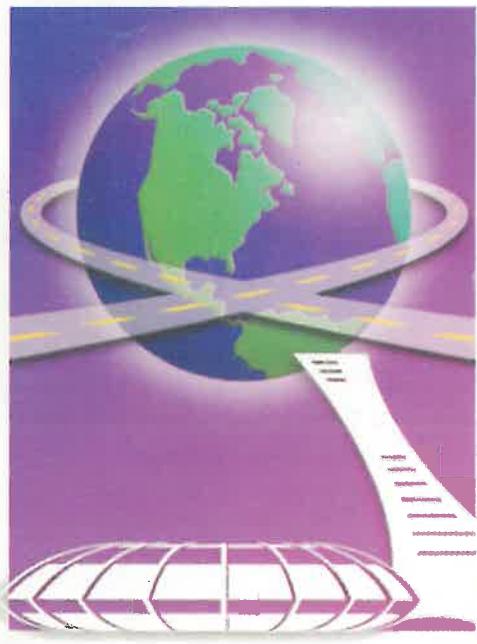


DRUMURI

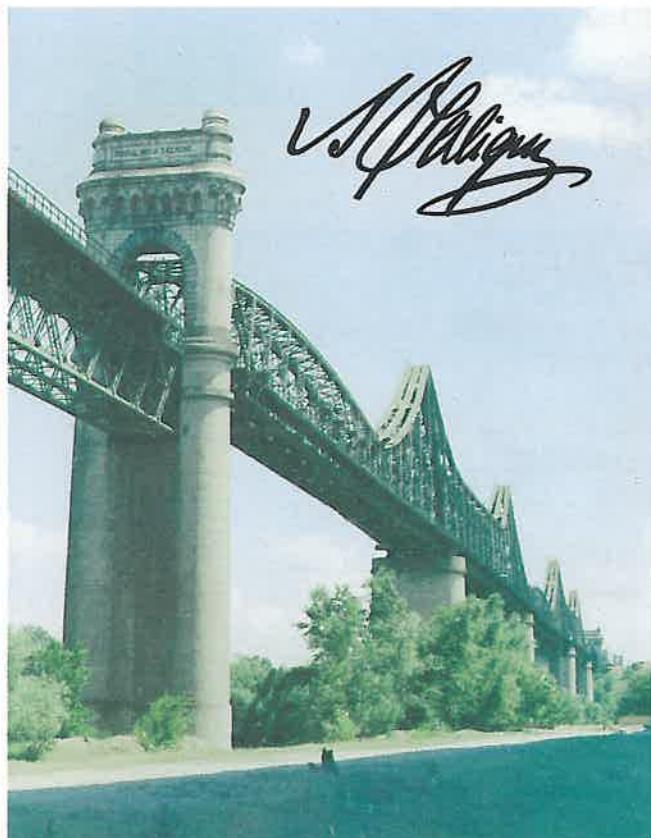
PUBLICAȚIE PERIODICĂ
A ADMINISTRAȚIEI NAȚIONALE A DRUMURILOR
ȘI A ASOCIAȚIEI PROFESIONALE DE DRUMURI ȘI PODURI

NUMĂR SPECIAL

DEDICAT CONGRESULUI MONDIAL AL DRUMURILOR - MONTREAL
ȘI CONFERINȚEI INTERNAȚIONALE "PODURI PESTE DUNĂRE"- BUCUREȘTI
SEPTEMBRIE 1995.



montréal 1995



PODURI

SUMAR

CONGRESUL MONDIAL AL DRUMURILOR - MONTREAL 1995	1
NOI TEHNICI PENTRU RANFORSAREA ȘI ÎNTREȚINEREA DRUMURILOR	3
MANAGEMENTUL PERFORMANT AL DRUMURILOR ÎN ROMÂNIA	23
SISTEME DE CONTROL ȘI GESTIUNE A CALITĂȚII LA LUCRărILE DE DRUMURI	35
CENTENARUL PODULUI PESTE DUNĂRE "REGELE CAROL I" (1895-1995)	39
CÂTEVA ETAPЕ IMPORTANTE ÎN EVOLUȚIA ȘCOLII DE PODURI DIN ROMÂNIA	57
ASPECTE CONCEPTUALE PRIVIND LUCRărILE DE ARTĂ DIN PATRIMONIUL ADMINISTRAȚIEI NAȚIONALE A DRUMURILOR	72

SUMMARY

THE WORLD CONGRESS OF ROADS - MONTREAL 1995	1
NEW TECHNICS FOR ROAD STRENGTHENING AND MAINTENANCE	3
PERFORMANT MANAGEMENT OF ROADS IN ROMANIA	23
QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS FOR ROAD WORKS	35
THE CENTENARY OF THE "KING CAROL I" BRIDGE OVER THE DANUBE (1895-1995)	39
THE MAIN STAGES IN THE EVOLUTION OF ROMANIAN BRIDGE ENGINEERING SCHOOL	57
CONCEPTUAL ASPECTS REGARDING THE ART WORKS IN THE PATRIMONY OF NATIONAL ADMINISTRATION OF ROADS	72

SOMMAIRE

LE CONGRES MONDIALE DES ROUTES - MONTREAL 1995	1
NOUVELLES TECHNIQUES POUR LE RENFORCEMENT ET L'ENTRETIEN DES ROUTES	3
LE MANAGEMENT PERFORMANT DES ROUTES EN ROUMANIE	23
SYSTEMES DE CONTROLE ET GESTION DE LA QUALITE DES TRAVAUX DES ROUTES	35
LE CENTENAIRE DU PONT "ROI CHARLES I" SUR LE DANUBE (1895-1995)	39
QUELQUES ETAPES IMPORTANTE DANS L'EVOLUTION D'ECOLE DES PONTS DE ROUMANIE	57
DES ASPECTS CONCEPTUELS CONCERNANT LES TRAVAUX D'ART DU PATRIMOINE DE L'ADMINISTRATION NATIONALE DES ROUTES ..	72

COLEGIUL DE REDACȚIE

▪ Vladimir Atanasovici ▪ dr. ing. Mihai Boicu ▪
ing. Dănilă Bucșa ▪ prof. dr. ing. Stelian Dorobanțu ▪
prof. dr. ing. Laurențiu Nicoară ▪ ing. Gheorghe Raicu
▪ prof. dr. ing. Horia Zarojanu

COMITETUL DIRECTOR

▪ Redactor șef: ing. Titilă Georgescu ▪ Redactor șef adjunct: dr. ing. Laurențiu Stelea ▪ Redacția Poduri: ing. Sabin Florea ▪ Secretar de redacție: Mihai Ștefănașe ▪ Secretar tehnic: ing. Artemiza Grigoraș
▪ Redactor de specialitate: Claudia Ploscu ▪ Redactor Curierul Rutier: Gabriela Râciu.

REDACȚIA ȘI ADMINISTRAȚIA:

ASOCIAȚIA PROFESIONALĂ DE DRUMURI ȘI PODURI
București, bul. Dînicu Golescu 38, sect. 1
Telefon/Fax: 222.71.30; CFR 4170

TEHNOREDACTARE COMPUTERIZATĂ: ETRIX TECHNOLOGY SRL
TIPARUL: BIANCA SRL
EDITOR: TREFLA SRL



CONGRESUL MONDIAL AL DRUMURILOR

MONTREAL - 1995

Între 3 - 9 septembrie 1995, orașul Montreal va găzdui cel de-al XX-lea Congres Mondial al Drumurilor. Organizat de Asociația Internațională Permanentă a Congreselor Rutiere (AIPCR), acest eveniment de anvergură va atrage peste 2500 specialiști și experți din întreaga lume.

Montreal, metropolă universală, artistică și modernă din provincia Quebec (Canada) a fost ales ca oraș - gazdă al acestei mari reuniuni, care va fi cel de-al XX-lea Congres Mondial al Drumurilor.

Asociația care organizează acest Congres, AIPCR, a fost creată în 1909 și sediul ei este la Paris. În contextul politicilor globale de transport, ea are drept scop să dezvolte cooperarea internațională și să favorizeze progresele în definirea politicilor transportului rutier, conceperea, construcția, amenajarea și întreținerea drumurilor, precum și în exploatarea și gestionarea rețelei rutiere. Astfel, AIPCR organizează congrese mondiale și alte manifes-

tări cu caracter tehnic, creaază comitete tehnice și publică un anumit număr de documente și publicații de specialitate, printre care revista "Routes/Roads".

Tinut odată la 4 ani, Congresul Mondial al AIPCR are ca scop determinarea punctului în care s-a ajuns în privința ansamblului tehnicilor privind drumurile în diferite țări ale lumii.

Programul tehnic al Congresului de la Montreal va cuprinde, pe lângă o expoziție, examinarea rapoartelor prezentate de țările membre, privind problemele specifice, studiul rapoartelor diferitelor comitete permanente și ale grupurilor de lucru ale Asociației, precum și ședințe având ca scop teme propuse de Comitetul organizator.

AIPCR a propus deci, țărilor membre, să pregătească câte un raport național privind temele alese de Asociație. Temele constituie "Problemele comune" ale Congresului de la Montreal. Pentru acest Congres au fost reținute 4 "Probleme comune":

Problema 1: Către o mai bună eficiență a administrațiilor rutiere.

Problema 2: Transport și planificare urbană.

Problema 3: Obținerea calității în lucrările rutiere.

Problema 4: Noi tehnici de ranforsare și de întreținere.

Cele 13 comitete și 3 grupuri de lucru ale AIPCR au stabilit un program de lucru pentru perioada 1992 - 1995, până la Congres. La Congres, rapoartele lor, care vor fi prezentate cu ocazia ședințelor, vor trata următoarele subiecte:

- caracteristicile de suprafață
- schimburile tehnologice și dezvoltare
- drumuri interurbane
- tuneluri rutiere
- gestiunea drumurilor
- drumuri de beton
- drumuri suple
- economie și finanțe
- orașul
- poduri rutiere
- terasamente, drenuri, strat de formă
- securitatea rutieră
- mediul ambiental
- reducerea efectelor catastrofelor naturale
- controlul și gestiunea modernă a circulației
- mizele transportului cu autocamioane



- o întâlnire pe tema Acordului de liber schimb nord-american.

Paralel cu ședințele cu caracter tehnic, o expoziție rutieră cu tema "Inovații și gestiune de vîrf", va reuni experții, întreprinderile și organismele din industria drumurilor. Tot ceea ce ține de concepția, construcția, întreținerea și reabilitarea drumurilor, va fi pus aici în evidență: tehnologii, produse, sisteme, echipamente. Sunt așteptați cca 300 expoziții.

Participanților la Congres li se va oferi un program de vizite tehnice. Va fi o ocazie pentru a vedea mai îndeaproape ce se întreprinde în regiunea Quebec în materie de transport și de a constata, la fața locului, eforturile și reușitele care fac reputația companiilor și experților de aici.

Cel de-al XX-lea Congres Mondial al AIPCR se va desfășura în Palatul Congreselor din Montreal, unul din cele mai avangardiste centre de congrese din lume. Situat în plin centru orașului Montreal, Palatul Congreselor poate primi până la 10000 persoane. Imobilul este legat cu principalii sateliți de telecomunicații, fiind dotat, în același timp, cu sistemul Videotext, care îi dă acces la toate serviciile telematice. O stație de metrou este, de asemenea, integrată edificiului, iar un pasaj subteran îl leagă de mai multe centre comerciale și culturale. Ca un fapt demn de notat, menționăm că Palatul Congreselor este subtraversat de o autostradă, autostrada Ville-Marie, ca și cum ar fi fost predestinat să găzduiască un congres mondial al drumurilor!



Pe lângă ședințele comitetelor, ale grupurilor de lucru și ale grupurilor ad-hoc, Comitetul organizator pregătește 4 ședințe speciale:

- o reuniune a ministrilor, privind securitatea rutieră;
- o ședință dedicată problematicii transportului în marile orașe ale lumii;
- o ședință care va trata oportunitățile în materie de transport în America Latină și în țările în curs de dezvoltare;

Să fii găzduit de Montreal, înseamnă să plonjezi în inima Americii de Nord, în cel de-al treilea oraș francofon din lume (ca importanță); înseamnă să iei contact cu peste 350 ani de istorie, să trăiești în ritmul trepidant al unei metropole cu peste 3 milioane de locuitori, care se mândrește cu mozaicul său cultural, permanent deschis spre lumea întreagă.

Noi tehnici pentru ranforsarea și întreținerea drumurilor

Nouvelles techniques pour le renforcement et l'entretien des routes

Raportor coordonator: Dr. Ing. Mihai Boicu

Rapporteur coordonateur:

Președintele Asociației Profesionale de Drumuri și Poduri
Président de l'Association Professionnelle des Ponts et Chaussées
Președinte Director General al VIACONS S.A.
Président - Directeur Général de VIACONS S.A.

