

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ TIMIȘOARA  
FACULTATEA DE CONSTRUCȚII**

615.545

**ing. DUMITRU CACUCI**

**CONTRIBUȚII LA STUDIUL ȘI REALIZAREA UNOR  
STRUCTURI RUTIERE EFICIENTE,  
CU MATERIALE LOCALE**

**TEZĂ DE DOCTORAT**

**CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC  
Prof. dr. ing. LAURENȚIU NICOARĂ**

BIBLIOTECA CENTRALĂ  
UNIVERSITATEA "POLITEHNICA"  
TIMIȘOARA

**TIMIȘOARA  
1995**



## C U P R I N S

	Pagina
PREFATA .....	8
1. CONSIDERATII PRIVIND RETEAUA DE DRUMURI	
PUBLICE .....	11
1.1. Din istoria drumurilor .....	11
1.2. Drumul roman din cetatea dacică Porolissum .....	12
1.3. Reconsiderarea rolului drumurilor în dezvoltarea economico-socială a României .....	19
1.4. Concluzii .....	22
2. STUDIUL STĂRII TEHNICE A REȚELEI DE DRUMURI	
DIN JUDEȚUL SALAJ .....	27
2.1. Rețeaua de drumuri publice din județul Sălaj .....	27
2.1.1. Structura rețelei de drumuri publice din județul Sălaj .....	27
2.1.2. Condițiile de realizare a îmbrăcăminților bituminoase pe drumurile locale din județul Sălaj .....	28
2.2. Evoluția stării tehnice a rețelei de drumuri locale din județul Sălaj .....	31
2.2.1. Evoluția traficului rutier înregistrat pe rețeaua de drumuri locale din județul Sălaj .....	31
2.2.2. Zonele climaterice ale județului Sălaj .....	35
2.2.3. Clasificarea drumurilor locale din punct de vedere al importanței economico- sociale .....	35
2.2.4. Evoluția lucrărilor de întreținere și reparații curente executate pe drumurile cu îmbrăcămintă bituminoasă .....	38
2.2.5. Starea tehnică actuală a rețelei de drumuri locale din județul Sălaj .....	41

2.3. Evoluția stării de viabilitate a drumurilor locale cu îmbrăcămînți moderne din județul Sălaj .....	42
2.3.1. Principii de evaluare a stării de viabilitate a drumurilor locale cu îmbrăcămînți moderne .....	42
2.3.2. Evaluarea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînți moderne .....	45
2.4. Soluții propuse pentru îmbunătățirea viabilității drumurilor locale din județul Sălaj .....	57
2.4.1. Factori care condiționează stabilirea unui program de îmbunătățire a viabilității drumurilor locale din județul Sălaj .....	58
2.4.2. Criterii de bază pentru elaborarea soluțiilor de îmbunătățire a stării de viabilitate a drumurilor .....	58
2.4.3. Etapele propuse pentru realizarea lucrărilor de întreținere și reparații drumuri și caracteristicile acestora .....	63
2.4.4. Soluții propuse pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînți moderne .....	65
2.5 Concluzii și propuneri .....	72
3. MATERIALE LOCALE DIN JUDEȚUL SALAJ POSIBIL DE UTILIZAT IN TEHNICA RUTIERA .....	75
3.1. Agregate de balastieră din județul Sălaj utilizabile în tehnica rutieră .....	75
3.1.1. Agregate de balastieră extrase din râul Someș în zona orașului Jibou .....	76
3.1.1.1. Balastul de râu .....	76
3.1.1.2. Agregate sortate .....	83
3.1.2. Agregate de balastieră extrase din râul Someș la Benesat și prelucrate la Cehu Silvaniei .....	88
3.1.2.1. Balastul de râu .....	88
3.1.2.2. Agregate sortate .....	90
3.1.3. Agregate de balastieră extrase din Valea Agrijuului și prelucrate în Bodia .....	92



3.1.3.1. Balastul de râu .....	92
3.1.3.2. Agregate sortate .....	96
3.1.4. Agregate de balastieră extrase din Valea Băbiului și prelucrate la Almaș .....	99
3.1.4.1. Balastul de râu.....	99
3.1.4.2. Agregate sortate .....	100
3.1.5. Concluzii cu privire la agregatele de balas- tieră din județul Sălaj și posibilitățile de utilizare a acestora în tehnica rutieră .....	103
3.2. Agregate de carieră din județul Sălaj utilizabile în tehnica rutieră .....	107
3.2.1. Agregate produse în cariera Moigrad .....	107
3.2.1.1. Date geologice .....	108
3.2.1.2. Compoziția chimică a dioritului de Moigrad .....	109
3.2.1.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale dioritului din Cariera Moigrad .....	109
3.2.1.4. Domeniile de utilizare a pietrei sparte .....	109
3.2.1.5. Domeniile de utilizare a criblurilor ....	112
3.2.1.6. Concluzii cu privire la posibilitățile de utilizare în tehnica rutieră a agregatelor din Cariera Moigrad .....	114
3.2.2. Agregate produse în carierele Cuciulat și Letca .....	114
3.2.2.1. Date geologice .....	114
3.2.2.2. Compoziția chimică a calcarului din carierele Cuciulat și Letca .....	114
3.2.2.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor din carierele Cuciulat și Letca .....	115
3.2.2.4. Posibilități de utilizare a calcarului din Cariera Cuciulat și Letca în tehnica rutieră .....	115
3.3. Tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj .....	116
3.3.1. Caracteristicile petrografice și mineralogice ale tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj .....	116

3.3.2. Compoziția chimică a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj .....	117
3.3.3. Caracteristicile fizice ale tufului vulcanic măcinat de Mirșid .....	119
3.3.4. Mecanismul de întărire și activitatea în prezența varului a tufului vulcanic de Mirșid .....	119
3.3.5. Posibilități de utilizare în tehnica rutieră a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj .....	125
3.4. Filerul de calcar de Prodănești-Sălaj .....	125
3.4.1. Compoziția chimică a rocilor din Cariera Prodănești .....	125
3.4.2. Caracteristici fizico-mecanice ale filerului de calcar de la Prodănești-Sălaj .....	126
3.5. Concluzii și propuneri .....	128
4. TEHNOLOGII PENTRU ÎMBUNĂTĂȚIREA STĂRII DE VIABILITATE A DRUMURILOR CU ÎMBARACĂMINȚI MODERNE UTILIZÂND MATERIALE LOCALE DIN JUDEȚUL SALAJ. ....	131
4.1. Tehnologii tradiționale pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor utilizând agregate naturale locale din județul Sălaj .....	131
4.1.1. Tratamente bituminoase executate cu agregate de balastieră din județul Sălaj și emulsie bituminoasă .....	132
4.1.1.1. Alegerea și pregătirea sectoarelor în vederea realizării tratamentelor bituminoase .....	132
4.1.1.2. Materiale utilizate la realizarea tratamentelor bituminoase .....	134
4.1.1.3. Execuția lucrărilor de tratamente bituminoase .....	138
4.1.1.4. Observații privind comportarea în exploatare a tratamentelor bituminoase realizate cu pietriș obținut în balas- tierele R.A.D.P. Sălaj și emulsie bituminoasă cationică provenită de la Suplacu de Barcău .....	140
4.1.2. Straturi rutiere din mixturi asfaltice realizate cu agregate de balastieră din județul Sălaj și filer de calcar de la Prodănești-Sălaj .....	148

4.1.2.1. Prezentarea generală a sectoarelor propuse pentru realizarea lucrărilor de ranforsare .....	148
4.1.2.2. Soluții de realizare a straturilor de ranforsare .....	152
4.1.2.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale componentelor și ale amestecurilor asfaltice produse .....	154
4.1.2.4. Observații privind comportarea în exploatare a straturilor din amestecuri asfaltice cu agregate locale .....	158
4.2. Tehnologii noi experimentate în județul Sălaj .....	162
4.2.1. Straturi rutiere realizate din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj.....	162
4.2.1.1. Studii efectuate în laborator .....	163
4.2.1.2. Realizarea experimentală a stratului de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid .....	170
4.2.1.3. Urmărirea comportării în exploatare a sectorului experimental .....	177
4.2.1.4. Concluzii cu privire la realizarea stratului de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid ....	181
4.2.2. Straturi rutiere realizate din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj .....	182
4.2.2.1. Studii de laborator și realizarea probelor preliminare .....	183
4.2.2.2. Realizarea sectorului experimental .....	186
4.2.2.3. Urmărirea comportării în timp a sectorului experimental realizat pe DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră .....	190
4.2.2.4. Concluzii cu privire la producerea, punerea în operă și comportarea în exploatare a betonului rutier cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj .....	191
4.3. Concluzii cu privire la utilizarea materialelor locale din județul Sălaj în tehnica rutieră .....	196

5. CONTRIBUTII ORIGINALE LA ÎMBUNĂȚIREA TEHNOLOGIILOR	
DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII DRUMURI .....	199
5.1. Îmbunătățirea activității de administrare și întreținere a drumurilor prin conceperea unei modalități (metodologii) eficiente de culege- re, prelucrare și interpretare a informațiilor referitoare la starea tehnică a unui sector de drum .....	200
5.2. Modalități de utilizare a agregatelor naturale din județul Sălaj în activitatea de întreținere și reparații drumuri locale .....	202
5.3. Utilizarea filerului de calcar de la Prodănești- Sălaj la producerea mixturilor asfaltice .....	204
5.4. Utilizarea tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj la stabilirea agregatelor naturale destina- te straturilor rutiere.....	205
5.5. Realizarea straturilor rutiere din betoane de ciment cu adaos de tuf vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj .....	206
5.6. Concluzii finale.....	207
BIBLIOGRAFIE .....	209
ANEXE .....	220

## P R E F A T A

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

Evoluția drumurilor a contribuit esențial la evoluția societății favorizând dezvoltarea localităților și ridicarea gradului de civilizație.

Si în etapa actuală când schimburile comerciale și deplasarea oamenilor cunoaște o evoluție fără precedent, drumul este acela care trebuie să ofere siguranță, confort și eficiență celui care-l utilizează, să-i satisfacă nevoile spirituale, sociale și economice. Realizarea acestui deziderat este condiționată în mod deosebit de felul în care administratorul drumului poate asigura sau nu nivelul impus al stării tehnice a drumului.

Drumurile au cunoscut pe parcursul timpului perioade de avânt, de stagnare sau uneori chiar de regres. În aceste din urmă perioade, drumarii au fost cei care nu au cedat și care au fost într-o permanentă căutare a acelor soluții care măcar să conserve ceea ce a câștigat drumul în timp.

"Crisa" pe care România a cunoscut-o în perioada 1975-1990, manifestată prin lipsa combustibililor, a bitumului, a cimentului, necesare executării lucrărilor de drumuri a influențat negativ acest domeniu conducând la o înrăutățire a stării tehnice a drumurilor din întreaga țară.

În condițiile specifice județului **Sălaj**, autorul **sprijinit de colectivul** coordonat, dorind o păstrare a tradiției de drumar dobândită cu aproape 2000 de ani în urmă de către localnici prin participarea la construirea marilor drumuri romane, și-au canalizat preocupările spre găsirea unor soluții care să permită folosirea materialelor locale în procesul de întreținere și reparare a drumurilor, având drept scop menținerea lor la un nivel de viabilitate care să permită derularea în condiții normale a întregii activități economico-sociale din județ.

Astfel o primă preocupare a fost aceea a identificării posibilităților de utilizare a agregatelor naturale din sursele existente în județul Sălaj, în mod special cele din balastiere de pe râul Someș și văile Almaș, Agrij, Crasna și Barcău.

O a doua preocupare a constat în găsirea posibilităților de înlocuire a filerului de cretă cu un filer ce se poate obține prin măcinarea calcarului existent în cantități imense în județul Sălaj.

Cea de-a treia preocupare s-a canalizat în direcția valorificării tufului vulcanic de la Mirșid-Sălaj în tehnica rutieră.

Etaplele parcurse în realizarea celor mai sus amintite precum și rezultatele obținute sunt cuprinse în prezenta teză care este structurată în 5 capitole:

Cap.1 Considerații privind rețeaua de drumuri publice

Cap.2 Studiul stării tehnice a rețelei de drumuri cu îmbrăcămînți moderne din județul Sălaj

Cap.3 Materiale locale din județul Sălaj posibil de utilizat în tehnica rutieră

Cap.4 Tehnologii pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînți moderne utilizând materiale locale

Cap.5 Contribuții originale la îmbunătățirea tehnologiilor de întreținere și reparații drumuri

Teza cuprinde în sinteză studiile legate de caracteristicile materialelor locale existente în județul Sălaj precum și rezultatul utilizării acestora în tehnica rutieră, reliefat prin caracteristicile fizico-mecanice ale mînturilor asfaltice, ale agregatelor naturale stabilizate cu tuf vulcanic, ale betoanelor de ciment cu adaos de tuf vulcanic precum și prin comportarea în timp a straturilor rutiere realizate.

x

x x

Teza a fost elaborată sub îndrumarea directă a domnului prof. dr. ing. Laurențiu Nicoară, care a condus de altfel întreaga activitate de pregătire profesională prin doctorat a autorului. Recomandările și observațiile făcute în această perioadă de către conducătorul științific care are și o vastă experiență de producție au constituit un sprijin deosebit în susținerea examenelor, a referatelor, elaborarea tezei și în completarea pregătirii mele profesionale. Desfășurarea întregii activități s-a bazat în primul rînd pe relația om-om și în al doilea rînd pe relația om de știință-doctorand contribuind în acest fel atît la formarea mea ca specialist dar și ca om și pentru care îmi exprim profunda mea recunoștință.

**Mulțumesc cu respect comisiei de doctorat pentru munca depusă în vederea analizării tezei și pentru îndrumările permanente pe care mi le-a acordat.,**

Mulțumesc de asemenea d-lui prof. dr. ing. Virgil Haida, conf. dr. ing. Gheorghe Lucaci, șef lucrări dr. ing. Florin Belc din cadrul Catedrei de drumuri și fundații pentru sprijinul permanent acordat la pregătirea și susținerea examenelor, a referatelor și a prezentei lucrări.

Tin să mulțumesc cu profund respect și deosebită considerație d-nei dr. ing. Georgeta Fodor și colaboratorilor cu care am conlucrat pe parcursul a 8 ani pentru realizarea experimentărilor legate de utilizarea tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj.

Adresez mulțumiri d-nei dr. ing. Aurica Bilțiu pentru sprijinul tehnic și moral acordat în perioada de pregătire și elaborare a tuturor lucrărilor.

Tufurilor colegilor de la R.A.D.P. Sălaj împreună cu care am materializat multe idei în folosul drumurilor le adresez mulțumiri cordiale.

- Autorul -

## CAPITOLUL 1

### CONSIDERATII PRIVIND RETEAUA DE DRUMURI PUBLICE

Drumurile constituie o componentă importantă, a vieții economice și sociale a unui popor, influențând direct evoluția lui. În orice etapă de dezvoltare, orice localitate care a avut șansa să beneficieze de o cale de comunicație terestră a cunoscut o ascensiune, o dezvoltare rapidă.

Evoluția rețelei rutiere atât din punct de vedere a lungimii cât și din punct de vedere a stării tehnice a cunoscut în timp diferite ritmuri în funcție de politica generală care a fost dusă, în funcție de locul pe care a fost situat drumul în ansamblul activității economico-sociale și în funcție de obiectivele generale care au fost urmărite.

Experiența a demonstrat că drumurile sunt construcții care necesită o activitate de supraveghere, de întreținere permanentă pentru a putea să-și îndeplinescă rolul pentru care acestea au fost realizate. Abordarea diferențiată a drumului de la o etapă la alta și în special reducerea în anumite perioade a activității de întreținere, reparare și modernizare a rețelei a condus la scăderea nivelului stării tehnice a acestora cu influențe negative asupra desfășurării transporturilor rutiere și cu consecințe economice grave.

#### 1.1. Din istoricul drumurilor

Drumurile au fost, sunt și vor fi o mărturie grăitoare a vieții. Cum se dezvoltă viața așa se schimbă și drumul după nevoile omului și cu voința acestuia. Astfel drumurile au evoluat împreună cu orînduirile sociale de la simple poteci pînă la autostrăzile de astăzi, între căile de comunicații și modul de producție existînd o strînsă legătură, ceea ce a făcut ca istoria drumurilor să fie strîns legată de istoria popoarelor și să aibă începuturile în timpuri străvechi.

O contribuție esențială la dezvoltarea drumurilor a adus-o apariția schimburilor de produse ca urmare a separării meșteșugurilor de agricultură.

Descoperirile arheologice atestă că pe teritoriul țării noastre și pe cel al țărilor vecine, erau dezvoltate cărăușia și relațiile de schimb. În așezările dacice au fost descoperite perle de faianță provenind din spațiul greco-egiptean și perle de **chihlimbar** din zona Mării Baltice care denotă că Dacia era străbătută de drumurile de schimb.



Cercetările efectuate în cetățile dacice au pus în evidență o serie de trasee de acces și de legătură între acestea.

Dorința de acaparare a bogățiilor Daciei a condus la cucerirea acesteia de către romani, iar pentru realizarea acestui deziderat, au construit drumuri pentru că: "Nu era Traian să apuce peste munți și codri prin o țară necunoscută, așa ca să adauge la greutatea războiului și acelea ale drumului. Este deci mai mult decât sigur că Traian a trebuit să urmeze una dintre cele 3 căi care duceau de la Moesia peste Dunăre în Dacia, căile pe care se purta comerțul între cele 2 țări, pe unde se înșirau orașele Daciei și deci care trebuiau să ducă în modul cel mai direct și mai ușor către centrul Daciei".- arată A.D. Xenopol în "Istoria Românilor din Dacia Traiană" [40].

Apariția marelui imperiu roman a condus la crearea unei importante rețele de drumuri care realizau legătura acestuia cu Roma (29 de drumuri).

Sunt identificate 3 drumuri principale care au permis realizarea legăturii cu Dacia pornind de la Dunăre și ajungând la cel mai important nod rutier Apulum. Legătura cu cel mai nordic oraș al Daciei, Porolissum (Moigrad, lângă Zalău) era realizată prin prelungirea celui de-al doilea drum imperial pe traseul Dierna (Orșova) - Valea Cernei - Ad Mediam (Mehadia) - Tibiscum (Caransebeș) - Sarmisegetuza - Apulum - Potaisa - Napoca - Porolissum [40].

Intreaga rețea de drumuri din Dacia se lega prin podul lui Apollodor din Damasc construit în anul 104-105, după primul război dacic, peste Dunăre în dreptul orașului Drobeta-Turnu Severin [11], cu marele drum care ducea la Marea Nordului de-a lungul Dunării și a Rinului.

Stilpii militari care erau puși pentru marcarea distanțelor dovedesc și perioada în care a fost construit drumul. Unul dintre acești stilpi datînd din anul 108 după Hristos dovedesc că drumul de la Sarmisegetuza la Apulum și pînă la Napoca și Porolissum a fost construit la 2 ani după cucerirea Daciei. Un alt stilp militar arată reconstruirea porțiunii de drum Napoca - Porolissum în anul 165 și apoi refăcută în anii 211-217 în timpul împăratului Caracalla.

## 1.2. Drumul roman din cetatea dacică Porolissum

Construirea drumurilor a avut un efect benefic, contribuind la înfrumusețarea orașelor și a împrejurimilor acordîndu-se o atenție deosebită intrărilor în localități unde se făceau amenajări speciale, se executau monumente sau arcuri de triumf. Vasile Pîrvan în lucrarea sa "Cîteva cuvinte cu privire la organizarea provinciei Dacia Traiana" spune: "Toată opera de romanizare a

provinciilor imperiului nu se poate înțelege deplin decât nu înfățișăm mai întâi clar înaintea noastră colosala putere civilizatoare a căilor de comunicație nu numai la romani, dar în toate timpurile ... Tot ce știm despre Dacia Romană se sprijină pe scheletul căilor de comunicație și pe resturile instituțiilor civile și militare, care instituții nu au putut ele însele trăi o clipă măcar fără puternicul aparat circulator, dătător de viață al drumurilor" [40].

Județul Sălaj dispune de importante mărturii privitoare la tehnica realizării drumurilor, dovedind că romanii au fost cei mai iscusiți constructori de drumuri ai antichității iar regulile folosite de ei sunt valabile și astăzi la construirea drumurilor moderne iar sistemul întrebuințat și astăzi este în general sistemul roman, adică sistemul structurilor rutiere în straturi.

Drumul roman care poate fi văzut în cetatea Porolissum și în roma acesteia denotă faptul că tehnica realizării drumurilor a fost deosebit de bine stăpînită, atât în faza de concepere cît și în faza de execuție.

Observînd imaginile din figura 1.1 și 1.2 care reprezintă un tronson din drumul roman din vecinătatea cetății dacice Porolissum, se poate constata că în general traseul se desfășoară pe zone lipsite de umiditate, ferite de depunerile de zăpadă viscolită și cu expunere sudică.

Traseul este bine conturat evidențindu-se perfect partea carosabilă realizată care este prevăzută cu îmbrăcăminte din dale de piatră provenite din cariera Moigrad situată în vecinătate.



Fig. 1.1. Tronson din drum roman de la cetatea dacică Porolissum

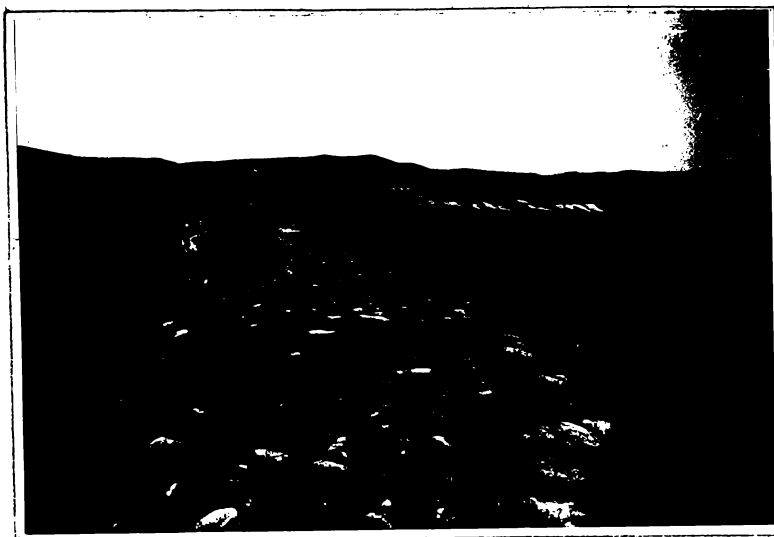


Fig. 1.2. Tronson din drumul roman de la cetatea dacică Porolissum

Stratul de rulare este realizat din dale masive de piatră (figura 1.3 și figura 1.4) iar marginile părții carosabile și axa drumului sunt bine conturate prin realizarea lor din blocuri de piatră a căror dimensiuni în plan ajung pînă la 60...70 cm iar grosimea atinge 40...50 cm. Elementele de încadrare sunt bine fixate și perfect aliniate consolidînd în acest mod sistemul rutier așa cum se poate observa în figura 1.4 și figura 1.5.

Intre elementele de încadrare și cele din axa drumului este realizat un pavaj din dale de piatră de dimensiuni mai mici, 40...50 cm, ușor de observat în imaginile din figura 1.6 și figura 1.4. Măiestria constructorului este dovedită de planeitatea suprafeței și stabilitatea construcției după aproape 2000 de ani.

Piatra folosită ca dale are cel puțin o față prelucrată iar cea folosită pentru încadrare are cel puțin 2 fețe prelucrate asigurînd astfel realizarea unei suprafețe de rulare plană și a unei margini drepte (figura 1.5).

Că drumurile romane au avut o contribuție esențială în procesul de înfrumusețare a orașelor, de ridicare a gradului de civilizație o dovedește modul în care este realizat ansamblul drum-clădiri. Clădirile erau perfect aliniate la o distanță mică față de drum, acordîndu-se o atenție deosebită dispozi-

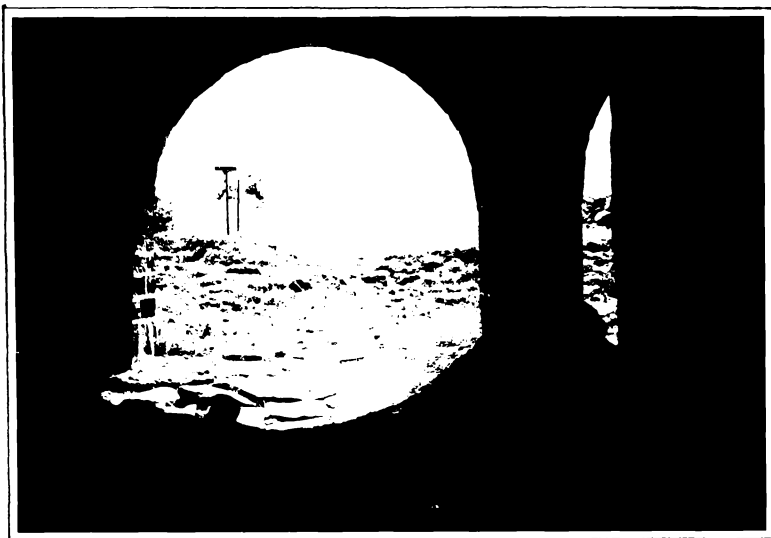


Fig. 1.3. Drumul roman din cetatea dacică Porolissum: stratul de rulare



Fig. 1.4. Drumul roman din cetatea dacică Porolissum: stratul de rulare și încadrarea drumului

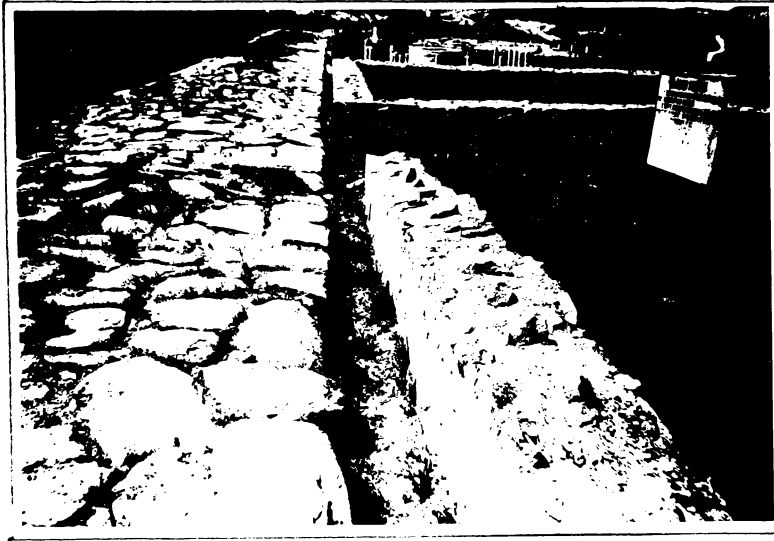


Fig. 1.5. Drumul roman din cetatea dacică Porolissum: încadrarea stratului de rulare și realizarea dispozitivelor de evacuare a apelor.



Fig. 1.6. Drumul roman din cetatea dacică Porolissum: suprafața de rulare și axa drumului.

tivelor de colectare și evacuare a apelor pluviale, lucru observabil în figura 1.5. În zona Clădirii publice sau a Clădirii sacre, zone accesibile tuturor locuitorilor orașului, dispozitivul de colectare și evacuare a apelor pluviale este conturat de elementele de încadrare a părții carosabile de pe o parte și peretele clădirii de cealaltă parte realizând un șanț dalat cu o adâncime de circa 40 cm și o lățime de 45 cm (figura 1.5).

Profilul transversal al drumului este în general realizat cu 2 pante de circa 3...4 %.

Deși dalele au forme și dimensiuni diferite, sunt astfel montate încât rosturile sunt destul de înguste iar țesătura este deosebit de bine realizată.

Spre deosebire de drumul care servește clădirile situate în afara cetății (Clădirea sacră, Clădirea publică), drumurile din interiorul cetății și în special cele din fața Clădirii comandamentului sunt lucrate mult mai îngrijit. Blocurile de încadrare ale părții carosabile sunt mari (50x60 cm) pentru consolidarea drumului, însă dalele sunt mai mici (30x40 cm) și mai uniforme ca mărime, formele sunt mai regulate iar rosturile mai înguste (1,5...2 cm) așa cum se poate observa și din imaginea prezentată în figura figurile 1.7 și 1.8.

Atât în interiorul cât și în exteriorul cetății drumurile au o lățime de 4,6 m permițând circulația pe 2 benzi distincte lucru dovedit și de existența a 3 fâgăge paralele, unul în axa drumului și câte unul de o parte și de alta a axei care coincid cu urma roților carelor (figura 1.4 și 1.6).

Pe drumul din exteriorul cetății adâncimea acestor fâgăge ajunge pînă la 4 cm ca o consecință a unei exploatare îndelungate.

Existența acestor drumuri care s-au păstrat aproape 2000 de ani, **dovedește existența unei tehnici de execuție pentru acele vremuri, foarte avansată și bine stăpînită.**

Extragerea și prelucrarea pietrei, montarea blocurilor și a dalelor cât și executarea celorlalte straturi au necesitat un imens volum de muncă și utilizarea unei forțe de muncă cunoscutoare a tehnicii de realizare a drumurilor. Este ușor de presupus că această forță de muncă (sclavi și armată) a fost în bună parte recrutată din așezările din zonă și care au rămas în continuare acolo păstrînd și tainele execuției acestor drumuri.

Trăinicia acestor drumuri, înfruntarea celor 2000 de ani de existență confirmă regula de bază folosită de romani, că "drumurile se construiesc pentru veșnicie" [42]; [43].

Timpul a făcut ca tehnica și arta execuției drumurilor romane să devină istorie.



Fig. 1.7. Drumul roman din cetatea dacică  
Porolissum: intrarea în Clădirea  
Comandamentului



Fig. 1.8. Drumul roman din cetatea dacică  
Porolissum: intrarea în Clădirea  
Comandamentului

### 1.3. Reconsiderarea rolului drumurilor în dezvoltarea economico-socială a României

Drumurile au evoluat diferențiat de la o etapă la alta de dezvoltare economico-socială a unei țări, în funcție de principalele obiective care au fost cuprinse în strategia de dezvoltare, și de importanța acordată acestui sector.

În România rețeaua de drumuri a cunoscut evoluții diferite.

În perioada 1980...1989 întreaga activitate de transporturi auto din România a fost subordonată direct ideilor de dezvoltare planificate a economiei naționale. Volumul de transport cu mijloace auto era stabilit în baza unor acte normative, urmărindu-se reducerea continuă a consumurilor de carburanți, stabilindu-se după diferite criterii ca distanțe optime, cele situate sub 10 km.

Dinamica transporturilor de mărfuri, analizată prin indicatorul milioane-tone-km și prin ponderea acestuia în volumul total este prezentată în tabelul 1.1, [102].

Tabel 1.1.

Dinamica transportului de mărfuri din România în perioada 1970...1989

Modul de transport	Anul			
	1970	1980	1985	1989
Feroviar	43.045 (47,3 %)	75.535 (39,5 %)	75.215 (34,9 %)	81.133 (29,3 %)
Auto	12.878 (12,7 %)	27.727 (14,5 %)	27.870 (13,1 %)	33.637 (11,9 %)
Maritim	34.490 (36,9 %)	80.264 (42,0 %)	103.417 (48,6 %)	156.247 (56,5 %)
Alte	3.222 ( 3,1 %)	7.613 ( 3,9 %)	7.251 ( 3,4 %)	6.267 ( 2,3 %)

Ca urmare a anulării măsurilor restrictive impuse transporturilor auto până în anul 1989 și trecerea la activități specifice economiei de piață, transporturile de mărfuri și călători în general și cele rutiere în special au devenit indispensabile procesului de creare de bunuri materiale. Astfel transporturile auto au fost reconsiderate și apreciate pentru anumite categorii de mărfuri ca fiind mult mai eficiente decât cele pe calea ferată, datorită operativității cu care mărfurile pot ajunge la destinație.

Studiile efectuate asupra modului de efectuare al transporturilor de mărfuri arată că în anul 1994, distribuția este cea prezentată în tabelul 1.2, [26].

Comparând elementele cuprinse în tabelul 1.1. cu cele din tabelul 1.2 se poate observa o evoluție spectaculoasă a transportului rutier de mărfuri.



Tabel 1.2.

Distribuția modală a transportului de mărfuri în anul 1994

Modul de transport	în	
	România	Țările europene
Rutier	87,3	77,4
Feroviar	9,8	13,0
Fluvial	0,5	9,6
Maritim	1,2	-

Având în vedere cerințele de transport rutier, determinate de creșterea schimburilor și relațiilor internaționale, de dezvoltare a turismului, de necesitățile sporite de mobilitate a oamenilor se conturează rolul tot mai important al drumurilor, care să permită desfășurarea transportului auto în condiții de siguranță, confort și economicitate.

În ceea ce privește evoluția traficului rutier generat de evoluția economiei naționale precum și evoluția transporturilor internaționale, studiile prevăd o creștere spectaculoasă a numărului de autovehicule în perioada imediat următoare conform celor prezentate în figura 1.9 (numai pentru drumurile naționale) [26].

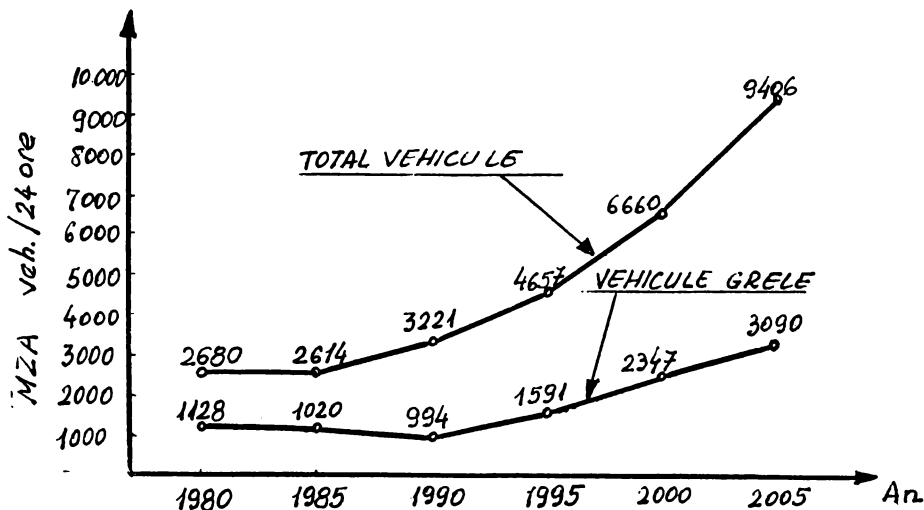


Fig. 1.9. Evoluția traficului rutier pe rețeaua de drumuri naționale.

Se poate remarca o creștere importantă a traficului greu, principalul generator al solicitărilor intensive a rețelei de drumuri, factor ce trebuie avut în vedere în mod deosebit în analizarea stării tehnice a rețelei și în stabilirea strategiei de dezvoltare a rețelei de drumuri.

Abordarea rețelei rutiere actuale este prima etapă în procesul de asigurare a condițiilor necesare desfășurării activităților în domeniul social-economic. Abordarea este impusă cu stringență atât de evoluția traficului rutier cât și de starea tehnică actuală necorespunzătoare a rețelei rutiere.

Este știut faptul că drumurile, spre deosebire de alte construcții, au durata de exploatare a principalului element constructiv, înbrăcămintea rutieră, foarte redusă, de numai 10...15 ani, ceea ce face necesară executarea unor lucrări care să permită aducerea caracteristicilor drumului la nivelul impus de utilizator.

Durata de exploatare poate fi prelungită sau scurtată ca urmare a contribuției unor factori determinanți:

- evaluarea cât mai corectă a condițiilor de exploatare a **structurilor** rutiere, evaluare ce se face în faza de proiectare;
- respectarea în cel mai înalt grad a calității procesului tehnologic la realizarea structurilor rutiere;
- cunoașterea modului de **comportare** a materialelor în condițiile de exploatare specifice zonei respective;
- executarea lucrărilor de întreținere preventivă și curativă a structurilor rutiere.

Umăririi comportării în timp a structurilor rutiere este unul dintre atributele principale ale administratorului drumului și care permite conceperea unei strategii atât pe termen lung cât și pe termen scurt care să aibă în vedere nu numai menținerea drumului în starea inițială ci și adaptarea caracteristicilor sale pentru satisfacerea cerințelor impuse de traficul rutier în permanentă evoluție.

Starea tehnică actuală a rețelei rutiere, cunoașterea evoluției posibile pentru perioada următoare, precum și **influența** acestora asupra traficului rutier și prin acesta **asupra** întregii activități economico-sociale face ca drumurile să necesite o abordare mai elaborată decât în anii anteriori.

Reconsiderarea drumurilor ca factor principal în dezvoltarea economică și socială este generată și de analiza și interpretarea indicilor calitativi ai rețelei rutiere din România și din alte țări europene. Astfel la nivelul anului 1990, situația drumurilor publice din România se prezenta astfel [ 26 ] ;

- densitatea rețelei rutiere publice este de 0,64 km/km<sup>2</sup> teritoriu și este printre cele mai scăzute din Europa (figura 1.10);
- numărul de kilometri de drumuri publice raportat la 1000 locuitori este de 6,6 km, situând România pe locul 15 în Europa (figura 1.11);
- numărul de kilometri de drumuri publice cu îmbrăcămînți moderne raportat la 1000 locuitori este de 1,98 km, România situîndu-se pe ultimul loc în Europa (figura 1.12);
- lungimea autostrăzilor din România este de 113 km, România situîndu-se pe penultimul loc din Europa;
- drumuri cu durata de exploatare depășită:
  - drumuri naționale 74 %;
  - drumuri locale 69 %;

indicator calitativ care nici nu apare în statisticile internaționale în mod curent [26].

Este de remarcă faptul că din punctele de vedere mai sus arătate, România se situează spre finalul oricărui clasament, situație care trebuie să constituie suportul unei gândiri, a unei strategii atât la nivel național cît și la nivel județean.

#### 1.4. Concluzii

Tinînd cont de starea actuală a rețelei rutiere precum și de poziția ocupată de România prin prisma indicilor calitativi ai drumurilor, este necesară o abordare a acestora pe 2 planuri:

- a) executarea în primă fază a acelor lucrări (de întreținere și reparații) care să conducă la oprirea avansării degradărilor, iar în faza următoare să fie executate acele lucrări care să conducă la mărirea capacității portante a structurilor rutiere și îmbunătățirea elementelor geometrice ale drumului;
- b) modernizarea rețelei de drumuri prin aplicarea de îmbrăcămînți rutiere moderne.

Abordarea rețelei rutiere este dificilă datorită în primul rînd resurselor financiare reduse din această perioadă, în special a celor destinate drumurilor locale, motiv pentru care acestea necesită o abordare diferențiată față de drumurile naționale.

Importanța drumurilor locale este determinată în egală măsură de factorul economic și de factorul social, ceea ce impune ca o strategie bine elaborată să răspundă cerințelor economice și sociale a unei zone, a unui județ.

În condițiile mai sus arătate, drumurile locale, în cazul de față cele din județul Sălaj, au o singură șansă de a fi salvate de la o degradare totală și anume aceea de a executa în etapa actuală un volum cît mai mare de lucrări, adoptînd tehnologii și soluții de utilizare și valorificare superioară a materiale-

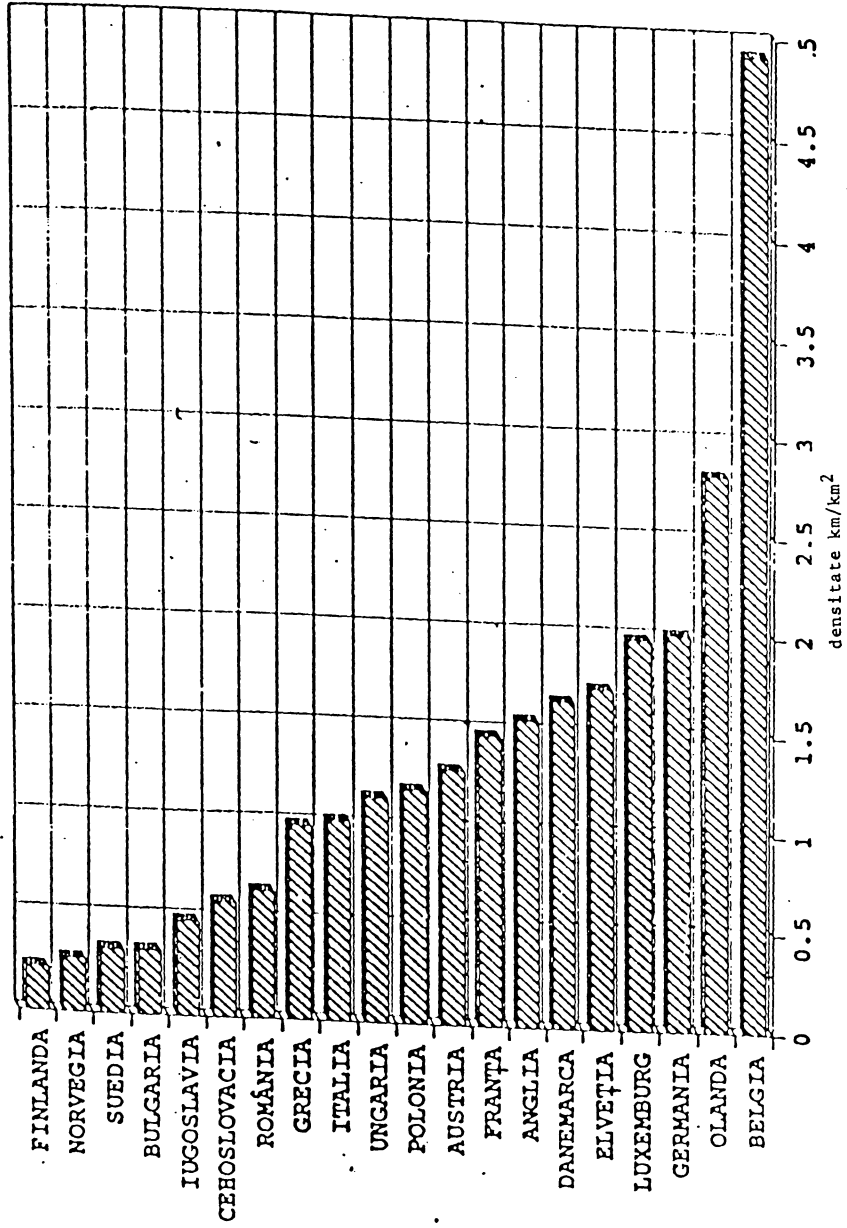


Fig. 1.10 Densitatea rețelei de drumuri publice

Țară

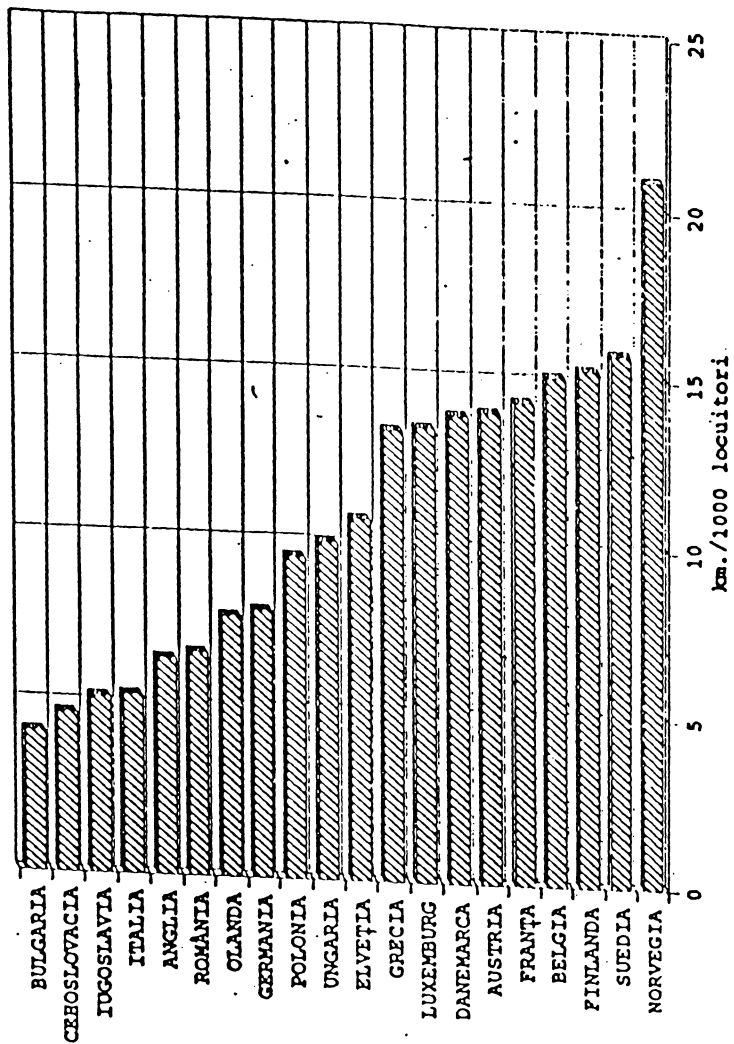


Fig. 1.11 Densitatea rețelei de drumuri publice

Țara

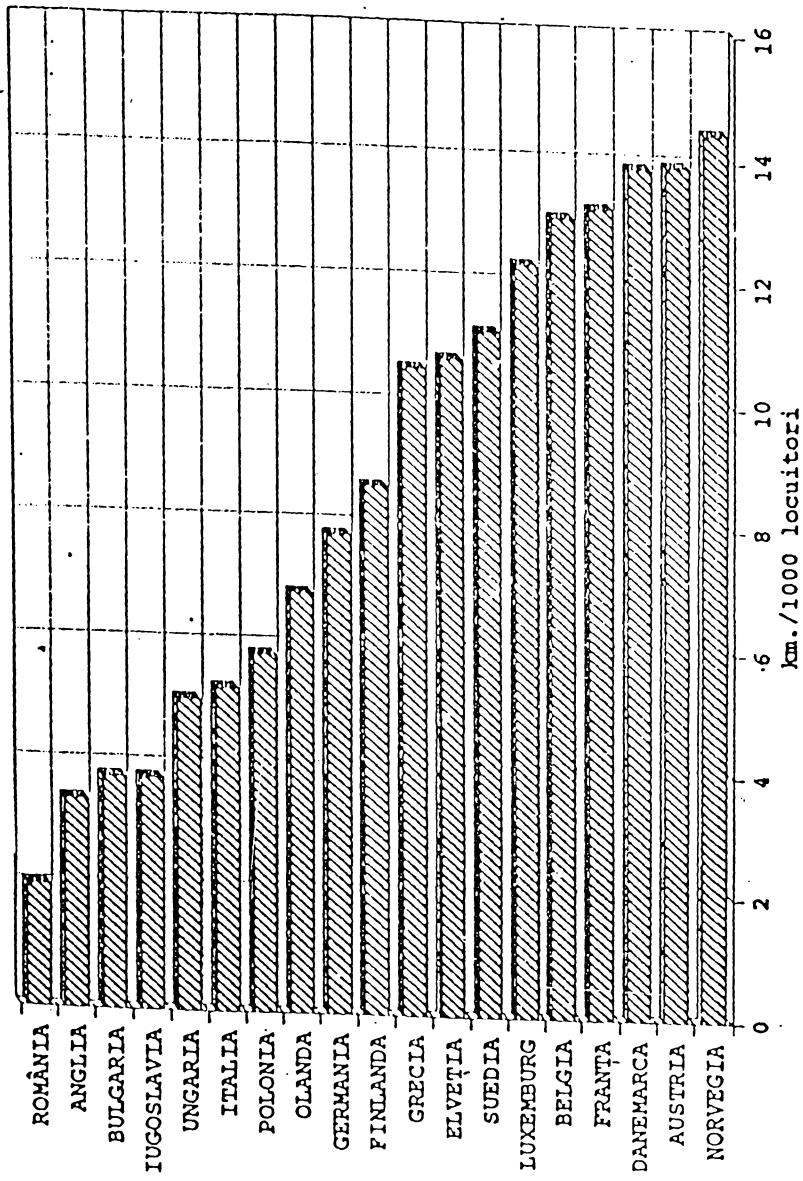


Fig.1.12 Densitatea rețelei de drumuri publice cu îmbrăcăminți moderne

Fig. 1.12

lor locale.

Adaptarea acestor tehnologii este posibilă numai atunci când acestea sunt rezultatul unor studii permanente a rețelei rutiere, a materialelor și a tehnologiei propriu-zis.

Dacă la nivelul țării, pentru drumurile naționale este elaborată o strategie ca urmare a reconsiderării rolului drumurilor în economia națională, la nivel județean este greu de elaborat o strategie pe termen lung pentru drumurile locale, datorită faptului că nu pot fi evaluate influențele tuturor factorilor asupra activității de drumuri.

În aceste condiții și programele anuale suferă modificări, încercînd o permanentă prioritizare a lucrărilor trecînd pe primul loc întreținerea și repararea drumurilor iar ranforsarea structurilor rutiere existente și modernizarea drumurilor să fie făcută pe măsura asigurării condițiilor necesare.

În consecință se impune o studiere permanentă a comportării rețelei și o corelare continuă a posibilităților de executare a lucrărilor cu necesitățile determinate de starea rețelei. Un astfel de mod de lucru va fi prezentat în cele ce urmează.

## CAPITOLUL 2

### STUDIUL STĂRII TEHNICE A REȚELEI DE DRUMURI CU ÎMBRĂCĂMIȚI MODERNE DIN

#### JUDEȚUL SALAJ

Caracteristicile drumului alături de cele ale traficului rutier sunt informații esențiale pe care administratorul rețelei trebuie să le dețină în orice moment, să cunoască dinamica acestora precum și relația dintre ele în vederea definirii stării lor tehnice actuale și a anticipării evoluției acestora, a gândirii activităților ce trebuie întreprinse pentru a răspunde cât mai bine cerințelor utilizatorilor. În acest sens studierea permanentă, cu mijloacele tehnice disponibile, este una dintre principalele laturi ale activității de administrare și întreținere a drumurilor.

Informațiile obținute cu privire la răspunsul pe care drumul îl dă solicitărilor din trafic permite conturarea activității de întreținere, ranforsare sau dezvoltare a rețelei rutiere.

#### 2.1. Rețeaua de drumuri publice din județul Sălaj

În prezenta lucrare, prin drumuri publice sunt definite drumurile interurbane deschise traficului rutier care se desfășoară în condiții normale. În consecință au fost cuprinse în această categorie drumurile naționale, județene și comunale din raza județului Sălaj, indiferent de tipul, starea suprafeței de rulare sau importanța economico-socială a traseului.

##### 2.1.1. Structura rețelei de drumuri publice din județul Sălaj

La începutul anului 1993 rețeaua de drumuri publice interurbane însuma 1404 km. În funcție de lungimea rețelei cu îmbrăcăminti moderne situația se prezintă conform tabelului 2.1, acoperind teritoriul județului conform figurii 2.1.

Rețeaua de drumuri acoperă în mod uniform întreaga suprafață a județului asigurând o legătură bună a reședinței de județ cu principalele centre economico-sociale precum și cu județele vecine.

Drumurile importante se desfășoară pe cursul văilor evitând de multe ori formele de relief înalte ceea ce face ca legătura între diferitele zone ale județului să se realizeze prin trasee ocolitoare.



Tabel 2.1.

Situația rețelei de drumuri din județul Sălaj la începutul anului 1993

Categorii drumurilor	Lungimea totală	Drumuri cu îm- brăcăminți ru- tieră modernă	Drumuri pietruite	Drumuri de pământ
	km	%	%	%
Drumuri naționale	276	100	-	-
Drumuri județene	488	78,49	20,70	0,81
Drumuri comunale	640	13,12	66,09	20,79

2.1.2. Condiții de realizare a îmbrăcăminților  
bituminoase pe drumurile locale din  
județul Sălaj

Aplicarea îmbrăcăminților bituminoase pe drumurile județene și comunale s-a realizat în perioada 1965...1985, volumul mare de lucrări fiind între anii 1968...1980, îndeosebi după reorganizarea teritorială și reapariția județului Sălaj prin cuprinderea în aceasta a unor zone din fostele regiuni Crișana, Cluj și Maramureș.

Criteriul care a stat la baza programului de realizare a drumurilor cu îmbrăcăminți moderne a fost acela de a asigura o legătură a reședinței de județ, Zalău cu fiecare centru de comună și apoi cu județele vecine.

În perioada 1970...1975 au fost aplicate îmbrăcăminți bituminoase anual pe circa 30...35 km, program care a fost semnificativ diminuat spre anii 1980 ca apoi să fie aproape anulat datorită "crizei energetice", a unei "importanțe mai reduse" a unor centre de comună, iar drumurile au fost considerate ca "obiective neproductive".

La sfârșitul anului 1994 încă mai existau 2 centre de comună. Camăr și Halmășd pe DJ.109P care nu aveau asigurată legătura printr-un drum cu îmbrăcăminți modernă.

Soluțiile tehnice aplicate la realizarea acestor lucrări au fost dintre cele mai modeste.

A fost valorificată zestrea drumurilor existentă în etapa în care s-a lucrat, procedându-se la o lărgire acolo unde a fost cazul pentru a putea asigura o lățime a părții carosabile de 5,5 respectiv de 6,0 m.

În final structura rutieră a fost cea prezentată în figura 2.2. având în componență următoarele straturi:

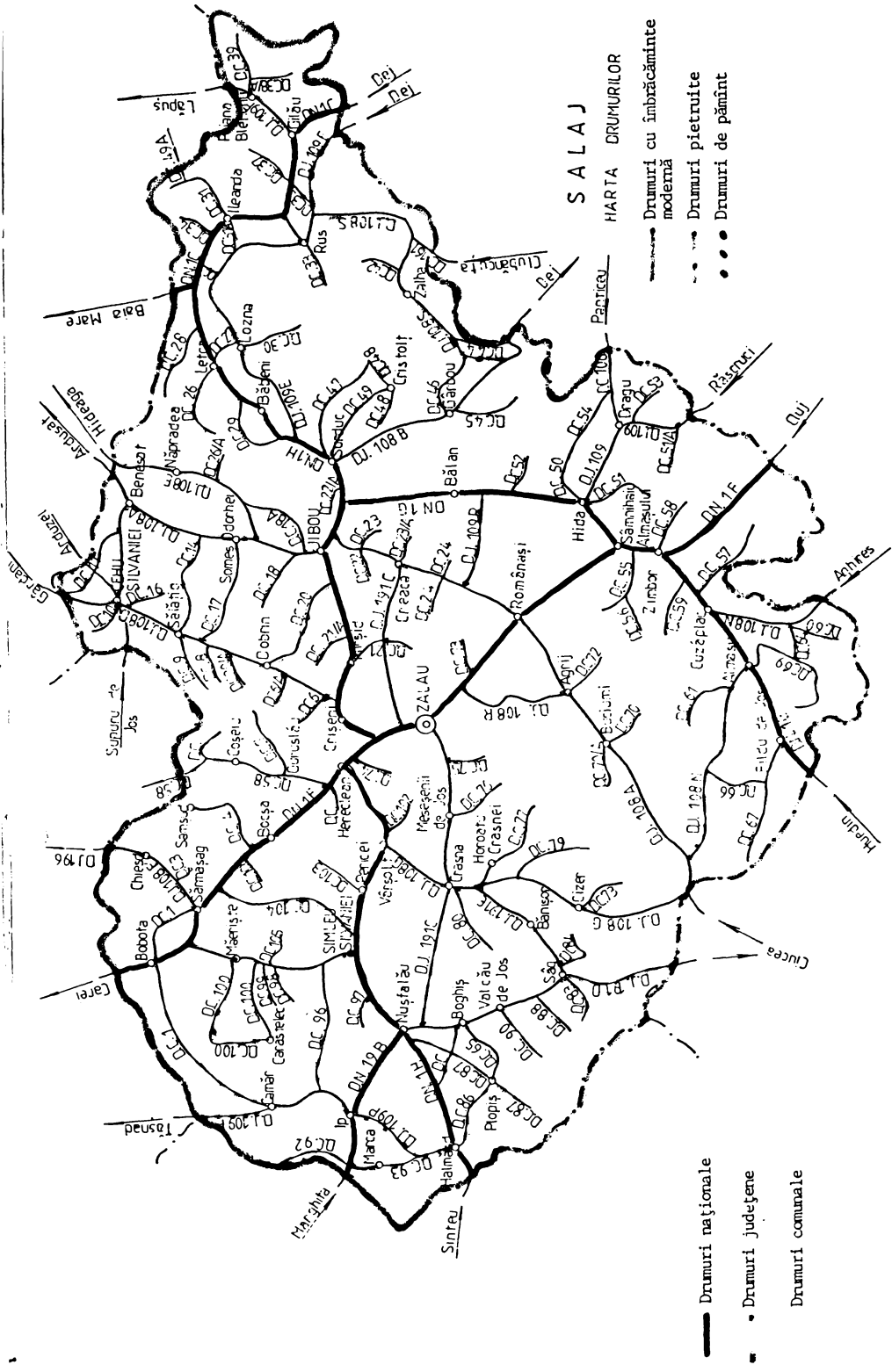


Fig. 2.1 Rețeaua de drumuri publice din județul Sălaj

- mortar asfaltic realizat cu nisip bituminoas ..... 2,5 sau 3,0 cm
- anrobat bituminos realizat din balast de rîu ..... 4,0 cm
- macadam sau uneori un simplu strat de piatră spartă cilindrată ..... 8...10 cm
- stratul de fundație realizat din pietruirea (balastarea) existentă completată cu material pietros din surse locale..... max. 30 cm

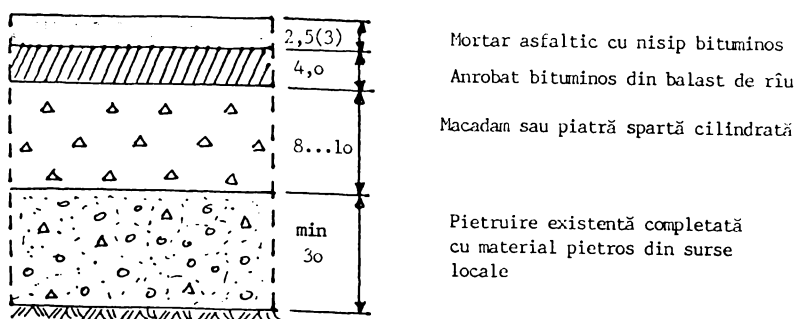


Fig. 2.2. Structura rutieră realizată prin aplicarea îmbrăcăminților bituminoase ușoare pe drumurile locale din județul Sălaj

Nu a fost făcută o dimensionare riguroasă a grosimii straturilor, au fost avute în vedere doar calculele făcute de un institut de specialitate pentru un anumit sector și care au fost apoi generalizate.

