ( $R_c$ ), $\text{daN/cm}^2$	404	350	410
3.	Rez. la întindere din încov. la 28 zile ( $R_{t\dot{f}}$ ), $\text{daN/cm}^2$	45,9	45,0	52,9

Aceste rezultate au condus la adoptarea, pentru sectorul experimental a unor dozaje cu conținut variabil de nisip natural și zgură granulată, astfel încît raportul dintre aceste materiale a avut valori cuprinse între 1 . . . 1,3.

Din anexa 3.2 se constată că raportul A/C a variat între 0,45 ... 0,47. Amestecul mineral astfel conceput se caracterizează după cum se poate observa din tabelul 3.6 prin fracțiune fină sub 0,02 mm de 3...5% și fracțiune peste 3 mm de 20%.

Granulozitatea amestecului mineral Tabelul 3.6.

Nr. crt.	Dozaje	Treceri . . . % din masă prin sita sau ciurul de . . . mm							
		0,2	1	3	7	15	25	30	40
1.	R <sub>1</sub>	3,1	14,3	29,6	39,1	61,6	70,6	99,1	100
2.	R <sub>2</sub>	5,2	22,0	40,1	57,2	78,6	-	97,8	100
3.	R <sub>3</sub>	4,8	14,8	21,8	41,7	72,7	-	100	100

Referitor la caracteristicile fizico-mecanice ale betonului de rezistență cu adaos de zgură granulată, încercările efectuate pe betoanele puse în operă pe DN 5 și centralizate în Anexa 3.2 conduc la următoarele concluzii :

- zgura granulată introdusă ca adaos înlocuiește o parte din nisip ( raport zgură/nisip = 1 ) fără a necesita apă în plus, (raport A/C = 0,45) ;

- rezistențele mecanice determinate atât pe epruvete preparate în laborator cât și pe carote extrase din înbrăcămintele la vârsta de 28 zile, sînt corespunzătoare unui beton de marcă B.350, însă ceva mai reduse în comparație cu rezistențele mecanice ale betonului de rezistență tradițional, din cauza creșterii mai lente a rezistențelor, pînă la vârsta de 90 zile;

- lucrabilitatea betonului, determinată prin metoda tășării se înscrie în condițiile tehnice impuse ( mai mică de 4 cm);

- conținutul de aer oclos de 1,5 ... 3% reflectă o variație în dozarea apei și a soluției de DISAN;

- contracția la uscare a betoanelor întărite prezintă valori normale, între 0,041 . . . 0,449 mm/m la vârsta de 28 zile.

Evoluția în timp a contracțiilor este prezentată în fig. 3.12.

Rezultatele înregistrate pe sectorul experimental executat pe DN 5 confirmă posibilitatea valorificării zgurii granulată la execuția betoanelor de ciment destinate stratului de rezistență, în condițiile unei tehnologii apropiate de cea clasică.

O altă tehnologie nouă pe bază de zgură granulată, aplicată în anul 1981 cu caracter experimental, este aceea de execu-



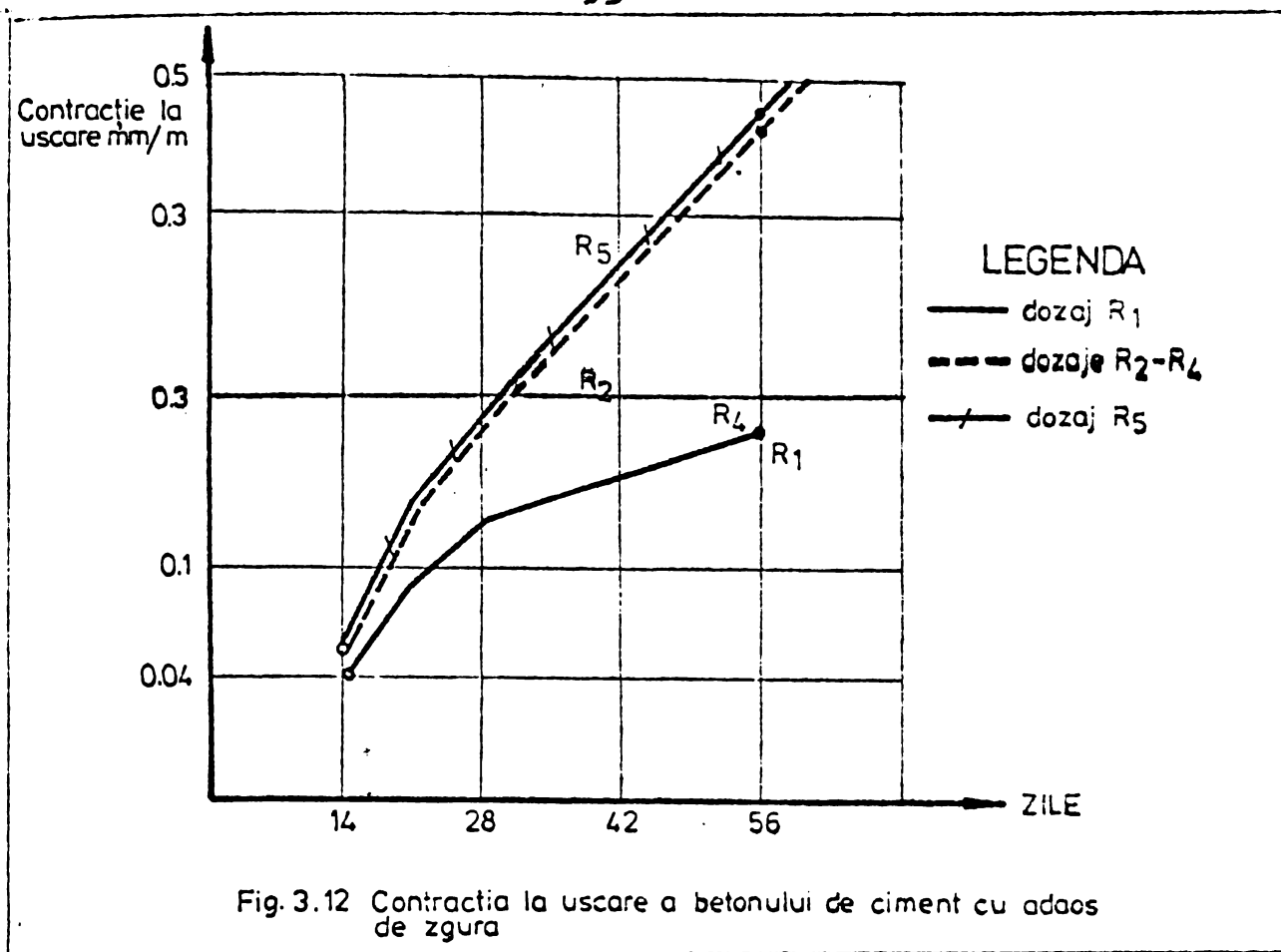


Fig. 3.12 Contractia la uscare a betonului de ciment cu adaos de zgura

ție a stratului rutier din amestec de piatră spartă și zgură granulată activată cu var.

### 3.2.2. Amestec optimal din piatră sportă și zgură granulată

Acesta s-a executat pe un strat superior de fundație din piatră spartă 0-63-90, pe DN 5 București-Giurgiu km 0+682-0+782 (170).

Amestecul optimal este constituit dintr-un amestec de piatră spartă (0-25 și 25-50) nisip natural și zgură granulată, fiecare component fiind în proporție de 20...25%.

Studiile efectuate au condus la stabilirea condițiilor de granulozitate ale amestecului optimal: curbă granulometrică cu limite de granulozitate 0-63 mm conținând 5...10% fracțiune fină (sub 0,09 mm), 23...35% agregat mineral mai mare de 3 mm și 50...80% agregat mineral mai mare de 25 mm.

Tehnologia de execuție a acestui strat se bazează pe următoarele faze principale :

- prepararea amestecului optimal se realizează în instalații de prepararea nisipului stabilizat INS, prevăzută pe predozator PA 4 ;

- dozarea agregatelor naturale, inclusiv a zgurii granulate, se face prin intermediul predozatorului compartimentat cu 4 buncăre;

- dozarea varului în pulbere se face cu dispozitivul de dozare a cimentului existent în dotarea INS, astfel încît să se respecte dozajul de 3% var în amestecul final ;

- cantitatea de apă se introduce în amestec cu ajutorul instalației existente la INS, astfel încît la ieșirea din malaxorul instalației umiditatea amestecului să fie de 7 ...9% ;

- amestecarea tuturor componentelor se face în malaxorul instalației;

- așternerea amestecului optimal se realizează cu ajutorul distribuitorului de mixturi asfaltice NPK Nicolina, utilizînd și mecanismul de vibrație ;

- compactarea materialului se face cu compactor pe pneuri static autopropulsat greu ( număr de treceri 15...20 ) și compactor vibrator ( numai de treceri min.8 ) ;

- stratul din amestec optimal se tratează prin stropire cu apă pînă la execuția stratului rutier următor.

Aspecte din timpul execuției se prezintă în fig.3.13 (așternerea cu distribuitorul NPK) și fig.3.14 ( compactarea cu compactor pe pneuri) , iar în fig.3.15 se poate observa aspectul suprafeței stratului executat.



Fig.3.13. Așternerea cu distribuitorul NPK a amestecului optimal

La aplicarea acestei tehnologii pe sectorul experimental de pe DN 5 s-a realizat o compoziție granulometrică cu limite mici de variație a granulozității amestecului optimal (Anexa 3.3), după cum rezultă din fig.3.16.

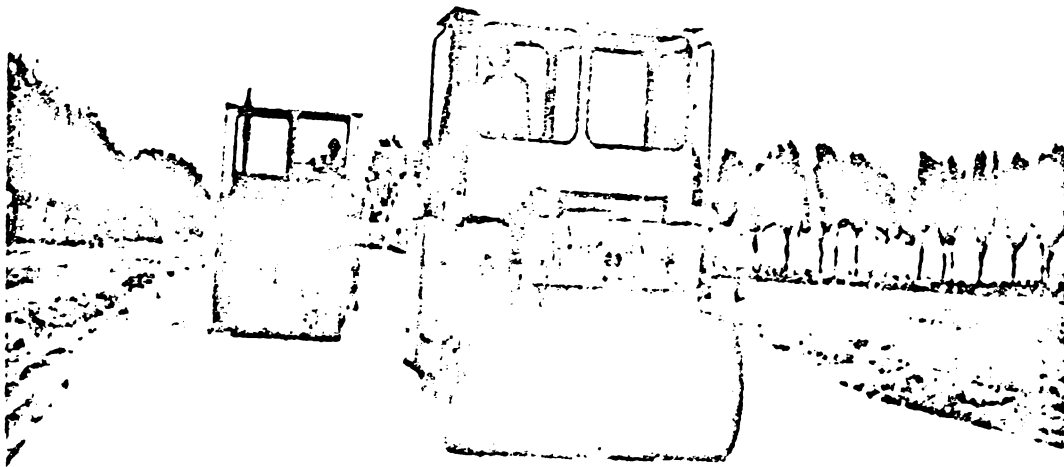


Fig.3.14 Compactarea amestecului optimal

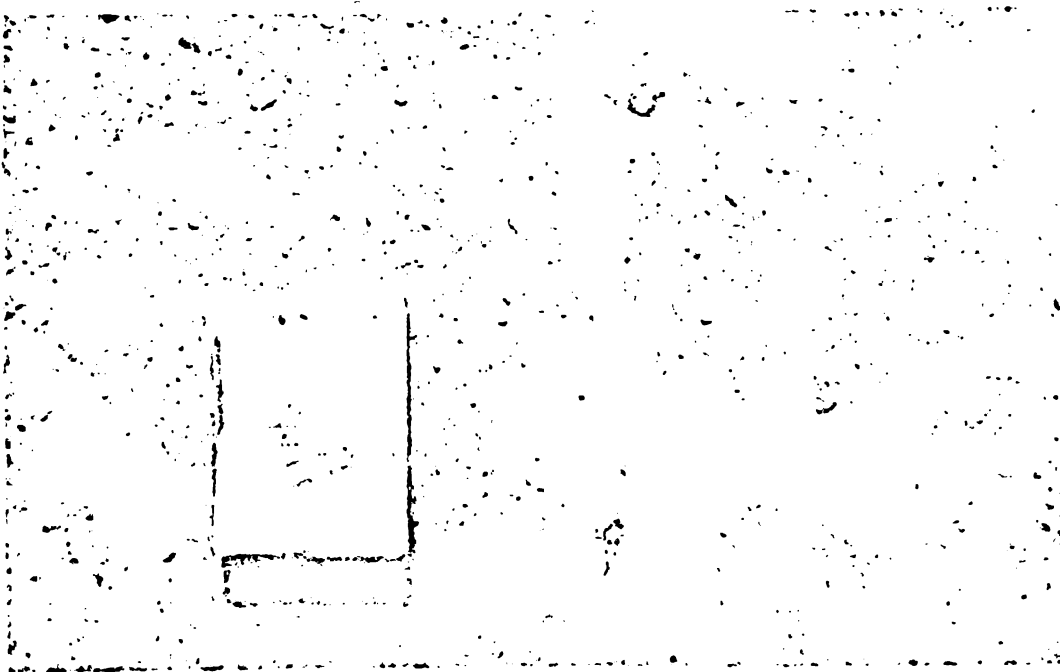


Fig.3.15 Aspectul suprafeței stratului din amestec optimal cu zgură granulată

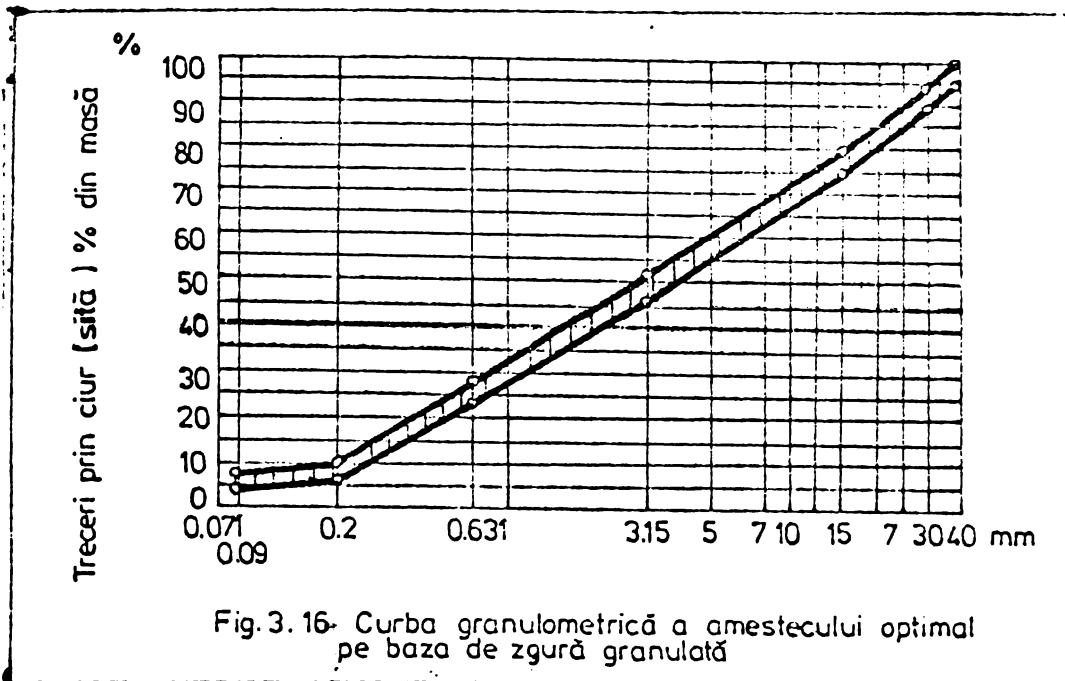
Variația conținutului de fracțiuni sub 0,09 mm a fost mică indicând o omogenitate corespunzătoare a dozajului de liant (4,6...6,1%).

Umiditatea amestecului la ieșire din malaxor precum și la compactare s-a înscris între 8,7...9,5% și respectiv 7,9...8,9%).

### 3.2.3. Macadam penetrat cu mortar din zgură granulată și var

Tehnologia de execuție a macadamului legat cu mortar din zgură granulată și var a fost experimentată pentru prima dată în

anul 1981, pe DN 5 km 0+582-0+682 ( 171).



Macadamul penetrat cu mortar din zgură granulată și var s-a executat pe stratul superior de fundație din piatră spartă 63-90, în grosime de 10 cm după compactare.

Tehnologia aplicată cu caracter experimental pe DN 5 București-Giurgiu a constatat din următoarele faze principale :

- așternerea pietrei sparte 40-63, în cantitate de 175...180 kg/m<sup>2</sup>, pe suprafața stratului de fundație, cu ajutorul autogrederului în grosime uniformă și la profilul transversal conform proiectului ;

- cilindarea pietrei sparte cu compactoare de 100...120 KN executându-se 60...70 treceri pe același loc, apoi cu un compactor vibrator pînă la fixarea completă a pietrelor în strat;

- prepararea mortarului de zgură granulată și var, în betoniere de 250 L sau 500 L din : 88% zgură granulată, 12 % var în pulbere și 28% apă ( raportată la amestecul de zgură-var);

- răspîndirea mortarului manual cu perii piasava sau mecanizat cu lama grederului pe suprafața stratului de piatră spartă în două reprize, în modul următor:

- în prima repriză o cantitate de 15...20 kg/m<sup>2</sup> care se cilindrează cu utilajele menționate mai sus pînă la pătrunderea completă a mortarului în stratul de piatră spartă, după care se așterne o cantitate de 15...20 kg/m<sup>2</sup> split 16-25 care se cilindrează;

- în a doua repriză o nouă cantitate de 15...30 kg/m<sup>2</sup> mortar care se cilindrează cu utilajele de compactare pînă se realizează înoleștarea perfectă a pietrelor și colmatarea golurilor

./.

Se consideră cilindrirea terminată în momentul în care mortarul de legătură iese la suprafața stratului de piatră spartă, rulourile compactorului nu mai lasă nici un fel de urme pe suprafața macadamului, iar mai multe pietre de aceeași mărime și natură cu piatra concasată folosită nu mai pătrund în macadam și sînt sfărîmate de rulourile compactorului ;

- traterea stratului de macadam penetrat cu mortar de zgură granulată prin stropire cu apă, zilnic, pînă la execuția stratului imediat următor, în vederea menținerii umidității necesare fenomenului de priză.

Pe sectorul experimental tehnologia a fost aplicată în două variante :

• penetrarea macadamului cu mortar de zgură și var și split 16-25 ;

• legarea macadamului numai cu mortar de zgură și split 16-25 ;

• legarea macadamului numai cu mortar de zgură și var.

Din experimentările efectuate s-au desprins următoarele concluzii :

- în această tehnologie se poate realiza o mai bună înclăștare a macadamului prin împănarea acestuia cu split 16-25 și apoi prin penetrarea cu mortar de zgură și var, decît prin împănare numai cu mortar de zgură și var ;

- prelungirea cilindrierei pietrei sparte 40-63 , peste limitele stabilite, conduce la o sfărîmare a materialului, producîndu-se o oarecare împănare cu material sub 40 mm așa cum rezultă din Anexa 3.3. ;

- penetrarea cu mortar de zgură și var și split 16-25 este superioară din punct. de vedere calitativ tehnologiei de penetrare numai cu mortar de zgură și var, dar necesită un consum mai mare de manoperă ;

- în ceea ce privește deformabilitatea straturilor de fundație pe bază de zgură granulată, evidențiată prin măsurători cu deflectometrul cu pîrghie ale căror rezultate sînt prezentate în tabelul 3.7., se stabilesc următoarele concluzii ;

- valorile deformației elastice medii la nivelul stratului de fundație , pentru cele două tipuri de straturi pe bază de zgură granulată ( macadam penetrat și amestec optimal) sînt comparabile cu cea de la nivelul stratului stabilizat cu zgură granulată ;

- prin executarea macadamului sau a amestecului optimal s-a redus simțitor deformabilitatea structurii rutiere; deflexiunea caracteristică a scăzut de la 8,78 mm - valoare înregistrată pe stratul de fundație din balast (stratul suport) - la 1,76... 1,77 mm în cazul structurilor noi, superioare, pe bază de zgură granulată;

- stratul stabilizat cu zgură granulată prezintă cea mai scăzută deformabilitate, dintre toate straturile de fundație executate pe bază de zgură granulată.

----- Tabelul 3.7. -----

Nr. crt.	Stratul rutier executat	Deformația elastică medie $d_M$ 0,01 mm	0,01 mm	Cv, %	Deflexiunea critică de 0,01 mm
1.	Macadam penetrat cu mortar din zgură granulată și var	102	43	42	177
2.	Amestec optimal cu piatră spartă și zgură granulată	87	42	49	176
3.	Balast stabilizat cu zgură granulată	63	27	43	108
4.	Fundație din balast (strat suport)	349	306	88	878

Pe baza studiilor efectuate asupra tuturor sectoarelor experimentale executate cu zgură granulată putem concluziona asupra celor mai eficiente posibilități de valorificare a zgurii granulate în sectorul de drumuri și anume:

- stabilizarea agregatelor naturale, pentru stratul de fundație ;
- execuția betoanelor de ciment destinate stratului de rezistență ;

Tehnologiile de execuție sînt apropiate de cele clasice.

### 3.3. TEHNOLOGII UTILIZIND CENUSA DE TERMOCENTRALA

Studiile și lucrările experimentale au avut în vedere următoarele tehnologii care au la bază cenusa de termocentrală ca înlocuitor al cimentului :

./.

- execuția stratului de fundație din balast stabilizat cu cenură de termocentrală;

- execuția betonului de rezistență la îmbrăcămintele din beton de ciment.

Sistemul rutier experimentat este prezentat în fig.

3.17.

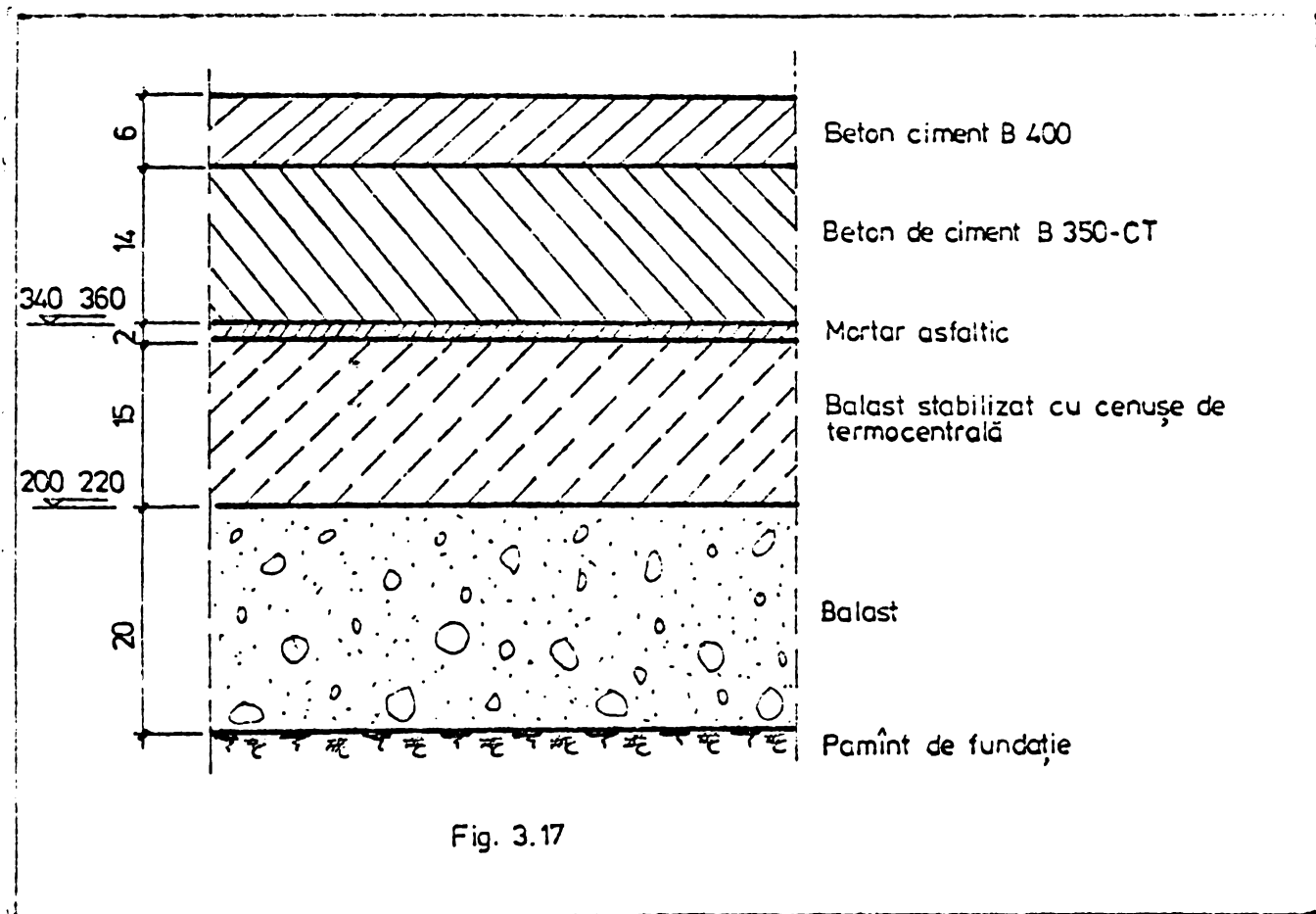


Fig. 3.17

### 3.3.1. Balast stabilizat cu cenure de termocentrală :

Această tehnologie are în vedere utilizarea cenurei uscate de termocentrală ca înlocuitor total al cimentului în straturile rutiere stabilizate.

Tehnologia s-a experimentat pe DN 5 București-Giurgiu km 0+982-1+102 ( 172 ).

La experimentări s-au avut în vedere următoarele materiale :

- balast 0-31 caracterizat prin conținut de fracțiune sub 0,2 mm de 1 ...5% și conținut în granule peste 3 mm de 65... 78 și un echivalent de nisip EN de min. 95%;

- cenură de termocentrală captată uscat provenită de la termocentrala Igalnița, cu o granulație 0-0,63 mm în care fracțiunea fină ( sub 0,09 mm ) este de 60 ...65% )

- var în pulbere, cu conținut de CaO+MgO activ min 65% și granulație 0-63 cu max.10% rest pe sita de 0,09 mm.

Studiile efectuate au condus la stabilirea compoziției optime a amestecului stabilizat cu cenușă de termocentrală: balast 70% cenușă de termocentrală 30% și var 4%. Compoziția granulometrică a acestui amestec se înscrie în curba granulometrică din fig. 3.18 și anexa 3.4.

Fazele principale ale tehnologiei de execuție a balastului stabilizat cu cenușă de termocentrală au fost următoarele:

- prepararea amestecului de balast stabilizat cu cenușă în instalația de preparare a nisipului stabilizat-INS sau cu betoniere de 250 L sau 500 L cu dozare volumetrică a componentelor;
- punerea în operă a materialului stabilizat prin așternerea cu autogrederul, pînă la marginea părții carosabile ;
- așternerea materialului după umezirea prealabilă a stratului inferior de fundație, pentru a se evita uscarea materialului din noul strat ;
- compactarea amestecului cu compactor pe pneuri tip Progresul R 10 și compactor vibrator ; numărul de treceri care se recomandă este de minimum 8 treceri ale compactorului vibrator și de 15...20 treceri ale compactorului pe pneuri ;
- realizarea gradului de compactare de min. 95%
- tratarea prin stropire cu apă a stratului de fundație realizat , în vederea menținerii umidității necesare desăvîrșirii fenomenului de priză pînă la execuția stratului rutier următor.

În fig. 3.19, 3.20 și 3.21 se prezintă aspecte din timpul execuției.

Studiile efectuate în cadrul lucrărilor experimentale executate pe DN 5 București-Giurgiu au condus la următoarele concluzii:

- compoziția granulometrică a amestecurilor de balast, cenușă de termocentrală și var, realizate pe șantier s-a încadrat în zona granulometrică stabilită în laborator. Anexa 3.5 ;



- umiditatea amestecului stabilit la ieșirea din malaxor a variat între 9,2...12,0%, în medie 11,2% mai mare decât umiditatea optimă de compactare.

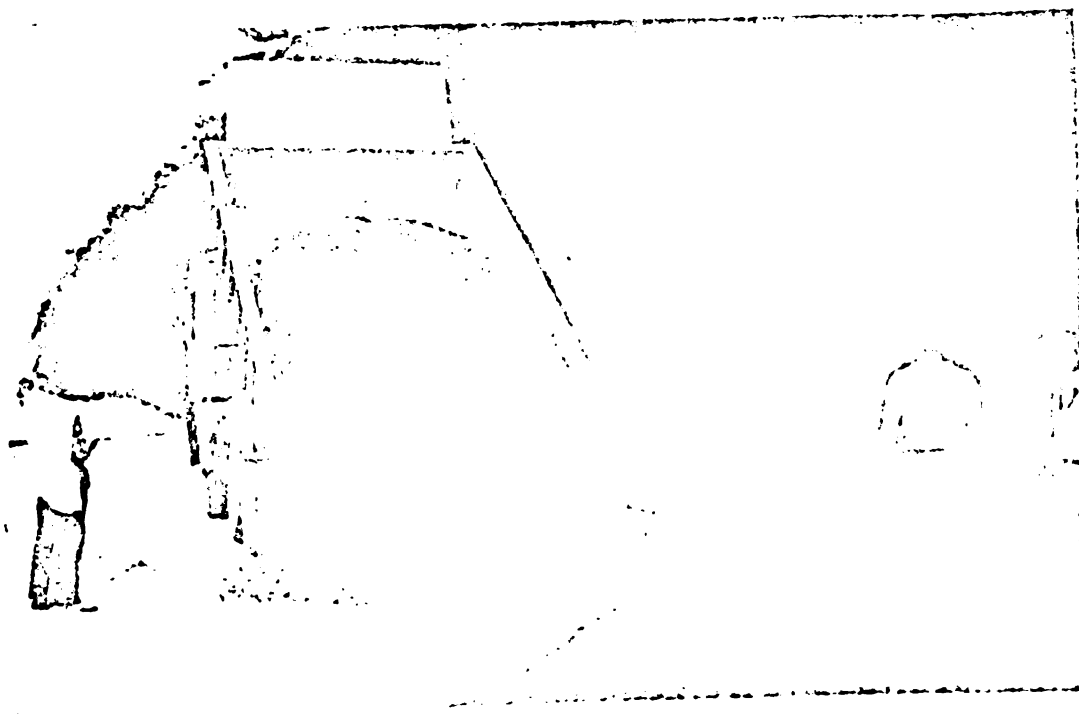
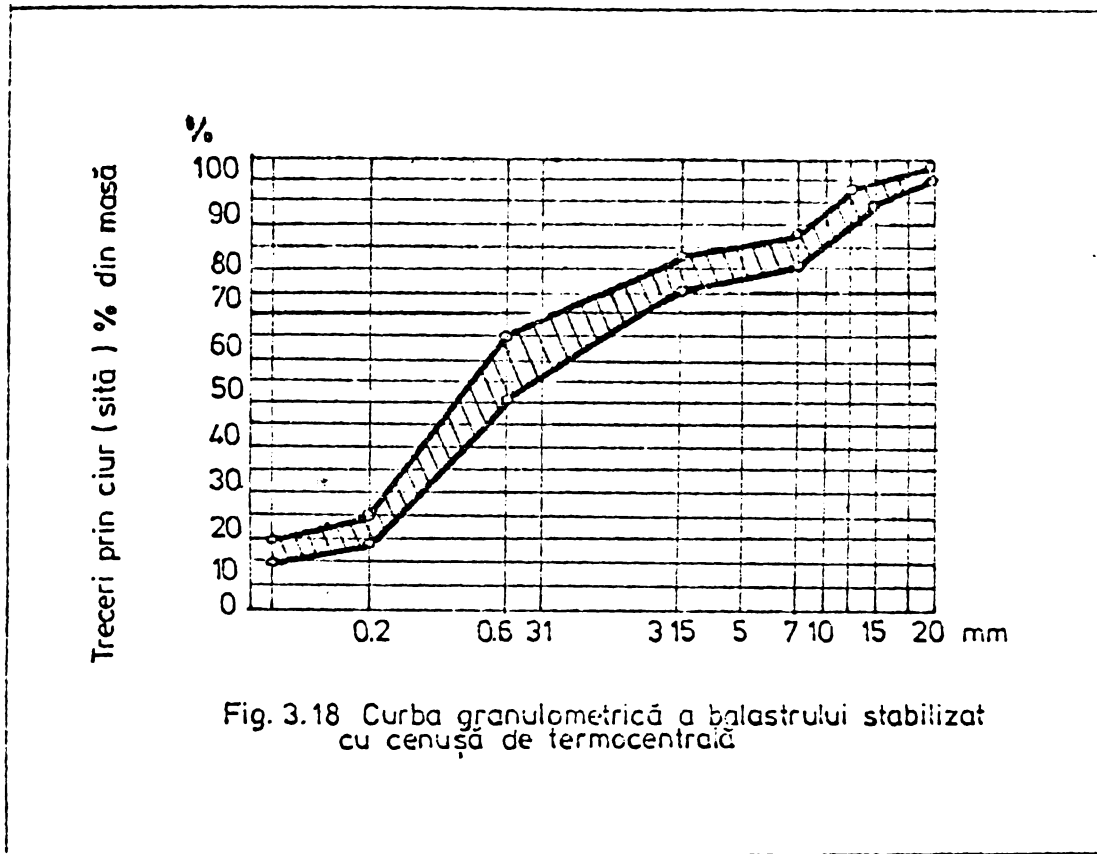


Fig.3.19.-Pregătirea așternerii materialului stabilizat cu zgură granulatată



Fig.3.20 - Așternerca cu autogrederul a materialului stabilizat cu zgură granulată.



Fig.3.21.- Aspect al stratului de material stabilizat cu zgură, în timpul compactării lui.

- umiditatea amestecului de compactare a variat între 7,4 . . . 11,8% , în medie cu 9,8%, deci cu 0,2% mai mică decât umiditatea optimă de compactare ;

- gradul de compactare a stratului a variat între 96,9% ... 106,2%

-valorile rezistenței la compresiune la vârsta de 14 zile și 28 zile atestă o rezistență corespunzătoare așa cum se poate constata din tabelul 3.8.

Caracteristicile fizico-mecanice ale amestecului Tabelul 3.8

Nr. crt.	Indicativul dozajului	Caracteristici de compactare			Rc, daN/cm <sup>2</sup>	
		g/cm <sup>3</sup>	W %	G %	14 zile	28 zile
1.	P 1	1,926	6,5	103	24,4	35,4
2.	P 2	1,919	6,8	103	26,3	39,9

După măsurătorile de deflexiune efectuate după terminarea execuției ( 2 zile ) arătate în tabelul 3.9 reies următoarele:

- valoarea deformației elastice medii la nivelul stratului stabilizat cu cenușă de termocentrală este de 0,76 mm, comparabilă cu cea a stratului stabilizat cu zgură granulată (0,63 mm);

- coeficientul mare de variație indică a uniformitate foarte proastă a portanței. Această neuniformitate a fost transmisă de la nivelul stratului de balast, care prezintă o deformabilitate foarte accentuată.

Tabelul 3.9

Nr. crt.	Stratul rutier executat	Deformația elastică medie 0,01 mm	Cv, %		Deflexiune critică de 0,01 mm
			0,01 mm		
1.	Balast stabilizat cu cenușă de termocentrală	76	55	72	171
2.	Balast stabilizat cu zgură granulată	63	27	43	108
3.	Fundație din balast (strat suport)	1242	1200	838	434

Rezultatele lucrărilor experimentale confirmă studiile de laborator privind posibilitatea utilizării cenușii de termocentrală uscată la stabilizarea agregatelor naturale destinate straturilor de fundație.

### 3.3.2. Beton de ciment de rezistență

Utilizarea cenușii uscate de termocentrală la execuția betonului de ciment - strat de rezistență, a avut ca scop înlocuirea parțială a cimentului - material energo-intensiv.