Raportori – Rapporteurs:

ing. Nadia Popescu	– şef depart. VIACONS – chef departement, VIACONS
ing. Petru Ceguș	– director AND – directeur, Administration Nationale des Routes
ing. Paul Crăciunescu	– DRDP Iași – Direction Régionale des Routes et Ponts Iași
ing. Petre Dumitru	– director CESTRIN – directeur, CESTRIN
ing. Mircea Fierbințeanu	– şef serviciu AND – chef depart., Administration Nationale des Routes
ing. Gabriela Giușcă	– cercetător princ. INCERTRANS – chercheur scientifique princ., INCERTRANS
ing. Aidân Ibram	– director DRDP Constanța – directeur Direction Régionale des Routes et Ponts Constanța
ing. Vasile Irimia	– ing. şef DRDP Craiova – ingénieur en chef, Direction Régionale des Routes et Ponts Craiova
ing. Nicolae Nedelcu	– ing. şef DRDP Brașov – ingénieur en chef, Direction Régionale des Routes et Ponts BRAȘOV
ing. Viorel Pau	– director general SOROCAM – directeur général, SOROCAM
ing. Viorel Pârvu	– cercet. princ. INCERTRANS – chercheur scientifique princ., INCERTRANS
ing. Manole Șerbulea	– şef serviciu AND – chef depart., Administration Nationale des Routes
dr. ing. Vasile Strungă	– cercetător princ. INCERTRANS – chercheur scientifique princ., INCERTRANS
dr. ing. Laurențiu Stelea	– dir. gen. adjunct AND – directeur général adjoint, Administration Nationale des Routes
ing. Marius Turcu	– şef secție INCERTRANS – chef de subdivision, INCERTRANS

1. Metode noi de auscultare și evaluare a stării tehnice a drumurilor

1.1. Metode de auscultare existente și limitele lor

România deține o rețea de drumuri publice de 153.014 km din care 14.683 km de drumuri naționale și 138.331 km de drumuri publice de interes local. Din cei 14.683 km de drumuri naționale 13.292 km reprezintă sisteme rutiere cu îmbrăcăminte bituminoasă și 1.156 km sisteme rutiere cu îmbrăcăminte din beton de ciment.

Pentru investigarea acestei rețele de drumuri naționale, Administrația Națională a Drumurilor a desfășurat o activitate continuă pe o perioadă de peste 20 de ani pentru dotarea cu aparatură pentru măsurători pe teren, elaborarea de prescripții tehnice (standarde, normative, instrucțiuni) privind metodologia de măsurare cu aparatelor achiziționate și elaborarea de condiții tehnice pentru parametrii de stare tehnică, pe baza măsurătorilor efectuate.

În tabelul 1.1.1 se prezintă aparatul utilizat în perioada 1968-1991 pentru efectuarea de măsurători pe teren și prescripțiile tehnice respective elaborate în acest scop.

1. Nouvelles méthodes d'auscultation et d'évaluation de l'état technique des routes

1.1. Méthodes d'auscultation existantes et leurs limites

La Roumanie détient un réseau des routes publiques de 153.014 km, dont 14.683 km routes nationales et 138.331 km routes publiques d'intérêt local. Sur les 14.683 km de routes nationales, 13.292 km ont des revêtements bitumineux et 1156 km sont en béton de ciment.

Pour l'auscultation de ce réseau des routes nationales, l'Administration Nationale des Routes a poursuivi un programme continu, pour une période de plus de 20 ans, en vue de se doter avec des équipements de mesure en site, d'élaborer des prescriptions techniques (standards, normes techniques, instructions), adaptés aux nouveaux équipements achetés et de définir les conditions techniques pour les paramètres d'état technique sur les mesures effectuées. Dans le tableau 1.1.1. on présente l'équipement utilisé, durant 1968-1991, pour la réalisation des mesures en site et des prescriptions techniques concernés.

Tabelul 1.1.1.
Tableau

Caracteristici	Echipamentul	Prescripții tehnice elaborate
Deformabilitate Portance	- deflectograf Lacroix cu șasiu scurt - deflectograf Lacroix cu șasiu lung - deflectometru cu pârghie Benkelman - deflectometru cu levier tip Soiltest - déflectographe Lacroix châssis court - déflectographe Lacroix châssis long - déflectomètre à levier Benkelman - déflectomètre à levier Soiltest	Instrucțiuni tehnice departamentale 1980 Instructions techniques départementales
Rugozitate Rugosité	Aparat Pendul Skid Resistance Tester (SRT)	Standard 1972 Le standard 1972
Planeitate Planéité	Aparat Viagraf (concepție românească)	Instrucțiuni tehnice 1980 Instructions techniques 1980

Dotarea cu aparatură, elaborarea instrucțiunilor metodologice și stabilirea condițiilor tehnice respective, au creat condițiile favorabile pentru trecerea la o etapă importantă în acțiunea de investigare a rețelei rutiere și anume realizarea sistemului de Administrare Rutieră Optimizată a Drumurilor cunoscut sub denumirea SARO. Astfel au fost elaborate instrucțiuni tehnice privind determinarea stării tehnice a drumurilor cu îmbrăcămintă bituminoase sau din beton de ciment, în scopul stabilirii lucrărilor de întreținere preventivă și, respectiv, a lucrărilor de readucere, prin reparații, a stării tehnice la nivelul

La dotation avec des équipements, l'élaboration des instructions méthodologiques et la détermination des conditions techniques concernés ont créé les conditions nécessaires pour passer à une étape importante pour l'auscultation du réseau routier, à savoir la réalisation du Système d'Administration Routière Optimisé des Routes, connu sous le nom de SARO. Ainsi, ont été élaborées des instructions techniques pour la détermination de l'état technique des routes avec revêtements bitumineux ou en béton de ciment, ayant comme but la détermination des travaux d'entretien préventif et également, des travaux de

cerut de evoluția traficului. Potrivit acestor instrucțiuni (CD I56-86), evaluarea stării tehnice a drumurilor moderne se caracterizează cu ajutorul următorilor parametri:

- parametrul de portanță a complexului rutier (P);
- parametrul de rugozitate a suprafeței îmbrăcăminții rutiere (Rsrt);
- parametrul de planeitate a suprafeței îmbrăcăminții rutiere (PL);
- parametrul de degradare a îmbrăcăminții rutiere (D).

Pentru primii trei parametri, s-au utilizat echipamentele prezentate în tabelul 1.1.1, iar parametrul de degradare s-a stabilit prin evaluări vizuale.

Măsurătorile se efectuează pe tronsoane omogene, caracterizate prin aceleași date privind:

- anul modernizării drumului sau al efectuării ultimei ranforsări;
- tipul sistemului rutier;
- caracteristicile traficului, stabilit pe baza ultimului recensământ de circulație, exprimat prin intensitatea medie zilnică anuală.

Caracteristicile stării tehnice a drumurilor investigate, se apreciază în mod individual pentru fiecare parametru și în funcție de valoarea indicelui de evaluare a stării tehnice a fiecărui tronson omogen de drum, se adoptă lucrările de întreținere recomandate. În tabelul 1.1.2. se prezintă

reparări, permettant de ramener l'état technique au niveau exigé par l'évolution du traffic. Selon ces instructions (CD 156-86), l'évaluation de l'état technique des routes modernes est caractérisée par les paramètres suivants:

- la portance de la structure routière (P);
- la rugosité de la surface du revêtement (Rsrt);
- la planéité de la surface du revêtement (PL);
- l'état de dégradation du revêtement (D).

Pour les premiers trois paramètres, on utilise les équipements présentés dans le tableau 1.1.1. et pour la dégradation, il est établi par des évaluations visuelles.

Les mesures se font sur des sections homogènes, qui ont les mêmes caractéristiques, concernant :

- l'année de la modernisation ou du dernier renforcement;
- le type de la structure;
- les caractéristiques du traffic, établis selon le dernier recensement de la circulation, exprimés par l'intensité moyenne journalière annuelle.

Les caractéristiques d'état technique des routes auscultées sont évalués d'une manière individuelle pour chaque paramètre et, par rapport à la valeur d'index d'évaluation d'état technique de chaque section homogène de

Tabelul 1.1.2.
Tableau

Stare tehnică Etat technique	Clasa stării tehnice Classe d'état technique	Valorile indicelui de evaluare a stării tehnice Valeurs d'index d'évaluation d'état technique			
		IST portanta	IST degradare	IST planeitate	IST rugozitate
Foarte bună Très bon	A1	> 0	> 0	> -1	> 0
Bună Bon	A2	> 0	> 0	> -1	0 ... -1
	A3	> 0	> 0	> -1	< -1
	A4	0 ... -1	0 ... -1	indiferent	indiferent
Satisfăcătoare Satisfaisant	B	> 0	> 0	-1 ... 1	< 0
Nesatisfăcătoare Insuffisant	C	> -1	0 ... -2	< -2	indiferent
Rea Mauvais	D	< -1	< -2	indiferent	indiferent

valorile indicelui de evaluare a caracteristicii stării tehnice pentru cei patru parametri.

Investigarea rețelei rutiere din România prin măsurători tehnice conform instrucțiunilor SARO a fost aplicată până în anul 1993, pe unele sectoare de drumuri naționale, volumul de măsurători fiind determinat de capacitatea de măsurare a acestor echipamente, volum destul de redus, în special în cazul măsurătorilor de rugozitate și planeitate.

Rezultatele măsurătorilor de capacitate portanță au fost valorificate în proiectarea lucrărilor de ranforsare a drumurilor naționale.

la route, les meilleurs travaux d'entretien sont recommandés. Le tableau 1.1.2. présente les valeurs d'index d'évaluation de l'état technique, pour les quatre paramètres.

L'auscultation du réseau routier de la Roumanie, en utilisant des mesures techniques conformément aux instructions SARO, a été réalisée, jusqu'en 1993, sur quelques secteurs des routes nationales, le volume des mesures étant fixé par la capacité de mesure de ces équipements, un volume assez réduit, en particulier dans le cas des mesures de rugosité et de la planéité.

Les résultats des mesures de capacité portante ont été observés dans la prévision de renforcement des

De asemenea, măsurările de capacitate portantă cu cele patru echipamente menționate în tabelul 1.1.1. au condus la stabilirea, în anul 1989, a unor corelații între rezultatele obținute cu aceste echipamente, prezentate în tabelul 1.1.3.

Aceste corelații au fost revizuite și definitivate în anul 1993 și sunt prezentate în tabelul 1.1.4. Modificările au

routes nationales. De même, les mesures de capacité portante, avec les quatre équipements mentionnés dans le tableau 1.1.1., ont conduit à l'établissement, en 1989, des certaines corrélations entre les résultats obtenus avec ces équipements, qui sont présentés dans le tableau 1.1.3.

Ces corrélations ont été revues et confirmées en 1993 et elles sont présentées dans le tableau 1.1.4. Les

Tabelul 1.1.3.
Tableau

<i>Tip sistem rutier Type de structure</i>	<i>dB (dS)</i>	<i>sB (dL)</i>	<i>dB (dLB)</i>
SNF	0,86 dS + 21	1,00 dL + 27	1,08 dLB + 59
SNB	1,10 dS + 11	1,23 dL + 21	nu prezintă precizări necesare il n'y a pas une précision nécessaire
SNS	1,00 dS + 10	1,00 dL + 13	

Legenda:
 dB - deflexiune cu deflectometru Benkelman
 ds - deflexiune cu deflectometru Soiltest
 dS - deflexiune cu deflectometru Soiltest
 dLB - deflexiune cu deflectograful Lacroix cu șasiu scurt
 Legende:
 dB - déflexion - deflectomètre Benkelman
 dB - déflexion - deflectomètre Soiltest
 dLB - déflexion - deflectographe Lacroix - châssis court
 dL - deflexiunea cu deflectograf Lacroix cu șasiu lung

fost determinate de constatăriile unor erori introduse prin utilizarea corelațiilor de transformare în deflexiuni Benkelman, și pe de altă parte, de faptul că metoda de dimensionare a ranforsării sistemelor rutiere suple se bazează pe deflexiuni măsurate cu deflectograful Lacroix.

modifications ont été faites après qu'on a constaté quelques erreurs, dues à la méthode de transformation des déflexions Benkelman en déflexions Lacroix, dont le renforcement des systèmes routiers souples sont dimensionés.

Tabelul 1.1.4.
Tableau

<i>Echipament Équipement</i>	<i>Sisteme rutiere suple Systèmes routiers souples</i>	<i>Sisteme rutiere rigide Systèmes routiers rigides</i>
Pentru deflectometru Benkelman Déflectomètre Benkelman	$dC = dCB \times 27$	$dC = dCB - 13$
Pentru deflectometru Soiltest Déflectomètre Soiltest	$dC = 0,86 \times dCS - 6$	$dC = dCS - 3$

Legenda:
 dc - deflexiunea caracteristică corespunzătoare deflectografului Lacroix
 dcB - deflexiunea caracteristică corespunzătoare deflectografului cu pârghie Benkelman
 dCS - deflexiunea caracteristică corespunzătoare deflectografului tip Soiltest

Legende:
 dC - déflexion caractéristique correspondant au deflectograph Lacroix
 dCB - déflexion caractéristique correspondant au deflectomètre à levier Benkelman
 dCS - déflexion caractéristique correspondant au deflectomètre Soiltest

1.2. Metode noi de investigare rutieră a stării tehnice

Pentru asigurarea unui program corespunzător de investigare a rețelei rutiere pe bază de măsurători tehnice, Administrația Națională a Drumurilor s-a dotat în anii 1993-1994 cu noi echipamente moderne, performante și anume:

- deflectometru cu greutate în cădere (FWD) pentru măsurarea capacitatii portante;

1.2. Nouvelles méthodes d'auscultation routière d'état technique

Pour la mise en place d'un programme approprié d'auscultation du réseau routier, basé sur des mesures techniques, l'Administration Nationale des Routes s'est dotée, en 1993-1994, avec des équipements neufs, modernes, performants, à savoir:

- le deflectomètre à poids tombant (FWD), pour mesurer la capacité portante ;

- analizor de profil în lung (APL cu două remorci de măsurare) pentru determinarea planeității suprafeței îmbrăcămintii rutiere;
- mașina pentru măsurarea rugozității (din mers);
- echipament pentru evaluarea indicelui de capacitate portantă.