Județul Sălaj era slab dezvoltat din punct de vedere economic, volumul de transport era mic iar ca mijloace de transport au predominat autovehiculele cu încărcătură utilă de pînă la 5 tone ceea ce a susținut realizarea unor structuri rutiere destul de suple și cu o capacitate portantă redusă.

Cele arătate mai sus au condus la realizarea altor două tipuri de structuri cu o grosime a straturilor bituminoase mai redusă cum ar fi:

- macadam semipenetrat peste o pietruire existentă corectată cu material pietros;
- anrobat bituminos într-un singur strat peste pietruirea (sau balastarea) existentă corectată cu material pietros din surse locale.

Mixturile asfaltice utilizate au fost în general realizate pe bază de nisip bituminos și agregate locale.

În baza normativelor lucrărilor de întreținere și reparații drumuri, îmbrăcămintea realizată era încadrată în categoria lucrărilor de întreținere perfecționată sub denumirea inițială de "îmbrăcăminte bituminoasă ușoară".

Lucrările au fost realizate în exclusivitate manual iar mixturile asfaltice au fost preparate în instalații de tip A.N.G. fără sistem de dozare automată.

## 2.2. Evoluția stării tehnice a rețelei de drumuri locale din județul Sălaj

Structurile rutiere realizate în "perioada de avânt" respectiv 1970...1975 au răspuns cerințelor impuse de traficul rutier din perioada respectivă, dar nu a fost avută în vedere evoluția caracteristicilor mijloacelor de transport de peste 15...20 de ani.

Apariția mijloacelor de transport cu sarcină pe osie care depășește de 2,5...3 ori sau chiar mai mult sarcina pe osie a mijloacelor de transport existente în județul Sălaj în anii 1970 au condus la apariția unor fenomene nedorite pe rețeaua de drumuri cu îmbrăcăminți bituminoase ușoare.

Evaluarea acestor efecte precum și luarea măsurilor de refacere sau de prevenire a degradărilor îmbrăcăminții rutiere presupune o studiere a traficului rutier și a stării actuale a structurii rutiere pe fiecare traseu și care vor fi prezentate în cele ce urmează .

### 2.2.1. Evoluția traficului rutier înregistrat pe rețeaua de drumuri locale din județul Sălaj

Ultimele înregistrări ale traficului rutier au fost efectuate în anul 1990, nemaifăcându-se verificări în perioada 1992...1993. Înregistrările s-au făcut manual, conform programului întocmit de Administrația Națională a Drumurilor și Institutului de Cercetări în Transporturi . În urma prelucrării datelor se poate constata o mare varietate a valorilor de trafic, cele mai mari fiind înregistrate pe drumurile

Tabel 2.2.

Evoluția traficului rutier pe rețeaua de drumuri județene  
(M.Z.A.)

Nr. crt	Drum	Postul	Autovehicule fizice		Autoturisme		Vehicule etalon	
			1990	1995	1990	1995	1990	1995
1	DJ 108 A	25+585	638	870	1030	1389	615	921
2		34+500	601	813	1033	1389	746	1069
3		46+850	738	1014	1148	1575	930	1247
4		52+250	1006	1451	1658	2462	2603	3697
5		68+250	1107	1458	1484	1915	2639	3557
6	DJ 108 B	10+700	350	491	510	727	232	374
7	DJ 108 D	14+810	1118	1636	1774	2679	1894	3040
8		24+200	979	1348	1387	1918	548	924
9	DJ 108 E	5+950	1108	1459	1426	1817	422	532
10	DJ 108 F	8+300	737	1062	1104	1632	857	1425
11		25+000	472	645	713	961	584	637
12	DJ 108 G	11+050	748	983	1168	1475	483	574
13		24+600	951	1263	1471	1916	717	967
14	DJ 108 N	11+700	474	655	685	954	456	649
15	DJ 108 R	6+200	756	1041	1114	1520	328	636
16	DJ 108 S	5+600	559	763	821	1118	481	676
17	DJ 109	40+400	692	925	998	1302	198	292
18	DJ 109 E	24+800	605	793	947	1192	120	187
19		50+200	286	394	445	616	224	332
20	DJ 109 P	5+000	516	717	848	1184	629	1004
21		13+500	483	609	829	993	405	562
22	DJ 109 R	3+900	370	506	608	824	415	548
23	DJ 191 C	9+350	549	709	853	1049	153	202
24		21+950	1429	2075	1981	2930	1097	1875
25		40+700	911	1295	1219	1758	1316	1714
26	DJ 191 D	6+450	1029	1417	1383	1904	458	919
27		16+700	427	593	680	947	455	654
28	DJ 191 E	2+750	996	1345	1451	1936	886	1247
29	DJ 196	35+900	583	804	804	1103	327	528

care fac legătura între principalele localități și sunt cuprinse în tabelul 2.2. și figura 2.3.

Se poate observa că arterele care leagă reședința de județ cu orașele Jibou, Cehu Silvaniei precum și cele care asigură legătura unor zone fără cale ferată, suportă un trafic intens și eterogen, depășind 1000 vehicule fizice/zi iar numărul vehiculelor etalon A13 fiind de 2369/zi.

Valorile medii de trafic pe rețeaua de drumuri județene din Sălaj determinate pentru anul 1990 și evaluate pentru anul 1995 sunt cuprinse în tabelul 2.3.

Tabel 2.3.

Valorile medii de trafic pe rețeaua de drumuri județene din județul Sălaj

Anul	Vehicule fizice/zi	Vehicule etalon A13/zi
1990	706	695
1995	vehicule 970	948
	% 137,4	136,4

Analizînd valorile cuprinse în tabelul 2.2 se poate constata că raportul între valoarea minimă și maximă este de 1:10 în cazul vehiculelor etalon și 1:3 în cazul vehiculelor fizice, indicînd astfel o mare eterogenitate a traficului rutier.

Comparînd valorile traficului mediu zilnic exprimate în vehicule etalon A13 și cele exprimate în vehicule fizice se poate constata că raportul acestora variază foarte mult, astfel :

- DJ. 108A	km. 52+250	$\frac{2603}{1006} = 2,59$
- DJ. 108A	km. 68+500	$\frac{2639}{1107} = 2,38$
- DJ. 108E		$\frac{422}{1108} = 0,38$
- DJ. 109		$\frac{198}{692} = 0,28$
- DJ. 109E	km. 24+800	$\frac{120}{605} = 0,198$

Se poate constata că pe unele trasee traficul este relativ intens iar o pondere foarte mare o au autovehiculele grele comparativ cu altele pe care traficul este redus iar vehiculele grele au o pondere foarte mică.

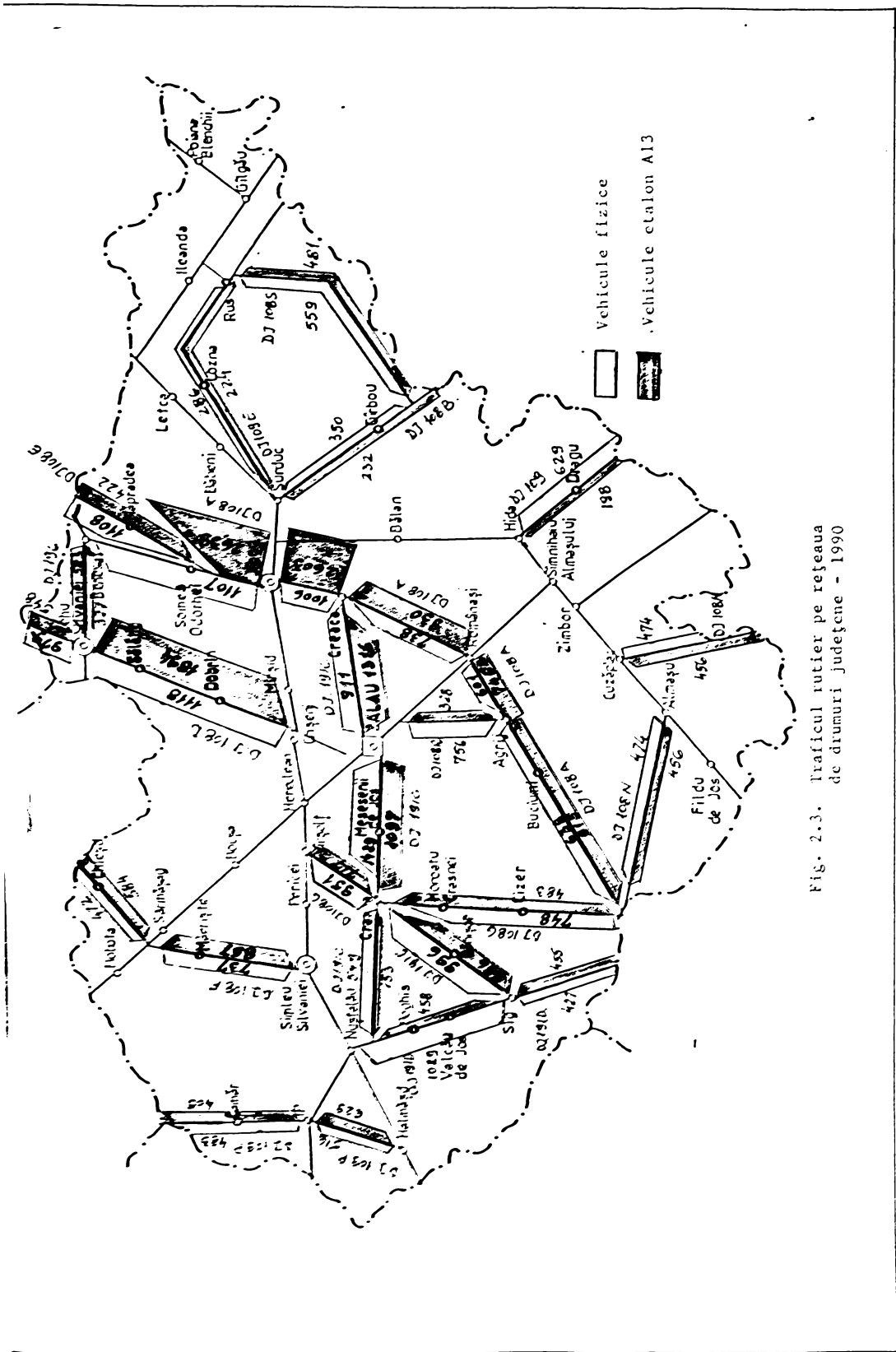


Fig. 2.3. Traficul rutier pe rețeaua de drumuri județene - 1990

### 2.2.2. Zonele climaterice ale județului Sălaj

Factorii de climă variază foarte mult de la o zonă la alta. În zona de est, sud-est și sud predomină zona muntoasă cu condiții climatice specifice : precipitații mai abundente, temperaturi scăzute și expuneri la soare mai reduse.

În zona centrală și de nord predomină zona deluroasă cu o climă mai moderată.

În zona de vest și nord-vest se face trecerea de la deal la câmpie unde perioadele călduroase sunt mai lungi, iernile sunt mai scurte și mai sărace în zăpadă.

În figura 2.4. este prezentată zona județului Sălaj din punct de vedere al factorilor de climă.

Efectele factorilor de climă asupra structurilor rutiere sunt semnificative cu atât mai mult cu cât în unele din aceste zone se suprapun peste efectele traficului mai intens și mai greu.

### 2.2.3. Clasificarea drumurilor locale din punct de vedere al importanței economico-sociale

Din punct de vedere al importanței economico-sociale, rețeaua de drumuri locale din județul Sălaj poate fi împărțită în 4 categorii (figura 2.5.)

a) Drumuri de importanță I, care converg spre reședința de județ, realizează o legătură între aceasta și principalele centre economico-sociale ale județului. Pe aceste trasee valorile de trafic sunt mai mari și ele constituie singura variantă de legătură.

b) Drumuri de importanță II, care asigură legătura unor centre de comună cu rețeaua principală sau realizează legătura cu județele vecine, valorile de trafic sunt mai reduse, în definirea importanței predomină factorul social.

c) Drumuri de importanță III, care realizează legătura localităților și în special a centrelor de comună mai mici și mai puțin importante.

d) Drumuri de importanță IV, care cuprind drumurile ce asigură legătura centrelor de comună cu localitățile aparținătoare. Acestea sunt în general pietruite sau de pământ din rîndul celor comunale.



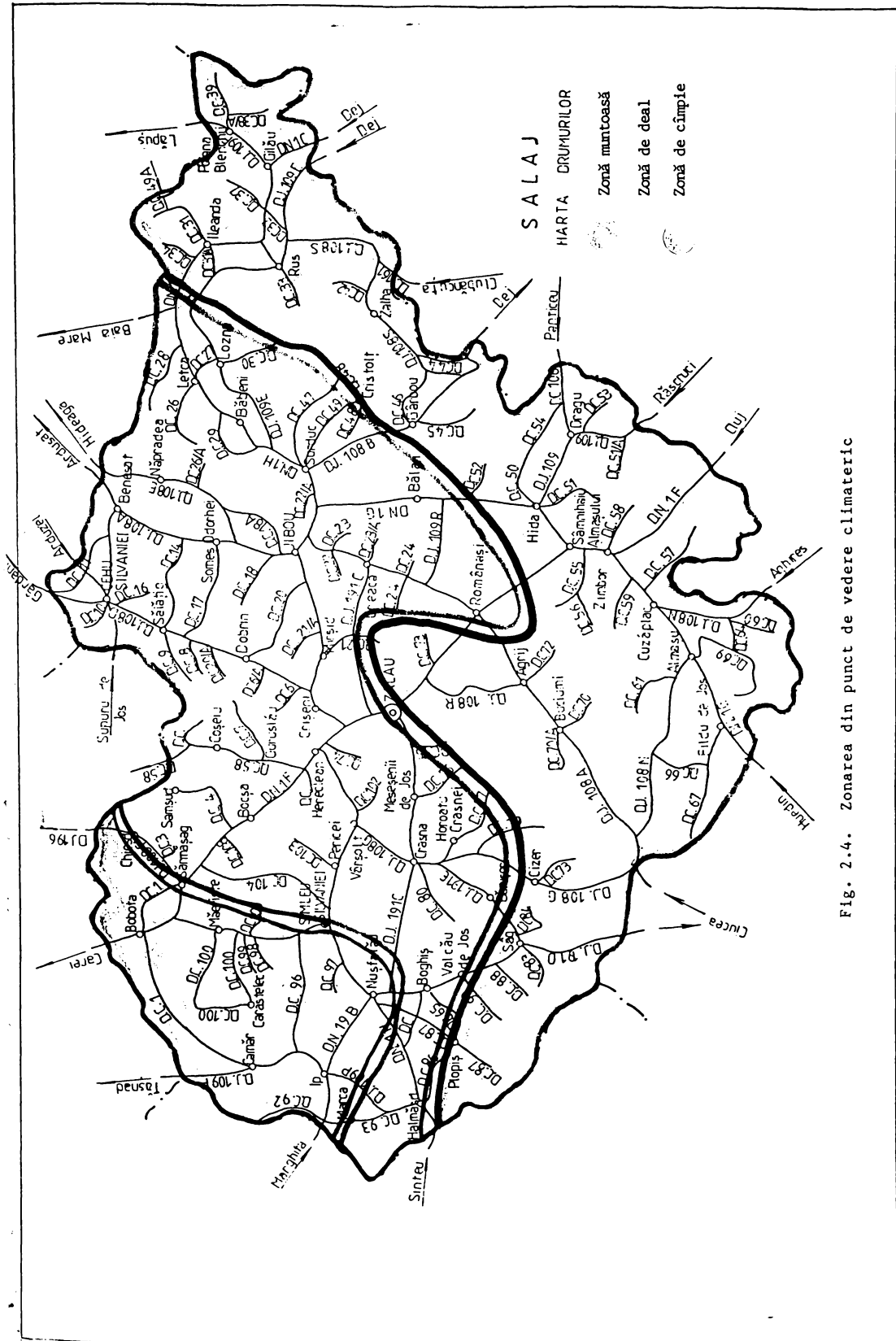


Fig. 2.4. Zonarea din punct de vedere climateric



Impărțirea în cele 4 categorii nu s-a făcut pe baza valorilor unor caracteristici ci pe baza unor criterii de natură economico-socială mai mult sau mai puțin cuantificabile. S-au avut în vedere posibilitățile de colectare sau de difuzare a traficului rutier spre un număr cât mai mare de localități sau spre județele limitrofe. S-a urmărit de asemenea dacă zona are sau nu alte căi de comunicații terestre (drum național sau cale ferată). De foarte multe ori a predominat componenta socială în definirea nivelului importanței.

#### 2.2.4. Evoluția lucrărilor de întreținere și reparații curente executate pe drumurile cu îmbrăcăminti bituminoase

Incepînd cu anul 1980, lucrările de întreținere și reparații drumuri au fost afectate negativ atît de așa zisa criză energetică cît și de nealocarea de fonduri pentru acest sector considerat ca neproductiv. Activitatea s-a redus la executarea lucrărilor de plombări și la un volum foarte mic de tratamente bituminoase și covoare asfaltice.

Evoluția lucrărilor este prezentată grafic în figura 2.6.

Analizînd volumul de lucrări executate începînd cu anul 1988 se pot constata următoarele:

a) volumul lucrărilor de ranforsare a fost destul de redus pînă în anul 1990, apoi a scăzut considerabil în anii 1992-1993. Dacă în anul 1989 se executau lucrări de ranforsare pe 4 %, în anul 1990 pe 4,5 %, în anul 1992 se executau lucrări doar pe 1,7 % iar în anul 1993 doar pe 1,3 % din rețea, ceea ce a determinat ca la sfîrșitul anului 1993 să se înregistreze 306 km de drumuri cu durată de exploatare depășită și pe care nu s-au executat lucrările de ranforsare necesare, reprezentînd 65,2 % față de numai 55,4 % cît era la sfîrșitul anului 1992. În condițiile anului 1992 și 1993 rețeaua poate fi ranforsată în circa 67 de ani. Evoluția rețelei cu durată de exploatare depășită este reprezentată grafic în figura 2.7;

b) volumul lucrărilor de tratamente bituminoase s-a situat în jurul nivelului de 40 km/an reprezentînd 8...9 % din lungimea rețelei de drumuri asfaltate ceea ce înseamnă că pe rețea se pot executa asemenea lucrări o dată la 10 ani. Afirmatia este valabilă din punct de vedere teoretic, dar ținînd cont de faptul că lucrările de ranforsare nu se pot executa la timp pe sectoarele de importanță I, tratamentele bituminoase trebuie refăcute după 4-5 ani, ceea ce înseamnă că în condițiile executării

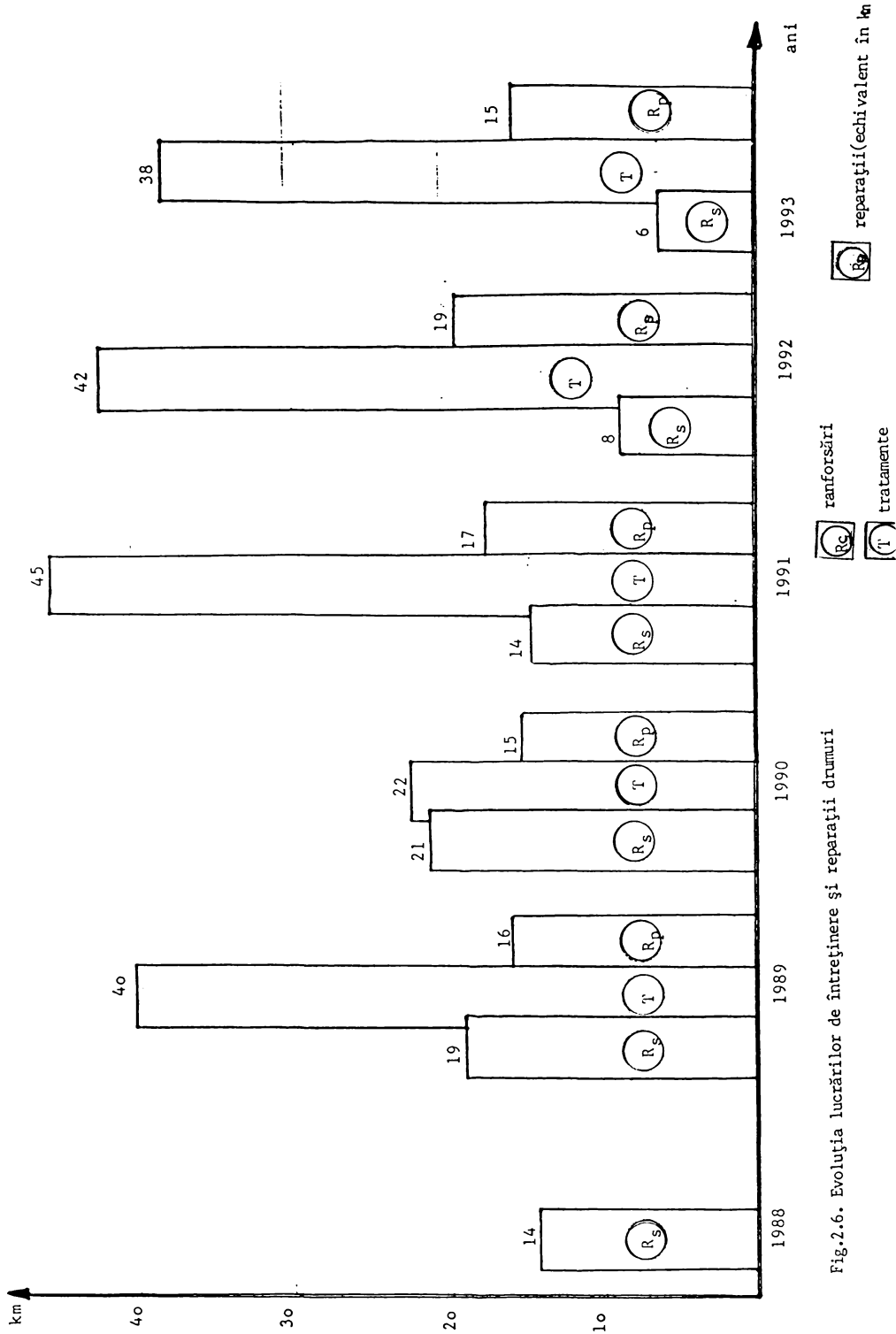


Fig.2.6. Evoluția lucrărilor de întreținere și reparații drumuri

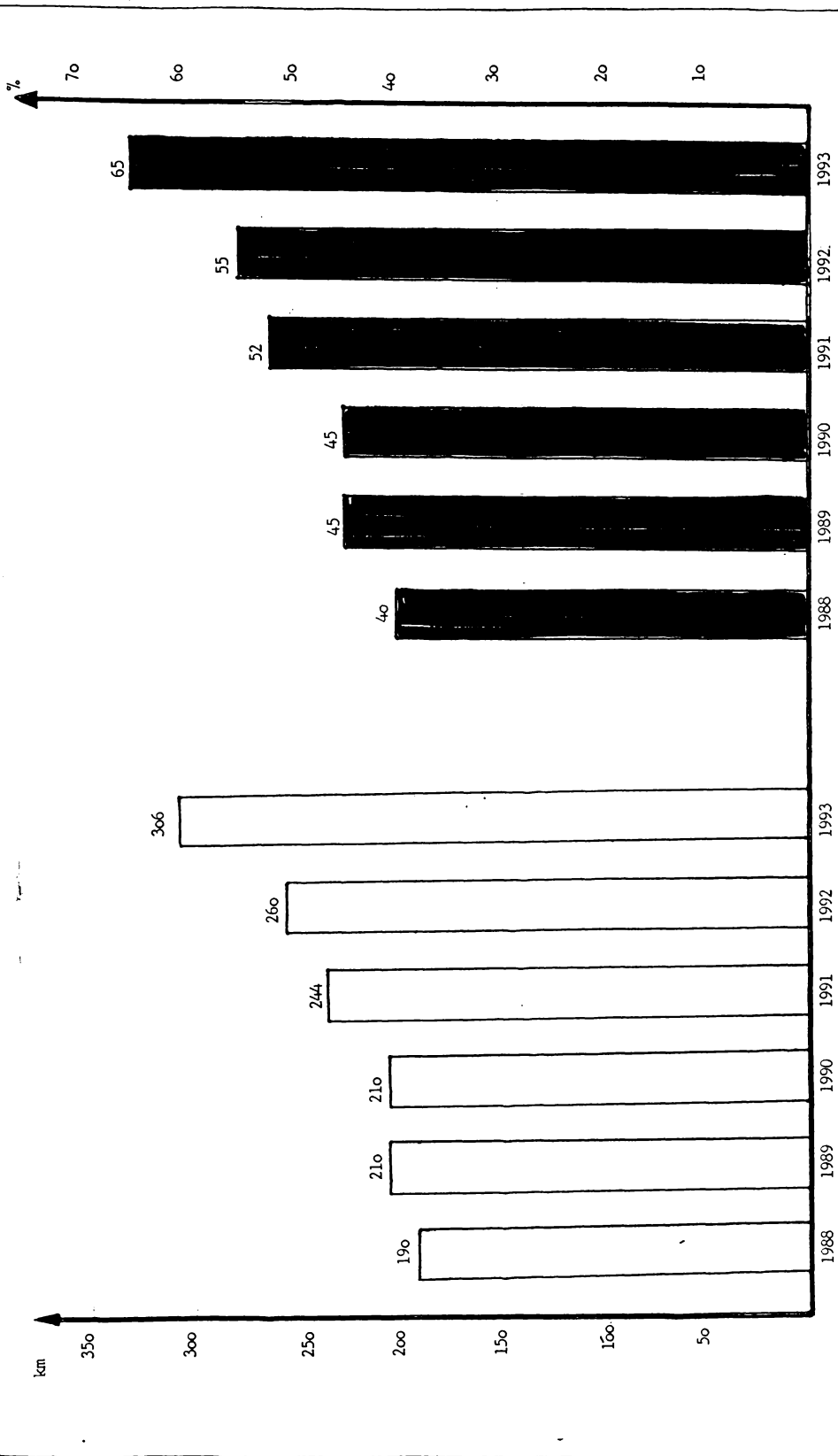


Fig. 2.7. Evoluția lungimii rețelei de drumuri cu durată de exploatare depășită.

a 40 km de tratamente pe an, rețeaua de drumuri de importanță II va fi tratată la intervale mai mari de 10 ani, iar cele de importanță III vor fi avute în vedere poate la intervale de peste 15 ani;

c) imposibilitatea executării lucrărilor de ranforsare la un nivel care să conducă la scăderea lungimii rețelei cu durata de exploatare depășită precum și imposibilitatea executării lucrărilor de tratamente bituminoase la un interval de 4...5 ani impune recurgerea la o singură soluție de aplicat: realizarea lucrărilor de reparare a degradărilor prin plombări de gropi pe o suprafață care se situează în jurul a 100 000 m<sup>2</sup>/an ceea ce echivalează cu refacerea îmbrăcăminții bituminoase pe circa 15...19 km/an, fără a putea preveni apariția unor alte degradări de acest gen.

În general lucrările au fost realizate pe drumurile de importanță I și II și mai puțin pe cele de importanță III.

Atât lucrările de ranforsare cât și cele de tratamente bituminoase au fost executate astfel încât să se asigure continuitatea lor de la un an la altul.

#### 2.2.5. Starea tehnică actuală a rețelei de drumuri locale din județul Sălaj

Urmare a celor prezentate mai sus, respectiv :

- realizarea unei îmbrăcăminți pentru un trafic ușor ;
- nerealizarea lucrărilor de întreținere curentă la nivelul impus de starea rețelei ;
- nerealizarea lucrărilor de ranforsare, de corelare a capacității portante cu solicitarea din trafic la care se adaugă efectele multor alunecări de teren au adus rețeaua de drumuri locale cu îmbrăcăminți moderne într-o stare tehnică care nu conferă utilizatorului confortul necesar și nu crează condiții pentru desfășurarea transporturilor cu deplină operativitate și eficiență.

Executarea lucrărilor de întreținere doar pentru remedierea unor defecțiuni din categoria celor grave cum ar fi gropile, rupturile, denivelările, a condus la realizarea unei suprafețe cu o slabă planeitate, la o suprafață numai parțial regenerată și în care vor apărea în continuare alte defecțiuni în special în îmbrăcămințe iar capacitatea portantă a structurii rămâne neîmbunătățită.

Starea tehnică a rețelei poate fi apreciată ca nesatisfăcătoare, aceasta făcându-se prin prisma utilizatorului care întâlnește mereu pe partea carosabilă defecțiuni sau degradări care afectează condi-

țiile de transport.

Abordarea rețelei rutiere din punct de vedere al stării tehnice este necesar a se face, însă în urma unor investigații care să permită o evaluare, o cuantificare a unor caracteristici. Aprecierea trebuie făcută pe baza unui volum minim dar suficient de informații care coroborate să permită formularea unui punct de vedere cât mai aproape de realitate.

### 2.3. Evaluarea stării de viabilitate a drumurilor locale cu îmbrăcămînți moderne din județul Sălaj

Aprecierea stării tehnice a drumurilor cu îmbrăcămînți moderne poate fi făcută în special prin investigarea suprafeței de rulare și prin răspunsul structurii la solicitarea din traficul rutier în condițiile de exploatare date.

Suprafața de rulare este cea care furnizează primele elemente (informații) asupra modului în care se comportă atât îmbrăcămîn-tea propriu-zisă cât și structura în ansamblu. Natura și amploarea defec-țiunilor indică modul în care structura răspunde ansamblului de solicitări.

Investigarea structurilor rutiere prin metode moderne, analizînd deformațiile sub acțiunii dinamice completată cu informații asupra straturilor componente și nivelul de degradare al suprafeței rutiere, vor constitui adevăratul suport pentru formularea unei concluzii asupra modului în care se comportă structura în etapa studiată cât și în perspectivă.

Avînd în vedere posibilitățile reduse de investigare prin metoda Dynatest, metodă aplicată și în România și care prin modul de prelucrare al datelor furnizează elementele necesare unei dimensionări de ranforsare, aprecierea comportării poate fi făcută prin metode clasice sau cu metode proprii cu atât mai mult cu cît drumurile locale sunt de clasă tehnică inferioară celor naționale, traficul este mai redus și mai ușor.

#### 2.3.1. Principii de evaluare a stării de viabilitate a drumurilor locale cu îmbrăcămînți moderne

Aprecierea comportării în exploatare a drumurilor locale este necesară a se face prin metode cât mai simple dar prin care să poată fi obținut un volum de informații cât mai mare cu privire la :

- traficul rutier ;
- structura rutieră ;
- defecțiunile suprafeței de rulare, natura și cauzele acestora ;
- condițiile climaterice și influența acestora asupra comportării structurilor rutiere.

Coroborarea acestor elemente permit constituirea unei imagini asupra comportării în exploatare a unui drum. Esențial este însă stabilirea modului de interconținere a tuturor factorilor pentru a putea identifica situația cea mai defavorabilă drumului.

Pentru evaluarea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînți rutiere moderne s-a avut în vedere în primul rînd drumurile de importanță I și cele de importanță II.

În vederea cunoașterii structurii rutiere existente este necesară efectuarea de sondaje.

Starea de viabilitate a unui drum poate fi apreciată prin cuantificarea a 2 parametri considerați a fi esențiali pentru un drum :

a) Capacitatea portantă a structurii rutiere și care se evaluează prin determinarea modului de deformare echivalent efectiv. Stratificația se identifică în urma sondajelor ce se realizează în structura rutieră iar cu ajutorul aplicației informaționale OEDIP se poate calcula modulul de deformare echivalent efectiv ;

Nivelul de portantă  $N_p$  al structurii rutiere se definește în prezenta lucrare ca un raport între modulul de deformare echivalent efectiv al acesteia și modulul de deformare echivalent necesar. Pentru a fi mai elocvent se exprimă în [%] :

$$N_p = \frac{E_{ec. ef.}}{E_{ec. necesar}} \times 100 \quad \% \quad 2.1$$

Caracterizarea unei structuri rutiere este dată de intervalul în care se situează valoarea nivelului de portantă  $N_p$  exprimat în procente, astfel ;

$N_p > 150$	- capacitate portantă foarte bună ;
$150 > N_p > 125$	- capacitate portantă bună ;
$125 > N_p > 100$	- capacitate portantă satisfăcătoare ;
$100 > N_p > 85$	- capacitate portantă nesatisfăcătoare ;
$N_p < 85$	- capacitate portantă rea.



b) Starea de degradare a suprafeței de rulare apreciată prin determinarea vizuală și evaluarea a 5 grupe de defecțiuni.

Nivelul de degradare al suprafeței de rulare  $Nd_s$  se definește ca o sumă ponderată a 5 niveluri de degradare aferente fiecărei grupe de defecțiuni astfel :

- $Nd_1$  - nivelul de degradare al suprafeței de rulare generat de existența grôpilor sau a suprafeței plombate, exprimat în [%] din suprafața totală a sectorului analizat;
- $Nd_2$  - nivelul de degradare al suprafeței de rulare generat de existența faianțărilor, fisurilor și crăpăturilor pe direcții multiple, exprimat în [%] din suprafața totală ;
- $Nd_3$  - nivelul de degradare al suprafeței de rulare generat de existența fisurilor și crăpăturilor transversale și longitudinale exprimat în [%] din suprafața totală;
- $Nd_4$  - nivelul de degradare al suprafeței de rulare generat de existența suprafețelor poroase, cu ciupituri, suprafețe încrețite sau șiroite exprimate în % din suprafața totală ;
- $Nd_5$  - nivelul de degradare al suprafeței de rulare generat de existența fâgașelor longitudinale, exprimat în [%] din suprafața totală.

Nivelul de degradare pentru fiecare caz în parte se determină ca un raport între suprafața degradată și suprafața totală a unui km de drum și s-a preferat exprimarea în procente pentru a putea constitui un indicator de sinteză.

Tinând cont de influența fiecărei categorii de defecțiuni asupra siguranței circulației rutiere, nivelul de degradare al suprafeței de rulare se definește astfel :

$$Nd_s = Nd_1 + 0,7 Nd_2 + 0,35 Nd_3 + 0,2 Nd_4 + Nd_5 \quad \% \quad 2.2$$

Rețeaua de drumuri a fost împărțită în tronsoane situate între două intersecții pe care se apreciază că valorile de trafic sunt constante .

Pentru fiecare asemenea tronson s-a întocmit o fișă de constatare care cuprinde elementele de apreciere ale stării de degradare a îm-

brăcăminței rutiere permițînd formularea unor concluzii referitoare la aceasta prin valoarea nivelului de degradare  $Nd_s$  .

Caracterizarea suprafeței de rulare este dată de intervalul în care se situează valoarea nivelului de degradare al suprafeței,  $Nd_s$  exprimat în procente, astfel :

$Nd_s < 1$	- suprafață de rulare foarte bună
$1 < Nd_s < 10$	- suprafață de rulare bună
$10 < Nd_s < 20$	- suprafață de rulare satisfăcătoare
$20 < Nd_s < 30$	- suprafață de rulare nesatisfăcătoare
$Nd_s > 30$	- suprafață de rulare rea .

Nivelul de degradare al suprafeței astfel determinat indică existența defecțiunilor fără a putea fi strict corelată cu cauzele care le-au generat. Nu pot fi delimitate unele greșeli de execuție de efectele unor factori externi.

Această apreciere oferă însă o imagine asupra calității suprafeței de rulare permițînd stabilirea unor concluzii necesare formulării unei strategii în ceea ce privește activitatea de întreținere și ranforsare a structurilor rutiere existente și aprecierea volumului de lucrări necesar, raportat la posibilitățile de execuție .

Elementele identificate ca urmare a sondajelor efectuate în structura rutieră precum și cele referitoare la trafic sunt consemnate într-o fișă de constatare  $Np$  care permite determinarea valorii lui  $Np$ .

Fiecare dintre nivelurile de degradare  $Nd_1 \dots Nd_5$  sunt înregistrate într-o fișă de constatare  $Nd_s$  pentru fiecare kilometru de drum care permite interpretarea fiecărei categorii de defecțiuni în parte și determinarea valorii lui  $Nd_s$ .

Valorificarea informațiilor pe care  $Nd_s$  și  $Nd_p$  le poate furniza, permite conturarea unei imagini asupra calității suprafeței de rulare și a disponibilității drumului din punct de vedere al capacității portante care sunt determinante în prioritizarea lucrărilor.

### 2.3.2. Evaluarea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînti moderne

Avînd în vedere volumul deosebit de mare de informații necesare pentru a putea face o apreciere cît mai reală a stării îmbrăcămîntilor rutiere, s-a procedat la o analiză mai în detaliu la drumurile de importanță I și la o analiză mai sumară la cele de importanță II, iar cele de importan-

țã III și IV nu fac obiectul acestei etape de studiu.

Drumurile județene au fost tronsonate în funcție de importanța economico-socială a acestora conform tabelului 2.4.

Tabel 2.4.

Tronsonarea drumurilor județene

Nr. crt.	Denumirea drumului	Număr de tronsoane
1.	DJ 108 A : DN 1 - Ciucea-Jibou-Benesat	5
2.	DJ 108 B : DN 111- Surduc-Gîrbou-Dej	1
3.	DJ 108 D : DN 111- Crișeni-Cehu Silvaniei-DJ 108 A	2
4.	DJ 108 F : DN 111- Simleu Silvaniei-Sărmășag-DJ 196	1
5.	DJ 108 G : DJ 108 A - Cizer-Crasna-Virșolt-DN 111	2
6.	DJ 108 R : DN 111- Treznea-Agrij-DJ 108 A	1
7.	DJ 109 : Răscruci-Dragu-Mida-DN 111	1
8.	DJ 191 C : DJ 191 D - Crasna-Zalău-Creaca-DJ 108 A	2
9.	DJ 191 D : DN 111 - Sîg-Tusa-DJ 108 A	2
10.	DJ 191 E : DJ 108 G - Crasna-Bănișor-Sîg-DJ 191 D	1
11.	DJ 196 : DN 111 - Cehu Silvaniei-Benesat-DJ 108 A	1

Pentru fiecare tronson a fost întocmită "Fișa de constatare a nivelului de degradare al suprafeței" precum și "Fișa de constatare al nivelului capacității portante".

În fișa  $Nd_s$  au fost înregistrate și cuantificate pentru fiecare kilometru de drum cele 5 grupe de defecțiuni și în final a fost calculată valoarea  $Nd_s$ , a fost apreciată suprafața de rulare conform modelului alăturat, tabel 2.5.

Informațiile obținute în urma efectuării sondajului în structura rutieră au fost înregistrate în fișa  $Np$  care au permis determinarea valorii  $Np$ .

În figura 2.8. este prezentată poziția fiecărui sondaj efectuat, informațiile obținute sunt cuprinse în "Fișa de evaluare  $Np$ " și apoi prelucrate conform modelului alăturat pentru sondajul efectuat pe DJ 108 A km 63+400.

Numărul sondajelor efectuate este de 30 pentru rețeaua de drumuri județene cu îmbrăcămînți moderne care însumează 383 kilometri, iar informațiile obținute au fost generalizate pe sectoarele apreciate a fi omogene din punct de vedere al caracteristicilor traficului și ale structurii rutiere.

Drum : DJ 108 A  
Sector : km 61+000-78+000

FISA DE EVALUARE  $N_d$ s

Tabel nr.2.5.

Nivel de degradare	km																
	61-62	62-63	63-64	64-65	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78
$N_{d1}$ gropi și suprafețe plombate	4,5	8	6	5	5,5	6,5	5	7	6	6	6	6	6,5	6	7,5	6	7
$N_{d2}$ faianțări, fisuri crăpături diferite	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$N_{d3}$ fisuri și crăpături longitudinale	1,5	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2	2	1	1	2	2	2	1	2
$N_{d4}$ suprafețe poroase, ciupituri	10	10	14	14	10	18	10	15	12	10	12	12	10	10	14	12	14
$N_{d5}$ făgașe	0	0	0	1	0,75	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$N_{d5} = 10,70, 7N_{d2} + 0,35N_{d3} + 0,2N_{d4} + 0,57,03$	10,70	9,50	9,50	9,50	8,95	10,98	7,68	11,88	9,10	9,40	9,45	9,45	9,90	9,40	11,70	9,45	11,20

$N_{d5}$  exprimat în %

$N_{d5} < 1$

$1 < N_{d5} < 10$

$10 < N_{d5} < 20$

$20 < N_{d5} < 30$

$N_{d5} > 30$

//////////

//////////

//////////

//////////

//////////

//////////

//////////

//////////

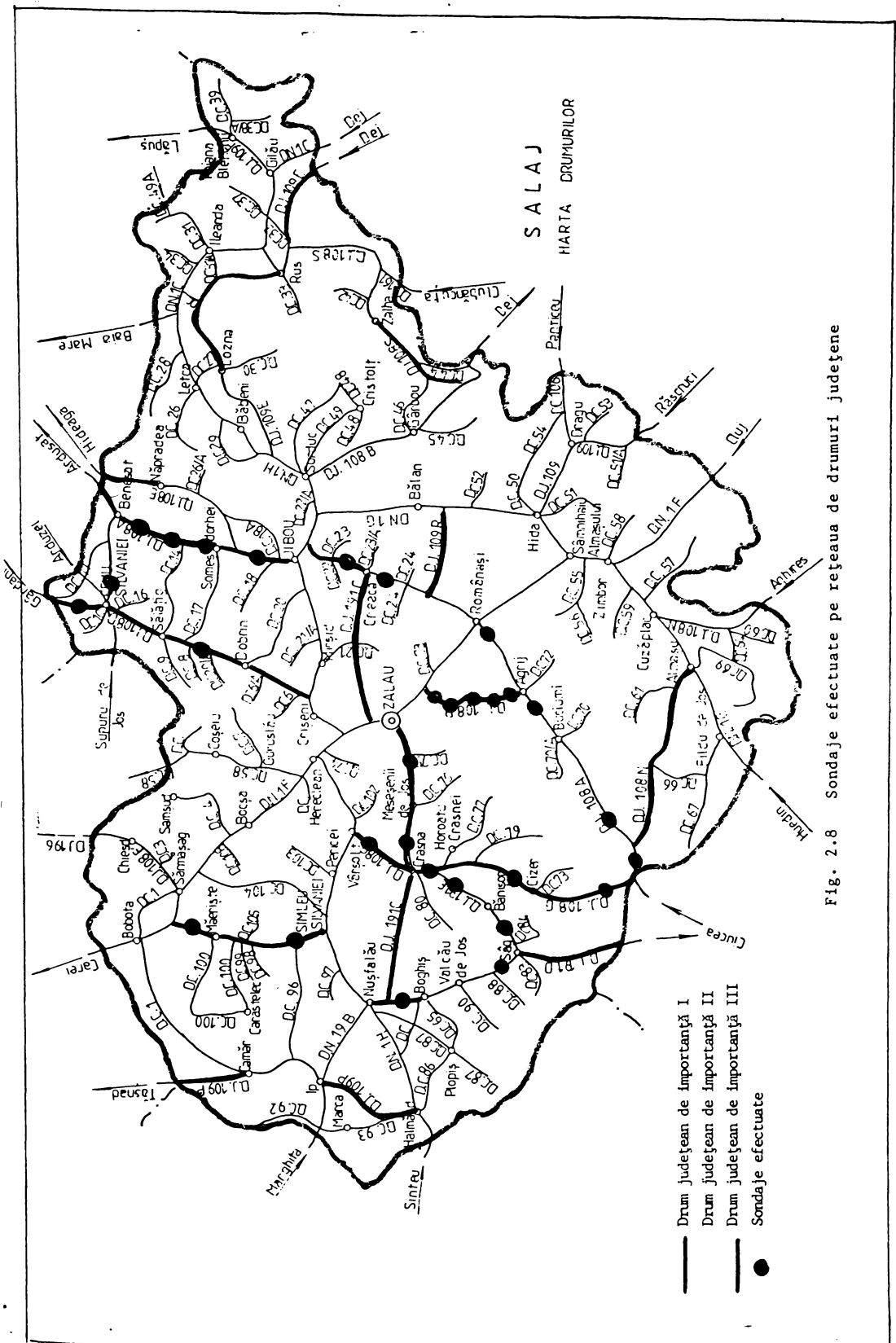


Fig. 2.8 Sondaje efectuate pe rețeaua de drumuri județene

FISA DE EVALUARE "Np"

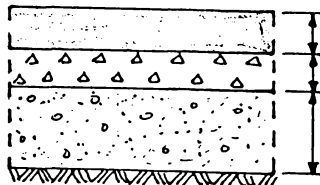
- 1 DRUMUL : DJ 108 A  
Ciucea - Jibou - Benesat - lim. județ Maramureș
- 2 SECTOR : km 61+000-78+000  
Jibou - Benesat
- 3 TIPIMBRACAMINTE: îmbrăcăminte bituminoasă
- 4 POZITIE SONDAJ : km 63+400  
Jibou - Someș Odorhei
- 5 DESCRIERE STRUCTURA :

$$E_3=1850 \text{ daN/cm}^2$$

$$E_2=800 \text{ daN/cm}^2$$

$$E_1=500 \text{ daN/cm}^2$$

$$E_0=100 \text{ daN/cm}^2$$



- 12 cm - straturi din mixturi  
asfaltice
- 10 cm - piatră spartă cilindrată
- 25 cm - strat din balast  
compactat

Fig. 2.9. Stratificația structurii rutiere de pe  
D.J. 108A km 63 + 400

6 DETERMINAREA NIVELULUI CAPACITATII PORTANTE

MZA .....	2557 A13
$E_{ec.nec}$ .....	731 daN/cm <sup>2</sup>
$E_{ec.ef}$ .....	463 daN/cm <sup>2</sup>

$$N_p = \frac{E_{ec.ef}}{E_{ec.nec}} \times 100 \quad \% \quad 2.3$$

$$N_p = 63,33 \quad \%$$

INSTITUTUL TEHNICOTECONOMIC DE RUȚIERE - "ISSITER".

NOIULI: STUDIUL SI PROIECTAREA DRUMURILOR  
DE TIP: VERIFICAREA SI DIMENSIONAREA SISTEMELOR  
RUTIERE NERIGIDE.

Simbolul aplicatiei informatice:  
OEDIF.N/N-R.C/T.88.v.1.0.  
=====

Funcția și denumirea: VERIFICAREA SI DIMENSIONAREA  
STRUCTURILOR RUTIERE NERIGIDE NOI SI/  
NERIGIDA.

Baza de calcul: Instrucțiuni tehnice departamentale  
tineri rigide și nerigide (Cap. I și  
III.) - INDICATIV P.D. 177/76

Proiectantul aplicației informatice: DIRECȚIA DRUMURI  
SI PODURI TIMISOARA - O.C.E.

XX  
X  
DIMENSIONAREA ȘI VERIFICAREA STRUCTURILOR X  
X  
XX

## 1. DATE DE INTRARE ALE STUDIULUI DE CAZ

---

### 1.1. DATE GENERALE

---

B E N E F I C I A R : RADP SALAU  
E E C O N D I T I I : RADP SALAU  
P R O I E C T A N T : RADP SALAU

Tipul lucrării rutiere: VERIFICARE  
Data proiectării : 04.74  
Data execuției : 1975  
Denumirea drumului : DJ 108A  
Sectorul - poz.km. : 63+400

### 1.2. DATE PRIVIND SOLICITĂRILE STRUCTURII

---

Intensitatea traficului rutier, în  
număr MZA/A13 = 2557  
Presiunea de contact roata-drum, în daN/cm<sup>2</sup> = 5  
Diametrul cercului de contact roata-drum, în cm = 34  
Deformația admisibilă = .035  
Coeficientul de siguranță = 1.2  
Nr. benzilor de circulație ale drumului = 2  
Coeficientul repetării încărcărilor = 1

### 1.3. DATE PRIVIND STRUCTURA ANALIZATĂ

---

STRUCTURA RUTIERĂ stratificată cu numerotare de  
jos în sus, inclusiv terenul de fundație:

Numărul total al elementelor structurii = 4  
Numărul de ordine al elementului dimensionat = 0  
Teren fundație: E<sub>0</sub> = 100 daN/cm<sup>2</sup>;  
stratul 2 : H = 25 cm ; E = 500 daN/cm<sup>2</sup> ;

stratul 3 : H= 10 cm : E = 800 daN/cmp ;  
stratul 4 : H= 12 cm : E = 1850 daN/cmp ;

II. REZULTATELE OBTINUTE.

\*\*\*\*\*

valoarea MODULULUI DE DEFORMATIE ECHIVALENT NECESAR :  
E<sub>den</sub> = 731 daN/cmp.  
valoarea MODULULUI DE DEFORMATIE ECHIVALENT PROIECTAT :  
in cazul verificarii structurilor existente, este "E<sub>dep</sub>"!  
E<sub>dep</sub> = 463 daN/cmp.  
ATENȚIE !!! structura analizata/proiectata nu satisface  
CERINȚELE SOLICITĂRII DIN TRAFIC !!!  
in cazul ranforsarii initiate, grosimea  
maxima a stratului de dimensionat, conduce  
PENTRU RANFORSAREA CELEI EXISTENTE !!!

VERIFICAT,

INTOCMIT,



Nivelul capacității portante a fost determinat pe baza stratificației, a stării acestor straturi luînd în calcul traficul prognozat pentru anul 1995 utilizînd aplicația informațională OEDIP prezentată în lucrare. Interpretarea valorilor  $Nd_s$  și  $Np$  permite sectorizarea fiecărui tronson în funcție de starea suprafeței de rulare cît și a capacității portante.

Apreciînd în acest mod calitatea suprafeței de rulare corelată cu disponibilitatea drumului din punct de vedere al capacității portante se poate forma o imagine asupra stării de viabilitate a drumului și permite conceperea unei strategii pentru activitatea de întreținere și reparații.

Pentru fiecare tronson de drum a fost întocmită fișa de apreciere a stării de viabilitate care cuprinde aprecierea nivelului de degradare al suprafeței de rulare cît și nivelul de portanță atît în cifre cît și printr-o reprezentare grafică pentru o observare mai ușoară al acestor niveluri.

În anexa nr.1 sunt cuprinse fișele de apreciere pentru sectoarele de drum din gradul de importanță I și o parte din cele din gradul de importanță II.

Analizînd fiecare sector în parte prin prisma valorilor  $Nd_s$  și  $Np$  și prin corelarea acestora cu volumul și categoria lucrărilor de întreținere și reparații executate în anii anteriori se pot constata următoarele :

a) sectoarele pe care au fost executate lucrări de ranforsare sau tratamente bituminoase prezintă o suprafață de rulare ce poate fi apreciată ca bună sau în cel mai rău caz satisfăcătoare în funcție de vechimea acestora ;

b) se poate constata existența unor suprafețe mai degradate pe sectoarele situate în zone mai înalte și împădurite (DJ 108 R, km 0+000-2+000; DJ 108 A km 7+400-14+000; DJ 109, km 32+600-35+000, ș.a.), unde factorii de climă au o influență negativă asupra stării îmbrăcăminte rutiere;

c) valori mari ale nivelului de degradare al suprafeței de rulare se înregistrează pe sectoarele pe care îmbrăcăminte este veche, depășind 15...20 de ani sau unde au existat greșeli de execuție. Din prima categorie amintim DJ 108 G , km 24+000-30+000; DJ 109 km 33+600-35+000 ;

DJ 108 D km 0+000-4+000, unde nu au fost executate lucrări de ranforsare sau tratamente bituminoase în ultimii 10 ani;

d) în rîndul defecțiunilor mai pronunțate pot fi situate pe primul loc gropile sau suprafețele plombate corelîndu-se cu volumul mare de lucrări de acest fel ce se execută anual (figura 2.6.) . In al doilea rînd pot fi amintite ca pondere suprafețele ale căror defecțiuni sunt de natura ciupiturilor sau porilor în continuă evoluție.

Cauzele principale ale existenței defecțiunilor cuantificate în fișele cuprinse în anexa nr. 1 pot fi considerate următoarele :

d.1 - vîrsta **îmbrăcămintei** bituminoase, respectiv epuizarea duratei de exploatare normale (figura 2.7.), semnificative fiind în acest sens caracteristicile bitumului extras din aceste îmbrăcămînti.

Au fost examinate un număr de 11 probe provenite din sondajele efectuate pe 6 sectoare de drumuri iar rezultatele determinărilor efectuate în laboratorul de specialitate al RADP Sălaj sunt cuprinse în tabelul 2.6.

Se poate constata o creștere a punctului de înmuiere IB pentru bitumul extras, de la 43...49 °C pînă la 89 °C pentru proba provenită din sondajul efectuat pe DJ 108 F, km 15+310, strat bituminos realizat în anul 1967, confirmînd o îmbătrînire avansată a liantului ;

d.2. - volumul insuficient al lucrărilor de întreținere și reparații care se execută anual și în special tratamente bituminoase și ranforsări ale îmbrăcămintilor existente;

d.3. - adoptarea unor soluții tehnice neadecvate la realizarea îmbrăcămintei bituminoase, respectiv realizarea acesteia dintr-un singur strat din anrobate bituminoase (DJ 108 G km 0+000-3+000; DJ 108 A km 7+400-13+000, ș.a.);

d.4. - greșeli de întreținere, respectiv modul de realizare al plombarilor, adîncimea de refacere a structurii, nementinerea în stare de funcționare perfectă a dispozitivelor de evacuare a apelor ;

e) nivelul capacității portante diferă de la sector la sector în funcție de stratificație și în funcție de valorile de trafic înregistrate;

f) calculele efectuate pentru sondaje de la poziții kilometrice foarte apropiate și pentru aceleași valori de trafic au permis obținerea unor valori diferite. Sunt semnificative în acest sens valorile determinate pentru DJ 108 R în lungime de 12 km și pe care s-au făcut 5 sondaje conform tabelului 2.7.

g) grosimile straturilor nu sunt identice, acestea diferind de la caz la caz. In primul rînd straturile din material pietros (balast +

Tabel 2.6.

PRINCIPALELE CARACTERISTICI ALE  
MIXTURILOR ASFALTICE EXTRASE DIN STRUCTURA  
RUTIERA PRIN SONDAJELE EFECTUATE

Nr. crt	Drumul	Poziția km	Anul execuției îmbăcămintei bituminoase	Caracteristici		Obs.	
				Punct de înmuiere al bitumului (IB) °C	Conținut bitum % Rezistența la com- presiune $R_{22}$ °C N/mm <sup>2</sup>		
1.	DJ 108 A	67+250		77	5,54	3,11	ranforsare 1983
2.		70+600		68	7,70	3,15	ranforsare 1992
3.		78+000		68	7,07	3,30	
4.	DJ 108 D	13+700	1971	81	7,53	4,49	
5.		28+180	1972	70	8,56	3,79	
6.	DJ 108 F	3+500	1966	77	6,50		
7.		15+310	1967	89	7,97	1,62	
8.	DJ 108 R	9+000		51	7,62	2,68	ranforsare 1989
9.		11+000		76	6,58	3,07	ranforsare 1990
10.	DJ 108 G	14+220	1973	75	7,20	3,24	
11.	DJ 191 D	2+400	1972	73	7,80		

Tabel 2.7.