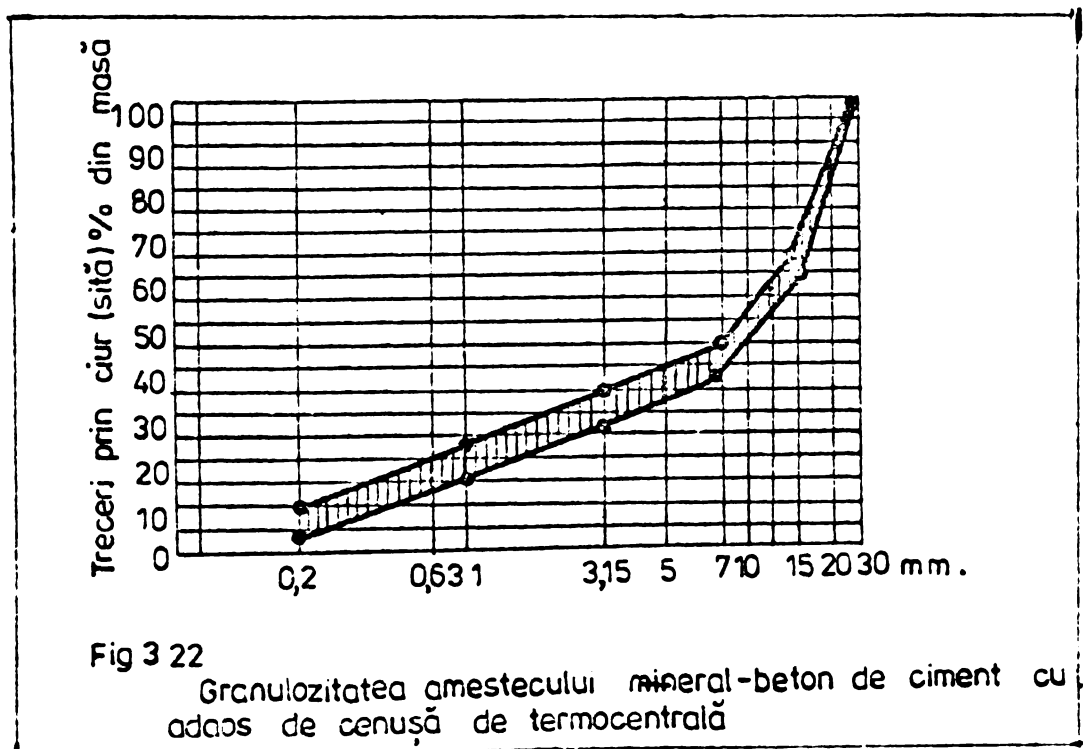
Această tehnologie a fost experimentată pentru prima dată pe un sector de drum executat pe DN 5 Buzuregi-Giurgiu km. 0+982-1+182, în anul 1981.

Materialele folosite la aplicarea experimentală a acestei tehnologii sînt cele de mai jos și trebuie să îndeplinească condițiile tehnice din normele în vigoare:

- nisip și pietriș ;
- ciment P 40 sau RDM 250 ;
- cenușă uscată de termocentrală;
- aditiv mixt plastifiant-antrenor de aer DISAN.

Pe baza rezultatelor de laborator s-a adoptat un dozaj optim care se înscrie în zona granulometrică cu 2...5% fracțiune fină ( sub 0,2 mm ) și 69...77% granule peste 3 mm ( fig.3.22 ).

Aceste compoziții de betoane asigură realizarea următoarelor rezistențe mecanice la 28 zile: 350 daN/cm<sup>2</sup> pentru rezistența la compresiune și 50 daN/cm<sup>2</sup> pentru rezistența la întindere din încoviere.



Față de compoziția medie a unui beton de rezistență de marcă B 350, din studiile de laborator a rezultat că acest tip de beton prezintă următoarele diferențe:

./.

- dozaj de ciment mai scăzut, cu  $60 \text{ kg/m}^3$
- dozaj de apă mai mare,  $A/C = 0,52$  deoarece o parte din apa introdusă este absorbită de cenușa de termocentrală;
- aditiv DISAN în proporție de  $0,45\%$  din masa cimentului pentru obținerea unei lucrabilități necesare punerii în operă.

Tehnologia de preparare și punere în operă a betonului de rezistență cu adaos de cenușă de termocentrală este similară cu cea privind betonul de ciment cu adaos de zgură granulată și are următoarele faze :

- prepararea betonului de ciment în stații de betoane de tip SBMS - 35 cu dozare gravimetrică a materialelor componente;
- mărirea duratei de amestecare a materialelor componente de la 60 sec. la 90 sec. deci cu  $50\%$ ;
- așternerea betonului la o temperatură sub  $+30^\circ\text{C}$  ;
- punerea în operă a betonului cu aceleași utilaje ca în cazul betonului de ciment fără adaosuri ( repartizator de beton și vibrofinisor ).

Pentru execuția sectorului experimental de pe DN 5 au fost concepute diferite dozaje caracterizate, după cum se poate observa din Anexa 3.5. prin același conținut de ciment, apă și cenușă, dar procentaje diferite pentru agregatele naturale neprelucrate ( nisip 0-7, pietriș 7-15, pietriș 15-40 ).

Caracteristicile fizico-mecanice ale betoanelor de ciment realizate pe șantier, determinate pe beton proaspăt, beton întărit și carote extrase din îmbrăcăminte, arătate în anexa 3.5. conduc la următoarele concluzii :

- cenușa uscată de termocentrală poate înlocui parțial cimentul în condițiile prevăzute de prescripțiile tehnice în vigoare pentru betonul de rezistență ;
- rezistențele mecanice determinate atât pe epruvete preparate în laborator cât și pe carote extrase din îmbrăcăminte, la vîrsta de 28 zile, sînt corespunzătoare unui beton de marcă B 350;
- lucrabilitatea betonului determinată prin metoda tasării se înscrie în condițiile tehnice impuse ( mai mică de 4 cm );
- conținutul de aer ocluz variază în limitele  $2,5...3,4\%$ ;
- contractia la uscare ale betonului întărit prezintă valori normale (  $0,183 \text{ mm/m}$  la 28 zile ).

Studiile și experimentările efectuate conduc la concluzia că cenusa uscată de termocentrală poate fi folosită la execuția betonului de rezistență în condițiile unei tehnologii similare celei clasice.

### 3.4. TEHNOLOGII UTILIZIND TUFUL VULCANIC.

Studiile de laborator au evidențiat proprietățile puzzolante ale tufului vulcanic, ceea ce a condus la elaborarea tehnologiei de stabilizarea materialelor granulare cu tuf vulcanic în prezența unui activant ( 46,116 ).

Această tehnologie a avut în vedere utilizarea tufului vulcanic ca înlocuitor al cimentului în straturile de fundație sau de bază stabilizate. În acest mod au fost executate în anii 1980-1981 șase tronsoane experimentale și anume :

- DN 5 București-Giurgiu km 1+989-2+192;
- DN 65 C Craiova-Horezu km 102+750-102+850 și 104+900-105+000;
- DN 7 A Brezoi-Voineasa km 40+413-40+825;
- DJ 643 B Băbeni-Oltețu-Roști km 11+000-12+000

Alcătuirea sistemului rutier este prezentată în fig.

3.23. Din aceasta rezultă că s-au adoptat în funcție de intensitatea traficului rutier ;

- sisteme rutiere cu straturi bituminoase pe strat de fundație din balast stabilizat cu tuf vulcanic și adaos de var hidratat ;

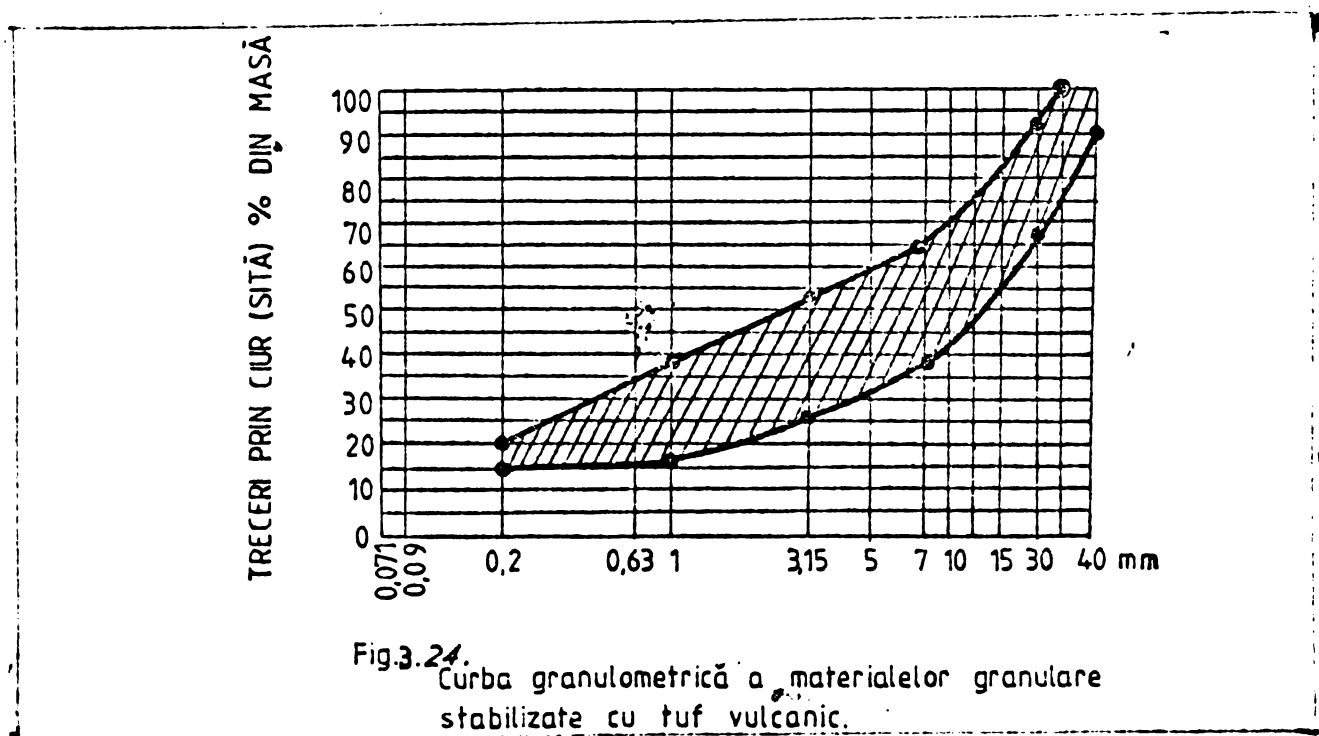
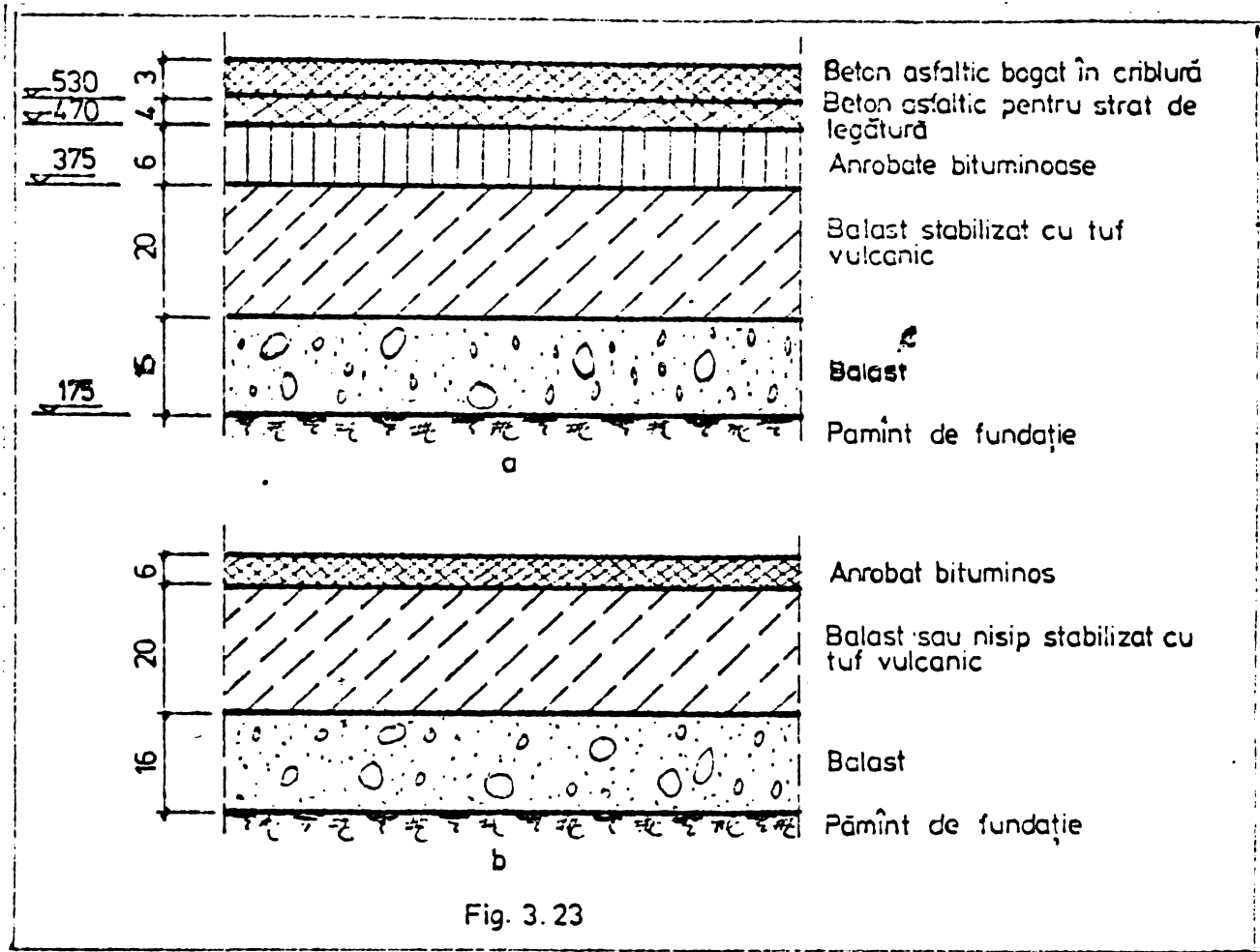
- sisteme rutiere cu strat din anrobat bituminos pe strat de fundație din nisip stabilizat cu tuf vulcanic și adaos de ciment.

Studiile efectuate ( 46 ) au condus la stabilirea compozițiilor optime de materiale granulare stabilizate cu tuf vulcanic, indicate în fig. 3.24, compoziții care asigură realizarea rezistențelor mecanice la 14 zile, respectiv min. 2 daN/cm<sup>2</sup>.

Tehnologia de preparare și punere în operă a materialelor granulare stabilizate cu tuf vulcanic este similară celei recomandate în cazul materialelor stabilizate cu ciment.

Din experimentările efectuate pe teren sînt de reținut următoarele concluzii :

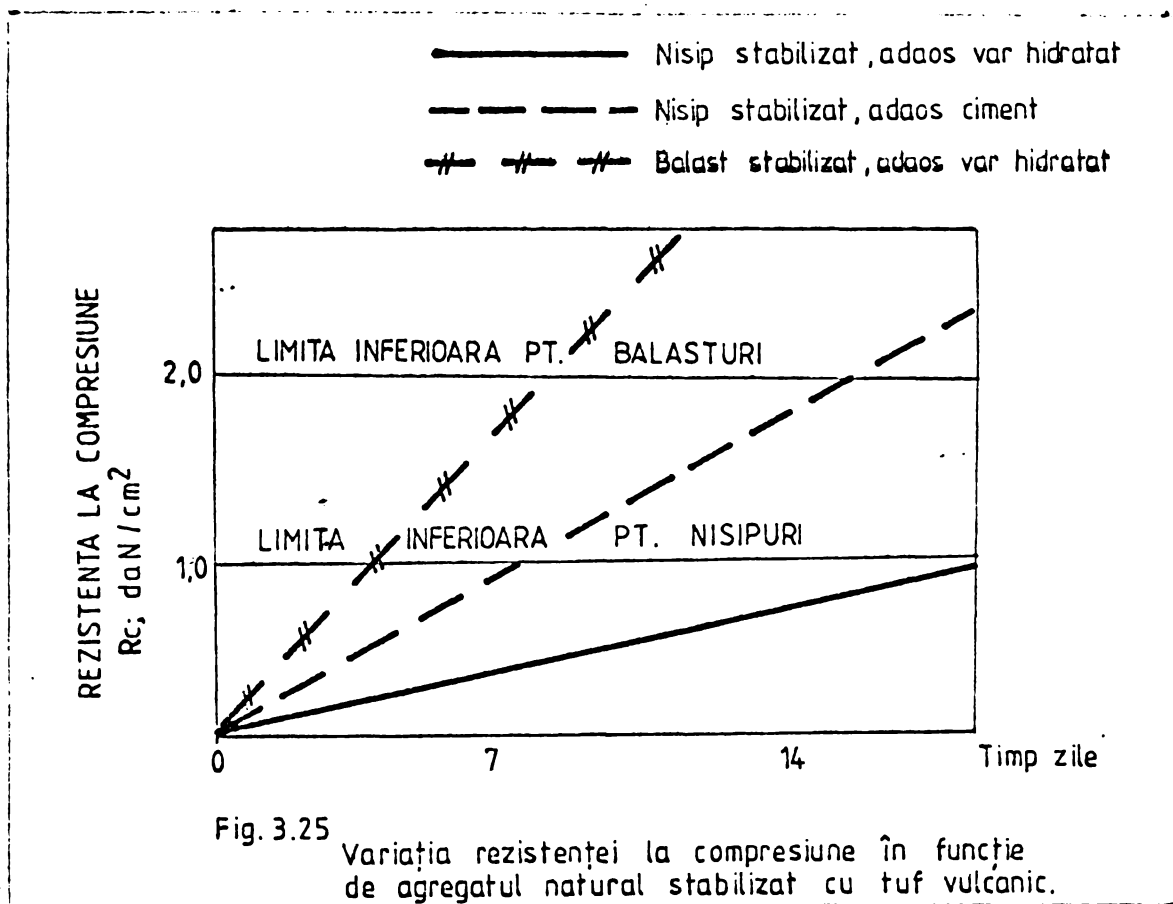
- nisipul stabilizat cu tuf vulcanic, în cazul utilizării adaosului de var hidratat în pulbere prezintă caracteristici de



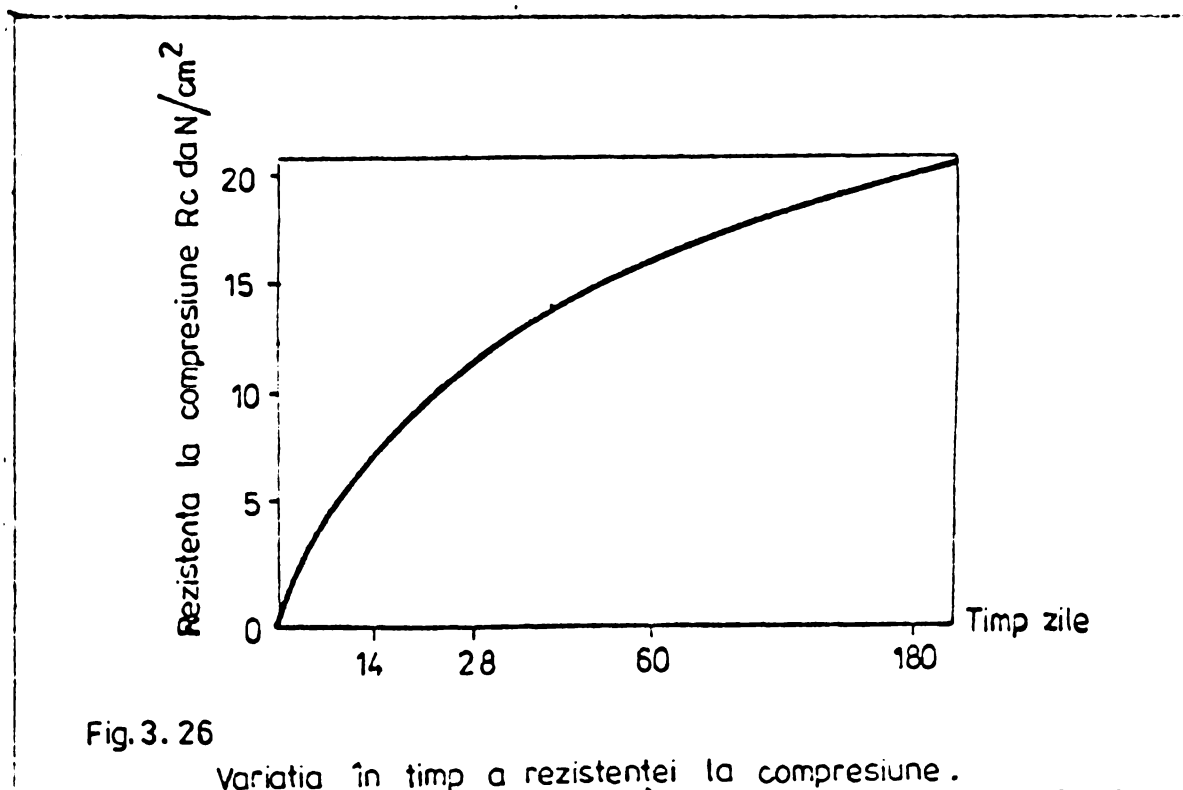
rezistență sub limitele admise de normele tehnice în vigoare, în cazul utilizării cimentului cu adaos, caracteristicile de rezistență ale nisipului stabilizat cu tuf vulcanic sînt mult mai mari (de circa 7 ori) respectînd normele tehnice. Același efect de

./.

îmbunătățire a proprietăților mecanice, se obține și în cazul corectării granulozității amestecului prin adaos de balast în proporție de 1:1, în acest caz poate fi folosit ca adaos varul hidratat. Evoluția se poate vedea în fig.3.25 de mai jos;

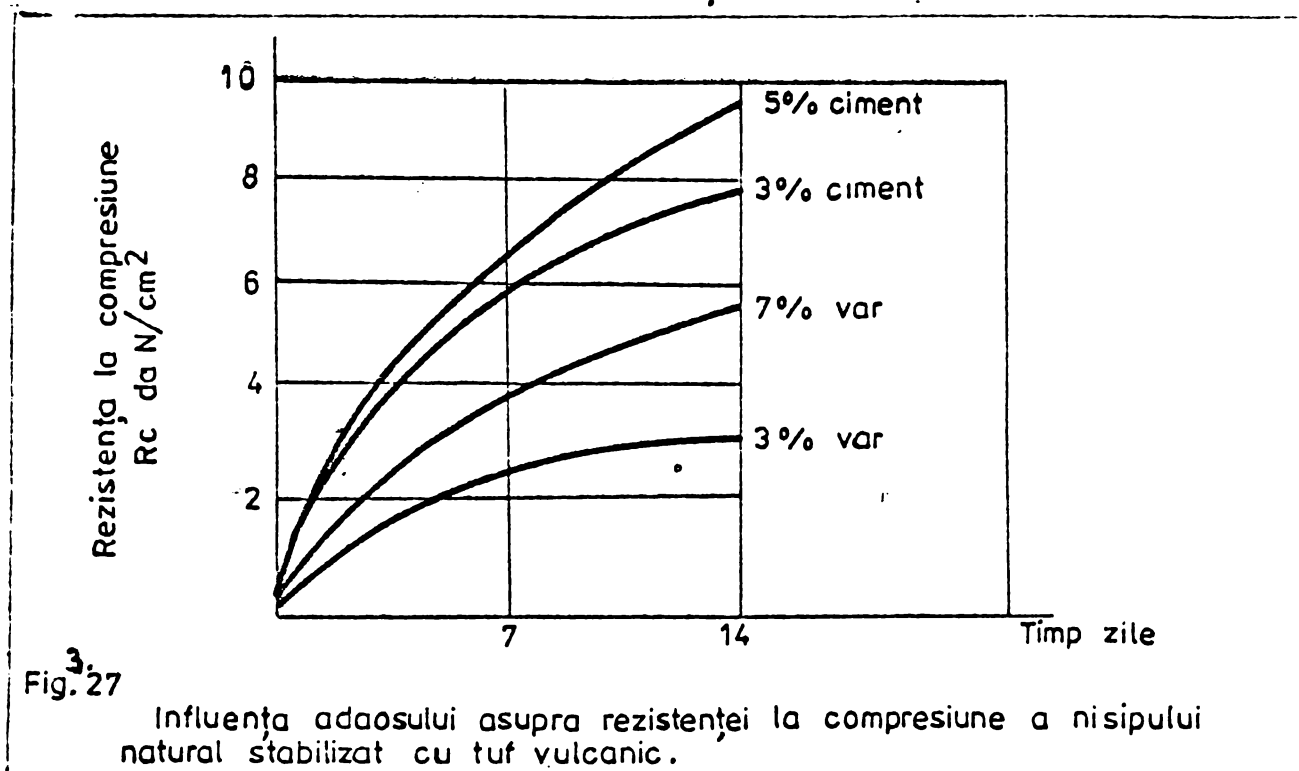


- reacția puzzelanică este caracterizată printr-o durată foarte mare, fenomenul de întărire desfășurându-se pe o perioadă de 180 zile așa cum rezultă din fig. 3.26.





- amestecurile de balast stabilizat cu tuf vulcanic se caracterizează prin rezistențe mecanice sporite față de cele constituite pe bază de nisip natural ( de oca 3-4 ori); aceasta creștere este cu atât mai mare cu cât creșterea dozajului de adaos este mai mare fiind mai evidentă în cazul cimentului (fig.3.27),



- amestecurile de agregate naturale, tuf vulcanic și adaos realizate pe șantier atestă caracteristici de rezistență mai mari față de cele constituite în laborator;

- amestecurile de agregate naturale, tuf vulcanic și adaos obținute în instalațiile ANG de prepararea nisipului stabilizat, prezintă o bună omogenitate la ieșirea din mixer; astfel din analiza variației conținutului de fracțiuni fine sub 0,09 mm rezultă :

- valoarea medie 7,8 %
- abaterea medie pătratică 1,72 %
- coeficient de variație 22 %

- așternerea amestecului se poate realiza cu utilajele existente în dotare în condiții bune și cu productivitate sporită;

- compactarea stratului stabilizat cu tuf vulcanic se realizează bine cu compactorul cu ruloare netede obținându-se un grad de compactare de peste 95% ;

- deformabilitatea complexului rutier pe sectoarele experimentale cu tuf vulcanic este cea mai redusă dintre toate sistemele rutiere cu materiale netradiționale studiate, după cum se vede din tabelul 3.10.

Tabelul 3.10

Nr. crt.	Stratul rutier executat	Deformația elastică medie dM, e, el mm	e, el mm	Cv %	Deflexiunea critică de e, el mm
1.	Balast stabilizat cu tuf vulcanic	15	10	67	32
2.	Balast stabilizat cu cenușă de termocentrală	76	55	72	171
3.	Balast stabilizat cu zgură granulată	63	27	43	108

Valearea medie a deformației elastice pe stratul stabilizat este de 3,84 ori mai mică decât cea măsurată la nivelul stratului de balast.

Studiul comportării în exploatare a sectoarelor experimentale executate evidențiază ca o concluzie principală, posibilitatea generalizării acestei tehnologii, în zona de influență a tufului vulcanic la executarea stratului de fundație stabilizat. Prin utilizarea acestui material se apreciază că se vor obține economii de ciment de oca 140 t/km.

În consecință se propune :

- extinderea tehnologiei de execuție a stratului de fundație din balast stabilizat cu tuf vulcanic, în zona economică de transport a acestui material ;

- studierea posibilităților de înlocuire a adaesurilor folosite în prezent ( var, ciment ) pe linia reducerii în continuare a consumului de energie la execuția acestui strat rutier.

### 3.5. TEHNOLOGII PRIVIND STABILIZAREA CHIMICĂ A PĂMÎNTURILOR

Pe plan mondial ( 11, 185 , 235 ) în ultimul deceniu, au fost introduse sau sînt în curs de experimentare, alături de metodele clasice de execuție a sistemelor rutiere, metode noi, ce utilizează substanțe chimice pentru tratarea pămînturilor din patul drumului, oferind avantaje certe economice, ce se regăsesc în reducerea consumului de energie prin înlocuirea parțială a materialelor clasice de construcție ( agregate, ciment, var etc ), a forțelor de muncă, scăderea duratei de execuție.

În cadrul studiilor efectuate privind introducerea în tehnica rutieră în țara noastră a tehnologiei de stabilizare chimică

a pământurilor s-au preconizat importante avantaje tehnico-economice, care constau din :

- posibilitatea aplicării diverselor straturi de rulare direct pe pământul tratat sau realizării stratului de fundație din piatră spartă sau balast, de grosime mai redusă în funcție de intensitatea traficului.

- creșterea productivității muncii, prin aplicarea unei tehnologii complet mecanizate.

Tehnologia de tratare chimică a pământurilor a avut în vedere substanțe tensioactive cu caracter anionic sau cationic sintetizate de Institutul de Cercetări și Proiectări Tehnologice în Transporturi ( amină grasă-Amina H, amină etoxilată-amină D, acrilat de calciu) și de Centrul de Chimică Fizică-ICECHIM (produsul R de tip produs Reynolds Road Parker-RPP) ( 75, 76, 77, 123, 223 ).

Principalele efecte ale acestor produse chimice asupra pământului constau în :

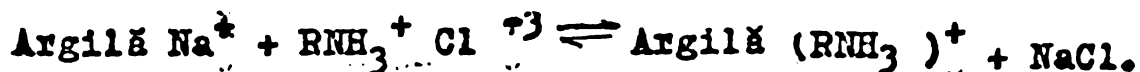
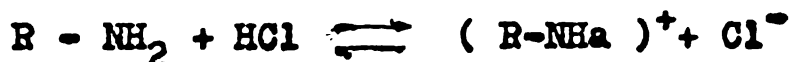
- modificarea proprietăților capilare ale pământurilor, ceea ce duce la micșorarea forțelor de atracție față de apă ale particulelor din pământ ;

- ameliorarea proprietăților mecanice pe care pământul tratat le capătă în urma unei compactări energice, nealterate la contactul cu apa ;

- hidrofobizarea particulelor argiloase.

Din punct de vedere al interacțiunii dintre pământul argilos și produsul chimic avut în vedere în cazul acestei noi tehnologii, substanțele studiate ( 175 , 123 ) de ICPTT și ICECHIM se pot grupa în produse hidrofobizante (amina H, amina D) și produse stabilizante ( acrilat, produs R ).

În cazul produselor hidrofobizante, hidrofobizarea se produce prin efecte de schimb ionic ; se realizează un echilibru dinamic de schimb dintre ioni de hidrogen, sodiu sau alți cationi prezinți în argilă și amină, la suprafața mineralelor. Forma de reprezentare a acestei reacții este redată astfel :



Fixarea cationilor organici la argilă determină o transformare completă a proprietăților acesteia, care devine incapabilă

să rețină apa, deci fixarea substanței tensioactive la suprafața argilei este însoțită de deplasarea apei care a fost absorbită anterior.

În ceea ce privește produsele stabilizante, deși acestea sînt foarte diversificate ca sursă și structură chimică, totuși ele au un punct comun, fiind formate în general dintr-o moleculă organică cu o structură alungită de tipul hidrocarburilor alchilice. Pe această structură sînt grefate una sau mai multe grupări funcționale cu un puternic caracter acid. Datorită acestor grupări funcționale pămînturile tratate cu produsele chimice respective vor căpăta o serie de proprietăți noi față de pămîntul netratat: grupările funcționale ale produsului stabilizat reacționează cu grupările OH ale argilei, prin reacții de substituție, cu formare de grupări acide care vor reacționa la rîndul lor cu cationii schimbabili prezenți în pămînt, cu formare de săruri. Deci dispare caracterul polar, prin aceasta eliminîndu-se fenomenul de atracție față de molecula de apă ( 97,123 ).

Ținînd seama de efectele realizate prin tratarea pămînturilor argiloase cu produsele chimice menționate mai sus s-a elaborat un program de experimentare eşalonat pe perioada 1976-1978.

Avînd în vedere scopul urmărit, respectiv realizarea unor sisteme rutiere mai economice pentru drumurile cu trafic ușor și foarte ușor, s.a inițiat experimentarea a două sisteme de protejare a pămîntului tratat chimic și anume :

- tratament bituminos ( ex.DN 59 B Cărpiniș-Foeni, DA 46 Gruiu-Herești);

- îmbrăcăminte bituminoasă ușoară ( ex.DA 64, DN 7, Samurcași, DJ 100 Afumați-Piteasa) de 6 cm.grosime.

În cadrul studiului comportării în exploatare, aceste sectoare au fost comparate cu sectorul experimental executat cu produsul RRP, pe drumul național DN 51 A Zimnicea-Tg.Măgurele constituit din îmbrăcăminte bituminoasă de 8 cm grosime executată fie direct pe îmbrăcămintea rutieră existentă, fie pe un strat de bază bituminos de 4 cm.

Sectoarele experimentale au fost urmărite din punct de vedere al comportării în exploatare pe perioada 1977-1979 pe bază de măsurători și analize pe teren.

Rezultatele acestor măsurători , precum și constatările privind starea tehnică a suprafeței de rulare a acestor sectoare

la sfârșitul anului 1979 centralizată în anexele 3.6 și 3.7 au condus la primele concluzii și anume :

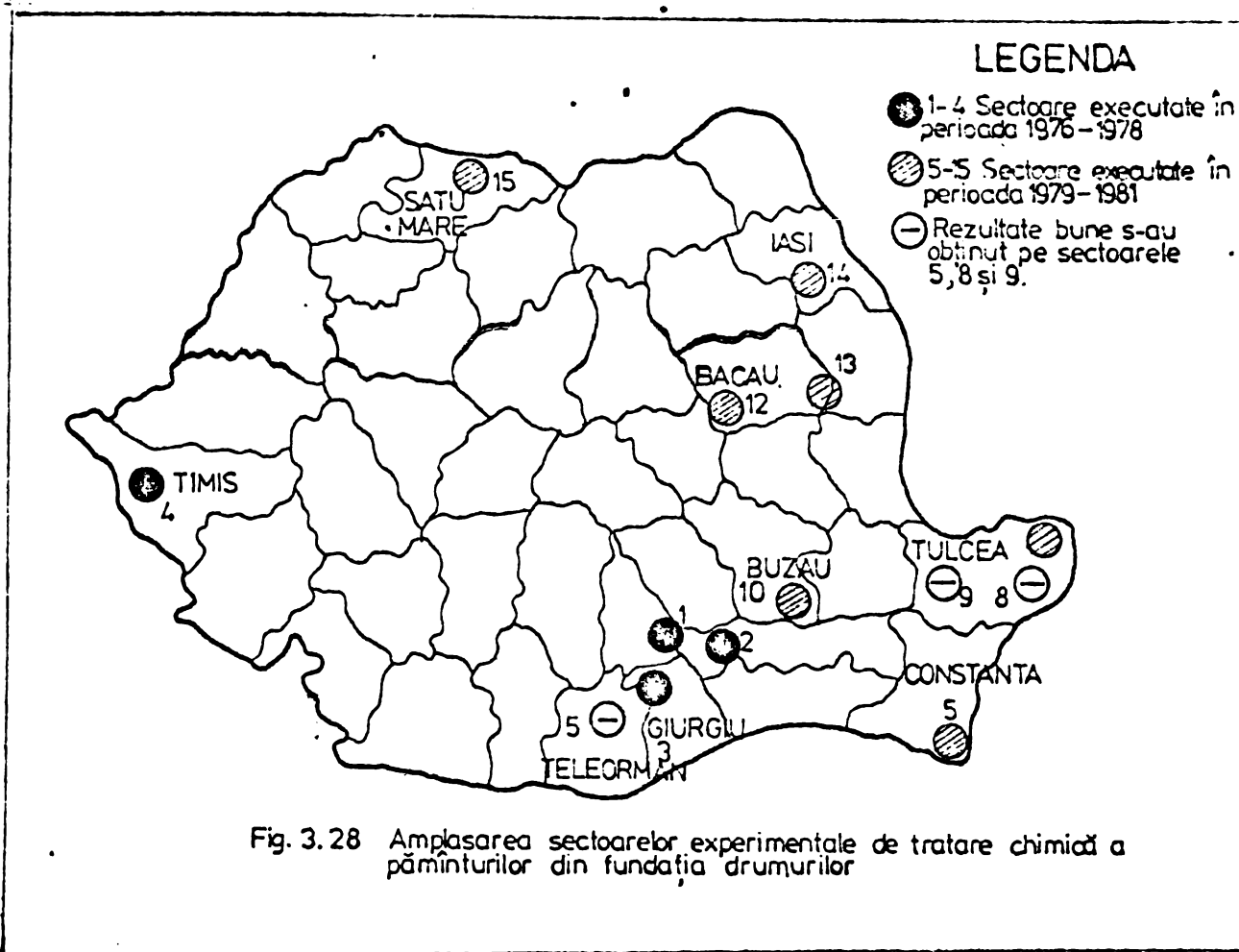
- produsele realizate în țară au performanțe ce nu se ridică la cele ale produsului RRP ;
- produsele românești conduc la un modul de deformăție al stratului tratat chimic sub  $250 \text{ daN/cm}^2$ ;
- dintre produsele sintetizate și experimentate sînt de reținut două produse :
  - pentru stabilizarea pămînturilor argiloase-produsul R;
  - pentru hidrofobizarea pămînturilor-amina H ;
- protejarea stratului de pămînt tratat cu produse hidrofobizante cu tratament bituminos nu dă rezultate corespunzătoare, suprafața de rulare degradîndu-se după primul an de exploatare;
- protejarea stratului de pămînt tratat chimic cu covor asfaltic dă rezultate corespunzătoare în condițiile unui trafic ușor și foarte ușor ;
- asigurarea scurgerii apelor constituie un parametru obligatoriu în cadrul tehnologiei de tratare chimică a pămînturilor ;
- compactarea stratului de compactori vibratorii grei (cca.160 KN) astfel încît valoarea minimă a gradului de compactare de min.98%.Proctor modificat reprezintă o condiție obligatorie din punct de vedere al tehnologiei.