Această acțiune marchează o nouă etapă în istoria investigării sistemelor rutiere din România, etapă care implică aplicarea unor programe ample de măsurători.

Datele celor patru parametri de stare menținute și în noua metodă; deflexiune, rugozitate, planeitate și degradare, datorită randamentului de măsurare pot fi ținute la zi, actualizate în baza de date tehnice, oferind o imagine reală de evoluție a stării rețelei de drumuri.

Pentru realizarea obiectivelor strategiei administrației pentru asigurarea unei gestionări eficiente a rețelei de drumuri cu fonduri financiare reduse mult față de necesitate, noile metode de investigare cu cele patru echipamente moderne de mare randament vor permite să se obțină:

- elaborarea unui program de prioritate stabilit pe criterii de stare tehnică și criterii economice;
- stabilirea indicelui global de stare a drumurilor și modul său de evoluție;
- intervenții imediate în sectoarele cele mai solicitate sau degradate;
- protejarea prin metode preventive a rețelei de drumuri cu stare bună prin tehnologii de conservare structurală sau de suprafață de rulare.

1.3. Realizări specifice românești

Echipamentul DIEG este destinat colectării în regim dinamic a datelor ce caracterizează traiectoria în plan orizontal și în profil longitudinal a unei căi rutiere; este un sistem complex de măsurare capabil de a sesiza instantaneu înclinarea longitudinală și transversală a unui mobil față de planul orizontal, deviația unghiulară a axei longitudinale a mobilului în plan orizontal față de o direcție de referință, și de a le memora echidistant metric pe un microcalculator.

Prelucrarea datelor achiziționate se poate face imediat în teren, sau în birou, folosind programul informatic ADRIS (analiza datelor rutiere și interpretare statistică); rezultatele finale pot fi vizualizate pe ecranul monitorului sau listate după cum urmează:

- pentru traseul în plan (conform figurii 1.3.2) se determină lungimea reală cu o abatere de maxim +/- 0,3% și elementele axei drumului, respectiv aliniamente și curbe, poziția kilometrică inițială și finală, calculul lungimii, a razelor de curbură și sens, unghi la vârf, panta medie transversală, viteza critică și distanța de vizibilitate acolo unde este cazul; pentru razele curbelor abaterea poate fi maximum +/- 5-6%;
- pentru profilul longitudinal (conform figurii 1.3.3) se determină zonele omogene, pante, rampe, paliere, poziția

- l'analyseur de profil en long (APL, avec deux remorques monoroues) pour déterminer la planéité de la surface du revêtement routier ;
- véhicule de mesurer la rugosité (en parcours) ;
- équipement pour l'évaluation de l'index de la capacité portante.

Cette action en marque une nouvelle étape dans l'histoire d'auscultation des systèmes routiers en Roumanie, étape qui implique l'application des vastes programmes de mesures.

Les données pour les quatre paramètres d'état (déflexion, rugosité, planéité et dégradation) sont maintenues aussi dans la nouvelle méthode. Grâce à leur rendement, elles peuvent être tenus à jour et actualisées dans une banque de données, offrant ainsi une image réelle sur l'évolution de l'état technique du réseau routier.

Pour aboutir aux objectifs de la stratégie d'assurer une gestion efficace du réseau routier avec des fonds financiers minimales, les nouvelles méthodes d'auscultation, avec leurs quatre équipements modernes, devraient permettre à obtenir:

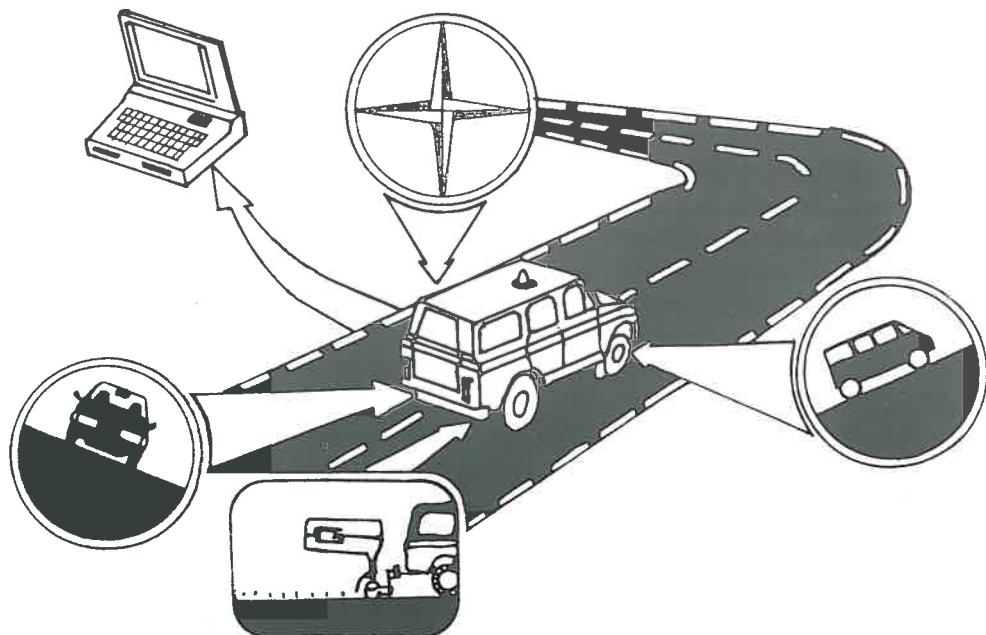
- l'élaboration d'un programme de priorités, établi sur des critères d'état technique et économiques;
- l'établissement d'un index global d'état des routes et de son évolution;
- des interventions immédiates dans les secteurs les plus sollicités ou dégradés;
- une entretien preventif des routes en bon état, en conservant l'état de la structure ou de la surface de roulement.

1.3. Réalisations spécifiques roumaines

L'équipement DIEG est conçu pour collecter, en régime dynamique, les données caractéristiques du tracé, en plan horizontal et en profil longitudinal ; c'est un système complexe de mesure, capable de saisir instantanément, l'inclinaison longitudinale et transversale d'un mobile, par rapport à un plan horizontal, la déviation angulaire de l'axe longitudinale d'un mobile en plan horizontale, par rapport à une direction de référence, et de le stocker sur un microordinateur.

L'interprétation des données obtenus peut être faite, soit immédiatement, en site, soit au bureau, en utilisant le programme informatique ADRIS (analyse des données routières et interprétation statistique) ; les résultats finaux peuvent être visualisés sur l'écran du moniteur, ou bien listés, comme suit :

- pour le tracé en plan (fig. 1.3.2.), on détermine la longueur réelle, avec un écart de maximum +/- 0,3%, ainsi que les éléments de l'axe de la route, soit les alignements et les courbes, les positions kilométriques initiales et finales, le calcul de la longueur, les rayons, le sens et les angles des courbes, la pente moyenne transversale, la vitesse critique et la distance de visibilité,



kilometrică initială și finală a acestora, lungimea și declivitatea medie cu o abatere ce nu depășește +/- 0,3%, raccordările razei de curbură cu o abatere de maxim +/- 5-8%.

1.4. Estimarea eficienței noilor metode de investigare

Având în vedere stadiul de implementare-exploatare al noilor metode de investigare, precum și lipsa unei evaluări financiare concrete a metodelor anterioare, nu se poate stabili corect diferența de preț între metodele clasice și metodele noi. Eficiența noilor metode de investigare se va stabili în cadrul programului de

si c'est nécessaire; pour les rayons de courbure, l'écart est de maximum +/- 5-6%.

- en profil longitudinal (fig. 1.3.3.), on détermine les zones homogènes, les pentes, les rampes, les paliers, leur position kilométriques initiale et finale, la longueur et la déclivité moyenne, avec un écart ne dépassant pas +/- 0,3% et les raccordements des rayons de courbure, avec un écart de maximum +/- 5-8%.

1.4. Estimation de l'efficacité des nouvelles méthodes d'auscultation

Étant donné le degré d'implementation et d'exploitation des nouvelles méthodes d'auscultation, ainsi que

	Pozitie initială Position initiale	Pozitie finală Position finale	Elemente de plan Elements de plan	Lungime Länge (m)	Rază Rayon	Unghi la vârf Angle au sommet	Panta transversală Pente transversale %	Viteză critică Vitesse critique (km/h)	Vizibilitate Visibilité (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+000	+9	Arc de cercle	8	-18	-18	-2.5	14		
+9	+39	Transition	30						
+39	+97	Alignement	18						
+97	+112	Arc de cercle	55						
+112	+175	Transition	63	101	129	3.1	35	63	
+175	+230	Arc de cercle	55						
+230	+252	Alignement	22						
+252	+272	Transition	20						
+272	+357	Arc de cercle	85	-112	141	-3.6	39	60	
+357	+977	Transition	20						
+977	+411	Alignement	34						
+411	+451	Transition	40						
+451	+535	Arc de cercle	84	32	-7	4.9	24	32	
+535	+575	Transition	40						
+575	+647	Alignement	72						
+647	+692	Transition	45						
+692	+734	Arc de cercle	42	105	149	1.9	28	58	
+734	+779	Transition	45						
+779	+806	Alignement	27						
+806	+846	Transition	40						
+846	+904	Arc de cercle	58	-33	43	-4.8	25		
+904	+944	Transition	40						
+944	+985	Alignement	41						

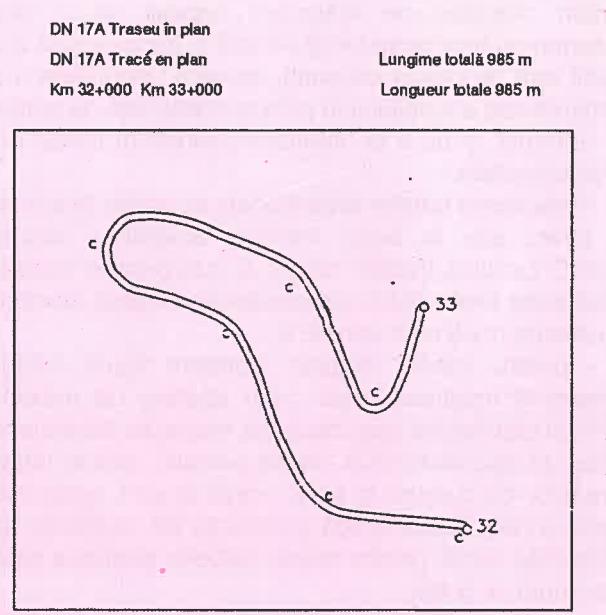
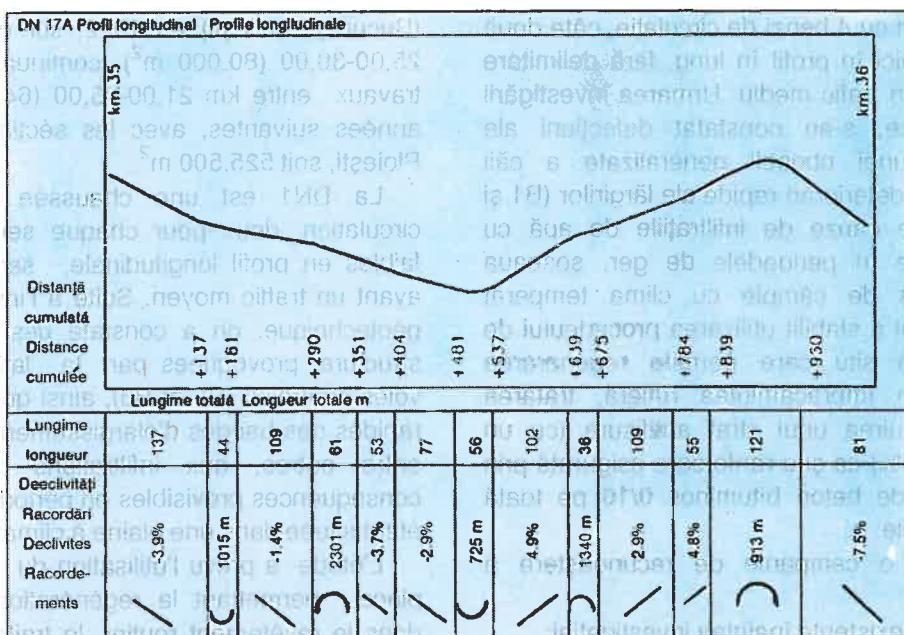


Fig. 1.3.2.



dimensionare a rănforsărilor structurilor de drumuri, pe aplicarea acestora în corelație directă cu metoda actuală utilizată la proiectare.

Măsurările efectuate până în prezent cu hoiile metode au condus la stabilirea unor grosimi pentru structurile de rănforsare corespunzătoare stării reale structurale, la eliminarea supradimensionărilor, cu efectele economice corespunzătoare.

O evaluare preliminară a costurilor de exploatare a echipamentelor de investigare s-a stabilit în intervalul 25-75 USD/km pentru fiecare echipament. Evaluarea costului pe km investigat a fost stabilită în condițiile specifice ale utilizării echipamentelor noi, fără consumuri de piese de schimb etc. și al activităților pentru stabilirea metodologiilor de utilizare a fiecărui echipament.