Valorile  $N_p$  determinate pe DJ 108 R

Nr. crt	Drumul	Poziție km	Valorile $N_p$ determinate %
1		0+940	84,06
2		3+910	51,20
3	DJ 108 R	6+300	57,30
4		9+000	71,36
5		11+000	85,44

piatră spartă) au provenit din pietruirea existentă și care a fost doar corectată odată cu aplicarea îmbrăcămintei bituminoase ;

h) straturile bituminoase variază de asemenea din punct de vedere al grosimii, în primul rând datorită covoarelor asfaltice aplicate în decursul timpului pentru îmbunătățirea caracteristicilor suprafețelor de rulare, respectiv pentru acoperirea suprafețelor poroase, a celor cu ciupituri, etc.;

i) se poate constata că valoarea indicatorilor  $N_p$  este în general sub 100 % plasînd sectoarele respective în categoria celor nesatisfăcătoare sau rele. Sunt situate în categoria "bune" și "satisfăcătoare" doar sectoarele pe care au fost executate lucrări de ranforsare în anii 1992 sau 1993 ;

j) nu există întotdeauna corelare între nivelul portanței și cel al nivelului de degradare al suprafeței de rulare. Se poate observa că în unele cazuri nivelul portanței se situează sub pragul de 85 %, intrînd astfel în categoria drumurilor rele, însă valoarea nivelului de degradare al suprafeței se situează între 1...10 % indicînd existența unei suprafețe de rulare bună, de exemplu : DJ 108 A km 61+000-66+000; 67+000-68+000; 69+000-75+000;

DJ 108 D km 4+000-7+000; 11+000-21+000 unde  $N_p < 85 \%$  iar  $N_{d_s} = 1...10 \%$ .

Deoarece nu sunt identificate degradări ale îmbrăcămintei generate de suprasolicitarea structurii cum ar fi faianțarea pe suprafețe întinse sau distrugerea acesteia, se poate aprecia că există o oarecare rezervă de capacitate care nu a fost identificată și cuantificată prin metoda prezentată mai sus și care poate fi localizată în următoarele :

- traficul real poate diferi de cel prognozat pentru anul 1995, în special în ceea ce privește ponderea vehiculelor grele și foarte grele ;

- grosimea straturilor realizate din material pietros au fost apreciate la niveluri inferioare avându-se în vedere doar grosimea ce poate fi luată ca sigură ;

- valoarea modulelor de deformație pentru straturile rutiere identificate în urma sondajelor sunt cele situate la limita inferioară a intervalelor admisibile, conform tabelului 2.8.

Tabel 2.8.

Modulele de deformație ale straturilor rutiere.

Nr. crt	Straturi rutiere identificate în urma sondajelor	Valoarea modulului de deformație luat în calcul	Intervalul de admisibilitate pentru modulul de deformație
		$E(\text{daN/cm}^2)$	$E(\text{daN/cm}^2)$
1.	Teren de fundare	100	100
2.	Strat din balast compactat	550	450...900
3.	Strat de fundație din piatră spartă cilindrată	800	1000...1100
4.	Straturi din mixturi asfaltice	1850...2000	2200

Au fost acceptate valori mici, mai acoperitoare pentru modulele de deformație ale straturilor rutiere din următoarele motive :

- s-a apreciat că stratul din balast compactat poate fi contaminat cu argilă datorită unor greșeli de execuție ;

- stratul de fundație din piatră spartă cilindrată poate fi calitativ inferior datorită unei posibile amestecări cu balast sau datorită utilizării unor roci cu caracteristici fizico-mecanice mai modeste ;

- straturile bituminoase au fost asimilate cu un anrobat bituminos îmbătrânit cu caracteristici fizico-mecanice sub cele normal acceptate. Existența zonelor poroase, a unor fisuri, a unor densități aparente sub valoarea normală conduce la o apreciere spre limitele inferioare a valorii modulului de deformație ;

- determinarea valorilor pentru modulul de deformație echivalent efectiv nu s-a făcut pe baza unor măsurători de deformabilitate ci numai prin aprecierea calitativă a fiecărui strat.

Transpunând pe harta rețelei de drumuri, nivelul capacității portante și nivelul de degradare al suprafeței de rulare se poate crea o imagine de ansamblu conform figurii 2.10.

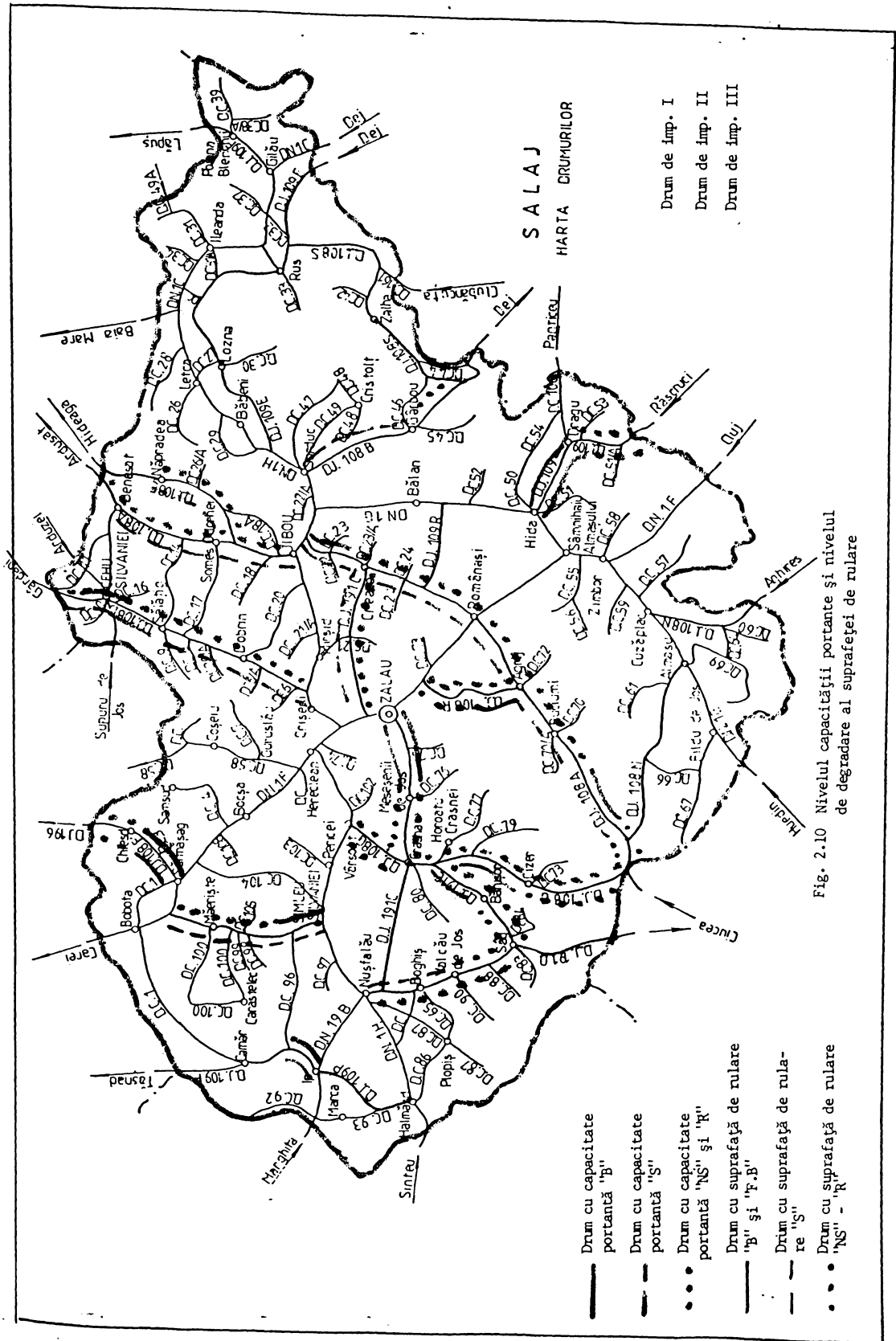


Fig. 2-10 Nivelul capacității portante și nivelul de degradare al suprafeței de rulare

Au fost întocmite fișe de apreciere a stării de viabilitate pentru 278 km de drumuri județene cu îmbrăcăminte modernă în urma cărora se poate face o caracterizare, conform tabelului 2.9.

Tabel 2.9.

Caracterizarea rețelei de drumuri cu îmbrăcăminte modernă din județul Sălaj

Nr. crt	Starea suprafeței de rulare	Rețeaua	
		km	%
1.	Suprafață <u>foarte bună</u>	7,7	2,52
2.	Suprafață <u>bună</u>	77	27,7
3.	Suprafață <u>satisfăcătoare</u>	120	43,16
4.	Suprafață <u>nesatisfăcătoare</u>	74	26,62
5.	Suprafață <u>rea</u>	0	0

Se poate constata că din acest punct de vedere drumurile cu suprafață bună și foarte bună reprezintă doar 30,22 % iar ponderea fiind la celelalte două categorii.

Avînd în vedere faptul că nivelul capacității portante este foarte scăzut, situîndu-se în majoritatea cazurilor în intervalul satisfăcător - rău, se poate face afirmația că cel puțin 70 % din rețeaua analizată trebuie avută în vedere și tratată în mod corespunzător pentru evitarea avansării degradărilor în primă fază și apoi pentru îmbunătățirea capacității portante.

#### 2.4. Soluții propuse pentru îmbunătățirea viabilității drumurilor locale din județul Sălaj

Informațiile obținute în urma investigării drumurilor locale din județul Sălaj, atît din punct de vedere al capacității portante cît și din punct de vedere al stării suprafeței de rulare, constituie baza pentru acțiunea ce trebuie pregătită și apoi întreprinsă în direcția întreținerii, reparării sau după caz a modernizării drumurilor. Pe baza datelor care caracterizează rețeaua de drumuri și în funcție de condițiile economice este posibilă elaborarea unor programe de menținere sau după caz de îmbunătățire a stării de viabilitate.

#### 2.4.1. Factorii care condiționează stabilirea unui program de îmbunătățire a viabilității drumurilor locale din județul Sălaj

Conceperea unui program care să cuprindă principalele lucrări ce trebuie executate precum și soluțiile ce trebuie adoptate este condiționată de câțiva factori care necesită a fi analizați atât independenți cât și în ansamblul lor.

a) Resursele financiare constituie în această etapă principalul factor care influențează direct atât cantitatea cât și calitatea lucrărilor de întreținere și reparații.

Necunoașterea în timp util a nivelului alocațiilor pentru activitatea de drumuri nu permite conceperea unui program la nivelul unui an. Alocarea de fonduri neritmic și la **niveluri inferioare** minimumului necesar nu permit o organizare riguroasă a acestei activități.

b) Importanța economico-socială a fiecărui drum impune o tratare diferențiată în funcție de valorile de trafic, de importanța unităților administrativ-teritoriale pe care le traversează.

Valorile de trafic înregistrate în anul 1990, cele prognozate pentru anul 1995, conform figurii 2.11. și anul 2000, dar mai ales cele ce se vor înregistra în anul 1995 vor constitui suportul principal pentru aprecierea activității economice, la care se va adăuga în continuare factorul social, necesitatea ca anumite zone să fie **servite** de drumuri cu **îmbrăcămînți moderne** a cărei stare de viabilitate să fie bună.

c) Starea tehnică a drumului determinată de capacitatea portantă și starea de degradare a suprafeței de rulare generată de evoluția traficului, conform figurii 2.12. constituie unul din suporturile analizei ce se efectuează și care stă la baza unui program de lucrări.

Analizarea rețelei de drumuri din punct de vedere al stării de viabilitate corelată cu importanța economico-socială a fiecărui drum sau segment de drum și cu posibilitățile de finanțare, conduce la conturarea unui program care să cuprindă lucrările ce trebuie executate într-o perspectivă apropiată (1...2 ani) considerate ca lucrări de urgență I și lucrările ce trebuie executate într-o perspectivă mai îndepărtată 3-5 ani apreciate ca lucrări de urgență a doua.

#### 2.4.2. Criteria de bază pentru elaborarea soluțiilor de îmbunătățire a stării de viabilitate a drumurilor

Studiile efectuate în Franța asupra diferitelor mijloace de







transport asupra structurii rutiere, arată că traficul greu este generator de degradări, proporțional cu încărcătura pe osie. Mai explicit se poate afirma că un număr mic de osii grele pot produce efecte mai mari decât un număr mare de osii ușoare [104].

Concluziile acestor studii sunt prezentate în figura 2.13 și tabelul 2.10 și anume că raportul de echivalență între osia de 130 kN și un autoturism din punct de vedere al efectului asupra structurii rutiere (oboseala) poate fi de pînă la 1:1 000 000, ceea ce face să se afirme că vehiculele ușoare intervin doar cu o fracțiune absolut minimă la oboseala totală a structurii rutiere. Cvasitotalitatea oboselii structurii rutiere este cauzată de traficul greu, respectiv cel cu încărcătura de peste 100 kN/osie.

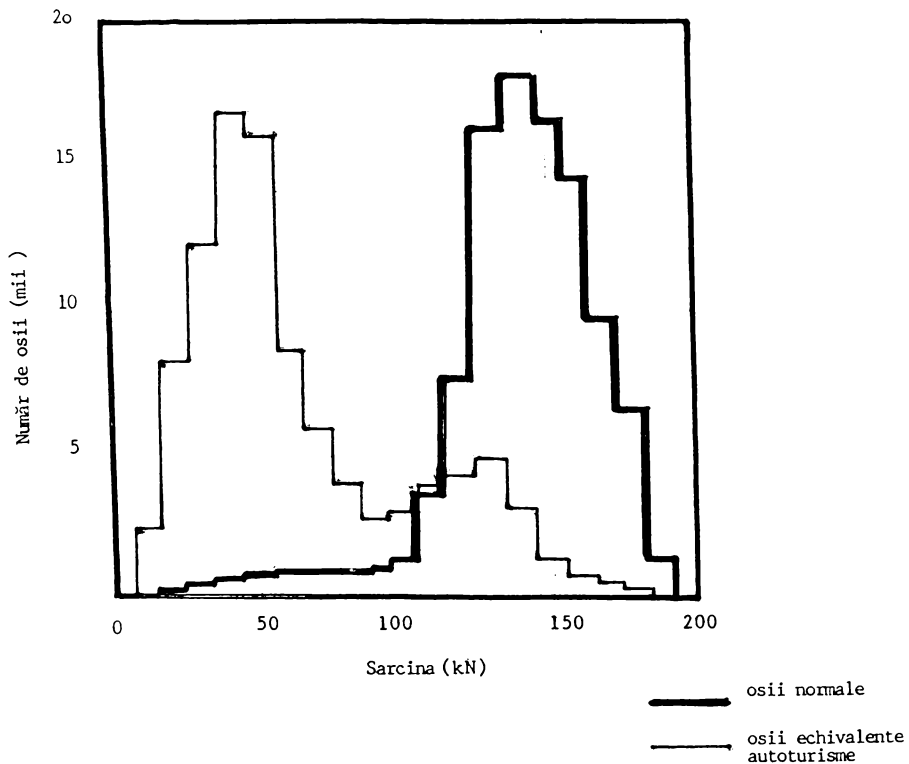


Fig. 2.13. Echivalarea osiilor normale în osii echivalente autoturisme

Aceste concluzii trebuie să devină absolut linia directoare în activitatea administratorului rețelei rutiere deoarece traficul greu conduce la:

- necesitatea executării unui mare volum de lucrări de întreținere a drumurilor;
- apariția riscului distrugerii drumului.

Tabel 2.10.

Ponderea și efectele osiilor cu diferite încărcături

	Osie cu sarcină sub 100 kN	Osie cu sarcină 100...130 kN	osie cu sarcină peste 130 kN
Ponderea mijloacelor de transport	80 % din numărul total	12 % din numărul total	8 % din numărul total
Efecte	sub 10 % din oboseala structurii	20 % din oboseala structurii	75 % din oboseala structurii

Analizând evoluția traficului se poate constata că există valori mari pe tronsoanele care converg spre centrele mai dezvoltate din punct de vedere economico-social, respectiv spre cele 4 orașe și spre cele 2 zone miniere Ip și Sărmășag, cum ar fi:

- DJ 108 A - km 31+000-76+000 - Creaca-Jibou-Benesat
- DJ 108 D - km 0+000-23+000 - Zalău-Cehu Silvaniei
- DJ 191 C - km 11+800-50+000 - Crasna-Zalău-Creaca
- DJ 108 F - km 0+000-16+000 - Simleu-Sărmășag

trasee care necesită a fi analizate în detaliu în special din punct de vedere al capacității portante.

Abordarea rețelei prin prisma criteriilor ce se vor prezenta, trebuie să răspundă la câteva întrebări:

- pentru ce se execută lucrările?
- ce lucrări se preconizează a se executa și de ce?
- când se vor executa aceste lucrări?

Corelînd starea suprafeței de rulare, capacitatea portantă, importanța drumului și traficul prognozat se pot stabili cîteva criterii pentru abordarea rețelei de drumuri în perioada imediat următoare:

- a) sectoarele de drum a căror suprafață de rulare este cuprinsă în categoria "foarte bună" și "bună" se vor ține sub supraveghere executîndu-se lucrări de întreținere curentă;
- b) sectoarele de drum a căror suprafață de rulare se încal-

drează în categoria "satisfăcătoare," cu un nivel al capacității portante de cel puțin "nesatisfăcător" sau "satisfăcător" vor fi avute în vedere pentru executarea lucrărilor de tratamente bituminoase;

c) sectoarele de drum a căror suprafață de rulare se încadrează în categoria "nesatisfăcătoare" sau "rea" iar capacitatea portantă în categoria "nesatisfăcătoare" sau "rea" vor fi cuprinse în programul de urgență pentru ranforsări;

d) chiar dacă sunt sectoare care respectă cu strictețe unul din criteriile amintite mai sus (a,b,c) pot fi reîncadrate la alt criteriu pentru a permite realizarea unor lucrări în continuarea celor din ani anteriori, pentru a evita dispersarea lucrărilor în teritoriu și pentru a evita întreruperea acestora;

e) lucrările se vor executa în funcție de importanța economico-socială a tronsonului;

f) ajustarea programului de lucrări în funcție de sursele financiare asigurate.

În principiu se gândesc 2 mari categorii de lucrări:

- cele pentru refacerea suprafeței de rulare;
- cele pentru ridicarea capacității portante a structurii rutiere.

Refacerea suprafeței prin tratamente bituminoase, în general și mai puțin prin straturi subțiri din mixturi asfaltice este impusă de faptul că suprafața fiind uzată nu este în stare să protejeze eficace corpul drumului (porozitate, ciupituri) sau nu asigură condițiile normale de confort și securitate pe durata parcursului (văluriri, fâgase, suprafață șlefuită, etc).

Lucrările de ridicare a capacității portante se vor realiza prin adăugarea de noi straturi rutiere rezultate în urma elaborării studiului (documentației tehnice) de ranforsare.

#### 2.4.3. Etapele propuse pentru realizarea lucrărilor de întreținere și reparații drumuri și caracteristicile acestora

Anticipând evoluția economiei românești în perioada imediat următoare care va condiționa nemijlocit și activitatea de drumuri, în special prin asigurarea resurselor financiare, se poate propune un program în variantă pesimistă pentru o perioadă de 2...3 ani și un program optimist pentru o perioadă puțin mai îndepărtată. Cele 2 etape pot fi caracterizate astfel:

Etapa I 1994...1995 (eventual și anul 1996) cînd resursele financiare vor fi încă reduse pentru drumurile locale datorită austerității bugetului de stat și a nefinalizării unor acte normative care să reglementeze modul de organizare și de finanțare al activității de administrare, întreținere și reparații drumuri.

Această etapă se caracterizează prin:

a) executarea lucrărilor de plombare a gropilor din suprafața de rulare și eliminarea denivelărilor pronunțate;

b) executarea de tratamente bituminoase pe circa 60...80 km de drum în vederea remedierii calității suprafeței de rulare precum și pentru încetinirea procesului de degradare. Lucrările de tratamente vor fi executate chiar și în detrimentul lucrărilor de ranforsare. Realizarea acestui ritm presupune revenirea odată la 6...7 ani cu un tratament bituminos pe fiecare sector însemnînd o dublare față de anul 1993;

c) executarea unui volum de ranforsări pe circa 10...15 km drum/an, în limita resurselor financiare;

d) investigarea rețelei rutiere cu îmbrăcămînți moderne folosind tehnica modernă, în vederea cunoașterii exacte a capacității portante și pentru prioritizarea lucrărilor;

e) recenzarea traficului rutier în anul 1995.

Această etapă se va caracteriza printr-o activitate relativ redusă, cu o derulare în salturi și greu de anticipat.

#### Etapa II 1996 (eventual 1997) - 2000

Se poate aprecia că începînd cu anul 1997 va exista suportul legal pentru organizarea și desfășurarea corespunzătoare a activității de întreținere și reparații drumuri. Se poate anticipa că această etapă se va caracteriza prin:

a) executarea unui volum mare de lucrări de ranforsare, de aducere a capacității portante la nivelul impus de trafic. Se poate presupune o trecere la un program de ranforsare de 30...35 km de drum/an cu o tendință de a ajunge la 40 km de drum/an. Si în acest mod este necesară o perioadă de 10...12 ani pentru a realiza asemenea lucrări pe întreaga rețea;

b) executarea de tratamente bituminoase pe 40...45 km drum/an;

c) executarea lucrărilor de plombare a drumurilor cu îmbrăcăminte modernă, în special pe drumurile pe care nu au fost executate în ultimii 2...3 ani lucrări de ranforsare și tratamente bituminoase;

d) reorganizarea activității de administrare, întreținere și reparații drumuri și acordarea unei atenții mai mari activității de întreținere curentă a rețelei de drumuri;

e) dotarea unităților de drumuri cu tehnică modernă pentru executarea tuturor categoriilor de lucrări.

#### 2.4.4. Soluții propuse pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcăminti moderne

Avînd în vedere starea de viabilitate a fiecărui tronson de drum, apreciată prin prisma nivelului de degradare al suprafeței de rulare și prin prisma nivelului de asigurare a capacității portante precum și importanța economică și socială a acestora, se poate face un program pentru anul 1994 și 1995 în ceea ce privește lucrările de tratamente bituminoase și ranforsări structuri rutiere existente.

În funcție de starea rețelei și de cele prezentate la subcapitolul 2.4.2 și 2.4.3, se poate întocmi un program pentru o perspectivă apropiată (etapa I) și o perspectivă mai îndepărtată (etapa II) așa cum sunt arătate în figura 2.14.

Nominalizarea sectoarelor și limitelor acestora s-a făcut pe baza "Fișei de apreciere a stării tehnice", a propunerilor de lucrări necesare, pe urgențe cuprinse în aceste fișe.

Lungimea traseelor este stabilită în funcție de resursele financiare posibile de alocat în fiecare an și nu reprezintă în exclusivitate o sumă a lucrărilor necesare menționate în fișe.

##### a) Lucrări propuse în etapa I

Ca o primă soluție aplicabilă în prima etapă, o reprezintă tratamentele bituminoase în volum de circa 80 km/an.

Trasele pe care se vor executa asemenea lucrări vor fi cele cu o capacitate relativ mare dar sub 100 %, un indice de degradare mediu și suportă un trafic de peste 1000 vehicule/zi. A doua categorie de drumuri pe care se vor executa asemenea lucrări vor fi cele cu un nivel de degradare al suprafeței mare și care suportă un trafic redus.

Tinînd cont de starea drumurilor, de importanța drumului, de posibilitățile de asigurare a bazei materiale au fost propuse pentru etapa I 14 tronsoane de drum însumînd 162 km conform tabelului 2.11.

Se urmărește realizarea tratamentelor bituminoase pe sectoare cît mai lungi și cu agregate produse în regie. În acest sens pe 62,5 % din lungimea propusă se vor executa tratamente bituminoase cu agregate de balas-

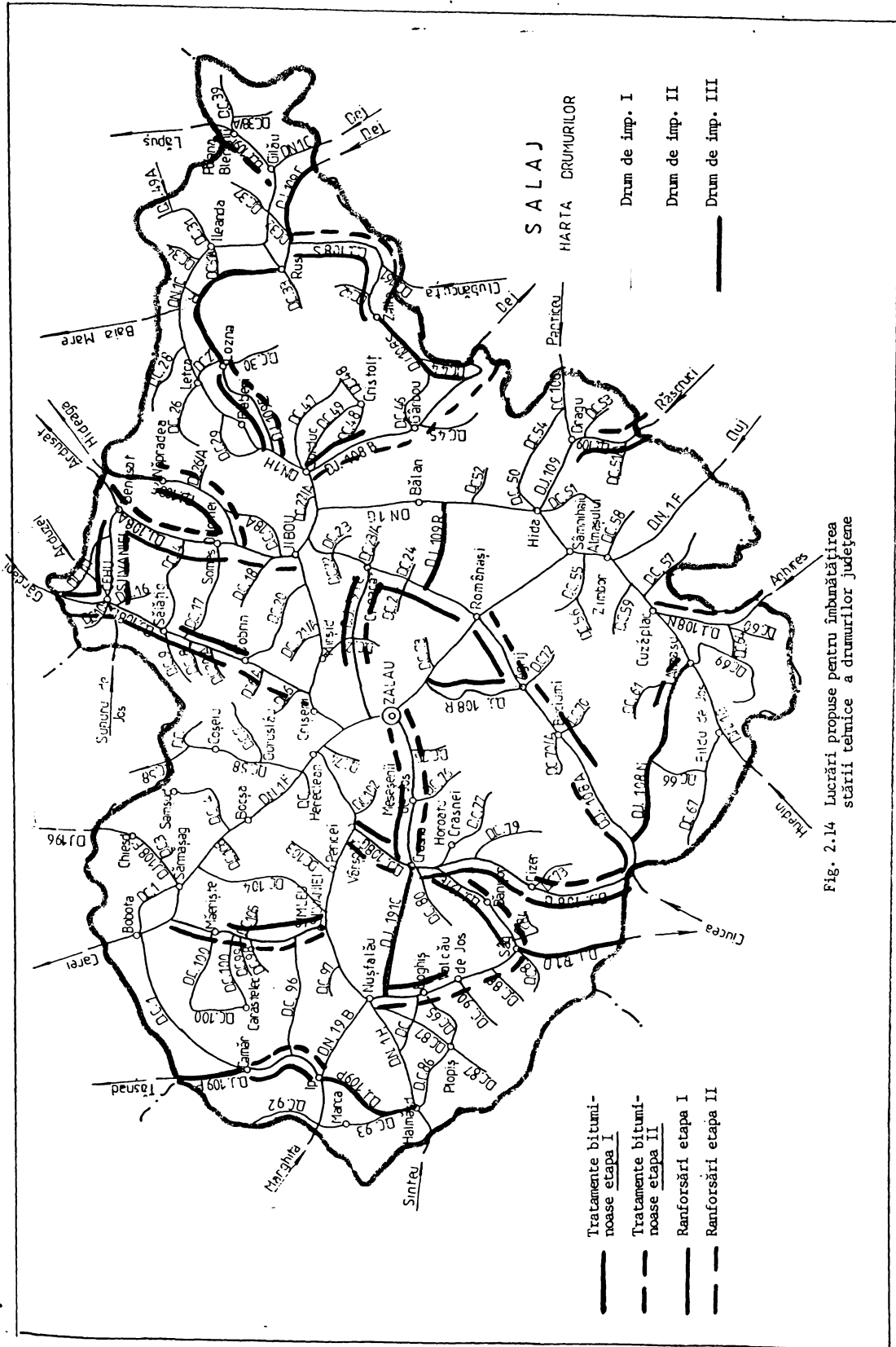


Fig. 2.14 Lucrări propuse pentru îmbunătățirea stării tehnice a drumurilor județene



Tabel 2.11.

## L I S T A

## sectoarelor propuse pentru tratamente bituminoase etapa I 1994....1995

Nr. crt	Drumul	Localități	Sector propus		din care:		Agreagate utilizate		
			1994	1995	1994	1995			
			Poziție km	Lungime	Poziție km	Lungime			
1.	DJ 108 A	Buciumi-Romanași	25+000-40+000	15	-	-	25+000-40+000	15	agregate de baltieră semi-concasate
2.		Jibou-Inău	65+000-76+000	11	-	-	65+000-76+000	11	"
3.	DJ 108 B	Surdic-Gârbov	1+000-21+000	20	-	-	1+000-21+000	20	"
4.	DJ 108 E	Jibou-Năpradea	0+000-10+000	10	0+000-3+000	3	3+000-7+000	7	"
5.	DJ 108 S	Siniștea-Zalaua	10+000-20+000	10	-	-	10+000-20+000	10	"
6.	DJ 108 R	Meseș-Agrij	0+000-12+000	12	0+000-12+000	12	-	-	"
7.	DJ 109 E	Lozna-Ciț	50+000-62+000	12	50+000-56+000	6	56+000-62+000	6	"
8.	DJ 191 C	Zalau-Creaca	36+000-50+000	14	36+000-50+000	14	-	-	"
9.	Dj 196	Cahu Silvaniei-Benesat	33+000-40+000	7	33+000-48+000	7	-	-	"
10.	DJ 108 G	Lim.Jud.Cluj-Cizer	1+000-16+000	15	1+000-10+000	9	10+000-16+000	6	criblură de la cariera Poieni
11.	DJ 109 P	Ip-Cavri	1+000-21+000	7	-	-	1+000-21+000	7	"
12.	DJ 191 C	Crasna-Iteșeni	12+000-24+000	12	12+000-24+000	12	-	-	"
13.	DJ 191 D	Rusfalau-Valciu	0+000-10+000	10	0+000-10+000	10	-	-	"
14.	DJ 191 E	Pecsi-Sfj.	4+000-11+000	7	4+000-11+000	7	-	-	"
TOTAL:				162		80		82	

0	1	2	3	4	5	6	7
13.	DJ 108 H	Alinaș-Mesteacăn	13+000-11+000	-	-	13+000-11+000	3
14.	DJ 108 R	Meseș-Agrij	0+000-12+000	-	-	0+000-12+000	12
15.	DJ 108 S	Rus-Zalha	0+000-21+000	0+000-21+000	21	-	-
16.	DJ 109 E	Lozna-Cluj	49+000-62+000	49+000-62+000	13	-	-
17.	DJ 191 C	Crasna-Meseșeni	12+000-26+000	-	-	12+000-26+000	14
18.	DJ 191 C	Zalău-Creaca	36+000-50+000	-	-	36+000-50+000	14
19.	DJ 191 D	Nusfalau-Siz	0+000-16+000	10+000-16+000	6	0+000-10+000	10
20.	DJ 191 D	Nusfalau-Valcău	0+000-11+000	-	-	0+000-11+000	11
21.	DJ 196	lim.jud.Satu Mare-Cehu Silvaniei	33+000-43+000	33+000-43+000	10	-	-
22.	DJ 109 P	Ip-Cașir	15+000-24+000	15+000-24+000	9	-	-
23.	DJ 109	lim.jud.Cluj-Jiula	35+000-42+000	35+000-42+000	7	-	-
24.	DJ 109 F	Giurgeu-lim.jud.Maramureș	0+400- 6+400	0+400- 6+400	6	-	-
TOTAL :					141		156

tieră cu un grad de concasare de minim 30 % în funcție de sursa din care provin.  
Se apreciază ca eficientă utilizarea agregatelor semiconcasate,  
avînd ca suport modul de comportare al tratamentelor bituminoase executate în  
anii 1990...1993. În condițiile utilizării unei emulsii bituminoase cationice  
corespunzătoare, a unor agregate curate și a respectării tehnologiei de execu-  
ție, tratamentele bituminoase astfel realizate se comportă bine în condițiile  
de exploatare a drumurilor locale din județul Sălaj.

Partea de vest a județului Sălaj este săracă în resurse minera-  
le utilizabile pentru aceste lucrări și impune realizarea tratamentelor bitumi-  
noase cu agregate de carieră provenite de la Poieni, județul Cluj, sursa cea  
mai apropiată.

Lucrările de ranforsare constituie o necesitate de prim ordin  
din punct de vedere atît al capacității portante cît și al suprafeței de rulare,  
dar factorul economic este cel care impune realizarea unui volum cît mai mare de  
tratamente bituminoase în detrimentul ranforsărilor și aceasta pentru a putea  
menține rețeaua de drumuri la un grad de exploatare rezonabil.

Apreciind influența tuturor factorilor care concură la reali-  
zarea acestor lucrări se pot face unele propuneri care sunt cuprinse în tabel-  
ul 2.12.

#### b) Lucrări propuse pentru etapa a II-a

Apreciind că anul 1997 va marca o evoluție semnificativă în  
activitatea de drumuri se poate gîndi un program care se va axa în mare măsură  
pe lucrările de ranforsare . În acest sens lucrările propuse sunt cele cuprin-  
se în tabelul 2.13. și în figura 2.14. și care vor cuprinde sectoarele de im-  
portanță I și II cu unele excepții, cele de importanță III.

Analizînd modul de prezentare al lucrărilor, atît prin figu-  
ra 2.14. cît și prin tabelele 2.11., 2.12. și 2.13 se poate constata o mai  
bună distribuire a lucrărilor în teritoriu și aceasta datorită faptului că  
s-a avut în vedere un mare volum de ranforsări, 156 km ceea ce înseamnă o  
medie de 31 km/an.

Tratamentele, în general sunt propuse a se realiza pe sectoare-  
le cu trafic mai redus chiar în ideea că se vor repeta la un interval de timp  
scurt după cele realizate în 1994...1995,

S-a propus realizarea a 141 km de tratamente bituminoase avînd  
în vedere condițiile actuale, dar acestea ar putea fi realizate pe lungimi  
mai mari dacă starea drumurilor o va cere și dacă situația economico-financia-  
ră va permite.

L I S T A  
sectoarelor propuse pentru transformare etapa I 1994...1995

Nr. crt	Drumul	Localități	Sector propus		din care:				Obs.
			Poziție km	lungime	1994	1995	1994	1995	
					Posiție km	lungime	Posiție km	lungime	
1.	DJ 108 A	Lim. jud.-Iltuz	10+000-14+000	4	12+000-14+000	2	10+000-12+000	2	
2.		Jibou-Someș Odorhei	62+000-66+000	4	62+000-64+000	2	64+000-66+000	2	
3.	DJ 108 D	Crișeni-Cristur	0+000-2+000	2	0+000-1+000	1	1+000-2+000	1	
4.		Cehu Silvaniei- Lim. jud. Maramureș	25+000-27+000	2	25+000-26+000	1	26+000-27+000	1	
5.	DJ 108 F	Uileac- Merești	5+000-9+000	4	5+000-6+000	1	6+000-9+000	3	
6.	DJ 108 G	Crasna-Vîrșol	26+000-30+000	4	26+000-28+000	2	28+000-30+000	2	
7.	DJ 108 N	Alinaș-Nesteaș	12+000-14+000	2	-	-	12+000-14+000	2	
8.	DJ 109	Dragu-Lim. jud. Cluj	33+000-35+000	2	33+000-35+000	2	-	-	
9.	DJ 109 E	Rus-Buzaș	28+000-30+000	2	-	-	28+000-30+000	2	
10.	DJ 191 C	Aghireș-Neseșeni	26+000-29+000	3	26+000-29+000	1	26+000-28+000	2	
11.	DJ 196	Beneșat	32+000-33+000	1	-	-	32+000-33+000	1	
<b>TOTAL:</b>				30		12		18	

## L I S T A

sectoarelor de drum pe care sunt propuse lucrări în  
etapa II (1996...2000)

Nr. crt	Drumul	Localităţi	Sector	Tratamente bituminose			Ramforsări	
				Tronsoane pe care sunt propuse lucrări - etapa II	Tronsoane pe care sunt propuse lucrări - etapa II	Tronsoane pe care sunt propuse lucrări - etapa II	Tronsoane pe care sunt propuse lucrări - etapa II	Tronsoane pe care sunt propuse lucrări - etapa II
				Poziţie km	lungime	Poziţie km	lungime	
0	1	2	3	4	5	6	7	
1.	DJ 108 A	lim. jud. Cluj-Agrij	7+400-31+000	12+000-31+000	19	-	-	
2.	DJ 108 A	Agrij-Romanaşi	31+000-40+000	-	-	21+000-40+000	9	
3.	DJ 108 A	Romanaşi-Creaca	40+000-52+000	-	-	40+000-52+000	12	
4.	DJ 108 A	Jibou-Benesat	66+000-78+000	-	-	66+000-78+000	12	
5.	DJ 108 B	Surdac-Girbou	0+000-12+000	-	-	0+000-12+000	12	
6.	DJ 108 D	Crăşeni-Celuş vaniei	0+000-23+000	4+000-12+000	8	2+000-23+000	21	
7.	DJ 108 D	Celuş Silvaniei- lim. jud. Maramureş	23+000-28+000	23+000-28+000	5	-	-	
8.	DJ 108 E	Jibou-Năpradea	0+000-12+000	0+000-12+000	12	-	-	
9.	DJ 108 F	Simleu Silvaniei- Nolad	2+000-16+000	2+000- 9+000	7	9+000-16+000	7	
10.	DJ 108 G	lim. jud. Cluj- Crasna	0+000-24+000	0+000-12+000	12	12+000-24+000	12	
11.	DJ 108 G	Crasna-Virşolţ	24+000-30+000	24+000-30+000	6	-	-	
12.	DJ 108 N	lim. jud. Cluj- Cuzăplac	3+000-10+000	-	-	3+000-10+000	7	

Volumul de lucrări programat nu are în vedere rețeaua de drumuri comunale cu îmbrăcăminte modernă, care la rîndul ei va necesita executarea unui volum de lucrări de tratamente bituminoase.

În ceea ce privește propunerea de executare a unor asemenea lucrări, aceasta poate comporta unele analize, unele discuții în funcție și de alți factori care vor influența activitatea de drumuri. În acest sens se pot formula următoarele observații:

- lucrările propuse pentru a fi realizate în etapa I (1994-1995) au la bază și o posibilă doză de subiectivism ceea ce a condus la o dispersare mare în teritoriu, dar s-a avut în vedere și o asigurare a unui volum de muncă pentru toate formațiile de lucru din teritoriu;

- programul propus are în vedere doar fondurile posibile de alocat fără a se cunoaște nivelul de acoperire;

- programul ar fi posibil să sufere modificări esențiale dacă orientarea la nivel național va fi spre o adevărată reabilitare a rețelei de drumuri locale și demararea unui program de investiții adecvat;

- lucrările propuse sunt la un nivel minim din punct de vedere fizic, țin cont doar de posibilitățile de realizare și nu de cerințele rețelei, de starea acesteia.

Propunerile de program pot constitui cel puțin un punct de plecare pentru formularea programelor anuale de întreținere și reparații drumuri și poduri.

#### 2.5. Concluzii și propuneri

Asigurarea desfășurării traficului rutier în condiții de siguranță, confort și eficiență necesită o cunoaștere permanentă a principalelor elemente care compun activitatea de administrare, întreținere și reparare a drumurilor astfel:

- starea tehnică a rețelei rutiere;
- factori care influențează direct starea rețelei rutiere;
- lucrările necesare pentru menținerea rețelei într-o anumită stare tehnică impusă de importanța drumului;
- factorii care influențează volumul și calitatea lucrărilor posibile de executat;
- etapele de execuție a lucrărilor;
- soluții eficiente de realizare a lucrărilor de întreținere și reparații.

Studiile efectuate de autor pe baza celor de mai sus și prezentate la punctele 2.1...2.4 din prezenta lucrare permit formularea următoarelor concluzii cu privire la starea tehnică a rețelei de drumuri cu îmbrăcăminte

modernă din județul Sălaj:

a) este necesară evaluarea anuală a stării tehnice a drumurilor cu îmbrăcăminte rutiere modernă prin prisma nivelului de degradare al suprafeței de rulare și prin nivelul de portanță al structurii rutiere;

b) aprecierea cât mai exactă a influenței principalilor factori care influențează starea tehnică a unui drum cum ar fi:

- vârsta și caracteristicile constructive ale structurilor rutiere existente;

- traficul rutier existent și de perspectivă;

- condițiile climaterice existente.

c) stabilirea lucrărilor necesare a se realiza în prima etapă pentru oprirea avansării degradărilor în stratul de rulare;

d) stabilirea lucrărilor necesare pentru mărirea sau menținerea capacității portante în funcție de nivelul de portanță a structurilor rutiere;

e) evaluarea posibilităților de realizare a acestor lucrări și stabilirea lucrărilor prioritare după câteva criterii de bază;

f) anticiparea efectelor lucrărilor.

Metoda de evaluare a stării tehnice a unui drum propusă în prezenta lucrare prin determinarea nivelului de asigurare al portanței structurii "Np" precum și a nivelului de degradare al suprafeței de rulare "Nd<sub>s</sub>" oferă o imagine reală a unui sector de drum. Coroborarea celor 2 grupe de informații permite formularea unei concluzii cu privire la disponibilitatea unei structuri rutiere și la programarea unor lucrări.

Avînd o imagine asupra întregii rețele asupra lucrărilor executate în ultima perioadă este impetuos necesară stabilirea lucrărilor prioritare pentru fiecare sector, an și etapă punînd față în față starea tehnică a rețelei și condițiile economico-financiare specifice fiecărei perioade.

Etapele și categoriile de lucrări propuse pentru îmbunătățirea stării de viabilitate necesită ajustări permanente generate de modificarea posibilităților de executare a lucrărilor (în general nefavorabile pentru drum).

Programarea unor anumite categorii de lucrări trebuie să permită administratorului rețelei să poată anticipa efectele execuției lucrărilor asupra sectorului respectiv, precum și consecințele pe care le are neexecutarea lucrărilor pe alte sectoare de drum și dacă acestea din urmă sectoare pot fi sau nu considerate ca sacrificate.

Ca o concluzie generală care poate fi formulată în urma studiilor efectuate este aceea că în etapa 1994...1996 activitatea de întreținere și reparații drumuri locale trebuie să cuprindă cu prioritate acele lucrări care să conducă la oprirea avansării degradărilor atât în suprafața de rulare cât și în struc-

tura rutieră, să fie conservată structura rutieră și îmbunătățită suprafața de rulare.

O posibilă îmbunătățire a evoluției economiei naționale în perioada 1997...2000 va permite o modificare de esență în organizarea activității de drumuri locale, acordând de această dată prioritate lucrărilor de ranforsare a structurilor existente și de modernizare a drumurilor pietruite.



### CAPITOLUL 3

#### MATERIALE LOCALE DIN JUDEȚUL SALAJ POȘIBIL DE UTILIZAT ÎN TEHNICA RUTIERĂ

În capitolul 2 a fost prezentată starea rețelei de drumuri județene precum și lucrările necesare a fi executate pentru evitarea degradării rețelei, (etapa I) iar apoi pentru îmbunătățirea stării de viabilitate (etapa II).

Una din condițiile care sunt definitorii în conturarea și mai ales în realizarea unui program de întreținere și reparații drumuri o constituie materiile prime și în special agregatele a căror existență și calitate pot influența activitatea de drumuri. Identificarea resurselor de agregate naturale și a posibilităților de utilizare a acestora în tehnica rutieră constituie o latură a profesionalismului inginerului de drumuri. Relieful și rețeaua hidrografică de care județul Sălaj beneficiază, oferă posibilitatea identificării și exploatării unor surse semnificative de agregate naturale.

#### 3.1. Agregate de balastieră din județul Sălaj utilizabile în tehnica rutieră

Existența în județul Sălaj a unei rețele hidrografice destul de importantă și ținând seama de faptul că toate aceste râuri cât și o parte din afluenți izvoresc din zone muntoase, sunt generatoare de importante surse de agregate naturale.

Aceste agregate au constituit în timp materialele de bază pentru realizarea și întreținerea drumurilor pietruite cât și pentru executarea și întreținerea îmbrăcăminților bituminoase mai ales în perioada în care a avut loc o reducere continuă a resurselor financiare, determinând o înlocuire treptată a agregatelor de carieră.

Aria de utilizare a crescut în permanență, determinată de lucrările necesare a se executa și de posibilitățile de exploatare și prelucrare.

Agregatele de balastieră din județul Sălaj pot fi clasificate după proveniență în :

- agregate naturale de balastieră care provin din prundișuri de ape curgătoare, extrase din balastiere de râu sub formă de balast de râu;

- agregate naturale de balastieră provenite din prundișuri vechi, extrase din balastieră de mal sub formă de balast de mal.

Din analizele efectuate se constată că granulozitatea balasturilor este în general continuă, dar cu o variație a conținutului de sorturi elementare în funcție de situarea locului de exploatare și frecvența precipitațiilor abundente.

În funcție de lucrările de drumuri care se execută, agregatele de balastieră sunt utilizate sub formă de :

- agregate naturale neprelucrate: balastul de râu;
- agregate naturale prelucrate prin spălare, concasare și sortare: nisip 0-3; 3-7; 0-7;  
pietriș 7-16; 16-31;

Balastul de râu este exploatat din 6 cursuri de apă, și prelucrat în 11 instalații de sortare ale mai multor beneficiari din care 4 aparțin RADP Sălaj.

Exploatările principale care vor fi abordate în prezenta lucrare sunt:

Cursul de apă	Zona de exploatare	Locul de prelucrare
Someș	Jibou Benesat	Jibou Cehu Silvaniei
Almaș-Băbiu	Băbiu	Almaș
Agrij	Păușa, Românași	Bodia

### 3.1.1. Agregate de balastieră extrase din râu Someș în zona orașului Jibou

Riul Someș este cel mai important curs de apă din nord-vestul României și constituie una din principalele surse de agregate naturale. În zona orașului Jibou există câteva puncte (Jibou, Rona, Var, Someș Guruslău), unde agregatele se exploatează din albia râului iar prelucrarea se face în instalațiile de la Jibou și var.

Zăcămintul este format din material aluvionar de tip granular depozitat pe fundul albiei.

#### 3.1.1.1. Balastul de râu

Agregatele brute sunt în general sub forma unui balast a cărui

granule pot depăși de multe ori 71 mm, fără a conține cărbune sau bulgări de argilă care să formeze conglomerate.

Din punct de vedere mineralogic, predomină cuarțitele 80 %, micașist 6...7 % și calcare 7...8 %.

Principalele caracteristici ale balastului din râul Someș extras din cele 2 zone și determinate în laboratorul RADP Sălaj precum și cerințele impuse de normativele tehnice pentru utilizarea lui în tehnica rutieră sunt cuprinse în tabelul 3.1.

Densitatea în stare afinată  $\rho_{ga} = 1813 \text{ kg/m}^3$ .

Densitatea în stare îndesată  $\rho_{gi} = 2000 \text{ kg/m}^3$ .

Analizând valorile caracteristicilor determinate pentru balastul de râu extras din Someș în zona Jibou, raportate la cerințele impuse pentru diferite domenii de utilizare conform tabelului 3.1. și a figurilor 3.1., 3.2., 3.3. și 3.4. se pot constata următoarele:

a) balastul poate fi utilizat pentru realizarea stratului anticapilar;

b) balastul poate fi utilizat pentru realizarea straturilor de fundație, valorile determinate sunt mult acoperitoare pentru această destinație;

c) agregatele extrase din Someș în zona Jibou nu îndeplinesc condițiile pentru balastul amestec optimal destinat straturilor de fundație. Curba de granulozitate are abateri destul de mari față de limitele de admisibilitate. O eventuală corectare a curbei de granulozitate este foarte greu de făcut și mai ales greu de stăpînit;

d) în urma unei prelucrări adecvate, respectiv în urma înlăturării granulelor cu dimensiunea mai mare de 31,5 mm se poate obține un balast a cărui caracteristici răspund cerințelor impuse de normativ pentru utilizarea lui la realizarea fundațiilor din agregate stabilizate cu lianți puzzolaniți;

e) balastul extras din râul Someș în zona orașului Jibou nu corespunde condițiilor impuse pentru mixturile asfaltice realizate cu agregat mijlociu și mărunt pentru stratul de bază. Se constată insuficiența părților fine și a granulelor care trec prin ciurul de 7 mm. Se constată însă că după o ușoară corectare a granulozității, aceste agregate sunt utilizabile pentru mixturile asfaltice cu agregate mari;

f) balastul de Someș poate fi utilizat pentru întreținerea drumurilor pietruite;

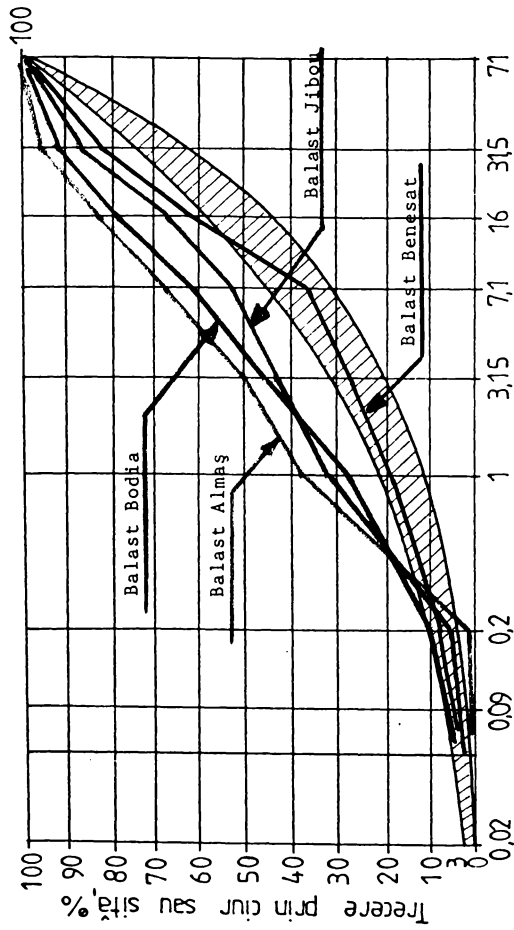
g) atât pentru utilizarea agregatelor brute ca balast amestec optimal cît și pentru producerea mixturilor asfaltice sau pentru sta-

Tabel 3.1.

Principalele caracteristici  
și posibilitățile de utilizare ale  
balastului din rful Someș exploatat  
în zona Jibou

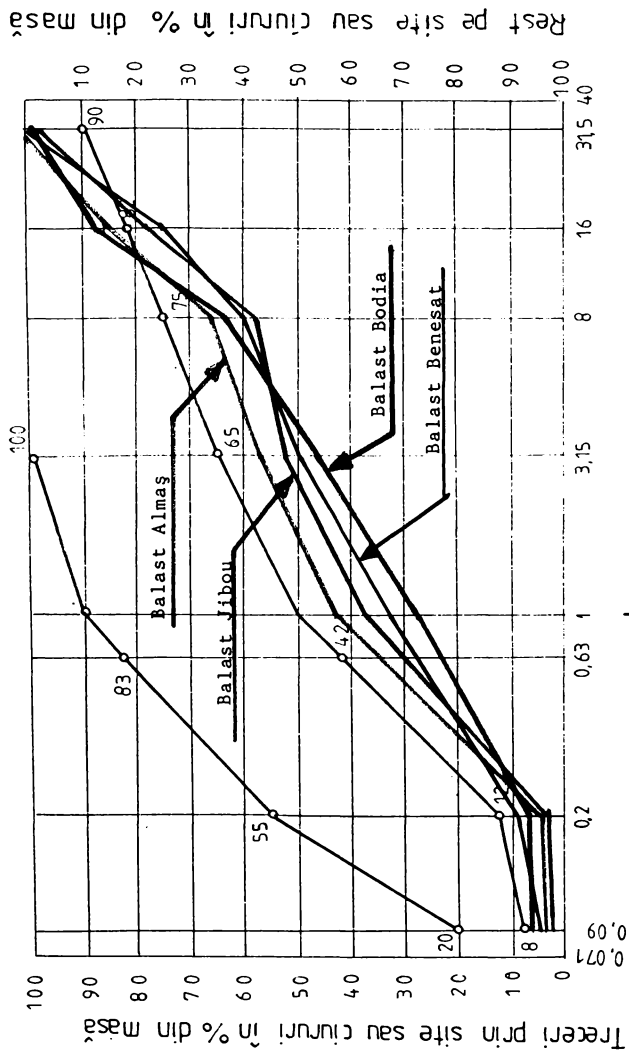
CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru :					Intreținerea drumurilor pietruite
		Strat anticapilar	Strat de fundație	Strat de funda- ție din balast amestec optimal	Straturi de fundație din agregate sta- bilizate cu lianți puzzola- nici	Straturi de ba- ză din mixturi asfaltice ci- lindrate la cald	
Sort	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 31	0 - 31	0 - 71
Fracțiuni sub 0,02 mm	% 0,10	3	3	3	-	3	-
sub 0,2 mm	% 1,61	-	-	4...10	-	-	-
0-7,1 mm	% 52 (59%)	30...70	15...70	30...45	40...70	-	30...50
31,5-71 mm	% 11,7	-	-	25...40	-	25...40	-
Granulozitate	conf.fig.3.1	continuuă	continuuă	fig.3.1	continuuă	fig.3.2;3.3;3.4	continuuă
Coefficientul de neuniformitate U <sub>n</sub>	2 $\alpha$ (‰)	min 15	min 15	-	min 8	-	-
Echivalent de nisip EN	% 47	-	min 30	min 30	min 30	min 30	-
Uzura cu masina Los Angeles LA	% 19	-	max 50	max 30	max 35	max 35	-
Coefficientul de permeabilitate	nu s-a determinat	3,5 x 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
Concluzii cu privire la utilizarea agregatelor	-						
	-	da	da	nu	da	nu	da

Pentru sortul 0-31



Dimensiunea ochiului ciurului sau sitei, mm

Fig. 3.1 Limitele de granulozitate pentru balastul amestec optimizat utilizat la straturile de fundație



Site cu ochiuri pătrate în mm | Ciururi cu ochiuri rotunde în mm

Fig. 3.2. Limitele de granulozitate pentru balastul de râu utilizat la prepararea mixturilor asfaltice cu agregat mărunț destinat straturilor de bază

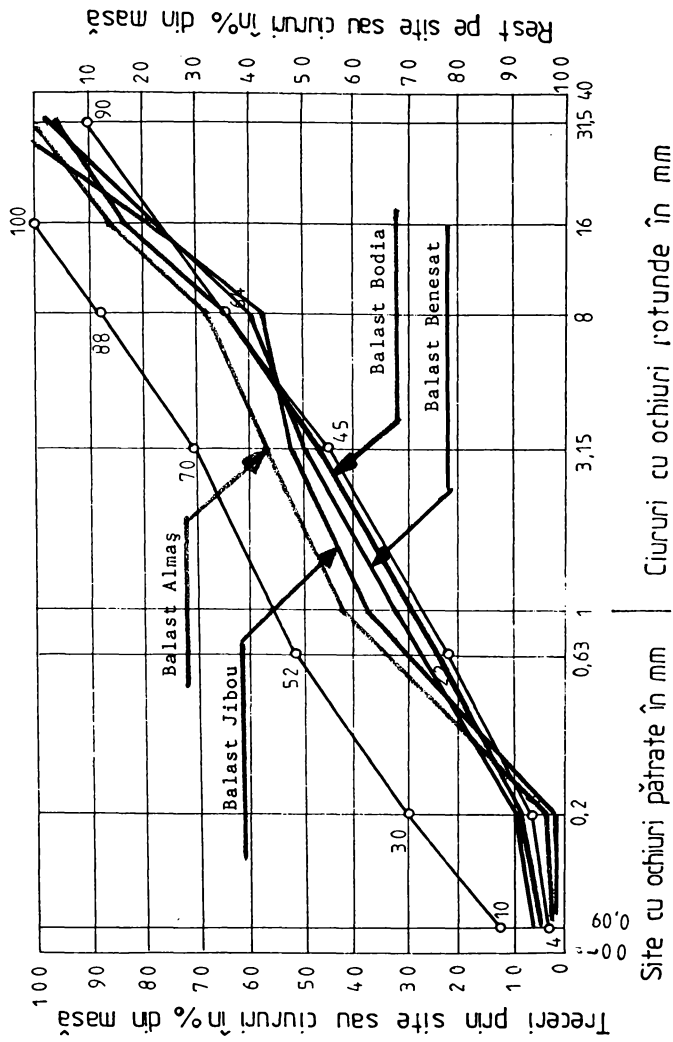
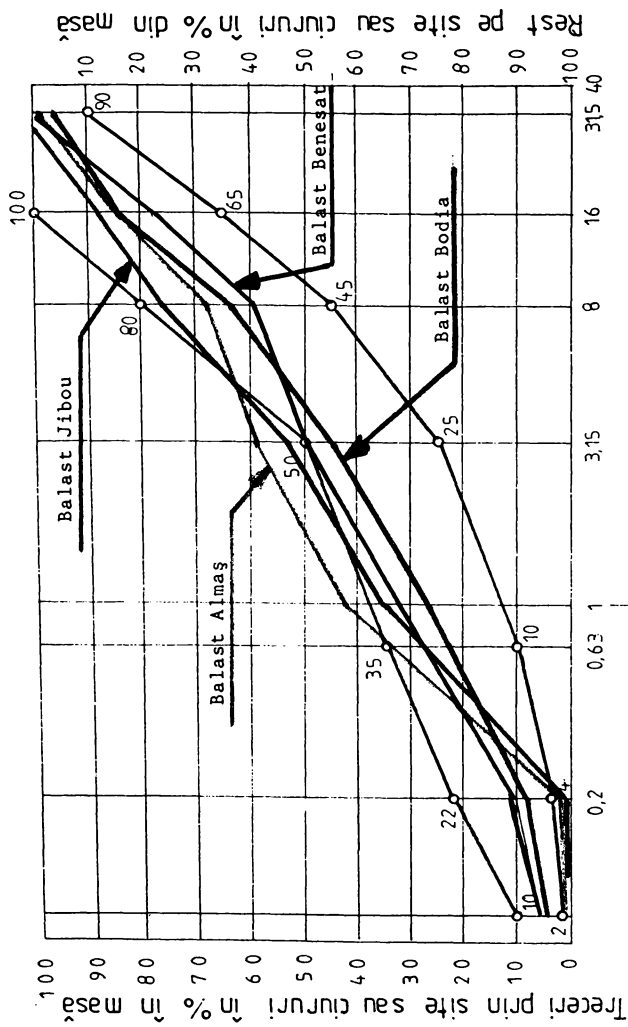


Fig. 3.3. Limitele de granulozitate pentru balastul de riu utilizat la prepararea mixturilor asfaltice cu agregat mijlociu pentru stratul de bază



Site cu ochiuri patrulate în mm | Ciururi cu ochiuri rotunde în mm

Fig. 3.4. Limitele de granulozitate pentru balastul de riu utilizat la prepararea mixturilor asfaltice cu agregat mare pentru stratul de bază



bilizarea cu lianți puzzolanici este necesară înlăturarea granulelor peste o anumită dimensiune (31,5) cât și corectarea ponderii unor sorturi elementare, respectiv o prelucrare a balastului. Acest aspect este demn de avut în vedere deoarece trebuie analizate câteva situații:

- dacă prin simpla eliminare a granulelor cu dimensiuni mai mari de 31,5 mm se poate obține un balast 0-31 cu granulozitate adecvată?