Pentru definitivarea concluziilor generale privind tehnologia de aplicare, utilajele necesare pentru aplicarea acestei tehnologii și eficiența tehnică și economică a produsului, s-a întocmit un program de extinderea experimentărilor cu produsul R și amina H. În acest scop s-au executat în continuare în perioada 1979-1981 un număr de 19,4 km pe drumurile locale prezentate în fig.3.28 (nr.5-15). Stratul de pămînt stabilizat chimic a avut diverse sisteme de acoperire, prezentate în Anexa 3.8.

Din experimentările efectuate a reeșit avantajele de mai jos :

- realizarea unor sisteme rutiere, pentru trafic scăzut, la prețuri reduse prin folosirea în mai mică măsură a materialelor pietrease deficitare pe plan local ;
- reducerea duratei de execuție , a forței de muncă ;
- reducerea consumului energetic prin eliminarea fundației de balast.

Tot din experimentările executate a reeșit că neaplicarea tehnologiei în anumite condiții specifice de execuție conduce la



degradarea prematură a straturilor rutiere. Aceste cauze se pot sistematiza astfel :

- executarea compactării la umidități diferite de cea optimă sau nerespectarea procesului tehnologic de compactare prin utilizarea utilajului de compactare fără vibrare sau nerespectarea numărului de treceri ( ex.DC 49 și DC 60 din județul Bacău ) ;
- realizarea lucrărilor în condiții climatice necorespunzătoare sau în perioade ale anului cu precipitații abundente sau temperaturi scăzute ( ex.DJ 203 C din județul Bacău ) ;
- realizarea lucrărilor în condiții climatice necorespunzătoare sau în perioade ale anului cu precipitații abundente sau temperaturi scăzute ( ex.DJ 203 C din județul Buzău ) ;
- neasigurarea condițiilor de scurgere a apelor sau executarea de asemenea lucrări în zone cu ploi frecvente sau cu pânze freatice situate în apropierea patului drumului ( ex.DC 38 din județul Satu Mare, DJ 249 din județul Iași ) ;
- executarea pe drumuri cu trafic intens.

Rezultate corespunzătoare s-au înregistrat pe sectoarele executate pe DJ 601 C Cosmești-Bîscoveni de către DJDP Teleorman și pe DJ 222 G Făgărașu Nou-Dăieni de către DJDP Tulcea.

./.

În fig. 3.29 se prezintă aspectul unui drum înainte de tratarea pământului cu produsul R, comparativ cu starea tehnică a drumului la care stratul stabilizat chimic a fost protejat cu tratament bituminos sau lăsat neprotejat sub circulație (fig.3.30). Fotografia din fig.3.30 atestă starea tehnică corespunzătoare a sectoarelor experimentale de pe DJ 222 G Făgărașu Nou-Dăeni, după doi ani de la execuție.

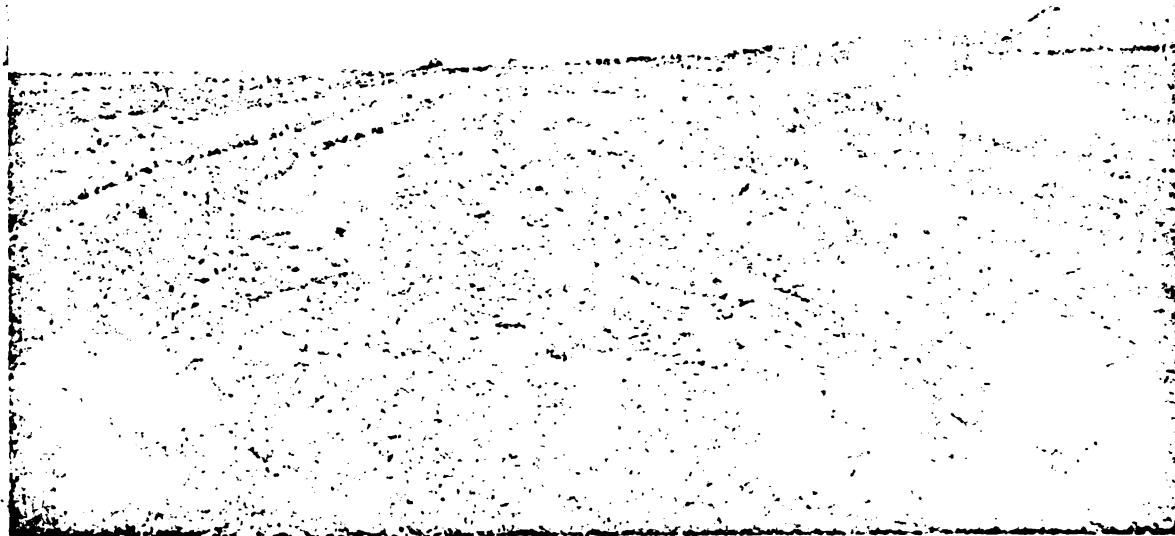


Fig. 3.29 - Aspectul drumului înainte de tratare cu produsul R

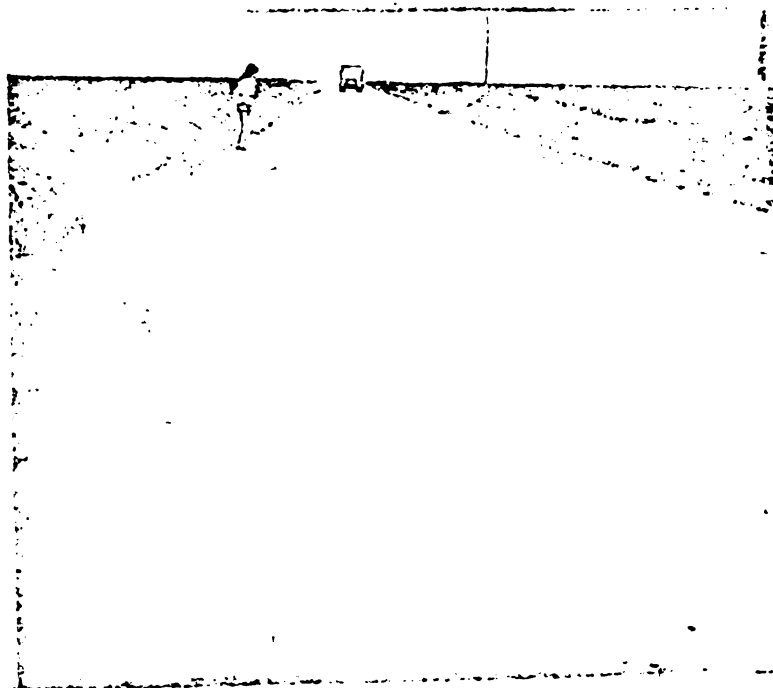


Fig.3.30 - Aspectul drumului după tratare cu produsul R<sub>2</sub>, protejat cu tratament bituminis

În fotografiile ce urmează ( fig.3.31, 3.32 și 3.33) se prezintă unele defecțiuni apărute pe sectoarele la care nu s-a respectat tehnologia de execuție și anume :un început de degradare din cauze unei compactări insuficiente( fig.31) fâgăse datorită unui trafic intens ( fig. 3.32) sau degradarea completă a stratului rutier datorită neasigurării scourgerii apelor într-o zonă cu ploi frecvente ( fig.3.33).



Fig.3.31 - Degradări cauzate de compactare insuficientă



Fig.3.32 - Fâgăse cauzate de trafic intens pe drum tratat chimic, neprotejat.

Analizînd condițiile de execuție, a reieșit că pe sectoarele cu comportare bună, acestea au fost respectate astfel :

- tratarea pământului argilos cu produsul R, pe o adîncime de 25-30 cm la un dozaj de 3-10 L/m<sup>2</sup> soluție în apă 3% R ;
- stropirea ulterioară cu apă, pe o perioadă de două săptămîni, asigurîndu-se astfel patrunderea produsului activ pe o adîncime de 25-30 cm ;
- compactarea cu compactori vibratorii grei de 100...180 KN tip Simesa, la umiditate optimă de compactare (13-14% Proctor)





Fig.3.33 - Degradări pe drum tratat chimic, neprotejat și fără asigurarea scurgerii apelor

- protejarea stratului stabilizat fie cu îmbrăcăminte bituminoasă ușoară, în grosime de 7-8 cm ( DJ 601 C Cosmești-Biscoveni ) fie cu un tratament bituminos executat la cald cu bitum tip D 80-120 ( DJ 222 G Dăeni).

Studiul comportării tuturor sectoarelor experimentale executate pînă în anul 1980 corelat cu condițiile de execuție a acestora a relevat necesitatea continuării executării de noi sectoare experimentale pentru aprofundarea următoarelor aspecte:

- definitivarea domeniului de aplicare din punct de vedere al naturii pământurilor tratate, ținînd seama că în experimentările anterioare a existat o variație mare a acestora, determinînd, printre altele cauze, o comportare în exploatare foarte diferită a sistemului rutier ;

- verificarea eficacității utilizării compactoarelor vibratorii produși în țară.

Ținînd seama de faptul că în actuala criză de bitum, protejarea stratului tratat chimic cu îmbrăcăminte bituminoasă

nu poate fi aplicată decât în cazuri izolate și de faptul că extinderea acestei tehnologii este condiționată de folosirea unor utilaje românești, liniile directe stabilite pentru programul de experimentări inițiat pentru perioada 1980-1981 au fost :

- executarea compactării pământului tratat chimic cu compactori vibratorii cu ruloare netede de 100 KN asimilate de către Intreprinderea Nicolina Iași în fază de prototip ;
- extinderea pe lungimi mai mari a sistemului de protejare cu tratament bituminos ;
- executarea unor tronșoane fără strat de protejare a pământului tratat.

Verificările comportării în exploatare efectuate în anul 1982 asupra secțiilor experimentale semnificative au evidențiat următoarele concluzii din punct de vedere al condițiilor de bază care se impun pentru aplicarea cu bune rezultate a acestei tehnologii:

- asigurarea scurgerii apelor transversal ( pante transversale mai pronunțate) și longitudinal ( prin șanțuri, podețe etc);
- tratarea întregii platforme a drumului cu produsul chimic R și nu numai a părții carosabile ;
- asigurarea gradului de compactare min, 98% Proctor modificat pe o grosime de cea 25-30 cm ;
- protejarea în mod obligatoriu a stratului tratat;
- protejarea cu tratament dublu executat la cald cu bitum D 80/120 sau cu emulsie asigură o comportare corespunzătoare pentru drumurile cu trafic ușor pe durata de exploatare normată a tratamentului apreciat la cea 2-3 ani ;
- limitarea perioadei de execuție până la 15 septembrie fază de stropire pentru a se evita perioada cu precipitații excesive și deci compactarea la umidități peste cea optimă de compactare ;
- limitarea zonei de aplicare și anume la zona climatică caldă a țării, zonă fără precipitații excesive sau de lungă durată.

Ținând seama de eficiența tehnică și economică a tehnologiei de tratare chimică a pământurilor argiloase cu produsul chimic R propun următorul cadru de valorificare :

- domeniul de aplicare, drumuri locale cu trafic redus

drumuri agricole, platforme industriale ;

- sistemul rutier de aplicat; strat de pământ tratat chimic protejat prin pietruire cu piatră spartă sau cu tratament dublu cu bitum tip D 80/120 sau emulsie bituminoasă în cazul drumurilor publice, sau cu tratament simplu cu bitum sau emulsie în cazul drumurilor agricole și platformelor industriale ;

- zona de aplicare : zona climaterică caldă conform fig. 3.34 ;

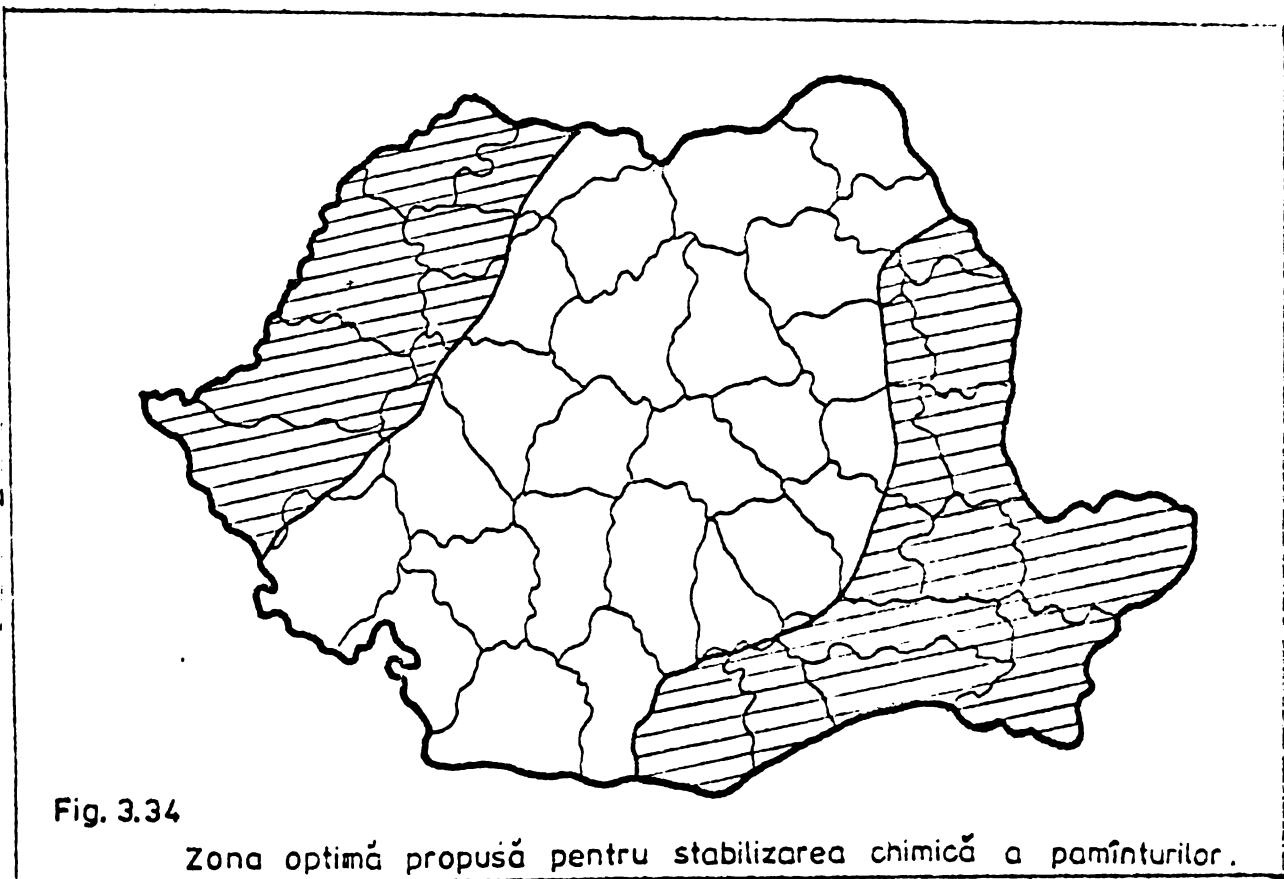


Fig. 3.34

Zona optimă propusă pentru stabilizarea chimică a pământurilor.

- perioada de aplicare : 15 mai-15 septembrie, deci perioada cu precipitații scăzute ;

- compactare la umiditate optimă de compactare cu cilindrii compactori vibratorii grei ( min.100 KN).

### 3.6. TEHNOLOGII PE BAZA DE GUDRON.

Dezvoltarea pe plan intern a distilărilor de cărbune ca urmare a necesităților crescânde ale industriei siderurgice au condus la importante cantități de smoală, reziduuri de distilare.

Penuria și costul ridicat al petrolului pe de o parte, precum și necesitatea găsirii unor direcții de valorificare a smoalei rezultată la distilarea cărbunelui au condus la studii din partea Institutului de Cercetări Siderurgice, pentru obținerea unui liant tip gudron, care să fie utilizat în sectorul de drumuri ca înlocuitor al bitumului ( 118 ).

./.

Acest liant a fost reconstituit din smoală normală de cocserie și diverse fracții de uleiuri de la distilarea gudronului ( ulei antracen, ulei de absorbție, ulei denaftenizat și fracție ușoară ) prin amestecare timp de două ore la temperatura de 100°C, realizându-se o scădere a punctului de înmuiere de la 74°C ( al smoalei normale de cocserie) la 40-55°C ( al gudronului ).

Deși s-au executat în anii 1979-1980, cu acest produs de către Direcția județeană de drumuri și poduri Galați ( 118 ) sectoare de drum cu îmbrăcăminti din beton de gudron, nu au fost efectuate cercetări pentru a se verifica dacă produsul obținut îndeplinește caracteristicile unui gudron rutier.

De aceea s-a inițiat în colaborare cu Institutul de Construcții București, cercetări aprofundate pentru stabilirea oportunității folosirii acestui produs ca liant rutier (114 ).

Cercetările inițiate se justifică, întrucât literatura de specialitate evidențiază obligativitatea existenței unei anumite structuri pentru ca un gudron să joace rol de liant rutier (152).

Astfel gudronul rutier are o structură micelară ; este o suspensie de particule negre, foarte fine, de regulă carbon liber, în micelile constituite din particule de rășini absorbite pe peretele exterior al cărbunelui liber.

După Nellensteyn ( 152 ) numărul de carbon liber trebuie să fie suficient de mare pentru a se forma relațiile micelare care dau gudronului structura și caracteristicile de coeziune necesare unui liant rutier.

Este de menționat caracterul structural al gudronului mai puțin accentuat decât al bitumului, datorită faptului că gudronul este mai susceptibil decât bitumul. Caracterul de asociere sub forma unei structuri reticulare este cu atât mai marcant cu cât acțiunea temperaturii influențează mai puțin asupra caracteristicilor reologice.

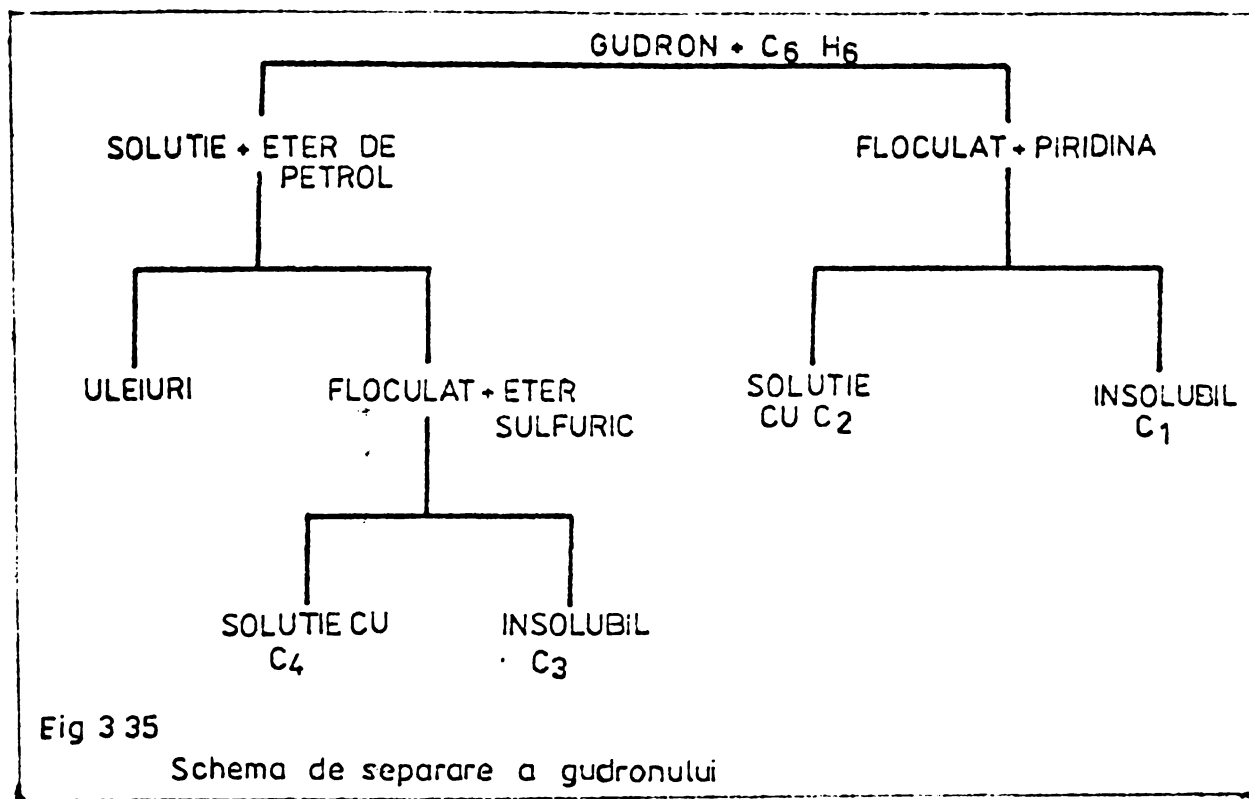
Pe baza unor numeroase încercări efectuate de Nellensteyn s-a putut stabili o formulă cu care se poate determina procentul de particule insolubile (p) existent într-un gudron:

$$\lg \frac{k}{p-p_0} = m \cdot \gamma^2 \quad (3.1)$$

unde  $k, p_0$  și  $m$  sînt parametrii caracterizanți, privind calitatea, originea și stabilitatea gudronului, iar  $\gamma$  densitatea.

Proprietățile de adezivitate și coeziune se datorează rășinilor cele mai apte de a flocula sub acțiunea solventilor fiindcă acestea sînt cele mai apte a fi absorbite și a flocula în contact cu agregatele la care aderă, unindu-se între ele.

Există stabilită următoarea schemă ( fig.3.35 ) de separare pe fracțiuni în cazul tratării gudronului cu benzen ( $C_6H_6$ )



Prin această separare se obține o fracțiune insolubilă ( $C_1$ ) constituit din carbon pur și din compuși cu greutate moleculară foarte mare și trei fracțiuni cu rășini  $C_2, C_3, C_4$ , enumerate în ordinea crescătoare a stabilității. Există o interacțiune bine definită între rășini și celelalte componente ale gudronului, care este pusă în evidență prin examinarea grafică a logaritmului vîscozității în funcție de componenți, conform fig.3.36.

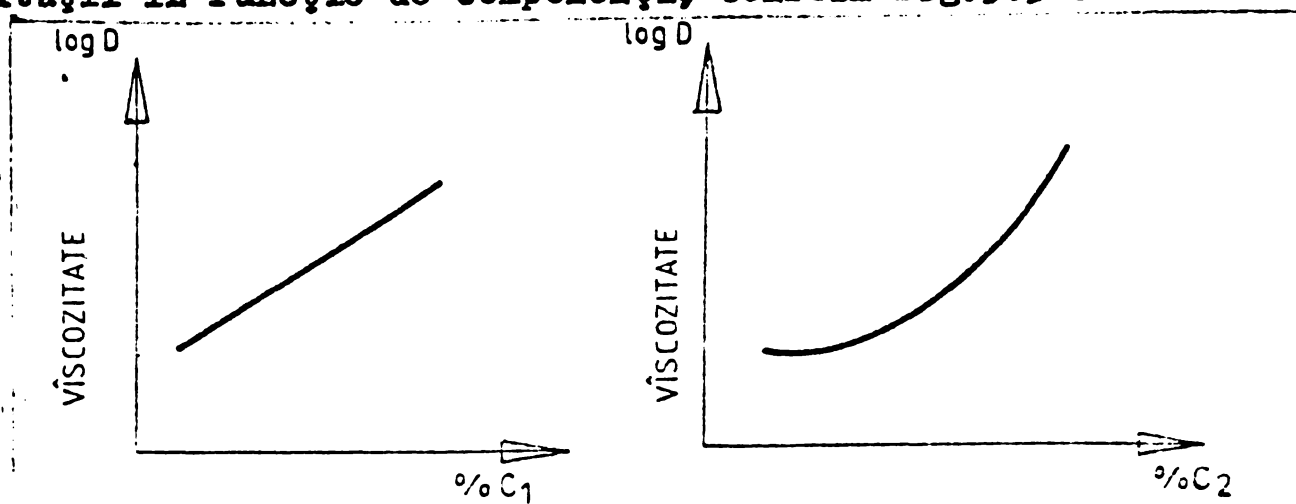


Fig.3.35.  
Influența fracțiunilor  $C_1$  și  $C_2$  din gudron  
asupra vîscozității

Dacă în cazul insolubilului  $C_1$  variația este limitată, în cazul rășinilor  $C_2$  (rășini aglutinante și peptisabile) variația nu mai este lineară, logaritmul vâscozității crește cu atât mai mult cu cât crește conținutul în rășini.

Fracțiunile  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  și  $C_4$  se regăsesc în medie, în următoarele procente :  $C_1$  -10%,  $C_2$  - 3%,  $C_3$  -14%,  $C_4$  -23%.

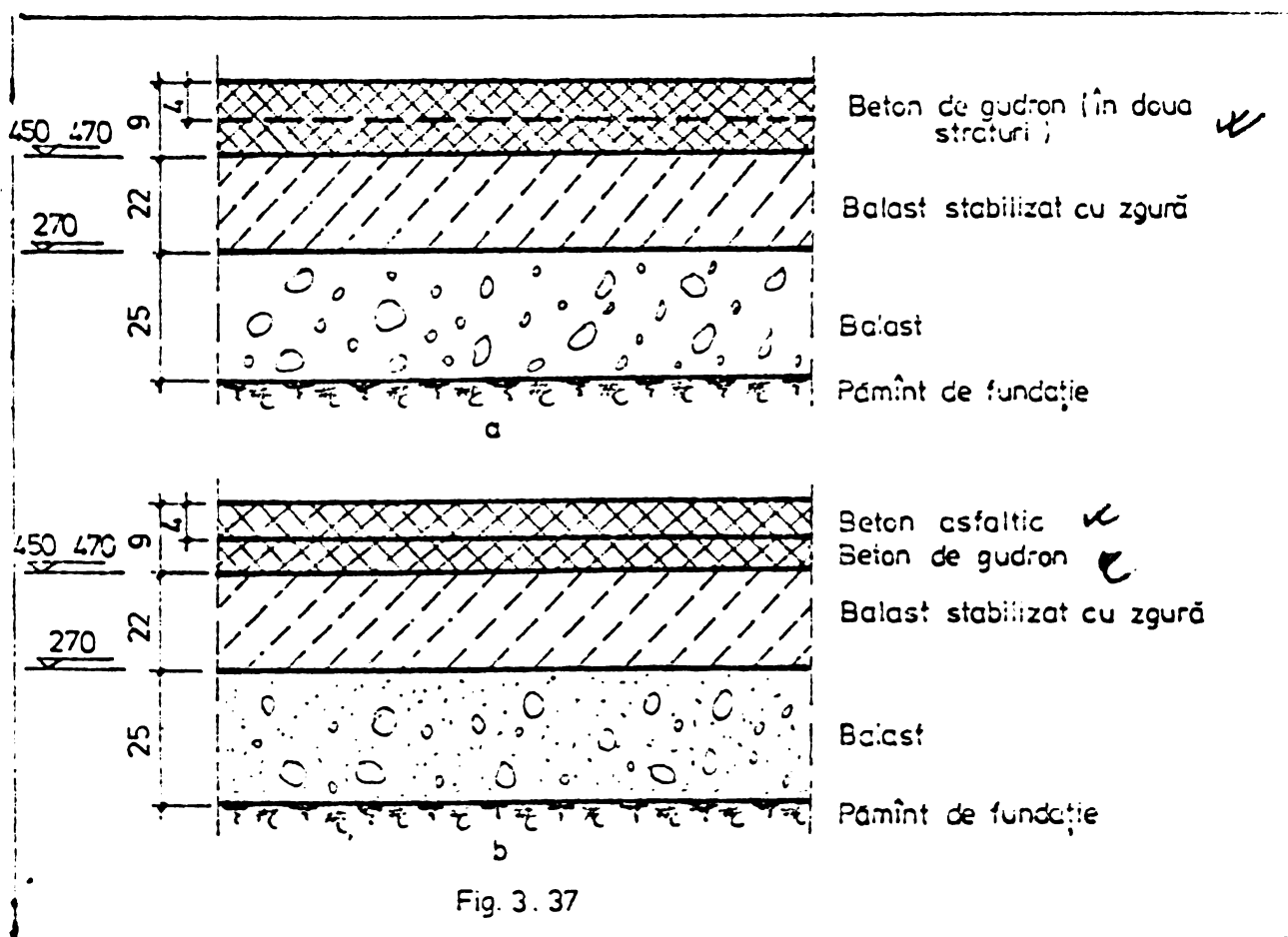
Dintre aceste fracțiuni, numai fracțiunea  $C_2$  imprimă gudronului calitatea de liant.

În acest context fundamentarea științifică a utilizării la drumuri a gudronului realizat de Combinatul Siderurgic Galați apare evidentă.

Am stabilit de aceea în colaborare cu Institutul de Construcții București și cu ICPTT un program de studii și experimentări pe teren.

Sectorul experimental s-a executat pe DN 5 București-Giurgiu, în lungime de 200 m, fiind constituit din două tronsoane ( 224 ) conform fig. 3.37 :

- km 1+782-1+882 îmbrăcăminte în care atât stratul de uzură cât și cel de legătură sînt executate din smoală și gudron;
- km 1+882-1+982, îmbrăcăminte în care numai stratul de legătură este realizat cu smoală de gudron, cel de uzură fiind constituit clasic din beton asfaltic cu bitum de petrol.



In fig.3.38 și 3.39 se prezinta aspectul stratului de legătură cu gudron după execuție.

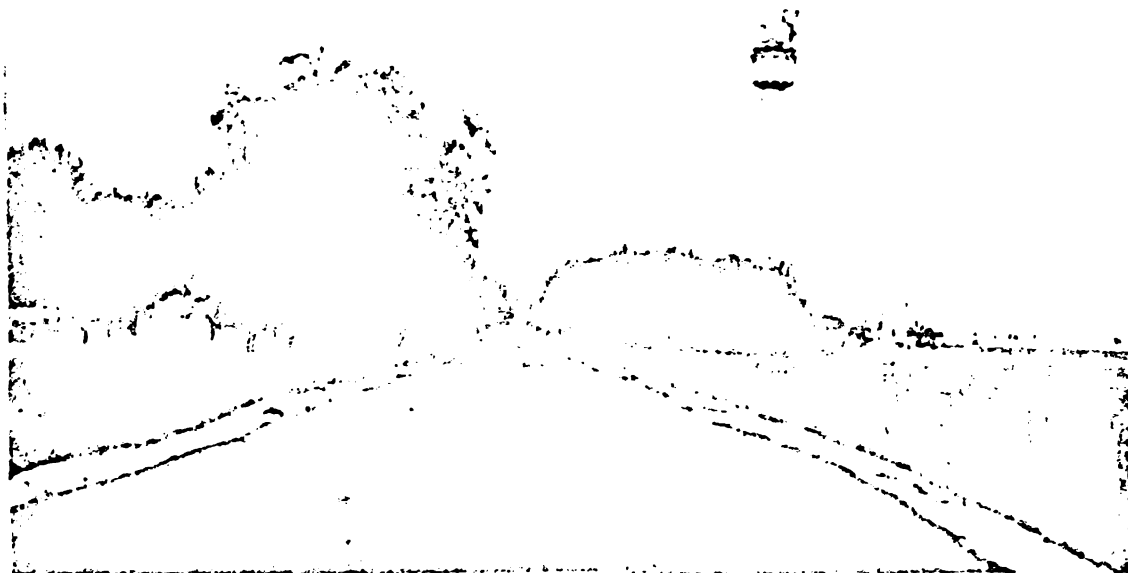


Fig.3.38 - Aspect general al stratului de legătură executat cu gudron.

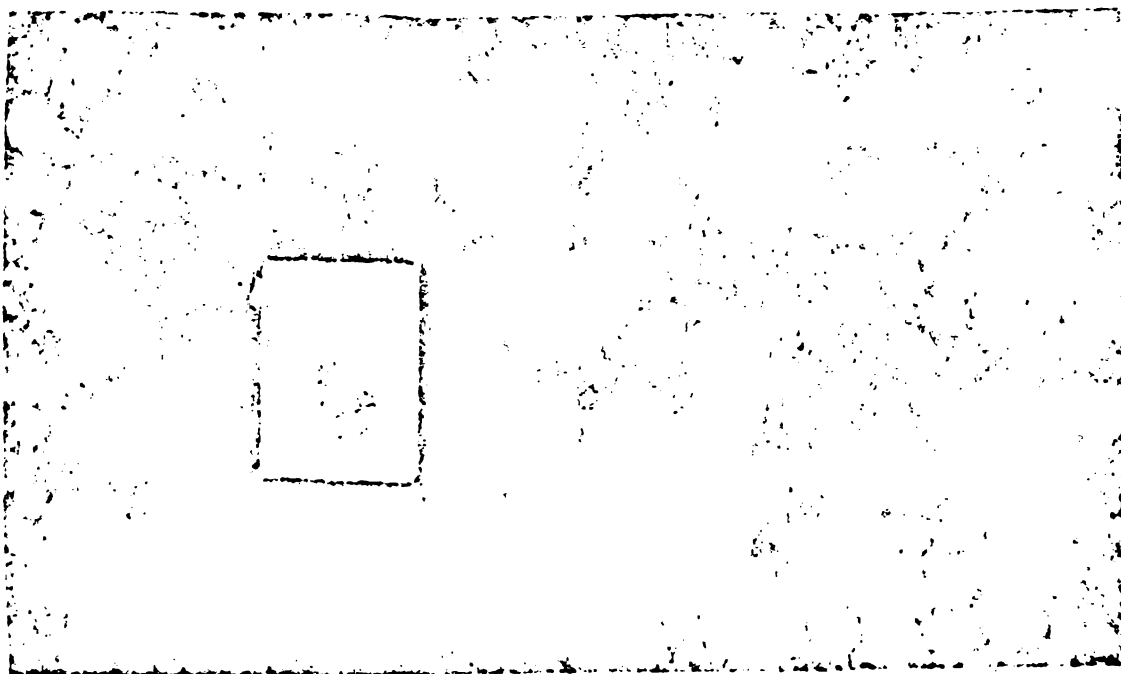


Fig.3.39 - Textura suprafeței stratului de legătură executat cu gudron.

La executarea tronșanelor experimentale s-au prestabilit caracteristicile tehnice de mai jos :

./.

Tabelul 3.11

Nr. crt.	Caracteristici	UM	Valori
1.	Viscozitate BRTA Ø 10 mm la 40°C	-	200-300 ✓
2.	Densitate la 15°C	t/m <sup>3</sup>	1,15-1,20 ✓
3.	Distilare:		
	• 0-170°C - uleiuri ușoare	%	max.1
	• 170-270°C - uleiuri mijlocii și grele	%	5-10
	• 270-300°C - uleiuri antracenică ușoare	%	5-10
	• 300-360°C - uleiuri antrecenice mijlocii și grele	%	15-22 ✓
	• smoală reziduală	%	55 ✓
4.	insolubil în benzen	%	5-10 ✓
5.	punct de înmuiere I.B.	°C	30-40 ✓

Din analiza modului de desfășurare a lucrărilor experimentale se desprind următoarele aspecte legate de posibilitatea de realizare a gudronului ca produs cu calitate constantă, bine definite și din punct de vedere al procesului tehnologic:

- gudronul (smoală tratată) prezintă caracteristici variabile, în special sub aspectul vâscozității, obținându-se gudroane cu vâscozitate mult mai scăzută față de cea preconizată;
- comparând cu caracteristicile recomandate în literatura de specialitate se constată că gudronul realizat nu se înscrie în condițiile de calitate impuse unui "gudron rutier";
- în ceea ce privește tehnologia de preparare a mixturii cu gudron se desprind următoarele aspecte:
  - sensibilitatea termică mult mai pronunțată ca în cazul bitumului ; o ușoară scădere a temperaturii conduce la o creștere pronunțată a vâscozității ( fig.3.40).Aceasta impune un control riguros al temperaturii pentru asigurarea în limite a temperaturii de încălzire a liantului,
  - la vâscozitate egală, gudronul trebuie încălzit la o temperatură mai scăzută decât bitumul, așa cum se poate observa în fig.3.41.
  - susceptibilitate mai mare la îmbătrânire a gudronului față de temperatură, comparativ cu bitumul ;
  - temperatura de încălzire a agregatelor naturale mult mai scăzută, de cca. 90-100°C, față de 180-190°C în cazul bitumului, aceasta pentru a evita îmbătrânirea prematură a gudronului, temperaturi la care se realizează o bună anrobare a agregatelor naturale;

./.