Rezultatele obținute confirmă că metodele noi aplicate cu ajutorul echipamentelor de mare randament, vor asigura o investigație corectă și permanentă, care va conduce la gestionarea optimă a rețelei de drumuri naționale pe bază de criterii științifice.

l'absence d'une évaluation financière concrète des méthodes antérieures, une comparaison entre les dépenses nécessaires pour les deux méthodes n'est pas possible. L'efficacité des nouvelles méthodes d'auscultation sera établie dans le cadre du programme de dimensionner les renforcements des structures routières, où les nouvelles méthodes s'appliquent parallèlement avec les méthodes classiques, utilisées dans les études.

Les mesures effectuées jusqu'à présent avec les nouvelles méthodes ont conduit à l'établissement des certaines épaisseurs pour les structures de renforcement, selon l'état structurel réel, ont éliminé les surdimensionnements, ainsi que leurs incidences économiques.

Une évaluation préliminaire des coûts d'exploitation des équipements d'auscultation a été établie entre 25-75 \$/km pour chacun. L'évaluation du coût sur km ausculté a été établie dans les conditions spécifiques d'utilisation du matériel neuf, sans consommation de pièces de rechange et dans le cadre d'une étude des modalités d'utilisation de chaque équipement.

Les résultats obtenus confirment que les nouvelles méthodes appliquées à l'aide des équipements à grand rendement, assureront une auscultation correcte et permanente, qui va conduire à une gestion optimale du réseau routier national, basée par des critères scientifiques.

2. Tehnici, materiale, utilaje și procedee noi pentru rănforsarea și întreținerea drumurilor

2.1. Drumuri cu trafic mediu și greu

2.1.1. Reciclare la rece in situ

Această tehnică, s-a aplicat pentru prima oară în România pe Drumul Național nr. 1 (București-Ploiești) în 1992 pe un tronson cuprins între km 25,00-30,00 (80.000 m²) continuând cu lucrările din 1993 între km 21,00-25,00 (64.000 m²) iar în anii viitori urmând pe restul tronsoanelor până la Ploiești (525.000 m²).

Techniques, matériaux, matériels et nouveaux procédés pour le renforcement et l'entretien des routes

2.1. Chaussées a traffic moyen et lourd

2.1.1. Recyclage à froid sur place

Cette technique a été appliquée pour la première fois en Roumanie sur la Route Nationale (DN) no. 1

DN 1 este un drum cu 4 benzi de circulație, cîte două pe sens, cu pante mici în profil în lung, fără delimitare centrală, suportând un trafic mediu. Urmarea investigației vizuale și geotehnice, s-au constatat defecțiuni ale structurii, datorate unei obosele generalizate a căii centrale (B2 și B3) și deteriorări rapide ale lărgirilor (B1 și B4) legate între altele cauze de infiltrării de apă cu consecințe previzibile în perioadele de ger, șoseaua situându-se în zona de câmpie cu clima temperată continentală. Proiectul a stabilit utilizarea procedeului de reciclare la rece in situ care permite regenerarea bitumului existent în îmbrăcămintea rutieră, tratarea interfețelor și constituirea unui strat antifisură (cu un volum de goluri de 15%) ca și o ranforsare asigurată prin aplicarea unui strat de beton bituminos 0/16 pe toată lățimea părții carosabile.

S-a procedat la o campanie de recunoaștere a drumului, axată pe:

a). Analiza datelor existente înaintea investigației:

- Istoricele șoselei
- Trafic: evoluția trecută, date actuale, previziuni.

b). Analiza completă a corpului șoselei:

- Recunoașterea vizuală a defecțiunilor
- Carotaj sistematic la fiecare 300 m, pe fiecare bandă (șoseaua este puternic heterogenă), cu descrierea straturilor, grosimilor, stării (coezione), interfețelor lipite sau nu și identificare:

* Densitate, compactare

* Granulometria fracțiunii minerale

* Conținut de bitum

* Caracteristicile bitumului: penetrație, temperatură de îmbătrânire, analiza compozitiei.

- Măsurarea deflexiunilor (Deflectograful Lacroix) pe fiecare bandă și stabilirea sectoarelor omogene.

Proiectul s-a bazat pe recunoașterea geotehnică, ce a avut ca scop:

- stabilirea de secțiuni omogene, determinând parametrii constanți corespunzători fiecărei, și anume:

* profunzimea tratamentului

* tipul, natura și dozajul în liantă de apor

- definirea unui tratament apropiat fiecărei secțiuni dacă acestea diferă între ele.

În urma analizării tuturor acestor date proiectul a stabilit utilizarea tehnicii de reciclare la rece in situ pe toată suprafața șoselei, stabilind următorii parametri:

* Îmbrăcămintea frezată și retratată pe grosimi variabile

* Folosirea unei emulsii cationice cu rupere lentă conținând 60% bitum, dozată la 2,5% în greutate, față de materialul frezat uscat.

* Apa de apor: 1,5% în greutate în raport cu materialul frezat uscat.

* Criblura de apor sort 8/16 dozată la 15% în greutate în raport cu materialul uscat.

* Stabilirea grosimii de retratat pe fiecare secțiune omogenă (6, 8, 10 sau 12 cm).

(București-Ploiești) en 1992, sur une section entre km 25,00-30,00 (80.000 m²), continuant en 1993 avec les travaux entre km 21,00-25,00 (64.000 m²) et dans les années suivantes, avec les sections restantes jusqu'à Ploiești, soit 525.500 m².

La DN1 est une chaussée à quatre voies de circulation, deux pour chaque sens, avec des pentes faibles en profil longitudinal, sans terre-plein central, ayant un traffic moyen. Suite à l'investigation visuelle et géotechnique, on a constaté des dégradations de la structure, provoquées par la fatigue généralisée des voies centrales (B2 et B3), ainsi que des détériorations rapides des bandes d'élargissement (B1 et B4) causées, entre autres, aux infiltrations de l'eau, avec les conséquences prévisibles en période de gel, la chaussée étant située dans une plaine à climat tempéré continental.

L'étude a prévu l'utilisation du recyclage à froid, sur place, permettant la régénération du bitume existant dans le revêtement routier, le traitement des interfaces, la constitution d'une couche antifissure (avec 15% de vides), ainsi que le renforcement de la structure, assuré par l'application d'une couche de béton bitumineux 0/16 sur toute la largeur de la chaussée.

On a fait une reconnaissance de la chaussée, basée sur:

a) L'analyse des données existantes avant l'investigation:

- l'historique de la chaussée;
- l'évolution du traffic (antérieure, actuelle, prévisions).

b) L'analyse complète du corps de la chaussée:

- reconnaissance visuelle des dégradations;
- carottage systématique, tous les 300 m, sur chaque bande (la chaussée est très hétérogène), avec la description des couches, des épaisseurs, de l'état (cohésion), des interfaces collés ou non et identification des :

* densité, compacité;

* granulométrie de la fraction minérale;

* teneur en bitume;

* caractéristiques du bitume: pénétration, température de réamollissement, composition chimique;

- la mesure des déflexions (au déflectographe Lacroix) sur chaque bande et la détermination des secteurs homogènes.

L'étude s'est basé sur la reconnaissance géotechnique, qui a eu comme but:

- l'établissement des secteurs homogènes, caractérisés par des paramètres constants, à savoir:

* la profondeur du traitement;

* le type, la nature et le dosage du liant d'apport;

- la définition d'un traitement approprié pour chaque section, si ceux-ci présentent des différences.

Suite à l'analyse des toutes ces données, l'étude a prévu l'utilisation de la technique de recyclage à froid sur place, sur l'entièvre surface de la chaussée, en déterminant les paramètres suivants:

2.1.1.1. Descrierea sumară a tehniciilor folosite:

- Răspândirea criblului de aport cu ajutorul unui răspânditor înaintea autotrenului de retratare.

- Frezarea la rece cu ajutorul unei freze de tip CAT 750 CP pe adâncimile stabilite în proiect.

- Retratarea materialului frezat cu ajutorul unei emulsii special adaptate și cu apă de aport, apoi malaxarea materialului frezat pe loc cu aceeași mașină; dozajele sunt asigurate prin pompele de serviciu ale frezei.

- Amorsarea stratului superior cu emulsie bituminoasă R 65 dosată la $0,6 \text{ kg/m}^2$.

- Reașternerea materialului tratat, cu ajutorul unui răspânditor de mixtură cu precompactare.

- Compactarea cu ajutorul unui compactor vibrant plasat în față, urmat de un compactor pe pneuri, conform planșei de compactare stabilită pe loc pentru fiecare adâncime de frezare.

- Aplicarea unui tratament bituminos simplu de protecție pentru o perioadă de 15 zile.

- La sfârșitul zilei tronsonul se va da în circulație.

S-a procedat la controlul calității materialelor, la receptia acestora (bitum 80/120, aggregate) și a fabricației celor două tipuri de emulsie bituminoasă în uzina de emulsie proprie.

Lucrarea se încheie prin execuția unui strat de beton bituminos 0/16 și amenajarea acostamentelor și a scurgerii apelor.

Aplicarea procedeului de reciclare la rece in situ are un cost cu 30% mai redus față de așternerea pe aceeași suprafață a unui covor de mixtură la cald de 7 cm grosime, aceasta datorită reducerii consumului de materiale și a transportului acestora.

În afară de eficiența economică, trebuie menționat și efectul ecologic al reciclierii la rece, eliminându-se poluarea prin fum, praf, gaze, specifice fabricării și aplicării mixturilor asfaltice la cald.

2.1.2. Bitum modificat

Începând cu anul 1992, datorită creșterii importante a traficului pe drumurile naționale, în special a traficului greu, Administrația Națională a Drumurilor din România a trecut la experimentarea bitumului modificat cu polimeri. Scopul urmărit a fost acela de a îmbunătăți calitatea bitumurilor produse în România, respectiv a performanțelor acestora la temperaturi ridicate și temperaturi scăzute, concomitent cu creșterea rezistenței la îmbătrânire și adezivității.

2.1.2.1. Domeniile de aplicare

Domeniile de aplicare ce se au în vedere sunt: îmbrăcămințile pe calea podurilor, strat de uzură pe drumurile cu trafic greu și intens, tratamente bituminoase pe drumurile cu trafic intens.

În acest scop, în perioada 1992-1993 s-au executat primele sectoare experimentale și anume îmbrăcăminte

* revêtement fraisé et retraité sur des épaisseurs variables;

* l'utilisation d'une émulsion cationique à rupture lente, à 60% bitume dosée au 2,5% en poids par rapport aux fraisats secs;

* eau d'apport: 1,5% en poids par rapport aux fraisats secs;

* gravillon d'apport type 8/16, dosé à 15% en poids par rapport au matériau sec;

* l'établissement de l'épaisseur de retraitement, sur chaque section homogène (6, 8, 10 ou 12 cm).

2.1.1.1. Description sommaire des techniques utilisées :

- Répandage mécanique du gravillon d'apport, avec une répanduse, placée avant le train de retraitement;

- Fraisage à froid, avec une fraise type CAT 750 CP, sur les profondeurs établies par l'étude;

- Retraitement du fraisat, à l'aide d'une émulsion spécialement adaptée et d'eau d'apport, puis le malaxage du fraisat sur place, avec le même engin; les dosages sont assurés par les pompes montées sur la fraise;

- Amorsage de la couche supérieure à l'émulsion de bitume R65, dosée à $0,6 \text{ kg/m}^2$;

- Répandage du matériau traité, à l'aide d'un finisseur assurant le précompactage;

- Compactage à l'aide d'un compacter vibrant, suivi par un compacter à pneus, selon la planche d'essai de compactage, réalisée sur place pour chaque profondeur de fraisage;

- Application d'un enduit bitumineux superficiel, monocouche, pour une protection durant 15 jours;

- A la fin de la journée, le secteur sera rendu en circulation.

Le contrôle de la qualité des constituants est fait à la réception de ceux-ci (bitume 80/120, granulats) et lors de la fabrication, pour les deux emulsions de bitume.

Le travail est fini par l'exécution d'une couche en béton bitumineux 0/16 et par l'aménagement des accotements et des écoulements d'eau.

L'application du procédé de recyclage à froid sur place est moins chère de 30%, par rapport au répandage sur la même surface d'une couche d'enrobés à chaud, de 7 cm d'épaisseur, à cause des économies de matériaux et des frais de transport qui en dérivent.

En dehors de l'intérêt économique, il y a aussi l'intérêt écologique du recyclage à froid, qui élimine la pollution par fumée, poussière et gaz, résultant de la fabrication et le repandage d'enrobés à chaud.

2.1.2. Bitume modifié

A partir de l'année 1992, suite à une puissante croissance du traffic sur les routes nationales, en particulier du traffic lourd, l'Administration Nationale des Routes de la Roumanie fait des expériences avec un bitume modifié à des polymères. Le but est d'améliorer la

bituminoasă pe unul din viaductele podului Giurgeni-Vadu Oii și strat de uzură pe DN1 Predeal-Brașov, iar în anul 1993 s-a realizat îmbrăcămintea pe calea podului peste Dunăre, la Giurgeni-Vadu Oii, pod cu suprastructura alcătuită dintr-o grindă continuă metalică cu secțiune casetată, platelaj de tip ortotrop; podul propriu-zis are lungimea de 720 m și căte două viaducte de acces pe fiecare mal, în lungime de 368 m.