- dacă este eficientă această simplă prelucrare (trecere prin ciurul cu ochiul avînd dimensiunea de 31,5 mm) din punct de vedere al consumului energetic și al costurilor totale?

- dacă nu este mai eficientă prelucrarea completă a balastului și apoi realizarea unui amestec de sorturi în proporții bine stabilite a cărui curbă de granulozitate să se încadreze perfect în intervalele admise?

În general în zona instalațiilor de sortare sunt montate și instalații de preparare a amestecurilor asfaltice sau a betoanelor de ciment, situație întâlnită și la Jibou. Între depozitele de agregate sortate rezultate direct din instalațiile de sortare și depozitele de agregate ale instalațiilor de preparare ale betoanelor există o distanță egală cu spațiul de manevră al utilajului de încărcare, situație în care se apreciază că o sortare completă a agregatelor și realizarea amestecurilor după dozaie riguros determinate, este varianta optimă de utilizare a acestor agregate.

#### 3.1.1.2. Agregate sortate

Balastul extras din râul Someș în zona localității Jibou este apreciat ca un balast curat, cu o curbă de granulozitate continuă, avînd toate sorturile elementare, iar coeficientul de neuniformitate  $U_n = 20$ , indică un raport rezonabil al acestor sorturi, justificînd o prelucrare completă a acestuia, constînd din spălare, sortare și concasare parțială.

În localitatea Jibou sortarea se face într-o instalație de fabricație IUGCT Brașov cu o capacitate de 20 000 m<sup>3</sup>/an compusă din:

- buncăr pentru alimentare de 10 m<sup>3</sup> capacitate;
- bandă de alimentare de 47 m lungime;
- sortatorul propriu zis;
- 3 benzi pentru transportul pietrișului;
- 1 clasor pentru nisip;
- instalația de apă.

Sorturile obținute în mod curent sunt:

- nisip: 0-3; 3-7 sau 0-7;
- pietriș: 7-16; 16-31.

Este amintit pietrișul 16-31 care se obține doar la nevoie, în mod curent toate granulele care sunt rest pe ciurul de 16 mm sunt concasate.

#### A. Nisipul sortat 0-3; 3-7; 0-7

Studiile efectuate în laborator atestă că nisipul sortat obținut la Jibou:

- nu are corpuri străine;
- nu conține humus;
- nu este identificată mică și cărbune;
- nu conține sulfați (cantități  $< 0,1$  %);
- densitate în grămadă:
  - în stare afînată - 1597 kg/m<sup>3</sup>;
  - în stare îndesată - 1727 kg/m<sup>3</sup>;
- coeficient de neuniformitate  $U_n = 7,6$  pentru nisipul 0-7;

Caracteristicile nisipului sortat 0-7 precum și posibilitățile de utilizare sunt cuprinse în tabelul 3.2. din analizarea cărora se constată următoarele:

a) din punct de vedere al granulozității și al echivalentului de nisip, aceste agregate sunt utilizabile pentru realizarea straturilor din nisip stabilizat pentru orice clasă de trafic;

b) coeficientul de neuniformitate reprezintă doar 95 % din valoarea minimă, ceea ce face ca această condiție să nu fie satisfăcută. O corectare a curbei de granulozitate cu fracțiunea 3-7 ar conduce la schimbarea alurei acesteia și respectiv la creșterea lui  $d_{60}$  și implicit al coeficientului de neuniformitate;

c) dacă se acceptă ideea corectării granulozității și tehnologic este posibil acest lucru, nisipul 0-7 este utilizabil pentru destinațiile cuprinse în tabelul 3.2.

Cu cât straturile rutiere sunt mai pretențioase din punct de vedere tehnic, cu atât condițiile care se pun agregatelor sunt mai multe și de multe ori foarte severe.

În acest context sunt analizate caracteristicile nisipului sortat 0-3; 3-7 obținut la Jibou, vizavi de condițiile ce se impun pentru anumite straturi rutiere și care sunt cuprinse în tabelul 3.3. și figura 3.5.

În concluzie se subliniază următoarele:

a) sunt îndeplinite condițiile impuse pentru nisipul utilizat la prepararea amestecurilor asfaltice;

Tabel 3.2.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului  
0-7 obținut la Jibou

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lian- ți puzzolonici pentru clasele de trafic ușor și foarte ușor.	Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolonici pentru clasele de trafic mediu, greu și foarte greu.
Sort	0 - 7	0 - 7	0 - 7
Granulozitate	conf.fig.3.5.	continuă	continuă
Coefficient de neuniformitate Un.	7,6	min 8	min 8
Echivalent de nisip EN %	92	min 30	min 50
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	da

Tabel 3.3.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului 0-3;3-7;0-7  
obținut la Jibou

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere realizate din mixturi asfaltice cilindrate la cald	Îmbrăcăminte rutieră din beton de ciment
Sort	0-3;3-7;0-7	0-3; 3-7; 0-7	0-3; 3-7; 0-7
Granulozitate	conf.fig.3.5	continuă	conf.fig.3.5
Echivalent de nisip EN %	92	min 85	min 85
Conținut de corpuri străine	nu există	nu se admit	nu se admit
Conținut de humus(culoare soluție)	soluție slab gălbuie	soluție slab gălbuie gălbuie	soluție slab gălbuie
Conținut de mică liberă %	neglijabilă	max 0,5	max 1
Conținut de cărbune %	nu există	-	max 0,5
Sulfați (SO <sub>3</sub> ) %	neglijabilă	-	max 1.
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	da

b) nisipul poate fi utilizat la betoanele de ciment pentru îmbrăcămințile rutiere;

#### B. Pietrișul 7-16 și 16-31

Granulozitatea pietrișului 7-16 este definită de elementele prezentate mai jos:

Sort	Sită	Treceri
7-16	16	95,34
	7	1,50

Nu conține părți levigabile.

Forma granulelor:  $b/a = 0,68$

$c/a = 0,43$

Conținutul granulelor plate și aciculare - 10 %.

Rezistența la îngheț dezgheț - 3,50 %.

Studiind literatura de specialitate [66], [85] precum și lucrările executate în anii anteriori, se poate ușor deduce că agregatele rotunde sunt utilizabile în general pentru realizarea îmbrăcăminților rutiere de tip ușor și eventual pentru straturile de bază la îmbrăcămințile de tip greu, pentru realizarea betoanelor de ciment și pentru tratamente bituminoase.

Comparând caracteristicile agregatelor cu cele impuse de actele normative în vigoare se poate constata:

a) pietrișul 7-16 și 16-31 răspunde cerințelor pentru a fi utilizat la realizarea mixturilor asfaltice pentru straturile de legătură și pentru îmbrăcămintea bituminoasă ușoară. Forma granulelor și rezistența la uzură denotă existența unui agregat bun pentru fabricarea acestor mixturi asfaltice (tabel 3\*4).

Cu asemenea agregate Administrația drumurilor județene Sălaj realizează anual 14 000...16 000 tone de mixturi asfaltice;

b) pietrișul 7-16 și 16-31 poate fi utilizat la mixturile asfaltice destinate straturilor de bază. Pentru acest strat condițiile sunt mai lejere decât pentru îmbrăcămintea bituminoasă;

c) pietrișul obținut la instalația de sortare din Jibou nu este concasat, ca atare nu îndeplinește una din condițiile impuse agregatelor de balastieră destinate tratamentelor bituminoase.

Tabel 3.4.

PRINCIPALELE CARACTERISTICI SI  
 POSIBILITATELE DE UTILIZARE ALE PIETRISULUI  
 OBTINUT LA JIBOU

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:		
		Strat de legătură și înbrăcăminte bituminoasă ușoară realizată la cald.	Strat de bază din mixturi asfaltice realizate la cald	Tratamente bituminoase
Sort	7-16 ; 16 - 31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31
Grad de spargere	%	0	-	min 50
Forma granulelor	b/a	min 0,66	min 0,66	min 0,66
Conținutul de granule plate și aciculare	c/a	min 0,33	min 0,33	min 0,33
Conținutul de fracțiuni < 0,63 mm	%	max 25	max 25	max 25
Parte levigabilă	%	max 10	max 10	max 10
Uzura cu mașina Los Angeles LA	%	max 0,3	max 0,3	max 0,3
Concluzii cu privire la utilizarea pietrișului		max 30	max 30	max 30
		da	da	da*

\* Se poate utiliza la tratamente bituminoase numai dacă se apreciază că agregatele naturale satisfac cerințele de siguranță a circulației.

### 3.1.2. Agregate de balastieră extrase din râul Someș la Benesat și prelucrate la Cehu Silvaniei

Localitatea Benesat se situează în aval de orașul Jibou la circa 20 km. Balastiera este bine organizată ca o unitate de specialitate dispunând de utilaje specifice atât pentru exploatare cât și pentru prelucrare.

În urma analizelor efectuate a fost identificată compoziția mineralogică cuprinsă în tabelul 3.5.

Tabel 3.5.

Compoziția mineralogică a balastului extras din Someș la Benesat

Nr. crt	Mineralele identificate	%
1.	Cuarț + cuarțite	63
2.	Gresie cuarțitică	19
3.	Micașist	7,5
4.	Gnaisse	6,0
5.	Alte minerale	4,5

Acestea conferă agregatelor caracteristici care permit utilizarea lor în tehnica rutieră atât ca și agregate brute (balast de râu) cât și agregate sortate (nisip și pietriș).

#### 3.1.2.1. Balastul de râu

Ca urmare studiilor efectuate s-a constatat că balastul extras prin dragare de pe fundul albiei, nu conține corpuri străine în special de natură vegetală, cărbune sau bucăți de argilă care ar putea modifica caracteristicile agregatelor. Densitatea balastului în grămadă este :

- în stare afinată ..... 1907 kg/m<sup>3</sup>;
- în stare îndesată ..... 2044 kg/m<sup>3</sup>.

În tabelul 3.6. sunt cuprinse principalele caracteristici ale balastului de râu 0-71 și 0-31 precum și posibilitățile de utilizare ale acestuia în tehnica rutieră.

Se poate constata că balastul poate fi folosit la realizarea:

- straturilor anticapilare;
- straturilor de fundație;
- straturilor de fundație din agregate stabilizate cu lianți puzzolanici;
- straturilor de bază din mixturi asfaltice cu agregat mare;

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale balastului din  
riul Someș, extras în localitatea Benesat

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru :					Intreținerea drumurilor pietruite
		Strat anticapilar	Strat de fundație	Strat de fundație din balast anestec optimal	Straturi de fundație din agregate stabilizate cu lianți puzzolanici	Straturi de bază din mixturi asfaltice cinderate la cald	
Sort	0-71 și 0-31	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 31	0 - 31	0 - 71
Fracțiuni sub 0,02 mm	% 0,4	3	3	3	-	3	-
sub 0,2 mm	% 5,77	-	-	4...10	-	-	-
0-7,1 mm	% 39	30...70	15...70	30...45	40...70	-	30...50
31,5-71 mm	% 17,5	-	-	25...40	-	25...40	-
Granulozitate	conf.fig.3.1	continuu	continuu	fig.3.1	continuu	fig.3.2;3.3;3.4	continuu
Coefficientul de neuniformitate Un	32	min 15	min 15	-	min 8	-	-
Echivalent de nisip EN	42	-	min 30	min 30	min 30	min 30	-
Uzura cu masina Los Angeles LA	15	-	max 50	max 30	max 35	max 35	-
Coefficientul de permeabilitate	nu s-a determinat	$3,5 \times 10^{-3}$	-	-	-	-	-
Concluzii cu privire la utilizarea agregatelor	-	da	da	nu	da	da**	da

\*\* pentru sortul 0-31

\*\*\* pentru mixturi asfaltice cu agregat mare pentru strat de bază

- lucrărilor de întreținere a drumurilor pietruite.

Balastul în forma lui brută, respectiv 0-71 nu poate fi utilizat pentru realizarea fundațiilor din balast amestec optimal, curba de granulozitate nu se încadrează în limitele de admisibilitate, așa cum se poate constata din analizarea diagramei din figura 3.1.

### 3.1.2.2. Agregate sortate

Agregatele brute se prelucraază loco balastieră Benesat în instalațiile proprii ale firmei care le extrage, cât și la Cehu Silvaniei în instalația aparținătoare Formației de drumuri județene Cehu Silvaniei.

În cele ce urmează vor fi avute în vedere agregatele prelucrate la Cehu Silvaniei, agregate utilizate pentru activitatea de întreținere și reparații drumuri.

Sorturile obținute sunt:

- nisip: 0-3; 3-7; 0-7\*
- pietriș: 7-16; 16-31\*

\* sorturile 0-7 și 16-31 se obțin la nevoie.

#### A. Nisipul sortat 0-3; 3-7 și 0-7

Analizând caracteristicile principale ale nisipului 0-3; 3-7 și 0-7 obținut la Cehu Silvaniei comparativ cu valorile impuse care sunt cuprinse în tabelul 3.7. și 3.8. precum și în figura 3.5. se pot constata următoarele:

a) nisipul este curat, nu conține impurități are un echivalent de nisip mare;

b) în sorturile 0-3; 3-7 sau 0-7 nisipul obținut la Cehu Silvaniei poate fi utilizat pentru realizarea:

- straturilor din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolanici, pentru drumuri de orice clasă de trafic;
- mixturilor asfaltice destinate oricăror straturi rutiere;
- betoanelor de ciment destinate îmbrăcăminților rutiere.

Se poate constata că nisipul obținut la Cehu Silvaniei are caracteristici superioare și este utilizabil cu rezultate bune în special pentru producerea mixturilor asfaltice și a betoanelor de ciment. În general nisipul obținut din balastul din Someș este utilizat la circa 60 % din lucrările de drumuri care se execută în județul Sălaj.



Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului  
0-7 obținut la Cehu Silvaniei

Tabel 3.7.

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lian- ți puzzolonici pentru clasele de trafic ușor și foarte ușor.	Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolonici pentru clasele de trafic mediu, greu și foarte greu.
Sort	0 - 7	0 - 7	0 - 7
Granulozitate	conf.fig.3.5.	continuă	continuă
Coefficient de neuniformitate Un.	8,4	min 8	min 8
Echivalent de nisip EN %	88	min 30	min 50
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	da

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului 0-3;3-7;0-7  
obținut la Cehu Silvaniei

Tabel 3.8.

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere realizate din mixturi asfaltice cilindrate la cald	Îmbrăcăminte rutieră din beton de ciment
Sort	0-3;3-7;0-7	0-3; 3-7; 0-7	0-3; 3-7; 0-7
Granulozitate	conf.fig.3.5	continuă	conf.fig.3.5
Echivalent de nisip EN %	88	min 85	min 85
Conținut de corpuri străine	nu există	nu se admit	nu se admit
Conținut de humus(culoare soluție)	slab gălbuie	soluție slab gălbuie gălbuie	soluție slab gălbuie
Conținut de mică liberă %	nu există	max 0,5	max 1
Conținut de cărbune %	nu există	-	max 0,5
Sulfați (SO <sub>2</sub> ) %	0,01	-	max 1
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	da

## B. Pietrișul 7-16 și 16-31

În general pietrișul este curat și conține o cantitate relativ mare de granule concasate oferind acestuia caracteristici superioare. Forma granulelor este corespunzătoare iar rezistența la îngheț-dezghet este de 2,6 %.

Caracteristicile pietrișului permit utilizarea acestuia cu rezultate bune la realizarea (tabel 3.9);

- straturilor de legătură și a îmbrăcămintei bituminoase ușoare realizate la cald;

- straturilor de bază din mixturi asfaltice realizate la cald;

- tratamentelor bituminoase, chiar dacă nu respectă întocmai condiția impusă pentru gradul de spargere. Calitatea lucrărilor executate ne confirmă faptul că riscul este minim în cazul arătat mai sus.

### 3.1.3. Agregate de balastieră extrase din Valea Agriului și prelucrate în instalația de spălare, concasare și sortare Bodia

Valea Agriului izvorește din munții Meseșului, străbate acești munți apoi Depresiunea Agriului, vărsându-se în Someș în zona orașului Jibou..

Valea Agriului constituie a doua sursă principală de agregate naturale după râul Someș, având ca puncte de exploatare cele din zona localităților Păușa și Românași.

Zăcămintul este în exclusivitate de mal, extragerea făcându-se la uscat, grosimea stratului oscilează în jurul valorii de 1...1,5 m.

#### 3.1.3.1. Balastul de râu

Agregatele brute sunt în general sub forma unui balast cu o granulozitate continuă, uneori dimensiunea unor granule ajunge chiar la 90...100 mm.

Din punct de vedere mineralogic predomină cuarțul și cuarțitele urmate de gresie cuarțitică. În proporție mai redusă se găsesc micașistul și calcarele.

Densitatea în grămadă este în:

- stare afînată ..... 1800 kg/m<sup>3</sup>;
- stare îndesată ..... 2010 kg/m<sup>3</sup>.

Balastul exploatat din Valea Agriului are un conținut mai mare în părți fine decât balastul extras din râul Someș, lucru ce se poate constata și printr-o simplă observare a celor 2 agregate. Caracteristicile ba-

PRINCIPALELE CARACTERISTICI SI  
 POSIBILITATELE DE UTILIZARE ALE PIETRIȘULUI 7-16 SI 16-31  
 OBTINUȚI LA BALASTIERA BENESAT SI SORTAT  
 LA CEHU SILVANIEI

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:		
		Strat de legătură și înbrăcămintă bituminoasă ușoară realizată la cald.	Strat de bază din mixturi asfaltice realizate la cald	Tratamente bituminoase
Sort	7-16 ; 16 - 31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31
Grad de spargere	% 46	-	-	min 50
Forma granulelor	b/a 0,80 ; 0,89	min 0,66	min 0,66	min 0,66
Conținutul de granule plate și aciculare	c/a 0,42 ; 0,46	min 0,33	min 0,33	min 0,33
Conținutul de fracțiuni <0,63 mm	% 7	max 25	max 25	max 25
Parte levigabilă	% 0,6	max 10	max 10	max 10
Uzura cu mașina Los Angeles LA	% nu există	max 0,3	max 0,3	max 0,3
Concluzii cu privire la utilizarea pietrișului	% 19	max 30	max 30	max 30
	-	da	da	da*

\* Pietrișul cu gradul de spargere 46 % a fost utilizat cu rezultate foarte bune la tratamentele bituminoase pe drumurile județene

lastului din Valea Agrijului conform tabelului 3.10 raportate la cerințele diferitelor straturi rutiere permit formularea următoarelor concluzii:

- a) balastul de râu poate fi utilizat pentru realizarea:
- stratului anticapilar;
  - stratului de fundație;
  - straturilor de fundație din agregate stabilizate cu lianți puzzolanici;
  - straturilor de bază din mixturi asfaltice cilindrate la cald.

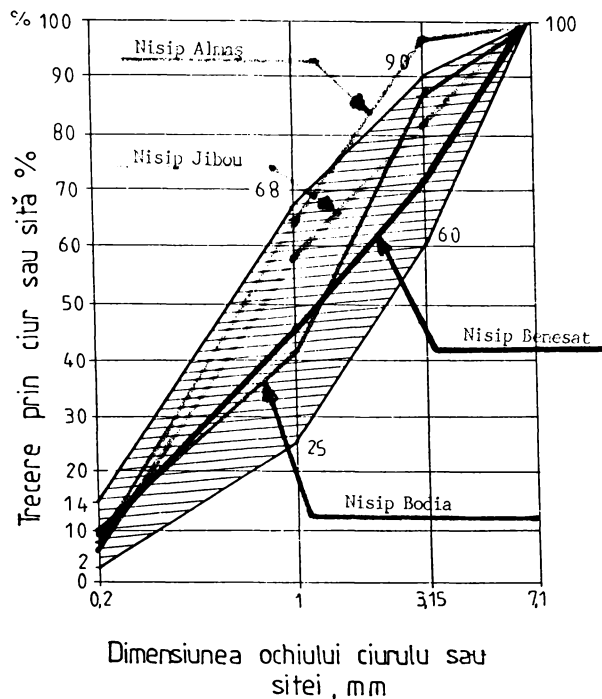


Fig. 3.5. Limitele de granulozitate pentru nisipuri utilizate pentru înbrăcămiștile din beton de ciment

- b) balastul extras din Valea Agrijului nu poate fi utilizat pentru:

Tabel 3.10.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale balastului din Valea Agriș

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru :						Intreținerea drumurilor pietruite
		Strat anticapilar	Strat de fundație	Strat de fundație din balast amestec optimal	Straturi de fundație agregate stabilizate cu lianți pușzola-nici	Straturi de baza din mixturi asfaltice cinderate la cald	Straturi de baza din mixturi asfaltice cinderate la cald	
Sort	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 31	0 - 31	0 - 71	
Fracțiuni sub 0,02 mm	% 0,40	3	3	3	-	3	-	
sub 0,2 mm	% 6	-	-	4...10	-	-	-	
0-7,1 mm	% 61 (64 <sup>+</sup> )	30...70	15...70	30...45	40...70	-	30...50	
31,5-71 mm	% 5	-	-	25...40	-	25...40	-	
Granulozitate	conf.fig.3-1	continuu	continuu	fig.3-1	continuu	fig.3.2;3.3;3.4	continuu	
Coefficientul de neuniformitate U <sub>n</sub>	23,3 (12,5 <sup>+</sup> )	min 15	min 15	-	min 8	-	-	
Echivalent de nisip EN	% 40 (50 <sup>+</sup> )	-	min 30	min 30	min 30	min 30	-	
Uzura cu masina Los Angeles LA	% 16,5 (14 <sup>+</sup> )	-	max 50	max 30	max 35	max 35	-	
Coefficientul de permeabilitate	nu s-a determinat	3,5 × 10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-	
Concluzii cu privire la utilizarea agregatelor	-	da	da	nu	da	da	da**	

\* Caracteristici pentru sortului 0-31

\*\* Se poate utiliza dar nu este recomandabil

- straturi de fundație din balast amestec optimal, datorită neîncadrării curbei de granulozitate în limitele care definesc balastul amestec optimal;

- întreținerea drumurilor pietruite, datorită faptului că este prea mărunț (conținutul de fracțiuni 0-7,1 este de 61 % față de 50 % care este limita maximă admisă). În anumite situații în care decisiv este factorul economic, balastul mai sus amintit poate fi utilizat pentru întreținerea unor drumuri slab pietruite.

### 3.1.3.2. Agregate sortate

Prelucrarea balastului de râu prin spălare, concasare și sortare permite o valorificare superioară a agregatelor în primul rând datorită înlăturării prin spălare a particulelor de argilă și apoi prin concasarea granulelor cu dimensiuni mari.

Principalele sorturi obținute prin prelucrare în instalația din Bodia sunt:

- nisip: 0-3; 3-7 și la nevoie 0-7;
- pietriș: 7-16 și la nevoie 16-31.

#### A. Nisipul sortat 0-3; 3-7; 0-7.

Compararea caracteristicilor principale ale nisipului în sorturile arătate mai sus cu cele impuse, așa cum sunt ele cuprinse în tabelul 3.11. și 3.12. permit formularea următoarelor constatări;

a) nisipul 0-7 îndeplinește condițiile pentru a fi utilizat la realizarea:

- straturilor rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolanici indiferent de clasa de trafic;
- straturilor rutiere din mixturi asfaltice cilindrate la cald;
- îmbrăcămintei din beton de ciment.

b) pentru îmbrăcămintea din beton de ciment se preferă nisipul 0-7, care îndeplinește condițiile de granulozitate.

#### B. Pietrișul 7-16 și 16-31.

Pietrișul obținut prin prelucrarea balastului de la Bodia răspunde cerințelor impuse pentru lucrările care se execută pe drumurile de interes local așa cum rezultă din analizarea caracteristicilor acestuia și a condițiilor impuse de normative, conform tabelului 3.13.

Tabel 3.11.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului  
0-7 obținut la Bodia

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lian- ți puzzolonici pentru clasele de trafic ușor și foarte ușor.	Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolonici pentru clasele de trafic mediu, greu și foarte greu.
Sort	0 - 7	0 - 7	0 - 7
Granulozitate	conf.fig.3.5.	continuă	continuă
Coefficient de neuniformitate Un.	10	min 8	min 8
Echivalent de nisip EN %	91	min 30	min 50
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	da

Tabel 3.12.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului 0-3;3-7;0-7  
obținut la Bodia

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere realizate din mixturi asfaltice cilindrate la cald	Imbrăcăminte rutieră din beton de ciment
Sort	0-3;3-7;0-7	0-3; 3-7; 0-7	0-3; 3-7; 0-7
Granulozitate	conf.fig.3.5	continuă	conf.fig.3.5
Echivalent de nisip EN %	91	min 85	min 85
Conținut de corpuri straine	nu sunt	nu se admit	nu se admit
Conținut de humus(culoare soluție)	soluție gălbuie	soluție slab gălbuie gălbuie	soluție slab gălbuie
Conținut de mică liberă %	0,1	max 0,5	max 1
Conținut de cărbune %	nu sunt	-	max 0,5
Sulfați (SO <sub>3</sub> ) %	nu sunt	-	max 1
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	da

Tabel 3.13.

PRINCIPALELE CARACTERISTICI SI  
 POSIBILITATELE DE UTILIZARE ALE PIETRIȘULUI  
 OBTINUT LA BODIA

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:		
		Strat de legătură și îmbrăcăminte bituminosă ușoară realizată la cald.	Strat de bază din mixturi asfaltice realizate la cald	Tratamente bituminoase
Sort	7-16 ; 16 - 31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31
Grad de spargere	% 35	-	-	min 50
Forma granulelor	b/a 0,69	min 0,66	min 0,66	min 0,66
Conținutul de granule plate și aciculare	c/a 0,45	min 0,33	min 0,33	min 0,33
Conținutul de fracțiuni < 0,63 mm	% 5,6	max 25	max 25	max 25
Parte levigabilă	% 0,26	max 10	max 10	max 10
Uzura cu mașina Los Angeles LA	% 0,22	max 0,3	max 0,3	max 0,3
Concluzii cu privire la utilizarea pietrișului	% 22,4	max 30	max 30	max 30
	-	da	da	da*

\*: Pietrișul a fost utilizat cu rezultate bune la lucrările realizate în anii 1991, 1992, 1993 și 1994



Se constată că pietrișul îndeplinește condițiile pentru realizarea:

- straturilor de legătură și a îmbrăcăminte bituminoase ușoare cilindrate la cald;
- straturilor de bază din mixturi asfaltice realizate la cald;
- tratamentelor bituminoase, cu derogarea de a se accepta agregatele cu un grad de spargere sub cel prescris.

Experiența anilor 1980...1990 a confirmat prin rezultate că utilizarea pietrișului obținut la Bodia este avantajoasă chiar dacă gradul de spargere este mai redus, 35...39 %.

#### 3.1.4. Agregate de balastieră extrase din Valea Băbiului și prelucrate în instalația de spălare, concasare și sortare Almaș

Valea Băbiului este principalul afluent al Văii Almașului și izvorește din versantul estic al munților Meseș.

Exploatarea balastului se face din cursul superior. Depozitul de material aluvionar nu este foarte mare, exploatarea făcându-se printr-o excavare la uscat.

Natura mineralogică a acestor agregate este asemănătoare cu cea a agregatelor din Valea Agriului, provenind din același masiv muntos, Meseș.

##### 3.1.4.1. Balastul de râu

Agregatele brute sunt sub forma unui balast a cărui granule pot avea dimensiuni peste 71 mm. Conținutul de corpuri străine poate fi variabil, în funcție de locul în care se face excavația și în funcție de efectele apei din ultima perioadă.

Este de remarcat prezența argilei în masa de agregat, ea fiind efectul excavării din straturi subțiri precum și al debitului mic de apă care nu produce o suficientă spălare. Formarea depozitului de balast fiind este efectul apelor torențiale.

Densitatea în grămadă este în:

- stare afînată ..... 1657 kg/m<sup>3</sup>;
- stare îndesată ..... 1846 kg/m<sup>3</sup>,

Presupunînd că se poate realiza o excavare prin care să nu fie

antrenată argila sub formă de bulgări precum și balastul în amestec cu argila, se poate extrage un balast mai curat a cărui caracteristici permit o analizare a acestuia în comparație cu condițiile impuse pentru diferite straturi rutiere conform tabelului 3.14. și formularea următoarelor concluzii:

a) balastul din Valea Băbiu nu poate fi utilizat pentru realizarea straturilor anticapilare, datorită neuniformității acestuia,  $U_n = 12,8 \% < U_{n_{min}} = 15 \%$ , în acest sens este semnificativă și alura curbei de granulozitate prezentată în figura 3.1;

b) ținând cont și de posibila prezență a argilei și a celor prezentate la punctul a), se constată o neîndeplinire a condițiilor impuse pentru realizarea straturilor de fundație din balast precum și a celor din balast amestec optimal, curba de granulozitate prezentând abateri mari față de limitele de admisibilitate;

c) o posibilă sortare a balastului 0-71 pentru a obține sortul 0-31 ar conduce la înlăturarea argilei și la îndeplinirea condițiilor pentru realizarea straturilor din balast stabilizat cu lianți puzzolanici, cât și pentru producerea mixturilor asfaltice cu agregate medii pentru strat de bază;

d) balastul din Valea Băbiului nu este recomandat pentru a fi utilizat la întreținerea drumurilor pietruite datorită ponderii prea mari a fracțiunii 0-7,1 mm (64,4 %).

Pe baza celor de mai sus se poate concluziona că balastul extras din Valea Băbiului necesită o studiere continuă pentru a putea deține suficiente informații cu privire la prezența părților fine și anticiparea efectelor.

#### 3.1.4.2. Agregate sortate

Prelucrarea balastului de rîu prin spălare, concasare și sortare conduce în primul rînd la înlăturarea argilei, eventualelor corpuri străine și la obținerea sorturilor principale și strict necesare astfel:

- nisip : 0-3; 3-7 și la nevoie 0-7;
- pietriș: 7-16 și la nevoie 16-31.

##### A. Nisipul sortat 0-3; 3-7; 0-7

Analizînd caracteristicile cuprinse în tabelul 3.15. și 3.16 se poate constata următoarele:

a) nisipul sortat la Almaș, sortul 0-7 are un coeficient de neuniformitate de 4,3 reprezentînd doar 53,7 % din valoarea minimă admisibi-

Tabel 3.14.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale balastului din  
Valca Almașului

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru :					Intreținerea drumurilor pietruite
		Strat anticipilar	Strat de fundamentație	Strat de funda- ție din balast amestec optimă	Straturi de fundamentație din agregate sta- bilizate cu lianți pușzola- nici	Straturi de bș- ză din mături asfaltice cș- hidrate la cald	
Sort	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 71	0 - 31	0 - 71	0 - 71
Fractiuni sub 0,02 mm	% 0,70	0,75*	3	3	-	3	-
sub 0,2 mm	% 2,35		-	4...10	-	-	-
0-7,1 mm	% 64,4		15...70	30...45	40...70	-	30...50
31,5-71 mm	% 4,83		-	25...40	-	25...40	-
Granulozitate	conf. fig. 3.1		continuu	fig. 3.1	continuu	fig. 3.2; 3.3; 3.4	continuu
Coefficientul de neuniformitate U <sub>n</sub>	12,8		min 15	-	min 8	-	-
Echivalent de nisip EN	% 37	39*	-	min 30	min 30	min 30	-
Uzura cu masina Los Angeles LA	14,2		max 50	max 30	max 35	max 35	-
Coefficientul de permeabilitate	nu s-a determinat		-	-	-	-	-
Concluzii cu privire la utilizarea agregatelor	-		nu	nu	da	da; nu	nu

\* Caracteristicile balastul 0-31

Tabel 3.15.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului  
0-7 obținut la Almaș

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lian- ți puzzolonici pentru clasele de trafic ușor și foarte ușor.	Straturi rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolonici pentru clasele de trafic mediu, greu și foarte greu.
Sort	0 - 7	0 - 7	0 - 7
Granulozitate	conf.fig.3.5.	continuă	continuă
Coefficient de neuniformitate Un.	4,3	min 8	min 8
Echivalent de nisip EN %	87	min 30	min 50
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	nu *	nu **

\* Se poate înlocui nisipul 0-7 cu nisip 0-3  
și 3-7.

Tabel 3.16.

Principalele caracteristici și  
posibilitățile de utilizare ale nisipului 0-3;3-7;0-7  
obținut la Almaș

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Straturi rutiere realizate din mixturi asfaltice cilindrate la cald	Inbrăcăminte rutieră din beton de ciment
Sort	0-3;3-7;0-7	0-3; 3-7; 0-7	0-3; 3-7; 0-7
Granulozitate	conf.fig.3.5	continuă	conf.fig.3.5
Echivalent de nisip EN %	87	min 85	min 85
Conținut de corpuri străine	nu sunt	nu se admit	nu se admit
Conținut de humus(culoare soluție)	soluție slab gălbuie	soluție slab gălbuie, gălbuie	soluție slab gălbuie
Conținut de mică liberă %	nu este	max 0,5	max 1
Conținut de cărbune %	nu este	-	max 0,5
Sulfați (SO <sub>3</sub> ) %	nu sunt	-	max 1
Concluzii cu privire la utilizarea nisipului	-	da	nu *

\* Nu poate fi utilizat nisip sort 0-7, dar pot fi  
utilizate sorturile 0-3 și 3-7

lă și ca atare nu poate fi utilizat pentru realizarea straturilor rutiere din nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolanici pentru nici o categorie de drumuri;

b) nisipul de Almaș poate fi utilizat pentru mixturile asfaltice dar în condițiile utilizării sorturilor 0-3 și 3-7 pentru a stăpâni mai bine curba de granulozitate a amestecului;

c) nisipul de Almaș, sortul 0-7 nu îndeplinește condițiile impuse pentru a fi utilizat la producerea betonului de ciment. Curba de granulozitate nu se înscrie în limitele de admisibilitate;

d) atît pentru producerea mixturilor asfaltice cît și a betonului de ciment se recomandă utilizarea nisipului în sorturile 0-3 și 3-7.

#### B. Pietrișul 7-16 și 16-31

Pietrișul sort 7-16 este frecvent folosit în activitatea de întreținere și reparații drumuri din județul Sălaj. Comparînd caracteristicile pietrișului de la Almaș cuprinse în tabelul 3.17. cu condițiile impuse pentru principalele categorii de lucrări de drumuri se pot constata următoarele:

a) pietrișul 7-16 îndeplinește condițiile pentru a putea fi utilizat la mixturile asfaltice destinate straturilor de bază, de legătură și a îmbrăcămintei bituminoase ușoare;

b) gradul de spargere al pietrișului este de numai 38 % reprezentînd doar 76 % din valoarea minimă admisibilă pentru pietrișul destinat tratamentelor bituminoase. Calitatea lucrărilor realizate cu acest pietriș permite formularea obținerii de utilizare a pietrișului 7-16 la tratamente bituminoase pe drumurile județene și comunale.

#### 3.1.5. Concluzii cu privire la agregatele de balastieră din județul Sălaj și posibilitățile de utilizare a acestora în tehnica rutieră

Au fost prezentate agregatele brute și sortate obținute în cadrul Regiei de drumuri și poduri Sălaj în 4 zone principale ale județului. Agregatele au fost analizate atît în laboratorul unității cît și în alte unități specializate și astfel pot fi formulate următoarele concluzii:

a) balastul extras din riul Someș în zona Jibou și Benesat este în general un balast curat, lipsit de impurități și de părți foarte fine (particule de argilă)  $EN = 42...47 \%$ , avînd curba de granulozitate continuă indicînd existența tuturor sorturilor elementare, avînd coeficientul de neuniformitate  $Un = 20...32$ ;

Tabel 3.17.

PRINCIPALELE CARACTERISTICI SI  
 POSIBILITATEA DE UTILIZARE ALE PIETRIȘULUI  
 OBTINUT LA ALMAS

CARACTERISTICI	Valori determinate	Condiții impuse pentru:		
		Strat de legătură și înbrăcămintă bituminoasă ușoară realizată la cald.	Strat de bază din mixturi asfaltice realizate la cald	Tratamente bituminoase
Sort	7-16 ; 16 - 31	7-16; 16-31;7-31	7-16; 16-31; 7-31	7-16; 16-31
Grad de spargere	% 38	-	-	min 50
Forma granulelor	b/a 0,75 0,68	min 0,66	min 0,66	min 0,66
Conținutul de granule plate și aciculare	c/a 0,53 0,52	min 0,33	min 0,33	min 0,33
Conținutul de fracțiuni < 0,63 mm	% 16	max 25	max 25	max 25
Parte levigabilă	% 0,5 0,6 nu conține	max 10	max 10	max 10
Uzura cu mașina Los Angeles LA	% 23,5	max 0,3	max 0,3	max 0,3
Concluzii cu privire la utilizarea pietrișului	-	max 30	max 30	max 30
		da	da	da*

\* Pietrișul a fost utilizat cu rezultate bune la tratamentele bituminoase realizate pe drumurile județene și comunale

b) granulozitatea balastului este greu de stăpînit, în general resursele suferă modificări datorită depunerii în straturi a materialului adus de ape și a extragerii neritmice a acestuia. Utilizarea balastului la lucrări mai pretențioase impune o verificare permanentă a granulozității (fundăția din balast amestec optimal);

c) balastul sort 0-31 extras din râul Someș ca de fapt din oricare alt curs de apă din județul Sălaj generează următoarele probleme:

- balastul în sortul 0-31 nu se găsește în stare naturală;

- pentru a putea fi utilizat este necesară o prelucrare a balastului sort 0-71, respectiv o trecere prin ciurul cu ochiul de 31,5 mm;

- este posibil ca sortul astfel obținut să nu respecte limitele de granulozitate pentru o anumită categorie de lucrări, fiind necesare corecturi cu sorturi elementare;

- consumul energetic și costul sortării poate fi la același nivel ca și în cazul sortării complete a balastului 0-71;

d) în atare situație pentru realizarea straturilor de bază din mixturi asfaltice se recomandă utilizarea sorturilor 0-7; 7-16; 16-31 care permit o realizare a unui amestec cu o curbă de granulozitate mult mai ușor de controlat;

e) agregatele extrase din râul Someș provin în general din roci cu o rezistență la uzură bună, avînd LA = 15...19 % față de 30 % valoare maximă admisibilă pentru unele lucrări de drumuri, ceea ce permite o utilizare în bune condiții din acest punct de vedere și se pretează a fi prelucrat în vederea obținerii nisipului și a pietrișului;

f) balastul extras din Valea Agrijului și Valea Almașului are un conținut mai ridicat de părți fine și în special particule de argilă. Semnificativ în acest sens este balastul extras din Valea Almaș-Băbiu, care are echivalentul de nisip  $E_n = 37\%$  față de  $E_n = 40\%$  în cazul balastului extras din Valea Agrijului și  $E_n = 42...47\%$  în cazul balastului extras din Someș;

g) coeficientul de neuniformitate  $U_n = 12,8$  pentru balastul din zona Almaș-Băbiu indică un balast uniform, ceea ce nu-l recomandă pentru utilizarea la straturile de fundație sau stratul de fundație din balast amestec optimal, inclusiv la întreținerea drumurilor pietruite;

h) balastul 0-71 din Valea Agrij și Valea Almaș-Băbiu, au o rezistență bună la uzură, determinîndu-se LA = 14,2 %...16,5 %, recomandîndu-l din acest punct de vedere în special pentru obținerea nisipului și a pietrișului;

i) atît din prezentările făcute la punctul 3.1.1...3.1.4 cît și din concluziile formulate mai sus se poate constata că balastul extras din cursurile de apă Someș, Agrij, Almaș-Băbiu îndeplinește condițiile necesare prelucrării lui prin spălare, concasare și sortare obținîndu-se nisip și pietriș cu caracteristici superioare. BALASTUL IN FORMA NATURALA NU ESTE RECOMANDABIL A FI UTILIZAT DECIT LA ANUMITE CATEGORII DE LUCRARI.

j) agregatele sortate obținute la cele 4 instalații mai importante și prezentate anterior pot fi apreciate ca bune, caracteristicile acestora permițînd utilizarea lor la lucrările care se execută pe drumurile de interes local;

k) nisipul 0-7 obținut la Cehu Silvaniei și la Bodia are caracteristici superioare celui obținut la Almaș în special din punct de vedere al granulozității dar coeficientul de neuniformitate  $U_n = 8,4...10$  satisfăcînd condițiile minime impuse pentru realizarea straturilor rutiere din beton de ciment sau din nisip stabilizat;

l) curba de granulozitate a nisipului 0-7 nu satisface întotdeauna condițiile impuse pentru anumite destinații, motiv pentru care este de preferat utilizarea nisipului 0-3 și 3-7;

m) în general nisipurile sunt curate avînd un echivalent de nisip  $E_n = 87...92$  % satisfăcînd condițiile minime pentru cele mai pretențioase lucrări rutiere. De remarcă faptul că nici una din surse nu este contaminată cu cărbune sau sulfați, iar conținutul de humus nu afectează calitatea agregatelor;

n) pietrișul obținut în general în sortul 7-16, are un grad de spargere de 46 % la Cehu Silvaniei, 35...39 % la Bodia și 38 % la Almaș, situat sub limita minimă de 50 % impusă în cazul utilizării lui la tratamente bituminoase. Forma granulelor satisface condițiile impuse pentru lucrările curente de întreținere și reparații drumuri, conținutul de granule plate și aciculare nu depășește 13 % la pietrișul de la Jibou, 7 % la cel de la Cehu Silvaniei; 5,6 % în cazul pietrișului de la Bodia și 16 % în cazul celui de la Almaș;

Rezistența la îngheț-dezghet este bună, pierderile în greutate după efectuarea încercărilor fiind de 2,9 % la pietrișul produs la Cehu Silvaniei ; 2,8 % la cel de la Bodia și 3,8 % la cel de la Almaș situîndu-se sub limita maximă admisă de 10 % pentru agregatele utilizate la îmbrăcămîntea rutieră din beton de ciment.

o) agregatele sortate sunt utilizabile pentru toate lucrările ce se execută pe drumurile locale, în special cînd se au în vedere sortu-



rile mai restrânse și aceasta din două motive:

- la obținerea lor se realizează o spălare mai bună;
- se pot realiza amestecuri a căror granulozitate este mult mai ușor de stăpînit.

x

x x

Situația economică din perioada 1980...1994 a impus găsirea acelor soluții care să răspundă condițiilor respective dar care să evite sacrificarea rețelei și în special a celei cu îmbrăcăminți rutiere moderne. Singura soluție posibilă de adoptat a fost utilizarea în exclusivitate a agregatelor de balastieră existente în județul Sălaj. Rezultatul a fost evitarea căderii rețelei rutiere prin executarea acelor lucrări care să oprească sau cel puțin să încetinească ritmul de degradare a îmbrăcăminților rutiere.

### 3.2. Agregate de carieră din județul Sălaj utilizabile în tehnica rutieră

Deși relieful județului Sălaj cuprinde în mare parte munți și dealuri în special în partea de sud-vest, sud și sud-est, carierele sunt puține iar rocile nu sunt dintre cele mai bune pentru lucrările de întreținere, reparații și construcție a drumurilor.

În principiu 3 categorii de roci sunt cele care se exploatează în această etapă, situate în 3 zone distincte ale județului Sălaj.

a) Roci dioritice, care se exploatează în zona centrală a județului respectiv din Năgura Moigradului situată la sud de localitatea Moigrad și în imediata vecinătate a cetății daco-romane Porolissum.

b) Roci calcaroase, care se exploatează în partea de est a județului, din dealurile situate pe malul drept al râului Someș în zona localităților Răstoci, Letca și Cuciulat.

c) Roci de tip micașist, care se exploatează în vestul județului în zona localității Marca situată pe malul drept al Văii Barcăului la limită cu județul Bihor.

Aceste cariere sunt diferențiat amenajate în funcție de volumul activității din perioada 1980-1990, sortimentele obținute sunt cele solicitate de beneficiari.

#### 3.2.1. Agregate produse în cariera Moigrad

Cariera Moigrad este situată în zona centrală a județului Sălaj la 10 km est de municipiul Zalău.

Cariera funcționează pe versantul vestic al Măgurii Moigradului. Activitatea de extragere și prelucrare a dioritului se desfășoară pe o suprafață relativ restrânsă și pe 3 trepte majore:

- treapta inferioară este destinată concasării și depozitării produselor de concasare;
- treapta intermediară este destinată transportului agregatelor brute și alimentării instalației de concasare;
- treapta superioară constituie frontul de exploatare propriu zis al pietrei.

### 3.2.1.1. Date geologice

Zăcămintul este constituit din intruziuni de diorit care au străpuns depozitele eligocene reprezentate prin conglomerate de tip gresii și argile.

Stratul vegetal are grosime de 0,2...1,0 m.

Acoperișul este constituit din grohotișuri și blocuri de diorit în masă argiloasă de grosimi variabile de 1...14 m ca urmare a unui proces de alterare. Transformările produse în timp cum ar fi feldspatizarea, caolinizările și altele au condus la scăderea caracteristicilor fizico-mecanice a rocii și implicit la reducerea domeniilor de utilizare.

Forajele efectuate au furnizat informații care au permis stabilirea stratificației prevăzută în tabelul 3.18.

Tabel 3.18.

Stratificația terenului în zona de exploatare a carierei Moigrad județul Sălaj

Nr. crt	Adâncimea -m-	Straturi identificate
1.	0,00...1,00	sol vegetal brun
2.	1,00...2,00	argilă nisipoasă brună cu blocuri de diorit
3.	2,00...12,00	diorit alb cafeniu cu structură compactă și caolinizări puternice
4.	12,00...50,00	diorit alb, alb cenușiu cu feldspați caolinizați
5.	50,00 plus	diorit cenușiu verzui cu structură compactă nealterată

Se poate constata că solul vegetal este destul de subțire, ajungând la maxim 1 m, dar roca superioară se găsește la peste 50 m adâncime. În zona 1,00...50 m există diorit dar cu caracteristici inferioare, afectat fiind de procesele de caolinizări.

Blocurile de diorit identificate atît în cadrul studiilor efectuate cît și pe parcursul exploatării au forme aproximativ sferice ca rezultat al unei activități vulcanice intense.

### 3.2.1.2. Compoziția chimică a dioritului de Moigrad

Analizele efectuate au permis stabilirea compoziției chimice redată în tabelul 3.19.

Tabel 3.19.

Compoziția chimică a dioritului din Cariera Moigrad

Nr. crt	Componenti	%
1.	SiO <sub>2</sub>	54,79
2.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,11
3.	CaO	10,83
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,73
5.	Na <sub>2</sub> O	3,14
6.	Alte	5,40

Se constată că predominant este SiO<sub>2</sub> dînd un puternic caracter acestei roci. Se constată și o pondere destul de mare a CaO care va fi determinant în definierea caracteristicilor rocii.

### 3.2.1.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale dioritului din cariera Moigrad

În urma determinărilor efectuate asupra rocilor au fost stabilite caracteristicile cuprinse în tabelul 3.20. constatîndu-se că dioritul din cariera Moigrad este:

- o rocă grea;
- rezistent la îngheț-dezgheț;
- de rezistență mijlocie la rupere prin compresiune, ceea ce face ca să nu poată fi folosit la toate categoriile de lucrări.

### 3.2.1.4. Domeniile de utilizare a pietrei sparte

Unul din produsele de bază obținute în cariera Moigrad este piatra spartă destinată activității de întreținere, reparații și construcții drumuri.

Caracteristicile fizico-mecanice ale pietrei sparte obținute în cariera Moigrad fac posibilă întrebuințarea acestora conform tabelului 3.21.

CARACTERISTICILE FIZICO-MECANICE  
ALE DIORITULUI DIN CARIERA MOIGRAD

Nr. crt	CHARACTERISTICI FIZICO-MECANICE	Valori determinate	Descrierea rocii
1.	Densitatea aparentă	kg/m <sup>3</sup> 2550...2600	rocă grea
2.	Densitatea specifică	kg/m <sup>3</sup> 2800...2830	
3.	Compactitatea	% 90	
4.	Absorbția de apă la presiune și temperatură normală	% 1,20	rocă puțin absorbantă
5.	Rezistența la îngheț-dezghet	% 0,0...0,14	rocă rezistentă la îngheț-dezghet
6.	Rezistența de rupere la compresiune după 25 de cicluri îngheț-dezghet	daN/cm <sup>2</sup> 1150	rocă cu rezistență mijlocie
7.	Coeficientul de înmuiere după 25 cicluri îngheț-dezghet	% 16	rocă rezistentă la îngheț-dezghet
8.	Rezistența la uzură determinată cu mașina Los Angeles	% 22,5	
9.	Forma granulelor de piatră spartă	I : 0,58 : 0,31	
10.	Forma granulelor de criblură	0,68 ; 0,37	
11.	Culoarea granulelor	gri	specifică dioritului

Tabel 3.21.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE SI DOMENIILE  
PE UTILIZARE A PIETREI SPARTE PROVENITE DIN CARIERA  
MOICRAD

Caracteristici	Valori determinate	Condiții impuse pentru:	
		Piatră spartă pentru straturi de fundație pentru îmbrăcăminti rigide și perigide noișă	Piatră spartă pentru strad de bază sub îmbrăcămintea bitumirilor
Rezistența la compresiune $N/mm^2$	115	min. 80	min. 100
Rezistența la sfărâmare prin compresiune %	nu s-a determinat	min. 60	min. 65
Rezistența la sfărâmare prin șoc %	nu s-a determinat	-	min. 80
Uzura cu mașina Los Angeles %	22,5	max. 35	max. 25
Coefficient de gelivitate %	0,14	max. 0,3	max. 0,3
Coefficient de înmuiere %	16	max. 25	max. 25
Concluzii cu privire la posibilitățile de utilizare	-	da*	da*

\* Dacă se apreciază ca fiind corespunzătoare, fără a fi determinată rezistența la sfărâmare prin compresiune.

pentru:

- a) realizarea straturilor de fundație atât pentru îmbrăcămintele rigide cât și pentru cele nerigide;
- b) realizarea stratului de bază sub îmbrăcămintea bituminoasă;
- c) întreținerea drumurilor pietruite.

Nu sunt îndeplinite condițiile impuse pentru piatra spartă utilizabilă la realizarea macadamurilor. Rezistența la compresiune:

$$R_c = 115 \text{ N/mm}^2 < R_{c \text{ min admis}} = 120 \text{ N/mm}^2 .$$

Diferența de  $5 \text{ N/mm}^2$  pînă la limita minimă admisibilă a constituit un element de analiză a acestei pietre în special, a modului de comportare în exploatare a straturilor realizate pe drumurile comunale, ajungîndu-se la concluzia că piatra spartă din cariera Moigrad se poate utiliza și pentru realizarea macadamului dar numai pe drumurile cu trafic redus și ușor.

#### 3.2.1.5. Domeniile de utiliza a criblurilor

Datorită faptului că roca din cariera Moigrad este de rezistență mijlocie, criblurile obținute din aceasta nu au caracteristici mecanice superioare determinînd o restrîngere a ariei de întrebuițare așa cum rezultă din analiza caracteristicilor cuprinse în tabelul 3.22.

Criblurile obținute în cariera Moigrad:

- pot fi utilizate pentru realizarea straturilor de bază din mixturi asfaltice;

- nu sunt recomandate pentru realizarea straturilor de legătură din mixturi asfaltice deoarece:

$$R_c = 115 \text{ N/mm}^2 < R_{c \text{ admis}} = 120 \text{ N/mm}^2$$

Cu anumite rezerve s-ar putea utiliza în cazul lucrărilor executate pe drumuri din clasa tehnică IV - V;

- nu se pot utiliza pentru producerea mixturilor asfaltice destinate stratului de uzură, datorită rezistenței la compresiune foarte mică față de valoarea minimă admisă;

- nu se pot utiliza la tratamente bituminoase.

#### 3.2.1.6. Concluzii cu privire la posibilitățile de utilizare în tehnica rutieră a agregatelor din cariera Moigrad

Tinînd seama de caracteristicile fizico-mecanice mai modeste ale rocii din cariera Moigrad, agregatele produse pot fi utilizate doar pentru realizarea straturilor rutiere inferioare.

Tabel 3.22.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE SI DOMENIILE  
DE UTILIZARE A CRIBLURILOR PRODUSE IN  
CARIERA MOIGRAD

Caracteristici	Valori determinate	Condiții impuse pentru:		-cribluri pentru strat de uzură la îmbrăcămîni bituminoase; -cribluri pentru tratamente bituminoase.
		Cribluri pentru straturi de bază din mixturi asfaltice	Cribluri pentru straturi de legătură realizate din mixturi asfaltice	
Rezistența la compresiune	115	min. 100	min. 120	min. 150
Rezistența la sfărîmarea prin compresiune	% nu s-a determinat	min. 65	min. 67	min. 70
Rezistența la sfărîmarea prin șoc	% nu s-a determinat	-	min. 80	min. 80
Uzura cu mașina Los Angeles	% 22,5	max. 25	max. 25	max. 22
Coefficientul de gelivitate	% 0,14	max. 0,3	max. 0,3	max. 0,3
Coefficientul de înnuierare	% 16	max. 25	max. 25	max. 25
Concluzii cu privire la posibilitățile de utilizare	-	da	da*	nu

\* numai pentru drumuri de clasă tehnică IV - V

Analizînd informațiile cu caracter geologic se constată că sub nivelul de - 50 m, dioritul de Moigrad are caracteristici superioare ceea ce ar permite obținerea unor agregate cu caracteristici mult superioare celor actuale, dar care deocamdată nu este exploatabil.

Existența unor zone cu rocă într-un stadiu avansat de alterare impune o analizare permanentă pentru evitarea exploatării și prelucrării acesteia. Culoarea și textura rocii sunt elocvente în acest sens.

În general agregatele produse în cariera Moigrad sunt utilizabile pentru lucrările ce se execută pe drumurile de importanță redusă.

### 3.2.2. Agregate produse în carierele Cuciulat și Letca

Zăcămintele însemnate de calcar există pe malul drept al râului Someș pe o lungime de circa 20 km, situate în zona localităților Răstoci, Letca și Cuciulat. Zăcămintul este situat în zona de nord-est a județului Sălaj pe marginea sudică a Culmii Prisnelului.

#### 3.2.2.1. Date geologice

Zăcămintele sunt constituite dintr-un masiv calcaros acoperit cu un strat vegetal de grosime 0...1,5 m.

Infiltrarea apei în diferite zone ale masivului a condus la apariția procesului de degradare a rocii, lucru vizibil atât în zona de suprafață cât și mai în profunzime acolo unde fisurile apărute sunt de adîncime. Efectele apei au fost dintre cele mai diverse de la o degradare a rocii la suprafață pînă la apariția unor adevărate peșteri.

#### 3.2.2.2. Compoziția chimică a calcarului din carierele Cuciulat și Letca

În urma analizelor chimice efectuate asupra rocilor din carierele de pe râul Someș, a putut fi stabilită compoziția chimică redată în tabelul 3.23.