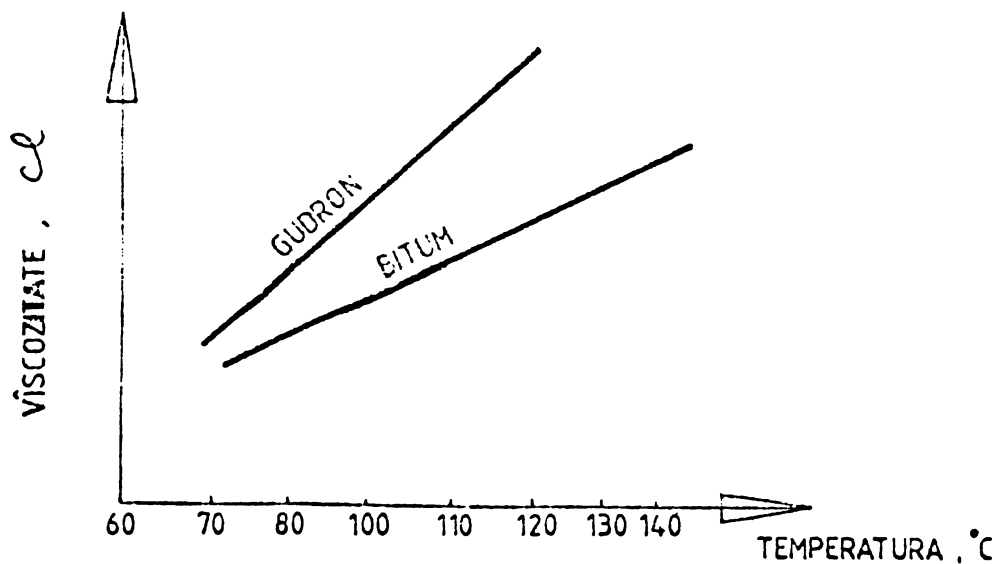


Fig.3.40. Variația vîscozității cu temperatura.

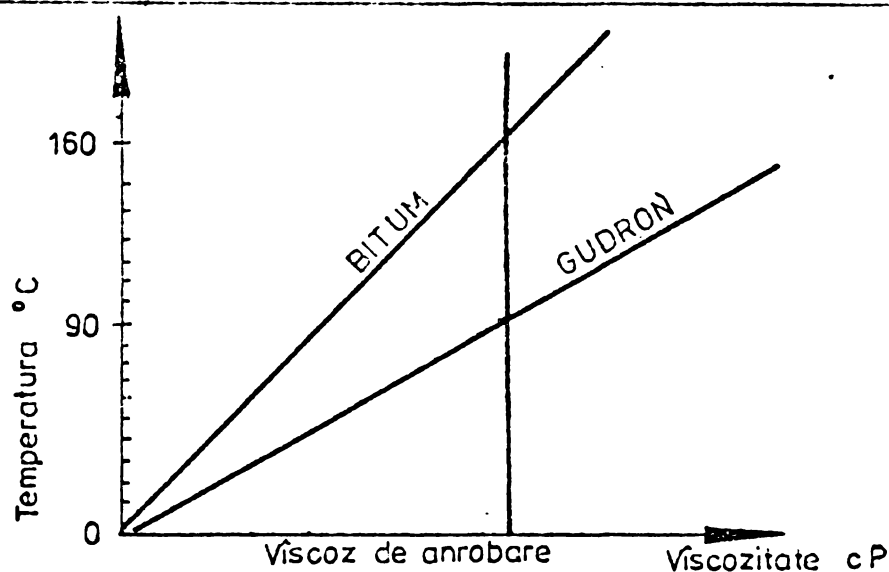


Fig.3.41 Temperatura optimă de anrobare a lianților hidrocarbonați

- temperatura de încălzire a gudronului de cca. 90-100°C, temperatură la care se realizează o bună fluidizare a liantului;
- temperatura de compactare este de 70-80°C, ceea ce permite realizarea unei bune comportări.

Analizînd caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor așternute pe DN 5 București-Giurgiu, centralizate în tabelul 3.12 se constată rezistență la compresiune foarte mare, ceea ce reflectă o rigiditate crescută a acestora.

Taboulul 3.12

Nr. ord.	Caracteristici	UM	Tipul mixturii cu gudron	
			Strat de uzură din beton asf. închis	Strat de legătură din beton asf. deschis.
1.	Densitate aparentă	t/m <sup>3</sup>	2,33	2,31
2.	Absorbția de apă	% vol.	3,57	9,8
3.	Rezistența la compresiu- ne la 22°C	daN/cm <sup>2</sup>	118	136
4.	Stabilitate Marshall	daN	600	900
5.	Fluaj	mm	4,55	3,4

Rezultatele cercetărilor și experimentărilor efectuate conduc la concluzia că liantul folosit nu este de fapt un gudron rutier, ci un amestec de smoală de gudron cu uleiuri, cu caracteristici inconstante.

În această situație s-au executat în anul 1982 noi tronsoane experimentale cu gudronul rutier realizat conform dozajelor prezentate la cap.2, respectiv amestec de gudron cu ulei antracenic și smoală de gudron cu gudron brut. Aceste sectoare sînt situate pe următoarele drumuri naționale:

- DN 28 Iași-Răducăroni, km 108-109
  - strat de legătură din beton asfaltic închis realizat cu pietriș concasat, lăsat neacoperit;
  - strat de legătură din beton asfaltic realizat cu pietriș concasat acoperit cu strat de uzură;
- DN 29 D Botoșani-Stefănești km 26+200-26+600 și km 28+100-29+000;
  - strat de legătură din beton asfaltic "deschis realizat cu criblură
- DN 11, DN 11 A, DN 26, DN 28, DN 29 ( în lungime totală de 50 km );
  - tratamente cu gudron

Compoziția granulometrică a mixturilor asfaltice aplicate pe aceste sectoare experimentale este prezentată în fig.3.42.

Studiile de laborator au evidențiat caracteristici fizico-mecanice superioare mixturii realizate cu smoală tratată, produsă de Combinatul Siderurgic Galați, după cum se vede din tabelul 3.13.

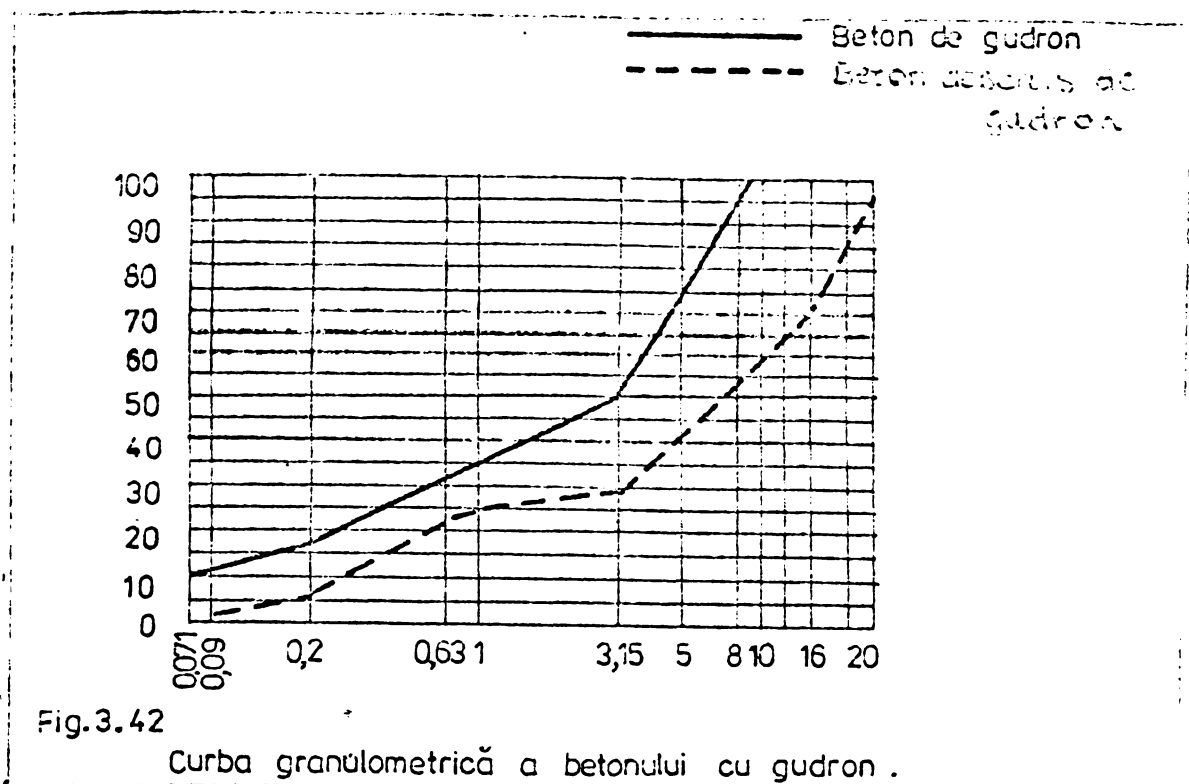


Fig.3.42

Curba granulometrică a betonului cu gudron.

Tabelul 3.13

Nr. ord.	Caracteristici	UM	Valori medii	
			Strat de uzură din beton asf. închis	Strat de uzură din beton asf. deschis
1.	Densitate aparentă	t/m <sup>3</sup>	2,34	2,25
2.	Absorbția de apă	% vol.	2,8	5,1
3.	Rezistența la compresie la 22°C	daN/cm <sup>2</sup>	59 ✓	27
4.	Stabilitate Marshall	daN	55 ✓	300
5.	Fluaj	mm	2,8	2,6

Sectoarele experimentale pînă în prezent au o comportare buna în exploatare.

În această situație se fac următoarele propuneri :

- studierea posibilității de fabricare a unui gudron rutier cu caracteristici constante, pe baza unei tehnologii de preparare îmbunătățită față de cea folosită în cazul "smoalei tratate";
- utilizarea "gudronului rutier" numai la execuția straturilor rutiere de bază și de legătură, ținînd seama de susceptibilitatea la îmbătrînire a gudronului ;
- studierea condițiilor tehnologice specifice de execuție a stratului de uzură din beton asfaltic peste straturile inferioare

executate cu gudron, ținând seama că parametrii tehnologici actuali privind punerea în operă a amestecurilor asfaltice pot influența negativ asupra calității și comportării straturilor rutiere realizate cu gudron;

- dat fiind posibilitățile reduse în prezent de fabricare a acestui liant, de 3000-6000 tone față de 200000 tone cât reprezintă necesarul de lianți hidrocarbonați pentru rețeaua de drumuri publice, apare rațională utilizarea gudronului rutier numai local la drumurile din zona influență a Combinatelor siderurgice Galați și eventual Hunedoara.

### 3.7. ALTE TEHNOLOGII FOLOSIND MATERIALELE LOCALE.

Beton uscat de tip cenușă-ciment.

Procedeele au fost experimentate pentru prima dată în țara noastră la anul 1982, pe drumurile naționale DN 74 Brad-Alba Iulia km 90+300-90+400 și DN 1H Aleșd-Răstoci (km 80+100-80+200) și are ca scop valorificarea superioară a materialelor locale.

Studiile de laborator au condus la stabilirea următoarelor parametrii principali care influențează calitatea betonului uscat:

- granulometria materialelor ;
- compoziția liantului ;
- conținutul de apă.

Referitor la granulometria, aceasta trebuie să fie continuă, cu conținut ridicat în fracțiuni fine (10-15%) și granule cu dimensiune maximă pînă la 20 mm. Curbele granulometrice stabilite pe baza studiilor de laborator sînt prezentate în fig.3.43.

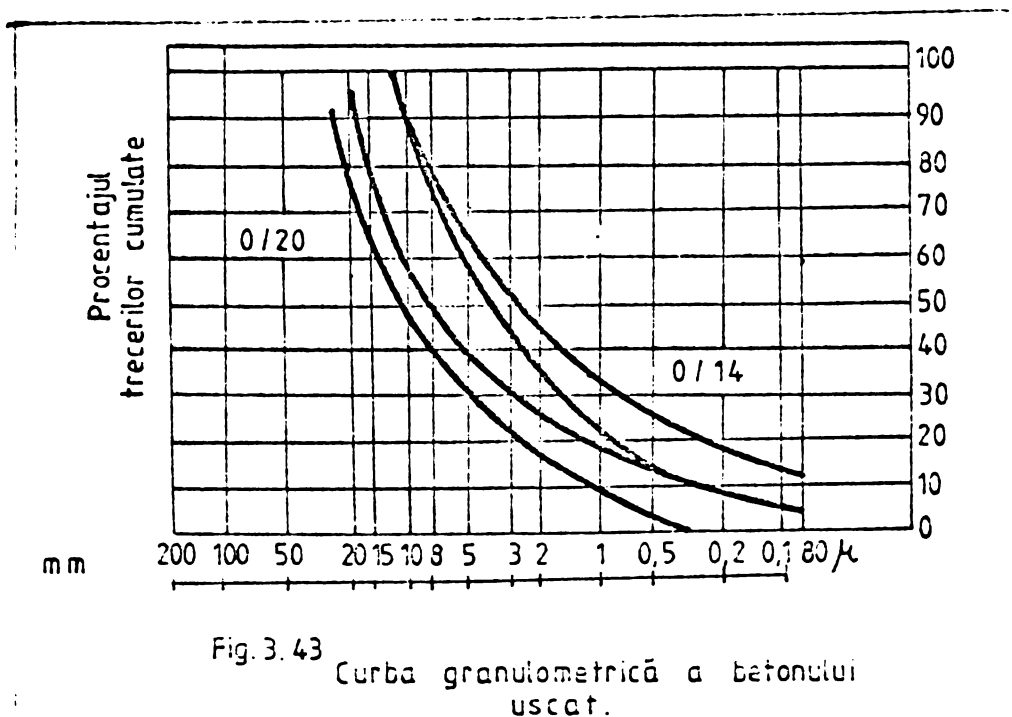


Fig. 3.43 Curba granulometrică a betonului uscat.

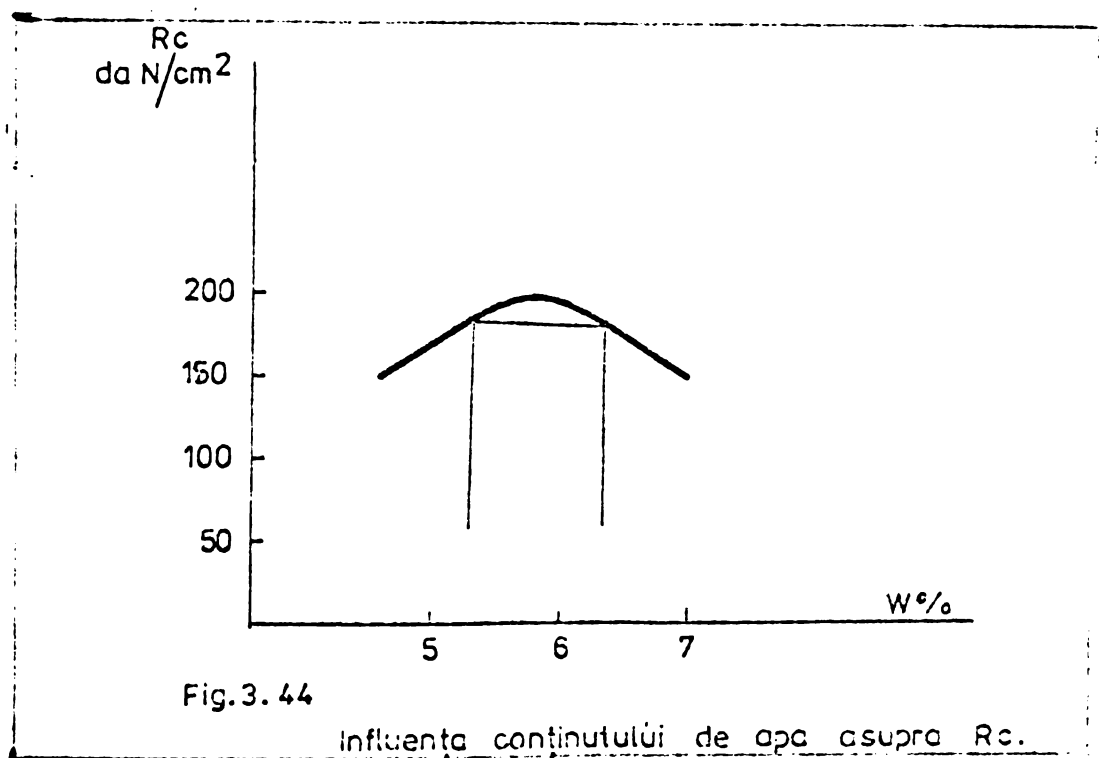
Se recomandă folosirea materialelor de granulație 0-16 mm, concasate, de natură calcareasă, în două sorturi (0... 8 mm și 8...16 mm).

În ceea ce privește liantul, acesta este un amestec de ciment portland, cenușă silico-aluminoasă și un activant tip silice. Prin introducerea în ciment a cenușii se realizează o diminuare a contracțiilor hidraulice, iar activantul incorporat în masa betonului permite încetinirea prizei inițiale. Dozajele optime sînt următoarele:

Tabelul 3.14

Nr. ord.	Materialul	U/M	Dozaj minim	Dozaj maxim
1.	Ciment	%	6,5	7,3
2.	Cenușă	%	5,2	5,2
3.	Activant	%	1,3	-

Caracteristica esențială a betonului uscat este conținutul redus de apă, el trebuie să fie apropiat de cel al umidității optime de compactare. Proctor modificat și este cuprins între 5,5%...6,5% ( fig.3.44)



Ținînd seama de cele de mai sus, studiile de laborator efectuate în cadrul acestei teze au condus la stabilirea proporției optime dintre agregatul natural ( 87%) și liantul hidraulic (13%). În aceste condiții s-au aplicat pe secțiunile experimentale următoarele dozaje :

./.

- split 8-16, de natură calcaroasă 30...45%
- nisip natural 0-7 35...51%
- ciment PA 35 8%
- cenugă de termocentrală (Mintia) 5%
- apă 6%

S-au folosit materiale locale provenite de la carieră Ciuciulat, Oana Mureș și Peeni.

Caracteristicile fizico-mecanice ale betonului de ciment sînt prezentate în tabelul 3.15

Tabelul 3.15

Nr. crt.	Indicativul dozajului	la 7 zile		la 14 zile		la 28 zile	
		$R_c$ daN/cm <sup>2</sup>	$\delta$ t/m <sup>3</sup>	$R_c$ daN/cm <sup>2</sup>	$\delta$ t/m <sup>3</sup>	$R_c$ daN/cm <sup>2</sup>	$\delta$ t/m <sup>3</sup>
1.	R <sub>1</sub>	51,4	2,17	55,2	2,20	77,4	2,20
2.	R <sub>2</sub>	75,9	2,10	79,9	2,19	117,9	2,21
3.	R <sub>3</sub>	72,8	2,19	79,4	2,19	134,4	2,20
4.	R <sub>4</sub>	33,9	2,27	35,0	2,29	51,1	2,25

De remarcă este faptul că rezistența la compresiune crește în timp, ajungînd la 28 zile sensibil egală cu cele obținute la betoanele clasice, avînd apoi o detașare sensibilă în timp ( fig.3.45 ). După 28 zile rezistențele cresc cu 50%...65% față de cele la 7 zile.

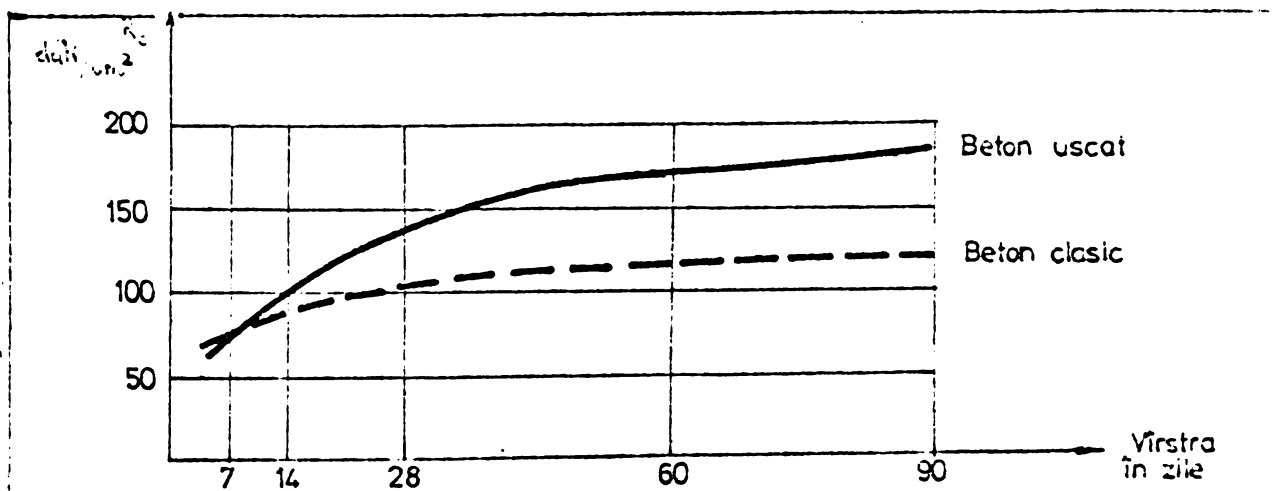


Fig. 3.45 Variația rezistenței la compresiune în timp

Tehnologia de preparare și punere în operă a betonului uscat are următoarele faze :

- prepararea betonului uscat în instalația tip ANG de preparare a amestecurilor asfaltice, cu dozarea cimentului prin cupa de fier iar a apei prin dozatorul de bitum ; prepararea betonului uscat se poate realiza și în stații de flux continuu tip IHS sau

./.

în stație de betoane cu dozaj ponderal pentru patru materiale (nisip, split, ciment și cenușă) ;

- așternerea betonului uscat, în grosime minimă de 20 cm cu utilajele existente în dotarea unităților de drumuri ; autogreder sau finisor ( S.400 sau NPK )(fig. 3.46).



Fig. 3.46 - Așternerea betonului uscat.

- cilindrarea amestecului cu compactor vibrator de 160-180KN(număr de treceri min.12) și compactor pe pneuri( număr de treceri min.18 ) așa cum rezultă din fig.3.47.



Fig. 3.47 - Cilindrarea betonului uscat.

Aspectul suprafeței stratului realizat din beton uscat se prezintă în fig.3.48.

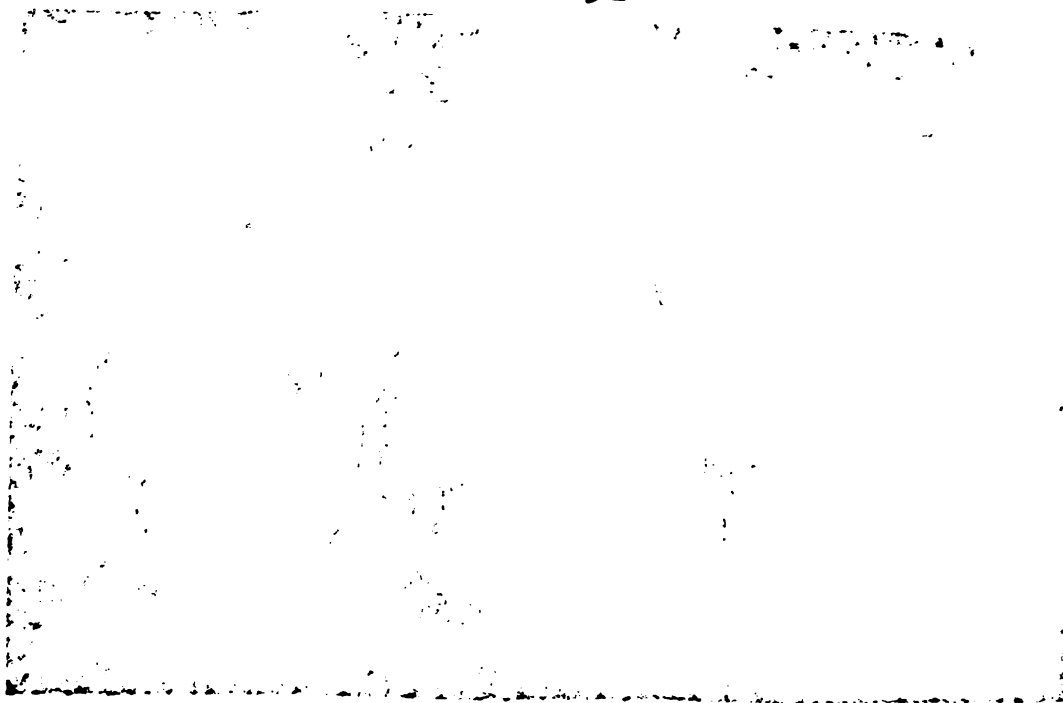


Fig.3.48 - Textura suprafeței betonului uscat.

- protejarea betonului uscat, fie prin tratarea cu mixtură bituminoasă, fie prin execuția unui tratament bituminos (fig.3.49 și 3.50 ) în scopul evitării evaporării apei de la suprafața stratului executat.



Fig.3.49 - Protejarea stratului din beton uscat cu tratament bituminos

In fig. 3.51 se prezintă sectorul experimental executat în această tehnologie.

Studiile și experimentările efectuate conduc la următoarele concluzii :

./.



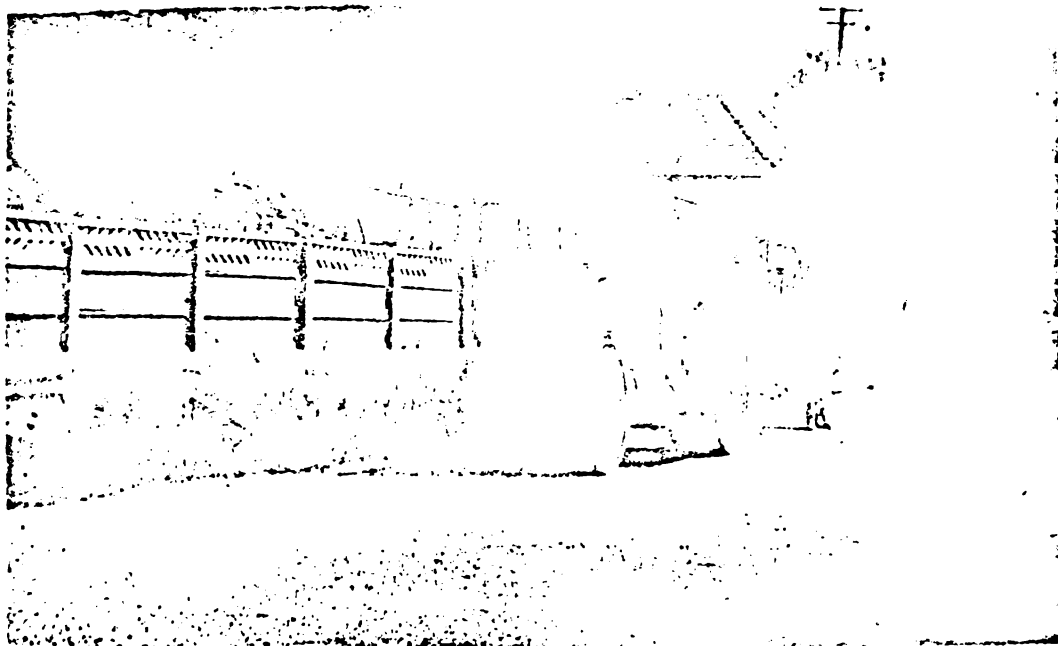


Fig. 3.50 - Aspectul stratului protejat cu tratament bituminos

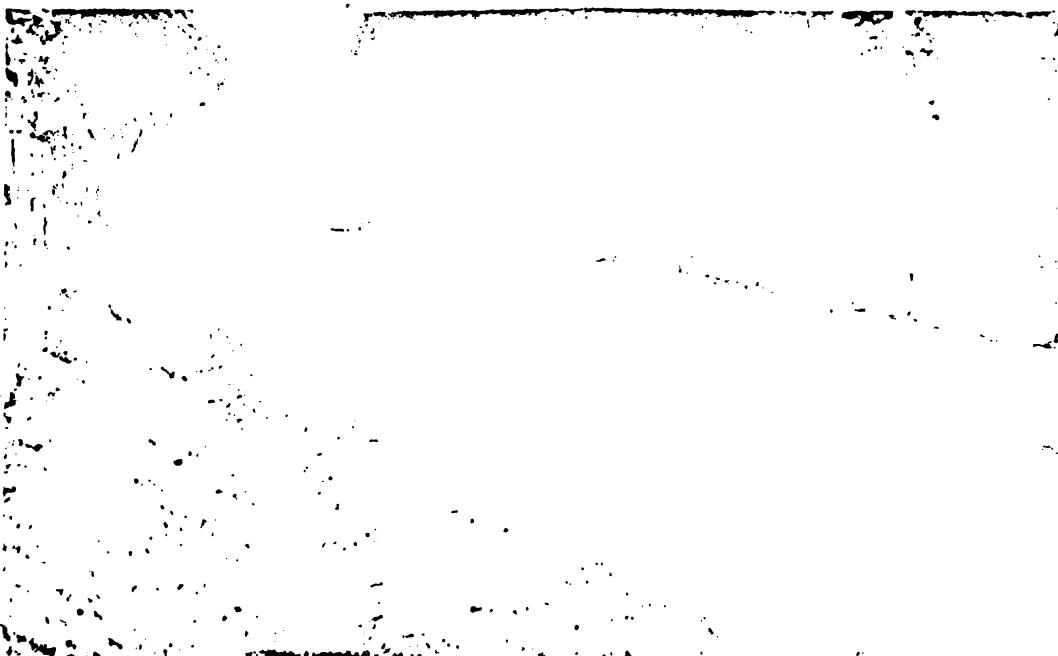


Fig. 3.51 - Aspectul general al sectorului experimental cu beton uscat

- permite valorificarea materialelor locale ( agregate naturale, cenusa de termocentrală, depozite de deșeuri cariere);
- tehnologia de execuție este simplă și se poate executa cu utilajele existente în dotarea șantierelor de construcții;
- betonul uscat se așterne și se cilindrează cu utilajele folosite la punerea în operă a amestecurilor asfaltice;
- la punere în operă nu sînt necesare lungirile;
- sînt eliminate toate tipurile de rosturi care se execută în cazul îmbrăcămintelor rutiere din beton de ciment ;

./.

- poate fi dat imediat în circulație ;
- tehnologia prezintă eficiență economică, costul structurii de beton uscat fiind de numai 500 mii lei/km.

În această situație se propune ca domeniu de aplicație:

- la ranforsarea într-un singur strat de min. 20 cm a drumurilor existente cu trafic mediu ușor și foarte ușor;
- la modernizarea și construcția de drumuri noi, ca strat de bază pentru toate clasele de trafic.

### 3.8. REFOLOSIREA MIXTURILOR ASFALTICE

#### 3.8.1. Motivarea refolosirii

Starea unui drum se deteriorează în mod continuu în funcție de timp și de traficul pe care-l suportă.

Îmbrăcămințile bituminoase la terminarea duratei de exploatare sînt lăsate pe loc și acoperite cu straturi noi de ranforsare sau sînt desfăcute și transportate ca refuz. Sînt astfel distruse sau lăsate cu funcțiuni secundare cantități enorme de materiale foarte căutate.

Criza energetică din ultimii ani a făcut să crească rapid costul îmbrăcăminților bituminoase, iar în ultimul timp a devenit dificil de procurat liantul de bază care este bitumul și chiar agregatele.

Aceste situații ne conduc la valorificarea deșeurilor prin recuperarea și reutilizarea acestor materiale deficitare cît mai complet posibil. Este și acesta un efort pentru reducerea dependenței energetice a țării și oricît de mici ar fi rezultatele ele trebuie încurajate. Deci la un moment dat straturile sistemului rutier sînt considerate ca un zăcămint de materiale destinate unor noi lucrări.

Prin refolosirea mixturilor asfaltice se pot obține o serie de avantaje :

- economii la consumul de liant;
- refolosirea agregatelor minerale;
- economii la costul transporturilor materialelor;
- șantiere mai mobile și rapide ;
- evitarea descărcării materialelor în cantități mari.

#### 3.8.2. Materialele refolosite

Din mixturile asfaltice se refolesc componentele principale bitumul și agregatele.

./.

... Bitumul - Reutilizarea lianților bituminoși conținuți în mixturile de refolosit impure e o bună cunoaștere a fenomenelor de îmbătrânire pe care le suferă bitumurile după prima folosire în sistemul rutier.

Îmbătrânirea bitumului este pusă în evidență în general prin măsurarea proprietăților reologice ale liantului; reducerea penetrației la 25°C, creșterea temperaturii înel și bilă, reducerea susceptibilității termice. Această îmbătrânire este în realitate consecința unei evoluții a compoziției bitumului, care se traduce mai ales printr-o diminuare a conținutului în compuși aromatici și printr-o creștere a conținuturilor de carbene.

Îmbătrânirea bitumului dintr-o mixtură depinde de :

- durata de exploatare;
- adâncimea la care se găsește stratul respectiv în sistemul rutier; liantul situat la suprafața îmbătrânește mai repede decât cel situat în adâncime;
- procentul de goluri al mixturii; un procent slab de goluri încetinește procesul de îmbătrânire al bitumului.

Cît privește îmbătrânirea la anrobare, depinde mult de temperatura din timpul acestei operații, cazurile de supraîncălzire fiind din păcate destul de frecvente.

Prin compoziția sa liantul nou va trebui să aducă componentele lipsă din bitumul îmbătrânit și să ușureze peptizarea asfaltencilor fabricate după îmbătrânire. Acești lianți rămân autentici bitumuri și pe această bază, obținerea consistenței alese face apel la legea logaritmică a penetrației.

$$\log P = a \log P_1 + b \log P_2 \quad (3.2)$$

din care :

P este penetrația amestecului

$P_1$   $P_2$  penetrații ale bitumului vechi și nou

a, b; procente de bitum de penetrație  $P_1$ , respectiv  $P_2$ .

Agregatele, de fapt sub formă de anrobate, provin din decapări sau din straturile superioare ale sistemelor rutiere ce urmează a se trata.

În primul caz stocurile sînt constituite progresiv prin recuperarea deliberată a anrobateilor din decapări. Este cazul reparațiilor care se fac, a recuperării îmbrăcămintei de pe trasee sau porțiuni de traseu părăsite, a îmbrăcămintelor bituminoase ușoare de pe trasee în modernizare.

./.

In al doilea caz, refacerea suprafeței unui drum poate să conducă la recuperarea stratului superior, dar aceasta numai după o testare prealabilă, pentru a nu slăbi sistemul rutier existent. Pot fi luate în considerare pentru recuperare straturi de rulare cu fâgășe, cu fisurare transversală dezvoltată sau sisteme rutiere oboseite care sînt pe punctul de a fi ranforsate cu un nou sistem rutier.

### 3.8.3. Metode de refolosire a mixturilor asfaltice.

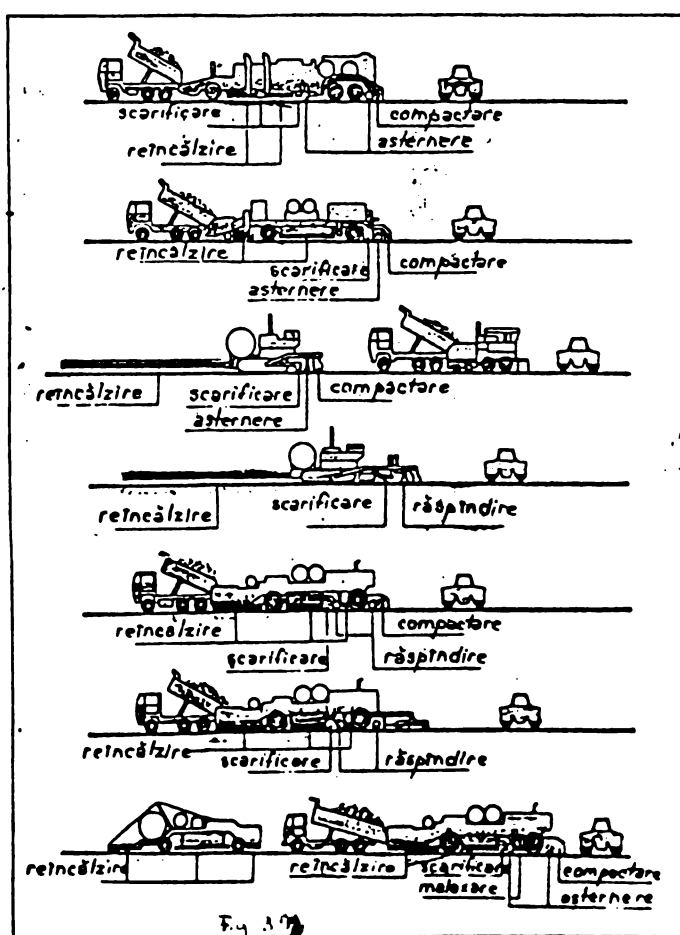
In tehnica rutieră este posibil să refolosim straturile bituminose ale sistemului rutier după un tratament sau să revalorificăm materialele de construcții obținute, plecînd de la straturile care au atins durata de exploatare. Aceste posibilități diferite sînt reprezentate în schema următoare:

- tratare pe loc
  - termoreprofilare;
  - termoregenerare ;
  - refolosire
- tratare în instalații
  - tradiționale, clasice adoptate
  - tambur uscător-malaxor adaptat

#### 3.8.3.1. Tratarea pe loc

Tratarea pe loc prin reprofilare este reprezentată în

fig.3.52.



Tehnicile de reprofilare permit să se atingă următoarele obiective:

./.

- reîncălzirea profilului ;
- ameliorarea rugozității;
- regenerarea straturilor a căror grosime a fost redusă sau care au fost deteriorate;
- eliminarea fisurilor;
- compensarea unei pierderi de material;
- ranforsarea stratului de rulare existent ;
- ameliorarea caracteristicilor prin adăugarea unei mixturi complementare prin reîncălzire pe loc.