2.1.2.2. Tipuri de polimeri

Înănd seama de condițiile de climă din România, cu temperaturi foarte scăzute în timpul iernii și ridicate în timpul verii, cu cicluri dese de îngheț-dezgheț, precum și de comportarea în exploatare a mixturilor asfaltice, tronsoanele experimentale s-au realizat cu polimeri din import tip stiren-butadien-stiren, sub formă de pudră cu un conținut în stiren de 31%, și sub formă de granule cu un conținut de stiren de 22%. S-a constatat o compatibilitate mai bună a bitumurilor românești cu polimerul sub formă de pudră, ceea ce a determinat ca îmbrăcămintea pe calea podului Giurgeni-Vadu Oii să se realizeze cu polimer SBS pudră.

De asemenea, cercetările efectuate de către institutul de specialitate au condus la realizarea, în fază pilot, a unui modificador românesc, respectiv un sistem polimeric ternar conținând un material termoplastice, un elastomer și un agent de reticulare parțială a elastomerului, care este în curs de experimentare.

2.1.2.3. Bitumul de bază și proporția de polimer în bitum

S-au studiat bitumuri neparafinoase provenite de la rafinăriile Astra și Crișana, de penetrație 80/100 și 100/120, caracterizate prin punct de rupere Fraass sub -20 grade Celsius și conținut de asfaltene cuprins între 10-20%.

Conținutul în polimer a variat în funcție de domeniul de aplicare al bitumului modificat și de tipul de polimer. În cazul polimerului SBS, conținutul de polimer a fost de 3-4% pentru stratul de uzură și de 6% pentru îmbrăcămintea pe calea podului. Pentru modificadorul românesc conținutul optim de polimer, pentru strat de uzură este de 6%.

2.1.2.4. Tehnologia de modificare a bitumului

Primele testări au constat în introducerea polimerului SBS direct în malaxorul stației de preparare a mixturii asfaltice, dar rezultatele au fost nesatisfăcătoare din punct de vedere al realizării unei dispersii omogene și a unui conținut constant de polimer.

Din acest motiv s-a adoptat tehnologia de prefabricare a bitumului modificat, în două tipuri de instalații românești:

- o instalație care are în principal un malaxor cu agitator orizontal cu pale elicoidale, cu manta de încălzire cu ulei. Durata de amestecare a celor doi componente este de 3-4 ore;
- o instalație cu omogenizator vertical, în care amestecul bitum-polimer se realizează prin omogenizare forțată de către două inele concentrice cu o rețea foarte

qualité des bitumes fabriqués en Roumanie, à savoir les performances de ceux-ci aux températures élevées et basses, et en même temps d'augmenter leur résistance au vieillissement et l'adhésivité.

2.1.2.1. Domaines d'emploi

Les domaines d'emploi envisagés sont: les revêtements sur les voies des ponts, les routes à traffic lourd et intense, les enduits superficiels sur les routes à traffic lourd.

Pour cela, en 1992-1993 ont été exécutées les premières planches expérimentales, à savoir un revêtement bitumineux sur un des viaducs du pont Giurgeni-Vadu Oii, une couche de roulement sur la DN1 Predeal-Brașov et, en 1993, un revêtement sur la voie du pont sur le Danube de Giurgeni-Vadu Oii. La superstructure du pont est composée d'une poutre continue métallique, à section en caisson, platelage type orthotrope; le pont a 720 m de longueur et des viaducs d'accès sur chaque rive, de 368 m.

2.1.2.2. Types de polymères

Étant donné les conditions climatiques de la Roumanie, avec des températures assez basses durant l'hiver et bien élevées durant l'été, à cycles fréquents de gel-dégel, et étant donné également, le comportement en service des enrobés bitumineux, les planches expérimentales ont été réalisées avec des polymères d'importation de type styrene-butadiene-styrene, en poudre, avec une teneur en styrène de 31% ou granulés, avec une teneur en styrène de 22%. On a constaté une bonne compatibilité des bitumes roumains avec le polymère en poudre, d'où la réalisation du revêtement de la voie du pont de Giurgeni-Vadu Oii avec le polymère SBS en poudre.

Par ailleurs, les recherches effectuées par les instituts spécialisés ont conduit à la mise à point, à titre pilote, d'un modificateur roumain, ayant un système polymérique ternaire, contenant un matériau thermo-plastique, un élastomère et un agent de reticulation partielle de l'élastomère, qui est en cours de testage.

2.1.2.3. Le bitume de base et la proportion de polymère dans le bitume

On a étudié des bitumes nonparaffinés, provenant des Raffineries Astra et Crișana, de pénétration 80/100 et 100/120, caractérisés par un point de rupture Fraass moins de -20°C et une teneur en asphaltènes entre 10-20%.

Le teneur en polymère a varié en fonction du domaine d'application du bitume modifié et du type de polymère. Pour le SBS, le teneur en polymère a été de 3-4% pour la couche de roulement et de 6% pour le revêtement de la voie du pont. Pour le modificateur roumain, le teneur optimale en polymère est de 6%, pour les couches de roulement.

densă de caneluri. Cele două inele lucrează după principiul rotor-stator. Durata de amestecare a celor doi compoziți este de 1,5 ore. În fig.2.1.2.1 se prezintă schema acestei instalații.

Referitor la transportul și depozitarea bitumului modificat, deoarece stabilitatea la depozitare a bitumurilor românești modificate cu polimer SBS este scăzută, determinată de structura bitumurilor (conținut ridicat de asfaltene), transportul trebuie să se realizeze în

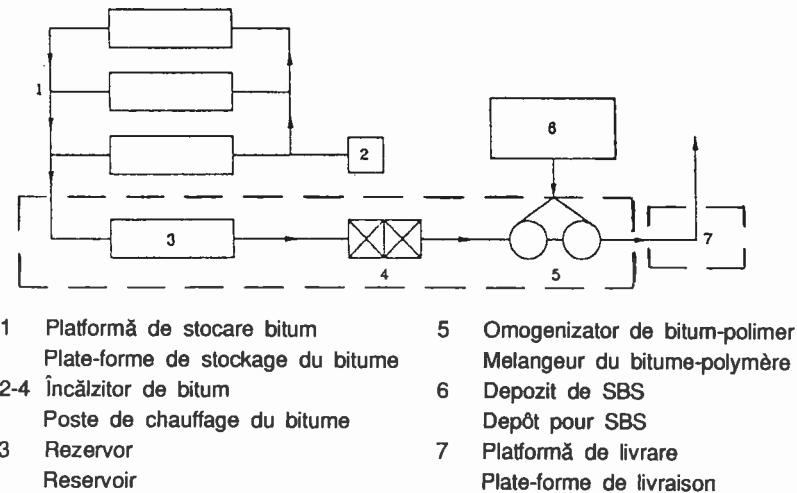


Fig. 2.1.2.1.

transportoare dotate cu agitatoare pentru amestecarea lentă a produsului, iar stocarea în tancuri de bitum, amenajate cu sisteme de recirculare și de amestecare permanentă, pentru a nu se produce separarea fazelor bitum-polimer.

2.1.2.5. Caracteristicile bitumului modificat

Primele concluzii, rezultate pe bitumurile românești modificate cu polimer SBS, din studiile de laborator și din experimentările executate în anii 1992-1993, evidențiază următoarele:

- referitor la încercările standard, se constată scăderea penetrației cu 30-40% în funcție de conținutul de polimer (fig.2.1.2.2) însotită de creșterea punctului de înmuiere I.B cu 58-80% (fig.2.1.2.3)

- bitumul modificat atestă proprietăți elastice importante: recuperarea elastică (conform metodei germane TL-PmB) de 82-86% și ductilitate la temperaturi scăzute (13 grade C) de 82-115 cm., față de 2-3% și, respectiv, 10-15 cm. în cazul bitumului nemodificat.

Efecte similare s-au constatat și în cazul modificadorului românesc (sistemul polimeric ternar) și anume:

- scăderea penetrației cu 40-50% și creșterea punctului de înmuiere cu 50-60%;

- proprietăți elastice bune: recuperare elastică la 10 grade Celsius de 70-75% și ductilitate la 10 grade Celsius de 60 cm. (față de 5 cm. pentru bitumul nemodificat).

Aceste rezultate au condus la elaborarea de către Administrația Națională a Drumurilor a unui program de

2.1.2.4. La technologie de modification du bitume

Dans les premiers tests, le polymère SBS a été introduit directement dans le malaxeur de la centrale d'enrobage, mais les résultats n'ont pas été satisfaisants, parce que la dispersion n'a pas été homogène et le teneur en polymère n'a pas été constant. C'est pourquoi on a adopté la technologie de préfabriquer le bitume modifié, dans deux types d'installations roumaines:

- une installation comprenant, en principe, un malaxeur et un agitateur horizontal à pales hélicoïdales, avec un manteau de chauffage à l'huile. Le temps de malaxage des deux constituants est de 3-4 heures;

- une installation à mélangeur vertical, où le mélange bitume-polymère est réalisé par homogénéisation forcée entre les deux anneaux concentriques, avec un réseau très dense de cannelures. Les deux anneaux travaillent sur le principe roteur-stator. La durée de malaxage de ces deux constituants est de 1,5 heures. La figure 2.1.2.1. présente le schéma de cette installation.

Suite à la faible stabilité au stockage des bitumes roumains modifiés avec le polymère SBS, causée à la structure des bitumes (teneur élevée en asphaltènes), le transport doit être réalisé en transporteurs dotés d'agitateurs pour le mélange lent du produit et le stockage, en réservoirs de bitume, aménagés avec des systèmes de recirculation et d'agitation permanente, pour éviter la séparation des phases bitume-polymère.

2.1.2.5. Caractéristiques du bitume modifié

Les premières conclusions sur les bitumes roumains modifiés avec le polymère SBS, obtenus par des études de laboratoire et des tests exécutés en 1992-1993, sont les suivantes :

- sur les essais standard, on a constaté l'affaiblissement de la pénétration, de 30-40%, en fonction du teneur en polymère (fig. 2.1.2.1), accompagné de l'acquisition du point de réamollissement B.A, de 58-80% (fig. 2.1.2.3);

extindere a utilizării bitumului modificat la lucrări de ranforsare a drumurilor naționale importante, în care scop au fost întocmite "Recomandări tehnice" cu caracteristicile bitumului modificat și a betonului asfaltic cu bitum modificat destinat execuției stratului de uzură.

2.1.3. Drenarea structurilor rutiere

Variatiile hidrice ale patului drumului și ale straturilor structurilor rutiere constituie o cauză importantă a degradării acestora. De pe acostamente, apa se poate deplasa până la 1,5-2,5 m spre axa drumului, slăbind marginile părții carosabile. Execuțarea, lângă îmbrăcămintea, de o parte și de alta, a ecranelor drenante de margine (fig. 2.1.3.1) conduce la reducerea înălțimii drenurilor, putându-se obține mai ușor o anumită denivelare a curbei de drenare a apei și tot odată scurtarea drumului parcurs de apă. Apa ajunge repede la dren, evitându-se cantonarea ei pe interfețele dintre straturi. Prefabricatul drenant din fig. 2.1.3.1. formează două drenuri: unul spre structura rutieră și altul spre acostament. Această alcătuire constructivă determină creșterea duratei de exploatare a structurilor rutiere, îmbunătățește viabilitatea lor, mai ales în perioadele umede și iarna, când se pot reduce sau anula barierelor de dezgheț.

Până în prezent s-au realizat prefabricatul drenant din fig. 2.1.3.1. și circa 6 km ecrane drenante și ecrane capilare.

- le bitume modifié a des propriétés élastiques importants: le retour élastique (selon la méthode allemande TL-PmB), de 82-86% et la ductilité aux températures basses (13°C) de 82-115 cm, par rapport à 2-3% et respectivement, 10-15 cm, pour le bitume non-modifié.

Des effets similaires ont été constatés dans le cas du modificateur roumain (le système polymérique ternaire), à savoir:

- l'affaiblissement de la pénétration de 40-50% et l'augmentation du point de réamollissement de 50-60%;

- des bonnes propriétés élastiques: le retour élastique à 10°C, de 70-75% et la ductilité à 10°C, de 60 cm (par rapport à 5 cm pour le bitume sans polymère).

Ces résultats ont conduit à l'éllaboration, par l'Administration Nationale des Routes, d'un programme d'extension de l'utilisation du bitume modifié, aux travaux de renforcement des principales routes nationales; pour cela, ils ont été élaborées des "Recommandations techniques" concernant les caractéristiques du bitume modifié et du béton bitumineux à bitume modifié, destinées à l'exécution de la couche de roulement.