Tabel 3.23.

Compoziția chimică a calcarului din carierele Cuciulat și Letca

Nr/crt. Componenți		%
0	1	2
1.	CaCO <sub>3</sub>	94
2.	SiO <sub>2</sub>	2
3.	MgO	0,5



0	1	2
4.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2
5.	Alte	3,3

Prezența carbonatului de calciu în proporție de 94 % conferă rocii din această zonă un caracter pronunțat de rocă calcaroasă.

### 3.2.2.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale rocilor din carierele Cuciulat și Letca

Studiile efectuate asupra rocilor din cele 2 cariere au scos în evidență asemănarea dintre ele și ca atare aprecierea se va face unitar pentru agregatele extrase din ambele cariere.

Caracteristicile fizico-mecanice determinate asupra calcarului de pe Valea Someșului permit caracterizarea rocii astfel:

Tabel 2.24.

Caracteristicile fizico-mecanice ale calcarului din carierele Letca și Cuciulat

Nr. crt	Caracteristicile rocii	Valori
1.	Densitatea aparentă	kg/m <sup>3</sup> 2400
2.	Densitatea în grămadă	kg/m <sup>3</sup> 1220
3.	Coeficientul de înmuiere	% 22
4.	Rezistența la uzură determinată cu mașina Los Angeles	% 32,5
5.	Aspectul și forma granulelor	-granule paralelipipedice; -nu apar forme alungite și plate.

Pentru rocile calcaroase din cariera Cuciulăt și Letca nu au fost determinate rezistența la rupere prin compresiune și rezistența la sfărîmarea.

### 3.2.2.4. Posibilități de utilizare a calcarului din cariera Cuciulat și Letca în tehnica rutieră

Avînd în vedere imensa sursă de calcar din zonă, dotarea tehnică existentă și disponibilitatea de a produce agregate de carieră în orice sortiment, sunt în studiu posibilitățile de utilizare a calcarului respectiv, în tehnica rutieră dintre care amintim:

- betoane de ciment cu agregate calcaroase;
- mixturi asfaltice cu agregate calcaroase.

Caracteristicile calcarului din carierele amintite precum și lipsa altor agregate a impus utilizarea pietrei sparte din aceste surse pentru întreținerea și repararea drumurilor pietruite.

Utilizarea sortului 40-60 pentru completarea denivelărilor și menținerea profilului drumului pietruit a dat rezultate bune atât în județul Sălaj cât și în județele Bistrița-Năsăud, Mureș și Satu Mare. Respectarea tehnologiei de execuție a lucrărilor conduce la realizarea unei suprafețe de rulare bune. Asigurarea evacuării apelor de pe partea carosabilă conduce la menținerea în stare bună a suprafeței de rulare a drumului pietruit.

### 3.3. Tuful vulcanic de Mirșid - Sălaj

Existența în județul Sălaj a unor zăcăminte impresionante de tuf vulcanic precum și necesitatea realizării unor lucrări cu costuri reduse a condus la studierea acestei roci și a posibilităților de utilizare în tehnica rutieră.

Zăcămintul se găsește în șirul de dealuri cuprins între Valea Sărată și Valea Ortelecului în raza comunei Mirșid, situată la 15 km nord-est de municipiul Zalău. Stratul vegetal care acoperă zăcămintul are o grosime redusă de pînă la 1,0 m ceea ce face ca exploatarea să fie făcută cu multă ușurință.

#### 3.3.1. Caracteristicile petrografice și mineralogice ale tufului vulcanic de Mirșid - Sălaj

Pentru determinarea caracteristicilor petrografice și mineralogice ale tufului vulcanic s-a efectuat studiul optic cu ajutorul microscopului Aplanal și analiza fizică röntgenostructurală în cadrul Institutului de Cercetări Miniere Cluj.

Analizele efectuate au arătat că este vorba de un tuf vulcanic de tip dacitic constituit din roci piroclastice reprezentînd produsele erupției vulcanice cu caracter exploziv [103].

Tuful este alcătuit din particule de sticlă vulcanică de diferite forme și dimensiuni în care sunt prinse fragmente de cristale și roci provenite dintr-o lavă. În timp au fost supuse unor procese de alterare cum ar fi zeolitizarea, devitrificarea sticlei, etc.

Tuful măcinat se prezintă macroscopic sub forma unor pulberi fine cu dimensiuni sub 0,2 mm de culoare gălbuie care deși este fin este aspru la pipăit [103].

Studiul microscopic arată că tuful este o masă de particule fine de sticlă vulcanică în amestec cu cristale de zeoliți, feldspați, carbonați, cuarț, etc. în proporțiile arătate în tabelul 3.25. [103].

Tabel 3.25.

Compoziția mineralogică a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj

Minerale	U/M	Conținut
Sticlă vulcanică	%	80
Cuarț	%	3...4
Feldspați	%	1...3
Zelit		
Sericit	%	1
Clorit		
Calcit	%	10...15

Compoziția mineralogică prezentată mai sus conferă rocii prin conținutul ridicat de sticlă vulcanică, caracterul de tuf vulcanic.

### 3.3.2. Compoziția chimică a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj

Compoziția chimică a fost determinată pe fracțiuni fine sub 0,09 mm obținute prin măcinarea rocii și este prezentată în tabelul 3.26, [103].

Tabel 3.26.

Compoziția chimică a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj

Hr. crt	Componenti	Conținut (%)
1.	SiO <sub>2</sub>	61,22
2.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,15
3.	FeO	0,57
4.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,63
5.	CaO	9,40
6.	K <sub>2</sub> O	2,83
7.	MgO	1,60
8.	Na <sub>2</sub> O	0,28
9.	P.C.	13,75

În sistemul terțiar  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  și  $\text{CaO}$  compoziția chimică a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj este cea prezentată în tabelul 3.27.

Tabel 3.27.

Compoziția chimică în sistemul terțiar a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj.

Nr. crt	Compoziții	%
1.	$\text{CaO}$	11,86
2.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	10,89
3.	$\text{SiO}_2$	77,25

În diagrama terțiară tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj poate fi reprezentat ca în figura 3.6. [103].

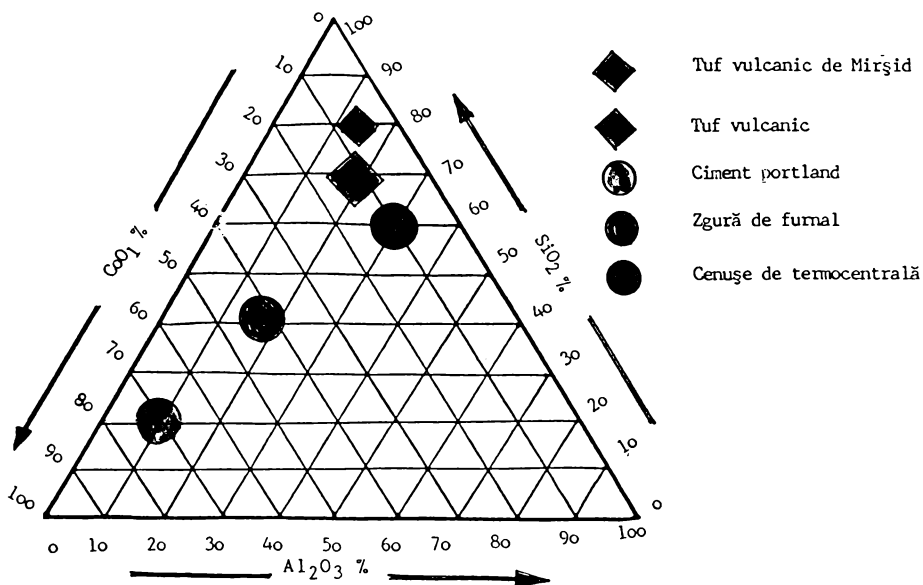


Fig. 3.6. Diagrama de reprezentare terțiară a materialelor puzzolonice

### 3.3.3. Caracteristicile fizice ale tufului vulcanic măcinat de Mirșid

Pentru tuful vulcanic de Mirșid - Sălaș au fost determinate următoarele caracteristici:

- a) greutatea specifică ..... 2,340 g/cm<sup>3</sup>;
- b) suprafața specifică..... 4222 cm<sup>2</sup>/g.
- c) granulozitatea conform tabelului 3.28.

Tabel 3.28.

Granulozitatea tufului vulcanic de Mirșid

Treceri prin sita (mm)	%
1,25	100
0,40	97,0
0,20	92,3
0,09	77,9
0,07	70,7

Se poate constata că s-a realizat o măcinare bună evidențiată de granulozitate, conducând la realizarea unei suprafețe specifice mari.

### 3.3.4. Mecanismul de întărire și activitatea în prezența varului a tufului vulcanic de Mirșid - Sălaș

Pentru studiul mecanismului de întărire și a activității puzzolanice, în cadrul INCERTRANS s-au efectuat 2 tipuri de încercări:

- determinări chimice, în scopul evidențierii aspectului chimic al reacției puzzolanice;
- determinări mecanice, în scopul evidențierii aspectului mecanic al reacției puzzolanice.

Reactivitatea puzzolanică este determinată de variația în timp a următorilor indicatori:

- a) cantitatea de oxid de calciu consumat, care reprezintă diferența dintre conținutul de calciu liber inițial din liant și conținutul de oxid de calciu liber la diferite vârste ale materialului puzzolanic + var;
- b) cotele de alumina și de silice solubile în acid clorhidric diluat în 1/50, la rece sub agitare mecanică timp de 30 minute;
- c) urmărirea în timp a următoarelor caracteristici mecanice:
  - rezistența la întindere prin comprimare pe generatoare;
  - rezistența la compresiune.

Determinările au fost efectuate pe amestecuri alcătuite din 85 % tuf vulcanic (fracțiunea sub 0,09 mm) și 15 % var hidratat în pulbere.

Au fost confecționate epruvete cilindrice cu diametrul de 2,8 cm și cu înălțimea de 5,5 cm, care au fost păstrate în condiții de etanșeitate perfectă la temperatura de 19...21 °C și supuse încercării la diferite vârste pentru indicatorii a) și b) arătați mai sus.

Încercările pentru determinarea rezistenței la compresiune s-au făcut pe epruvete cilindrice cu diametrul de 5 cm și înălțimea de 10 cm, compactate și păstrate în anumite condiții de umiditate și temperatură. Probele au fost confecționate dintr-un amestec de nisip cuarțos 0,09...3 mm, tuf vulcanic, var hidratat în pulbere și apă.

Evoluția indicatorilor mecanismului de întărire a tufului vulcanic este cuprinsă în tabelul 3.30 și în figura 3,7, 3.8 și 3.9.

Examinând tabelul 3.30 și figurile 3,7, 3.8 și 3.9 se constată următoarele:

a) reacția puzzolanică are o intensitate puternică în primele 28 de zile, după care se desfășoară lent;

b) cantitatea de silice solubilă are o creștere în timp mai mare decât cantitatea de alumina solubilă;

c) rezistența la întindere, reprezentată în figura 3.8 prezintă în timp o creștere mai accentuată în primele 28 de zile după care are loc o scădere ce poate fi explicată prin existența fisurilor de contracție, precum și prin formarea hidrosilicaților și hidroaluminaților care conferă rezistențe mai reduse;

d) clasificarea reacției puzzolanice - conform specialiștilor belgieni [ 41 ], în funcție de CaO consumat la 7 și 28 zile este prezentată în tabelul 3.29.

Tabel 3.29.  
Clasificarea reacției puzzolanice a tufurilor vulcanice.

Hr. crt	Cantitatea de CaO consumat la 7 și 28 de zile [%]	Clasificarea reacției puzzolanice
1.	0...0,5	reacție foarte lentă
2.	0,5...1,0	reacție lentă
3.	1,0...2,0	reacție medie
4.	2,0...3,0	reacție rapidă
5.	peste 3	reacție foarte rapidă

Tabel 3.30 .

EVOLUTIA INDICATORILOR MECANISMULUI DE  
INTĂRIRE A TUFULUI VULCANIC-VAR

Indicatorul urmărit	vîrstă, zile									
	initial	7	14	28	60	90	120	150	180	
CaO consumat	%	-	3,36	3,36	3,36	3,36	3,50	3,64	3,78	
SiO <sub>2</sub> solubil în HCl	%	1,64	6,11	6,49	7,01	7,84	7,86	8,08	8,37	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> solubil în HCl	%	0,94	1,75	1,79	1,90	1,92	1,95	2,03	2,23	
H <sub>2</sub> O legat	%	-	0,84	1,23	1,44	1,71	2,12	3,94	7,34	7,80
Rb	N/mm <sup>2</sup>	-	0,22	0,52	0,64	0,66	0,56	0,52	0,55	0,58
Rc	N/mm <sup>2</sup>	-	3,59	4,25	4,55	5,68	7,12	7,38	7,85	6,85

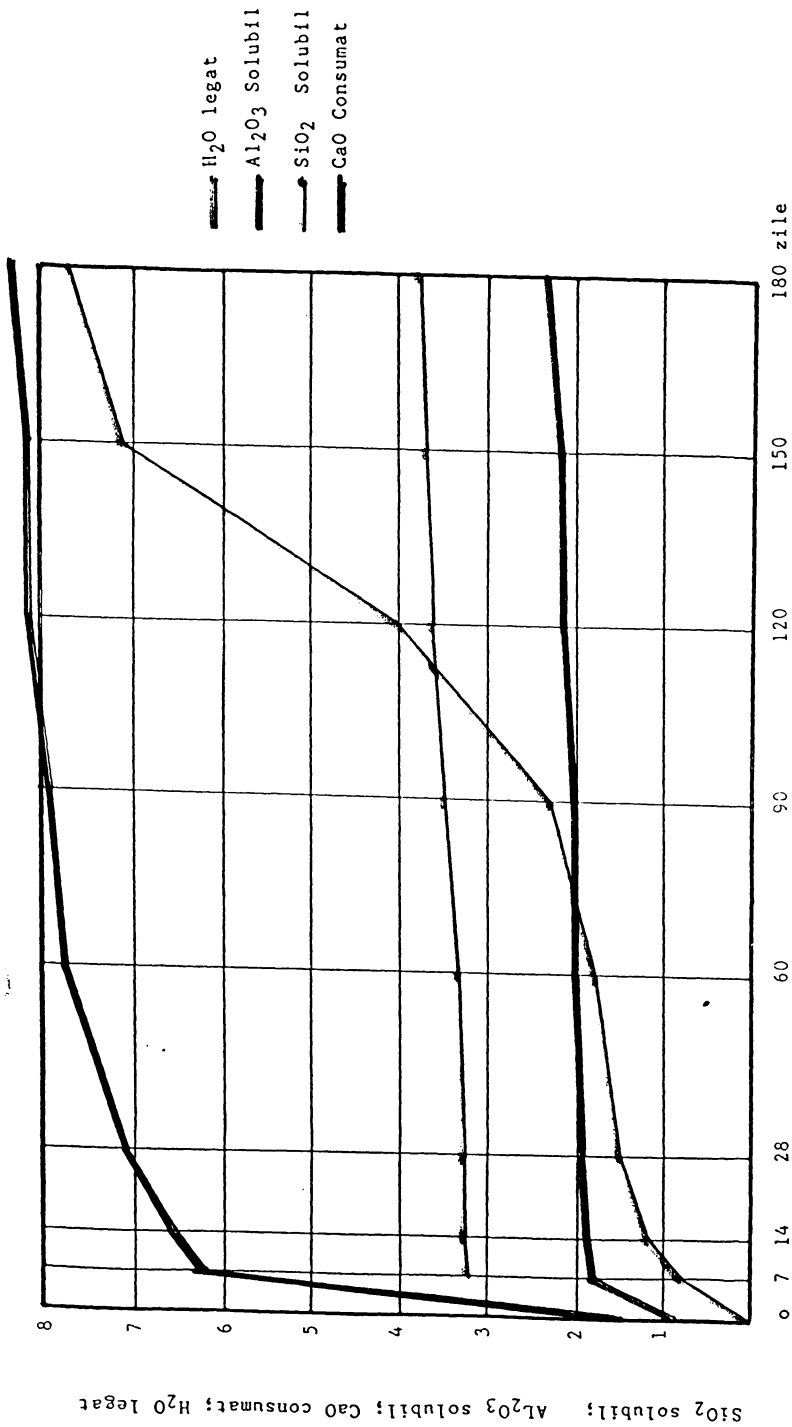


Fig. 3.7. Evoluția în timp a cotelor de alumina și silice solubile, a oxidului de calciu consumat și a apei legate.



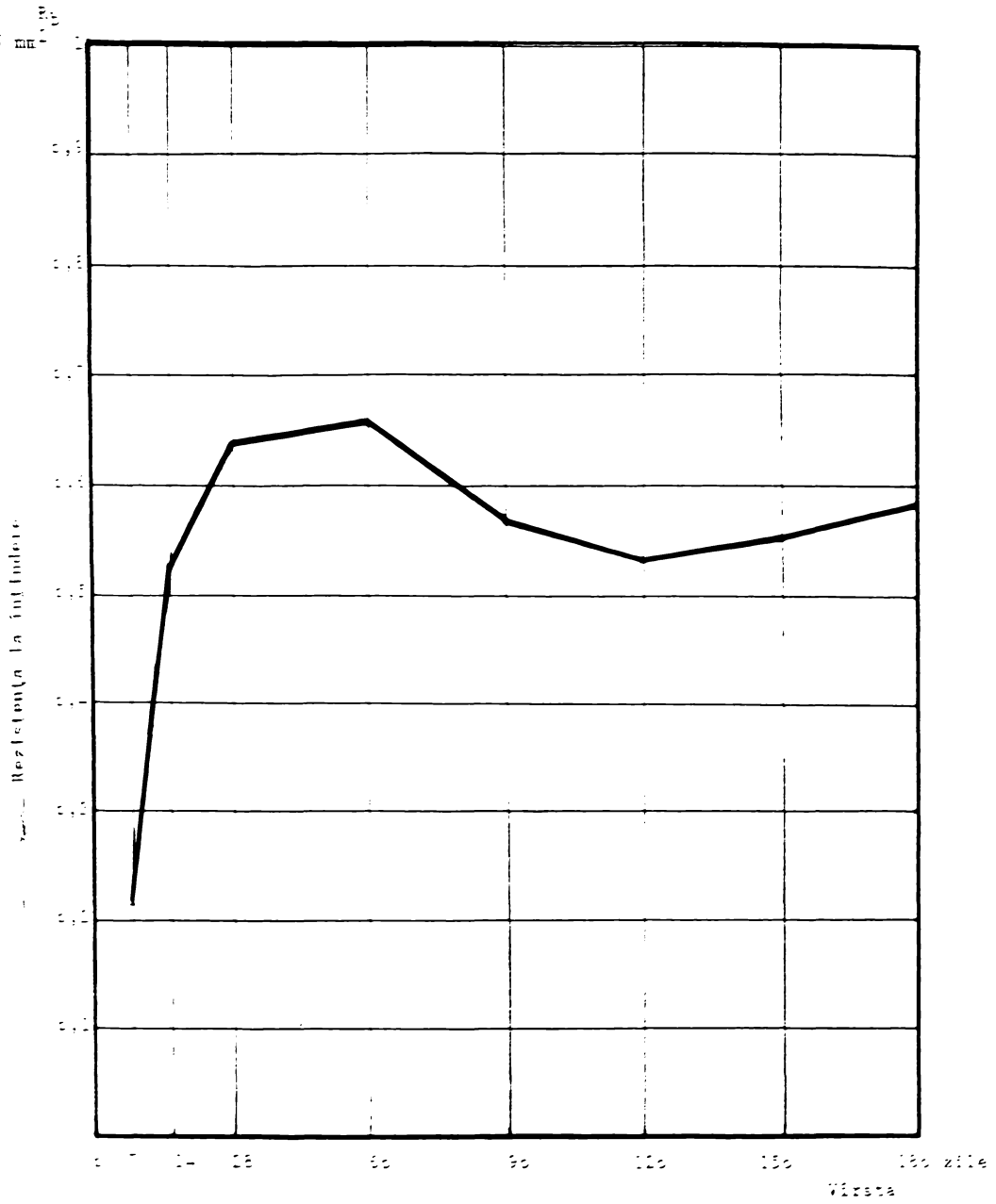


Fig. 3.8. Evoluția în timp a rezistenței la înfundare prin comprimare pe generatoare, a anestecului de nisip cuarțos, tuf vulcanic și var.

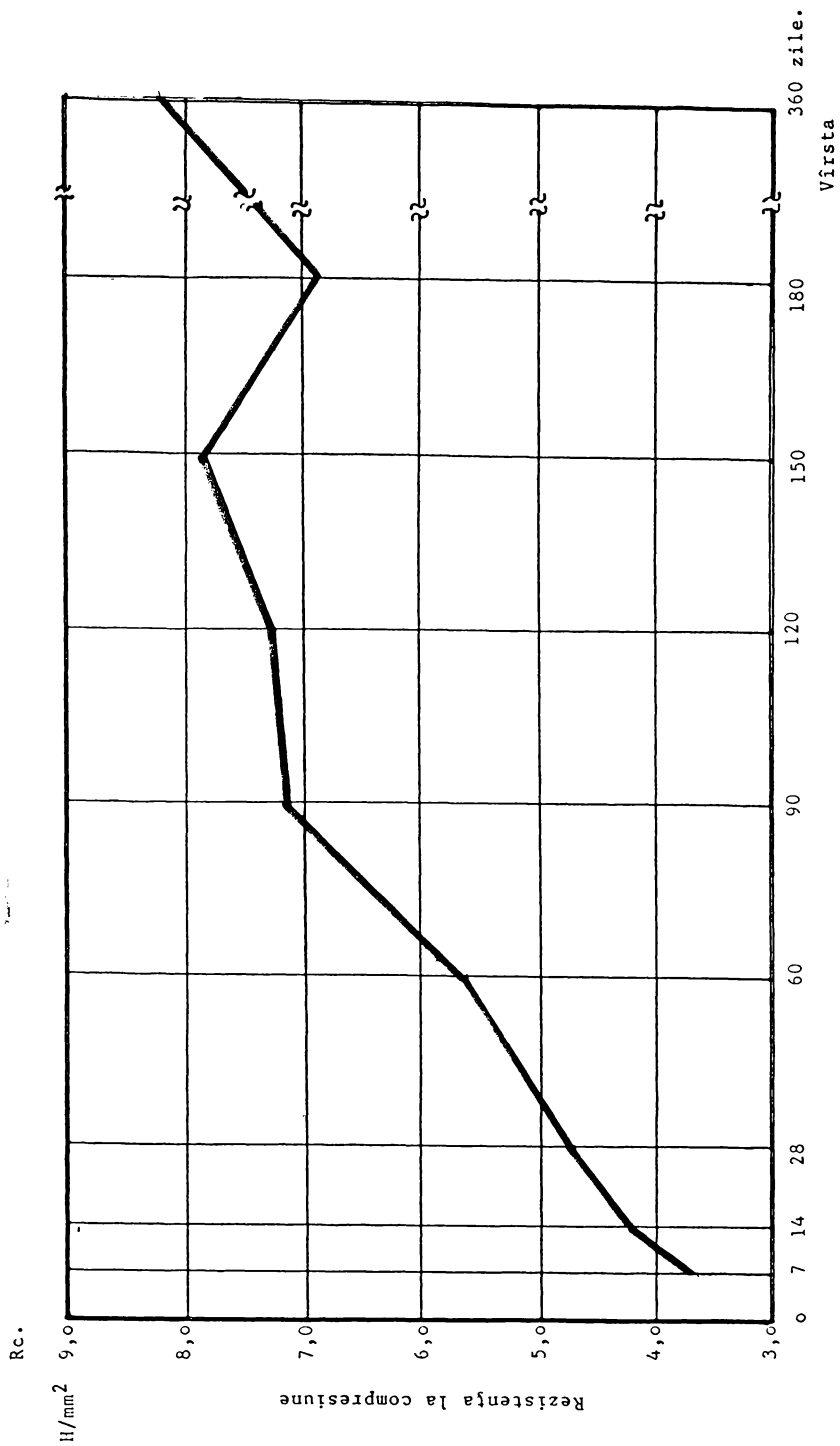


Fig. 3.9. Evoluția rezistenței la compresiune a amestecului de nisip cuarțos, tuf vulcanic și var.

Tuful vulcanic de Mirșid - Sălaj avînd CaO consumat la 7 și 28 de zile - 3,36 % prezintă o evoluție a reacției puzzolanice foarte rapidă;

e) tuful dacitic de Mirșid se clasifică în clasa I de activitate cu toate că rezistența la compresiune la 60 zile este:

$R_c = 5,68 \text{ N/mm}^2$  iar la vîrsta de 180 zile este:

$R_c = 6,85 \text{ N/mm}^2$  sub  $R_c = 10,0 \text{ N/mm}^2$ ,

deoarece conținutul de fracțiuni fine sub 0,09 mm este mai mare de 14 %.

În final se poate concluziona că tuful vulcanic de Mirșid - Sălaj este un liant puzzolanic cu caracteristici superioare altor tufuri vulcanice cercetate în România.

### 3.3.5. Posibilități de utilizate în tehnica rutieră a tufului vulcanic de Mirșid - Sălaj

Din cele prezentate la punctul 3.3.4. rezultă că tuful vulcanic de Mirșid este un liant puzzolanic care poate fi întrebuițat cu rezultate bune în tehnica rutieră pentru realizarea:

- straturilor de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid - Sălaj;

- stratului din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic.

Asupra lucrărilor executate se va reveni în capitolul 4 .

### 3.4. Filerul de calcar de Prodănești - Sălaj

Existența în județul Sălaj a unor însemnate zăcăminte de roci calcaroase a permis identificarea unora dintre ele care să constituie materia primă pentru fabricarea unui filer care să răspundă cerințelor formulate în standardele în vigoare.

Sursa identificată și în plină valorificare în acest sens este cea situată la nord de localitatea Prodănești, pe drumul județean DJ 191 C, la circa 20 km est de municipiul Zalău.

Filerul de calcar de Prodănești - Sălaj este obținut prin prelucrarea calcarului în urma schimbării profilului acestei unități.

#### 3.4.1. Compoziția chimică a rocilor din cariera Prodănești

Analizele chimice efectuate asupra calcarului din cariera Prodănești au condus la identificarea compoziției prezentate în tabelul 3.31.

Se poate constata că este îndeplinită condiția esențială pentru un calcar care poate constitui materie primă pentru filer și anume să aibă

un conținut minim de  $\text{CaCO}_3$  de 90 %.

Tabel 3.31.

Compoziția chimică a calcarului de la Prodănești-Sălaj

Nr. crt	Compoziții	%
1.	$\text{CaCO}_3$	95,62
2.	$\text{SiO}_2$	1,51
3.	$\text{MgO}$	0,50
4.	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,27
5.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,30
6.	Alte	1,80

celelalte componente, respectiv  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nu afectează negativ calitatea filerului, ponderea lor fiind mică.

#### 3.4.2. Caracteristici fizico-mecanice ale filerului de calcar de la Prodănești - Sălaj

determinările efectuate asupra filerului de calcar au condus la stabilirea caracteristicilor cuprinse în tabelul 3.32. și din analizarea cărora se pot formula următoarele:

a) filerul de calcar produs la Prodănești îndeplinește condițiile de granulozitate impuse de standardele în vigoare și în special condiția de bază respectiv trecerea prin sita de 0,09, avînd o finețe de măcinare bună;

b) coeficientul de hidrofilie  $I = 0,92 < I_{adm} = 1$ , îndeplinind astfel condiția de admisibilitate. Avînd coeficientul de hidrofilie subunitar, filerul este caracterizat ca avînd o afinitate mai mare față de bitum în comparație cu situația în care  $I > 1$ , cînd filerul are o afinitate mai mare față de apă.

c) volumul de goluri fiind sub limita de admisibilitate conferă filerului o calitate superioară, nefiind poros și neabsorbînd selectiv componentele bitumului;

d) filerul de calcar de la Prodănești are o densitate medie răsponzînd cerințelor standardelor.

În baza observațiilor de mai sus se poate aprecia că filerul de Prodănești poate fi utilizat în condiții normale în procesul de producere

Tabel 3.32.

CARACTERISTICILE FIZICO-MECANICE ALE  
FILERULUI DE CALCAR DE PRODĂNEȘTI

Nr. crt	CARACTERISTICI	U/M	Valori determinate	Condiții de admisibilitate
1. GRANULIZITATEA				
	Treceri prin sită			
	0,63	%	99,1	100
	0,20	%	95,3	min. 98
	0,090	%	92,1	min. 80
	0,071	%	78,0	min. 72
2. COEFICIENTUL DE HIDROFILIE				
		-	0,92	max. 1
3. DENSITATEA APARENTA $C_{ap}$				
		g/cm <sup>3</sup>	0,66	0,5...0,8
4. COEFICIENTUL DE GOLURI				
		%	0,28	0,3...0,5
5. UMIDITATE $w$				
		%	0,9	max. 2

al amestecurilor asfaltice.

Observațiile făcute în anul 1992, cu privire la fierul obținut în etapa de început a fabricației acestuia a permis îmbunătățirea calității și folosirea lui în mod curent în județul Sălaj iar în anii 1993 și 1994 capacitățile de producție au fost extinse satisfăcând necesarul județelor din Transilvania.

### 3.5. Concluzii și propuneri

Necesitatea realizării unui volum mare de lucrări pentru menținerea sau pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor locale din județul Sălaj în condițiile economico-financiare din perioada 1980...1995 a impus efectuarea unor studii asupra materialelor locale în vederea utilizării acestora la realizarea structurilor rutiere.

În urma studiilor efectuate în decursul timpului se pot formula următoarele concluzii:

#### a) cu privire la agregatele de balastieră:

- în general toate agregatele se extrag din râuri sau văi, acesta fiind rezultatul unor depuneri în timp;
- balastul provenit din râul Someș și valea Agrij este destul de curat în comparație cu cel provenit din valea Almaș;
- balastul în forma naturală are granule a căror dimensiune depășește 71 mm, ceea ce face ca în forma naturală să poată fi utilizat doar la anumite categorii de lucrări;
- balastul provenit din cele 4 surse nu conține elemente străine; humus, mică, sulfați, cărbune, etc;
- curba de granulozitate pentru balastul în stare naturală diferă de la sursă la sursă (fig. 3.1.) și nu se încadrează în limitele de granulozitate pentru balastul optimal utilizat la straturile de fundație sau pentru prepararea amestecurilor asfaltice destinate straturilor de bază (fig.3.2.);
- coeficientul de neuniformitate este cuprins între 12,8...32, indicând existența diferențiată a sorturilor elementare;
- rezistența la uzură determinată cu mașina Los Angeles este cuprinsă în intervalul 14,2...19 %, indicând existența unor roci existente la uzură;
- echivalentul de nisip este cuprins în intervalul 37...47 % indicând o diferențiere din punct de vedere calitativ al balasturilor (tabel 3.1; 3.6; 3.10; 3.14.);
- având în vedere calitatea balasturilor prezentate mai sus se poate realiza o valorificare superioară a acestora prin spălare, concasare și sortare obținându-se nisip (0-3; 3-7; 0-7) și pietriș (7-16; 16-31; 7-31) în

sorturile dorite;

- agregatele sortate au caracteristici superioare putînd fi utilizate cu rezultate bune în tehnica rutieră;

- forma granulelor și rezistența la uzură permit utilizarea pietrișului la prepararea mixturilor asfaltice și la realizarea tratamentelor bituminoase;

- nisipurile obținute sunt curate (EN = 87...92) și pot fi utilizate la producerea mixturilor asfaltice și a betoanelor de ciment.

Se recomandă prelucrarea prin spălare, concasare și sortare a balastului în vederea obținerii sorturilor necesare și care pot fi ușor de stăpînit în tehnica rutieră.

b) cu privire la agregatele de carieră:

- agregatele obținute în cariera Moigrad sunt de natură dioritică, a căror nivel calitativ crește pe măsura coborîrii cotei de exploatare;

- rocile exploatare pînă la cota - 50 m sunt roci grele, rezistente la îngheț-dezghet, cu rezistență la compresiune de 115 N/mm<sup>2</sup> și rezistență la uzură de 22,5 %, fiind utilizabile pentru:

- realizarea straturilor de fundație;

- realizarea straturilor de bază sub îmbrăcămintea bituminoasă;

- producerea mixturilor asfaltice destinate straturilor de bază și a straturilor de legătură;

- agregatele provenite din cariera Moigrad pînă la cota - 50 m îndeplinesc condițiile pentru:

- realizarea macadamurilor;

- tratamente bituminoase;

- producerea mixturilor asfaltice destinate straturilor de uzură;

- agregatele calcaroase provenite din carierele Cuciulat și Letca se pretează în special pentru repararea drumurilor pietruite de interes local;

c) cu privire la tuful vulcanic de Mirșid:

- tuful vulcanic de Mirșid este un tuf vulcanic de tip dacitic avînd o reacție puzzolanică foarte intensă în primele 28 de zile după care se desfășoară mai lent (fig. 3.7; 3.8; 3.9.);

- tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj se poate cuprinde în clasa I de activitate și poate fi caracterizat ca un liant puzzolanic cu caracteristici superioare altor tufuri vulcanice cercetate în România;

- caracteristicile determinate permit utilizarea tufului vulcanic cu rezultate bune în tehnica rutieră la:

- stabilizarea agregatelor naturale destinate straturilor de fundație;
- producerea betonului de ciment destinat straturilor rutiere;

d) cu privire la filerul de calcar de la Prodănești-Sălaj:

- calcarul existent la Prodănești are un conținut de carbonat de calciu ( $\text{CaCO}_3$ ) de 95,62 % pretîndu-se pentru prelucrare în vederea obținerii filerului de calcar;

- filerul de calcar obținut are o finețe de măcinare bună (tabel 3.32.), coeficientul de hidrofilie  $I = 0,92 < I_{adm} = 1$ , dovedind o afinitate mai mare față de bitum decît față de apă;

- volumul de goluri (0,28 %) și densitatea aparentă ( $0,66 \text{ g/cm}^3$ ) se încadrează în limitele prevăzute de normativele tehnice în vigoare.

Cele arătate mai sus indică existența unui filer cu caracteristici superioare care se poate utiliza cu rezultate bune la producerea mixturilor asfaltice.

Studiile efectuate asupra materialelor locale din județul Sălaj au scos în evidență principalele caracteristici ale acestora și posibilitățile de utilizare în tehnica rutieră.



## CAPITOLUL 4

### TEHNOLOGII PENTRU ÎMBUNĂȚIREA STĂRII DE VIABILITATE A DRUMURILOR CU ÎMBRĂCĂMINȚI MODERNE UTILIZÂND MATERIALE LOCALE DIN JUDEȚUL SALAJ

În urma investigației suprafeței de rulare precum și a structurii rutiere s-au formulat concluziile aferente precum și strategia care ar trebui urmată pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor cu îmbrăcămînți moderne.

La întocmirea programului de lucrări care să conducă la atingerea scopului enunțat s-au avut în vedere 2 factori importanți:

- evoluția economiei naționale după o curbă ascendentă care să conducă la o mărire a bugetului local și central care sunt surse de finanțare pentru lucrările de drumuri;

- existența în județul Sălaj a unor materiale care pot fi utilizate cu rezultate bune în tehnica rutieră.

Materialele prezentate în capitolul 3 au fost analizate în detaliu iar caracteristicile acestora au permis realizarea unor lucrări, folosind tehnologiile tradiționale și introducerea unor noi tehnologii pe baza unor studii și experimentări.

#### 4.1. Tehnologii tradiționale pentru îmbunătățirea stării de viabilitate a drumurilor utilizând agregate naturale locale din județul Sălaj

Condițiile economice precum și politica dusă în domeniul rutier începînd cu anii '80 au determinat utilizarea în măsură mai mică a surselor de agregate de carieră tradiționale și utilizarea mai mult a agregatelor de balastieră făcînd o adaptare a tehnologiilor tradiționale la specificul județului Sălaj. În acest sens a fost studiată și adaptată tehnologia de realizare a tratamentelor bituminoase în exclusivitate cu agregate de balastieră și tehnologia de realizare a straturilor rutiere din mixturi asfaltice cu agregate selecționate de balastieră și filer de calcar din județul Sălaj.

#### 4.1.1. Tratamente bituminoase cu agregate de balastieră din județul Sălaj și emulsie bituminoasă

Analizând modul de comportare a sectoarelor de drumuri cu îmbrăcămiși bituminoase se poate constata că în etapa actuală tratamentele bituminoase constituie baza activității de întreținere.

Prin executarea acestor lucrări se asigură în primul rând etanșeitarea suprafețelor poroase sau cu fisuri, evitând avansarea degradărilor care sunt generate de acestea, făcându-se astfel o conservare a îmbrăcămintei rutiere și a structurii în general.

În al doilea rând prin executarea tratamentelor bituminoase se mărește rugozitatea suprafeței de rulare.

În al treilea rând, tratamentele bituminoase constituie o soluție tehnică relativ economică, o tehnologie ușoară și de mare productivitate.

Având în vedere faptul că 65 % din drumurile cu îmbrăcămiși rutiere moderne din județul Sălaj au durată de exploatare expirată și pe care nu au fost executate lucrări de ranforsare (conform figurii 2.7), a fost și încă este necesară executarea unui volum mare de tratamente bituminoase, prin care să se evite o cădere totală a rețelei și aceasta datorită imposibilității executării lucrărilor de refacere a îmbrăcămintei rutiere (straturi rutiere din mixturi asfaltice).

Din aceste considerente au existat în permanență preocupări pentru realizarea tratamentelor bituminoase în condiții specifice județului Sălaj.

##### 4.1.1.1. Alegerea și pregătirea sectoarelor în vederea realizării tratamentelor bituminoase

La punctul 2.4.2. sunt prezentate criteriile pe baza cărora au fost stabilite sectoarele și categoriile de lucrări ce se execută pe acestea. Conform acestor criterii, tratamentele bituminoase se pretează a fi executate în etapa actuală pe sectoarele a căror suprafață de rulare se încadrează în categoria "satisfăcătoare" și cu un nivel al capacității portante de cel puțin "satisfăcător".

În acest sens în perioada 1992...1994 au fost selectate 17 tronsoane de drum județean pe care au fost realizate tratamente bituminoase în lungime de 90 km, conform figurii 4.1. iar pentru etapa I (1994-1996) și etapa II (1997-2000) au fost propuse sectoarele cuprinse în figura 2.14.

Suprafața de rulare a prezentat defecțiuni generate de vârsta înaintată a îmbrăcămintei bituminoase, de unele imperfecțiuni ale tehnologiei

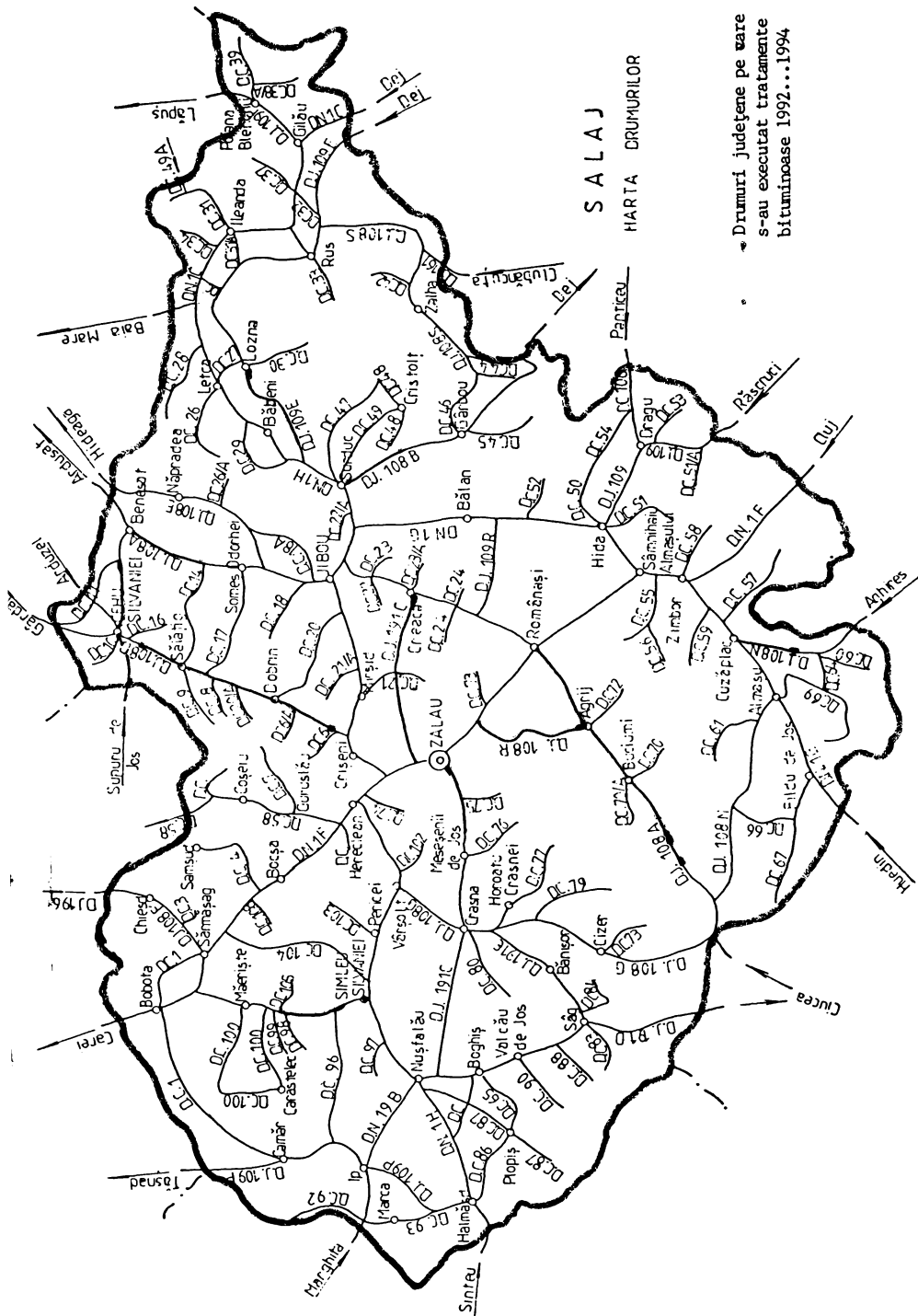


Fig. 4.1. Tratamente bituminoase cu agregate de balastieră

de execuție ale acesteia precum și de neexecutarea la timp a lucrărilor de întreținere periodică. Dintre aceste defecțiuni sunt de amintit: suprafețe cu ciupituri, fisuri pe multiple direcții, unele distrugerii locale ale stratului de uzură, apariția frecventă a gropilor în îmbrăcămintea bituminoasă.

Lucrările pregătitoare au constat în repararea gropilor, a denivelărilor și a rupturilor de margine. Zonele afectate de fisuri și crăpături nu au fost tratate în mod deosebit, prin adoptarea unor soluții de evitare a transmiterii acestora.

#### 4.1.1.2. Materiale utilizate la realizarea tratamentelor bituminoase

Drumurile județene și comunale pot fi încadrate în clasa tehnică III...IV, motiv pentru care s-a studiat și experimentat executarea tratamentelor bituminoase cu agregate de balastieră neconcasate sau parțial concasate (pietriș) și emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă.

##### A. Agregate utilizate

Pentru realizarea tratamentelor bituminoase au fost studiate posibilitățile de utilizare a agregatelor provenite din balastierele existente în județul Sălaj și în special cele obținute de către Regia de drumuri și poduri, prin sortarea balastului din râul Someș la Jibou și Cehu Silvaniei, Valea Agriului la Bodia și Valea Băbiului la Almaș. Rezultatele acestui studiu sunt cuprinse în tabelul 4.1. comparativ cu cerințele impuse de instrucțiunile tehnice. Comparând rezultatele obținute, cu prevederile normativelor tehnice se pot constata următoarele:

a) pietrișul 7-16 provenit din cele 4 surse corespunde din punct de vedere a sortului și a formei granulelor;

b) agregatele rezultate din procesul de sortare sunt curate, partea levigabilă și conținutul fracțiunilor  $< 0,63$  sunt sub valorile maxime admise;

c) uzura determinată cu mașina Los Angeles este de 19...25,7 %, răspunzând cerinței impuse respectiv maximum 30 %;

d) nu se realizează gradul de spargere impus de minim 50 %, mai mult, acesta oscilează în jurul valorilor cuprinse în tabelul 4.1. datorită caracteristicilor balastului prelucrat.

Aspectul general al pietrișului produs la Jibou și la Bodia este prezentat în figura 4.2. și 4.3. iar caracteristicile principale sunt cuprinse în tabelul 4.1.

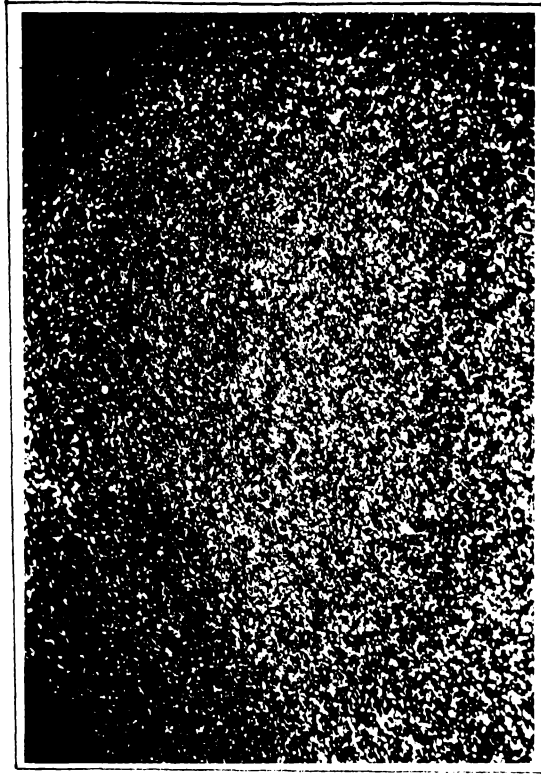


Fig. 4.2. Aspectul general al pietrișului 7 - 16 produs la Jibou.

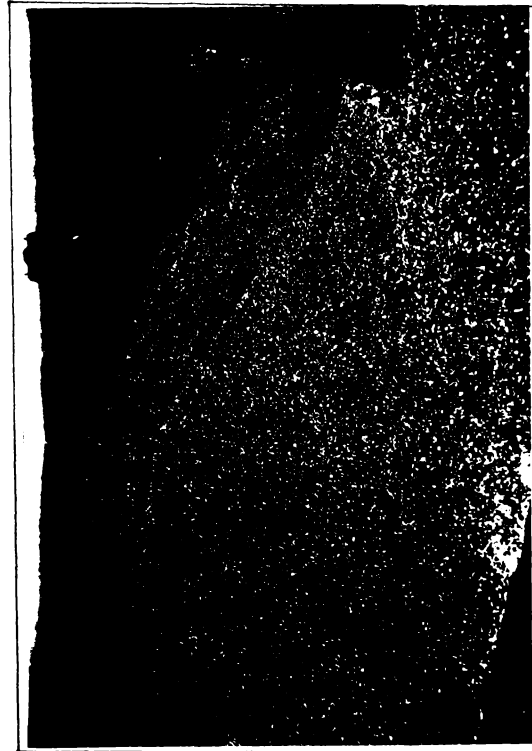
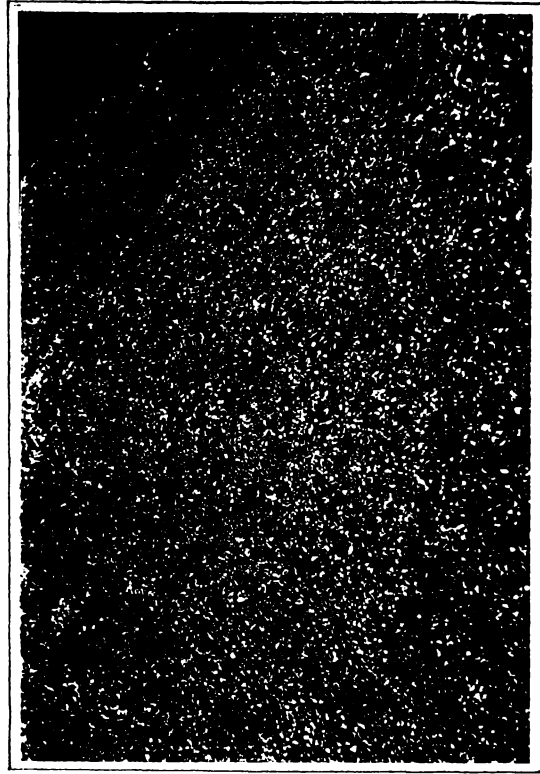


Fig. 4.3. Aspectul general al pietrişului 7 - 16, produs la Bodia.

Tabel 4.1.

CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE PIETRISULUI  
 SORT 7-16 și 16-31 UTILIZAT LA TRATAMENTELE  
 BITUMINOASE

CARACTERISTICI	Condiții impuse de STAS		Valori determinate pentru:			
	7-16; 16-31	7-16	Agregate provenite de la stația de sortare Jibou	Agregate provenite de la stația de sortare Cehu Silvaniei	Agregate provenite de la stația de sortare Bodia	Agregate provenite de la stația de sortare Almaș
Sortul	7-16; 16-31	7-16	7-16	7-16	7-16	7-16
Grad de spargere	%	min. 50	0	46	35	38
Forma granulelor	b/a	min. 0,66	0,68	0,80	0,69	0,75
	c/a	min. 0,33	0,43	0,42	0,45	0,53
Conținutul de granule plate și aciculare	%	max. 25	10	7	5,6	16
Conținutul de fracțiuni < 0,63 mm	%	max. 1,0	0,12	0,60	0,26	0,50
Parte levigabilă	%	max. 0,3	0	0	0,22	0
Uzura cu mașina Los Angeles	%	max. 30	25,7	19,0	22,4	23,5

## B. Liantul bituminos

Pentru realizarea tratamentelor bituminoase a fost experimentată emulsia bituminoasă cationică cu rupere rapidă produsă în instalația de la Suplacu de Barcău.

Caracteristicile emulsiei bituminoase cationice au fost verificate în laboratorul RADP Sălaj și nu s-au constatat abateri semnificative față de caracteristicile cuprinse în certificatul de calitate. Rezultatele determinărilor efectuate sunt cuprinse în tabelul 4.2.

Interpretând rezultatele obținute în urma determinărilor efectuate în laborator se constată următoarele:

a) emulsia bituminoasă cationică are un conținut de bitum care oscilează în jurul valorii de 60 %;

b) la punerea în operă, emulsia bituminoasă cationică este omogenă, restul pe sîta de 0,63 mm nu depășește valoarea admisă de 0,5 %, excepție făcînd primele cantități livrate după reluarea procesului de fabricație și care nu se utilizează la tratamente bituminoase;

c) în general emulsia bituminoasă cationică produsă la Suplacu de Barcău este la limita fluidă - semifluidă;

d) în contact cu pietrișul produs în județul Sălaj realizează o bună adhezivitate, majoritatea valorilor determinate se găsesc în intervalul de 90...100, valori care se situează peste limita minimă admisă de actele normative în vigoare.

### 4.1.1.3. Execuția lucrărilor de tratamente bituminoase.

Tehnologia de realizare a tratamentelor bituminoase aplicată este cea tradițională.

Dozarea emulsiei bituminoase s-a făcut de fiecare dată în urma unor încercări corelîndu-se viteza de înaintare a autostropitorului, turația pompei și declivitatea în profil longitudinal al drumului.

Așternerea agregatelor s-a realizat cu ajutorul echipamentelor specializate, montate pe autobasculante de 8 și 16 tone, urmărindu-se asigurarea cantității de agregate necesare.

Verificarea cantităților de emulsie și de agregate răspîndite la realizarea tratamentelor bituminoase s-a făcut pentru fiecare sector, iar valorile determinate sunt cuprinse în tabelul 4.3.

Se poate constata o încadrare în valorile prevăzute de actele



Tabel 4.2.

CARACTERISTICILE

PRINCIPALE ALE EMULSIEI BITUMINOASE CATIONICE CU  
RUPERE RAPIDA PROVENITA DE LA SUPLACUL DE BARCAU

Proba nr.1	Conținutul de bitum %		Adezivitate		Virsozitatea		Omogenitatea	
		%	%	°C	%	%	%	%
"	65,9	90	90	8,1			0,04	
"	60,7	100	100	9,2			0,046	
"	60,3	90	90	8,6			0,041	
"	65,0	90	90	8,4			0,039	
"	59,6	90	90	8,9			0,048	
"	61	90	90	7,5			0,048	
"	60,1	90	90	7,4			0,050	
"	59,0	90	90	7,9			0,046	
"	60,0	90	90	8,5			0,042	
Valori prevăzute în actele normative	min. 58	min. 70	min. 70	7-15			max. 0,5	

normative în vigoare.

Tabel 4.3.

Materialul aşternut	Cantităţi kg/m <sup>2</sup>	
	Determinate	Prevăzute în SIAS 599/87
Emulsie bituminoasă	1,38...1,74	1,2...1,8
Pietriş sort 7-16	13,80...18,83	12...20

Cilindrarea s-a făcut cu compactorul cu rulouri netede de 30...100 kN, efectuându-se în general 3 treceri.

În situaţia în care numărul de treceri a crescut la 4 a fost sesizată o spargere a granulelor mai moi, generată de eterogenitatea din punct de vedere mineralogic a agregatelor de balastieră.

Atâta timp cât aceste granule se sparg în 2 max. 3 bucăţi de mărime aproximativ egală, acestea mai au posibilitatea de a se fixa, efectele fiind mai degrabă pozitive datorită sporului de rugozitate creat. Verificările făcute pe mai multe sectoare în perioada 1991...1994 au permis identificarea a 10...15 granule/m<sup>2</sup> despicate în 2...3 bucăţi, dar care au rămas fixate în liant.

Au fost identificate însă după trecerea a 3-a şi în special după trecerea a 4-a, granule care s-au distrus (sfărâmat). Numărul acestora fiind de 8...10 granule/m<sup>2</sup> au afectat de această dată negativ calitatea lucrării executate.

În final numărul trecerilor utilajului de compactare a fost limitat la 3, situaţie în care s-a ajuns pînă la maxim 10 granule despicate/m<sup>2</sup> şi fără a depăşi 6 granule distruse/m<sup>2</sup>, iar fixarea granulelor s-a realizat bine.

4.1.1.4. Observaţii privind comportarea în exploatare a tratamentelor bituminoase realizate cu pietriş obţinut în balastierele RADP şi emulsie bituminoasă cationică provenită de la Suplacul de Barcău

Utilizarea pietrişului la realizarea tratamentelor bituminoase a fost impusă de necesitatea realizării unui volum cât mai mare de asemenea lucrări în condiţiile alocării unor fonduri băneşti mult sub nivelul minim necesar. Asemenea lucrări au fost executate frecvent începînd cu anul 1985 şi

în special în zonele apropiate de aceste surse și pe drumurile de clasă tehnică IV și V.

Tinând cont de periodicitatea de realizare a acestor lucrări, prescrisă de normele tehnice în vigoare consider semnificative observațiile făcute asupra sectoarelor pe care au fost făcute tratamente bituminoase în anii 1992; 1993 și 1994 și cuprinse în tabelele 4.4; 4.5 și 4.6.

Modul de comportare a tratamentelor bituminoase a fost analizat prin:

- cantitatea de agregate desprinse și identificarea cauzelor;
- defecțiuni ale suprafeței de rulare și cauzele generatoare;
- aspectul general al suprafeței tratate, la 15 zile de la executarea lucrărilor și evoluția în timp.

În ceea ce privește cantitatea de agregate desprinse se pot face următoarele observații:

- pe câteva sectoare s-au semnalizat aruncări de agregate alergătoare pe acostamentele drumului, cauzate în mod deosebit de excesul de agregate, de o depășire a cantității optime, conducând la imposibilitatea finării tuturor granulelor. Acest aspect constituie o deficiență de realizare, dar îndepărtarea rapidă, după 3...5 zile a agregatelor în exces și supravegherea sectorului, poate conduce la obținerea unei suprafețe de rulare de bună calitate. Asemenea deficiențe nu pot fi puse pe seama calității agregatelor;
- pe sectoarele fără exces de agregate în urma realizării tratamentelor bituminoase, au fost identificate agregate desprinse în cantitate de 0,25...1,0 kg/m<sup>2</sup>. Cauza care a condus la desprindere a fost insuficiența liantului (1,43 kg/m<sup>2</sup>) sau adhezivitatea redusă;
- cantitatea de agregate desprinse fiind redusă nu compromite lucrarea realizată.