În caz de defecțiuni larg răspândite, reîncălzirea pe loc nu constituie un tratament durabil, cauzele adevărate nefiind eliminate. Procedul se recomandă deci straturilor de rulare care prezintă denivelări și pentru tratare parțială, cum e cazul benzii pentru circulația vehiculelor grele.

Pentru realizarea unei tratări pe loc trebuie respectate următoarele măsuri:

- stratul suport să fie portant și stabil ;
- stratul de tratat trebuie să aibă o compoziție adaptată condițiilor de trafic, atmosferice și locale ;
- suprafața stratului de tratat trebuie să fie curată și reparațiile locale să fie executate înainte ;
- materialele existente în stratul de tratat să nu prezinte semne de dezintegrare, iar liantul să nu fie prea dur ;
- cantitatea de căldură ce se utilizează trebuie să fie dozată pentru a se putea reîncălzi materialele, fără să provoace dezordine granulometrică și fără să ardă bitumul ;
- pentru evitarea supraîncălzirilor, procedul nu se folosește la temperaturi exterioare inferioare lui 0°C, nici în caz de vânt sau ploaie ;

Principalele faze ale tratării pe loc se pot rezuma astfel, indiferent de mașinile și instalațiile care se folosesc:

- încălzirea, cea mai importantă fază, de optimizarea ei depinde, calitatea produsului final și adâncimea intervenției ;
- dezagregarea, care este funcție de temperatura de lucru și de posibilitățile instalației ;
- adăugarea liantului nou ;
- amestecarea, o fază care asigură procesul de dezagregare al mixturii și cea mai bună distribuție a liantului adăugat ;
- așternerea și compactarea ;

Refolosirea pe loc prezintă deci, următoarele avantaje:

- nu se utilizează materiale de bază noi, decât într-o mică proporție ;
- nu se dau ca rebut materialele excedentare ;
- o circulație de șantier redusă fără încărcări ale rețelei;
- deranj minim în timpul circulației pentru utilizator.

### 3.8.3.2. Tratarea în instalații.

Instalațiile disponibile sînt de două feluri: instalații fixe clasice și instalații cu tambur uscător-malaxor. Ambele tipuri de instalații trebuie să primească o adaptare înainte de a fi utilizate la refolosirea mixturilor;

- dispozitiv de recepție și de conducere la malaxor pentru instalația clasică, avînd eventual un mic concasor sau granulator;

- ciur de recepție, dispozitiv de conducere, dispozitiv de dozaj și inel de introducere în tambur la o instalație uscător-malaxor.

Pentru a permite în cadrul refolosirii, care este o tehnică complexă, obținerea unui echilibru termic satisfăcător care să nu degradeze bitumul constitutiv al mixturii se va limita ca urmare a experienței indicele de refolosire la :

- 20% pentru instalațiile clasice;
- 65% pentru instalațiile uscător-malaxor, adaptate la refolosire;

Indicele de refolosire efectiv (Ire) este raportul între debitul mediu al anrobatorilor recuperate introduse într-o instalație adaptată la refolosire și debitul mediu de producție al aceleiași instalații.

### 3.8.4. Fazele tehnologiei de refolosire în instalații

Principalele faze ale refolosirii sînt : adunarea materialelor, concasarea, depozitarea, pregătirea și așternerea.

Din datele de la Direcția drumurilor, anual pe rețeaua drumurilor naționale se fac reparații pe 5 milioane m<sup>2</sup> de suprafață carosabilă. Calculînd că numai 40% din această suprafață se decapează rezultă anual :

$$5.000.000 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ m} \times 2,30 \text{ t/m}^3 \times 0,4 = 230.000 \text{ t.}$$

mixtură asfalt

În prezent ca urmare propunerilor făcute de Direcția Drumurilor, această mixtură din decapare se încarcă și se trans-

portă la sediile unităților de drumuri în vederea refolosirii. În acest fel un material care se aruncă în prezent, este conservat și reîntră în circuitul producției de mixturi asfaltice.

Pentru zonele unde trebuie recuperate toate straturile bituminoase ca urmare părăsirii unor tronsoane de drum sau unde necesitățile de ranforsare cer grosimi de straturi rutiere peste cele existente, este de dorit să se recupereze tot materialul. În acest scop tehnologii simple cu ajutorul unui buldozer cu scarificator, un autoîncărcător și mașinile necesare, permit recuperarea aproape integrală a tuturor materialelor.

Realizarea șantierelor de refolosirea mixturilor asfaltice a dat naștere unei noi concepții de frezaj la rece, deoarece obiectivul era să se producă un material care să se poată introduce direct în instalația de preparare. Frezajul la rece al anrobatelor micșorează dimensiunea maximă a granulelor cu cca 2 mm și crează 3...4% părți fine suplimentare în raport cu dozajul inițial al mixturii.

Mașinile de frezat sînt diverse, la ele trebuie să se supravegheze starea și omogenitatea sculelor de tăiat pentru a obține o suprafață corectă a stratului de rulare astfel creat, care se da în circulație în această stare.

La fel pentru considerente de economie și de buna funcționare a instalației, trebuie stăpînit cît mai bine conținutul în apă al materialelor frezate, mai ales apa care provine de la dispozitivul de răcire al sculelor de tăiat.

#### Concasarea.

Este o operație bine cunoscută, cu o tehnologie ce se poate aplica pe oricare șantier. Se concasează în general materialele adunate sub formă de plăci de diferite dimensiuni și de origine diversă.

Productivitatea concasarelor trebuie să fie corelată cu depozitul și cu productivitatea instalației.

Depozitarea materialelor recuperate.

În general durata stocării este scurtă. De teama unei legări a anrobatelor frezate, înălțimea grămezilor în care se așează materialul a fost limitată la 3 m. Reluarea anrobatelor se face fără dificultate, crusta care se constată la suprafață se desface cu utilajul de încărcare ( fig. 3.53 )

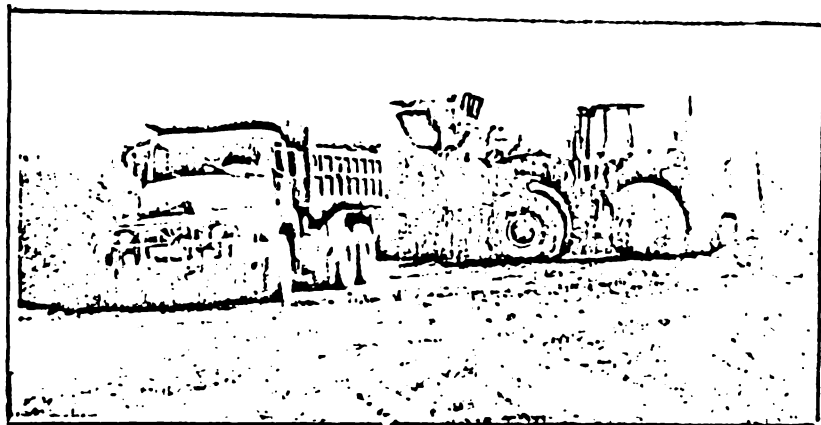


Fig. 3.53.- Incărcarea în mijlocul de transport a materialului frezat pentru refolosire.

Această crustă protejează în mod cert grămezile de precipitații deoarece conținutul în apă al materialului frezat sau concasat era stabil. Valoarea medie a conținutului în apă este de 3% limitele mergînd de la 1,5% la 4%.

Materialul se transportă la instalația de preparare a mixturii asfaltice, adoptată sau adaptată. Vederea de ansamblu a unei astfel de instalații este prezentată în fig. 3.54.

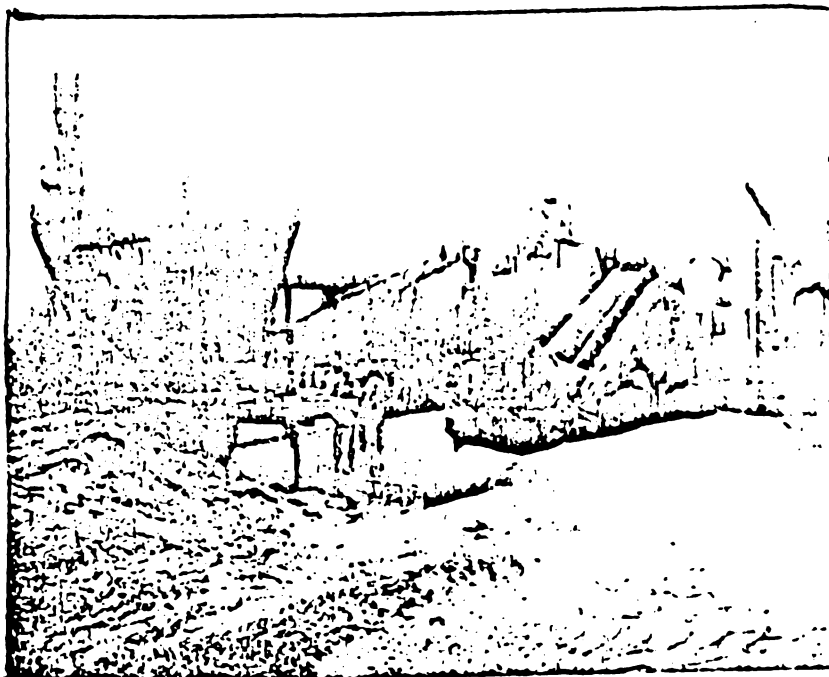


Fig. 3.54 - Vedere de ansamblu a unei instalații adaptată pentru refolosirea mixturilor asfaltice.

Pentru a menține cheltuielile de transport și depozitare la un nivel cât mai scăzut posibil, ar trebui determinat un punct central de depozitare, cu acces ușor și de unde condițiile de transport la locul fabricării și punerii în operă vor fi cele mai favorabile.

#### Prepararea mixturilor.

În cazul instalațiilor tradiționale (fig. 3.55), anrobatele sînt reîncălzite la nivelul malaxorului prin transfer

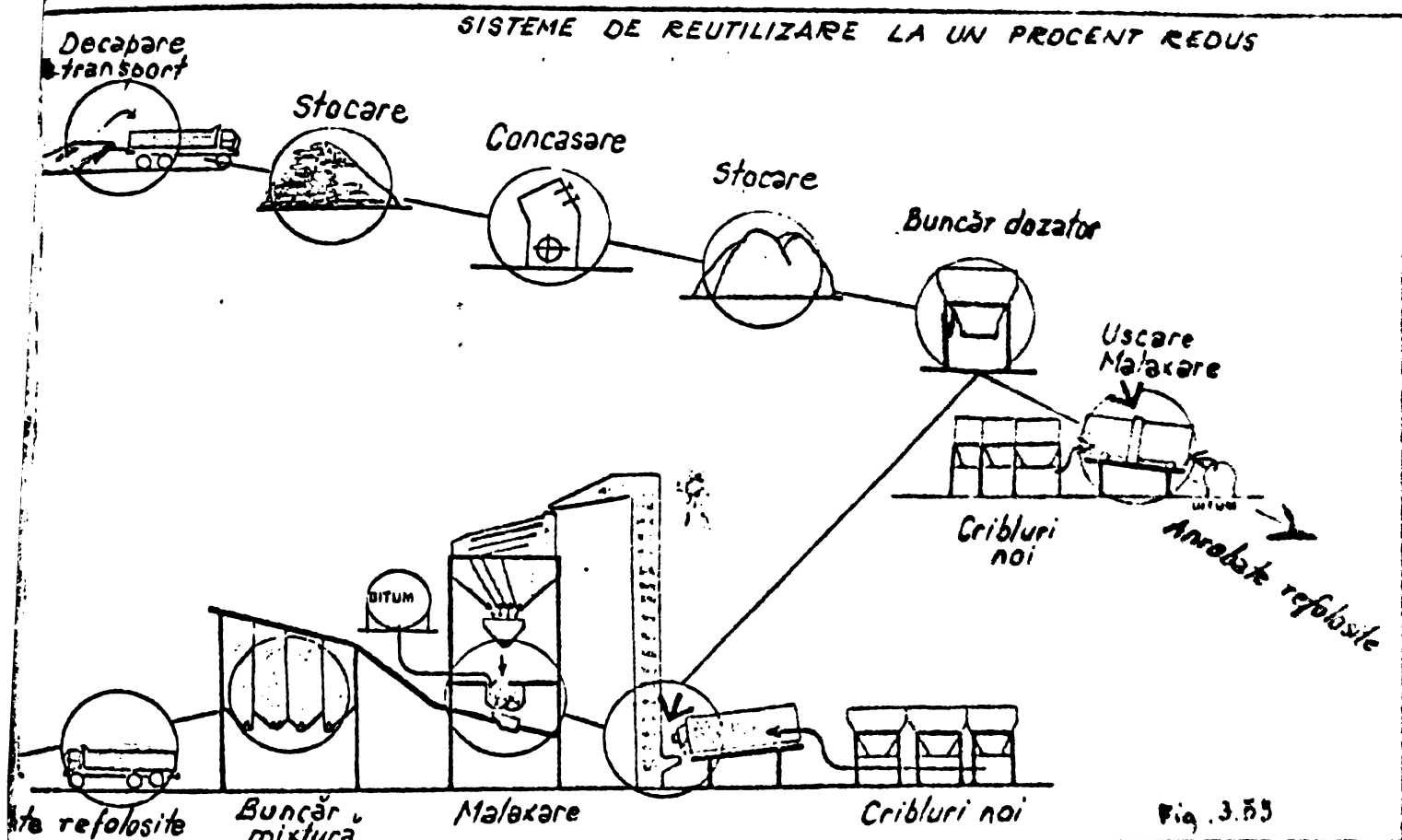
./.



de căldură cu agregatele noi. Este necesară o supraveghere pentru următoarele operații:

- cantitatea de căldură disponibilă în agregatele noi să fie suficientă;

- timpul de transfer al căldurii să fie suficient pentru a asigura fluidificarea bitumului îmbătrinit, repartizarea sa în masă și amestecul intern cu liantul de aport.



Indicele de reciclare va fi limitat de posibilitățile de supraîncălzire a agregatelor și de conținutul în apă al materialelor refolosite. Temperatura agregatelor de aport se găsește la un punct critic care trebuie controlat pentru a evita la nivelul mixturii îmbătrânirea liantului vechi refolosit și chiar a liantului de aport, după contactul cu agregatele noi supraîncălzite.

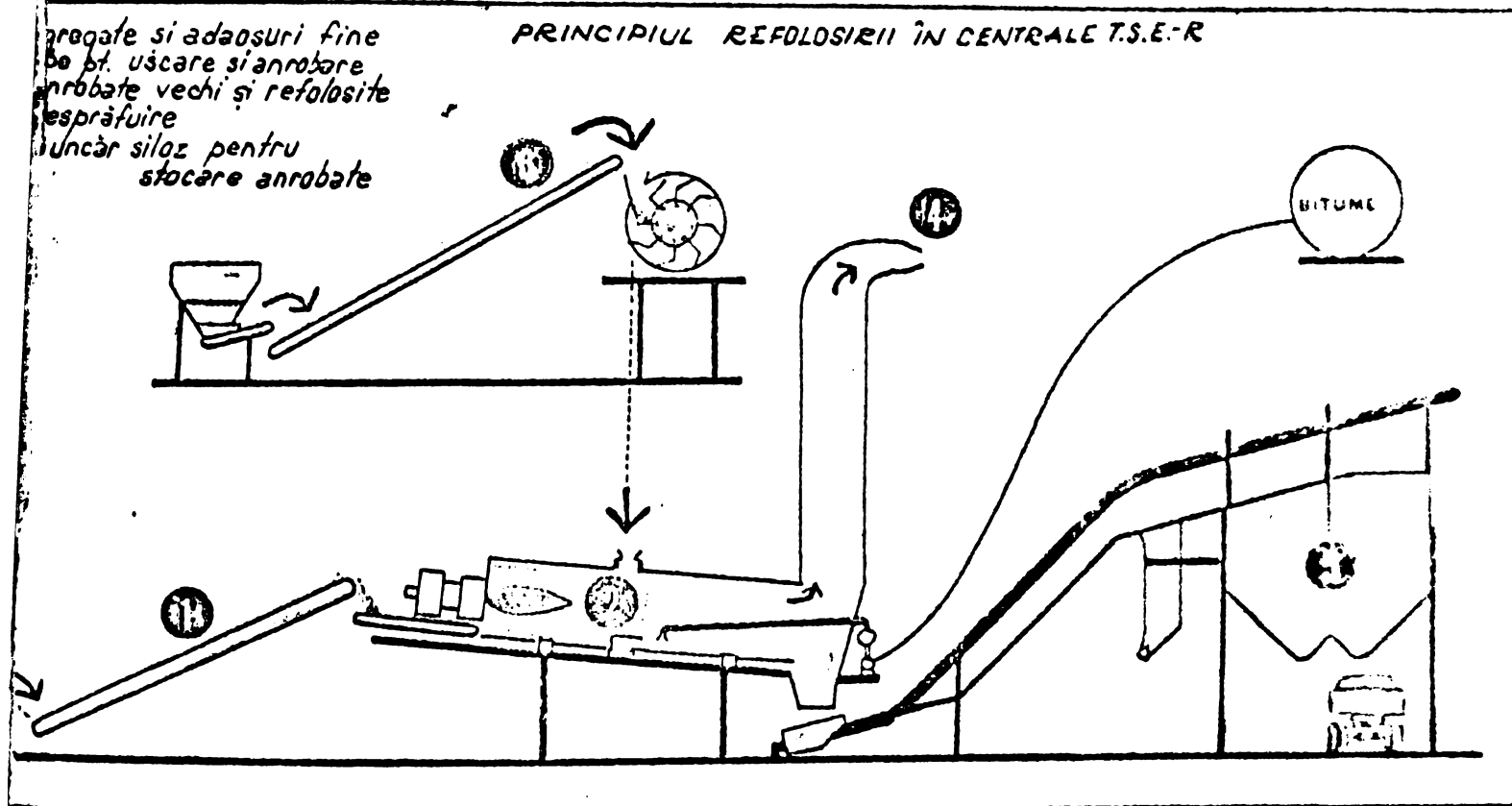
Ciclul de malaxare în instalația discontinuă va trebui să fie reglat ca să permită asigurarea transferului de căldură și amestecarea produselor între ele.

În cazul instalațiilor tambur-uscător-malaxor (fig. 3.56) reîncălzirea și uscarea agregatelor au loc în tambur prin contact cu gazul cald și agregatele de aport introduse prin partea din față a tamburilor. Cantitatea principală a caloriilor provine de la gaz. Este sigur că temperaturile ridicate ale gazului pot

avea un efect negativ asupra liantului reciclat și asupra liantului nou. Până în prezent nu s-a reușit să se pună clar în evidență relația dintre temperatura gazelor din interiorul tamburului și caracteristicile finale ale liantului conținut în mixtura refolosită. Se cere să se evite temperaturile prea ridicate și să se aleagă cât mai bine punctul de injectare al bitumului nou. Dacă temperatura gazului în tambur este mai greu de controlat, putem totuși să urmărim :

- temperatura gazelor la ieșirea din tambur;
- temperatura mixturilor la ieșirea din tambur și evoluția acestora în cursul timpului ( temperatura maximă admisă  $140^{\circ}\text{C}$  );

colorarea fumului de coș ( la temperaturi ridicate - galben).



#### Punerea în operă a mixturilor.

Această fază nu ridică probleme deosebite din moment ce se stăpânește temperatura materialelor după transport. Se folosesc utilajele cunoscute în tehnologia clasică.

Pentru determinarea unor consumuri energetice s-au ales tehnologii de tip tradițional ( covor asfaltic) și tehnologii de refolosire ( pe loc sau în stații fixe ). Cu ajutorul tabelelor 3.20, 3.21, 3.22 s-au stabilit consumurile energetice în kWh al materialelor și tuturor operațiilor pentru prepararea și esternalizarea

mixturilor asfaltice, în diverse tehnologii de intervenție.

### 3.8.5. Bilanț energetic

Una din cerințele prealabile este de a cere ca lucrările executate după tehnica refolosirii să se poată compara cu metodele tradiționale atât din punct de vedere tehnic, economic cât și energetic.

Pentru stabilirea conținuturilor energetice al materialelor și al lucrărilor care constituie rezultatul tehnicii descrise s-au folosit datele din capitolul 1 și surse din experiențele altor țări.

În tabelul 3.18 se arată în kgcc energia prezentă în materiale și în lucrări.

#### Energia conținută în materiale

Tabelul 3.18

Materialul	U/M	Cantitatea de energie în kgcc.					
		USA	Japonia	Belgia	Franța	Italia	România
Ciment	t	270	205	157	128	155	225
Bitum	t	1494	1409	1423	1423	1210	1750
Agregate mari	t	2,5	4,6	-	-	-	4,8
Nisip	t	0,5	1,1	-	-	-	6,2
Filer	t	2,5	-	-	-	-	21,0
Produse carieră	t	-	-	1,4	1,4	1,4	7,2
Cribluri	t	-	-	2,8	2,8	2,8	8,0

În tabelul 3.19 se prevăd distanțele de transport în diverse țări, pentru a dispune de materiale la punctele de lucru.

#### Distanța de transport a materialelor (km)

Tabelul 3.19

Materialul	Țara					
	USA	Japonia	Belgia	Franța	Italia	România
Ciment sau bitum	160	40	20	40	50	183
Agregate naturale	32	40	20	40	50	35
Beton	16	10	25	15	50	25
Mixturi asfaltice	24	10	25	15	50	17
Mate- riale din deca- pări	- refuz	40	40	40	40	-
- pentru refolosire	30	30	30	30	30	25

Consumuri energetice pentru mixturi  
asfaltice noi

Tabelul 3.20

Materiale sau operații	Kgoc/t.
<b>Materiale componente:</b>	
- bitum	0,001
- emulsie bituminoasă 65% bitum	0,001
- produse carieră	0,006
- nisip și filer	0,001
- materiale amestecate	5,486
<b>Fabricarea :</b>	
- uscarea și prepararea amestecului	13,236
- punerea în operă, inclusiv compactarea	0,285
<b>Transportul:</b>	
- transportul agregatelor	1,495
- transportul mixturii asfaltice de la instalația de preparare, la locul de punere în operă	0,736
- transportul bitumului	20,952
- transportul emulsiei	20,952

Consumuri energetice la refolosirea pe loc.

Tabelul 3.21

Operația	Energia consumată în kgoc/t.pentru fiecare cm.
- frezarea la cald ( lămpi cu infraroșii)	0,212
- frezarea la rece	0,071
- măsuri complexe tehnologice pe loc, fără de materiale, cuprinzând compactarea	0,374

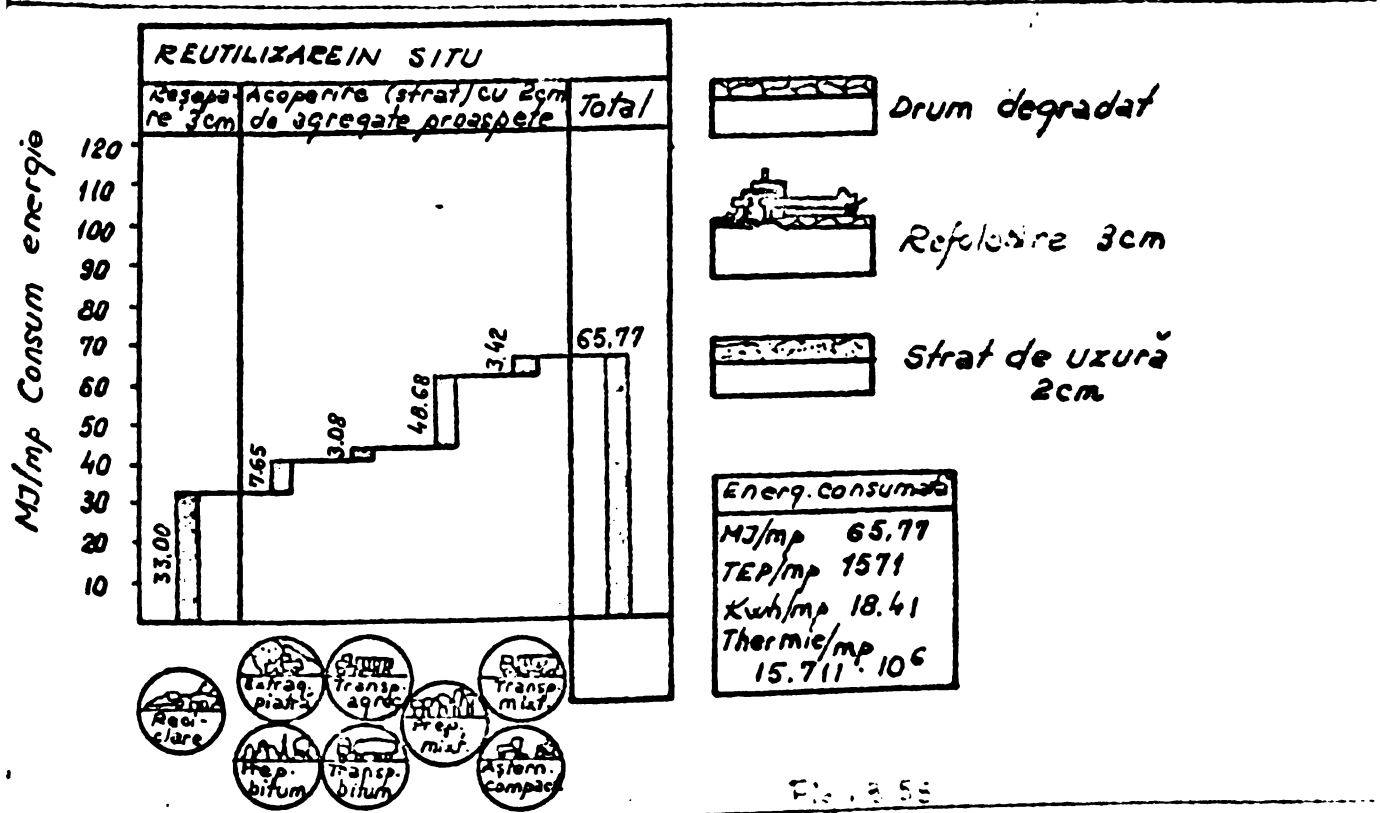
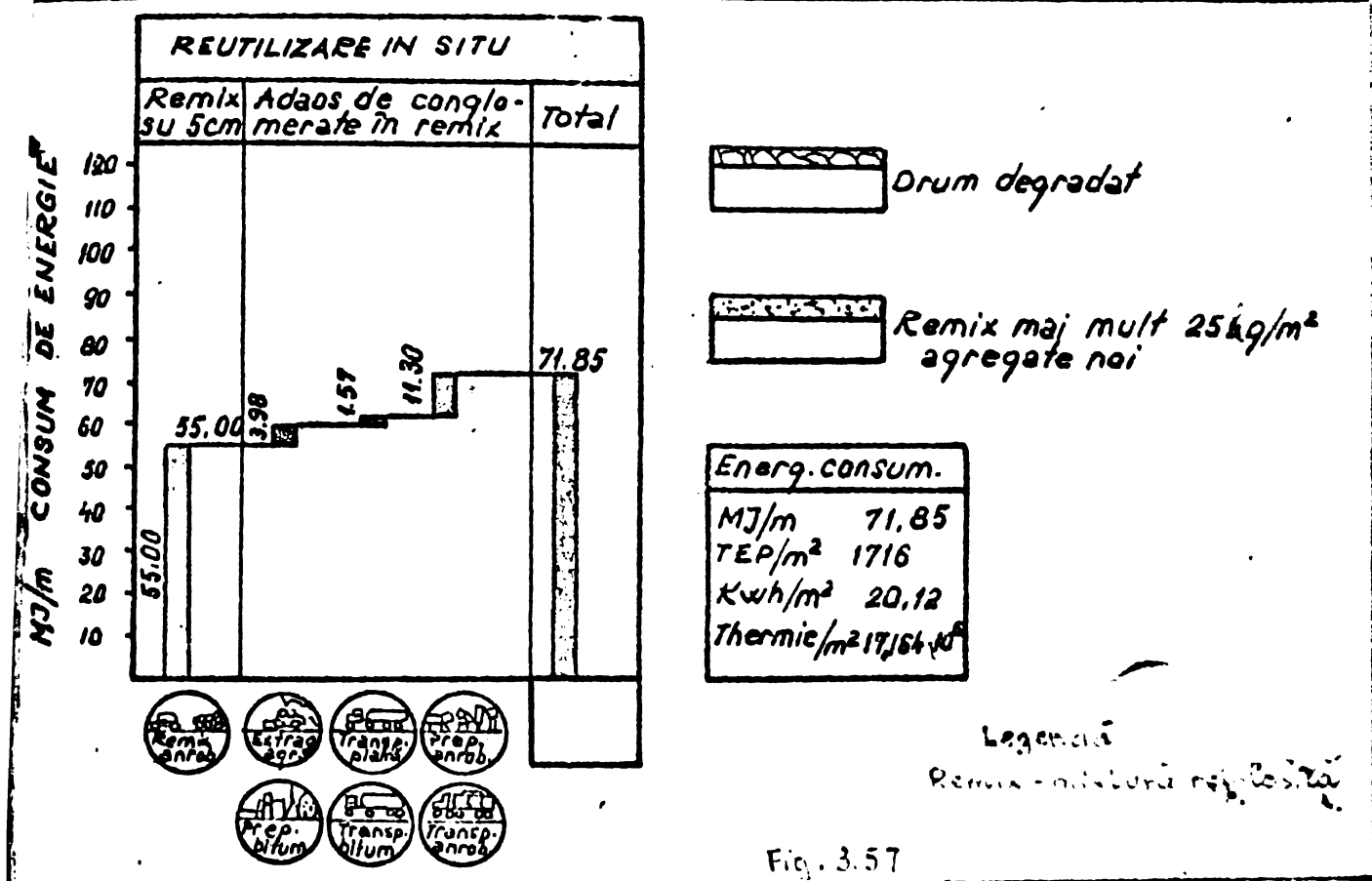
Consumul energetic de refolosire pe loc cu adaos  
de material

Tabelul 3.22

Operația	Consumul de kgoc/m <sup>2</sup> și cm.
- măsură complexă cu adaos de 5 kg/m <sup>2</sup> și cm de mixtură proaspătă	0,476
- măsură complexă cu adaos de 0,5% bitum	0,411

Rezultatele sînt raportate în diagramele analitice (fig.3.57, 3.58,3.59) în care se indică energia cheltuită în diverse

operații de pregătire și de lucru a materialelor. Se poate nota că cele mai mari consumuri energetice depind de materiale, în special agregatele și prepararea mixturilor noi în instalații. Pentru acest motiv și din cauza transporturilor lucrările tradiționale au totdeauna consumuri energetice mai ridicate decât tehnologiile de reutilizare.



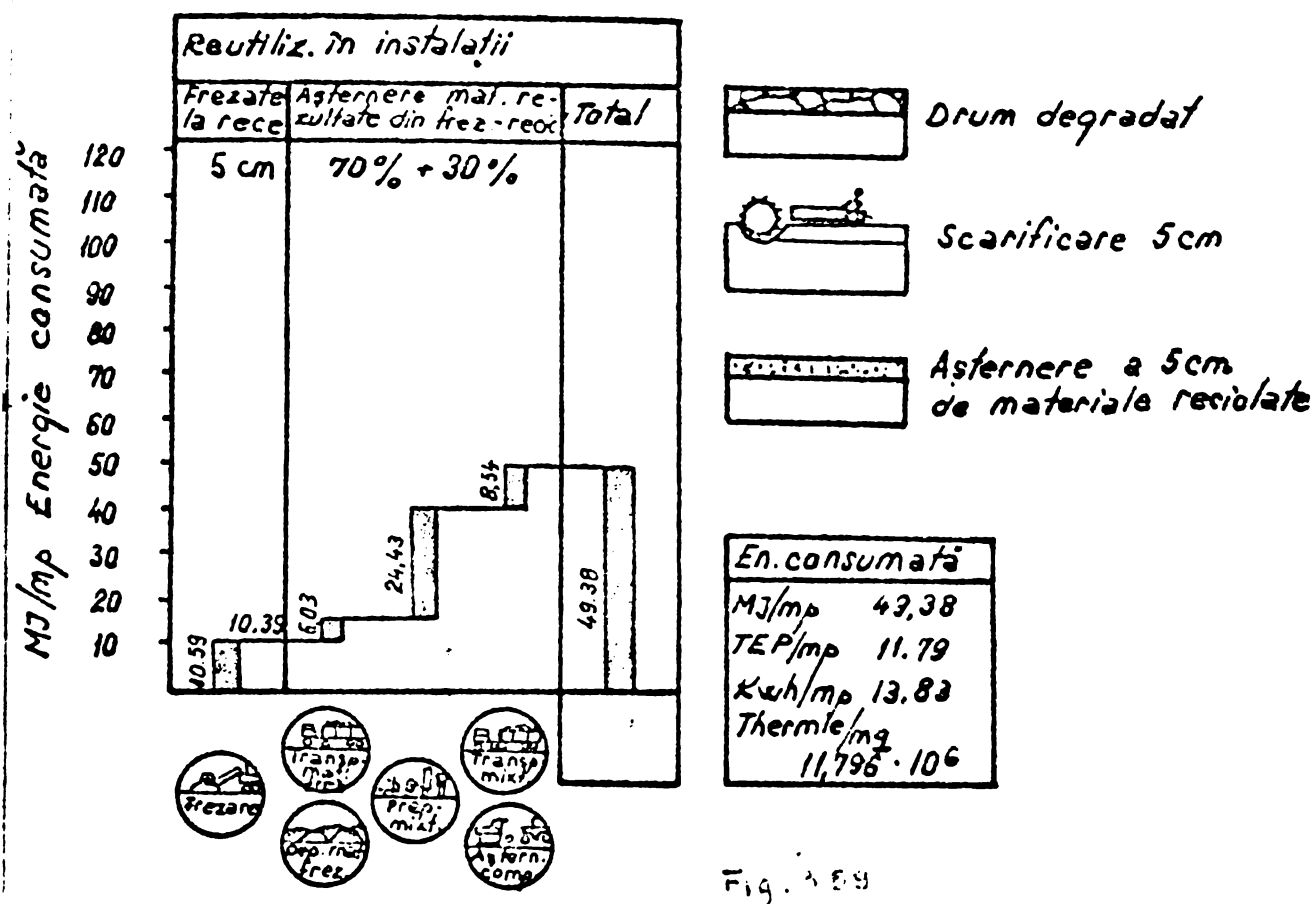


Fig. 3.59

În mod sigur în viitor tehnologiile de re folosire vor fi mai avantajoase chiar din punct de vedere economic în afara celui energetic, luând în considerare lipsa din ce în ce mai mare de agregate minerale.

### 3.8.6. Tehnologia re folosirii mixturilor asfaltice din îmbrăcămintele existente

Ținând seama de avantajele economice ce se estimează a se realiza și în țara noastră prin aplicarea unei tehnologii de re folosire a îmbrăcămintelor bituminoase vechi, un colectiv de specialiști din Direcția drumuri și poduri Craiova și Direcția drumurilor din MTT sub îndrumarea autorului, și-au propus rezolvarea acestei probleme.

Astfel, în cursul anului 1981 au început cercetări de laborator în zona Craiova pentru analizarea mixturilor asfaltice din îmbrăcămintele existente concomitent cu experimentări la instalația de mixturi asfaltice de tip ANG de la Podari.

Aceste preocupări au făcut să se stabilească un proces tehnologic original de reutilizare a mixturii asfaltice rezultate din decaparea îmbrăcămintelor bituminoase.

./.

Fazele principale ale tehnologiei de execuție sînt următoarele:

- decaparea materialului ;
- colectarea, transportul și depozitarea materialului decapat la formația de lucru ;
- concasarea mixturii asfaltice decapate, în concasor cu fălci, astfel încît să se realizeze un material cu granulozitate 0...25 mm;
- malaxarea, în instalația de mixturi asfaltice tip ANG, a mixturii asfaltice concasate, în proporție de 20%, în amestec cu agregatele naturale și adaosul de bitum tip D 80/120, conform dozajelor stabilite pe bază de studii preliminare de laborator;
- așternerea mixturii la locul de punere în operă ;

Procesul de concasare se realizează cu următoarele utilaje:

- bandă transportoare de alimentare a concasorului cu bucăți de mixtură decapată, din stocul creat la formație;
- concasor cu fălci de orice tip ;
- bandă transportoare a asfaltului concasat în depozitul de mixtură asfaltică concasată.

În fig. 3.60 și 3.61 se prezintă aspecte din timpul experimentărilor privind concasarea mixturilor asfaltice rezultate de la decaparea îmbrăcăminților bituminoase vechi.