2.1.3. Le drainage des structures routières

Les variations hydrologiques du fonds de forme de la chaussée et des couches des structures routières se sont une cause importante de dégradation, parce que l'eau peut s'infiltrer, des accotements jusqu'à 1,5-2,5 m vers l'axe de la route, affaiblissant les extrémités de la

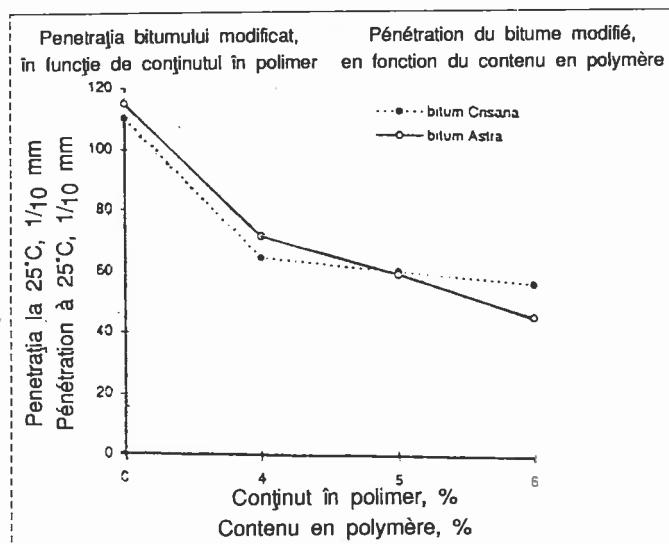


Fig. 2.1.2.2

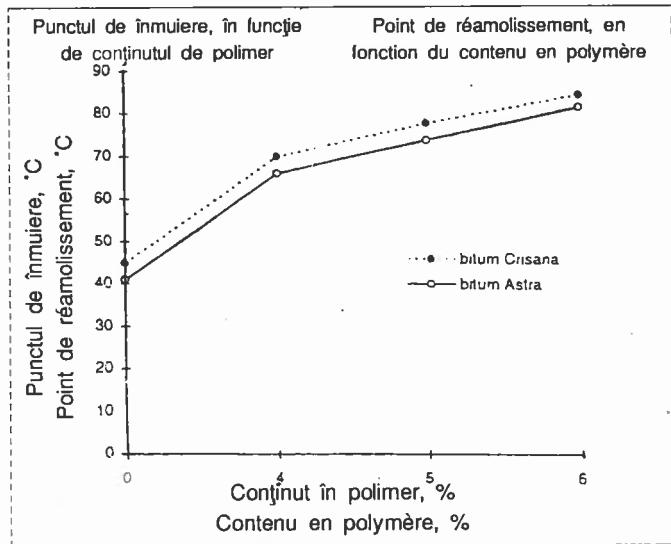


Fig. 2.1.2.3

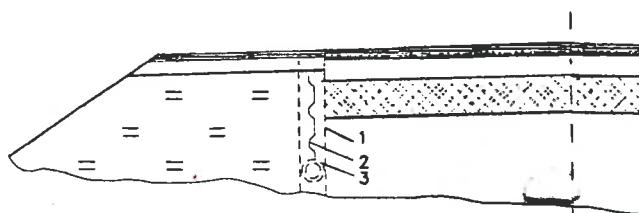
2.1.4. Ranforsarea cu geotextile

Ranforsarea prin interpunerea unui geotextil subțire, impregnat cu bitum, între îmbrăcămintea rutieră fisurată din beton de ciment sau bituminoasă existentă și stratul bituminos de ranforsare. În acest scop a fost realizat geotextilul românesc, cu masa de 170 g/m^2 , din fibre de

chaussée. L'exécution, à coté du revêtement, d'une part et de l'autre, d'ecrains drainants latérales (fig. 2.1.3.1.), conduit à réduire l'hauteur des drains, permettant l'obtention plus facile d'une certaine pente des courbes de drainage et, en même temps, un parcours plus court de l'eau. Ainsi l'eau arrive vite au drain, en évitant son stationnement sur les interfaces entre couches. Le

poliester. Pentru impregnarea geotextilului se folosește o emulsie cu rupere rapidă în cantitate de 2-2,9 l/m², în funcție de porozitatea îmbrăcămintei, stropindu-se cu 1-1,9 l/m² sub geotextil și 1 l/m² peste geotextil, iar geotextilul se întinde ca în fig.2.1.3.2. Această soluție s-a aplicat în ultimii ani pe circa 15 km drumuri naționale și județene, cu bune rezultate.

préfabriqué drainant (fig. 2.1.3.1.), en fait deux drains : l'un vers la structure routière, et l'autre vers l'accotement. Cette structure garantit l'accroissement de la période d'exploitation des structures routières, améliore leur viabilité, notamment dans les périodes d'été ou d'hiver, quand les barrières de gel peuvent être réduites ou annulées.



- 1 - Filtru geotextil
Filtre géotextile
- 2 - Element prefabricat drenant
Élement préfabriqué drainant
- 3 - Tub riflat
Tuyau riflé

Fig. 2.1.3.1. Ecran prefabricat drenant
Ecran préfabriqué drainant

2.1.5. Ranforsarea cu geogride

Experimentările cu geogride s-au început în anul 1989 dar, până în prezent, nu s-a putut finaliza instalația pentru fabricarea acestora. În experimentări și lucrări s-au folosit două tipuri de geogride din import.



Fig. 2.1.5. Geogride așternute și detaliu de fixare
Géogrilles étendues et détail de fixation

Din experimentările și lucrările efectuate (s-a executat ranforsarea a circa 4 km îmbrăcăminți bituminoase și de beton de ciment, străzi și îmbrăcăminți pe poduri) a

Jusqu'à présent, on a utilisé le préfabriqué drainant (fig. 2.1.3.1.) dans presque 6 km d'écrans drainants et d'écrans capillaires.

2.1.4. Le renforcement à géotextiles

Le renforcement par l'interposition d'un géotextile mince, imprégné en bitume, entre le revêtement routier en béton de ciment ou bitumineux existant, fissuré, et la couche bitumineuse de renforcement s'en fait avec un géotextile fabriqué en Roumanie, ayant une masse de 170 kg/m², en fibres de polyestère. Pour imprégner le géotextile, on utilise une émulsion à rupture rapide, dosée à 2-2,9 l/m², en fonction de la porosité du revêtement, en aspergeant 1-1,9 l/m² sous le géotextile et 1 l/m² sur le géotextile. Le géotextile s'étend comme en fig. 2.1.4.1.

Cette solution a été appliquée, les dernières années, sur environ 15 km routes nationales et régionales, avec des bons résultats.

2.1.5. Renforcement à géogrilles

Les essais avec des géogrilles ont commencée en 1989 mais, jusqu'à présent, on n'a pas pu finaliser l'installation pour leur fabrication. Ils sont y utilisés deux types de géogrilles d'import.

A la suite des essais et des travaux de renforcement exécutés (environ 4 km revêtements bitumineux ou en béton de ciment, des rues et des revêtements sur les ponts), on a conclu que les couches routières bitumineuses armées à géogrilles, ont une épaisseur diminuée, une transmission retardée des fissures et une durée de service augmentée.

Pendant l'exécution on peut apparaître les erreurs suivantes:

- la tension et la fixation incorrecte des géogrilles, avec des boulons, aux extrémités et sur leur surface.

rezultat că armarea cu geogride a straturilor rutiere bituminoase, aplicate la ranforsarea structurilor rutiere conduce la micșorarea grosimii acestora, la întârzierea transmiterii fisurilor și asigură creșterea duratei de exploatare a acestora.

La execuție sunt posibile următoarele surse de erori:



Fig. 2.1.4.1. Geotextil aşternut pe îmbrăcămîntea fisurată
Géotextile étendu sur le revêtement fissuré

- întinderea și fixarea incorectă, la capete și pe suprafața lor, cu bolturi, a geogridelor. Din această cauză geogridurile fac pliuri care, în timpul desfășurării circulației, conduc la mișcarea și distrugerea straturilor armate. Această defecțiune se remediază greu;

- mișcarea geogridelor fixate cu bolturi, în timpul execuției, ca urmare a unor manevre brutale. Si din această cauză geogridurile formează pliuri.

Pentru dimensionarea structurilor rutiere armate cu geogrid sau geotextile s-a folosit metoda analitică de calcul elaborată de profesorii americanii S. Yoder și V. Witezak. Grosimea stratului de ranforsare (ha) se stabilește de relația:

$$h_a = kh \left[\sqrt{1 + 2 \left(\frac{N}{bhR} \right)^2} - \frac{N}{bhR} \right]$$

unde:

* K este coeficientul de siguranță total, rezultat din aplicarea metodei de stabilire a relației (1), în stadiul de solicitare plastică, care s-a considerat de 1/273

* h este grosimea stabilită prin metoda analitică;

* R este egal cu 2/3 din forța de întindere din încovoiere, stabilită prin încercări de rupere pe prizme de asfalt armate;

N este valoarea forței pe care o preia armătura, după curba caracteristică a acestora.

Alors les géogrilles font des plis qui, sous la circulation, conduisent à des mouvements et à la dégradation des couches armées. Cette dégradation est difficile à réparer;

- le mouvement des géogrilles fixées par des boulons, suite à certaines manoeuvres violentes. Pour cette raison, la géogrid peut présenter, également, des plis.

Pour dimensionner les structures routières armées à géogrilles ou à géotextiles, on a utilisé la méthode analytique de calcul élaborée par les professeurs américains S.Yodeo et V.Witezak. L'épaisseur de la couche de renforcement (ha) est établie avec la relation:

$$h_a = kh \left[\sqrt{1 + 2 \left(\frac{N}{bhR} \right)^2} - \frac{N}{bhR} \right]$$

où:

* k est le coefficient de sécurité totale, calculé selon la méthode d'établissement de la relation (1), au stade de sollicitation plastique, qu'on a considéré à 1/273;

* h est l'épaisseur établie par la méthode analytique;

* R est égal à 2/3 de la force de tension à flexion, établie par des essais de rupture sur des prismes de bitume armé;

* N est la valeur de la force reprise par les armatures selon leurs courbes caractéristiques.

En vue d'appliquer les trois solutions ci-dessus décrites, l'Institut de Recherches pour les Transports a élaboré "Les Recommandations Techniques provisoires pour l'étude et l'exécution des renforcements des structures routières".

2.1.6. Le renforcement avec des filets en matériaux plastiques

Parmi les matériaux utilisés comme armature, dans le dernier temps, pour la réparation des revêtements

În vederea aplicării celor trei soluții descrise mai sus, Institutul de Cercetări în Transporturi a elaborat "Recomandările tehnice provizorii pentru proiectarea și execuția structurilor rutiere".

2.1.6. Ranforsarea cu plase din material plastic

Printre materialele utilizate ca armătură, în ultimul timp, la repararea îmbrăcăminților bituminoase degradate se numără și plasele din materiale plastice.

În România, s-au folosit în experimentări straturi bituminoase armate cu plasa cu ochiuri înnoionate din poliamidă și poliester, realizându-se ranforsarea unor îmbrăcăminți rutiere uzate și armarea, în dreptul rosturilor, a îmbrăcăminților de beton de ciment.

Crește durata până la apariția fisurilor și se reduce mărimea deflexiunilor cu 20-47%.

2.1.7. Ranforsarea cu beton de ciment

În mod curent în România, pentru ranforsarea structurilor rutiere nerigide sau rigide cu îmbrăcăminți din beton de ciment, se practică tehnica dalelor scurte, negujonate, executată într-un singur strat de 16-20 cm grosime și 3,5-3,75 m. lățime cu ajutorul cofrajelor fixe.

Rezultate bune s-au obținut și în cazul ranforsării unor tronsoane de îmbrăcămințe bituminoasă de autostradă cu îmbrăcămințe din beton de ciment realizată după aceeași tehnică, dar cu dimensiuni mult mai mari (23 cm. grosime și 8,50 m. lățime) printr-o singură trecere a utilajelor, la o productivitate medie de 120 m/zi bandă de beton.

Pentru ranforsarea îmbrăcăminților vechi din beton de ciment cu degradări structurale foarte avansate, cele mai bune rezultate tehnico-economice s-au obținut în cazul aplicării unei îmbrăcămințe bituminoase realizată în două straturi. După o atență pregătire a suprafeței îmbrăcăminții vechi din beton de ciment, atât prin colmatarea fisurilor și crăpăturilor cu emulsii și masticuri bituminoase, cât și prelucrarea denivelărilor cu mixtură asfaltică, se așterne mecanic un prim strat de 8-10 cm. grosime de mixtură poroasă (25% volum de goluri) cu o anumită compozitie (60% cribura 16-25, 28% cribura 8-16, 10% nisip natural 0-7, 2% filer, 1,8-2,0% bitum) care să-i asigure în principal rolul de "antifisură". Compactarea acestui strat de bază se face cu cilindrul greu vibrator, după care se așterne stratul de rulare de 4 cm. grosime realizat din mixtura asfaltică obișnuită BA8 sau BA16.

Soluția astfel aplicată are o bună comportare în exploatare sub acțiunea traficului greu, procesul de transmitere a fisurilor din îmbrăcămintea de beton de ciment vechi fiind întârziat.

Soluția este avantajoasă și din punct de vedere economic, costul acesteia per kilometru de drum fiind mai redus cu cca 37% în comparație cu soluția beton de ciment pe balast stabilizat.

Pentru evitarea transmiterii fisurilor din îmbrăcămintea bituminoasă veche, pe sectoarele de drumuri naționale

bitumineux dégradés, il y en a les filets de matériaux plastiques. En Roumanie on a utilisé, à titre d'expériments, des couches bitumineuses armées avec des filets à mailles nouées, en polyamide et polyesther, pour le renforcement des certains revêtements routiers usés et l'armature des revêtements en béton de ciment, dans l'endroit des joints. On a résulté un retardement de l'apparition des fissures et une valeur des déflexions diminuée de 20-47%.

2.1.7. Le renforcement en béton de ciment

Pour le renforcement des structures routières souples ou rigides avec des revêtements en béton de ciment, on utilise, couramment en Roumanie, la technique des dalles courtes, non-goujonnées, exécutées dans une seule couche de 16-20 cm d'épaisseur et 3,5- 3,75 m de largeur, en coffrages fixes.

On a obtenu aussi de bons résultats lors du renforcement de quelques sections de revêtement bitumineux d'autoroute, en béton de ciment, réalisé suivant la même technique, mais avec des dimensions agrandies (23 cm d'épaisseur et 8,5 m de largeur) dans un seul passage du matériel de mise en oeuvre, en obtenant une productivité moyenne de 120 m de bande en béton par jour.