Defecțiunile suprafeței de rulare pe care s-au realizat tratamente bituminoase, identificate după executarea lucrărilor și în perioada imediat următoare au fost:

- suprafețe pe care nu s-a realizat tratamentul bituminos, datorită nestropirii cu liant. În curbe sau pe anumite sectoare au fost efectuate manevre ale stropitorului ceea ce a condus la apariția unor fîșii neacoperite. Suprafața acestora a fost de 1...2 m<sup>2</sup>/km de drum și care s-a remediat prin intervenții locale constând din stropirea zonei cu emulsie bituminoasă și așternerea de cribluri;

Tabel 4.4.

SECTORILE DE DRUMURI JUDETENE PE CARE  
AU FOST REALIZATE TRATAMENTE BITUMINOASE  
CU AGREGATE LOCALE IN ANUL 1992

Nr. crt	Drumul	Sectorul de drum pe care s-au realizat tratamente bituminoase		Localități	Sursa de agregate	Obs.
		Lungime km	Pozitie km			
1.	DJ 108 A: D: I - Ciucea-Jibou-Beneșat	5	72+500-73+500	Irău-Beneșat	Râul Someș-Beneșat	
2.	DJ 108 A: D: I - Ciucea-Jibou-Beneșat	11,6	19+500-26+100	Bogdan-Buciumi	Valea Agrij-Păușa	
3.	DJ 108 B: D: I II - Surduc-Girbou-Dej	2,1	0+700- 2+800	Surduc	Râul Someș-Jibou	
4.	DJ 108 D: D: I II - Cehu Silvaniei-Iia-jcd. Măranreș	6,0	12+500-18+500	Bulgari-Călugă	Râul Someș-Cehu Silvaniei	
TOTAL:		25,7	-	-	-	-

Tabel 4.5.

SECTORILE DE DRUMURI JUDEȚENE PE CARE AU FOST  
REALIZATE TRATAMENTE BITUMINOASE ÎN ANUL 1993

Nr. crt	Drumul	Sectorul de drum pe care s-au realizat tratamente bituminoase		Localități	Sursa de agregate	Obs.
		Longime	Poziție km			
1.	DJ 103 A: DJ 1 - Ciucea-Jibou-Beneșat	7,0	21:400-39:400	Agriș-Pișcu	Valca Agriș-Păușa	
2.	DJ 106 D: DJ 1 H - Cehu Silvaniei-lim.jud. Haraureș	3,5	46:000- 7:500	Cristur-Dolă	Riul Someș-Cehu Silvaniei	
3.	DJ 108 D: DJ 1 H - Cehu Silvaniei-lim.jud. Haraureș	3,5	13:400-21:500	SĂLĂȘIG	Riul Someș-Cehu Silvaniei	
4.	DJ 108 H: DJ 108 C -Petriș-DJ 1 G	2,5	7:200- 9:700	Petriș	Valca Almaș-Răbiu	
5.	DJ 109 E: Dej-Vad-Ciif	2,7	56:100-61:800	Loman-Ciif	Riul Someș-Jibou	
6.	DJ 106: Supur-Cehu Silvaniei-DJ 103 A	2,0	35:000-37:000	Cehu Silvaniei-Beneșat	Riul Someș-Cehu Silvaniei	
<b>TOTAL:</b>		<b>22,2</b>				

Tabel 4.6.

SECTOARELE DE DRUMURI JUDEȚENE PE CARE  
AU FOST REALIZATE TRATAMENTE BITUMINOASE

IN ANUL 1994

Nr. Drumul crt	Sectoarele pe care au fost realizate tratamente bituminoase			Obs.
	Lungimea km	Poziția km	Localități agregate	
1. DJ 108 D: DN I H - Crișeni-Cehu Silvaniei	2,0	2+000- 4+000	Cristur Rful Someș-Cehu Silvaniei	
2. DJ 108 D: DN I H- Crișeni-Cehu Silvaniei	2,8	21+200-24+000	Sălkățig-Cehu Sil- vaniei Rful Someș-Cehu Silvaniei	
3. DJ 108 F: DN I H - Simleu-Sărnășag-DJ 196	3,0	2+600- 5+000	Simleu Silvaniei Rful Someș-Jibou	
4. DJ 108 R: DN I F - Meseș-Tiuznea-Agrij	12,2	0+000-12+200	Meseș-Tiuznea-Agrij Valea Agrij-Păușa	
5. DJ 191 C: DJ 191 D - Crasna-Creaca-DJ 108 A	2,6	27+400-30+000	Aghireș-Zalau Rful Someș-Cehu Silvaniei	
6. DJ 191 C: DJ 191 D - Crasna-Creaca-DJ 108 A	9,4	40+700-50+100	Zalau-Creaca Rful Someș-Jibou	
7. DJ 196: DN I F - Supur-Cehu Silvaniei	8,9	32+200-41+100	Cehu Silvaniei- Băcșat vaniei	
<b>TOTAL:</b>	<b>40,9</b>			

- **exsudarea** suprafeței de rulare, generată de eventualul exces de liant ( $1,74 \text{ kg/m}^2$ ) și un trafic mai intens. Supravegherea permanentă a tratamentelor a permis intervenția operativă evitând degradarea suprafeței. În general 2...3 intervenții pe fiecare sector, constând din așternerea de agregate pe zonele unde apare **exsudarea**, au condus la înlăturarea fenomenului (de la caz la caz).

Nu au fost semnalate alte defecțiuni.

Urmărirea aspectului general al suprafeței de rulare "tratate" pe parcursul a 2 ani de la execuția lucrărilor permite formularea următoarelor observații:

- la circa 2 săptămâni de vreme frumoasă și caldă de la executarea tratamentelor bituminoase și după efectuarea remediilor necesare s-a putut constata că s-a realizat o suprafață de rulare uniformă, fără șiroiri sau pelade;

- suprafața de rulare are aspectul unui mozaic, granulele sunt bine fixate și acoperă practic toată suprafața (figura 4.4.);

- numărul granulelor sparte și a celor sfărâmate nu a afectat negativ calitatea suprafeței de rulare;

- în zonele de munte, cu o expunere redusă la soare și cu un regim de umiditate ridicat s-a putut constata că în al doilea an de la executare au început să apară local unele defecțiuni cum ar fi chiar degradarea tratamentului realizat, zone poroase pe care persistă umezeala. Ponderele acestor suprafețe a fost de 1...1,5 % din suprafața carosabilului. Este explicabilă această apariție prin natura condițiilor climaterice (umezeală, temperaturi, cicluri repetate de îngheț-dezghet așa cum apare în figura 4.5).

- pe sectoarele care sunt exploatate în condiții normale s-a observat o menținere la un nivel calitativ ridicat al suprafeței de rulare și după cel de al 3-lea an de la execuție al tratamentelor bituminoase;

- tratamentele bituminoase au colmatat și au acoperit fisurile existente în îmbrăcămintea bituminoasă, acestea netransmițându-se nici chiar după al 3-lea an, cu excepția unor zone unde nu au fost identificate anterior defecțiuni ale fundației;

- traficul existent pe drumurile pe care s-au executat tratamente bituminoase cu pietriș, nu a condus la o uzură avansată a stratului de rulare, uzură care să nu poată fi preluată de tratamentul bituminos pe parcursul a 2...3 ani.

În baza celor mai sus prezentate se poate face afirmația că utilizarea pietrișului din județul Sălaj la realizarea tratamentelor bitumi-



Fig. 4.4. Aspectul suprafeței de rulare pe DJ 108 R, km 4+500, la 1,5 ani (1995) de la realizarea tratamentului bituminos cu pietriș 7-16 și exploatat în condiții climatice normale.





Fig. 4.5. Aspectul suprafeței de rulare pe DJ 108 R, km 0+350 la 1,5 ani (1995) de la realizarea tratamentului bituminos cu pietriș 7-16 și exploatat în condiții climatice severe.

noase este eficientă atât din punct de vedere tehnic cât și economic.

#### 4.1.2. Straturi rutiere din mixturi asfaltice realizate cu agregate de balastieră din județul Sălaj și filer de calcar de la Prodănești județul Sălaj

Realizarea straturilor rutiere din mixturi asfaltice avînd în componență agregate naturale provenite din balastierele organizate pe principalele cursuri de apă din județul Sălaj, a constituit unul din principalele obiective ale cercetărilor întreprinse de autor în cadrul Regiei de administrare și întreținere a drumurilor județene din Sălaj.

Motivele care au determinat orientarea activității spre realizarea și utilizarea acestor tipuri de mixturi asfaltice au fost:

- lipsa agregatelor de carieră corespunzătoare calitativ în județul Sălaj;
- existența unor surse de agregate naturale pe cursurile de apă Someș, Almaș, Agriș, Crasna;
- condițiile economico-financiare.

Mixturile asfaltice astfel produse au fost destinate în principal pentru:

- executarea lucrărilor de reparare a îmbrăcăminților bituminoase existente;
- ranforsarea complexelor rutiere cu îmbrăcăminți bituminoase existente;
- realizarea de îmbrăcăminți bituminoase noi.

Ponderea cea mai mare au avut-o lucrările de ranforsare a complexelor rutiere existente și care sunt cuprinse în tabelele 4.7; 4.8 și 4.9.

##### 4.1.2.1. Prezentarea generală a sectoarelor studiate pentru realizarea lucrărilor de ranforsare

Imbrăcămințile bituminoase existente peste care s-a ~~ne-am~~ **propus** carea straturilor de ranforsare, au fost realizate din mixturi asfaltice pe bază de nisip bituminos avînd o vechime de 15...20 ani și peste care au fost executate eventual în urmă cu 6...8 ani tratamente bituminoase.

Suprafața de rulare a prezentat defecțiuni de natura:

- fisuri după direcții diferite;
- zone faianțate;
- suprafețe mari plombate care denotă existența gropilor și care au fost reparate în timp;

Tabel 4.7.

SECTOARELE DE DRUMURI PE CARE AU FOST STUDIATE  
 RANFORSARI CU STRATURI RUTIERE DIN MIXTURI AS-  
 FALTICE CU AGREGATE LOCALE SI FILER DE CALCAR DE  
 DE LA PRODANESTI, IN ANUL 1992

Nr. Drumul crt	Sectoarele pe care au fost realizate ranforsari cu straturi rutiere din mixturi asfaltice cu agregate locale			Localitati	Sursa de agregate	Obs.
	Lungime km	Pozitie km	Localitati			
1. DJ 108 A: DN 1 - Ciucea-Jibou-Benesat	1,5	14+900-16+400	Bogdana	Valea Agrij-Păușa		
2. DJ 108 A: DN 1 - Ciucea-Jibou-Benesat	1,0	69+400-70+400	Someș Odorhei	Rîul Someș-Jibou		
3. DJ 108 D: DN 1 H - Crișeni-Cehu Silvaniei	1,0	24+600-25+600	Cehu Silvaniei	Rîul Someș-Cehu Silvaniei		
4. DJ 108 F: DN 1 H - Simleu-Sermășag	1,2	4+600- 5+200	Simleu Silvaniei	Rîul Someș-Jibou		
5. DJ 108 S: DN 1 C - Rus-Zalja	1,0	8+600- 9+600	Simășua	Rîul Someș-Rus		
6. DJ 109: Răscruți-Dragu-Iida- DN 1 G	1,0	35+600-36+600	Dragu	Valea Almaș-Băbiu		
7. DJ 191 C: DJ 191 D - Crasna-Creaca-DJ 108 A	1,0	27+300-28+300	Aghireș-Zalău	Rîul Someș-Cehu Silvaniei		
TOTAL				7,7		

Tabel 4.8.

SECTOARELE DE DRUMURI PE CARE AU FOST STUDIASTE  
 RANFORSARI CU STRATURI RUTIERE DIN MIXTURI ASFALTICE  
 CU AGREGATE LOCALE SI FILER DE CALCAR DE LA PRODANESTII,  
 IN ANUL 1993

Nr. crt	Drumul	Sectoarele pe care au fost realizate lucrări de ranforsare cu straturi rutiere din mixturi asfaltice cu agregate locale	Lungime km	Poziție km	Localități	Sursa de agregate	Obs.
1.	DJ 108 A: Ciucea-Jibou-Benesat		1	14+000-15+000	Huta-Bozdana	Valea Agrij	
2.	DJ 108 A: Ciucea-Jibou-Benesat		1	62+000-63+000	Jibou-Someș Pârhei	Rîul Someș-Jibou	
3.	DJ 108 D - Crișeni-Cehu Silvaniei		0,5	25+000-25+500	Cehu Silvanici	Rîul Someș-Benesat	
4.	DJ 108 F: Simleu-Sărmășag-DJ 196		1,0	5+200- 6+200	Simleu Silvaniei- Uileac	Rîul Someș-Jibou	
5.	DJ 108 G: Vinători-Crasna-Vișoț+DN 1 H 1,5		1,5	25+000-26+500	Crasna-Vișoț	Valea Crasnei	
6.	DJ 109: Răscruci-Dragu-Hida. DN 1 G		0,5	35+300- 35+800	Dragu-lim. Județ Cluj	Valea Almaș-Băbiu	
7.	DJ 191C: DJ 191 D - Nusfalău-Crasna-Creaca-DJ 108 A		1,0	26+300-27+300	Aghireș-Zalău	Rîul Someș-Benesat	
8.	DJ 196: DNIF - Supur-Cehu Silvaniei-DJ 108 A		1,0	31+000-32+000	Cehu Silvaniei- Benesat	Rîul Someș-Benesat	
TOTAL:				7,5			

Tabel 4.9.

SECTORILE DE DRUMURI PE CARE AU FOST STUDIATE  
RANFORSARI CU STRATURI RUTIERE DIN MIXTURI AS-  
FALTICE CU AGREGATE LOCALE SI FILER DE CALCAR  
DE LA PRODANESTI, IN ANUL 1994

Nr. crt	Drumul	Sectoarele pe care au fost realizate ranforsari cu : straturi rutiere din mixturi asfaltice cu agregate locale			Sursa de agregate	Obs.
		Lungime km	Pozitie km	Localitati		
1. DJ 108 A:	DN 1 - Ciucea-Jibou-Benesat	1,5	12+400-13+900	lim. jud. Cluj-Răuta	Valea Agrij	
2. DJ 108 A:	DN 1 - Ciucea-Jibou-Benesat	0,6	30+400-31+000	Agrij	Valea Agrij	
3. DJ 108 A:	DN 1 - Ciucea-Jibou-Benesat	2,1	62+000-64+100	Jibou-Someş Odorhei	Rîul Someş-Jibou	
4. DJ 108 D:	DN 1 H - Cehu Silvaniei-lim. jud. Maramureş	1,1	0+000- 1+100	Crişcui	Rîul Someş-Cehu Silvaniei	
5. DJ 108 F:	DN 1 H - Sîntileu Silvaniei-Sămăşşeg	1,0	6+200- 7+200	Uileacu Sîntileului	Rîul Someş-Jibou	
6. DJ 108 G:	DJ 108 A - Cizer-Crasna-DN 1 H	0,8	25+600-27+400	Crasna-Vîrşolţ	Rîul Crasna	Cu refacere fundaţie
7. DJ 108 G:	DJ 108 A - Cizer-Crasna-DN 1 H	1	27+400-28+400	Crasna-Vîrşolţ	Rîul Crasna	
8. DJ 108 D:	DN 1 H - Cehu Silvaniei-lim. jud. Maramureş	0,5	25+500-26+000	Cehu Silvaniei	Rîul Someş-Cehu Silvaniei	
9. DJ 191 C:	DJ 191 D - Crasna-Creanca-DJ 108 A	1,0	25+300-26+300	Aghireş-Zalkau	Rîul Someş-Cehu Silvaniei	
10. DJ 109:	Rîscruci-Dragu-Hida-DN 1 G	1,0	34+300-35+300	Dragu-lim. judeţ	Valea Almaş-Dăbiu	
TOTAL:		10,6				

- uzura avansată și îmbătrânirea stratului de rulare.

Aspectul general al îmbrăcămintei bituminoase este prezentat în figura 4.6 și 4.7.

Aprecierea suprafeței de rulare s-a făcut în general prin cuantificarea principalelor categorii de defecțiuni așa cum este prezentat în capitolul 2 al prezentei lucrări obținând o apreciere generală de cel mult "nesatisfăcătoare".

Investigațiile făcute în structura rutieră au permis obținerea informațiilor necesare pentru aprecierea capacității portante și determinarea grosimilor pentru straturile de ranforsare.

Ca principiu de bază folosit în programarea și realizarea lucrărilor de ranforsare a fost executarea acestora în continuarea celor din anii anteriori.

#### 4.1.2.2. Soluții studiate pentru realizarea straturilor de ranforsare

In general s-a ajuns la concluzia că se poate realiza ranforsarea prin aplicarea a 2 straturi din mixturi asfaltice:

- 1 strat de legătură realizat dintr-o mixtură asfaltică de tip B.A.D. 25 în grosime de 4...5 cm;

- 1 strat de uzură realizat dintr-o mixtură asfaltică de tip beton asfaltic B.A. 8 realizat cu agregate de balastieră semiconcasate, în grosime de 3 cm.

În situația în care cele 2 straturi nu aduceau un spor de capacitate suficient, s-a preferat introducerea unui strat de balast stabilizat cu tuf vulcanic (DJ 108 D km 0+800-1+000) sau piatră spartă DJ 108 D km 0+000-0+300; DJ 108 G km 26+600-28+400.

Agregatele naturale au provenit din surse locale (balastierele amintite la capitolul 3) prelucrate în majoritatea cazurilor în instalațiile de sortare și concasare ale Regiei de administrare a drumurilor județene.

Filérul de calcar utilizat a provenit din cariera Prodănești-Sălaj, iar bitumul de la Rafinăria de la Suplacu de Barcău.

Prepararea mixturilor asfaltice s-a făcut în instalații de tip ANG, dozarea agregatelor naturale făcându-se volumetric iar dozarea filerului și a bitumului gravimetric.

Transportul s-a efectuat cu autobasculante iar punerea în operă, manual sau mecanic pentru mixturile din care s-a realizat stratul de legătură și numai mecanic pentru mixturile asfaltice din care s-a realizat stratul de uzură.



Fig. 4.6. Aspectul suprafeței de rulare înainte de realizarea lucrărilor de ranforsare (DJ 191 C, km 24+700)



Fig. 4.7. Aspectul suprafeței de rulare înainte de realizarea lucrărilor de ranforsare (DJ 191 C km 24+400)

Compactarea s-a realizat cu compactoare cu rulouri netede.

Pe fluxul tehnologic s-a urmărit în permanență respectarea dozajelor, a temperaturilor de producere, de compactare a mixturilor asfaltice și a timpilor de malaxare.

#### 4.1.2.3. Caracteristicile fizico-mecanice ale componentelor și ale mixturilor asfaltice produse

În perioada de pregătire a producerii mixturilor asfaltice au fost verificate principalele caracteristici fizico-mecanice ale agregatelor naturale, ale filerului și ale bitumului eliminând loturile care nu au îndeplinit condițiile prescrise pentru fiecare tip de mixtură asfaltică.

Verificarea caracteristicilor componentelor s-a efectuat în laboratorul regiilor de drumuri.

Caracteristicile agregatelor naturale au fost prezentate în detaliu la punctul 3.1. iar ale filerului de calcar de Prodănești la punctul 3.4, acestea răspunzând principalelor cerințe prevăzute de normele tehnice.

Ca liant a fost utilizat bitumul rutier D 80/120 produs la Rafinăria Suplacu de Barcău având ca valori ale principalelor caracteristici cele cuprinse în tabelul 4.10.

Tabel 4.10.

Principalele caracteristici ale bitumului rutier			
Caracteristicile bitumului rutier		Valori ale caracteristicilor	
		determinate	admise
Punctul de înmuiere	IB °C	43...48	43...49
Penetrația la 25 °C	1/10 mm	82...103	80...120

Dozajele au fost stabilite astfel încât curba de granulozitate să se înscrie în limitele admisibile, situându-se în jurul valorilor cuprinse în tabelul 4.11. pentru mixtura destinată stratului de uzură și în tabelul 4.12. pentru mixtura asfaltică destinată stratului de legătură.

Cantitatea de bitum utilizată a fost de pînă la 7 %, avînd în vedere că majoritatea sectorului județului Sălaj se situează în zona climatică rece și umedă.



Tabel 4.11.

Dozaj pentru mixtură asfaltică destinată stratului de uzură  
tip B.A.8

Materiale	%
Nisip 3-7	49,5
Nisip 0-3	33,5
Filer calcar	10,0
Bitum D 80/120	7,0

Tabel 4.12.

Dozaj pentru mixtura asfaltică destinată stratului de  
legătură, tip B.A.25

Materiale	%
Pietriș semiconcasat 7-25	37,5
Nisip 3-7	25,0
Nisip 0-3	30,0
Filer calcar de Prodănești	3,0
Bitum D 80/120	4,5

Alura curbei de granulozitate a amestecului mineral este prezentată în figura 4.8. pentru stratul de uzură și în figura 4.9. pentru stratul de legătură.

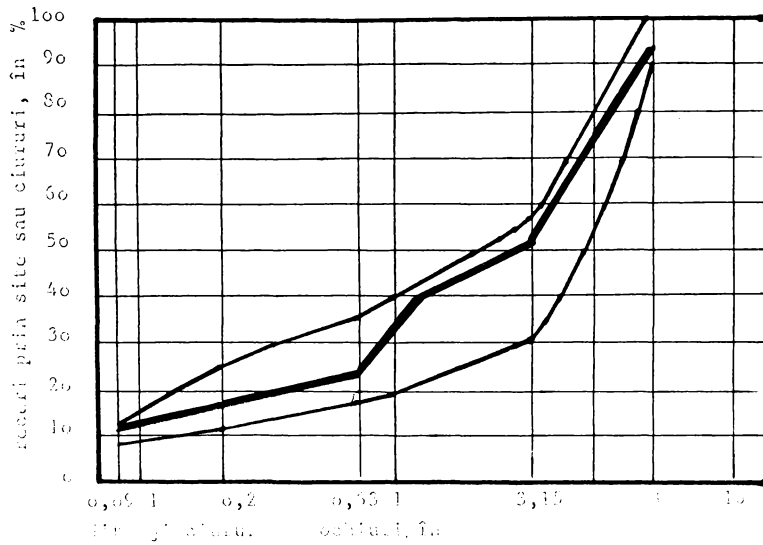
Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor asfaltice determinate pe probele prelevate la producerea mixturilor asfaltice sunt cuprinse în tabelul 4.13. Datele cuprinse în tabelul 4.13. se referă doar la cîte 3 probe alese la întâmplare din cele 361 cîte au fost prelevate pe flux în perioada 1992-1994, și care au fost analizate în Laboratorul RADP Sălaj.

Valorile caracteristicilor fizico-mecanice determinate pe probele din mixturi asfaltice definesc un nivel calitativ care se încadrează în limitele de admisibilitate.

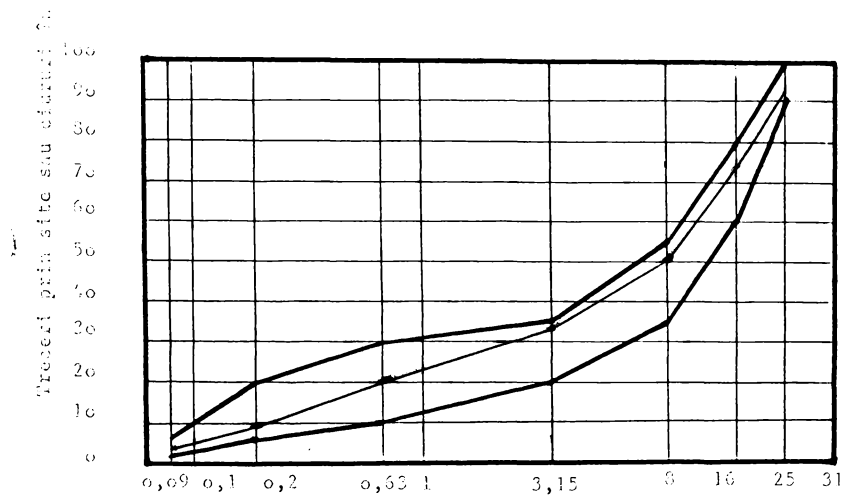
Rezistențele la compresiune determinate pe cuburi atât la 22 °C cît și la 50 °C se încadrează în intervalul prevăzut în normative chiar dacă uneori se află mai aproape de limita inferioară.

Dozajul adoptat permite încadrarea curbei de granulozitate în limitele stabilite.

Mixturile asfaltice produse sunt în general de tip beton asfaltic, criblurile fiind înlocuite cu pietriș parțial concasat.



Curba de granulozitate pentru  
 amestecul asfaltic DAD 25 destinat  
 construcției stratului de bază



Site și ciururi cu ochiuri, în mm

Fig. 4.9. Curbe de granulozitate pentru  
 amestecul asfaltic DAD 25 destinat  
 construcției stratului de legătură

Tabel 4.13.

PRINCIPALELE CARACTERISTICI ALE MIXTURILOR  
ASFALTICE REALIZATE CU AGREGATE DE BALASTIERA

Nr. crt	Tipul de mixtură asfaltică	Caracteristici ale mixturilor asfaltice										obs.
		densitate aparentă $\rho_{ap}$ /m <sup>3</sup>	R <sub>c</sub> 22 °C	R <sub>c</sub> 50 °C	$K = \frac{\rho_c 22 \text{ } ^\circ\text{C}}{\rho_c 50 \text{ } ^\circ\text{C}}$	Reducere R <sub>c</sub> 28 zile apă bitum	Conținut de bitum	%	deter- minat să	admi- nișă max.	deter- minat să	
1.	Mixtură asfaltică de tip B.A.8 pentru stratul de uzură	2260	2250	3,33	3,0...5,2	0,82	0,7...1,2	4,05	18,32	30	7,0	7,0
2.	Mixtură asfaltică tip B.A.8 pentru stratul de uzură	2255	2250	3,18	3,0...5,2	0,80	0,7...1,2	3,97	21,41	30	6,8	7,0
3.	Mixtură asfaltică tip B.A.8 pentru stratul de uzură	2280	2250	3,40	3,0...5,2	0,97	0,7...1,2	3,50	19,60	30	7,1	7,0
1.	Mixtură asfaltică tip B.A.D.25 pentru stratul de legătură	2281	2200	2,56	-	-	-	-	-	-	4,82	5,0
2.	Mixtură asfaltică tip B.A.D.25 pentru stratul de legătură	2235	2200	2,72	-	-	-	-	-	-	4,5	5,0
3.	Mixtură asfaltică B.A.D.25 pentru stratul de legătură	2205	2200	2,90	-	-	-	-	-	-	5,5	5

Cele arătate mai sus au permis utilizarea mixturilor asfaltice la realizarea îmbrăcăminților bituminoase noi și la consolidarea celor existente.

#### 4.1.2.4. Observații privind comportarea în exploatare a straturilor din mixturi asfaltice cu agregate locale

În perioada 1992-1994 au fost executate lucrări de ranforsare a complexelor rutiere existente utilizând mixturi asfaltice de timpul celor arătate mai sus pe 25,8 km. Au fost folosite în exclusivitate:

- agregate de balastieră provenite de pe principalele cursuri de apă din județul Sălaj;

- filer de calcar produs la Cariera Prodănești județul Sălaj;

- bitum D 80/120 provenit de la Rafinăria Suplacu de Barcău.

Comportarea în timp a straturilor rutiere realizate poate fi apreciată prin:

- defecțiunile apărute;

- aspectul general al îmbrăcăminții rutiere.

Analizând atât straturile realizate anterior anilor 1992 din mixturi asfaltice cu filer de cretă din Dobrogea cât și cele realizate după 1992 cu filer de calcar din Prodănești, dar toate numai cu agregate de balastieră sortate obținute în județul Sălaj permit formularea următoarelor observații:

- mixturile asfaltice produse cu agregate de balastieră pot fi realizate la nivel acceptabil de calitate dacă sunt respectate tehnologiile aferente;

- suprafața de rulare îndeplinește condițiile de planitate și uniformitate;

- în unele cazuri au apărut pe zone foarte mici și puține la număr suprafețe poroase, care pot fi puse pe seama tehnologiei de execuție (eventuale greșeli de dozare la producerea unor șarje, compactare insuficientă, etc). Aceste defecțiuni la amplexarea lor nu pot constitui deficiențe majore cu atât mai mult cu cât după un sezon cald acestea s-au închis;

- deși în stratul de rulare au fost utilizate mixturi asfaltice în care dimensiunea maximă a granulelor agregatelor nu depășește 8 mm (sorul 3-8), mixtura situându-se uneori între un mortar și un beton asfaltic, nu au fost identificate făgașe;

- nu au fost identificate cazuri în care să apară o distrugere a stratului de mixturi asfaltice care să aibă o vechime sub 10...12 ani;

- nu au fost identificate zone în care să apară fisuri ge-

nerate de performanțele slabe ale acestor tipuri de mixturi asfaltice;

- județul Sălaj se găsește într-o zonă climaterică în care toamna, iarna și primăvara sunt abundente în precipitații motiv pentru care mixturile asfaltice din stratul de uzură au un conținut mai mare de bitum, ceea ce-i conferă o mai bună comportare în timp de iarnă precum și proprietatea de autoreparare în timpul verii (închiderea eventualelor pori, a unor microfisuri, etc);

- straturile de rulare astfel realizate nu au o rugozitate foarte bună;

- aspectul general al suprafeței de rulare este apreciat ca bun, nesemnalându-se fenomene premergătoare unor defecțiuni semnificative după 2 respectiv 3 ani de la darea în exploatare, figura 4.10 și 4.11.

- în primii 5...6 ani de la executarea stratului de uzură nu au apărut gropi în perioada de primăvară.

În concluzie, straturile realizate în condițiile prezentate la punctul 4.1.2. sunt eficiente pentru îmbunătățirea nivelului de viabilitate a drumurilor locale cu trafic redus.

Trebuie reținut faptul că există o diferență între performanțele betoanelor asfaltice realizate în exclusivitate cu agregate de carieră și mixturile asfaltice prezentate anterior. Utilizarea agregatelor de balastieră răspunde însă cerințelor traficului actual și de perspectivă imediată.

Grosimile straturilor bituminoase de ranforsare au fost în general impuse în următoarele limite:

- |                       |            |
|-----------------------|------------|
| - stratul de legătură | 4...5 cm   |
| - stratul de uzură    | 3...3,5 cm |

În cazul în care cele 2 straturi aplicate în grosimile maxime arătate de 5 cm respectiv 3,5 cm, nu au condus la realizarea unei capacități portante impuse de traficul rutier de pe segmentul de drum respectiv, au fost introduse straturi rutiere suplimentare realizate din piatră spartă cilindrată. În acest caz straturile bituminoase au fost aplicate în grosimile minime arătate mai sus.

Astfel pe sectoarele prezentate mai jos a fost suficientă aplicarea straturilor bituminoase care au generat sporul de portanță necesar:

- DJ 108 A km 7+400-31+000 lim.jud.Cluj-Agrij cu un trafic mediu zilnic destul de scăzut:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| - vehicule fizice - 638 - în anul 1990      |                               |
|   | 870 - previzionat pentru 1995 |
| - vehicule etalon A 13 - 615 - în anul 1990 |                               |
|   | 921 previzionat pentru 1995   |



Fig. 4.10. Aspectul suprafeței de rulare la 2 ani după realizarea ranforsării structurii rutiere cu straturi bituminoase din mixturi asfaltice cu agregate de balastieră, pe DJ 191 C, km 26+500



Fig. 4.11. Aspectul suprafeței de rulare la 3 ani după realizarea ranforsării structurii rutiere cu straturi bituminoase din mixturi asfaltice cu agregate de balastieră, pe DJ 191 C, km 27+700

- DJ 108 F km 0+100-16+000; Simleu Silvaniei-Moiad cu un trafic mediu zilnic de:

- vehicule fizice - 737 - în anul 1990  
1062 - previzionat pentru 1995
- vehicule etalon A 13 - 857 - în anul 1990  
1425 - previzionat pentru 1995

- DJ 108 S: km 0+000-21+000; DN 1C Zalha-DJ 108 B cu un trafic mediu zilnic de:

- vehicule fizice - 559 - în anul 1990  
773 - previzionat pentru 1995
- vehicule etalon - 481 - în anul 1990  
676 - previzionat pentru 1995

- DJ 109 km 32+600-46+600; lim. jud. Cluj-Drăguș-Hida- DN 1G cu un trafic mediu zilnic de:

- vehicule fizice - 692 - în anul 1990  
925 - previzionat pentru 1995
- vehicule etalon - 198 - în anul 1990  
292 - previzionat pentru 1995

Sectoarele de drum pe care traficul a fost mai intens iar cele 2 straturi bituminoase nu au adus sporul de portanță impus a fost necesară realizarea unui strat din piatră spartă cilindrată sau agregate naturale stabilizate:

- DJ 108 D km 0+000-23+000; Crișeni-Cehu Silvaniei cu un trafic mai intens dar în special mai greu:

- vehicule fizice - 1118 - în anul 1990  
1636 - previzionat pentru 1995
- vehicule etalon A 13 - 1894 - în anul 1990  
3040 - previzionat pentru 1995

- DJ 108 A km 61+000-68+000; Jibou-Benesat cu un trafic de asemenea foarte intens:

- vehicule fizice - 1107 - în anul 1990  
1451 - previzionat pentru 1994
- vehicule etalon - 2603 - în anul 1990

În general fiecare sector de drum propus pentru ranforsare a fost analizat în detaliu iar grosimile straturilor sunt rezultatul calculelor de dimensionare realizate cu ajutorul aplicației informatice OEDIP. Soluția definitivă a fost stabilită de fiecare dată avînd la bază următoarele:

- realizarea unui număr cât mai mic de straturi pentru ranforsare;

- realizarea unor straturi cu costuri cât mai scăzute;  
- realizarea unor straturi bituminoase în grosimi minime admise de normativele tehnice în vigoare.

Straturile rutiere astfel proiectate au satisfăcut cerințele impuse de trafic, urmînd ca în anul 1996 după definitivarea investigării traficului rutier aferent anului 1995 să fie făcute calculele și aprecierile necesare pentru a evalua modul în care structurile rutiere răspund traficului real.

#### 4.2. Tehnologii noi experimentate în județul Sălaj

Existența în județul Sălaj a tufului vulcanic în cantități mari și caracteristici superioare în rîndul materialelor puzzolanice, naturale a condus la ideea utilizării acestuia ca liant în domeniul rutier.

Lianții **puzzolanici** (puzzolană-var) există de foarte mult timp, fiind utilizați de către romani pentru realizarea mortarelor pentru construcții.

În timp compoziția liantului puzzolanic (puzzolană-var) a suferit modificări în ceea ce privește dozajul cît și utilizarea diferitelor tipuri de var [46].

În Franța, La Laboratorul Regional din Clermont - Ferrand au fost întreprinse o serie de studii pentru stabilirea unor proporții optime puzzolană/var pentru utilizare în tehnica rutieră [46].

Avînd ca bază și rezultatele obținute în acest domeniu de către Laboratorul Central - Paris, conform căruia amestecurile de puzzolană și var au proprietatea de întărire, transformîndu-se în timp rezonabil într-un material dur și compact [53], s-a analizat posibilitatea de utilizare a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj ca liant puzzolanic.

Așa cum este prezentat la punctul 3.3, în urma cercetărilor efectuate se poate constata că tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj, este un tuf dacitic și poate fi cuprins în clasa I de activitate a lianților puzzolanici [103].

. Utilizarea lui în tehnica rutieră a fost decisă în urma cercetărilor efectuate pe parcursul anilor (1982-1987) și care vor fi prezentate mai jos.

##### 4.2.1. Straturi rutiere realizate din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj

Un prim domeniu de utilizare a tufului vulcanic de Mirșid a



fost acela al straturilor de fundație din agregate naturale stabilizate.

Având în vedere concluziile utilizării experimentale a tufului vulcanic măcinat de Ţenele Mari - Trăistari, județul Vâlcea [109] s-a procedat la elaborarea primelor dozaaje și realizarea în laborator a probelor (cuburi) din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj.

#### 4.2.1.1. Studii efectuate în laborator

Studiile efective au fost făcute în laborator în colaborare cu I.C.P.T.T. București (INCERTRANS) pentru următoarele materiale:

- balast din râul Crasna, județul Sălaj;
- amestec de criblură și nisip de concasaj 0-15 - de la Poieni județul Cluj;
- tuf vulcanic măcinat de Mirșid județul Sălaj;
- ciment Pa 35, provenit de la C.L.Aleșd.

Granulozitatea balastului de râu și a produselor de carieră, sunt cuprinse în tabelul 4.14 și 4.15

Tabel 4.14

#### Granulozitatea balastului din râul Crasna

Ciurul (sita) [mm]	Treceri [%]
40	93,2
30	89,8
25	86,3
15	79,4
7	67,7
3,15	60,9
1,0	51,6
0,6	39,3
0,4	26,1
0,2	12,8
0,08	2,4

Având în vedere că straturile rutiere ce se preconizau a fi realizate prin stabilizare cu tuf vulcanic măcinat aveau rolul de fundație, s-a optat pentru utilizarea unui balast din râu, ușor de exploatat și de transportat la o distanță cât mai mică.

Tabel 4.15

Granulozitatea amestecului de criblură și nisip de concasaj

Giurul (sita) [mm]	Treceri [%]
15	91,3
7	59,6
3,15	49,2
1	36,4
0,6	23,7
0,4	16,7
0,2	8,9
0,08	2,0

În zona localității Crasna unde s-a hotărât realizarea sectorului experimental se găsește o sursă cu balast (în Valea Crasnei), corespunzător pentru realizarea fundației de drumuri dar în schimb cea mai apropiată carieră este la circa 50 km.

În acest sens materialul de bază studiat a fost balastul de râu a cărui granulozitate este cuprinsă în tabelul 4.14.

S-a avut în vedere și o eventuală corectare a granulozității cât și o îmbunătățire din punct de vedere mineralogic prin eventuala adăugare a unui amestec de agregate de carieră recuperate de pe platformele de depozitare și a cărei granulozitate este cuprinsă în tabelul 4.15.

Pentru realizarea unui strat din agregate locale stabilizate se pot utiliza cu rezultate bune agregatele naturale, în speță balastul de râu [109]; [16]; [31]; [47] cu o granulozitate continuă care trebuie să se înscrie într-o zonă de granulozitate prescrisă [11], conform figurii 4.12.

Pentru a putea observa mai ușor influența dozajului de tuf vulcanic precum și a compoziției granulometrice, au fost studiate și elaborate 4 variante de realizare a agregatelor naturale stabilizate. Dozajele sunt cuprinse în tabelul 4.16.

Tabel 4.16.

Dozaje pentru agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mîrșid-Sălaj

	Varianta propusă			
	B.C <sub>1</sub>	B.C <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Balast din râul Crasna	% 60	30	100	100
Amestec criblură	% 40	40	-	-
Tuf vulcanic măcinat	% 8	6	6	8
Ciment Pa 35	% 2	2	2	2

Curba de granulozitate a amestecului realizat din agregate naturale, tuf vulcanic și ciment are forma prezentată în figura 4.12.

Se poate constata că balastul de râu are o curbă de granulozitate care se depărtează de zona amestecului optimă, iar o corectare cu amestecul de criblură nu soluționează decât parțial această problemă și în consecință s-au efectuat studiile pe toate cele 4 variante propuse inițial.

Caracteristicile de compactare determinate prin încercarea Proctor modificat au fost:

$$\begin{aligned} - \rho_{d\max} &= 2,09 \text{ g/cm}^3 \\ - W_{\text{opt}} &= 7 \text{ \%} \end{aligned}$$

valori adoptate pentru toate cele 4 amestecuri, deoarece nu au existat diferențe semnificative.

Caracteristicile mecanice, respectiv rezistența la compresiune monoaxială și rezistența la întindere prin comprimare pe generatoare au fost determinate pe epruvete cilindrice conform prevederilor normelor tehnice.

Valorile caracteristicilor la diferite vârste ale amestecurilor sunt prezentate în tabelul 4.17.

Concluzii cu privire la rezultatele obținute pe probele preparate în laborator:

a) adaosul de 40 % criblură în masa agregatelor naturale nu aduce sporuri de rezistență la compresiune sau la întindere, ceea ce face să fie avută în vedere varianta B<sub>1</sub> sau B<sub>2</sub>;

b) creșterea cantității de tuf vulcanic la 8 % nu conduce la obținerea unor rezistențe mecanice mai mari față de varianta cu 6 % tuf vulcanic;

c) rezistența la compresiune la diferite vârste a celor 4 variante de realizare sunt cuprinse în figura 4.13.

d) se poate constata o creștere în timp a rezistenței la compresiune ajungând până la 4,97 N/mm<sup>2</sup> la 60 zile pentru unul din amestecuri, rezultate superioare celor obținute în cadrul experimentărilor făcute în Franța de către Laboratorul Regional din Clermont Ferrand [53], figura 4.13, justificate atât prin activitatea puzzolanică intensă a tufului vulcanic de Mirșid [46]; [41], cât și prin folosirea ca activator a cimentului;

e) rezistența la întindere prin comprimare pe generatoare are valori de circa 10 ori mai mici decât rezistențele la compresiune ca și în cazul altor tipuri de materiale stabilizate (figura 4.14), [53]; [103];

f) se constată o creștere destul de rapidă a valorilor rezistențelor la compresiune și la întindere în primele 14 zile când practic se

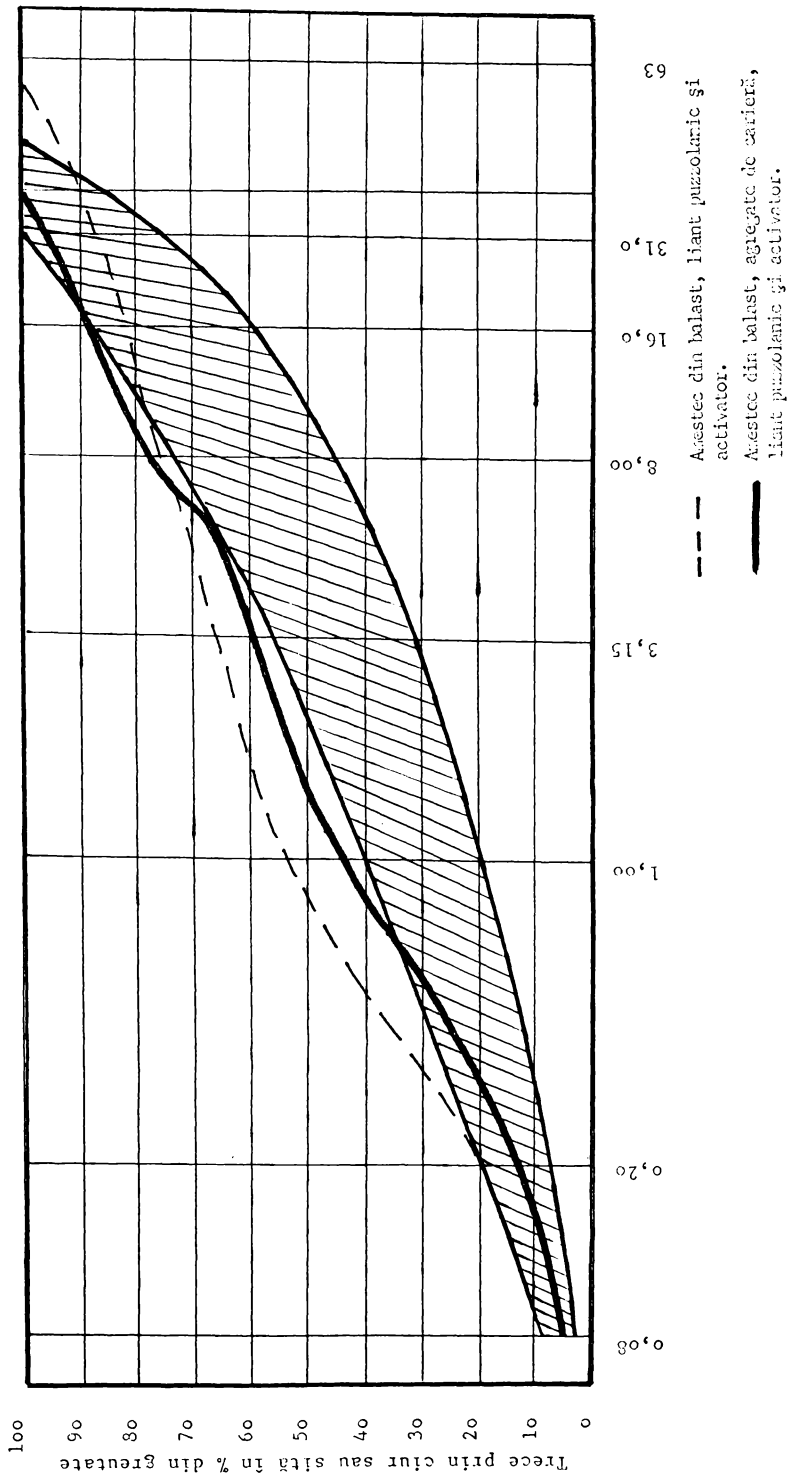


Fig. 4.12. Limita de compatibilitate al amestecului optimal (agregate, tuf vâlceni și activator)

BC<sub>1</sub>;2 - amestec de agregate de balastieră și carieră  
 B<sub>1</sub>;2 - amestec de agregate de balastieră  
 E.F. - amestecuri experimentate în Franța

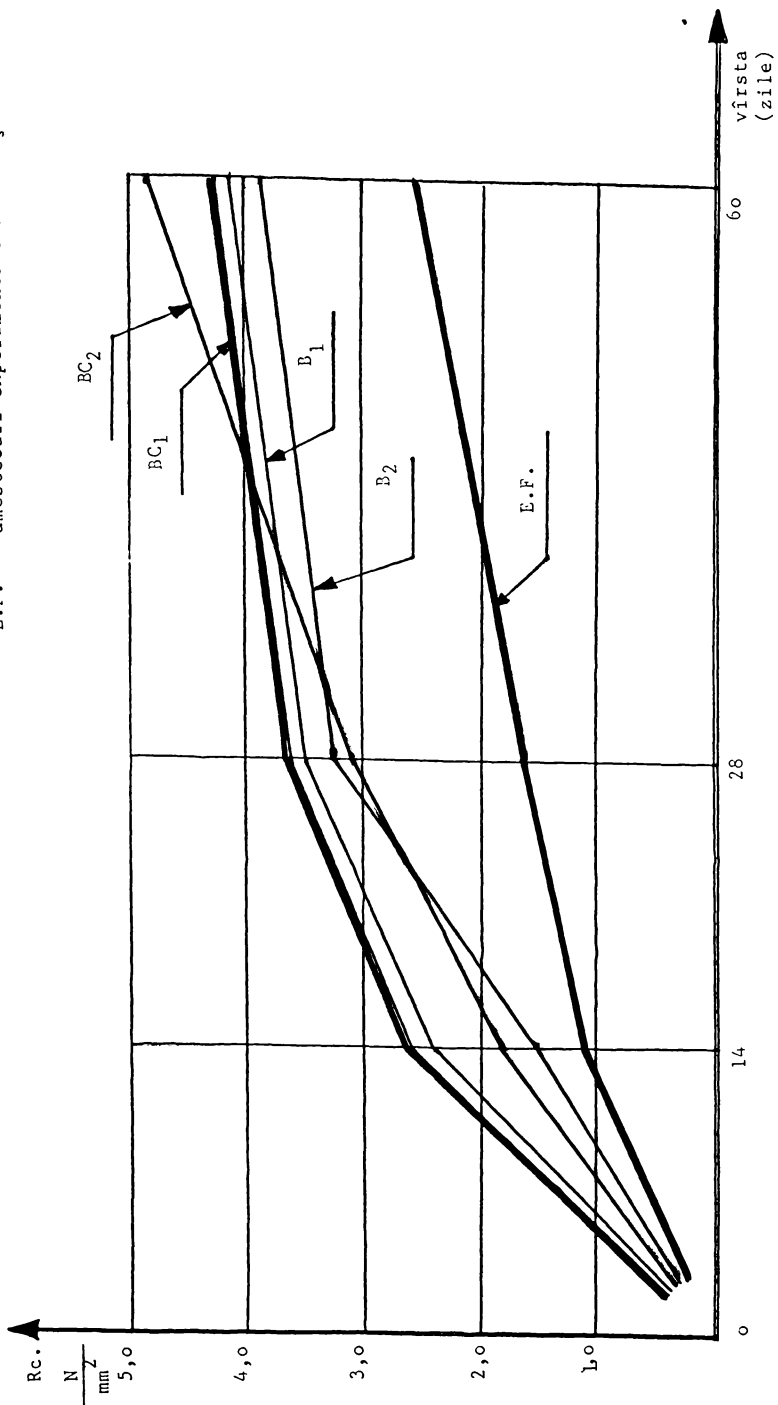


Fig. 4.13. Evoluția în timp a rezistenței la compresiune a agregatelor naturale stabilizate cu tuf vulcanic

BC1,2 - amestec de agregate de balastieră și carieră  
 B1,2 - amestec de agregate de balastieră  
 E.F. - amestecuri experimentate în Franța



Fig. 4.14. Evoluția rezistenței la întindere prin compresiune pe generatoare.

Tabel 4.17.

CARACTERISTICILE MECANICE ALE AGREGATELOR  
NATURALE STABILIZATE CU TUF VULCANIC MACINAT

DE MIRSID - SALAJ

Varianta	Dozaj				Caracteristica me-		Virsta(zile)		
	Balast %	Amestec criblură %	Tuf vulcanic %	Ciment Pa35 %	canică. N/mm <sup>2</sup>		14	28	60
B.C.1	60	40	8	2	R <sub>c</sub>		2,65	3,67	4,25
					R <sub>t</sub>		0,24	0,28	0,39
B.C.2	60	40	6	2	R <sub>c</sub>		1,83	3,14	4,97
					R <sub>t</sub>		0,17	0,28	0,33
B <sub>1</sub>	100	-	6	2	R <sub>c</sub>		2,51	3,52	4,12
					R <sub>t</sub>		0,20	0,30	0,37
B <sub>2</sub>	100	-	8	2	R <sub>c</sub>		2,23	3,25	3,97
					R <sub>t</sub>		0,22	0,25	0,43

atinge circa 50 % din valorile realizate la 60 de zile, urmînd apoi o creștere mai lentă, ceea ce favorizează comportarea stratului rutier în exploatare;

g) liantul puzzolanic utilizat pentru stabilizarea agregatelor conferă acestora performanțe mecanice foarte bune pe termen lung, în ciuda unei priză lente (comparativ cu agregatele stabilizate cu ciment);

h) se poate constata că tuful vulcanic se pretează la o variație mare de materiale, dar rezultate mai bune sunt obținute în cazul utilizării unor agregate de calitate superioară.

Rezultatele obținute în laborator pe probele din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid comparate cu rezultatele obținute în cazul utilizării tufului vulcanic de Ocnele Mari - Trăistari, județul Vâlcea precum și cu cele obținute de către laboratoarele franceze (Laboratorul regional din Clermont - Ferrand, Laboratorul central de poduri și șosele) au permis luarea deciziei de executare experimentală a stratului de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic pe DJ 191 C km 12+400-12+600.

#### 4.2.1.2. Realizarea experimentală a stratului de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj

Avînd drept bază rezultatele obținute pe probele de laborator și prezentate la punctul 4.2.1.1. s-a procedat la pregătirea și apoi la realizarea unui sector de drum experimental cu strat de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj.

S-a avut în vedere drumul județean DJ 191 C km 0+000-12+600 între localitatea Nușfalău și Crasna, drum pietruit.

S-a ales sectorul cuprins între km 12+400-12+600 între localitatea Ratin și Crasna care are ca zestre un strat de material pietros de 10...18 cm grosime.

S-a conceput realizarea unui strat din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic peste pietruirea existentă și acoperirea cu un strat din anrobate bituminoase.

Pentru realizarea stratului de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic s-a avut în vedere balastul din Valea Crasnei din zona localității Horoatu Crasnei și Plesca precum și un amestec de agregate de carieră 0-15 mm existent în incinta formației de drumuri Crasna.

Au fost determinate granulozitatea balastului de rîu și a amestecului de cribluri, a cimentului și a tufului vulcanic și care sunt redată în tabelele 4.18 și 4.19.



Tabel 4.18.

Granulozitatea balastului de rîu extras din Valea Crasnei și utilizat la realizarea sectorului experimental

		Proba prelevată în data de	
		16.09.1982	10.10.1982
Treceri prin ciurul de 70 mm	%	100	100
40 mm	%	94,6	97,7
30 mm	%	90,8	95,0
25 mm	%	-	92,7
15 mm	%	78,1	84,9
10 mm	%	-	78,5
7 mm	%	61,3	73,6
3 mm	%	39,8	58,3
Treceri prin sita de 1 mm	%	30,7	47,6
0,6 mm	%	20,0	32,1
0,4 mm	%	-	19,2
0,2 mm	%	4,2	5,0
0,09 mm	%	0,8	1,0

Tabel 4.19.

Granulozitatea amestecului de agregate de carieră existent în depozit în formația Crasna

		Proba prelevată în data de 10.10.1982	
Treceri prin ciurul de 40 mm	%	100,0	
25 mm	%	99,8	
15 mm	%	85,2	
7 mm	%	16,5	
3 mm	%	3,1	
Treceri prin sita de 1,25 mm	%	2,1	
0,2 mm	%	1,3	

Tuful vulcanic de la Mirșid a fost măcinat la Combinatul Minier Cluj și a avut granulozitatea redată în tabelul 4.20.

Tabel 4.20.

Granulozitatea tufului vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj

		Valori	
		determinate	impuse de caiet sarcini
Treceri prin sita 1,25 mm	%	100,0	90
0,4 mm	%	97,1	-
0,2 mm	%	91,9	-
0,09 mm	%	77,3	60

Cimentul Pa 35 provenit de la C.L. Aleșd a avut finețea conform tabelului 4.21.

Tabel 4.21.

Granulozitatea cimentului Pa 35 provenit de la C.L. Aleșd

		Valori	
		determinate	impuse de SIAS
Rest pe sita de 0,2 mm	%	0,25	-
0,09 mm	%	11,00	12

Materialele propuse a fi utilizate la realizarea balastului stabilizat îndeplinesc condițiile minime și au putut fi folosite.

Stratul din balast stabilizat cu tuf vulcanic s-a executat în conformitate cu prevederile instrucțiunilor tehnice elaborate pentru tuful vulcanic de Ocnele Mari-Trăistari județul Vâlcea, făcându-se adaptările de rigoare de către autor împreună cu ICPTT București.

Din cele 4 variante elaborate și studiate în laboratorul ICPTT, au fost alese pentru experimentare 2 și anume:

- varianta B <sub>2</sub>	- balast de râu	100 %
	- tuf vulcanic	8 %
	- ciment Pa 35	2 %
	- apă (raportată la agregate, tuf și ciment)	7 %

aplicată pe sectorul DJ 191 C km 12+400-12+500

- varianta BC <sub>2</sub>	- balast de râu	60 %
----------------------------	-----------------	------

- amestec agregate de carieră 40 %
- tuf vulcanic 6 %
- ciment Pa 35 2 %
- apă (raportată la agregate, tuf și ciment) 7 %

aplicată pe sectorul DJ 191 C km 12+500-12+600.

Granulozitatea diferitelor amestecuri de agregate naturale-tuf vulcanic-ciment este redată în figura 4.15.

Umiditatea optimă de compactare este de 7 % determinată prin metoda Proctor modificat.

Curbele de granulozitate au fost determinate pe probele prelevate în timpul execuției lucrărilor și din a căror analiză rezultă următoarele:

- în general amestecurile se încadrează în limitele prevăzute de instrucțiunile tehnice în vigoare [109];

- se constată că în unele cazuri părțile fine sunt în proporție mai mică decât limitele prescrise conform tabelului 4.22 și figurii 4.15, dar diferențele nu sunt foarte mari și ca atare abaterea este acceptată;

Tabel 4.22

Abateri de la limitele de granulozitate ale amestecului de agregate naturale și tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj

		Treceri prin sita cu $\phi =$ 0,1 mm	Treceri prin sita cu $\phi =$ 0,2 mm	Treceri prin sita cu $\phi =$ 1,0 mm
Limitele zonei de granulozitate	%	3...11	7,5...20	13...32
Valori determinate	%	1...6	4...15	11...27

Prepararea amestecului s-a făcut într-o betonieră cu amestec forțat tip BAF 750, cu dozare volumetrică.

Față de umiditatea optimă de compactare s-a constatat necesitatea măririi dozajului de apă cu circa 2...3 % pentru a compensa pierderile pe timpul transportului și așternerii, temperatura aerului în această perioadă atingând valori de 22...27 °C.

Distanța de transport a fost de 3 km.

Punerea în operă a balastului stabilizat s-a făcut cu ajutorul autogrederului iar eventualele corecturi s-au făcut manual.