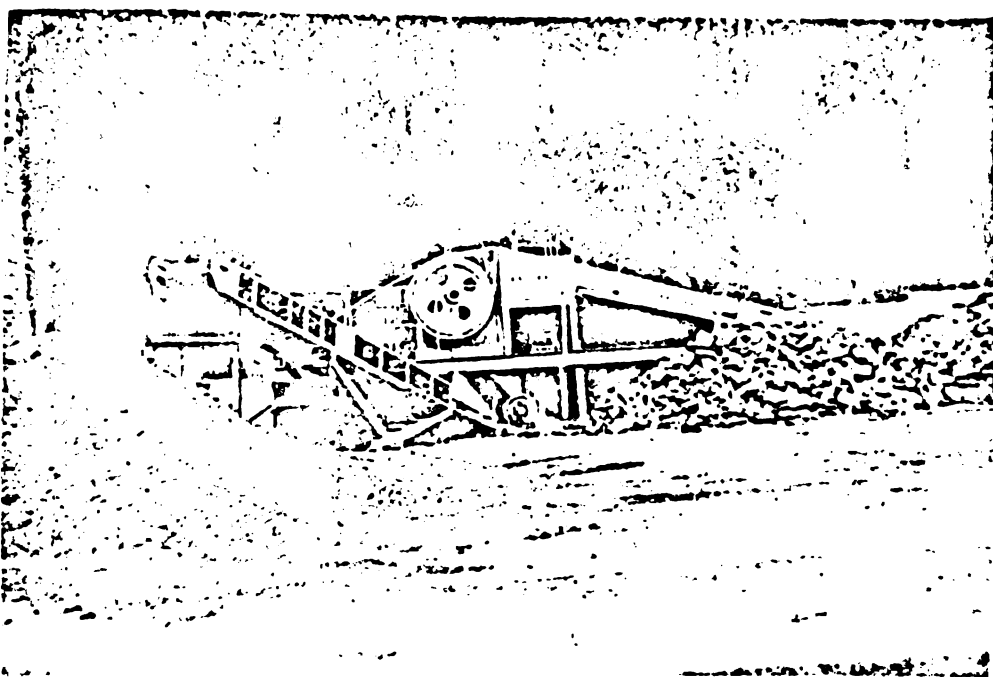


Fig. 3.60-Concasarea materialului rezultat din decaparea îmbrăcăminților bituminoase

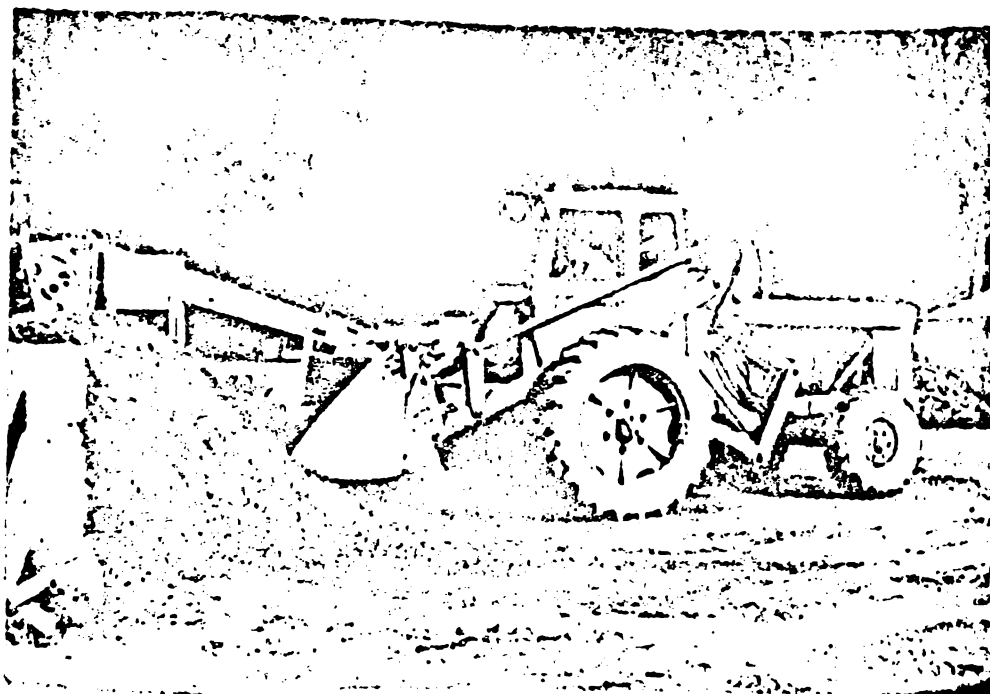


Fig.3.61 - Depozit de mixtură asfaltică concasată

În ceea ce privește prepararea de mixturi asfaltice cu adaos de mixtură concasată, ca urmare a încercărilor efectuate la instalația ANG de la Podari, împreună cu specialiști mecanici de utilaje, a rezultat necesitatea introducerii unei benzi transportoare pentru alimentarea malaxorului cu materialul concasat, cu posibilitatea de dozare gravimetrică a acestuia, precum și a unui buncăr de stocare a mixturilor concasate.

În această situație, procesul tehnologic de prepararea mixturilor asfaltice pe principiul reutilizării mixturilor asfaltice din îmbrăcămințile bituminoase existente, cuprinde următoarele faze :

- introducerea în malaxor a agregatelor naturale, încălzite în prealabil în uscător la temperatura de 185-195°C;
- introducerea în malaxor a mixturii asfaltice concasate, neîncălzită și malaxarea uscată a celor doi componenți pînă la amestec uniform;
- introducerea în malaxor, în timpul malaxării agregatelor naturale cu mixtura asfaltică concasată, a adaosului de bitum tip D/80/120 încălzit în prealabil la temperatura de 150-160°C ;
- continuarea malaxării circa 1-2 minute, pînă la obținerea unui amestec omogen amestecat.

În fig.3.62 și 3.63 se prezintă aspecte din timpul preparării mixturii asfaltice și adaptările efectuate la instalația ANG pentru realizarea procesului tehnologic descris.

./.



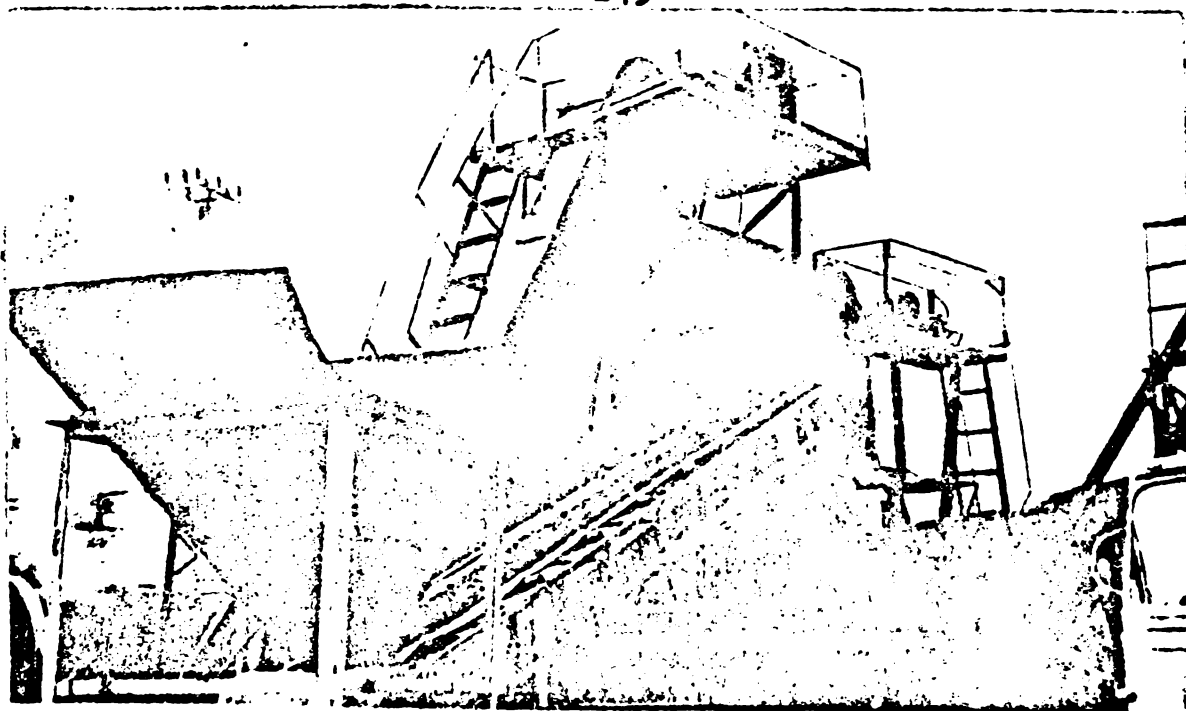


Fig.3.62 - Vedere de ansamblu a instalației ANG adaptate

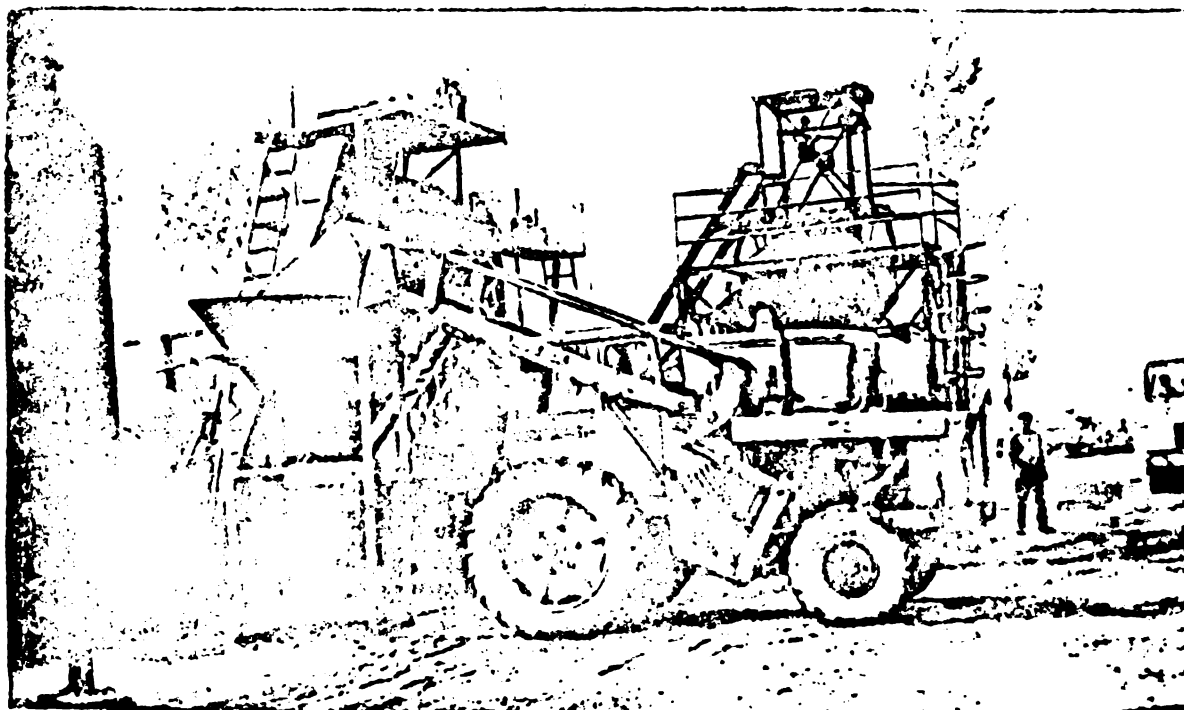


Fig.3.63 - Alimentarea buncărului cu mixtura asfaltică concasată.

Cu mixtura asfaltică astfel obținută s-au executat pe DN 56 Craiova-Calafat următoarele sectoare experimentale :

- km 7+994 - 8+112 - strat de bază;
- km 8+112 - 8+212 - strat de legătură;
- km 23+000 - 24+000 - bandă suplimentară

In fig. 3.64, 3.65 și 3.66 se prezintă aspectul suprafeței sectoarelor respective.

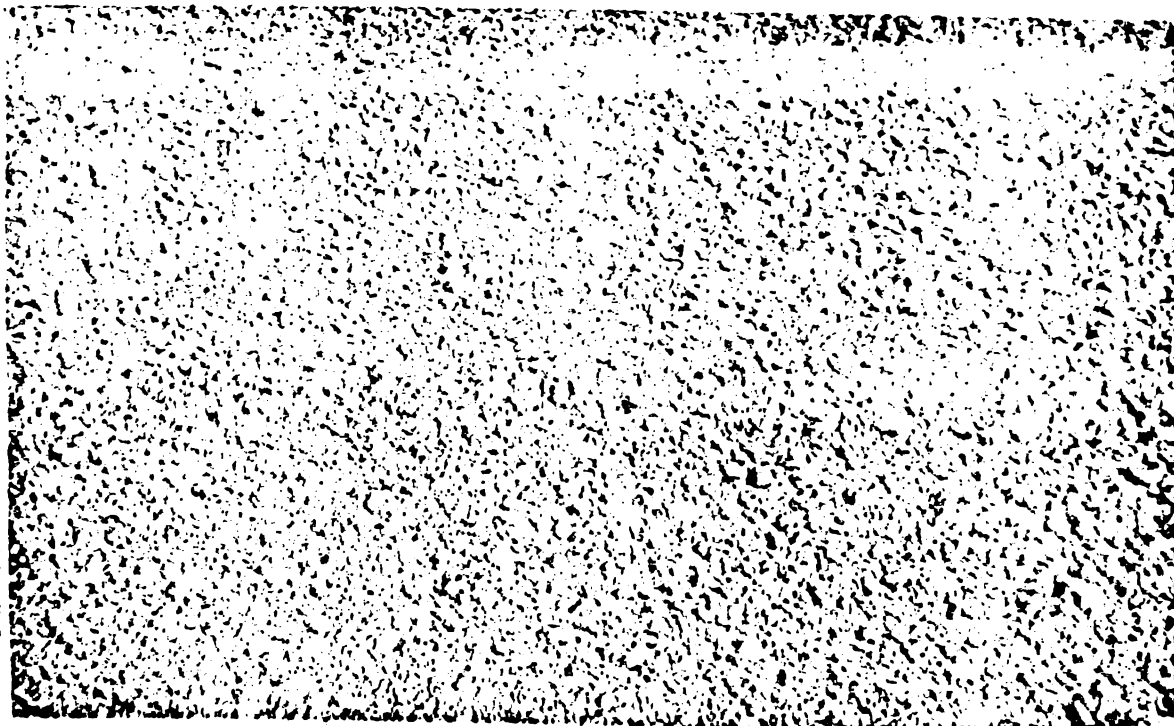


Fig.3.64 - Aspectul suprafeței stratului bituminos înainte de compactare.

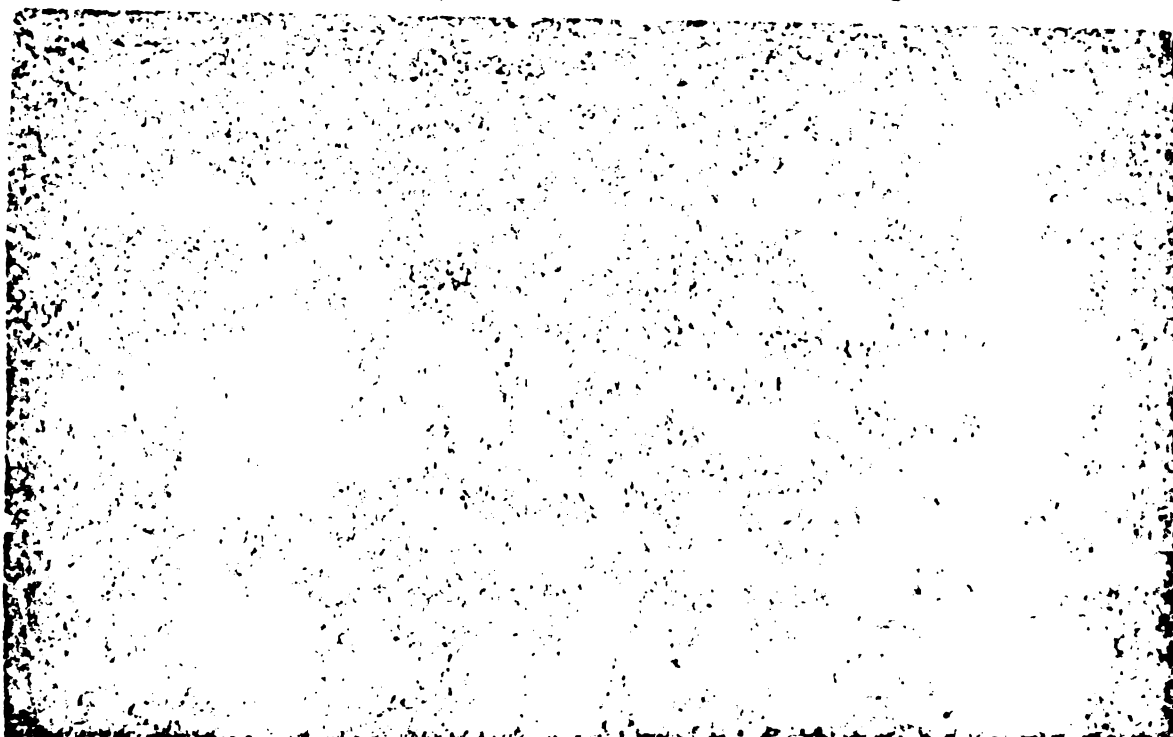


Fig.3.65 - Aspectul suprafeței stratului bituminos după compactare

In urma studiilor de laborator și experimentărilor pe teren se evidențiază următoarele concluzii:

- mixtura concasată prezintă un conținut mediu de bitum de 4,0% și granulozitate 0...25 mm, cu conținut de fracțiune sub 0,09 mm de 6,8% ;

- bitumul existent în mixtura decapată atestă caracteristici care nu reflectă o îmbătrânire avansată ;

./.



Fig.3.66 -Vedere generală a sectorului experimental executat cu mixtură refolosită.

- punct de înmuiere IB : + 60°C
- penetrație la 25°C : 55 l/10 mm
- ductilitate la 25°C : 60...100mm
- conținut în asfaltene : 30% față de min.25% prevăzut în instrucțiunile ICPTT pentru un bitum tip D 80/120 ;
  - adaosul de mixtură asfaltică decapată este de 20 - 25%; în acest caz aportul de bitum este de cca 0,8...1,0%;
  - cu mixtura asfaltică concasată se pot realiza mixturi asfaltice pentru stratul de bază și stratul de legătură cu caracteristici conform preacripițiilor tehnice în vigoare ;
  - mixturile realizate în instalația ANG, în condițiile amenajărilor efectuate la instalație, prezintă omogenitate corespunzătoare, abaterile față de dozajele prescrise înscriindu-se în cele admisibile ;
  - bitumul extras din mixtura asfaltică preparată cu adaos de mixtură concasată, atestă în general caracteristici ( punct de înmuiere, ductilitate ) conform unui bitum de penetrație 80...100 l/10 mm.

Rezultatele studiilor efectuate sînt centralizate în tabelul 3.23.

Tabelul 3.22

Nr. Ort. mixturii	Tipul	C o m p o z i ț i e %			Bitumul extras		Caract. mecanice								
		Bitum %	Frac-țiuni sub 0,09 mm	Frac-țiuni sub 3 mm	Frac-țiuni sub 16 mm	IB OC	Duct. cm	R <sub>0</sub> daN/cm <sup>2</sup>	S daN						
1.	Mixtură decapată și concasată	3,7	4,6	5,2	7,3	41,6	74,0	64,0	89,4	50	60	60	100	38	550
2.	Strat de legătură	2,9	3,9	4,0	6,3	23,0	32,3	56,7	65,7	45	49	91	100	38	550
3.	Strat de bază	3,0	4,1	4,4	6,0	23,4	31,8	67,8	69,4	47	48	90	100	-	720

Rezultatele bune obținute până în prezent ne conduc la următoarele concluzii și propuneri :

- tehnologia propusă se poate aplica cu utilaje existente ;
- tehnologia propusă, care face obiectul unei invenții, nu afectează caracteristicile bitumului existent în mixtura asfaltică decapată, respectiv nu conduce la o îmbătrânire a acestuia în procesul tehnologic ;
- tehnologia de reutilizare a mixturii asfaltice din îmbrăcămintele bituminoase existente, se poate aplica la execuția straturilor de bază și de legătură, precum și pentru mixtura destinată plombărilor ;
- în condițiile unui bitum tip D 40/50 ( în proporție de 0,8%) și adaos de bitum tip D 80/120 ( de oca 2,6...2,8%) bitumul din mixtura realizată atestă caracteristici corespunzătoare.
- procesul tehnologic asigură un material omogen anrobat;

Considerăm că perfecționarea în continuare a tehnologiei va surveni ca urmare unei activități mai largi în această problemă.

De asemeni extinderea tehnologiei la unitățile de drumuri va conduce la o compensare a lipsei de bitum în sectorul rutier.

### 3.8.7. Utilizarea mixturilor de refolosit

Dacă s-ar arata că mixturile noi și cele refolosite au caracteristici analoage răspunsul privind domeniul de folosire ar fi simplu. În situația cunoștințelor de azi, problema este însă mai complexă.

./.

Cînd bitumul mixturii vechi a suferit o înmătrînire puternică este mai prudent să utilizeze mixturile refolosite în stratul de legătură, atunci cînd bitumul este mai puțin înmătrînit, s-ar putea utiliza mixturile refolosite în stratul de rulare sub rezerva unei bune stăpîniri a penetrației și susceptibilității termice a bitumului refolosit.

**Indicele de recielare permite să se introducă două tehnici:**

- clasice, plecînd de la diverse mixturi recuperate și avînd ca destinație lucrări pentru trafic ușor sau mediu;
- refolosirea cu indice mare ( 60...68% ) , plecînd de la cantități mari de mixturi recuperate din același loc, deci destul de omogene în compoziție, mixtura refolosită poate fi utilizată și în stratul de legătură în cazul traficului mare sau în stratul de rulare la trafic slab.

### 3.8.8. Perspective și concluzii

Refolosirea mixturilor asfaltice constituie una din inovațiile cele mai marcante care au apărut în ultimii ani în domeniul drumurilor. Am arătat că prezintă avantaje pe plan energetic, deci se aduce o contribuție modestă dar sensibilă, la efortul general pentru economisire de energie.

Tehnica refolosirii pe loc, ridică ca problemă foarte importantă încălzirea straturilor de regenerat. Bariera pe care o constituie slaba conductibilitate termică a agregatului și bitumului, transmisia căldurii în masă, va limita încă în viitor regenerarea la primii 5-6 cm.

Tehnica regenerării în instalații permite de a produce mixturi care se situează în aceeași gamă de calitate cu mixturile tradiționale. Alterarea bitumului după fabricație este limitată; tendința de formare a făgăselor la mixturile refolosite este menținută în limite admisibile; rezistența mecanică este foarte bună. Bilanțul termic este pînă în prezent pozitiv și peste așteptările specialiștilor.

Modul de refolosire depinde de utilajul disponibil (stație clasică uscător-malaxor), de calitatea rezervelor de mixturi și de destinația prevăzută. Colectarea mixturilor din decapare trebuie să fie încurajată și organizată. Ea va oferi un domeniu de folosire important pentru aplicarea acestei tehnologii.

Refolosirea materialelor vechi va juca un rol important în tehnica rutieră a viitorului. De aceea ne-am propus ca primul obiectiv să fie rezolvarea la nivelul laboratorului a problemelor detectate și adunarea rezultatelor experiențelor practice. În această perspectivă trebuie să enumerăm descrierea și clasificarea diferitelor aprobate îmbătrânite, dezvoltarea de noi procedee și metode, stabilirea noilor metode de încercare pentru a determina nivelurile de calitate. În afară de aceasta, pentru rezolvarea problemelor ne propunem urmărirea prin observare a sectoarelor și tronsoanelor experimentale pentru a stabili comportarea sub trafic a straturilor rutiere constituite parțial sau total din mixturi recuperate.

Putem conchide că viitorul refolosirii mixturilor este o speranță și că dezvoltarea sa nu va fi asigurată în stadiu industrial decât prin efortul de imaginație și creativitate al inginerilor de drumuri.

### 3.9. EFICIENȚA ENERGETICĂ CE SE OBTINE PRIN FOLOSIREA MATERIALELOR ȘI TEHNOLOGIILOR PREZENTATE.

Pentru stabilirea consumurilor energetice comparative ale diverselor sisteme rutiere s-au avut în vedere o serie de ipoteze pe care le menționăm mai jos :

Calcularea eficienței comparativ cu sistemele rutiere tipizate pe clase de trafic din proiectul tip DS 80/B.

În cazul utilizării nisipului ca înlocuitor al bitumului rutier s-au avut în vedere următoarele :

- bitumul este un material combustibil, la calculul energetic ținându-se seama și de energia degajată prin arderea lui (1750 kgoc/tonă ) ;

- energia înglobată în nisipul bituminos cuprinde extragerea acestuia, transportul pe CFR la distanța medie de 300 km și auto la 50 km, inclusiv o trecere prin triaj ;

- reducerea consumului de combustibil lichid cu 467 kgoc/oră funcționare prin folosirea instalațiilor de preparat mixturi asfaltice în flux continuu.

În cazul utilizării gudronului ca înlocuitor al bitumului de drumuri s-au avut în vedere următoarele :

- gudronul înlocuiește numai bitumul din stratul de bază și de legătură ;

- gudronul se încălzește pînă la temperatura de 110°C (fața de 160°C la bitum ) ;

- randamentul instalației de topire a gudronului de 30%;
- energia cheltuită pentru prepararea gudronului, de cca 200 kgcc/tonă;
- capacitatea calorică a bitumului (Cb) la fel cu cea a gudronului ( Cg) și egală cu 0,4 Kcal/kg°C;
- puterea calorică inferioară a motorinei (MI)= 1000Kcal/kg.

In cazul utilizării tufului vulcanic ca înlocuitor al cimentului la stabilizarea balastului înfundăția drumului s-au avut în vedere următoarele :

- energia înglobată în tona de tuf vulcanic loco carieră este de 40 Kwh ceea ce revine la 14,24 Kgcc;
- transportul tufului vulcanic pe CFR la 300 km și 50 km auto inclusiv o trecere prin triaj;
- se utilizează ca activant varul hidratat în pulbere.

Pentru tratare chimică a pământurilor din fundația drumurilor s-au avut în vedere următoarele:

- s-au considerat pământurile din argile grase cu un conținut de peste 70% fracțiuni fine ce conduce la un consum soluție 3% R<sub>2</sub> de 10 l/m<sup>2</sup>;
- grosimea stratului de pământ tratat chimic de 25-30 cm peste care se așterne un strat de criblură și apoi se execută un tratament dublu executat la cald cu bitum D 80/120 pentru traficul foarte ușor ;
- pentru traficul ușor se daugă 15 cm grosime de balast stabilizat cu ciment 6% sau 3% var și 25% zgură granulată.

Pentru refolosirea mixturilor asfaltice recuperate calculul eficienței energetice s-a făcut pe baza experimentărilor efectuate în cadrul DDP Craiova și anume:

- utilizarea unui adaos cu pînă la 30% mixtură asfaltică recuperată concasată avînd un conținut de cca 4,5% bitum și 70% materiale de aport din agregate naturale cu completare de bitum;
- pentru lucrările de reparații îmbrăcămîți bituminoase existente ;

Toate rezultatele calculelor efectuate în ipotezele menționate mai sus sînt prezentate în anexa 3.10.

Din această analiză rezultă următoarele :

- soluțiile cele mai eficiente din punct de vedere energetic atît la sisteme rutiere noi cît și la ranforsarea complexelor rutiere nerigide existente sînt cele cu beton de ciment și cu uti-

lizarea nisipului bituminos. Consumurile energetice pentru aceste soluții comparativ cu sistemele rutiere tipizate reprezintă între 35% respectiv 38% pentru ranforsări complexe rutiere existente și 50% respectiv 58% pentru sisteme rutiere noi ;

- sistemul cu utilizarea gudronului ca înlocuitor al bitumului pentru mixtura asfaltică reprezintă de asemenea o soluție foarte eficientă, consumul energetic comparativ cu sistemele rutiere tipizate reprezentând între 54% și 66% la sisteme rutiere noi și oca 50% la lucrări de ranforsări complexe rutiere existente;

- în ce privește utilizarea tufului vulcanic ca înlocuitor al cimentului la stabilizări de materiale pietroase în fundația drumurilor, deși din punct de vedere energetic prezintă o scădere de numai 4% față de structurile tipizate, ele se recomandă datorită economiei de ciment pe care o realizează (160 t/km). Menționăm de asemenea că acest consum energetic mai poate fi redus cu oca 1-2% prin înlocuirea varului hidrat pentru activare, cu reziduri industriale cum ar fi cel de la fabricarea carbidului utilizat cu rezultate bune pe DJ 137 A Tăureni-Ulieș jud. Harghita ;

- pentru sistemele rutiere noi la drumurile cu trafic foarte ușor, în zonele calde și cu precipitații reduse, rezultă ca eficiență tehnologia de tratare chimică a pământului din fundația drumului cu produsul "R" pentru care consumul energetic reprezintă numai 40% din cel tipizat;

- privind întreținerea îmbrăcăminților bituminoase existente, rezultă mai eficientă tehnologia prin metoda la rece cu utilizarea emulsiei bituminoase care în afară de reducerea consumului energetic cu oca. 4% față de cea la cald, prezintă și alte avantaje (răspîndirea la temperatura ambiantă, asigură o răspîndire mai uniformă, permit și utilizarea agregatelor umede, buna adhezivitate și la agregate provenite din roci acide etc);

- refolosirea mixturilor asfaltice este eficientă chiar în cazul folosirii instalațiilor existente prin care se poate utiliza un dozaj de pînă la 30% material recuperat; se realizează astfel economii de bitum de pînă la 10 t/1000 t mixtură. Aceste economii energetice apreciem că pot crește prin modificarea uscătorului și introducerea tehnologiei în flux continuu, care va permite sporirea pînă la 70% a materialului recuperat și înlocuirea bitumului rutier cu nisip bituminos. Experimentările ce se vor face în continuare în acest sens apreciem că vor confirma cele menționate.

./.



### 3.10 CONCLUZII

Lucrările de cercetare efectuate în cadrul acestei teze și experimentate în principal pe DN 5 București-GIURGIU, conduc la următoarele concluzii:

1. Noile soluții adoptate ca urmare a lipsei lianților hidrocarbonați au avut ca scop folosirea pe scară largă a materialelor locale și a subproduselor industriale ( zgură granulată, cenușă de termocentrală, gudron reconstituit) și adoptarea de structuri rutiere cu un consum de materiale ( ciment, bitum ) și de energie mai redus.

2. La alcătuirea structurilor rutiere pentru modernizări și drumuri noi, prezentate în anexa 3.10, s-au avut în vedere următoarele:

- utilizarea cimentului de marcă superioară în scopul reducerii grosimii dalei și deci a consumurilor de materiale ;
- înlocuirea parțială a cimentului cu subproduse industriale de tip granulat și cenuși de termocentrală la îmbrăcăminți de beton de ciment;
- înlocuirea straturilor de bază din mixturi asfaltice cu straturi stabilizate cu lianți hidraulici ;
- utilizarea la stabilizarea agregatelor naturale locale a unor substanțe industriale de tipul zgurei granulate de furnal înalt, a cenușei de termocentrală și a tufurilor vulcanice măcinate;
- înlocuirea bitumului la îmbrăcămințile bituminoase cu gudron sau cu nisip bituminos ;

3. Volumul efectiv de trafic la care au fost solicitate pînă în prezent structurile rutiere experimentale de pe DN 5 km 23...25 este de 1,39 mil.vehicule fizice, din care cca 29% vehicule grele (sarcină utilă peste 5 tone).Față de volumul de trafic sectoarele cu îmbrăcămințe bituminoasă și pînă la 20% pentru îmbrăcămințile din beton de ciment.

4. Comportarea în exploatare a structurilor rutiere realizate evidențiază următoarele aspecte:

- structurile rigide cu îmbrăcăminți din beton de ciment, de 20 cm grosime executate pe straturi din materiale locale stabilizate cu zgură granulată ( tronson 1 și 4 ) sau cu cenușă de termocentrală (tronson 5 ) s-au comportat bine, pînă în prezent sub acțiunea traficului ;
- structurile rigide, cu îmbrăcăminți din beton de ciment de 15 cm grosime prezintă unele defecțiuni menționate în

centrală ( tronson 5) s-au comportat bine, pînă în prezent, sub acțiunea traficului; ..

- structurile rigide, cu îmbrăcămînți din beton de ciment de 15 cm grosime prezintă unele defecțiuni menționate în anexa 3.11;

- betoanele de rezistență, la care o parte din ciment a fost înlocuit cu zgură granulată ( tronson 4) sau cu cenușă de termocentrală ( tronson 5 ), prezintă aceleași caracteristici mecanice ca și betoanele de rezistență fără adaos ( tronsonul 1 etalon) (anexa 3.12) ;

- structurile rutiere cu îmbrăcăminte bituminoasă, atît pe tronsonul 6 ( etalon) cît și pe celelalte tronsoane (7,8 și9) au suportat solicitările traficului realizat pînă în prezent fără să se degradeze, cu mențiunea că structura rutieră ce are în alcătuire un strat de piatră spart ( tronson 8) evidențiază o rigiditate mai redusă, care va conduce la o degradare mai rapidă în timp (anexa 3.13);

5. Consumurile de materiale energo-intensive, respectiv ciment și bitum sînt mai mici pentru tronsoanele experimentale, față de tronsoanele etalon și anume :

- cu 21...130,5 tone ciment/km pentru îmbrăcămînți din beton de ciment;

- cu 39...72,6 tone bitum /km, pentru îmbrăcămînți bituminoase.

6. Consumurile de energie la structurile cu îmbrăcămînți din beton de ciment sînt mai mici ( tronsoanele 2 și 4 ) sau cel mult egale ( tronsoanele 3 și 5) față de tronsonul etalon ( tronson 1).

La structurile rutiere cu îmbrăcămînți bituminoase, consumurile energetice sînt mai mici ( tronsoanele 7,8,9) sau cel mult egale (tronsonul 10), față de cel etalon ( tronsonul 6).

7. Costurile noilor structuri rutiere sînt sub valoarea structurilor etalon cu excepția structurii 3 cu strat de bază din piatră spartă și macadam cimentat cu mortar de zgură granulată, în cazul structurilor cu îmbrăcăminte din beton de ciment și a tronsonului 10 cu strat de bază din balast stabilizat cu tuf vulcanic, în cazul structurilor cu îmbrăcăminte bituminoasă.

Tinînd seama de concluziile prezentate mai sus, se fac următoarele propuneri :

- folosirea cimenturilor de mărci superioare pentru a se obține betoane de ciment cu rezistențe mecanice mari, care permit reducerea grosimii dalelor în medie cu 10%, ceea ce conduce la reducerea cantităților de ciment și agregate naturale și în consecință la economie de energie;

- înlocuirea parțială a cimentului la betoanele din stratul de rezistență cu zgură granulată, ceea ce conduce la economie de ciment de 20 tone/km de drum de 7,00 m lățime, sau cu cenușă de termocentrală, ceea ce conduce la o economie de ciment de 30 tone/km de drum ;

- folosirea dalelor de grosimi reduse ( 16 cm ) la drumurile cu trafic ușor;

- folosirea de straturi de fundație din materiale locale stabilizate cu zgură granulată sau cenușă de termocentrală cu grosimi între 15-25 cm , sub dalele de beton de ciment;

- eliminarea stratului de separație de nisip sau mortar asfaltic dintre dale de beton și stratul stabilizat, nefiind necesar;

- înlocuirea stratului de bază din mixturi cu strat de bază din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici pentru drumurile cu trafic mediu și greu ;

- înlocuirea cimentului folosit la stabilizarea straturilor de bază și de fundație, cu zgură granulată, cenușă de termocentrală sau tuf vulcanic măcinat;

- producerea gudronului rutier, dintr-un amestec de gudron cu ulei antracenic sau smoală de gudron sau gudron brut, cu caracteristici constante, și folosirea lui la execuția straturilor rutiere de bază și de legătură ;

- aplicarea tehnologiei de stabilizare chimică cu produsul R<sub>2</sub> a pământurilor argiloase pe drumurile locale cu trafic redus, drumuri agricole, platforme industriale;

- aplicarea tehnologiei de reutilizarea mixturilor asfaltice din îmbrăcămințile bituminoase existente, la execuția de straturi rutiere de bază sau de legătură.

#### Cap. 4. MODALITATEA DE VALORIFICARE A TEHNOLOGIILOR ENERGO-NEINTENSIVE PROPUSE IN SECTORUL DRUMURILOR PUBLICE

Cu toate realizările obținute pînă în prezent și cu toate

eforturile materiale și bănești ce se fac pentru îmbunătățirea stării tehnice a rețelei de drumuri publice, nu se poate spune că sînt asigurate condițiile de transport la nivelul cerințelor, al exigențelor, mereu în creștere ale utilizatorilor.

Cauzele sînt multiple și au fost arătate în capitolul I al lucrării. Aș adăuga doar încă una, adoptarea în perioada 1963-1978 a unor sisteme rutiere ușoare pentru asfaltarea unei părți însemnate a rețelei rutiere pietruite care presupune intervenții ulterioare fie de completarea sistemului rutier, fie ranforsare. Lipsa mijloacelor materiale a făcut ca aceste lucrări ulterioare să nu mai poată fi executate și deci rețeaua să aibă pe o mare parte din lungime durata de exploatare expirată ( 2, 4, 15 ).