Pour le renforcement des anciens revêtements en béton de ciment présentant des dégradations structurelles très avancées, les meilleurs résultats technico-économiques ont été obtenus par des revêtements bitumineux réalisés en deux couches. Après une préparation soigneuse de la surface de l'ancien revêtement en béton de ciment, même par le colmatage des fissures à l'émulsions avec des mastics bitumineux, que par le réprofilage des dénivellations à l'enrobé bitumineux, on a répandu mécaniquement la première couche de 8-10 cm d'épaisseur d'enrobé ouvert (25% teneur en vide), de composition spéciale (60% gravillon 16-25, 28% gravillon 8-16, 10% sable 0-7, 2% filer, 1,8-2,0% bitume) pour assurer le rôle de couche antifissures. On fait le compactage de cette couche de base avec un compacteur vibrant lourd, puis le répandage de la couche de roulement de 4 cm d'épaisseur, en enrobés classiques, BA8 ou BA16.

La solution ainsi appliquée a un bon comportement en service sur les chaussées à traffic lourd, la transmission des fissures de l'ancien revêtement en béton de ciment étant retardée.

La solution est convenable du point de vue économique, son coût per kilomètre étant réduit d'environ 37%, par rapport à la solution en béton de ciment sur une couche de granulats stabilisés.

Pour éviter la transmission des fissures d'un ancien revêtement bitumineux, sur des secteurs des routes nationales, où ce type de défauts est dominant, le renforcement en béton de ciment a été effectué avec des bons résultats technico-économiques, s'il a été appliqué

unde acest tip de defecțiune este predominant, ranforsarea cu îmbrăcăminte din beton de ciment s-a efectuat cu bune rezultate tehnico-economice prin așezarea acesteia pe un strat "antifisură" de 10 cm grosime, având următoarea compoziție pentru 1 m³: cenușă de termocentrală 380-390 kg; var 55-60 kg; nisip natural 0-7 mm. 190-200 kg; criblura 8-16 mm. 880-900 kg.

Compactarea acestui strat s-a efectuat cu ruloul compactator de 14 tone.

Protecția suprafeței betonului în stare proaspătă se realizează prin peliculizarea acesteia cu produse chimice speciale.

Pentru îmbunătățirea durabilității în exploatare a îmbrăcămintelor din beton, rezultate bune s-au obținut prin impregnarea suprafeței betonului la vârsta de 28 zile cu soluții de hipoclorit de calciu Ca(ClO)₂ având în suspensie impurități de hidroxid de calciu și carbonat de calciu, oxizi de siliciu, magneziu și aluminiu.

Preocupările în domeniul extinderii gamei de cimenturi rutiere s-au concretizat prin realizarea a două noi sortimente de ciment Portland din clasa 40. Cimentul CD 35-91 având ca adăos zgură granulată (max. 40%) și o compoziție mineralologică a clincherului (55% C3S, max. 6,5% C3A) astfel studiată, încât să-i asigure contracții reduse și căldura de hidratare mică și, respectiv cimentul CD 40-A având max. 35% zgură granulată de furnal și având avantajul că permite renunțarea la procedeele clasice de dozare a aditivilor pe șantier, întrucât conține înglobat din fabricație un aditiv ce-i conferă o lucrabilitate optimă și o porozitate controlată redusă, cu bune efecte asupra durabilității betonului în exploatare. Utilizarea acestui tip de ciment în dozaje cu cca. 10% mai reduse decât cimenturile de clasa 40 uzuale, asigură obținerea tuturor caracteristicilor fizico-mecanice impuse betoanelor rutiere în stare proaspătă și întărătită.

Prescripțiile tehnice referitoare la betoanele de ciment rutiere au fost admise la nivelul practicii mondiale. Astfel s-a elaborat o nouă metodologie și aparatura necesară pentru aprecierea calității betoanelor rutiere după 4 clase (BcR 3,5; BcR 40; BcR 4,5; BcR 5,0).

S-a trecut astfel la exprimarea claselor de betoane rutiere prin rezistență caracteristică la încovoiere a acestora.

Rezistența caracteristică la încovoiere se definește ca fiind valoarea rezistenței sub care se pot întâlni statistic cel mult 5% din rezultatele determinate prin ruperea cu 2 forțe a prismelor de 150 x 150 x 600 mm păstrate în apă până la vârsta de încercare (28 zile).

sur une couche "antifissure" de 10 cm d'épaisseur, ayant la composition suivante pour 1 m³ de matériaux: cendre volante 380-390 kg; chaux 55-60 kg; sable 0-7 mm 190-200 kg; gravillon 8-16 mm 880-900 kg. Le compactage de cette couche a été effectué avec un compacteur de 14 tonnes. La protection de la surface de béton frais a été réalisée avec des produits spéciaux, en pellicule mince.

En vue d'améliorer la durée de service des revêtements en béton, on a obtenu de bons résultats par l'impregnation de la surface de béton agé de 28 jours avec des solutions d'hypochlorite de calcium Ca(ClO)₂, ayant en suspension des impuretés d'hydroxyde de calcium et de carbonate de calcium, des oxydes de silicium, de magnésium et d'aluminium.

Les préoccupations pour l'extension de la gamme de ciments routiers se sont concrétisées par la réalisation des deux nouveaux types de ciment Portland de classe 40 : le ciment CD 35-91, ayant en addition des cendres granulées (max. 40%) et une composition minéralogique de clinker (55% C3S, max. 6,5% C3A), étudié de telle façon qu'elle assure des contractions réduites et une chaleur d'hydratation diminuée, ainsi que le ciment CD 40-A, ayant max. 35% cendres granulées de fourneau et ayant également l'avantage d'éviter les procédés classiques de dosage des additifs sur le chantier, parce qu'il contient déjà, lors de la fabrication, un additif qui lui confère une fluidité optimale et une réduite porosité contrôlée, avec de bons effets sur la durabilité du béton en service. L'utilisation de ce type de ciment à dosages réduits, d'environ 10% par rapport aux ciments usuels de classe 40, lui assure l'obtention de toutes les caractéristiques physico-mécaniques exigées aux bétons routiers frais ou durifiés.

Les prescriptions techniques relatives aux bétons de ciment routiers ont été ramenées au niveau mondial. Il a été élaborée une nouvelle méthodologie, ainsi que les équipements afférentes pour l'appréciation de la qualité des bétons routiers en 4 classes (BcR 3,5; BcR 4,0; BcR 4,5; BcR 5,0).

De même, on a adoptée la classification des bétons routiers selon leur résistance caractéristique à la flexion. La résistance caractéristique à la flexion est définie par la valeur de la résistance, en dessous de laquelle il y a, statistiquement, au plus de 5% des résultats obtenus par la rupture, sous l'action de deux forces, des prismes de 150 x 150 x 600 mm, maintenus dans l'eau jusqu'à la date d'essai (28 jours).

2.2. Drumuri cu trafic slab

În acest sens, specialiștii din sectorul rutier de la noi din țară, au realizat tehnologii pentru construcția de drumuri cu volum de circulație redus.

2.2. Routes à traffic faible

Les spécialistes roumains du secteur routier ont mis à point des techniques de construction des chaussées à circulation réduite.

Prezentăm două tehnologii eficiente utilizate în România pentru asigurarea traficului pe drumurile publice cu un volum de circulație redus.

2.2.1. Macadam penetrat cu emulsie bituminoasă

Printre soluțiile cele mai eficiente de îmbunătățire a drumurilor pietruite destinate traficului redus, adică sub 1000 vehicule fizice în 24 ore este și cea de penetrare și stabilizare a materialului pietros de aport de o anumită dimensiune, de tipul macadam, cu ajutorul unei emulsii bituminoase cationice cu rupere rapidă.

Emulsia bituminoasă, datorită fluidității sale, pătrunde ușor în gulerile dintre pietre și favorizează anrobarea majorității volumului de agregate.

2.2.1.1. Tehnologia de execuție a macadamului penetrat cu emulsie bituminoasă este următoarea:

- se pregătește stratul suport, prin scarificarea și reprofilarea cu sau fără adăos de noi materiale, acordându-se o atenție deosebită surgerii apelor de suprafață;

- se așterne piatra spartă sort 40...63 mm. în grosimea proiectată, ținându-se seama de faptul că după cilindrare se produce o tasare de 25-30%;

- stropirea cu apă a macadamului pentru facilitarea deplasărilor relative a pietrelor și ameliorarea încleștării lor;

- cilindrarea stratului de piatră spartă așternut în grosimea prescrisă (de obicei 8 cm. după cilindrare), se recomandă a se face cu compactoare cu rulouri netede de 100-120 kN;

- se stropește macadamul cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă de $3,5 \text{ kg/m}^2$, emulsia având un conținut de 60% bitum rezidual;

- așternerea primului strat de cribură sort 16...25 mm, în cantități de $20...25 \text{ kg/m}^2$, urmată de cilindrare;

- se așterne al doilea strat de cribură sort 8...15 mm. în cantitate de $15...20 \text{ kg/m}^2$, urmat de cilindrare;

- se stropește al doilea strat de emulsie cu $1,5 \text{ kg/m}^2$.

2.2.1.2. Recomandări

Din studiul comportării în exploatare a macadamurilor bituminoase rezultă unele observații și recomandări astfel:

Nous vous présentons deux technologies efficaces utilisées en Roumanie, pour assurer le traffic sur des routes publiques à circulation réduite.

2.2.1. Macadam pénétré à l'émulsion de bitume

Parmi les solutions les plus efficaces d'améliorer les routes en pierre à traffic faible, soit moins de 1000 véhicules physiques par jour, il y a la solution de pénétrer et de stabiliser le matériau graveleux d'apport sélectionné, de type macadam, à l'aide d'une émulsion de bitume cationique à rupture rapide.

L'éмульSION de bitume, grâce à sa fluidité pénétre facilement dans les intervalles des pierres et favorise l'enrobage de la plupart des granulats.

2.2.1.1. La technologie de l'exécution du macadam pénétré à l'émuльSION de bitume en est la suivante :

- on prépare la couche support, par scarification et réprofilage, avec ou sans apport de matériaux neufs, en accordant une plus d'attention à l'écoulement des eaux de surface;

- on répand les granulats 40...63 mm, à l'épaisseur prevue, compte tenant du fait qu'après le compactage se produit un tassement de 25-30%;

- on arrose le macadam à l'eau, pour faciliter le déplacement relatif des granulats et pour améliorer leur encastrement;

- on fait le compactage de la couche en pierre répandue, à l'épaisseur prevue (habituellement 8 cm après le compactage); en est recommandée l'utilisation des compacteurs à rouleau lisse de 100-120 kN;

- on répand sur le macadam, l'émuльSION de bitume cationique à rupture rapide, dosée de $3,5 \text{ kg/m}^2$ et ayant un teneur en bitume résiduel de 60% ;

- on fait le répandage de la première couche de gravillons 16...25 mm, dosée de $20...25 \text{ kg/m}^2$, suivi du compactage ;

- on arrose la deuxième couche d'émuльSION, dosée de $1,5 \text{ kg/m}^2$;

- on fait le répandage de la deuxième couche de gravillons 8...15 mm, dosée à $15...20 \text{ kg/m}^2$, suivi du compactage.

Tabelul 2.2.1
Tableau

Material Matériaux	U.M. U.M.	Tipul cimentului Le type du ciment	
		P 40 sau CD	PA 35
Ciment Ciment	kg/m^3	200 - 230	240 - 270
Cenușă Cendre volante	kg/m^3	110 - 130	80 - 100
Apă Eau	%	7,0	7,5

- imediat după terminarea lucrărilor, sectorul de drum executat se poate da în circulație;

- se recomandă ca în primele zece zile, viteza de circulație a autovehiculelor să fie limitată la 30 km/h;

- macadamurile penetrate cu emulsie bituminoasă trebuie executate înainte de începerea sezonului rece și numai pe timp frumos și cald.

Comparativ cu o îmbrăcăminte bituminoasă ușoară executată la cald, tehnologia prezentată are un cost mai redus cu circa 30% pe km de drum realizat, ceea ce demonstrează eficiența economică a acestei soluții.

2.2.2. Beton de ciment compactat

Betonul de ciment compactat se folosește ca strat de rulare pentru drumuri cu trafic redus, putând constitui ulterior, pe măsura creșterii traficului, strat de bază pentru îmbrăcămîntea bituminoasă.

Betonul se prepară cu ciment și adaoș de cenușă uscată de termocentrală, agregate naturale concasate și apă în cantitate corespunzătoare umidității optime de compactare, dozajele orientative fiind cele din tabelul 2.2.1.

Rezistențele minime la compresiune la 28 zile sunt cuprinse între 200-250 daN/cm².

Așternerea betonului se face mecanic, cu repartizatorul sau autogrederul pe o fundație pregătită în prealabil.

Pentru asigurarea grosimii prevăzute în proiect a stratului de beton și pentru evitarea refulării laterale a betonului în timpul compactării, betonul se va așterne între longrine metalice.

Grosimea minimă a stratului de beton este de 20 cm, iar la așternere va fi cu 25..30% mai mare decât cea prevăzută în proiect.

Compactarea stratului de beton se efectuează imediat după așternere, prin 18 treceri ale cilindrului pe pneuri și prin 12 treceri pe același urmă a compactatorului cu rulouri netede de 100..120 kN.