Grosimea stratului de fundație din agregatele naturale stabilizate și a stratului de acoperire s-a determinat în urma calculelor de dimensionare a structurii rutiere din care a rezultat:

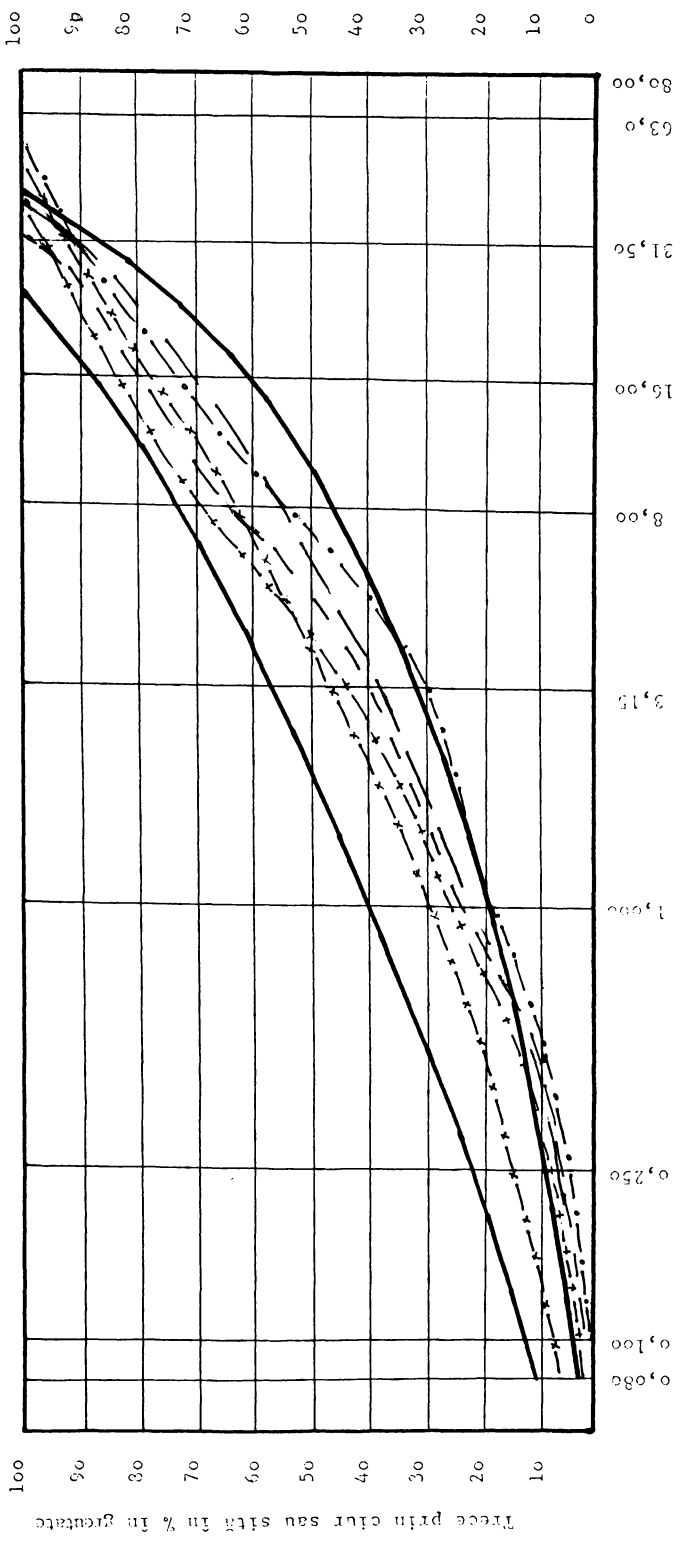


Fig. 4.15. Granulozitatea amestecurilor folosite la executarea staturilor de agregate stabilizate cu tu. vulcanic de lângă - S16J.

- strat de fundație din balast stabilizat  
cu tuf vulcanic .....  $h_g = 17$  cm
- strat de acoperire din mixtură asfaltică  
cu nisip bituminos .....  $h_{sa} = 5$  cm

Compactarea s-a realizat cu ajutorul compactorului cu rulouri netede cu 100 kN.

Unul dintre factorii esențiali care contribuie hotărâtor la realizarea condițiilor de calitate și implicit la mărirea duratei de exploatare a produsului finit este compactarea. Se consideră că influența utilajelor asupra calității este determinantă prin viteza de trecere, masa și tipul compactorului. Pe baza acestor informații, a experienței anterioare și a utilajelor disponibile au fost stabilite viteza și numărul de treceri realizându-se caracteristicile redată în tabelul 4.23.

Tabel 4.23

Caracteristicile de compactare ale agregatelor stabilizate

Caracteristici de compactare	Valori	
	Determinate pe probele prelevate din stratul rutier	De referință determinate în laborator
Densitatea aparentă	2,063...2,450 g/cm <sup>3</sup>	2,093 g/cm <sup>3</sup>
Grad de compactare	98...114 %	min. 95 %
Umiditate	6,5...9 %	optim 7 %

Pe parcursul realizării sectorului experimental s-au prelevat 9 probe pe care au fost determinate caracteristicile de compactare a căror valori s-au încadrat în cele prescrise astfel:

- densitatea aparentă: 1 probă a avut valori sub densitatea optimă;  
2 probe au avut valori în jurul valorii optime;  
6 probe au avut valori mai mari decât valoarea optimă;
- gradul de compactare: 3 probe au avut valori cuprinse între 98...100 %;  
6 probe au avut valori peste 100 %;

- umiditatea: 2 probe au avut valori sub umiditatea optimă de compactare;
- 6 probe au avut valori peste umiditatea optimă de compactare.

Valorile gradului de compactare care depășesc 100 % se explică și prin existența unor granule de agregate peste dimensiunile maxime admise, aceste probe având și umiditatea la compactare sub umiditatea optimă.

Deși am făcut afirmația că a fost realizată compactarea numai cu compactorul cu rulouri netede o oarecare contribuție la realizarea gradului de compactare a avut-o deplasarea repetată a autogrederului în faza de așternere a materialului.

După executarea stratului, acesta, a fost udat periodic și lăsat sub circulație 2 săptămâni pînă la realizarea stratului de acoperire din mixtură asfaltică.

Pe sectorul amintit traficul a fost relativ redus la data respectivă (95 vehicule fizice, respectiv 74 vehicule etalon/zi) și nu a avut efecte distructive asupra stratului din agregate naturale stabilizate.

Pentru evidențierea în timp a evoluției caracteristicilor fizico-mecanice, a activității puzzolanice a amestecului cu tuf vulcanic-ciment s-au efectuat atît pe șantier cît și în laboratorul ICPTT București următoarele cercetări [103]:

- evidențierea activității puzzolanice, a amestecului cu tuf vulcanic-ciment, comparativ cu a celui din tuf vulcanic-var;
- urmărirea evoluției caracteristicilor mecanice ale probelor preparate la ICPTT București cu materiale prelevate de pe șantier la data execuției sectorului experimental;
- urmărirea caracteristicilor mecanice ale probelor prelevate în timpul execuției.

Cercetările întreprinse în cadrul ICPTT București au permis formularea următoarelor observații:

- a) reacția puzzolanică are o intensitate puternică în primele 28...60 zile după care se desfășoară lent pe o perioadă de 180 zile;
- b) cantitatea de silice solubilă are o creștere în timp mai mare decît cantitatea de alumina solubilă, principalul produs de hidratare fiind silicatul de calciu hidratat;
- c) rezistențele la întindere prezintă o creștere mai accentuată în primele 60 de zile după care creșterea este mai redusă;

d) relația dintre rezistența la întindere și CaO consumat sau  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  solubil arată că hidrații formați au inițial o influență slabă, rezistența la întindere fiind determinată în timp de cristalizarea hidraților.

Din materialele prelevate de pe șantier în timpul execuției au fost preparate în Laboratorul ICPIT București epruvete cilindrice de  $\varnothing = 7$  cm;  $H = 10,5$  cm; cuburi  $20 \times 20 \times 20$  cm și prisme  $10 \times 10 \times 55$  cm.

Evoluția rezistențelor la compresiune determinată pe epruvetele cilindrice și cubice este prezentată în figura 4.16 și 4.17.

Analizând alura curbelor precum și valorile rezistențelor la compresiune se pot formula următoarele observații:

a) evoluția rezistențelor la compresiune determinate pe epruvetele cilindrice realizate în condiții de laborator, este asemănătoare ca formă și apropiată ca valori pentru cele 2 variante de agregate stabilizate respectiv cu 100 % balast și 8 % tuf vulcanic - B<sub>2</sub> și 60 % balast + 40 % amestec de agregate de carieră și 6 % tuf vulcanic - BC<sub>2</sub>. Valorile rezistențelor cresc aproape de 2 ori la vârsta de 60 zile față de cele de la vârsta de 7 zile;

b) valorile rezistențelor la compresiune la 28 de zile au valori cuprinse între  $1,8 \dots 2,1$  N/mm<sup>2</sup> fiind aproape de 3 ori mai mari decât valorile cuprinse în instrucțiuni;

c) comparând valorile rezistențelor la compresiune determinate de epruvetele concepute în laborator, figura 4.13 și cele pe probele realizate în laborator dar cu materialele de pe fluxul tehnologic figura 4.16 acestea sunt apropiate pentru cele 2 variante B<sub>2</sub> și BC<sub>2</sub>, circa  $1,8$  N/mm<sup>2</sup> la 14 zile, iar la 28 de zile probele de laborator au valori superioare ( $3,0 \dots 3,5$  N/mm<sup>2</sup>) față de circa  $2,0$  N/mm<sup>2</sup> în cazul celor din urmă. Se poate sesiza astfel diferențe dintre condițiile de laborator și cele de pe șantier în special în ceea ce privește calitatea agregatelor (granulozitate, echivalent de nisip, existența unor granule peste dimensiunea admisă);

d) rezistențele la compresiune determinate pe epruvete cubice  $20 \times 20 \times 20$  cm, figura 4.17, au avut evoluții asemănătoare cu cele determinate pe probele cilindrice doar că acestea sunt mai mari cu cel puțin 50 %. Rezistența la compresiune la 120 de zile este de circa 4 ori mai mare decât valorile determinate la 7 zile și numai cu 50 % mai mari față de cele de la 28 de zile.

#### 4.2.1.3. Urmărirea comportării în exploatare a sectorului experimental

Concomitent cu urmărirea evoluției în timp a caracteristicilor

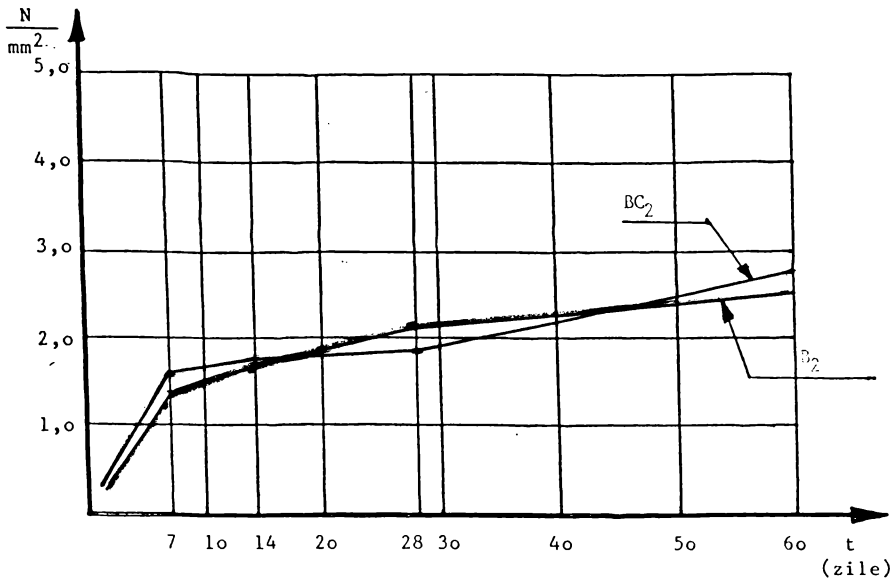


Fig. 4.16. Evoluția rezistenței la compresiune determinată pe epruvete cilindrice.

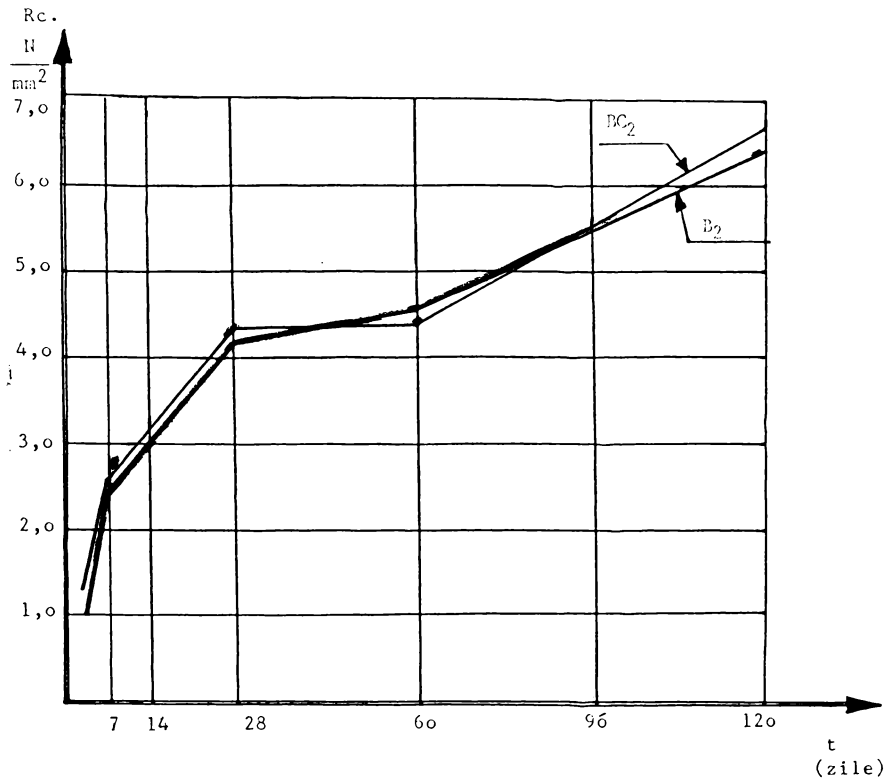


Fig. 4.17. Evoluția rezistenței la compresiune determinată pe epruvete cubice.



fizico-mecanice pe epruvetele preparate și încercate așa cum este prezentat la punctul 4.2.1.2, autorul cu sprijinul ICPTT București, au urmărit comportarea în exploatare a sectorului experimental în comparație cu sectorul martor, din imediata vecinătate, constînd din:

- examinarea vizuală a stării suprafeței îmbrăcămintei bituminoase;
- măsurători ale deformațiilor elastice ale structurii rutiere;

a) Starea suprafeței îmbrăcămintei bituminoase

Suprafața îmbrăcămintei bituminoase de pe sectorul experimental cît și de pe sectorul martor, este corespunzătoare. În îmbrăcămintea bituminoasă nu au fost observate în timp fisuri transversale generate de contracția stratului din agregate stabilizate. Îmbrăcămintea bituminoasă a fost aplicată la 2 săptămîni de la executarea stratului stabilizat cînd o parte din procesul de transformare a liantului s-a consumat. De asemenea evoluția reacției puzzelani-ce este în continuare lentă ceea ce nu conduce la apariția unor contracții generatoare de fisuri .

Urmărirea suprafeței s-a făcut începînd cu luna octombrie 1982 pînă în 1985.

În cadrul observațiilor care se fac periodic asupra rețelei de drumuri cu îmbrăcămintă modernă, nu au fost sesizate aspecte care să conducă la aprecierea unei comportări necorespunzătoare.

La 13 ani de la aplicarea îmbrăcăminții bituminoase nu au fost semnalate defecțiuni ale structurii rutiere (figura 4.18).

b) Determinarea deformațiilor elastice ale structurii rutiere

După realizarea structurii rutiere, respectiv a stratului de agregate stabilizate și a celui din mixtură asfaltică s-a efectuat măsurători de deformabilitate a complexului rutier. Măsurătorile s-au efectuat în 3 etape atît pe sectorul experimental cît și pe sectorul martor:

- etapa I-a, la o lună de la darea în exploatare a sectorului experimental, în noiembrie 1982;
- etapa II-a, la 6 luni de la darea în exploatare respectiv în aprilie 1983;
- etapa III-a, la un an de la darea în exploatare a sectorului respectiv în octombrie 1983.

Măsurătorile au fost efectuate cu deflectometrul cu pîrghie iar

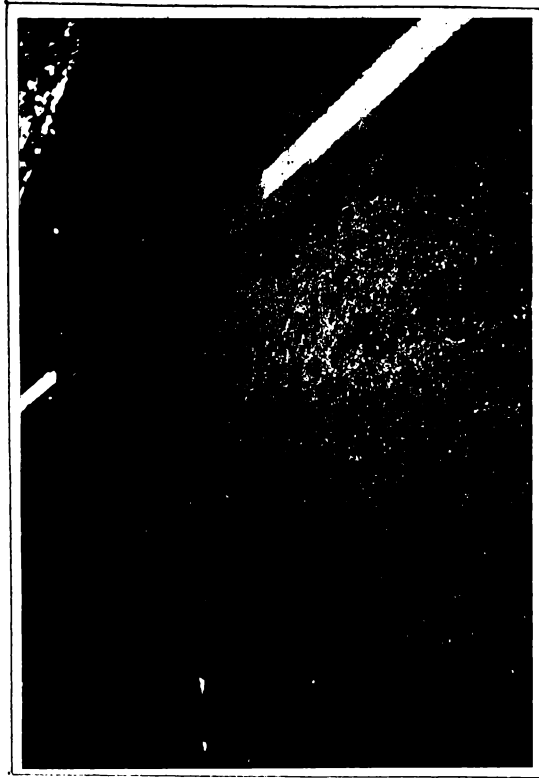


Fig. 4.18. Aspectul îmbrăcămintei bituminoase executată pe fundație din agregate naturale stabilizate pe DJ 191 C, km 12+400..12+600

în urma prelucrării datelor s-au putut formula următoarele observații:

- realizarea stratului din agregate naturale stabilizate, peste pietruirea existentă a condus la o reducere a deformației elastice, caracteristică cu circa 40 % față de sectorul martor;

- deformațiile elastice caracteristice au valori mai mici decât deformația elastică admisibilă;

- urmărind evoluția deformațiilor elastice caracteristice, din toamna anului 1993 față de 1992 se apreciază o creștere a capacității portante a sectorului experimental de circa 5 ori față de sectorul martor [103].

După urmărirea în detaliu, timp de 14 luni de la execuție și apoi după observațiile generale efectuate, se poate aprecia că stratul de agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj are caracteristici fizico-mecanice deosebite și conduce la mărirea semnificativă a capacității portante a complexului rutier.

#### 4.2.1.4. Concluzii cu privire la realizarea stratului de fundație din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj

Interpretarea rezultatelor obținute pe probele preliminare, pe probele preparate pe timpul execuției lucrărilor precum și în urma observațiilor făcute asupra comportării în exploatare a sectorului experimental realizat se pot formula următoarele concluzii:

a) tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj, este un liant puzzolanic care în prezența unui activator (var sau ciment) poate fi utilizat cu rezultate deosebite în tehnica rutieră și în special la stabilizarea agregatelor naturale;

b) tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj, are o activitate puzzolanică superioară altor tufuri vulcanice, conducând la obținerea unor caracteristici fizico-mecanice superioare ale agregatelor stabilizate;

c) folosirea ca activator a cimentului Pa 35 în locul varului este de preferat în situația în care se impune obținerea unor caracteristici mecanice superioare în primele 60 de zile de la execuția straturilor sau dacă asemenea situații se impun din rațiuni economice;

d) prepararea amestecurilor: agregate - liant puzzolanic - activator - apă, este simplă, nu ridică probleme deosebite, necesitând doar asigurarea unei dozări corespunzătoare a fiecărui component;

e) utilizarea ca activator a cimentului conduce la o reducere semnificativă a timpului de stocare (circa 2 ore) în comparație cu situația în care este utilizat ca activator varul, când durata de stocare poate fi de câteva zile, în unele cazuri putând ajunge la 10...12 zile;

f) punerea în operă a amestecului realizat se face cu mijloacele tehnice existente pe șantierul de drumuri, o problemă mai aparte constituind compactarea, respectiv asigurarea unui atelier de compactare corespunzător și a caracteristicilor de compactare care să conducă la obținerea gradului de compactare prescris (minim 95 %);

g) comportarea în exploatare este apreciată ca foarte bună, nu au apărut fisuri transversale ca rezultat a unor contracții și a condus la reducerea considerabilă a deformabilității complexului rutier.

Pe baza rezultatelor obținute pe parcursul a 2 ani de studiu și cercetări au fost propuse a se face completări la "Instrucțiunile tehnice departamentale de proiectare și execuție al straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu lianți puzzolanici".

Cele prezentate mai sus au permis intrarea în data de 17 octombrie 1983 a comisiei de omologare a tehnologiei de realizare a straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu stuf vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj care a analizat rezultatele obținute și a procedat la omologare.

#### 4.2.2. Straturi rutiere realizate din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj

Rezultatele bune obținute în utilizarea tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj pentru stabilizarea agregatelor naturale destinate realizării straturilor rutiere, a constituit suportul teoretic și experimental pentru realizarea a încă unui pas în ce privește utilizarea acestuia în tehnica rutieră.

Cele arătate mai sus, alături de imposibilitatea aprovizionării cu ciment în cantitățile necesare, precum condiția impusă, de a reduce în permanență consumul de materiale energo-intensive au condus la gîndirea și experimentarea unor noi soluții de producere a betoanelor de ciment destinate realizării straturilor rutiere. S-a gîndit elaborarea unei compoziții în care o parte din ciment să fie înlocuită cu tuf vulcanic măcinat provenit din cariera Mirșid-Sălaj.

S-a continuat în acest sens colaborarea cu ICPTT București în elaborarea noilor soluții [115].

Cercetările de laborator efectuate s-au referit la stabilirea unui dozaj de tuf vulcanic, care să poată fi considerat ca optim atât în ceea ce privește caracteristicile fizico-mecanice ale betonului de ciment cît și din punct de vedere economic.

În condițiile existente în anul 1985 și în urma cercetărilor de laborator s-a considerat ca eficientă înlocuirea a circa 10 % din cimentul necesar, prin adăugarea unei cantități de tuf vulcanic măcinat .

#### 4.2.2.1. Studii de laborator și realizarea probelor preliminare

În anul 1985 ne-am propus în programul de lucrări realizarea unei îmbrăcăminți din beton de ciment pe DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră, în vecinătatea municipiului Zalău.

În vederea experimentării noii soluții propuse s-a pornit de la condițiile de realizare a betonului rutier B 350 (Bc 25) în instalațiile și cu agregatele existente la Secția de drumuri și poduri Jibou.

Agregatele utilizate nu îndeplinesc condițiile impuse de normativul C 22-84, atât ca formă geometrică cât și ca granulozitate și conținut de impurități.

Alura curbei de granulozitate a agregatelor este prezentată în figura 4.19.

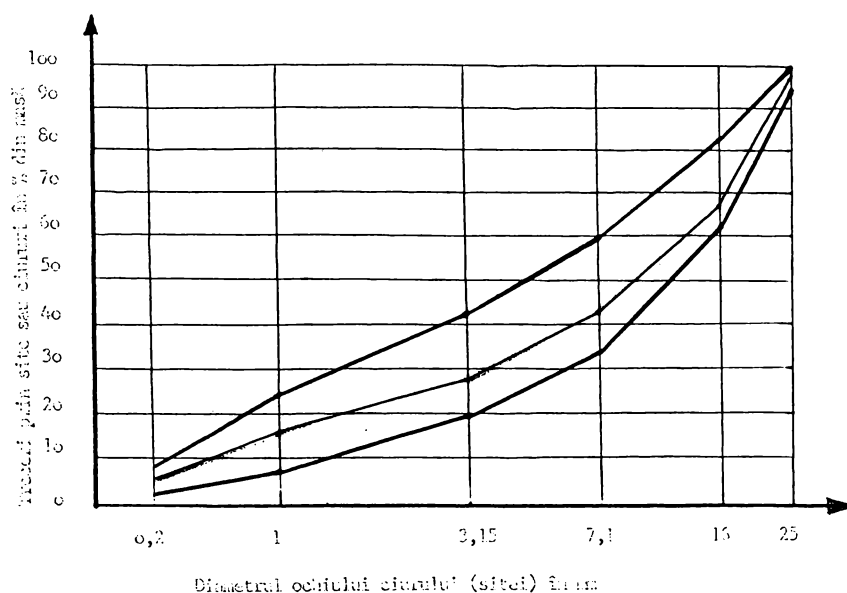


Fig. 4.19. Curba de granulozitate pentru amestecul de agregate utilizat la prepararea betonului de ciment cu adăos de tuf vulcanic.

Cimentul utilizat a fost P 45, provenit de la C.I. Algeș și care a îndeplinit condițiile de calitate prevăzute de actele normative în vigoare.

Tuful vulcanic de Nirșid-Sărlaj, a fost măcinat la Combinatul Minier Cluj cu o tijețe de măcinare bună, trecerile prin sita d. 0,09 fiind de

75...80 % față de minim 60 % impus de Caietul de sarcini.

În aceste condiții au fost realizate probele preliminare în diferite variante în ceea ce privește cantitatea de ciment și cantitatea de tuf vulcanic măcinat.

Conținutul de ciment, tuf vulcanic și caracteristicile fizico-mecanice sunt cupriuse în tabelul 4.24.

S-a propus realizarea a 2 mărci (clase) de beton cu adaos de tuf vulcanic:

- B 300 (Bc 22,5) - pentru stratul de rezistență;
- B 350 (Bc 25) - pentru stratul unic;

Betonul pentru stratul de rezistență a fost conceput a fi realizat în 4 variante cu dozaje diferențiate de tuf vulcanic măcinat, de 20...60 kg/m<sup>3</sup>.

Se poate constata că betonul BT<sub>1</sub> cu 280 kg/m<sup>3</sup> ciment și 40 kg/m<sup>3</sup> tuf vulcanic are la 28 zile rezistența la compresiune sub rezistența de control iar betoanele realizate în celelalte variante îndeplinesc această condiție (BT<sub>2</sub>; BT<sub>3</sub>; BT<sub>4</sub>).

La aceeași cantitate de ciment, creșterea cantității de tuf vulcanic măcinat adăugat, nu aduce un spor de rezistență la compresiune proporțional cu acesta (exemplu - BT<sub>2</sub>; BT<sub>3</sub>; BT<sub>4</sub>).

Comparînd proba BT<sub>1</sub> și BT<sub>3</sub> se constată că aceasta din urmă are R<sub>c</sub> mai mare decît prima cu 6,0 N/mm<sup>2</sup> respectiv cu 24 %. Este mai greu de acceptat că doar 20 kg/m<sup>3</sup> în cazul probei BT<sub>3</sub> față de BT<sub>1</sub> poate aduce un asemenea spor de rezistență la compresiune.

Comparînd BT<sub>2</sub> cu BT<sub>4</sub> se constată că acesta din urmă, cu un adaos de 20 kg/m<sup>3</sup> tuf vulcanic are rezistența la compresiune mai mare decît BT<sub>2</sub>, care are un adaos de tuf de 60 kg/m<sup>3</sup>.

Analizînd în ansamblu cele prezentate, se poate constata că betonul realizat în varianta BT<sub>3</sub> cu 300 kg/m<sup>3</sup> ciment și 40 kg/m<sup>3</sup> tuf vulcanic are rezistența la compresiune cea mai mare, 31,0 N/mm<sup>2</sup>, mai mare decît rezistența de control cu 21 %.

Betonul BT<sub>5</sub> destinat pentru realizarea unei îmbrăcămînți rutiere în strat unic, a fost realizată cu 320 kg/m<sup>3</sup> ciment și 40 kg/m<sup>3</sup> tuf vulcanic. Valoarea rezistenței la compresiune la 28 zile era de 38,5 N/mm<sup>2</sup>, mai mare decît valoarea rezistenței de control cu 30,5 %.

Betonul B<sub>1</sub> realizat fără adaos de tuf vulcanic dar cu 350 kg/m<sup>3</sup> ciment, are la 28 zile o valoare a rezistenței la compresiune de 37,0 N/mm<sup>2</sup>, mai mare decît rezistența de control doar cu 25,4 %, ceea ce ar însemna că 40 kg de

Tabel 4.24

CARACTERISTICILE FIZICO-MECANICE ALE  
BETOANELOR DETERMINATE PE PROBELE  
PRELIMINARE

Proba	Destinația betonului	Dozaj	Ciment P 45 kg/m <sup>3</sup>	Tuf vulcanic măcinat kg/m <sup>3</sup>	A/C	Densitatea aparentă a betonului proaspăt kg/m <sup>3</sup>	Rezistența la compresie la 28 zile obiș- nută N/mm <sup>2</sup>	Tipul betonului necesar Marca (clasa)	Rezistența de control la 28 de zile R <sub>ccN</sub> /mm <sup>2</sup>
BT1	Strat rezistență	280	40	0,45	2390	25,0	B 300 (Bc 22,5)	25,5	
BT2	Strat rezistență	300	60	0,45	2375	28,5	B 300 (Bc 22,5)	25,5	
BT3	Strat rezistență	300	40	0,45	2458	31,0	B 300 (Bc 22,5)	25,5	
BT4	Strat rezistență	300	20	0,45	2415	29,5	B 300 (Bc 22,5)	25,5	
BT5	Unic	320	40	0,45	2440	30,5	B 350 (Bc 25)	29,5	
B1	Uzură	350	-	0,43	2420	37,0	B 350 (Bc 25)	29,5	

tuf vulcanic **au** efecte mai favorabile decât 30 kg ciment (BT<sub>5</sub> și B<sub>1</sub>).

Din cele prezentate mai sus se pot formula următoarele concluzii:

- tuful vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj poate substitui o cantitate de ciment de circa 10 %;

- creșterea exagerată a dozajului de tuf vulcanic nu conduce la o creștere pe măsură a valorilor rezistenței la compresiune în primele 28 de zile;

- numărul de probe se pare că nu a fost suficient pentru a putea confirma varianta optimă a raportului tuf vulcanic - ciment pentru realizarea unei anumite clase de beton, necesitînd în continuare o abordare mai în detaliu a problemei.

#### 4.2.2.2. Realizarea sectorului experimental

Avînd în vedere informațiile culese în urma analizării rezultatelor obținute pe probele preliminare, s-a procedat la realizarea unui sector experimental pe DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră (drumul a fost în curs de modernizare în anul 1985).

S-a hotărît realizarea unei benzi de 200 m pe partea dreaptă a drumului. Sectorul se află într-o câmpă de 4...5 %.

Stratul de beton urma să fie așezat pe pietruirea existentă reprofilită.

Sectorul experimental a fost realizat în 2 variante:

- varianta 1 - un strat de rezistență B 300 (Bc 22,5) - 12 cm;  
- un strat de uzură B 350 (Bc 25) - 6 cm;
- varianta 2 - strat unic B 350 (Bc 25) - 18 cm.

În varianta I, betonul de rezistență a fost realizat cu tuf vulcanic, iar betonul de uzură fără adaos de tuf vulcanic [108].

În varianta II, betonul conceput în strat unic, a fost realizat cu adaos de tuf vulcanic [108].

Stratul de beton a fost realizat în grosime de 18 cm, cu rosturi de contracție la 6 m și rosturi de dilatație la 100 m.

Compoziția betoanelor utilizate a fost realizată avînd la bază rezultatele obținute pe probele preliminarilor prezentate la punctul 4.2.2.1.

Au fost alese următoarele compoziții:

- pentru varianta 1

- betonul de rezistență:

ciment P 45 - 300 kg/m<sup>3</sup>;

tuf vulcanic - 40 kg/m<sup>3</sup>.

- betonul de uzură:

ciment P 45 - 350 kg/m<sup>3</sup>



- pentru varianta 2:

subvarianta 2.1

ciment P 45 - 320 kg/m<sup>3</sup>;

tuf vulcanic - 40 kg/m<sup>3</sup>.

subvarianta 2.2.

ciment P 45 - 300 kg/m<sup>3</sup>;

tuf vulcanic - 40 kg/m<sup>3</sup>.

Prepararea betonului de ciment s-a făcut în instalația de tip CEDONAL 51, situată în formația de drumuri și poduri Jibou.

Punerea în operă a betonului de ciment s-a realizat cu complexul de utilaje repartizator, vibrator - finisor din fabricația I.U.D.P. Becu-  
rești (CORUC).

Strierea suprafeței s-a făcut cu perii piassava.

Protejarea betonului s-a făcut prin acoperire cu nisip menținut umed.

Procesul tehnologic de preparare și punere în operă a betoanelor mai sus amintite este același ca în cazul betoanelor obișnuite, cu excepția modului de adăugare a tufului vulcanic care în cazul prezentat s-a făcut manual.

Din betoanele preparate au fost prelevate probe conform instrucțiunilor tehnice iar la 28 de zile de la punerea în operă au fost extrase carote.

Caracteristicile fizico-mecanice ale betonului, determinate pe probele preparate la fabricare cât și cele determinate pe carote sunt cuprinse în tabelul 4.25. și figura 4.20.

La darea în exploatare (28 de zile) s-a făcut și controlul vizual pentru depistarea fisurilor și a degradărilor.

Analizând caracteristicile fizico-mecanice ale betoanelor precum și starea suprafeței de rulare la 28 de zile a sectorului experimental, se pot formula următoarele observații:

- toate betoanele realizate au rezistența la compresiune mai mare cu **2..6,7 %** decât rezistența de control la 28 de zile, îndeplinind condițiile impuse de normativele în vigoare pentru betoanele de ciment destinate îmbrăcăminților rutiere;

- rezistențele la compresiune determinate pe epruvetele cilindrice extrase din îmbrăcăminți, sunt mai mici cu **1,4...8 %** față de rezistențele la compresiune determinate pe cuburile preparate la realizarea betonului, explicată prin diferența dintre condițiile de păstrare a epruvetelor cubice și condițiile existente în sector: umiditate, temperatură, etc.

Tabel 4.25

CARACTERISTICILE FIZICO-MECANICE ALE BETONULUI  
 PUS IN OPERA PE SECTORUL EXPERIMENTAL DC 21  
 MOIGRAD - MOIGRAD CARIERA

Varianta	Stratul realizat	Dozaj ciment	Dozaj tuf vulcanic rãcinat	Grosimea stratului (cm)	Densitatea aparentã $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Densitatea cuburi carote $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	marca betonului (clasa)	Rezistența la compresiune determinată la 28 de zile $\text{N/mm}^2$		Rezistența de control la 28 de zile $\text{N/mm}^2$
								Cuburi	Carote	
1	Rezistența	300	40	13	2400	2410	B 300	29,0	29,5	25,5
	BT <sub>1</sub>						(Bc 22,5)			
2	Uzurã	350	-	5	2460	2470	B 350	30,0	35,5	29,5
	B						(Bc 25)			
2	Unic	320	40	19	2430	2450	B 350	37,0	36,0	29,5
	BT <sub>2</sub>						(Bc 25)			
2	Unic	300	40	17	2410	2420	B 350	34,0	31,5	29,5
	BT <sub>3</sub>						(Bc 25)			

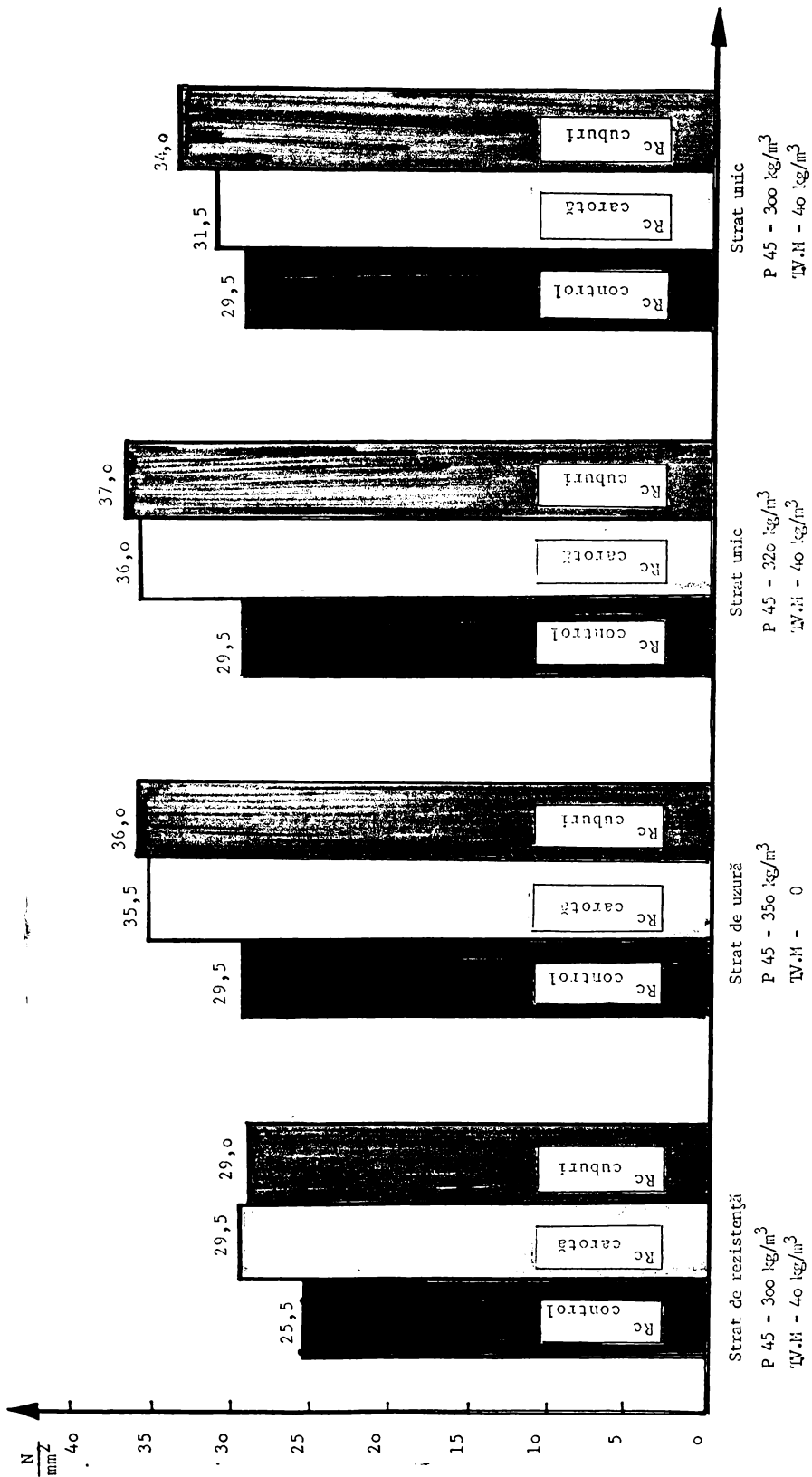


Fig. 4.20. Rezistențele la compresiune ale betoanelor de ciment cu și fără adaos de tuf vulcanic măcinat, determinate la 28 zile.

- nu au fost identificate fisuri generate de contracția betonului;

- s-au obținut betoane cu rezistențe la compresiune mari în condițiile reducerii cantității de ciment adăugat (figura 4.20);

- caracteristicile fizico-mecanice precum și starea suprafeței de rulare determinate la 28 de zile au condus la o apreciere pozitivă a soluției adoptate și la hotărârea de a urmări modul de comportare în timp a sectorului realizat cu beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj.

#### 4.2.2.3. Urmărirea comportării în timp a sectorului experimental realizat pe DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră

Urmărirea comportării în timp și sub circulație a sectorului de drum cu îmbrăcăminte realizată din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj s-a făcut prin:

- analizarea stării suprafeței de rulare;  
- determinarea valorii rezistențelor la compresiune la 1 an și la 2 ani, pe epruvete cilindrice extrase din îmbrăcămintea rutieră:

##### a) Analizarea stării suprafeței de rulare

Analizarea stării suprafeței de rulare s-a făcut în 5 etape:

- la 28 de zile (noiembrie 1985) de la realizarea îmbrăcămintei rutiere (prezentată la punctul 4.2.2.2);  
- în primăvara anului 1986 la 6 luni după realizarea îmbrăcămintei rutiere și după trecerea primei ierni (aprilie 1986);  
- în toamna anului 1986 (la 1 an de la executarea lucrărilor);  
- în primăvara anului 1987 (la 1,5 ani de la execuția lucrărilor);  
- în toamna anului 1987 (la 2 ani de la execuția lucrărilor)

La verificările periodice făcute s-a putut constata existența unor mici **exfolieri** izolate la 2 dale generate de eventualele umeziri ale betonului în timpul finisării suprafeței.

După 10 ani de la realizarea îmbrăcămintei din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic (1995) se poate constata că aceasta răspunde bine solicitărilor traficului rutier și a condițiilor climaterice specifice zonei (localitatea Moigrad).

##### b) Determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale betonului pe carote prelevate din îmbrăcămintea din beton de ciment

Pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice și în special pentru a observa evoluția în timp a rezistențelor la compresiune au fost

extrase carote la 360 zile și la 550 zile pe care s-au făcut determinări de laborator [108], [110], [115].

Evoluția rezistențelor la compresiune sunt prezentate în figura 4.21.

Analizând evoluția în timp a betonului de ciment prin prisma rezistenței la compresiune se pot formula următoarele observații:

- la 28 de zile, fiecare din variantele de beton realizate îndeplinesc condițiile pentru a fi date în exploatare conform celor prezentate la punctul 4.2.2.2;

- valoarea rezistențelor la compresiune determinate pe carote extrase la 1 an nu diferă semnificativ de valorile rezistențelor la compresiune determinate la 28 de zile, înregistrându-se o creștere de 1,5...2,0 N/mm<sup>2</sup>, dar oricum se constată o creștere;

- se poate constata însă o creștere semnificativă a valorilor rezistențelor la compresiune în intervalul 360...550 zile, acestea se găsesc în intervalul 56,0...61,6 N/mm<sup>2</sup>, superioare condițiilor de admisibilitate pentru betonul B 350 (Bc 25) cu 28,5...38,5 %;

- creșterile mari ale valorilor rezistențelor la compresiune determinate la 550 zile de la realizare pot fi puse atât pe seama evoluției în timp a reacției puzzolanice cât și pe seama unor condiții mai bune de realizare a dalei din care au fost extrase carotele.

#### 4.2.2.4. Concluzii cu privire la producerea, punerea în operă și comportarea în exploatare a betonului rutier cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj

În urma executării îmbrăcămintei din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic și a urmării comportării în timp se pot formula următoarele concluzii:

a) prepararea și punerea în operă a betonului de ciment cu adaos de tuf vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj, nu diferă semnificativ față de betonul de ciment obișnuit, diferența constând doar în dozarea suplimentară a tufului vulcanic;

b) în cazul realizării curente a acestui tip de beton este necesară introducerea dozării automate a tufului vulcanic în vederea stăpînirii mai bine a componenței betonului;

c) se impune o studiere atentă a modului de realizare a amestecului, la nevoie mărindu-se timpul de malaxare cu 10...20 %;

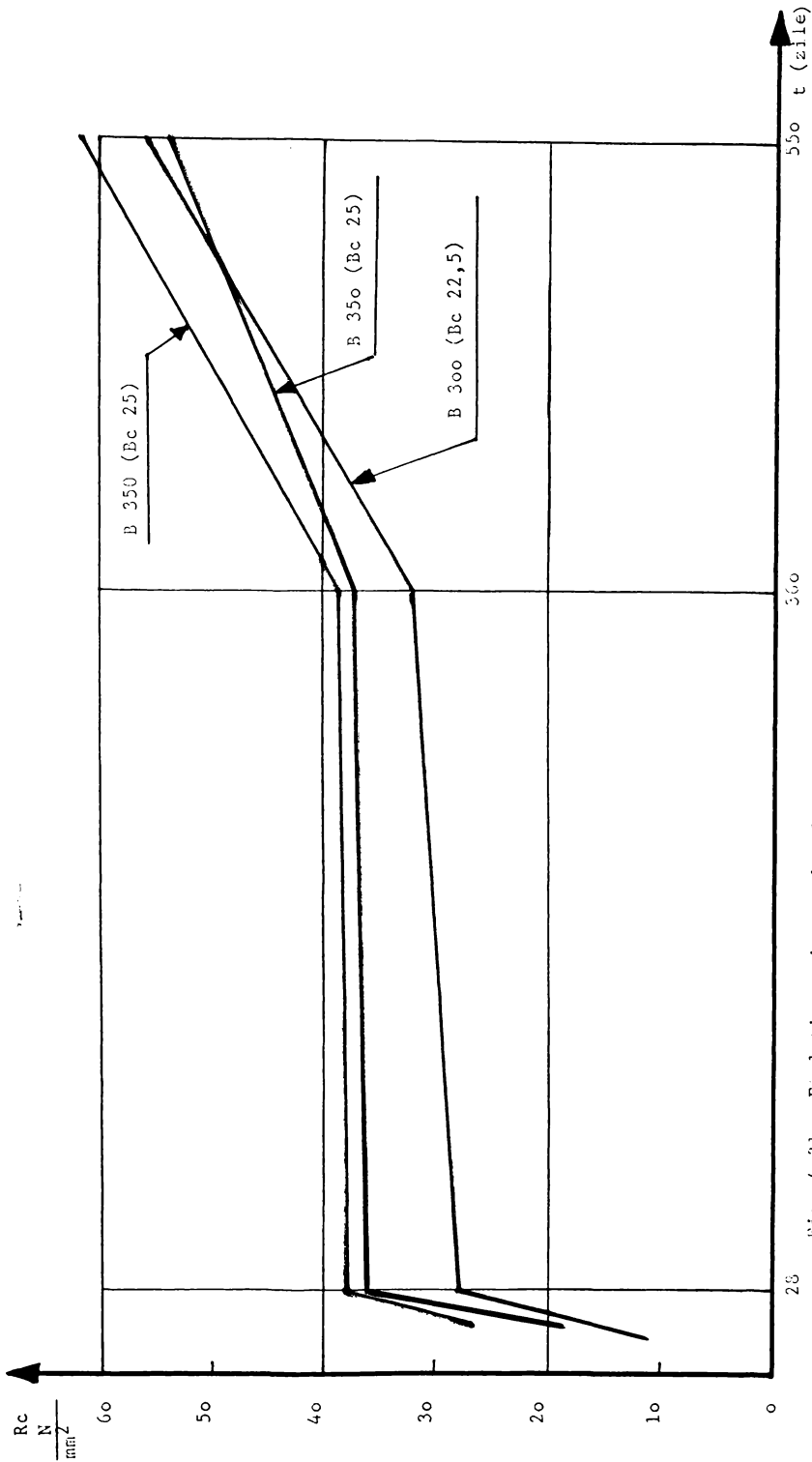


Fig. 4.21. Evoluția rezistențelor la compresiune ale betoanelor de ciment determinată pe carote extrase din îmbrăcămintea rutieră.

- beton strat uzură B 350 (Bc 25) (ciment P 45-350  $kg/m^3$ )
- - - beton strat rezistență B 300 (Bc 22,5) (ciment P 45-300  $kg/m^3$ , tuf vulcanic - 40  $kg/m^3$ )
- ... beton strat unic B 350 (Bc 25) (ciment P 45 - 320  $kg/m^3$ , tuf vulcanic - 40  $kg/m^3$ )

d) lucrabilitatea și caracteristicile fizico-mecanice ale betonului cu adaos de tuf vulcanic, nu diferă de betonul de ciment obișnuit;

e) cantitatea de apă necesară pentru prepararea betonului cu adaos de tuf vulcanic este mai mare, raportul A/C fiind mai mare, respectiv 0,45...0,47, tuful vulcanic necesitând și el o cantitate de apă;

f) avînd în vedere evoluția principalelor caracteristici fizico-mecanice ale diferitelor tipuri de betoane experimentale, se constată că nu este necesară realizarea îmbrăcămîntei rutiere din 2 straturi. Betonul realizat într-un singur strat, integral cu adaos de tuf vulcanic a avut o comportare bună în perioada studiată;

g) betonul de ciment realizat cu adaos de tuf vulcanic, are rezistențe la compresiune atît la 28 de zile cît și la 1 an la nivelul betonului de ciment fără tuf vulcanic nefiind afectate de reducerea cantității de ciment și adăugarea de tuf vulcanic (figura 4.21);

h) efectele tufului vulcanic pot fi apreciate ca pozitive datorită menținerii o perioadă mai îndelungată a procesului de formare a produsilor de hidratare, proces lent specific lianților puzzolanici;

i) în îmbrăcămîntea rutieră realizată nu au apărut fisuri, atît datorită unei protecții corespunzătoare cît și datorită prezenței tufului vulcanic a cărui reacție cu apa este mai lentă decît a cimentului împiedicînd într-o măsură apariția contracțiilor generatoare de fisuri [60];

j) în îmbrăcămîntea rutieră realizată din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic nu au fost semnalate nici la 10 ani de la realizare defecțiuni care să poată fi puse pe seama caracteristicilor betonului (figura 4.23). Există doar 2 dale fisurate din 27 realizate, cauza fiind cedarea terasamentului. Denivelările apărute nu sunt semnificative și nu pot fi reținute și puse pe seama calității betonului;

k) se constată că un adaos de 40...50 kg/m<sup>3</sup> respectiv 11...13 % din masa totală a liantului conduce la înlocuirea a cel puțin 30 kg ciment, respectiv 8,5...10 %, cu menținerea calității betonului;

l) avînd în vedere consumul energetic mai redus al tufului vulcanic măcinat față de cimentul P 45 precum și faptul că acesta se găsește în zonă, în condiții foarte ușor de exploatat conducînd la o reducere considerabilă a distanțelor de transport, se apreciază că UTILIZAREA TUFULUI VULCANIC DE MÎNSID-SALAJ ESTE EFICIENTA ATÎT DIN PUNCT DE VEDERE TEHNIC CÎT SI TEHNOLOGIC SI ECONOMIC. REZULTATELE OBTINUTE PE SECTORUL EXPERIMENTAL PE DC 31 MOIGRAD-MOIGRAD CARIERA IN ANUL 1985 CÎT SI CELE OBTINUTE PE SECTORUL REALIZAT PE DJ 108 A - PRODANESTI IN 1986 CONFIRMA CELE AFIRMATE MAI SUS;



Fig. 4.22. Aspectul îmbrăcămintei din beton de ciment  
cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaș  
la 10 ani de la executare (1995), pe  
DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră



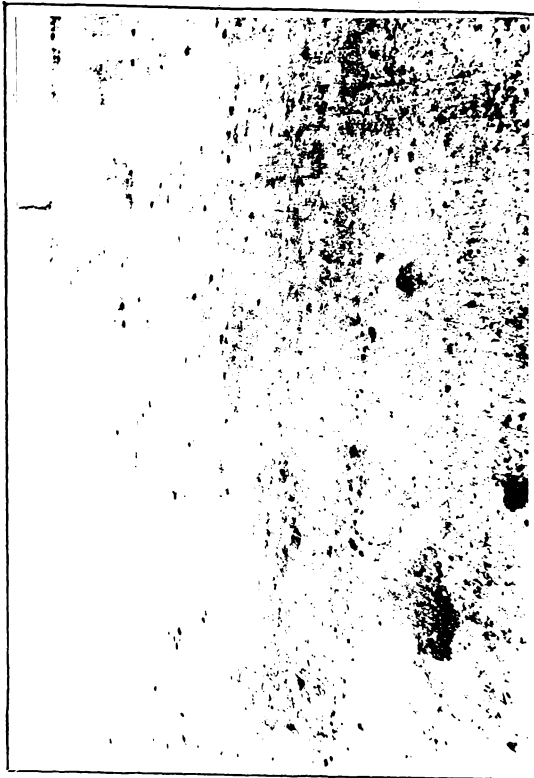


Fig. 4.23. Aspectul îmbrăcămintei din beton de ciment  
cu adaos de tuf vulcanic de Mirșid-Sălaș  
la 10 ani de la executare (1995), pe  
DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră

m) pentru realizarea îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic a fost elaborat [ 108 ] , un îndrumător tehnic specific pentru tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj, avînd la bază rezultatele obținute în cadrul experimentărilor realizate de autor în cadrul DJDP Sălaj (actualmente RADP Sălaj) în colaborare cu ICPTT București;

n) pe baza rezultatelor obținute în domeniul rutier prin utilizarea tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj, în cadrul SC "CEMACON" Zalău a fost pusă în funcțiune în anul 1994 o linie de măcinare a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj.

Din cele prezentate mai sus se poate constata că tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj este un liant puzzolanic care poate fi utilizat cu rezultate bune în domeniul betoanelor rutiere. Observațiile făcute în laborator și pe parcursul celor 10 ani de exploatare în condiții climatice severe precum și aspectul general al îmbrăcăminței rutiere după 10 ani, constituie suportul afirmației cu privire la utilizarea tufului vulcanic.

#### 4.3. Concluzii cu privire la utilizarea materialelor locale din județul Sălaj în tehnica rutieră

Starea tehnică a rețelei rutiere a avut de suferit în perioada 1980...1990 datorită volumului redus de lucrări de întreținere și reparații executate în această perioadă avînd drept cauze cele prezentate în capitolul 1 și 2.

Odată cu reconsiderarea rolului drumurilor în procesul de dezvoltare economico-socială a României (după anul 1990) s-a impus tratarea acestora de pe cu totul altă poziție.

Și în primul și în al doilea caz înșă, volumul de lucrări a fost destul de redus din motive financiare. Dacă în prima etapă (1980-1990) fondurile erau dirijate spre realizarea obiectivelor productive, în etapa 1990-1995 sursele financiare au fost la un nivel atît de scăzut încît volumul anual de lucrări executate pe rețeaua de drumuri locale a fost sub nivelul anului 1989.

În aceste situații s-a impus găsirea acelor soluții care să permită executarea doar a lucrărilor de întreținere curativă și aproape deloc a lucrărilor de întreținere preventivă.

Identificarea posibilităților de executare a acestor lucrări în condiții de cuprindere a întregii rețele și în special a celei cu îmbrăcămințe modernă a constituit baza întregii activități de întreținere și reparații drumuri.

Ideea care a stat la baza activității a fost aceea de a găsi direct sau cu sprijinul unor institute de cercetări, soluțiile de utilizare pe scară cât mai largă în tehnica rutieră a materialelor locale din județul Sălaj.

La punctul 4.1 și 4.2 au fost prezentate preocupările avute de autor pe parcursul a 15 ani de activitate precum și rezultate tehnice obținute în domeniul utilizării materialelor locale și pot fi **formulate** următoarele concluzii:

- agregatele naturale provenite din balastierele situate pe principalele cursuri de apă pot fi ușor prelucrate (spălate, concasate și sortate) în vederea utilizării lor în tehnica rutieră;

- pietrișul parțial concasat poate fi utilizat cu rezultate acceptabile la realizarea tratamentelor bituminoase, realizându-se principalele obiective ale acestei categorii de lucrări;

- între agregatele naturale parțial concasate și emulsia bituminoasă cationică cu rupere rapidă provenită de la Suplacu de Barcău se realizează o bună adhezivitate, granulele fixându-se bine de îmbrăcămintea existentă în cazul tratamentelor bituminoase;

- utilizând pietriș parțial concasat nu se realizează o rugozitate foarte bună a stratului de rulare dar oricum mult mai bună decât în cazul îmbrăcămintelor bituminoase vechi cu un grad de uzură avansat;

- caracteristicile fizico-mecanice ale amestecurilor asfaltice realizate cu agregate de balastieră se încadrează în limite de admisibilitate pentru straturile pentru care sunt destinate;

- tehnologia de producere a amestecurilor asfaltice cu agregate de balastieră presupune o controlare mai atentă și o stăpânire mai bună a fluxului tehnologic, respectarea dozajului, a temperaturilor de lucru și a modului de compactare;

- filerul de calcar produs la Prodănești-Sălaj, datorită calității sale poate fi utilizat cu rezultate bune la producerea amestecurilor asfaltice, înlocuind fără nici o consecință negativă oricare filer produs în România;

- amestecurile asfaltice realizate cu filer de calcar de la Prodănești au o comportare foarte bună în **exploatare** datorită caracteristicilor superioare ale acestora, o parte din ele fiind generate de filer;

- caracteristicile tufului vulcanic măcinat provenit din zăcămintul de la Mirșid sunt superioare altor tufuri vulcanice din România, fiind considerat ca un liant puzzolanic utilizabil cu bune rezultate atât pentru stabilizarea agregatelor naturale cât și la producerea betonului de ciment;

- rezultatele obținute în cadrul experimentărilor făcute în laborator cât și în teren au condus la formularea afirmației că tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj este un material al viitorului a cărui utilizare conduce la reducerea consumului de ciment și a costului lucrărilor.

În urma studiilor și a experimentărilor făcute se apreciază că tehnologiile inițiate sunt realizabile iar straturile rutiere concepute au o comportare bună în timp, toate conducând la îmbunătățirea stării tehnice a drumurilor locale din județul Sălaj.