#### Cap.4.1. STUDIUL POSIBILITATILOR DE INTRODUCERE A TEHNOLOGIILOR PROPUSE.

Avînd în vedere cauzele care au condus la starea actuală a rețelei de drumuri oit și criza economică și energetică care a afectat și țara noastră, programul inițial conceput pentru perioada pînă în 1990 care cuprindea dezvoltarea și întreținerea rețelei de drumuri publice, a fost adaptat condițiilor noi, reale cu care se confruntă economia . La baza acestui program s-au inserat și studiile efectuate și prezentate în lucrare, ceea ce conferă programului un aprofundat caracter de aplicabilitate.

Programul pune accentul pe menținerea în circulație a drumurilor existente, pe îmbunătățirea stării de viabilitate a acestora pentru a nu mai risipi suplimentar energia înglobată în combustibili ce se consumă.

Lucrările noi se restrîng la un minim necesar, rămînînd în execuție cele impuse de construcțiile hidroenergetice, dezvoltarea bazei de materii prime. Va continua și construcția primului tronson al autostrăzii transeuropene Nord-Sud de pe teritoriul țării noastre ( Petești-Cernavodă ).

Arătînd că pentru lucrările noi se vor aplica sisteme rutiere rigide, ca fiind cele mai avantajoase din punct de vedere energetic, la care se vor valorifica rezultatele sectoarelor experimentale, în continuare ne vom ocupa de programul pentru menținerea în stare acceptabilă a rețelei existente.

În tabelul 4.1. este prezentat programul reactualizat pentru drumurile publice.

./.

## SARCINI FIZICE PE ANII (km)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
<b>A. DRUMURI NATIONALE</b>										
1. Imbrăcăminți rutiere ușoare	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Ranforsări îmbrăcăminți existente	567	265	80	330	525	625	750	885	1070	1270
3. Tratamente bituminoase	1435	1600	1650	1650	1665	2000	2050	2100	2150	2200
<b>B. DRUMURI LOCALE</b>										
1. Imbrăcăminți rutiere ușoare	616	415	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Ranforsări îmbrăcăminți bituminoase existente	594	201	215	305	450	580	725	880	1085	1300
3. Tratamente bituminoase	1720	1850	2010	2145	2275	2400	2600	3000	3300	3700

Cum realizarea programului de dezvoltare, întreținere și ranforsare a rețelei de drumuri publice prezentat mai sus comportă în afara mijloacelor financiare necesare și importante cantități de materiale, în cadrul cărora un volum mare îl reprezintă cele energo-intensive ( bitumul, combustibilul etc ), în cele ce urmează se propune ca pentru reducerea necesarului acestora să se aplice începând din anul 1983, etapizat, tehnologiile netradiționale prezentate în capitolul 3.

Referindu-ne la ranforsarea rețelei de drumuri publice existente, începând cu 1983 în teză se justifică soluții cu beton ciment, cu utilizarea nisipului bituminos iar în zonele apropiate combinatelor siderurgice, soluții cu gudron ca înlocuitor de bitum. Calculele efectuate atestă necesitatea aplicării pe scară largă a tratamentelor bituminoase la rece. Se propune ca și în viitor să se orienteze activitatea de întreținere pe această tehnologie.

În anexele 4.1 și 4.2 se prezintă detaliat acest program propus pentru aplicare etapizată pe cele 2 categorii de drumuri publice, naționale și locale, cu consumurile energetice antecalulate.

După cum reiese din anexe, începînd din 1983, ca nou-tate în sectorul întreținerii, s-a propus ranforsarea complexelor rutiere cu beton de ciment. Astfel în 1983 s-au programat 120 km, în 1985 sînt de executat 600 km, din care 350 km la drumurile naționale, iar în 1990 se ajunge la 1500 km pe total rețea de drumuri publice. Este practic o restructurare a activității de ranforsare a rețelei în favoarea betonului de ciment impusă de lipsa bitumului rutier. Acesta din urmă rămîne în folosință numai pentru reparațiile curente.

Executarea unor asemenea cantități de beton de ciment presupune bineînțeles o dotare corespunzătoare și asigurarea materialelor necesare. În prezent utilajele necesare (stație de betoane vibrofinisoare, repartizator de beton, mașină de tăiat rosturi) se produc în țară și se pot procura. Ritmul de creștere anual s-a propus ținînd seama de posibilitățile de asigurare a bazei materiale.

În propunerile de program s-a reconsiderat nisipul bituminos și s-a propus ca din 1984 să se folosească, din nou, la drumurile naționale pentru 100 km, aceasta în corelare cu creșterea producției acestui material. În 1985 se propune spre execuție 250 km ranforsări cu nisip bituminos, iar în anul 1990 o lungime de 800 km.

Ranforsările care utilizează gudroane preparate se propun pe lungimi mai mici, avînd în vedere posibilitatea limitată de producere și raza de influență economică pentru combinatele siderurgice producătoare.

Cu excepția betoanelor de ciment, pentru celelalte tipuri de ranforsări se pot folosi utilajele existente așa cum sînt sau cu mici modificări.

Tratamentele bituminoase utilizînd emulsie cationică se propun în lungimi mari, avînd în vedere dotările suplimentare cu utilaje pentru producerea emulsiei și efectul pozitiv pe care-l au în menținerea unei stări corespunzătoare a suprafeței de rulare.

Economiile energetice realizate față de sistemele tipizate utilizate în prezent sînt destul de însemnate și justifică alegerea făcută.

Comparativul consumurilor energetice în aplicarea tehnologiilor tradiționale și netradiționale prezentate în capitolul 3 este redat sugestiv în fig. 4.1 și 4.2 pe baza anexelor 4.3 și 4.4.

./.

Variația consumurilor energetice în funcție de aplicarea tehnologiilor tradiționale actuale și netradiționale prezentate în capitolul 3 este redată sugestiv în fig 4.1 și 4.2 pe baza anexelor 4.3 și 4.4.

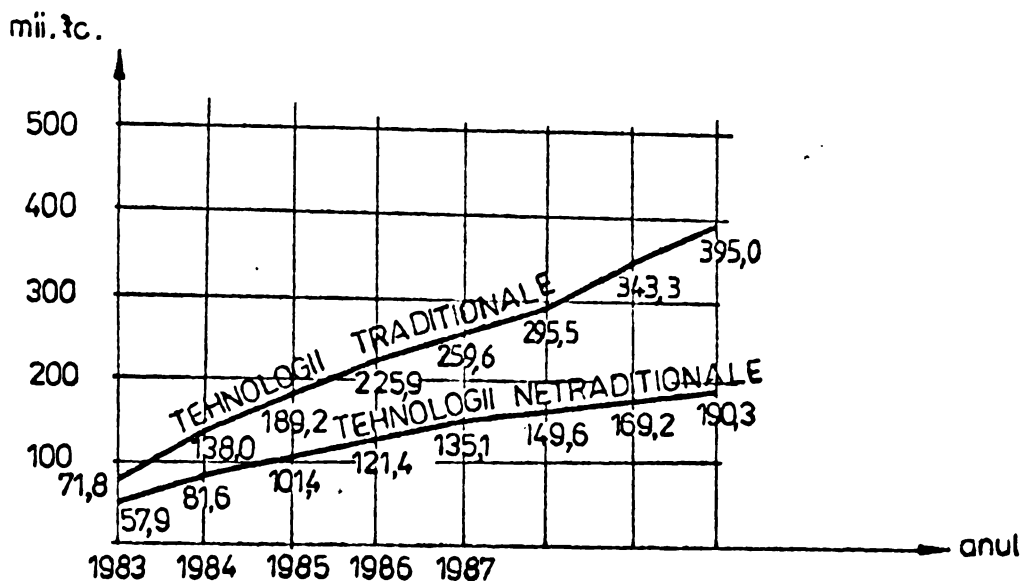


Fig.4.1.

Variația consumurilor energetice în funcție de tehnologiile aplicate pentru realizarea programului de întreținere și ramforsare a drumurilor naționale asfaltate.

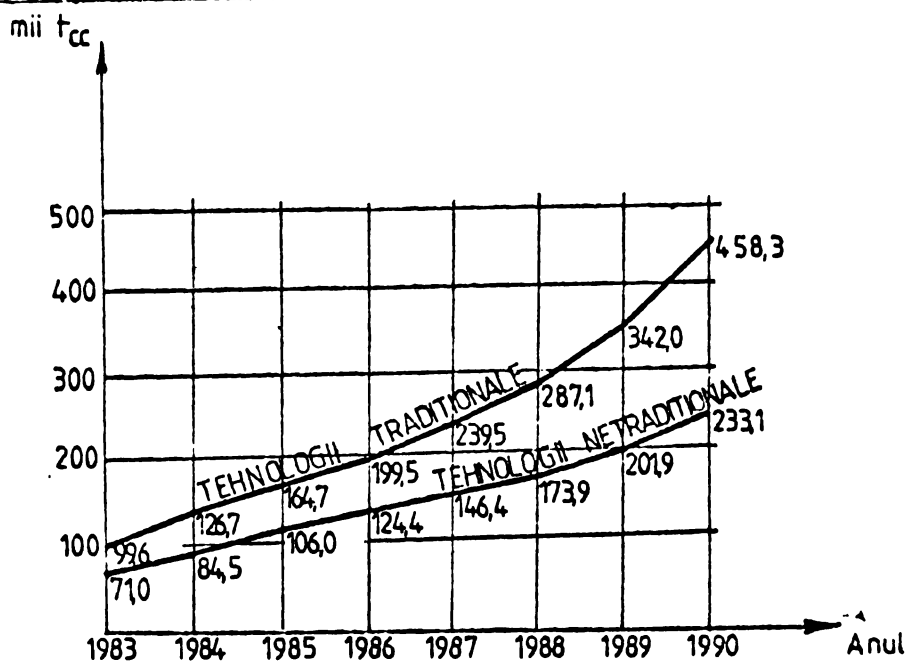


Fig. 4.2

Variația consumurilor energetice, în funcție de tehnologia aplicată, pentru realizarea programului de întreținere și ramforsare a drumurilor locale asfaltate.

Rezultă că pe total rețea drumuri publice, aplicarea etapizată începând cu anul 1983 a tehnologiilor netradiționale, numai la întreținerea îmbrăcăminților existente, conduce la economii energetice evaluate până în 1990 la peste 1600 mii tcc din care 910 mii tcc la drumurile naționale. Aceste economii energeti-

./.

ce provin numai din schimbarea tehnologiilor. Îmbunătățirea stării tehnice a rețelei aduce economii energetice ( reducerea consumurilor suplimentare ) utilizatorilor, care întregesc tabloul general economic.

La aceste importante economii de energie se poate adăuga, cu siguranță că este corect, aportul bitumului și agregatelor recuperate din mixturile asfaltice.

Anual, după ce tehnologia va fi generalizată, se vor putea recupera cca 230000 tone mixtură , integral refolosibilă, din care numai bitum cca 10000 tone. Cu această mixtură asfaltică se va putea veni în ajutorul ranforsărilor, executându-se în plus un număr important de km.

Valabilitatea propunerilor de program făcute pe baza tehnologiilor netradiționale a fost confirmată prin aprobarea de către autoritățile competente a acestui program de lucru până în 1990.

#### 4.2. CALCULUL RESURSELOR NECESARE APLICĂRII PROGRAMULUI DE VALORIFICARE A TEHNOLOGIILOR PROPUSE.

Conform anexei 4.5. prezentăm în sinteză necesarul de resurse pentru aplicarea programului :

- asigurarea cantităților de ciment special P 45 sau P 40 apreciate la 476 mii tone pentru perioada 1983-1985 și 2526 mii tone pentru perioada 1986-1990;
- creșterea producției de gudroane preparate de la cca 5 mii tone în 1982 la 20 mii tone în 1985 și în cantități sporite în următorii ani;
- mărirea producției de cribluri de la cca 1200 mii tone în 1983 la cca 2400 mii tone în 1985, respectiv 4700 mii tone în 1990;
- ridicarea producției de emulsie bituminoasă de la cca 18 mii tone în 1982 la cca 40 mii tone în 1985 și 60 mii tone în 1990;
- extinderea producției de tuf vulcanic la cca 5 mii tone în 1983 care apoi să crească la 19 mii tone în 1985 și cu 50 mii tone în 1990;
- asigurarea unei repartiții anuale de minimum 120 mii tone bitum pentru asigurarea producției de emulsie bituminoasă, aplicarea tehnologiilor cu nisip bituminos și executarea de covoare asfaltice de grosime redusă;

./.



- creșterea producției de nisip bituminos de la circa 80 mii tone în anul 1982, la oca 250 mii tone în anul 1985 și la peste 650 mii tone în anul 1990;

- dezvoltarea producției de tuf vulcanic, astfel încât să fie asigurate cantitățile de oca 5 mii tone în anul 1985 și de peste 30 mii tone în 1990;

- asigurarea unei repartiții de zgură granulată de oca 80 mii tone în 1985 și de oca 120 mii tone în anul 1990;

- adaptarea instalațiilor existente de preparat mixturi asfaltice pentru re folosirea mixturilor recuperate din îmbrăcămințile existente.

#### 4.3. REZULTATELE APLICĂRII PROGRAMULUI

Așa cum rezultă din fig.4.3. și 4.4. resursele existente, cu posibilitățile de dezvoltare propuse mai sus, nu pot asigura un ritm corespunzător de îmbunătățirea stării tehnice a rețelei de drumuri publice asfaltate.

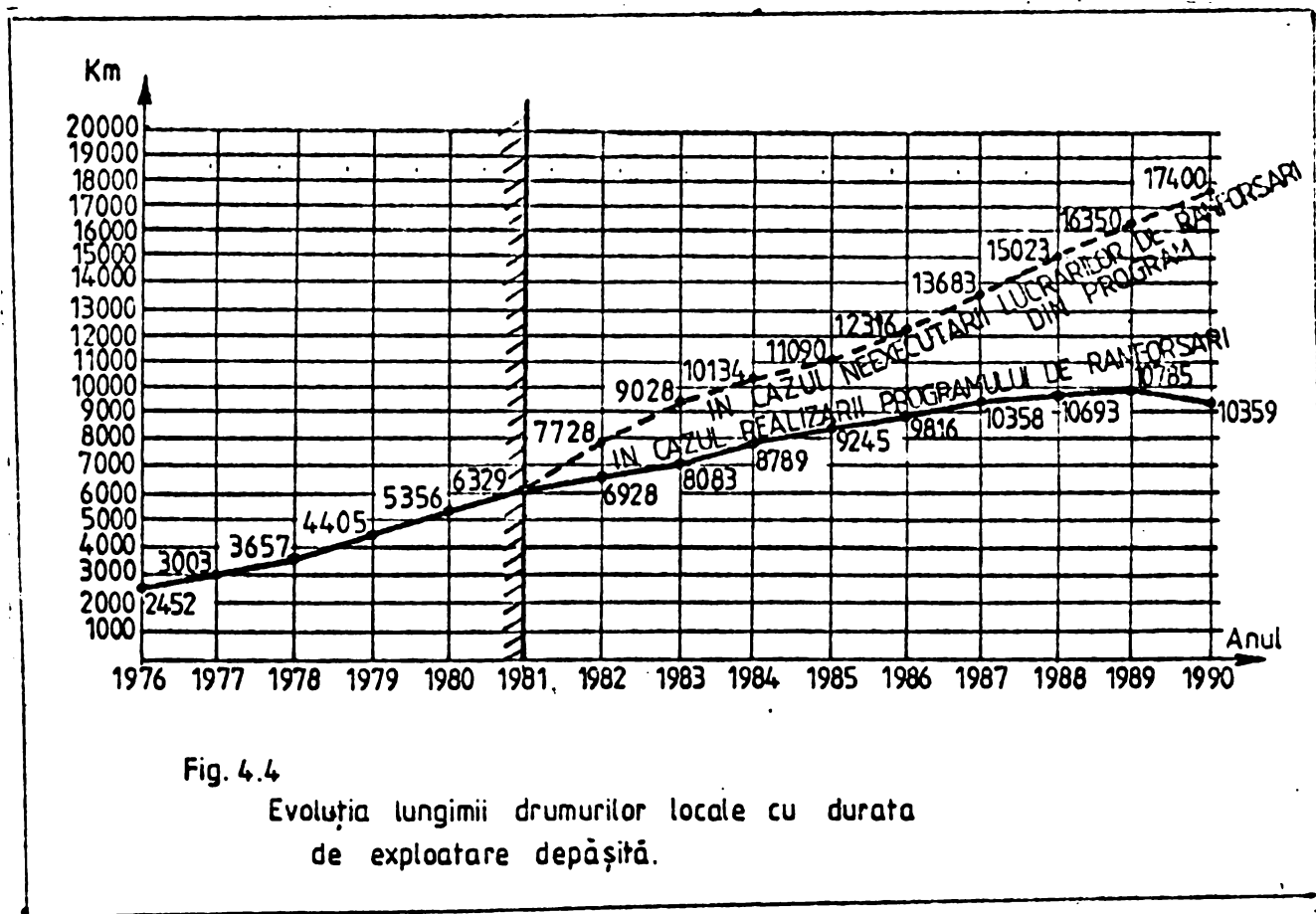
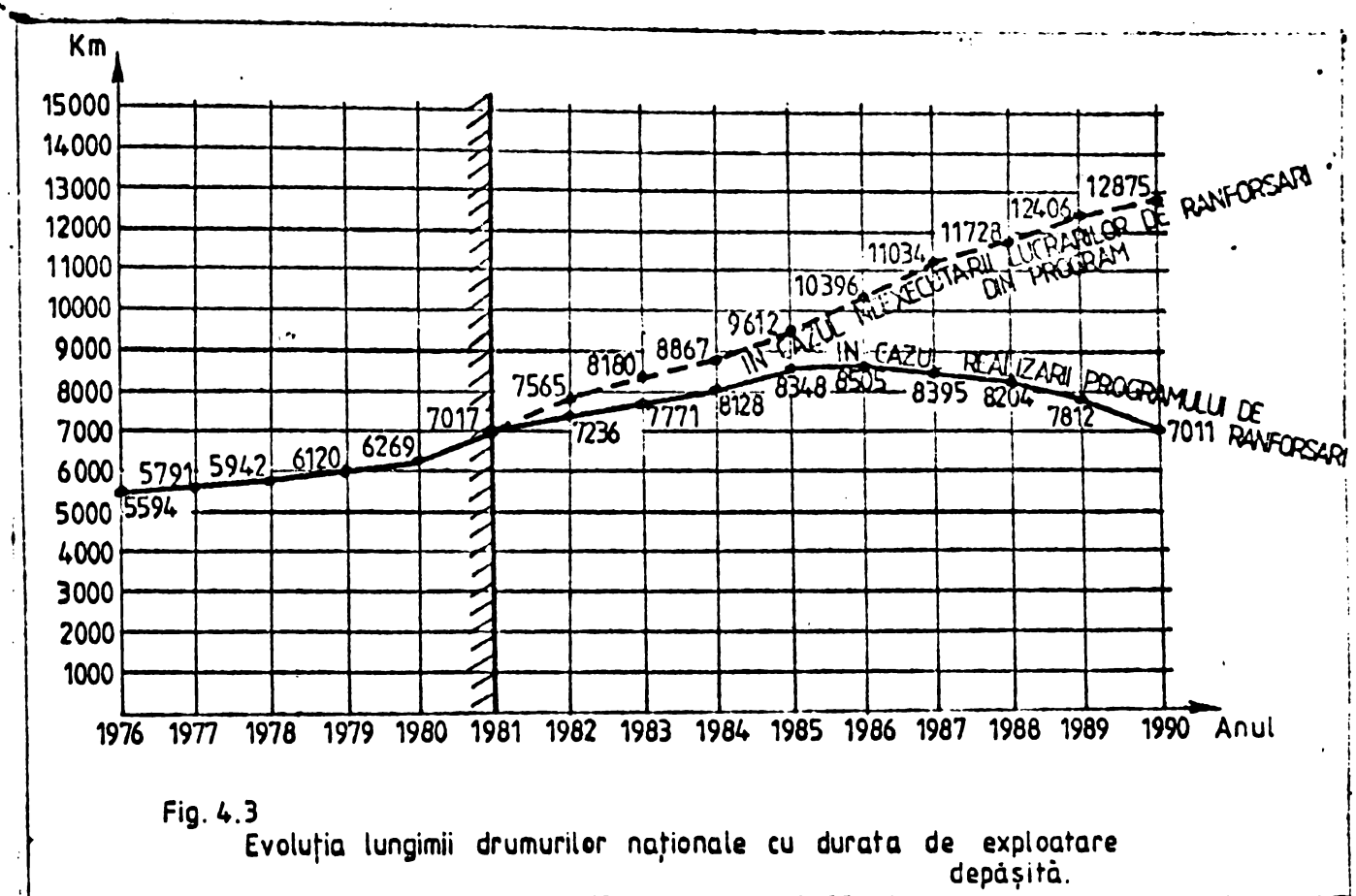
Astfel, din compararea lungimii drumurilor care au durată de exploatare expirată la nivelul fiecărui an, se vede că după însușirea și aplicarea pe scară largă a noilor tehnologii se va ajunge să se mențină situația existentă. Cum noi dorim însă o îmbunătățire, se impune ca justă și oportună menținerea și pe mai departe, poate într-o proporție mai redusă, a soluțiilor tradiționale de ranforsare a rețelei rutiere asfaltate existente.

Aplicarea programului de ranforsări va putea doar menține starea tehnică de viabilitate a drumurilor naționale în 1990 la nivelul anului 1981, cu o înrăutățire în perioada 1982-1986.

În ce privește drumurile locale, aplicarea programului de ranforsare până în 1990 va salva peste 7000 km drumuri asfaltate de la degradare, dar pe total rețea asfaltată starea tehnică a acesteia se va înrăutăți. Aceasta datorită volumului mare de îmbrăcăminți bituminoase ușoare executate în perioada anilor 1970 și la care va expira durata de exploatare în următorii ani, fără a exista deocamdată posibilități materiale de ranforsare.

#### 4.4. PROPUNERI

Pentru a putea menține în circulație rețeaua de drumuri asfaltate pe care nu se va executa ranforsări, se propune creșterea volumului de tratamente bituminoase prin tehnologia la rece, în care sens se impune dezvoltarea mai accentuată a capacității de pro-



ducție de emulsie cationică, pentru ca în 1985 cu aceasta să se poată executa minimum 4000 km, iar în 1990 circa 6000 km. In acest scop ar fi necesară creșterea punctelor de preparare a emulsiei

./.

bituminoase prin dotarea cu instalațiile respective a fiecărei direcții regionale și poate chiar a unor direcții județene, așa cum are astăzi DJDP Buzău. S-ar diminua în acest mod transportul la distanțe mari și s-ar crea condiții pentru executarea tratamentelor bituminoase în perioade optime.

De asemenea vom continua acțiunea pentru descoperirea de noi resurse și tehnologii care să folosească unele deșeurii și subproduse industriale prin care să se poată îmbunătăți programul de ranforsări prezentat mai sus.

Referitor la executarea de lucrări noi de drumuri, se propune ca în următorii ani, structurile ce se vor adopta să se bazeze pe soluțiile cu sisteme rutiere rigide în funcție de traficul la care va fi solicitat drumul respectiv.

Să se acționeze sistematic pentru recuperarea și valorificarea materialelor din decapări, în care scop din 1983 se va extinde tehnologia refolosirii mixturilor asfaltice în instalații fixe la fiecare direcție de drumuri.

## Cap.5 CONCLUZII FINALE

Lucrarea de față s-a elaborat în plină criză energetică și ca urmare directă a acesteia. Sectorul de drumuri publice din țara noastră a fost afectat încă de mai mulți ani de urmările acestei crize. Astfel, bitumul, materialul de bază în execuția lucrărilor de suprastructură atât la construcții și modernizări cât mai ales în sectorul întreținerii, s-a micșorat în fiecare an direct proporțional cu importurile de țiței pe care le-a făcut țara noastră. Dacă adăugăm la aceasta și reducerea combustibililor care au aceeași origine, vedem că lucrarea era chiar o necesitate, pentru a răspunde unor nevoi stringente ale producției.

De altfel, ea așa a fost tratată și în decurs de cinci ani pe măsura obținerii unor rezultate s-a trecut la aplicarea practică imediată.

Contribuțiile originale pe care le prezint în continuare se grupează pe probleme generale, de cercetare și tehnologie, și au un pronunțat caracter practic.

### 5.1. OPORTUNITATEA TEMEI TRATATE

În actuala situație economică, când se vorbește tot mai mult de economia de energie, s-a arătat pentru prima dată la nivelul

./.

rețelei de drumuri publice din România care este potențialul energetic al acesteia.

Făcînd analiza stării tehnice a rețelei și influența acestora asupra consumurilor autovehiculelor, s-a determinat precis pe categorii de drumuri și trafic, consumul suplimentar de carburanți care se datorează stării necorespunzătoare a drumurilor modernizate pe de o parte și drumurilor pietruite, încă nemodernizate, pe de altă parte.

Așa cum s-a prezentat în primul capitol, pentru drumurile modernizate în stare necorespunzătoare se consumă suplimentar la nivelul unui an o cantitate de 790000 tcc iar la nivelul întregii rețele de drumuri publice o cantitate de 2130000 tcc.

Aceste cifre indică clar, că atunci cînd e vorba de economie de energie să plasăm în primele locuri preocuparea pentru menținerea în stare bună de circulație a rețelei rutiere.

De aceea toate aceste calcule au fost prezentate organelor de decizie însoțite de propuneri corespunzătoare.

Găsirea unor soluții pentru suplinirea lipsurilor s-a impus cu autoritate, fiind singura cale pentru a se ieși din această situație.

## 5.2. CONTRIBUTII ORIGINALE LA REZOLVAREA PROBLEMEI CONSTRUCTIEI SI INTRETINERII DRUMURILOR PRIN TEHNOLOGII CU CONSUMURI REDUSE DE ENERGIE

### 5.2.1. Cu privire la materiale

• Studiarea mai multor materiale care am considerat că pot fi folosite la drumuri, fie în alcătuirea unor sisteme rutiere, fie ca înlocuitori ai bitumului sau cimentului sau chiar ai agregatelor naturale.

Ideia principală a fost să se utilizeze materialele locale care dau economii la transport, care uneori ocupă însemnate suprafețe productive și care se găsesc în cantități apreciabile.

Studiul a început cu inventarierea acestor materiale, deșeuri de carieră, reziduri din procese de producție. N-a fost lăsat la o parte nici un material de la care se spera ceva. S-a continuat cu analizele de laborator pentru materiale necunoscute (dimetilteftalat, cenușa de pirită, gudron), altele care fuseseră studiate anterior au fost reanalizate critic din punct de vedere al caracteristicilor necesare pentru drumuri.

./.

### 5.2.2. Cu privire la experimentări

• S-au executat primele sectoare experimentale pe scară mare, care au fost puse în circulație în octombrie 1981, unul pentru construcții noi de drumuri pe DN 5 București- Giurgiu (în variantă ) și un al doilea sector pe același drum pentru experimentarea ranforsărilor sistemelor rutiere existente.

Sectoarele experimentale au fost concepute astfel ca să se poată compara rezultatele ; pentru fiecare tip de sistem rutier - rigid sau nerigid - s-au executat tronsoane etalon, după metodele clasice. În alcătuirea sistemelor s-au folosit toate materialele netradiționale care erau disponibile la data respectivă.

S-au executat lucrări care să permită umezirea patului drumului. Au fost luate măsuri pentru măsurarea elementelor caracteristice a sistemului rutier, precum și măsurarea traficului (structură și intensitate).

Sectoarele experimentale s-au urmărit sistematic și cu toate că perioadele de îngheț-dezghet au fost foarte puține s-au tras primele concluzii.

În afara acestor sectoare experimentale pentru trafic greu și foarte greu , în prezent sînt în curs de execuție încă două sectoare pe drumuri județene din județul Buzău și județul Dîmbovița, pentru trafic ușor și mediu.

Rezultatele acestor sectoare se vor urmări în continuare în cursul anului 1983.

• Executarea în țară de sectoare experimentale cu concursul larg al direcțiilor de drumuri (naționale și județene). Astfel în perioada 1978-1981 au fost date în circulație 43 asemenea sectoare experimentale, de diferite lungimi, dar practic toate s-au constituit într-un laborator pe drum. Rezultatele obținute sînt prezentate în lucrare.

### 5.2.3. Refolosirea mixturii asfaltice din îmbrăcăminți existente

• S-au studiat mixturile asfaltice din îmbrăcămințile existente pe carote extrase din drum, apoi și pe mixtura recuperată și concasată în vederea refolosirii. Rezultatele obținute, au arătat că după un număr de ani bitumul deși îmbătrînește, își mai păstrează suficiente calități pentru a putea fi îmbunătățit în condiții-

le refolosirii mixturii. Verificările efectuate pe mixtura cu adaos de 20% mixtură recuperată și concasată atestă în general caracteristici ( punct de înmuiere, ductilitate) conform unui bitum de penetrație 80...100 zecimi mm.

S-a inițiat și realizat tehnologia de refolosire a celor 230000 tone mixtură recuperabilă anual de pe drumurile naționale, numai ca urmare a reparațiilor.

Cantitatea de mixtură ce se poate recupera poate fi sporită dacă se adaugă mixtura recuperabilă de la drumurile locale și mai ales dacă se va cere o exigență deosebită în a recupera tot ce este posibil. Dau doar câteva exemple: îmbrăcămintea tuturor variantelor de traseu ce se părăsesc ca urmare a lucrărilor hidroenergetice, acumulări de ape, ranforsări de drumuri care necesită grosimi mari, supraînălțări de trasee împotriva inundațiilor.

Tehnologia este simplă și se execută cu instalațiile și utilajele din dotare cu mici adaptări. Fazele sînt următoarele: adunarea și depozitarea materialului decapat, concasarea materialului; depozitarea, ca orice material pentru mixtură, în apropierea instalației, adăugarea cu ajutorul unui buncăr și a unei benzi transportatoare a materialului de refolosit direct în malaxor în procent de 20%, malaxarea împreună cu materialele de aport care vin pe circuitul normal. Restul fazelor pînă la punerea mixturii în operă sînt cele obișnuite.

Față de utilajele clasice folosite curent ( instalație ANG sau LPX, predozator, autoîncărcător ), mai intervin suplimentar 2 benzi transportoare de lungime variabilă și un concasor CM 6 sau alt tip care se găsesc în dotarea unităților de drumuri.

c Tehnologia de refolosire a îmbrăcămintelor bituminoase vechi a fost depusă ca invenție la OSIM în cursul anului 1982, împreună cu un colectiv de specialiști de la Direcția de drumuri și poduri Craiova.

#### 5.2.4. Tratarea unor drumuri cu trafic ușor

Promovarea soluțiilor cu stabilizări chimice în tratarea unor drumuri cu trafic ușor. În decursul câtorva ani în care s-a încercat atât produsul, cât și tehnologia, s-a reușit să se definească produsul românesc de utilizat, zonele unde se poate aplica soluția din punct de vedere al naturii solului și a tehnologiei.

./.

Tehnologia descrisă la capitolul respectiv este simplă, singura complicație poate ( considerăm ca temporară ) este a lipsei unui compactor vibrator corespunzător. Soluția se poate aplica însă, existând în țara noastră asemenea utilaje din import care se pot închiria.

Pentru buna reușită se impun însă următoarele condiții:

- asigurarea scourgerii apelor atât transversal ( pante transversale mai pronunțate ) cât și longitudinal;
- execuția să se facă într-o perioadă fără ploii;
- suprafața tratată chimic trebuie protejată.

#### 5.2.5. Utilizarea gudronului ca înlocuitor de bitum

• Aplicarea pe raza unei direcții ( DDP Iași ) începând cu anul 1982 a tehnologiei pe bază de gudron preparat la Combinatul siderurgic Galați. Aceasta s-a făcut pe baza experienței Direcției județene de drumuri și poduri Galați și a sectorului experimental de pe drumul București-Giurgiu, dar cu alt mod de preparare a acestui gudron.

S-a folosit acest înlocuitor de bitum în tehnologia obișnuită utilizată curent pentru execuția straturilor bituminoase.

Trebuie acordată o grijă deosebită temperaturii de lucru, în sensul de a o limita la 110°C, pentru a evita arderea liantului, dar și gradul mare de nocivitate.

Orientarea pentru înlocuirea parțială a lipsei de bitum cu acest înlocuitor se justifică, mai ales în zonele limitrofe combinatelor respective.

#### 5.2.6. Perfecționarea tehnologiei utilizând zgura granulată

• Punerea la punct a tehnologiei execuției straturilor stabilizate cu zgură granulată de furnal înalt și extinderea acestei soluții pe scară largă utilizându-se anual numai în sectorul drumurilor naționale peste 6000 tone zgură granulată atât la construcțiile de drumuri noi și autostrăzi cât și la ranforsarea sistemelor rutiere existente în sectorul întreținerii drumurilor.

#### 5.2.7. Analizarea altor tehnologii netradiționale.

S-au făcut propuneri de generalizare, după verificare prealabilă în sectorul de drumuri, a tehnologiilor aplicate de unele județe privind valorificarea unor resurse locale (nisip bituminos, dimetiltereftalat, tuf vulcanic).

./.

### 5.3. Modul de valorificare și eficiența economică a tehnologiilor elaborate

Pe tot parcursul elaborării lucrării am căutat să valorific tot ce se obține, așa încât prezint mai departe și câteva măsuri valorificate alături de unele propuneri pentru viitor:

• Adunarea și sistematizarea materialelor potențiale pentru utilizarea la drumuri vine în sprijinul specialiștilor. S-au stabilit posibilități de aplicare în tehnica rutieră astfel:

- material de umplură în corpul terasamentelor;
- ameliorarea granulozității materialelor locale cu fracțiuni fină deficitară;
- stabilizarea materialelor locale;
- înlocuitori de agregate minerale pentru îmbrăcăminti bituminoase sau de beton de ciment;
- înlocuitori de bitum rutier.

S-a sintetizat într-un tabel domeniul de aplicare preconizat pentru materialele netradiționale studiate.

• Ca umare primelor concluzii de la sectoarele experimentale, s-a transmis la IPTANA și s-a propus modificarea STAS-ului de beton de ciment privind eliminarea stratului de nisip sau mortar asfaltic.

De asemenea s-a introdus stabilizarea straturilor de bază și de fundație cu zgură granulată, cenușă de termocentrală sau tur vulcanic măcinat, înlocuindu-se parțial sau total cimentul.

Pentru însușirea noilor tehnologii cu materiale netradiționale s-au propus și s-au organizat forme de schimb de experiență cu tematică precisă, în problema de înlocuitori ai bitumului (Oradea și Ploiești), de înlocuitori ai cimentului (Timișoara, Iași și Harghita), de stabilizări chimice (București, Tulcea).

Participanții la aceste întruniri au apreciat tehnologiile, au primit instrucțiuni tehnice provizorii iar unii au și început să aplice cele văzute.

• Refolosirea mixturilor asfaltice, provenite deocamdată din decapări și reparații, este o operațiune obligatorie începând cu anul 1983, când Direcția drumurilor a dispus unităților sale subordonate și a recomandat și direcțiilor județene de drumuri și poduri să adune absolut tot materialul în vederea refolosirii. Până la generalizarea tehnologiei, materialul recuperat va fi stocat și protejat în măsura posibilităților pentru a fi ferit de intemperii.



Umiditatea ridicată pune probleme în procesul de rofolosire, materialul intrînd direct în malaxor.

Adaptările instalațiilor se pot face de fiecare unitate în parte pe baza schițelor ce s-au difuzat prin Direcția de drumuri și poduri Craiova.

Eficiența acestei tehnologii este foarte importantă, ea referindu-se la un material de import ( 10.000 tone bitum anual), dar și la executarea unor lucrări suplimentare cu un material ce se arunca.

. Pentru stabilizările chimice s-au elaborat instrucțiuni de aplicare, s-a determinat domeniul de aplicare. S-a propus Ministerului Agriculturii ca soluția cu stabilizări chimice să fie utilizată cu prioritate la drumurile de exploatare agricolă, care sînt în majoritate din pămînt. Eficiența acestor lucrări este deosebită, dacă se consideră faptul că agregatele naturale se folosesc în fundația drumului, nu mai sînt necesare. Nu trebuie uitat că de cele mai multe ori, acestea se aduceau de la mari distanțe cu cheltuieli de transport exagerate.

. Gudronul rutier începe să se valorifice sistematic din 1983 cînd s-au încheiat contracte de cca. 10.000 tone de către unitățile MTTc. Direcția drumurilor are în planul de lucrări pe anul 1983 execuția a 20 km ranforsări la direcțiile Iași și București ( vecine cu Combinatul siderurgic Galați ) la care se va folosi gudronul. În viitor acțiunea se va extinde, eficiența ei cea mai importantă fiind înlocuirea bitumului.

Paralel, se desfășoară acțiunea de preparare a unui gudron corespunzător, cu sprijinul ICPTT și al Combinatului siderurgic Galați.

. Tehnologiile cu zgură granulată de furnal se aplică curent la stabilizarea straturilor de fundație și a stratului de bază, ajutînd la reducerea consumului de ciment și respectiv bitum. Se poate reduce efectiv numărul straturilor bituminoase ale îmbrăcămîntei, utilizînd doar stratul de legătură și cel de uzură, atunci cînd stratul de bază este stabilizat cu zgură.