Majoritatea soluțiilor de utilizare a materialelor locale au avut ca scop realizarea unor performanțe tehnice la nivelul prevăzut de actele normative în condiții de reducere a costurilor. Dacă în anul 1990 problema reducerii costurilor prin utilizarea materialelor locale avute în vedere în perioada anterioară părea a fi o problemă care nu-și are locul, aceasta s-a reactualizat 1...2 ani mai târziu și a devenit o componentă de bază a managementului începând cu anul 1994.

## CAPITOLUL 5

### CONTRIBUTII ORIGINALE LA ÎMBUNĂTĂȚIREA TEHNOLOGIILOR DE ÎNTREȚINERE ȘI REPARAȚII DRUMURI

Activitatea de întreținere și reparații drumuri este deosebit de complexă datorită faptului că drumul este o construcție care este în permanență supusă acțiunii unor multitudini de factori care cu multă greutate pot fi cuantificați și care printr-o varietate de asocieri conduc la efecte, uneori dintre cele mai defavorabile pentru drum și pentru utilizatori.

Administratorul drumului este cel care trebuie să facă investigații aprofundate și să stabilească "diagnosticul" care să conducă la realizarea celor mai eficiente lucrări, ceea ce se poate face numai prin studierea și urmărirea în timp a drumului.

O latură esențială a activității drumarului o constituie stăpânirea resurselor umane, materiale și tehnice care în final pot să conducă la adoptarea unor soluții rapide, ușoare și eficiente.

Teza de doctorat prezintă sinteza studiilor și cercetărilor efectuate de autor pe parcursul a peste 20 de ani de activitate de administrare, întreținere, reparații și modernizări drumuri locale, din județul Sălaj.

Studiile au fost canalizate în două direcții principale:

- îmbunătățirea și eficientizarea activității de administrare a drumurilor locale cu îmbrăcăminte modernă prin conceperea unei metode operative simple și eficace de evaluare a stării tehnice a acestora;
- stabilirea soluțiilor de valorificare eficientă din punct de vedere tehnic și economic a materialelor locale din județul Sălaj, conceperea și experimentarea unor structuri rutiere eficiente.

Studiile și cercetările au fost efectuate în cadrul RADP Sălaj iar unele în colaborare cu INCERTRANS (fost ICPTT) București. Rezultatele au fost valorificate în cadrul RADP Sălaj.

Oportunitatea studiilor efectuate este dată de necesitatea salvării rețelei de drumuri locale cu îmbrăcăminte modernă cât și de identificarea unor posibilități de modernizare a unor drumuri în condiții economico-financiare austere.

Autorul a urmărit în principiu cunoașterea în detaliu a principalelor surse de materiale locale, a caracteristicilor acestor materiale și a studiat posibilitățile de realizare a unor straturi rutiere noi cu aceste materiale, realizând inițial sectoare experimentale iar apoi unele soluții au fost aplicate pe scară largă.

Principalele probleme soluționate în cadrul studiilor efectuate de autor au fost:

- îmbunătățirea activității de administrare, întreținere și reparații drumuri cu îmbrăcăminte modernă, prin culegere, prelucrare și interpretare a datelor cu privire la starea tehnică a drumului și propunerea de lucrări necesare și posibile de executat în concordanță cu condițiile date;
- studierea agregatelor naturale (de carieră și balastieră) și definirea modalităților de utilizare a acestora în tehnica rutieră, în condițiile specifice drumurilor locale, prin experimentarea și realizarea unor straturi rutiere;
- studierea și valorificarea calcarului din județul Sălaj, în special cel din cariera Prodănești, prin obținerea fierului de calcar, componentă de bază a amestecurilor asfaltice;
- studierea tufului vulcanic de Mirșid, județul Sălaj și utilizarea acestui liant puzzolanic în tehnica rutieră la realizarea straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate;
- realizarea betonului de ciment destinat straturilor rutiere prin substituirea parțială a cimentului cu tuf vulcanic măcinat de Mirșid Sălaj în condițiile menținerii și a îmbunătățirii caracteristicilor betonului și a straturilor realizate.

Studiile și cercetările efectuate de autor au permis stabilirea unor soluții de executare a lucrărilor de întreținere și reparații drumuri cu îmbrăcăminte modernă, de realizarea unor structuri eficiente care sintetic sunt prezentate în cele ce urmează.

5.1. Îmbunătățirea activității de administrare și întreținere a drumurilor prin conceperea unei modalități (metodologii) eficiente de culegere, prelucrare și interpretare a informațiilor referitoare la starea tehnică a unui sector de drum

Dacă în anii anteriori lui 1990, datorită unor cauze a căror analiză nu face obiectul prezentei lucrări, activitatea de administrare a rețelei rutiere s-a redus la o oarecare evidență a drumurilor, la programarea

lucrărilor după criterii mai mult sau mai puțin științifice și în totală discordanță cu starea tehnică reală a drumurilor, în ultimii ani (după 1990) a fost necesară o reorganizare a întregii concepții de administrare.

Necesitatea elaborării unei strategii de întreținere și reparații a rețelei rutiere a impus abordarea administrării drumurilor de pe altă poziție. Lipsiți fiind de aparatura necesară unei investigații moderne a structurii rutiere am conceput o modalitate de lucru prin care să poată fi culese, prelucrate cât mai simplu posibil un volum de informații minim dar suficient pentru caracterizarea stării tehnice a unui drum și apoi pentru elaborarea unui program de lucrări.

Modalitatea de lucru presupune culegerea, prelucrarea datelor cu privire la starea suprafeței de rulare prin definirea nivelului de degradare al acesteia  $N_d$ , precum și a datelor cu privire la nivelul portanței,  $N_p$ .

Nivelul de degradare al suprafeței de rulare s-a definit ca o sumă ponderată a 5 niveluri de degradare aferente a 5 grupe de defecțiuni:

- existența gropilor sau a suprafețelor plombate;
- faianțări, fisuri și crăpături pe direcții multiple
- fisuri și crăpături transversale și longitudinale;
- suprafețe poroase, cu ciupituri, încrețite sau șiroite;
- fâgașe longitudinale

și este evaluat în ponderea suprafeței totale afectate și exprimat în procente.

Nivelul portanței  $N_p$  este definit în lucrare ca un raport între modulul de deformație echivalent efectiv al structurii rutiere și modulul de deformație echivalent necesar, exprimat în procente.

Cunoscînd:

- nivelul de degradare al suprafeței de rulare și limitele în care se situează;
- nivelul portanței structurii rutiere și limitele în care se situează;
- influența factorilor climaterici;
- caracteristicile traficului rutier;
- caracteristicile structurii rutiere;

cu ajutorul modalității prezentate în capitolul 2 din prezenta lucrare este ușor de definit starea tehnică a unui sector de drum precum și lucrările necesare, formulate pe 2 urgențe.

Metodologia este simplă, iar datele pot fi sistematizate într-o bancă de date condusă manual sau cu ajutorul unei aplicații informaționale.

Metoda este eficientă permițând o urmărire a evoluției în timp a valorilor principalelor parametrii care intră în calcul permițând formularea evoluției stării tehnice a unui sector de drum.

Metodologia de lucru prezentată are în vedere factori care condiționează stabilirea unui program precum și criteriile de bază pentru elaborarea soluțiilor de îmbunătățire a stării de viabilitate a unui drum și etapele pentru derularea lucrărilor.

#### 5.2. Modalități de utilizare a agregatelor naturale din județul Sălaj în activitatea de întreținere și reparații drumuri locale.

Existența în județul Sălaj a unor importante surse de agregate naturale a condus la studierea lor, a caracteristicilor materialelor posibile de exploatat precum și a posibilităților de utilizare a acestora în tehnica rutieră.

Tinând cont de faptul că drumurile locale sunt încadrate în general în clasa tehnică IV..V, utilizarea agregatelor naturale din surse locale a devenit o necesitate și o oportunitate în condițiile economico-financiare specifice perioadei 1980...1995.

Totodată utilizarea agregatelor locale a constituit și constituie o soluție de salvare a rețelei de drumuri locale și în special a celei cu îmbrăcămînți moderne.

Obiectele de studiu efectuate de autor au fost:

- agregatele naturale provenite din balastierele de pe râul Someș din zona orașului Jibou și Benesat;
- agregatele provenite din balastiera Păușa și Românași de pe valea Agrijului;
- agregatele provenite din balastiera situată pe valea Almașului în zona localității Almaș;
- agregatele calcaroase provenite din carierele Letca și Cuciulat;
- agregate dioritice provenite din cariera Moigrad.

În cadrul studiilor și a cercetărilor efectuate au fost avute în vedere atât agregatele brute cît și cele prelucrate și pentru care au fost puse la punct în cadrul RADP Sălaj <sup>studii</sup> de utilizare a acestora în cadrul lucrărilor de întreținere și reparații drumuri.

Pe baza studiilor mai sus amintite au fost stabilite următoarele domenii de utilizare a agregatelor naturale provenite din balastiere:

- tratamente bituminoase cu pietriș parțial concasat provenit din toate cele 4 surse menționate;



- mixturi asfaltice pentru stratul de legătură realizat cu pietriș și nisip provenit din toate cele 4 surse menționate;
- mixturi asfaltice pentru stratul de uzură;
- nisip stabilizat cu ciment sau cu lianți puzzolanici pentru toate clasele de trafic;
- beton de ciment cu nisip natural;
- straturi de fundație din balast;
- straturi anticapilare;
- balastarea și întreținerea drumurilor balastate.

Balastul în forma naturală nu poate fi utilizat pentru realizarea fundațiilor din balast amestec optimal datorită granulozității necorespunzătoare.

Balastul parțial prelucrat (sort 0-31) poate fi utilizat pentru realizarea straturilor din materiale stabilizate cât și pentru producerea mixturilor asfaltice destinate straturilor de bază.

În urma studierii agregatelor de carieră au fost stabilite următoarele domenii de utilizare:

- întreținerea drumurilor pietruite cu piatră de calcar de la Cuciulat și Letca și cu diorit din cariera Moigrad;
- straturi de fundație pentru îmbrăcămiși rigide și nerigide, realizate cu piatră spartă din Moigrad;
- strat de bază sub îmbrăcămintea bituminoasă realizată cu piatră spartă din Moigrad;
- mixturi asfaltice pentru straturile de bază și de legătură;
- macadam realizat cu piatră spartă din Moigrad, dar numai dacă aceasta provine din straturi situate sub cota -50 m;
- tratamente bituminoase și mixturi asfaltice pentru stratul de uzură realizate cu criblură de la Moigrad dacă aceasta provine din roci situate sub cota - 50 m.

Rezultatele studierii agregatelor de balastieră și carieră precum și a comportării în timp a lucrărilor executate au permis stabilirea exactă a soluțiilor de utilizare a agregatelor provenite din fiecare sursă.

Extragerea și prelucrarea agregatelor naturale provenite din balastierele organizate pe cursurile de apă au condus la scăderea considerabilă a costului lucrărilor de întreținere și reparații drumuri atît prin costul scăzut al agregatelor sortate cît și prin reducerea volumului și a distanțelor de transport.

Analizând nivelul calitativ al lucrărilor rutiere realizate, costul acestora și traficul rutier înregistrat, în condițiile de asigurare a fondurilor pentru activitatea de întreținere și reparații drumuri locale în etapa 1985...1995 și în următorii 1...2 ani, se poate aprecia că soluțiile studiate, experimentate și adaptate au constituit o variantă considerată eficientă.

### 5.3. Utilizarea filerului de calcar de la Prodănești Sălaj la producerea mixturilor asfaltice

Existența în județul Sălaj a unor rezerve importante de calcar precum și a unei baze tehnice posibil de utilizat, au determinat studierea rocilor calcaroase din cariera Prodănești și posibilitățile de producere a filerului de calcar în județul Sălaj.

Ca urmare a mutațiilor intervenite începând cu anul 1990 în ceea ce privește producerea și utilizarea amendamentelor calcaroase, au devenit disponibile instalațiile de măcinare a calcarului din cariera Prodănești.

Analizând compoziția chimică a calcarului din Prodănești s-a constatat că acesta are un conținut de  $\text{CaCO}_3$  de 95,6 %, din acest punct de vedere roca este bună pentru producerea filerului, care pînă în 1990 era adus din Dobrogea (filer de cretă).

Filerul, produs inițial în cantități mici, îndeplinește condițiile prevăzute de normele tehnice în vigoare [105], în ceea ce privește:

- finețea de măcinare;
- coeficientul de hidrofilie;
- caracteristicile fizico-chimice.

Experimentările făcute de autor în anii 1990 și 1991 la RADP Sălaj au condus la obținerea unor rezultate care au stat la baza reproiectării primei linii de măcinare a calcarului din cariera Prodănești-Sălaj și producerea la scară industrială a filerului de calcar.

Începînd cu anul 1993 a fost realizată cea de-a doua linie de măcinare a calcarului la Prodănești, producîndu-se anual circa 20 000 tone de filer de calcar.

Au fost experimentate și apoi produse curent mixturi asfaltice cu filer de calcar fabricat la Prodănești, a căror comportare este foarte bună.

Efectele producerii filerului de calcar la Prodănești sunt:

- utilizarea unui filer cu caracteristici superioare la RADP Sălaj;
- existența posibilităților de colaborare permanentă cu furnizorul;

- existența posibilităților de aprovizionare permanentă cu filer evitînd stocarea îndelungată și formarea de aglomerări;
- reducerea distanțelor de transport ale filerului de la circa 700 km la maximum 60 km în cazul județului Sălaj, cu consecințele economice de rigoare;
- producerea unor mixturi asfaltice cu caracteristici fizico-mecanice superioare.

Cele prezentate mai sus justifică necesitatea și oportunitatea studierii posibilităților de producere și de utilizare a filerului de calcar de la Prodănești.

Ideea producerii filerului de calcar în cariera Prodănești-Sălaj aparține autorului iar experimentările și lucrările executate în cadrul RADP Sălaj precum comportarea în timp s-au făcut sub directa sa urmărire.

#### 5.4. Utilizarea tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj la stabilizarea agregatelor naturale destinate straturilor rutiere.

Studierea tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj a fost impusă de reducerea consumurilor de materiale energointensive și reducerea costului lucrărilor prin utilizarea materialelor locale din județul Sălaj.

Cercetările efectuate asupra tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj de către autor, în cadrul RADP Sălaj în anul 1982 și în colaborare cu INCERTRANS București au condus la formularea următoarelor concluzii:

- este un liant puzzolanic natural cu caracteristici superioare altor tufuri vulcanice din România și din Europa;
- are o reacție puzzolanică rapidă în prezența unui activator (var sau ciment);
- poate fi utilizat ca liant în tehnica rutieră;
- este un tuf vulcanic dacitic.

Rezultatele bune obținute în cadrul cercetărilor de laborator efectuate asupra tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj au condus la utilizarea experimentală a acestuia la stabilizarea agregatelor naturale destinate straturilor rutiere.

Experimentările realizate inițial în laborator și apoi pe sectorul DJ 191 C km 12+400-12+600, cu participarea directă a autorului și cu asistență tehnică din partea INCERTRANS București au confirmat ipotezele noastre și au condus la o bună apreciere din partea participanților la ședința de omologare a tehnologiei, din octombrie 1983.

Necesitatea și oportunitatea studiilor și a cercetărilor efectuate asupra tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj sunt justificate de posibilitățile de utilizare cu rezultate bune la realizarea straturilor stabilizate cu acest liant puzzolanic și care are următoarele consecințe:

- realizarea unor straturi rutiere din agregate naturale stabilizate avînd performanțe ridicate [103] ;

- reducerea consumului de ciment;

- utilizarea tufului vulcanic ca liant puzzolanic este facilitată de existența zăcămintului în centrul județului Sălaj conducînd la reducerea distanțelor de transport;

- energia consumată pentru producerea lui este mult mai redusă decît în cazul cimentului, deci este mai ieftin (nefiind necesară arderea);

- procesul mai lent de întărire decît în cazul cimentului nu conduce la apariția fisurilor;

- tehnologia de realizare a straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic este eficientă, ușor de aplicat cu utilajele existente, nefiind necesară proiectarea unei linii tehnologice speciale.

În anul 1982 a fost realizat experimental un strat de fundație din agregate naturale stabilizate peste care s-a aplicat apoi o îmbrăcăminte bituminoasă iar în anul 1994 s-a realizat tot experimental ranforsarea structurii rutiere pe un sector de 200 m de drum prin aplicarea peste îmbrăcămintea bituminoasă existentă a unui strat de agregate naturale stabilizate și acoperite cu 2 straturi de mixturi asfaltice.

#### 5.5. Realizarea straturilor rutiere din beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj

Caracteristicile superioare ale tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj determinate în cadrul studiilor și cercetărilor de laborator, alături de rezultatele bune obținute la realizarea experimentală a straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic au constituit suportul continuării studiilor și a cercetărilor pentru identificarea unor noi soluții de utilizare eficientă a acestui liant puzzolanic.

Studiile efectuate de autor în cadrul RADP Sălaj și în colaborare cu INCERTRANS București au condus la realizarea betonului de ciment cu adaos de tuf vulcanic, avînd drept scop reducerea consumului de ciment.

Studiile și experimentările efectuate atît în laborator cît și pe sector pe DC 21 Moigrad-Moigrad Carieră și pe DJ 108 A în localitatea Prodănești (km 56+200-56+400) au permis formularea următoarelor concluzii:

- prin adăugarea tufului vulcanic se poate reduce consumul de ciment cu 8,5...10 % fără a afecta negativ calitatea betonului rutier;
- adăugarea tufului vulcanic conduce la reducerea într-o oarecare măsură a apariției fisurilor din contracții;
- după 10 ani de exploatare, îmbrăcămintea de beton de ciment cu adaos de tuf vulcanic nu "trădează" substituirea unei cantități de ciment;
- adăugarea tufului vulcanic conduce la reducerea costului de producție al betonului de ciment;
- tehnologia de preparare a betonului de ciment cu adaos de tuf vulcanic presupune o modificare simplă a instalației de preparare constînd din introducerea unui siloz pentru tuful vulcanic și a unui șnec de alimentare a cîntarului de liant;
- deși cele 2 tronsoane experimentale lucrează în condiții diferite, comportarea este apreciată ca normală în ambele situații.

Ca urmare a definirii celor 2 posibilități de utilizare a tufului vulcanic prezentate la punctul 5.4 și 5.5 care alăturate altor soluții de utilizare în industria chimică, la S.C. "CEMACON" Zalău a fost proiectată, realizată și pusă în funcțiune o instalație de măcinare a tufului vulcanic de Mirșid-Sălaj.

#### 5.6. Concluzii finale

Teza de doctorat prezintă o parte din rezultatele preocupărilor autorului și a colectivului tehnic pe care l-a coordonat începînd cu anul 1979, cu privire la îmbunătățirea permanentă a activității de întreținere, reparare și modernizare a drumurilor locale din județul Sălaj.

Studiile, cercetările și experimentările întreprinse pe parcursul ultimilor 15 ani (1979...1994) au avut drept scop găsirea unor soluții eficiente de menținere a rețelei rutiere într-o stare tehnică acceptabilă în condițiile economico-financiare ale României atît înainte cît și după 1990 și în condițiile specifice județului Sălaj.

Rezultatul studiilor și cercetărilor întreprinse în această perioadă a constat în definirea unor soluții eficiente de utilizare în tehnica rutieră a materialelor locale existente în județul Sălaj, materiale care sunt necesare în cantități mari în activitatea de întreținere și reparații drumuri (agregatele de balastieră, agregatele de carieră, tuful vulcanic și filerul de calcar).

Analizînd eficiența soluțiilor prezentate se pot formula următoarele concluzii:

- din punct de vedere tehnic, lucrările realizate sunt cel puțin la nivelul lucrărilor realizate fără materiale locale;

- din punct de vedere economic, soluțiile prezentate au condus la reducerea costului lucrărilor prin costul de producție mai scăzut al materialelor și prin reducerea considerabilă a mijloacelor de transport;

- din punct de vedere social soluțiile prezentate au condus la dezvoltarea activităților de extragere și prelucrare a materialelor locale cu consecințe pozitive asupra locuitorilor din zonă.

Ca rezultat al cercetărilor efectuate se pot enumera:

- introducerea în exploatare a circa 25 000 m<sup>3</sup>/an agregate naturale (de balastieră) spălate, concasate (parțial) și sortate la un cost mai scăzut cu 20...25 % decît în cazul aprovizionării de la alți furnizori;

- realizarea a 25...40 km/an tratamente bituminoase cu pietriș (parțial concasat) cu efecte benefice asupra îmbrăcăminților bituminoase și la un cost mai scăzut cu 20...22 % decît în cazul procurării de la alți furnizori

- realizarea a circa 7...10 km/an de ranforsări structuri rutiere prin utilizarea de mixturi asfaltice produse din agregate locale și filer de calcar de Prodănești;

- producerea anual a 15 000 tone filer de calcar la cariera Prodănești-Sălaj satisfăcînd nevoile unităților de drumuri din judele vecine: Maramureș, Bistrița Năsăud, Mureș, Satu Mare;

- introducerea în tehnica rutieră a unui nou liant puzzolanic: tuful vulcanic de Mirșid-Sălaj;

- omologarea tehnologiei de realizare a straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj;

- stabilirea soluției de înlocuire parțială (circa 8,5...10%) a cimentului la producerea betonului rutier.

Toate tehnologiile amintite sunt în stadiul operațional, majoritatea fiind aplicate în mod curent în cadrul RADP Sălaj și în special cele de utilizare a agregatelor naturale de balastieră și a filerului de calcar.

Tehnologiile care presupun utilizarea tufului vulcanic vor fi utilizate în perioada imediat următoare cînd anticipăm că se va realiza un volum mai mare de lucrări de ranforsare a structurilor existente și de modernizare a drumurilor pietruite și de pămînt.

## B I B L I O G R A F I E

1. ABABII, A. Reducerea consumului de bitum la prepararea betoanelor asfaltice cu agregate naturale calcaroase. In: "Drumuri poduri", nr. 14-16/1993, p. 73...74.
2. ANGOT, D. și a. Les granulats en calcaire de Beauce. In: "Le calcaire de Beauce", L.C.P.C. Paris 1973, p. 82..100.
3. AVRAM, C. și Bob, C. Noi tipuri de betoane speciale. București, Editura Tehnică, 1980.
4. BĂNCILĂ, I. Geologie inginerescă. București, Editura Tehnică, 1980.
5. BĂRBAT, A. și MARTON, A. Tufurile vulcanice zeolitice. Cluj - Napoca, Editura Dacia, 1989.
6. BELC, F. Cercetări vizînd încadrarea unor roci piroclastice în categoria unor lianți puzzolanici naturali. In convolutul: "A-IX-a Conferință națională de drumuri și poduri", Constanța-Neptun, vol. 1,1994, p. 182...187.
7. BELC, F. și LAZIE, I. Considerații privind comportarea în exploatare a structurilor rutiere mixte. In convolutul: "A-IX-a Conferință națională de drumuri și poduri", Constanța-Neptun, vol.1, 1994, p. 188...191.
8. BELC, F. și COSTESCU, I. Preocupări pentru valorificarea materialelor locale și subproduselor industriale în construcția și întreținerea drumurilor. In convolutul: "A 8-a Conferință națională de drumuri și poduri", Cluj-Napoca, 1990, p. 241...245.
9. BELC, F. și BOBOȘ, I. Aspecte chimico-mineralogice și geotehnice asupra unor roci cu activitate puzzolanică . In convolutul: "A 7-a Conferință națională de geotehnică și fundații", vol. I, Timișoara, 1992, p. 7...12.
10. BELC, F. Contribuții la studiul și realizarea unor structuri rutiere mixte. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică Timișoara, 1993.
11. BENCHEA, N. Curs general de poduri și poduri din lemn. București, Editura didactică și pedagogică, 1973, p. 50...80.

12. BEURAN, M. și CHIRA, C. Studiu privind utilizarea tufurilor vulcanice de Pâglișa-jud.Cluj, la executarea straturilor rutiere. In: "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor și podurilor", Cluj-Napoca 1987, p. 270... 275.
13. BILȚIU, A., SZITAR, R. Comportarea în exploatare a unui sector de drum experimental realizat din beton asfaltic cu conținut redus de bitum și filer. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", Piatra Neamț, 1984, vol. 5, p. 65...74.
14. BOB, C. și VELICA, P. Materiale de construcții. București, Editura didactică și pedagogică, 1978.
15. BOICU, M., STELEA, L. Contribuții la elaborarea unor tehnologii eficiente pentru întreținerea drumurilor. In: "Drumuri poduri", nr. 14-16/1993, p. 70...72.
16. BOICU, M. Contribuții la introducerea unor metode și tehnologii rutiere în condițiile economisirii materialelor energo-intensive. Teză de doctorat, Institutul Politehnic "Traian Vuia" din Timișoara, 1983.
17. BOICU, M., CEGUȘ, P. Considerații asupra comportării în exploatare a unor structuri rutiere realizate cu materiale energo-neintensive. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", Constanța, 1986, vol. 5, p. 27...36.
18. BOICU, M. ș. a. Consumul energetic. Criterii de bază în construcția de drumuri noi și amenajarea căilor existente. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", Pitești, 1986, vol.2, p. 8...36.
19. BOICU, M., MUNTEANU, V., și CEGUȘ, P. Considerații asupra direcțiilor de dezvoltare și întreținere a rețelei de drumuri publice în următorii ani. Studiu D. D. MTTc, 1985.
20. BONNOT, J. Les renforcements des chaussées en graves ciments. In "Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers", nr.2, 1967, p. 193...212.
21. BRĂNZAN, Ghe. Tehnologii aplicate și rezultatele obținute la executarea tratamentelor bituminoase cu materiale locale în cadrul S.I.R.D.S.C. Deva. In "A 5-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. I, Timișoara, 1978, p. 291...301.



22. BUCUR, M. ș.a. Tehnologia de execuție a straturilor rutiere din amestecuri din piatră spartă calcaroasă, tuf vulcanic și ciment. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri", vol.1, Pitești, 1986, p. 552...561.
23. BUCUR, M., CACUCI, D. ș.a. Betoane rutiere realizate cu tuf vulcanic măcinat de Mirșid-Sălaj și Ocnele Mari - Vilcea. In convolutul: "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor, podurilor și căilor ferate." vol. 2, Cluj-Napoca, 1987, p. 9...18.
24. BUCUR, M. ș.a. Tehnologia de execuție a straturilor rutiere din amestecuri din piatră spartă calcaroasă, tuf vulcanic și ciment. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. 1, 1986, Pitești, p. 552...561.
25. BUCUR, M., CACUCI, D. ș.a. Betoane rutiere cu tuf vulcanic măcinat. In convolutul: "A 8-a Conferință națională de drumuri și poduri", 1990, Cluj-Napoca, p. 115...116.
26. BUCȘA, D. și STELEA, L. Strategia dezvoltării rețelei de drumuri publice din România. In convolutul: "A IX-a Conferință națională de drumuri și poduri", Constanța-Neptun, vol.I, 1994, p. 3...17.
27. BURNEI, G., ș.a. Observații privind comportarea în exploatare a unor sectoare de drum ranforsate cu beton de ciment. In: "Comportarea în situ a construcțiilor", Constanța, vol. 5, 1986, p. 69...74.
28. CACUCI, D. Studiul materialelor locale din județul Sălaj în vederea utilizării lor în tehnica rutieră. Referat, Catedra D.F.I.C. Timișoara, 1994 .
29. CACUCI, D. Studiul comportării în exploatare a drumurilor locale din județul Sălaj și soluții pentru îmbunătățirea viabilității acestora. Referat. Catedra D.F.I.C. Timișoara, 1994.
30. COLOMBIER, G. ș.a. Assises traitées aux liants hydrauliques et pozzolaniques. In: "Guide pratique de construction routiere". din: Revue générale des routes et des aerodromes", nr. 566; 567 și 568/1982.
31. COSOSCHI, B., ZAROJANU, M., TĂUTU, N. Ranforsarea unui sistem rutier cu strat de bază din balast stabilizat cu liant mixt din deșeuri industriale. In convolutul: "A VI-a Consfă-

- tuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri",  
Tușnad, vol.I, 1982, p. 138...142.
32. COSOSCHI, B., ZAROJANU, H., BOBOC, V, Influența calității criblurilor asupra caracteristicilor betonului rutier. In convolutul: "A 8-a Conferință națională de drumuri și poduri", Cluj-Napoca 1990, p.85.
  33. COSTESCU, I. Contribuții la dezvoltarea tehnologiilor de construcție a sistemelor rutiere cu materiale energo-neintensive. Teză de doctorat. Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara.
  34. COSTESCU, I. ș.a. Preocupări pentru valorificarea materialelor locale și subproduselor industriale în construcția și întreținerea drumurilor. In convolutul: "A 8-a Conferință națională de drumuri și poduri", Cluj-Napoca, 1990, p. 241...245.
  35. COSTESCU, I. ș.a. Considerații asupra comportării în exploatare a unor îmbrăcămînți bituminoase executate cu agregate locale. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", Piatra Neamț, vol. 5, 1984, p. 37...64.
  36. COSTESCU, I., BANCEA, C. Comportarea în exploatare a straturilor rutiere stabilizate cu lianți puzzolanici. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", Constanța, vol.5, 1986, p. 45...50.
  37. COSTESCU, I., BELC., F. HERMAN, A. Observații privind dimensionarea structurilor rutiere mixte. In convolutul : "Zilele academice timișene", Timișoara, 1991, p. 95...101.
  38. CRIȘAN, V. Trafic rutier. Timișoara. Editura Facla, 1983.
  39. DOROBANȚU, S. ș.a. Drumuri. Calcul și proiectare. București, Editura Tehnică, 1980.
  40. DOROBANȚU, S. Din istoria drumurilor în Romania. In convolutul: "A 6-a Conferință pe țară a lucrătorilor de drumuri, poduri și căi ferate", Tușnad, vol. I, 1982, p. 23...49.
  41. DRON, R. L'activité puzzolanique. In: "Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées", nr. 93/1978.
  42. EMINET, R. Din istoria drumurilor. București, E.R.S.C.
  43. EMINET, R. Drumurile din patria noastră de-a lungul veacurilor. București, E.R.S.C.

44. FODOR, G. ș.a. Tehnologia de stabilizare a agregatelor naturale cu tuf vulcanic. In convolutul: "A VI-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. I, Tușnad, 1982, p, 179...189.
45. FODOR, G., IONESCU, N., UDVARDY, L., LUCACI, Ghe. Cunoașterea stării tehnice a drumului, necesitate stringentă pentru întreținerea eficientă și economică a acestuia. In convolutul: "Simpozionul Academiei RSR" Timișoara, 1986.
46. FOURNIER, M. și GEOFFRAY, J.M. Le liant pouzzolanes - chaux. In: Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées", nr. 93/1978.
47. GEOFFRAY, J.M. și VALLADEAU, R. Traitement des sables aluvionnaires par le liant pouzzolanes - chaux. In : "Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées", nr. 93/1978.
48. GEOFFRAY, J.M. și VALLADEAU, R. Morphologie et couleur des pouzzolanes. In: "Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et chaussées", nr. 92/1977.
49. GIUȘCA, G. ș.a. Tendențe în realizarea amestecurilor asfaltice destinate executării îmbrăcămintelor rutiere. In convolutul: "Perfecționarea activității laboratoarelor de încercări din unitățile de construcții", vol. I, Constanța, 1983, p. 219...221.
50. ILIESCU, M. Preocupări privind introducerea unor concepte noi la dimensionarea sistemelor rutiere nerigide. In convolutul: "Zilele academice timișene", Timișoara, 1981, p. 52...62.
51. JERCAN, S. Suprastructura și întreținerea drumurilor. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1980.
52. JERCAN, S., ROMANESCU, C., DICU, M. Construcția drumurilor. Incercări de laborator. Institutul de Construcții București, 1992
53. LAMBERT, R. și RIEU, R. La place des graves - pouzzolanes - chaux en technique routière. In: "Bulletin de liaison des ponts et chaussées", nr. 98/1978.
54. LUCACI, Ghe., ș.a. Asupra eficienței economice a tratamentelor bituminoase. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri, Pitești, 1986

55. LUCACI, Ghe., ș.a. Considerații privind alcătuirea și dimensionarea straturilor de rezistență rutiere. In: "Alcătuirea și dimensionarea structurilor rutiere". Simpozionul Academiei Romane, Timișoara, 1991., p. 148...152.
56. MALIȚA, I., BALINT, I. Comportarea în exploatare a unor îmbrăcăminti bituminoase ușoare și propuneri privind generalizarea unor tehnologii energo-neintensive. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", Constanța, vol. 5, 1986, p. 37...44.
57. MILLET, J. ș.a. Rôle des chaux industrielles dans leur emplois avec les matériaux a caractère pouzzolaniques In: "Bulletin de liaison des laboratoires des ponts et de chaussees", nr. 83/1976, p. 91...96.
58. MUNTEANU, V. Considerații asupra construcției și întreținerii drumurilor, în contextul crizei mondiale de energie. Teză de doctorat, Institutul Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1981.
59. MUNTEANU, V. ș.a. Avantajele tehnologică de ranforsare pe bază de lianți puzolanici a sistemelor nerigide. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. I, Pitești, 1986, p. 572...779.
60. NEVILLE, A. M. Proprietățile betonului. București, Editura tehnică, 1979.
61. NICOARĂ, L. Curs de drumuri . Vol. III, IV și V. Litografia Institutului Politehnic "Traian Vuia" Timișoara, 1975.
62. NICOARĂ, L. Considerații asupra unor posibilități de îmbunătățire a stării de viabilitate a drumurilor în exploatare. In convolutul: "A 6-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri", Brașov, 1982, p. 361...365.
63. NICOARĂ, L. și UDWARDY, L. Considerații cu privire la evoluția calității lucrărilor de drumuri. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", Piatra Neamț, vol.5, 1984 p. 57...62.
64. NICOARĂ, L. și STELEA, L. Comportarea în exploatare a tratamentelor bituminoase. In convolutul: "Comportarea in situ a construcțiilor", Arad, 1988, p. 513...522.
65. NICOARĂ, L., FODOR, G. ș.a. Cunoașterea stării tehnice a drumului , necesitate eficientă pentru întreținerea eficientă și economică a acestuia. In convolutul: "Simpozionului Academiei R.S.R. Timișoara, 1986

66. NICOARA, L. și BILTIU, A. Imbrăcăminți rutiere moderne. București, Editura tehnică, 1983.
67. NICOARA, L., PAUNESCU, M., BOB, C., BILTIU, A. Indrumătorul laboratorului de drumuri. București, Editura tehnică, 1986.
68. NICOARA, L. Intreținere, exploatare drumuri și autostrăzi. In convolutul: "A 8-a Conferință națională de drumuri și poduri". Cluj-Napoca, 1990, p. 157...186.
69. NICOARA, L. Exploatarea și gestiunea drumurilor văzute de la Marrakech. In "Drumuri poduri", nr. 11-12/1993.
70. NICOARA, L. Preocupări pentru o nouă concepție privind clasificarea și definirea sistemelor rutiere. In convolutul. "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. I, Pitești, 1986, p. 24...29.
71. NICOARA, L. ș.a. Tehnologii rutiere neconvenționale. Litografia I.P.T.V. Timișoara, 1988.
72. NICOARA, L. și LUCACI, Ghe. Trafic și autostrăzi. Litografia I.P.T.V., Timișoara, 1988.
73. NICOARA, L., UDVARDY, L., BROLA, E. Unele observații privind posibilitățile planificării eficiente a ranforsării preventive a complexelor rutiere. In convolutul: "A 4-a sesiune de comunicări științifice a D.D.P. Timișoara", 1980.
74. NICOLESCU, L. Consolidarea și stabilizarea pământurilor. București, Editura Ceres. 1981.
75. PAUCA, C. Studiu privind posibilitatea utilizării rocilor calcaroase moi, la fabricarea filerelor pentru drumuri. In convolutul: "A V-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. I, Timișoara 1978, p. 350...356.
76. PAUNESCU, M. ș.a. Geotehnică și fundații. București, Editura didactică și pedagogică, 1982.
77. PAVELESCU, I. E. Reconsiderarea rolului infrastructurii rutiere în dezvoltarea social-economică a țării noastre. In "Drumuri-poduri" nr. 9-10, 1993, p. 26...30.
78. PÂRVU, V. ș.a. Unele aspecte privind compoziția și execuția betoanelor rutiere de ciment cu granulozitate discontinuă. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. 2, Pitești, 1986, p.177...186.
79. PRANDI, E. Renforcement des chaussées en graves traitées au laitier granulés. In "Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers". nr. 2, 1967, p. 177...192.

80. ROLLAND, J.P. L'action du trafic sur les chaussées. In "Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers". nr. 2, 1967, p. 5...8.
81. SCHEIN, T. ș.a. Straturi de formă din pământuri stabilizate cu lianți puzzolanici. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol.1, Pitești 1986, p. 389...400.
82. SOARE, G. Cercetări privind natura mineralogică și petrografică a mine-reului pietros magmatic, metamorfic și sedimentar din Munții Apuseni și zonele adiacente, folosit la lucrările de construcție rutieră. In convolutul: "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor și podurilor", Cluj-Napoca, 1987, p. 82...88.
83. STELEA, L. Considerații asupra comportării în exploatare a tratamentelor bituminoase. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", vol. 5, Piatra Neamț, 1984, p. 83...92.
84. STELEA, L. ș.a. Preocupări pentru diversificarea emulsiei bituminoase la lucrările de drumuri. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri". Vol.I, Pitești, 1986.
85. STELEA, L. MALITA, I. ș.a. Soluții eficiente privind execuția tratamentelor bituminoase pentru mărirea gradului de siguranță a drumurilor moderne. In convolutul: "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor și podurilor", Cluj-Napoca 1987, p. 72...81.
86. STELEA, L., UDVARDY, L. Studiul evoluției comportării în exploatare a drumurilor și valorificarea rezultatelor obținute în planificarea execuției lucrărilor rutiere. In convolutul: "Comportarea in situ a construcțiilor", vol. 5, Constanța, 1986, p. 17...26.
87. STELEA, L. Tehnologii rutiere la care se utilizează emulsie bituminoasă. In "Drumuri-poduri", nr. 11-12/1993, p. 39...41.
88. STRUNGA, V. Calitatea și viabilitatea structurilor rutiere. In: "Drumuri-poduri", nr. 2, 1991, p. 12.
89. SZITAR, R. Studii privind rezistența la uzură a agregatelor naturale din carierele și balastierele de pe raza D.D.P. Timișoara. In convolutul: "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor și podurilor", Cluj-Napoca

- 1987, p. 224...231.
90. TĂUTU, N., SBĂRNEA, E. ș.a. Administrarea rutieră optimizată în cadrul D.R.D.P. Iași. In convolutul: "A 8-a Conferință națională de drumuri și poduri". Cluj-Napoca, 1990, p. 340...343.
  91. TĂUTU, N. ș.a. Lărgirea gamei lianților pentru lucrările de drumuri. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri", vol. I Pitești, 1986.
  92. TĂUTU, N., FLORESCU, C., CRĂCIUNESCU, P. Ranforsări de sisteme rutiere realizate în Moldova. In: "Drumuri-poduri", nr. 4/ 1992, p. 7...8.
  93. TURCU, M., BĂLĂȘOIU, N. Betoane de ciment rutier cu adaos de cenușă de termocentrală. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri", vol. I, Pitești, 1986, p. 160...176.
  94. UDVARDY, L. ș.a. Considerații asupra cantității și calității agregatelor minerale naturale utilizate la construcția și întreținerea drumurilor din raza D.D.P. Timișoara. In convolutul: "A 5-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. I, Timișoara 1978, p. 370...378.
  95. UDVARDY, L. Studiul comportării in situ a drumurilor pentru modelarea strategiilor rutiere. In convolutul: "Comportarea in situ a construcțiilor", vol. 5, Piatra Neamț, 1984, p. 1...8.
  96. VLASIE, V., BEURAN, M., SOARE, G., ILIESCU, M. Căi de valorificare superioară a materialelor locale pentru întreținerea drumurilor pe raza D.D.P. Cluj-Napoca. In convolutul "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor și podurilor". Cluj-Napoca, 1987, p. 47 ...57.
  97. ZAROJANU, H. ș.a. Imbrăcămintă rutieră rigidă din beton cu liant hidraulic cu fosfogips. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri". Vol. 2 Pitești, 1986, p. 209...216.
  98. ZAROJANU, H., ș.a. Metode pentru urmărirea comportării în exploatare a structurilor rutiere. In convolutul: "Comportarea in situ a construcțiilor", vol. 5, Piatra Neamț, 1984, p. 19...28.

99. ZAROJANU, H. ș.a. Straturi rutiere din balast stabilizat cu liant hidraulic cu fosfogips. In convolutul: "A 7-a Consfătuire pe țară a lucrătorilor de drumuri și poduri", vol. 2, Pitești, 1986, p. 139...144.
100. ZAROJANU, H. ș.a. Studierea condițiilor hidrologice ale drumurilor prin sondaje executate în cale. In convolutul: "Comportarea în situ a construcțiilor", vol. 5, Piatra Neamț, 1984, p. 29...36.
101. ZAROJANU, H., VLAD, N., BOBOC, V. Studierea posibilității de utilizare a cimenturilor cu adausuri la execuția îmbrăcăminților rutiere rigide. In convolutul: "Soluții eficiente în construcția și întreținerea drumurilor și a podurilor", Cluj-Napoca, 1987, p. 17...20.
102. x Anuarul statistic al României. Comisia Națională de Statistică. București 1990.
- x x
103. x Asistență tehnică la execuția lucrărilor de stabilizare a agregatelor naturale cu tuf vulcanic de Mirșid-Sălaj. Contract I.C.P.T.T. București 1982.
- x x
104. x Bulletin de Liaison des Laboratoires Routiers, februarie 1967.
- x x
105. x Colecția de STAS-uri. Lucrări de drumuri.
- x x
106. x Directive pour l'execution des renforcements de chaussées. Ministère de L'Equipement, Paris 1976.
- x x
107. x Directive pur la réalisation des assises de chaussées en graves - laitier et sables - laitier. Ministère de L'Amenagement du territoire, de l'Equipement, du Logement et du Tourisme. Paris, 1973.
- x x
108. x Imbrăcămiți rutiere din beton de ciment cu tuf vulcanic măcinat. Contract I.C.P.T.T., București, 1987.
- x x
109. x Instrucțiuni tehnice departamentale de proiectare și execuție a straturilor rutiere din agregate naturale stabilizate cu tuf vulcanic măcinat de Ocelele Mari - Trăistari, jud. Vâlcea, I.C.P.T.T., București, 1982.
- x x
110. x Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor, indicativ C.D. 54-81, publicat în "Buletinul Construcțiilor" nr.2 din 1982.
- x x



111.     x           Instrucțiuni tehnice departamentale de proiectare și  
x    x           execuție a straturilor rutiere din agregate naturale  
                  stabilizate cu lianți puzzolanci, indicativ C.D. 127-  
                  83, publicat în "Buletinul Construcțiilor" nr. 10 din  
                  1983.
112.     x           Instrucțiuni tehnice departamentale privind determina-  
x    x           rea stării tehnice a drumurilor moderne, indicativ  
                  C.D. 155-86.
113.     x           Instrucțiuni tehnice departamentale pentru prevenirea  
x    x           și remedierea defecțiunilor la îmbrăcămințile rutiere  
                  moderne, indicativ C.D. 98-86.
114.     x           Instruction technique sur le renforcement des chaussées  
x    x           souples. In "Bulletin de Liaison des Laboratoires Rou-  
                  tiers." nr. 2, 1967, p. 277...292.
115.     x           Noi soluții de utilizare a tufului vulcanic de Mirșid  
x    x           la executarea drumurilor din județul Sălaj. Contract  
                  I.C.P.T.T., București, 1985.
116.     x           Normativ pentru verificarea calității și recepția lucră-  
x    x           rilor de construcții și instalații aferente, indicativ  
                  C. 56-85.
117.     x           Normativ pentru executarea îmbrăcăminților din beton de  
x    x           de ciment la drumuri, indicativ C. 22-84.
118.     x           Strategia rutieră 1992...2005. Administrația Națională  
x    x           a Drumurilor, București 1992.



DRUMUL: DJ. 103A  
 SECTORUL: km 74400-31+000  
 lim. Județ Cluj-Agrij

FISE DE APECIERE

GRAD DE IMPORTANTA:

2

km	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	30-31
----	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	23,45	25,8	23,9	28,5	25,1	24,7	24,1	1,4	5,0	3,8	4,25	7,65	15,43	19,25	13,8	11,8	12,05	12,5	12,6	11,6	10,5	10,1	15,5	21,5
F.B. Nds ~ 1	////////////////////////////////////																							
B. Nds=1...10	////////////////////////////////////																							
S. Nds=10...20	////////////////////////////////////																							
N.S. Nds=20...30	////////////////////////////////////																							
R. Nds ~ 30	////////////////////////////////////																							

Np	59,6	63,7	75,03
F.B. Np 150	////////////////////////////////////		
B. Np=125...150	////////////////////////////////////		
S. Np=100...125	////////////////////////////////////		
N.S. Np=85...100	////////////////////////////////////		
R. Np 85	////////////////////////////////////		

Lucrări urgența I	RAFORSARI	TRAFARIE BITUMINOASE
Lucrări urgența II	RAFORSARE	RAFORSARE

DRUMUL: DJ.108A  
 SECTORUL: km 31+000-40+000  
 Agriș-Romanași

FISE DE APECIERE

GRAD DE IMPORTANTA: 2

km	31-32	32-33	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds %	12,0	11,7	11,35	11,25	12,2	12,9	13,5	14,4	15,45
F.B. Nds 1..									
B. Nds=1...10									
S. Nds=10...20									
N.S. Nds=20...30									
R. Nds 30.									

Np %	82,23
F.B. Np 150	
B. Np=125...150	
S. Np=100...125	
N.S. Np=85...100	
R. Np 85	

Lucrări urgența I	TRAVAJENTE BĂLĂNEȘI
Lucrări urgența II	RAȚORSARE

DRUMUL: DJ. 108A  
 SECTORUL: km 40+000-52+000  
 Romanuși-Creaca

FISA DE APECIERE

GRAD DE IMPORTANTA: 2

km	40-41	41-42	42-43	43-44	44-45	45-46	46-47	47-48	48-49	49-50	50-51	51-52
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	z.	13,6	14,05	14,75	15,20	16,25	15,00	12,60	14,30	10,75	9,75	9,03	10,65
F.B. Nds	1												
B. Nds	1...10												
S. Nds	10...20												
N.S. Nds	20...30												
R. Nds	30												

Np	z.												
F.B. Np	150												
B. Np	125...150												
S. Np	100...125												
N.S. Np	85...100												
R. Np	85												

39,54

Lucrări urgența I	TRATAMENTE BITUMINOASE
Lucrări urgența II	RAZBOARSARE

DRUMUL: DJ.108A  
 SECTORUL: km.52+000-59+000  
 Creaca-Jibou

FISA DE APRECIERE

GRAD DE IMPORTANTA: I

km	52-53	53-54	54-55	55-56	56-57	57-58	58-59
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	%	13,45	13,33	0,9	0,8	0,8	0,4
F.B. Nds = 1		////////////////////					
B. Nds=1...10		////////////////////					
S. Nds=10...20		////////////////////					
N.S. Nds=20...30		////////////////////					
R. Nds > 30		////////////////////					

Np	%	37,53	20,00	DE CLASIFICARE
F.B. Np > 150		////////////////////		
B. Np=125...150		////////////////////		
S. Np=100...125		////////////////////		
N.S. Np=85...100		////////////////////		
R. Np > 85		////////////////////		

Lucrări urgența I	TRATAMENT	INTREȚINERE ÎNTRACĂȘTENE DIN DEȚON DE CURENT
Lucrări urgența II		

DRUMUL: DJ.108A  
 SECTORUL: km 61+000-78+000  
 Jibou - Benesat

FISA DE APRECIERE

GRAD DE IMPORTANTANTA: 1

km	61-62	62-63	63-64	64-65	65-66	66-67	67-68	68-69	69-70	70-71	71-72	72-73	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds %	7,03	10,7	9,50	9,50	8,95	10,98	7,68	11,88	9,10	9,40	9,45	9,45	9,90	9,40	11,70	9,45	11,20
F.B. Nds 1	////////////////////																
B. Nds=1...10	////////////////////																
S. Nds=10...20	////////////////////																
N.S. Nds=20...30	////////////////////																
R. Nds 30	////////////////////																

Np %	63,33	77,42	49,38	87,0
------	-------	-------	-------	------

F.B. Np > 150	////////////////////																
B. Np=125...150	////////////////////																
S. Np=100...125	////////////////////																
N.S. Np=85...100	////////////////////																
R. Np 85	////////////////////																

GRAD DE IMPORTANTA:

2

km	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	%	20,85	15,15	14,0	14,4	11,05	29,45	23,45	25,8	29,73	23,90	30,95	28,45	22,5	24,7	28,55	23,45	26,7	27,05	29,9	22,9	26,1	
F.B. Nds	I																						
B. Nds	1...10																						
S. Nds	10...20																						
N.S. Nds	20...30%																						
R. Nds	7 30%																						

Np	%																						
F.B. Np	150																						
B. Np	125...150																						
S. Np	100...125																						
N.S. Np	85...100																						
R. Np	< 85																						

Lucrări urgența I	R:																						
Lucrări urgența II	R:																						

\*: Reinforcare



GRAD DE IMPORTANTA: 1

km	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds %	26,8	22,45	24,15	23,65	9,35	9,65	9,75	14,2	8,13	14,5	14,45	9,05	8,6	8,4	8,3	7,8	8,23	14,0	9,05	9,55	9,35	14,8	14,15
F.B. Nds 1	-																						
B. Nds=1...10	-																						
S. Nds=10...20	-																						
N.S. Nds=20...30	-																						
R. Nds 30	-																						

Np %	83,46																					
F.B. Np 150	-																					
B. Np=125...150	-																					
S. Np=100...125	-																					
N.S. Np=85...100	-																					
R. Np 85	-																					

Lucrări urgența I	RAMFORSARE
Lucrări urgența II	TRATAMENTE BITUMINOASE

DRUMUL: DJ.108D FISA DE CONSTATARE  
 SECTORUL: km 23+000-28+200  
 Cehu Silvaniei-lim.judet Maramures

GRAD DE IMPORTANTA: I

km	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28
----	-------	-------	-------	-------	-------

Nds %	26,8	6,85	11,05	21,15	27,2
F.B. Nds I					
B. Nds=1...10					
S. Nds=10...20					
N.S. Nds=20...30					
R. Nds > 30%					

Np %					66,15
F.B. Np 150					
B. Np=125...150					
S. Np=100...125					
N.S. Np=85...100					
R. Np < 85					

Lucrări urgența I	RANFORSARE	TRATAMENTE
Lucrări urgența II		RANFORSARE



GRAD DE IMPORTANTA:

1

km	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds %	9,3	15,1	15,05	17,5	15,95	10,55	15,95	12,70	17,6	13,1	14,45	17,25	17,60	14,10	13,45	15,95
F.B. Nds > 1	//////															
B. Nds=1...10																
S. Nds=10...20																
N.S. Nds=20...30																
R. Nds > 30																

Np %		69,67															55,40
F.B. Np > 150																	
B. Np=125...150																	
S. Np=100...125																	
N.S. Np=85...100																	
R. Np > 85																	



GRAD DE IMPORTANTA: 1

km	24 - 25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30
----	---------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	%	15,50	19,15	14,25	18,05	15,75	22,35
F.B. Nds < 1							
B. Nds=1...10							
S. Nds=10...20							
N.S. Nds=20...30							
R. Nds > 30							

Np	%		49,51	
F.B. Np > 150				
B. Np=125...150				
S. Np=100...125				
N.S. Np=85...100				
R. Np > 85				

GRAD DE IMPORTANTA: 1

Km	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------	-------

Nds	%	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
F.B. Nds=1		26,85	26,7	11,7	20,4	9,9	17,1	17,15	16,5	12,15	11,2	15,1	8,45
B. Nds=1...10													
S. Nds=10...20													
N.S. Nds=20...30													
R. Nds=30													

Np	%	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
F.B. Np=150		84,86			51,2		57,3		71,36				85,44
B. Np=125...150													
S. Np=100...125													
N.S. Np=85...100													
R. Np=85													

GRAD DE IMPORTANTA: 2

km	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43	43-44	44-45	45-46	46-47
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	%	32,3	33,6	8,55	9,25	12,6	16,2	12,65	13,30	13,95	8,4	7,9	8,32	9,3	9,6
F.B. Nds < 1															
B. Nds=1...10				////////////////											
S. Nds=10...20				////////////////											
N.S. Nds=20...30				////////////////											
R. Nds > 30				////////////////											

Np	%														
F.B. Np > 150															
B. Np=125...150															
S. Np=100...125															
N.S. Np=85...100															
R. Np < 85															



GRAD DE IMPORTANTA: I

km	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	24-25	25-26	26-27	27-28	28-29	29-30	30-31
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	%	22,45	21,7	22,25	15,28	19,8	19,9	15,65	19,8	16,22	16,22	17,75	18,75	20,45	20,95	19,45	0,4	2,4
F.B. Nds < 1																		
B. Nds=1...10																		
S. Nds=10...20																		
N.S. Nds=20...30																		
R. Nds > 30																		

Np	%	77,5																	78,92
F.B. Np > 150																			
B. Np=125...150																			
S. Np=100...125																			
N.S. Np=85...100																			
R. Np < 85																			

Lucrări urgența I	TRAYASERTE BITUMINOASE		RAMFORSARE
Lucrări urgența II	RAMFORSARE		RAMFORSARE

GRAD DE IMPORTANTANTA: 1

km	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43	43-44	44-45	45-46	46-47	47-48	48-49	49-50
Nds %	10,9	12,6	11,4	16,5	14,2	14,6	16,1	12,3	13,6	13,9	18,2	17,5	20,8	21,4

F.B. Nds - 1														
B. Nds=1...10														
S. Nds=10...20	////////////////////													
N.S. Nds=20...30	////////////////////													
R. Nds > 30	////////////////////													

Np	%
F.B. Np > 150	
B. Np=125...150	
S. Np=100...125	
N.S. Np=85...100	
R. Np > 85	
	79,4
	81,2

Lucrări urgența I	TRATAMENTE BITUMINOASE
Lucrări urgența II	RANFORSARE

DAVULUI.

SECTORUL: Km G-009-16 +000  
Nusfalau-Sig

FISA DE APECIERE

GRAD DE IMPORTANTANTA: 1 și 2

km	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-1
Nds	11,65	13,35	14,15	14,0	14,0	12,0	12,45	12,	8,5	6,7	6,35	20,25	20,25	7	7,35	10,5
F. B. Nds < 1	/////															
B. Nds=1...10	/////															
S. Nds=10...20	/////															
N.S. Nds=20...30	/////															
R. Nds > 30	/////															
Np	65,23															
F. B. Np > 150	/////															
B. Np=125...150	/////															
S. Np=100...125	/////															
N.S. Np=85...100	/////															
R. Np = 85	/////															
43,20																

Lucrări urgența I	TRATAMENTE BITUMINOASE
Lucrări urgența II	TRATAMENTE BITUMINOASE

DRUMUL: DJ.191E  
 SECTORUL: km.0+000-11+300  
 Crasna-Sig

FISA DE APRECIERE

GRAD DE IMPORTANTANTA: 2

km	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-------

Nds %	3,4	7,05	6,85	10,8	17,65	18,75	21,3	22,4	20,2	21,2	20,45
F.B. Nds < 1.	/										
B. Nds=1...10	/										
S. Nds=10...20	/										
N.S. Nds=20...30	/										
R. Nds > 30	/										

Np %	47,94	52,06
F.B. Np > 150	/	
B. Np=125...150	/	
S. Np=100...125	/	
N.S. Np=85...100	/	
R. Np < 85	/	

Lucrări urgența I	TRATAHENTE DITUHINOASE	
Lucrări urgența II	/	

DRUMUL: DJ.196  
 SECTORUL: km 31+000-43+150  
 Cehu Silvaniei-Benesat

FISA DE APRECIERE

GRAD DE IMPORTANTA: 2

km	31-32	32-33	33-34	34-35	35-36	36-37	37-38	38-39	39-40	40-41	41-42	42-43
----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Nds	%	9,4	17,75	19,1	14,15	12,45	14,75	12,70	16,55	13,70	16,40	17,75	1,10
F.B. Nds < 1													
B. Nds=1...10		///////											
S. Nds=10...20		////////////////////											
N.S. Nds=20...30													
R. Nds > 30													

Np	%	105											B.C.*
F.B. Np > 150													///////
B. Np=125...150		////////////////////											
S. Np=100...125		////////////////////											
N.S. Np=85...100													
R. Np > 85													

Lucrări urgența I	TRATAHERIE BITUMINOASE
Lucrări urgența II	

\* B.C. BETON DE CIMENT