Cenușa de termocentrală nu și-a găsit decît o valorificare parțială în corpul terasamentelor. Incepînd din anul 1983 pe baza experienței de la sectorul București-Giurgiu va fi utilizată la stabilizarea fundației pe drumul Craiova-Bălcești, drum în apropierea termocentralei de la Ișalnița.

. Tehnologii mai particulare, dat fiind caracterul local,

s-au aplicat în județul Harghita , utilizând tuf vulcanic măcinat în loc de ciment și în județul Alba și Sălaj utilizând așa zisul "beton uscat" format din deșeuri din halda de carieră, ciment și cenușe de la termocentrala de la Mintia. Pe baza rezultatelor se vor executa lucrări de aceeași natură și în 1983.

. Pe baza studiilor efectuate și a propunerilor făcute, Direcția drumurilor a luat măsura ca din anul 1983 toate direcțiile să execute ranforsări cu beton de ciment, după ce în anul 1982 s-au făcut toate pregătirile necesare, astfel încît fiecare direcție să execute cel puțin 10 km de drum în această soluție.

. Pentru reducerea necesarului de bitum, mai ales în sectorul întreținerii, s-au propus și următoarele măsuri :

- MTTc să fie coordonator de balanță pentru bitumul rutier pentru ca acesta să se acorde numai lucrărilor strict necesare din sectorul drumurilor publice ;

- Lucrările noi de drumuri și platforme să se execute cu beton de ciment;

- Amînarea execuției îmbrăcăminților bituminoase ușoare;

- Generalizarea folosirii emulsiilor bituminoase la lucrările de tratamente bituminoase ;

- Reluarea exploatării nisipului bituminos de la Matița și Derna Tătăruș la un volum de 650.000 t/an ;

- Prevederea prin proiectare a unor straturi stabilizate și reducerea grosimii straturilor bituminoase la ranforsări.

Aceste măsuri au fost prezentate conducerii MTTc, apoi trimise organelor interesate din afara ministerului. Pentru cele operative s-au dat dispoziții interne de către Direcția drumurilor.

. Pentru menținerea stării de viabilitate a rețelei, pe baza tehnologiilor experimentate s-au întocmit instrucțiuni tehnice departamentale care conțin fișe pe fiecare tehnologie. Se prevăd : materialele necesare, condiții calitative, alcătuire sistem rutier, utilaje necesare, tehnologia de execuție și eficiența energetică.

Instrucțiunile au fost aprobate cu ordinul Adjunct al ministrului nr.         din         martie 1983, astfel încît ele pot fi larg folosite în sectorul drumurilor publice.

. Ca valorificare finală, a fost aprobat în Biroul Executiv al Consiliului de Conducere al MTTc. din 12.VI.1982 cu Hotărîrea nr.26/1982 programul reactualizat de menținere și ranforsare a rețelei de drumuri publice pînă în 1990.

Programul prevede sarcinile anuale pentru drumurile naționale ca și pentru cele locale pe fiecare an și categoriile de lucrări ce trebuie executate.

Realizarea acestui program va conduce la menținerea rețelei în starea actuală și deci la o stagnare a consumului suplimentar de energie.

Față de sistemele tradiționale, programul aprobat aduce o economie de 910.000 tcc la drumurile naționale și 720.000 tcc la cele locale.

B I B L I O G R A F I E

1. Nicoară L., Boicu M. - Dezvoltarea drumurilor publice în România. Buletin rutier nr. 2/1978, MTTC - DD.
2. Boicu M. - Considerații privind fundamentarea tehnico-economică a direcțiilor de dezvoltare a rețelei de drumuri publice în România, în perioada 1981-1985. Referat de doctorat, Institutul Politehnic "Traian Vuia", Timișoara, 1980.
3. Boicu M. - Dezvoltarea rețelei de drumuri publice în România. Referat la Simpozionul privind creația tehnică și științifică în ramura transporturilor și telecomunicațiilor, București, 1977.
4. xxx Starea tehnică a rețelei de drumuri publice din RSR pe județe. Arhiva Direcției Drumurilor - MTTC.
5. Nicoară L. - Propuneri pentru îmbunătățirea activității în domeniul rutier din RSR. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara, 1978.
6. Filimon I. - Perspective și posibilități de aplicare a îmbrăcămintelor rutiere din beton armat. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara 1978.
7. Nicoară L., Munteanu V., Ionescu N. - Intreținerea și exploatarea drumurilor. Editura tehnică, 1979.
8. Nicoară L., Boicu M. ș.a. - Construcția și întreținerea drumurilor. Raport național R.S.România. Al XVII-lea Congres mondial al drumurilor, Sydney, 1983.
9. Koepfel G. - Routes et autoroutes interurbaines. Raportul RFG Al XVI-lea Congres mondial al drumurilor, Viena, 1979.
10. Zarojan H. - Preocupări pentru determinarea unor indici de grosime în cadrul diverselor metode de dimensionare a sistemelor rutiere nerigide. Construcții în transporturi, vol XX-XXIV, 1970-1971.
11. xxx Congresul mondial de drumuri. Raport general, Viena, 1979.
12. Nicoară L., Udvardy L., Brola E. - Previzuiri privind execuția lucrărilor de ranforsare a complexelor rutiere. Sistemul Preran. Buletin rutier nr. 3-4/1977. MTTC. - DD.
13. xxx Studiu privind efectele economice ale modernizării drumurilor. Arhiva IPTANA, București, 1977.

14. xxx Program de dezvoltare a rețelei de drumuri publice pe perioada 1976-1980. Arhiva DD-MTTc.
15. Program special pentru construcțiile și modernizările de drumuri naționale, județene și comunale în cincinalul 1981-1985. Arhiva DD-MTTc.
16. Spurek J. - Routes et autoroutes interurbaines. Rapport national R.S.Cehoslovacia, Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
17. Näser R. - Routes et autoroutes interurbaines. Rapport national R.D.Germană, Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
18. Sette P. - Al servizio della collettività. Autostrade nr. 1, 1982.
19. Treglia P.F. - Routes et autoroutes interurbaines. Rapport national Italia. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
20. Filimon I., Bob C.,... Cercetări experimentale privind folosirea betonului armat cu fibre de oțel la repararea îmbrăcămintilor rutiere rigide. A V-a consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara, 1978.
21. Boicu M., Ceguș P. - Folosirea nisipurilor bituminoase la lucrările de îmbrăcăminți ușoare pe drumurile locale, mijloc important de reducere a necesarului de bitum rutier. Buletin rutier nr. 1/1981, MTTc - DD.
22. Orset R., Grimaux J.P. - Enrobés bitumineux. Bulletin de liaison nr. sp. V, 1977.
23. Vallayer P. - Research on mechanical phenomena in roads and asphalt mixes. In: Road and road construction, vol. 48, nr. 567/1970.
24. Fodor G., Teodorescu D., ș.a. - Elaborarea unei metode de dimensionare pentru sisteme rutiere nerigide fundamentată pe baze științifice ținând seama de solicitările traficului în interdependență cu factorii climatici specifici țării noastre. Referat ICPTT, 1978.
25. Aussedat G., Azibert C., Monniot M.F. - Méthode pratique pour le dimensionnement des chaussées à la fatigue. In: RGRA

nr. 495/1974.

26. Francken L. - Module complexe des mélanges bitumineux. In: Bulletin de liaison nr. sp. V/1977.
27. Nicoară L. - Curs de drumuri. Imbrăcăminți rutiere moderne. Institutul Politehnic "Traian Vuia", Timișoara, 1975.
28. Dorobanțu, S. - Trafic și autostrăzi. Institutul de construcții București, 1975.
29. Scotto E. - Alcune riflessioni metodologiche sul Piano Nazionale dei Transporti. In: Autostrade nr. 2/1976.
30. Boicu, M. - Routes et autoroutes interurbaines. Raport național R.S.România. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
31. Giandolfo G. - Influenza delle sollecitazioni nelle sovrastrutture stradali sulla determinazione del modulo di elasticità istantaneo. In: Autostrade nr. 6/1976.
32. Russo A. - Autostrade, struttura portante dell'assetto territoriale. In: Autostrade nr. 7/8/1976.
33. Santucci E. - La Società Autostrade ed i problemi autostradali. In: Autostrade nr. 3/1976.
34. Chisari A. - Stabilita politica e programmazione economica. In: Autostrade nr. 2/1979.
35. Mills M.J. - Routes et autoroutes interurbaines. Raport național Franța. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
36. Babcov V.F. - Routes et autoroutes interurbaines. Raport național U.R.S.S. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
37. Kloss H.B., Giannattasio G. - Impieghi dell'asfalto naturale Trinidad nelle pavimentazioni flessibili. In: Autostrade nr. 7-8/1979.
38. Dorobanțu S., Jercan S. - Pista de încercări auto pentru viteze mari. A V-a Consfătuire pe țară a lucrărilor de drumuri și poduri, Timișoara, 1978.
39. Dorobanțu S. ș.a. - Posibilități de folosire a liantului bitum-sulf. A V-a Consfătuire pe țară a lucrărilor de drumuri

- și poduri , Timișoara, 1978.
40. Fodor G., Angheluță C. - Raza de curbură a suprafeței deformate sub solicitarea sarcinii unui autovehicul, criterii în aprecierea calității complexului rutier. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara, 1978.
  41. Nedderhut K.V. - Routes économiques à faible circulation. Rapport național RFG. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
  42. Uge P., ș.a. - Nouvelle méthode de calcul du module complexe des mélanges bitumineux. In : Bulletin de Maison nr.sp.V/1977.
  43. Elvira J.L., Fernaudes del Campo J.A. - Comportement mécanique des mélanges bitumineux. In: Bulletin de liaison nr. sp. V/1977.
  44. Turcu M., Moraru V., Tului D. - Cercetări privind reintroducerea în circuitul economic a diverselor deșeuri utilizabile la drumuri și poduri. Referat ICPTT, 1977-1978.
  45. Fodor G. - Realizarea unor structuri rutiere cu straturi termoizolante, specifice climatului continental. Referat ICPTT, 1976.
  46. Fodor G., Angheluță C., Pădure F. - Reducerea consumului de ciment și de agregate de balastieră prin utilizarea materialelor puzzolanice ce au proprietăți liante în prezența unui activant. Referat ICPTT, 1980-1981.
  47. Nicoară L., Bîlțiu A. - Rezultate obținute în executarea îmbrăcăminților bituminoase în Banat. In: Construcții în Transporturi vol. 9-10, 1976.
  48. xxx Catalog de structuri rutiere, MTTc 1980.
  49. Balduini G. - Una strategia per la mobilita. In: Autostrade nr. 10/1980.
  50. Baiocco C., Salvatore F. - Alcuni risultati di uno studio sui volumi di traffico della rete IRI. In: Autostrade nr. 3 1980.
  51. Turcu M. - Stabilizări complexe cu deșeuri industriale (zguri și cenuși de termocentrală) în construcții rutiere. Referat ICPTT 1968-1972.

52. Turcu M. - Studiu documentar privind folosirea zgurei de furnal înalt la construcția straturilor de fundație. Referat ICPTT 1970.
53. Pantea C. - Studiul caracteristicilor tehnice ale agregatelor minerale utilizate, produse de carierele TCDPPA. Referat ICPTT 1973-1974.
54. Tăutu N., Gîdioi I., Ţososchi B. - Utilizarea zgurilor siderurgice la lucrările de drumuri. In: Buletin rutier nr. 2/1978, MTTo-DD.
55. Tăutu N., Florescu, C. - Utilizarea zgurilor de furnal înalt la lucrările de consolidare a sistemelor rutiere nerigide pe drumurile naționale din Moldova. Buletin rutier nr. 1/1981, MTTo - DD.
56. Tanislov S., Fabian N. - Cercetări privind folosirea materialelor locale stabilizate cu zgură granulată de furnal în straturile rutiere cu aplicații în județul Mureș. Buletin rutier nr. 2-3/1979, MTTo - DD.
57. xxx Folosirea nisipurilor bituminoase și a altor lianți reziduali la lucrările de îmbrăcămînti bituminoase ușoare pe drumurile locale mijloc important de reducere a necesarului de bitum rutier. Concluziile consfăturirilor de lucru de la Ploiești și Oradea, 1979.
58. Bădescu D. - Folosirea nisipurilor bituminoase și a altor materiale ca înlocuitori ai bitumului de petrol. Consfătuirea de lucru Ploiești, 1979.
59. Chirilă I. - Realizări obținute în județul Bihor în folosirea nisipurilor bituminoase. Consfătuirea de lucru Oradea, 1979.
60. Favaretto T. - Considerazioni su alcuni programmi di sviluppo delle infrastrutture di trasporto e dei porti in Jugoslavia. In: Autostrade nr. 6/1977.
61. Cupo-Pagano M. - Sull' uso di miscele fluide di puzzolana stabilizzata con calce per il riempimento resistente di vuoti sotterranei. In: Autostrade nr. 2/1977.
62. Battiato G., Verga C. - Il comportamento a fatica dei conglomerati bituminosi con prova deformazione ed a carico imposto. In: Autostrade nr. 4/1977.



63. Torrisi S. - Materiali da costruzione. Conglomerati bituminosi. Contribution alla interpretazione dei fenomeni di stabilita dei conglomerati bituminosi in funzione del dosaggio filler-bitume. In: Autostrade nr. 11/1977.
64. Vittorio C. - La tecnica dei conglomerati bituminosi. In: Strada e traffico nr. 230/1973.
65. Nicoară L. - Instrucțiuni pentru prevenirea și remediarea defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere moderne. MTTc - DD, 1977.
66. Bilțiu A. - Cauzele producerii vălurilor la îmbrăcămințile asfaltice executate cu nisip bituminos și posibilitatea reutilizării mixturilor asfaltice din sectoarele vălurite. In: Construcții în transporturi. vol. XXV/1972.
67. Atanasiu R. - Perspectivile utilizării straturilor de agregate naturale stabilizate cu zgură granulată în structurile rutiere nerigide. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri.
68. Freudenberg G. - Routes economiques a faible circulation. Raport național RDG - Al XVI-lea Congres Mondial a drumurilor, Viena, 1979.
69. Chirițescu Gh., Brener, A. ș.a. - Evoluția transporturilor în RSR și unele țări europene. A VI Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri 1982.
70. Nicolau M., Dobrescu M. - Sistemul informațional pentru urmărirea evoluției traficului pe rețeaua rutieră. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri 1982.
71. Simeonov S., Dinova E.R. - Routes et autoroutes interurbaines Raport național R.P.Bulgaria, Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
72. Marinescu C., Chirițescu Gh., ș.a. - Consumul energetic, elemente de determinare a strategiei de dezvoltare și modernizare a rețelei de drumuri în cadrul sistemelor de transport. A VI Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, 1982.
73. xxx Conferenza Internazionale sul progetto strutturale delle sovrastrutture flessibili Aun Arbor 1977. In: Autostrade nr.2/1978.
74. Gianini, F., Camiomilla, G. - Progetto strutturale delle pavi-

- mentazioni, impiegato per le autostrade italiane. In: Autostrade nr. 2/1978.
75. Popescu G., Marinescu M., Păsăriu C., - Acțiunea compușilor anionici pe tip R asupra comportării pământurilor. In: Construcții nr. 7/1980.
76. Marinescu M., Popescu G., Petrică I., - Acțiunea compușilor ionici de tip R asupra structurii solului. In: Construcții nr. 10/1980.
77. Popescu G., Marinescu M., Zaharescu M. - Influența compușilor anionici de tip R asupra argilelor. In: Revista de chimie, 31, nr. 2/1980.
78. Boicu M. - Analiza posibilităților de asigurare a lucrărilor de drumuri cu agregate minerale și bitum pe perioada 1981-1985. Referat de doctorat Institutul Politehnic Timișoara 1980.
79. Boicu M. - Considerațiuni asupra comportării în exploatare a îmbrăcăminților bituminoase ușoare, Referat Institutul Politehnic Timișoara, 1980.
80. Bădescu D. - Folosirea nisipurilor bituminoase și a altor lianți reziduali la lucrările de îmbrăcăminți asfaltice pe drumurile locale și străzi ca mijloc important de reducere a necesarului de bitum rutier. Consfătuirea de lucru Ploiești, 1979.
81. Sabău I., Soldu I. - Preocupări, posibilități și unele propuneri privind diversificarea utilizării și valorificării superioare a nisipului bituminos în județele Bihor. Consfătuirea de lucru Oradea, 1979.
82. Chirilă I. - Realizări obținute de DJDP Bihor în folosirea nisipurilor bituminoase și constatări asupra comportării în exploatare a îmbrăcăminților asfaltice realizate. Consfătuirea de lucru Oradea, 1979.
83. Teodorescu A. - Dinamica îmbunătățirii stării tehnice a drumurilor din județul Prahova și mijloacele de realizare. A V-a Consfătuire pe țară a lucrărilor de drumuri și poduri 1978.
84. Turcu M. - Studii privind utilizarea în mod eficient a cenușilor de termocentrală, deșeurii industriale pentru construcția drumurilor. Referat ICPTT, 1971 - 1973.
85. Nicolescu L. - Stratouri rutiere cu cenușa de termocentrală. A

V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara, 1978.

86. Cososchi B., Vlad N. - Straturi stabilizate cu zgură granulată pentru drumurile locale. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara 1978.
87. Chiostri M., Batto M. - La rigenerazione in sito: una rivoluzione nelle tecniche manutentorie delle sovra strutture stradale. In: Autostrade nr. 6/1981.
88. Camomilla G., Peroni G. - Nuovi metodi per la valutazione delle tecniche di riciclaggio dei conglomerati bituminosi. In Autostrade nr. 6/1981.
89. Botto M., Neri F. - Ricerca sperimentale per impiego di microonde nella rigenerazione dei conglomerati bituminosi. In: Autostrade nr. 6/1981.
90. Camomilla G. - Riciclaggio della povimentazioni e tecniche di manutenzione tradizionali. Consumi energetici confronto. In: Autostrade nr. 6/1981.
91. Chappat M., Plaut J.F. - Le recyclage des enrobés en centrale. Bilan après un an. In: R.G.R.A. nr. 584/1982.
92. Udron J., Simoncelli J.P. - Le recyclage des enrobés: regeneration des liants. Premiers enseignements de l'experimentation française. In: R.G.R.A. nr. 584/1982.
93. Barone R., Banot J. - Le recyclage en centrale des enrobés bitumineux. Une operation simple à première vue, une technique qui pose des aquestions aux laboratoires. In: R.G.R.A. nr. 584/1982.
94. Malbrunot P. - Le point de vue du constructeur. In: R.G.R.A. nr. 584/1982.
95. Knoll E., Schonberg G. - La reutilisation des materiaux en construction routiere: un des aspects d'une technique moderne d'entretien des chaussées. In: R.G.R.A. nr. 584/1982.
96. Bonitzer I. - - Le recyclage des materiaux enrobés. L'avenir d'une inovation. In: R.G.R.A. nr. 584/1982.
97. Todoz - Transformări fizice și chimico-mineralogice în structura pământurilor stabilizate cu produși chimice anionici. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri

Timișoara, 1978.

98. Dorobanțu S. - Posibilități de refolosire a mixturilor asfaltice uzate și îmbătrânite. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara, 1978.
99. Popescu G., Marinescu M. ș.a. - Acțiunea produșilor chimici asupra structurii solului. A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Timișoara 1978.
100. Battiato G.F., Camomilla G. ș.a. - Miscela bituminose colabili per la pavimentazione di viadotti autostradali. In: Autostrade nr. 9/1979.
101. Akmedov C. - Indagine sperimentale sulla stabilizzazione con scorie di scarico dei materiali per sovrastrutture stradali. In: Autostrade nr. 9/1979.
102. Crespo A., Tazzi N.M. - Impiego del trattamento di regenerazione delle pavimentazioni stradali bitumate "Recycling". In: Autostrade nr. 10/1979.
103. Agostinacchio M. - Proporzionamento di aggregati misti mediante curva granulometrica ideale polinomiale. In: Autostrade nr. 12/1979.
104. Zarojanu H. - Utilizarea betoanelor argiloase la realizarea sistemelor rutiere. A VI-a Consfătuire de lucru pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
105. Dorobanțu S. - Din istoria drumurilor în România. A VI-a Consfătuire de lucru pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri Tușnad, 1982.
106. Nicoară L., Udvardy, L. - Unele considerații privind evaluarea eficienței economico-sociale a construcției și întreținerii drumurilor. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad 1982.
107. Nicoară L., Ionescu N. - Aspecte privind execuția îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
108. Colombel J.H. - Utilisation du phosphogypse en assises traitées aux liants hydraulique. In: Bulletin de liaison nr. sp. VII. 1978.
109. Astesan A. - Activation par le gypsonat de sable traités au

- laitier granulé. In: Bulletin de liaison. nr. sp. VII.1978.
110. Andrieux P., Bivert B., Dson R. - Utilisation en phosphogypse en assises de chaussée. In: Bulletin de liaison, nr.sp. VII.1978.
111. Okumura T. - Stabilizing effect of various chemical agents to some soft soils. In: Proc. 9th. Annual Meeting of Japanese Soc. of Soil Mech. and Foundation Eng. No. 225.
112. Boicu M., Ieremia V. ș.a. - Preocupări pentru refolosirea materialelor din decaparea mixturilor asfaltice. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
113. Dorobanțu S., Jercan S., Romanescu C. - Introducerea gudronului și tehnica rutieră. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
114. Cososchi B., Vlad N., Zarojan, H. ș.a. - Ranforsarea unui sistem rutier cu strat de bază din balast stabilizat cu liant mixt din deșeuri industriale. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
115. Fodor G., Angheluță C., ș.a. - Reducerea consumului de ciment și de agregate de balastieră prin utilizarea materialelor puzzolanice ce au proprietăți liante în prezența unui activant. Referat ICPTT 1979-1980.
116. Fodor G., Angheluță C. ș.a. - Tehnologie de stabilizare a agregatelor naturale din tuf vulcanic. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
117. Sava N., Angheluță M. ș.a. - Experimentări privind utilizarea smoalei preparată din gudronul de cocserie la construcția de drumuri. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
118. Nicoară L., Schein T., Suhăreanu, Gh. - Preocupări pentru îmbunătățirea viabilității drumurilor de exploatare din pământ. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
119. Ionescu D., Achimescu O. ș.a. - Fabricarea mixturilor asfaltice în flux continuu cu bitum în instalația uscător malaxor realizată în cadrul lucrărilor de colaborare dintre ICPTT și

IDP-MTTo. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.

120. Bratu E., Stan A., Diaconescu G. - Posibilitatea producerii și utilizării gudronului de drumuri la execuția straturilor rutiere în țara noastră. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
121. Bădescu D., Teodorescu C. - Studii și încercări de laborator asupra posibilităților de folosire a gudroanelor acide rezultate de la distilarea uleiurilor pentru înlocuirea parțială sau totală a bitumului. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad, 1982.
122. Turcu M., Morăzu V. ș.a. - Stabilizarea pământurilor și materialelor locale ou produse chimice existente în țară pentru realizarea de straturi rutiere. Referat ICPTT, 1978-1979.
123. xxx Normativ privind consumul de combustibil și ulei pentru autoturisme și vehicule grele, aprobat cu ordinul MTTo nr. 125/1977.
124. Baubec C., ș.a. - Betoane rutiere de mărci superioare cu și fără adaosuri. Referat ICPTT, 1981.
125. Baubec C., ș.a. - Betoane rutiere de mărci superioare. A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Tușnad 1982.
126. xxx Directive pour la réalisation des chaussées en beton de ciment. Direction des routes et de la circulation routiere, 1978
127. xxx Realisation des assises de chaussées en graves-cendres volantes-chaux et sables-cendres volantes-chaux. Direction des routes et de la circulation routiere, 1978.
128. xxx Directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves-ciment, SETRA, 1975.
129. xxx Directive pour la réalisation des assises en graves laitier et sable - laitier, SETRA, 1973.
130. Sauterey R. - Experiments with the new dryerdrum - mixer method. In: R.G.R.A., nr. 542/1978.
131. xxx Catalogue 1977 des structures types de chaussées neuves. Direction des routes et de la circulation routière.

132. xxx Liants hydrauliques et pouzzolaniques. Bulletin de liaison, mars-avril, 1979.
133. Henry M. - Routes économiques à faible circulation. Rapport national France. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
134. xxx Chimie. Bulletin de liaison, mars-avril, 1979.
135. Tingle E.D. - Routes économiques à faible circulation. Rapport national Anglia. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena 1979.
136. Guillermo A. - Les terrassements et les chaussées sur la section le Faou-Quimper. In: Travaux, nr. 577/1978.
137. Velut, D. Perpere, R. ș.a. - Les travaux du Verdon. Les ter-  
repleins et voies d'accès. In: Travaux, 522, 1978.
138. Biron J.Ph. - Le matériel routier, son évolution, les tenden-  
ces récentes. In: Travaux, 519, 1978.
139. Bertrand R. - Etude de l'influence des fines calcaires sur  
le facteur durabilité des bétons hydrauliques. In: Travaux,  
nr. 507, 1977.
140. Ray M. - Conception des chaussées en béton. Les choix actuels  
en France. In: Bulletin de liaison, sept. 1978.
141. Gluais G. - Utilisation des matériaux locaux dans les chau-  
ssées en béton. In: Bulletin de liaison, sept. 1978.
142. Ray M. ș.a. - Les ciments pour bétons routiers recherche des  
spécifications optimales. In: Bulletin de liaison, sept., 1978
143. Nissoux J.L. ș.a. - Les ciments pour bétons routiers. In: Bu-  
lletin de liaison, sept. 1978.
144. Gluais G., Nissoux J.L. - La dalle épaisse en béton sans fo-  
ndation. In: Bulletin de liaison, 95, 1978.
145. Nicoară L., Bilțiu A. - Etude sur les variations sous le tr-  
afic de quelques caractéristiques des couches bitumineuses. Ra-  
port la cel de al II-lea colocviu RILEM, Budapesta, 1975.
146. Nicoară L. - Defecțiunile îmbrăcăminților rutiere. Tehnoloi  
pentru prevenirea și remedierea lor. Teză de doctorat, Insti-  
tutul Politehnic "Traian Vuia", Timișoara, 1974.
147. Souterey R., Ajour A.M. - Essais sur bitumes et matériaux

- bitumineux. In: Bulletin de liaison nr. 81/1976.
148. Hamean G., Druon M. - Influence de copolymères, statiques et séquencés, élastothermoplastique sur les propriétés mécaniques des enrobés bitumineux. In: Bulletin de liaison, nr. 81/1976.
149. Requirand R. - Le preboilage des laitiers granulés de crasse. In: Bulletin de liaison, nr. 81/1976.
150. Hamean G., Druon M. - Préparation de liants hydrocarbonés à partir de PCV de récupération. In: Bulletin de liaison nr. 80/1975.
151. Rouqués G. - Nouvelle fiches du Catalogue de structures types de chaussées. In: Bulletin de liaison nr. 80/1975.
152. Duriez M. - Nouveau traité de matériau de construction, Ed. Dunod 1962.
153. Sauterey R. - Les cendres volantes et le laitier granulé en construction routière. In: Bulletin de liaison, nr.86/1976.
154. Jeamimet M. - Constatations sur les couches de forme de l'autoroute A 13. In: Bulletin de liaison, nr. 85/1976.
155. Libizangomo J. - Problèmes posés par la construction des chaussées au Gabon. In: Bulletin de liaison, nr. 85/1976.
156. Bennot J. - Les études de fatigue des enrobés bitumineux au LCPC. In: Bulletin de liaison nr. 85/1976.
157. Munteanu V., Ionescu C. ș.a. - Routes économiques à faible circulation. Rapport national R.S.România. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
158. Bennot J. - Colloque international sur les laitiers, les scories et les déchets. In: Bulletin de liaison nr. 83/1976.
159. Millet J., Fournier, A., Sierva, R. - Rôle des chaux industrielles dans leurs emplois avec les matériaux à caractère pouzzolanique. In: Bulletin de liaison, nr.83/1976.
160. Panis A. - Les scories L.D. - In Bulletin de liaison nr.83/1976.
161. Ferdy F. - Utilisation des graves - cendres volantes de Gardanne en technique routière. In: Bulletin de liaison nr. 82/1976.



162. Medelschý V., - Routes économiques à faible circulation. Rapport national R.S.Cehoslovacia. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
163. Lamathe J, Browet T. - Action des acides humiques sur la prise d'une grave-laitier. Leur dosage dans un sable. In: Bulletin de liaison nr. 91/1977.
164. Astesan A. - Etude des principaux paramètres influençant les caractéristiques mécaniques des graves-laitier. In: Bulletin des liaison nr. 92/1977.
165. Geoffray J.M., Valladean R. - Morphologie et couleur des pouzzolanes. In: Bulletin de liaison nr. 92/1977.
166. Dron R., Brivot T. - Bases minéralogiques de sélection des pouzzolanes. In: Bulletin de liaison nr.92/1977.
167. Requirand R., Fuchs J. - Utilisation de graves polluées en assises de chanssées. La grouine de Meuse. In: Bulletin de liaison nr. 89/1978.
168. Castan M., Gerbod A. ș.a. - Renforcement sous circulation en grave-ciment à prise retardée. Chantier experimental. In: Bulletin de liaison, nr. 98/1978.
169. Druon R., Vautrin J.C., Verhée F. - Les differents liants hydrauliques et pouzzolaniques. Obtention et mode d'action. In: Bulletin de liaison. nr.94/1978.
170. xxx Caiet de sarcini provizoriu privind execuția stratului rutier din amestec optimal de piatră spartă și de zgură granulată activată cu var pe sectorul de drum experimental DN 5 București-Giurgiu. Referat ICPTT, 1980.
171. xxx "Caiet de sarcini provizoriu privind execuția macadamului legat cu mortar din zgură granulată și var" - Referat ICPTT, 1980.
172. xxx "Caiet de sarcini provizoriu privind execuția stratului de fundație din agregate naturale neprelucrate stabilizate cu lianți hidraulici (înlocuitori de ciment) pe sectorul de drum experimental DN 5 București - Giurgiu" - Referat ICPT, 1980.
173. Évrard H., Lebas M. - Maniabilité des graves ciment. Incidence de la nature minéralogique du granulat. In: Bulletin

- de liaison nr. 94, 1978.
174. Largent L. - Estimation de l'activité pouzzolanique, Recherche d'un essai. In: Bulletin de liaison nr. 93/1978.
  175. Fournier M., Geoffray J.M. - Le liant pouzzolanes-chaux. In Bulletin de liaison nr. 93/1978.
  176. Lambert P. Rieu R. - La plus des graves - pouzzolaniques - chaux en technique routière. In: Bulletin de liaison nr.93/1978.
  177. Geoffray J.M., Valladean R. - Traitement des sables alluvionaires par le liant pouzzolanes-chaux. In: Bulletin de liaison nr. 93/1978.
  178. Bonnot J. - Methode de dosage du phosphogypse, des enedres volantes et du laitier dans un mélanges par mesure de leur radioactivité naturelle. In: Bulletin de liaison nr. 105/1980
  179. Baroux R., Wauquier P. - Le point de la technique des centrales "sècheur-enrobeur" en France. In: Bulletin de liaison nr. 105/1980.
  180. Bonnot J. - Régénération et recyclage des enrobés bitumineux Bulletin de liaison nr. 105/1980.
  181. Bicheron G. - Le recyclage des revêtements en enrobés hydrocarbonés. In: Bulletin de liaison, nr. 105/1980.
  182. Laubert P. - Une technique de restauration en place à chaud des cauches de roulement. In: Bulletin de liaison, nr. 105/1980.
  183. Baroux R. - Recyclage des enrobés bitumineux en onetrales d'enrobages. Les problèmes de matériel. In: Bulletin de liaison nr. 105/1980.
  184. Poirier J.C., Viovi B. - Recyclage d'enrobés de récupération avec une tambour - sècheurenrobeur. In: Bulletin de liaison nr. 105/1980.
  185. xxx Al XV-lea Congres Mondial al drumurilor. Raport general. Mexic, 1975.
  186. xxx Conséquence de la crise de l'energie, Al XV-lea Congres al drumurilor. Mexic 1975.
  187. Grimm W. - Stabilizările cu ciment, var și cenușă în constr-

- uețiile rutiere. In: Construction nr. 11/1970.
188. Coquand R. - Drumuri, Paris, 1965.
  189. Jeuffroy G. - Concepția și construcția drumurilor, Paris, 1967.
  190. Mătășaru T. - Construcția drumurilor, București, 1978.
  191. Zorojanu H. - Drumuri, Iași, 1974.
  192. xxx Congresul mondial al drumurilor, Praga 1971 - Raportul general.
  193. Dorobanțu S. - Aspecte privind comportarea patului și substratului de fundație la drumuri. In: Revista construcții în transporturi XXIV/1971.
  194. Dorobanțu S. - Drumuri. Calcul și proiectare. Editura Tehnică, 1980.
  195. Zignoli V. - Raportul național Italia. Al XV-lea Congres mondial al drumurilor Rio de Janeiro, 1975.
  196. Tanislav St. - Contribuții privind folosirea materialelor locale stabilizate în structurile rutiere, pentru drumurile de interes local cu aplicații în județul Mureș. Teză de doctorat Iași, 1979.
  197. Nicoară L. - Curs de drumuri, vol. I-V Timișoara, 1975.
  198. xxx Régénération des couches de surface de chaussées. Note technique. Direction des routes et de la circulation, 1981.
  199. xxx La technique française des assises de chaussées traitées aux liants hydrauliques et pouzzolaniques. SETRA, 1979.
  200. Jeuffroy G., Sauterey R. - Notion élémentaires sur le comportement des chaussées. In: Le ciment et la chaux dans les routes, RGRA, 1981.
  201. Alexandre J., Darré., Nissoux, J.L. - Liants hydrauliques et pouzzolaniques. In: Le ciment et la chaux dans les routes. R.G.R.A. 1981.
  202. Puiatti D. - Stabilisation des sols et couches de forme. Traitement des sols à la chaux et au ciments. In: Le ciment et la chaux dans les routes R.G.R.A. 1981.
  203. Alexandre J., Colombier G. ș.a. - Assises traitées aux li-

- ants hydrauliques et pouzzolaniques. In: Le ciment et la chaux dans les routes. RGRA, 1981.
204. Alexandre J., Charonnat J. s.a. - Chaussées en beton de ciment. In: Le ciment et la chaux dans les routes, R.G.R.A., 1981
205. Paris M., Pelletier J.L. s.a. - Dallages, pavages exécutés avec des liants hydrauliques. In: Le ciment et la chaux dans les routes R.G.R.A., 1981.
206. Deters R. - Classification propriétés et essais de matériaux routiers. Raport R.F.G. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
207. Tessier R., Quellet N., Doucet R. - Classification, propriétés et essais de matériaux routier. Raport Canada. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
208. Chavet J. - Classification, propriétés et essais de matériaux routiers. Raport Belgia. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
209. Nicholas J.A. - Classification, propriétés et essais de matériaux routiers. Raport Anglia, Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
210. Babie B. - Classification, propriétés et essais de matériaux routiers. - Raport R.S.F. Jugoslavia, Al XVI-lea Congres mondial al drumurilor, Viena, 1979.
211. Batsch G. - Classification, propriétés et essais de matériaux routiers - Raport Franța. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor Viena, 1979.
212. Peroni G., Verga C. s.a. - Terrassements et construction de chaussées, Raport Italia. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
213. Floss R. - Terrassements et construction de chaussées. Raport R.F.G., Viena, 1979.
214. Santerey R. - Terrassements et construction de chaussées. Raport Franța. Al XVI-lea Congres Mondial al drumurilor, Viena, 1979.
215. Rossberg K. - Classification, propriétés et essais de matériaux routiers. Raport R.D.G. Al XVI-lea Congres al drumurilor Viena, 1979.

216. Ionescu A., Teodorescu D. - Aspecte noi în utilizarea nisipurilor bituminoase românești la construcția straturilor rutiere. In: Sesiune de comunicări ISCT, București, 1973.
217. Bob C. Materiale de construcții, Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1975.
218. Bob C., Velica P. - Materiale de construcții: Editura didactică și pedagogică, București, 1978.
219. Bonnot J. - Régénération et recyclage des enrobés bitumineux. In: Bulletin de liaison nr. 105/1980.
220. Udvardy L., Bilțiu A., Santean N. - Proiectarea mixturilor asfaltice în condițiile optimizării tehnico-economice complexe. Aplicația informatică PROMIX. Revista Transp. nr. 2/1981.
221. Boicu M., Munteanu V. - Considerații asupra posibilităților de reducere a consumurilor de energie în cadrul transporturilor rutiere prin îmbunătățirea stării drumurilor. Consfătuirea cu direcțiile de drumuri și poduri, Baia Mare, 1980.
222. Boicu M., Ionescu Soitaru D., Nisipășu C. ș.a. - Tendințe de evoluție a traficului rutier interurban și perspectivele dezvoltării rețelei de drumuri naționale și autostrăzii. Buletinul rutier nr. 2/1981.
223. K.H. Tschache. Prospect R.R.P. Zel International Inc. Producteur et vente mondiale de Reynolds Chemicals, Portland/Oregon U.S.A.
224. Dorobanțu S., Jercan S. ș.a. - Studii și experimentări privind gudronul rutier. Referat de cercetare, Institutul de Construcții București, 1981.