Protejarea betonului proaspăt s-a realizat prin stropirea cu emulsie bituminoasă cationică cu rupere rapidă în cantitate de 0,8..1,1 kg/m² și răspândirea de nisip natural. După această fază, îmbrăcămîntea poate fi dată în circulație.

Protejarea ulterioară a suprafeței de rulare a betonului se realizează printr-un tratament bituminos executat la sfârșitul campaniei de lucru.

Tehnologia de realizare a îmbrăcămîntii din beton de ciment cilindrat are avantajul realizării acestuia cu un consum redus de ciment, datorită folosirii cenușei de termocentrală, precum și a punerii în operă cu utilaje simple, existente în dotarea unităților de drumuri.

3. Măsuri pentru progres

Strategia de întreținere și dezvoltare a sectorului de drumuri are ca obiective principale:

2.2.1.2. Recomandations

De l'étude de comportement en service des macadams bitumineux, ils ont résultats quelques observations et recommandations, comme suit:

- immédiatement après l'exécution des travaux, le secteur de chaussée peut être mis en circulation;

- il est recommandé que, dans les premiers dix jours, la vitesse de circulation de véhicules soit limitée à 30 km/h;

- le macadam pénétré à l'émulsion de bitume doit être exécuté avant le commencement de la saison froide et seulement pendant la saison chaude.

Par rapport à un revêtement bitumineux léger de type enrobé dense à chaud, la technologie présentée est moins chère d'environ 30% par km de route réalisée, ce qui confirme l'efficacité économique de cette solution.

2.2.2. Béton de ciment compacté

Le béton de ciment compacté est utilisé pour les couches de roulement des chaussées à traffic faible. Ultérieurement, si le traffic augmente, cette couche peut être considérée comme couche de base, sous un revêtement bitumineux.

Le béton est préparé avec du ciment en addition avec des cendres volantes sèches, des granulats et de l'eau, en quantités correspondantes à l'humidité optimale de compactage; les dosages informatifs sont donnés dans le tableau 2.2.1.

Les résistances minimales à la compression à 28 jours sont entre 200...250 daN/cm².

Le répandage du béton est fait mécaniquement, à des répandeuses ou des motorgraders, sur une couche de fondation préparée en préalable.

Pour assurer l'épaisseur de la couche en béton prévue et pour éviter le refoulement lateral du béton pendant le compactage, ceuxci sera répander entre des "longrines" métalliques. L'épaisseur minimale de la couche en béton est de 20 cm, mais pendant le répandage, elle sera de 25..30% au plus, par rapport à celle prévue.

Le compactage de la couche en béton est effectué immédiatement après le répandage, par 18 passages du compacteur à pneus et 12 passages du compacteur à rouleau lisse de 100...120 kN.

La protection du béton frais est faite par l'arrosage avec une émulsion de bitume cationique rapide, dosée à 0,8..1,1 kg/m² et par sablage. Après cette phase, le revêtement peut être mis en circulation. La protection ultérieure de la couche de roulement en béton sera réalisée par un enduit bitumineux superficiel, exécuté à la fin des travaux.

La technologie de réalisation du revêtement en béton de ciment compacté a l'avantage d'une consommation réduite de ciment, grâce à l'utilisation des cendres volantes et de la mise en place avec des engins simples, existants dans les entreprises routières.

1. Îmbunătățirea stării tehnice a rețelei de drumuri publice prin măsuri de întreținere și ranforsare pentru oprirea degradării acestui patrimoniu național.

2. Crearea condițiilor pentru aducerea rețelei rutiere la nivelul standardelor europene și asocierea României la Comunitatea Europeană, prin lucrări de reabilitare și modernizare.

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

În ce privește restructurarea sectorului de drumuri în conformitate cu principalele coordonate prevăzute în strategia economico-socială a României aceasta este în curs de desfășurare având de realizat în perioada de tranziție de 4 ani (1994-1997) a următoarelor sarcini principale:

1. Finanțarea lucrarilor de întreținere, reparări și modernizări de drumuri din surse constituite într-un fond special al drumurilor, având surse specifice provenite de la utilizatorii drumurilor, care vor trebui să suporte cel puțin cheltuielile ocazionale pe care le provoacă drumurilor.

2. Crearea condițiilor pentru privatizarea execuției unor lucrări de întreținere periodică și modernizări de drumuri și poduri prin măsuri adecvate de constituire a unor antreprize private mici și mijlocii, prin care să se întărească principiul concurențial.

3. Modernizarea parcului de instalații și utilaje pentru întreținerea curentă și periodică, prin dotarea cu mașini multifuncționale de mare randament.

4. Colaborarea cu firme străine pentru modernizarea unor tehnologii în executarea lucrarilor, inclusiv constituirea de societăți mixte pentru executarea unor lucrări de tehnicitate ridicată.

4. Perspective privind tehnica rutieră și de ranforsare

Evoluția rapidă a traficului rutier pe drumurile naționale atât ca volum cât și ca sarcină pe osie generează o agresivitate accentuată asupra rețelei de drumuri, ceea ce a condus la stabilirea unor obiective prioritare în domeniul ranforsării rețelei de drumuri publice din România.

1. Unul din aceste obiective se referă la îmbunătățirea calității materialelor, în special a bitumurilor și a agregatelor naturale pentru îmbrăcăminți bituminoase.

Referitor la îmbunătățirea calității bitumului rutier, se au în vedere două procedee:

- modificarea caracteristicilor bitumurilor prin tratare cu polimeri în care scop există preocupări privind experimentarea de noi polimeri din import și indigeni

3. Axes d'évolution et de développement

La stratégie d'entretien et de développement du secteur routier a pour objectifs principaux:

1. L'amélioration de l'état technique du réseau des routes publiques, par des travaux d'entretien et de renforcement, pour arrêter la dégradation de ce patrimoine national.

2. La création des conditions nécessaires pour ramener le réseau routier au niveau des standards européens et d'associer la Roumanie à l'Communauté Européenne, par des travaux de restauration et de modernisation.

3. Le développement en étapes d'un certain réseau d'autoroutes et de routes express, selon un programme basé sur des études profondes de faisabilité.

La restructuration du secteur des routes, selon les principales lignes prévues dans la stratégie économique-sociale de la Roumanie, est en cours d'être accomplie, dans la période de transition de 4 ans (1994-1997), ayant comme principales missions les suivantes:

1. Le financement des travaux d'entretien, réparations et modérnisations des routes, ayant comme resource, un fonds routier spécial, provenu des usagers des routes, qui devront supporter au moins les dépenses provoquées par eux, directement sur les chaussées.

2. Une puissante soutien de la privatisation des certains travaux d'entretien périodiques et de modérnisations des routes et des ponts, par la création de quelques petites ou moyennes entreprises privées, basées sur le principe concurrentiel.

3. La modérnisation du matériel pour l'entretien courant et périodique, par la dotation avec d'engins multifunctionnels de grand rendement.

4. La collaboration avec des sociétés étrangères, pour la modérnisation des technologies des travaux, y compris la constitution de sociétés mixtes pour l'exécution des certains travaux de grande technicité.

4. Perspectives relatives à la technique routière et de renforcement

L'évolution rapide du traffic routier sur les routes nationales, tant en volume qu'en charge par essieu, a produit une agressivité accentuée sur les chaussées, ce qui a conduit à l'établissement des certains objectifs prioritaires pour le renforcement du réseau routier.

1. Un de ces objectifs se réfère à l'amélioration de la qualité des matériaux, en particulier la qualité du bitume et des granulats pour les revêtements bitumineux.

Pour ce qui est de l'amélioration de la qualité du bitume routier, on a deux procédés en vue:

pentru stabilirea celor mai eficiente din punct de vedere tehnic și economic, stabilirea de prescripții tehnice specifice acestor liniști și adoptarea celor mai eficiente echipamente pentru prepararea industrială a bitumurilor modificate;

- aditivarea bitumurilor pentru creșterea adezivității bitumurilor la agregatele naturale, în scopul largirii gamei de materiale destinate lucrărilor de întreținere.

2. În ceea ce privește agregatele naturale, deși în perioada 1988-1990 s-au efectuat studii aprofundate finalizate cu revizuirea prescripțiilor tehnice privind calitatea criburilor, se consideră că această etapă constituie o etapă intermediară în eforturile de îmbunătățire a calității mixturilor asfaltice și ea trebuie continuată în anii ce urmează pentru obținerea unor agregate de carieră în concordanță cu noile prescripții tehnice, armonizate cu standardele europene.

3. O altă preocupare se referă la extinderea materialelor geosintetice la lucrările de întreținere, în special la execuția drumurilor, precum și ca o soluție de diminuare a fenomenului de transmitere a fisurilor din îmbrăcămintile rutiere din beton de ciment sau bituminoase, în straturile bituminoase de ranforsare.

4. Referitor la îmbrăcămintile bituminoase se au în vedere: obținerea de noi tipuri de mixturi cu performanțe superioare, în concordanță cu noile prescripții tehnice armonizate cu standardele europene, extinderea utilizării de bitumuri cu penetrație până la 100 1/10 mm și aplicarea procedeului de clutaj la unele drumuri naționale. La aceste obiective se adaugă preocupările privind realizarea de îmbrăcămintă bituminoase pe bază de bitum modificat pentru calea podurilor de pe traseele principale, precum și la ranforsarea cu îmbrăcămintă bituminoase a 1500 km de drumuri în perioada 1994-1996.

5. Cu privire la îmbrăcămintile de ciment, soluție aplicată în unele cazuri la ranforsarea drumurilor existente, sunt de reținut următoarele preocupări: utilizarea de noi tipuri de aditivi specifici betoanelor de ciment rutiere, trecerea la execuția îmbrăcămintelor cu ajutorul mașinilor cu cofraje glisante, utilizarea de echipamente și produse adecvate pentru colmatarea rosturilor.

6. Ca preocupări majore legate de strategia rutieră se înscrui:

- aplicarea în politica de gestionare a drumurilor a Sistemului de Administrare Rutieră Optimizată a drumurilor (SARO) pe baza evaluării stării tehnice a drumurilor cu noile echipamente intrate în dotarea AND în anii 1993-1994;

- dezvoltarea sistemului informațional în domeniul rutier, în cadrul Băncii Centrale de Date Tehnice Rutiere;

- definitivarea metodologiei de dimensionare a ranforsării drumurilor existente având ca bază sarcina pe osie simplă de 11,5 kN.

- la modification des caractéristiques du bitume, par son traitement aux polymères par: l'expérimentation de nouveaux polymères importés et/ou indigènes, pour définir les plus intéressants du point de vue technique et économique; l'établissement des prescriptions techniques spécifiques pour ces liants et l'adoption des équipements les plus efficaces pour la fabrication industrielle des bitumes modifiés;

- l'additivation des bitumes, pour l'augmentation de leur adhésivité aux granulats, afin d'étendre la gamme des matériaux destinés aux travaux d'entretien.

2. En ce qui concerne les granulats, les études approfondies, effectués entre 1988-1990 et finalisés par la révision des prescriptions techniques sur la qualité des criblures, peut être considérés comme une étape intermédiaire dans les efforts d'améliorer la qualité des enrobats, qui devra être continuée, dans les années suivantes, en vue d'obtenir des granulats de carrière adaptés aux nouveaux prescriptions techniques, harmonisés avec les standards européens.

3. Une autre préoccupation se réfère à l'extension de l'utilisation des géosynthétiques dans les travaux d'entretien, notamment à l'exécution des routes, comme solution d'affaiblir la transmission des fissures des revêtements en béton de ciment ou bitumineux, dans les couches bitumineux de renforcement.

4. Pour les revêtements bitumineux, on prévoit : l'obtention des nouveaux types supérieurs d'enrobats, en concordance avec les nouveaux prescriptions techniques, sur la base des standards européens, l'extension de l'utilisation des bitumes à pénétration jusqu'à 100 1/10 mm et l'utilisation du procédé de cloutage à quelques routes nationales. À ces objectifs, on ajoute les préoccupations concernant la réalisation des revêtements bitumineux à bitume modifié pour les voies des ponts situés sur les principaux tracés, ainsi que le renforcement avec des revêtements bitumineux sur 1500 km routes, dans les années 1994- 1996.

5. Concernant les bétons de ciment, revêtement appliqué à certains renforcements des routes existantes, on a retenu les préoccupations suivantes : l'utilisation des nouveaux types d'additifs, spécifiques aux bétons de ciment routiers, l'adoption de la technique des coffrages glissantes, l'utilisation des équipements adequates pour le colmatage des joints.

6. Comme préoccupations majeures, liées à la stratégie routière, on prévoit :

- l'application du Système d'Administration Routière Optimisée (SARO) dans la politique de gestion des routes, sur la base d'évaluation de l'état technique des routes, en utilisant les nouvelles équipements acquises en 1993-1994 par l'Administration Nationale des Routes;

- le développement du système informationnel dans le domaine routier, par la Banque Centrale des Données Techniques Routières;

- la finalisation de la méthodologie de dimensionner les renforcements des routes existantes, compte tenant de la charge sur essieu simple de 11,5 kN.

Managementul performant al drumurilor în România

Le management performant des routes en Roumanie

Raportor principal

Rapporteur principal:

dr. ing. Laurențiu STELEA

Director General Adjunct, Administrația Națională a Drumurilor
Directeur Général Adjoint, Administration Nationale des Routes

Colaboratori - Collaborateurs:

Ing. DĂNILĂ BUCŞA

Director general, Administrația Națională a Drumurilor
Directeur général, Administration Nationale des Routes

Ing. PETRU CEGUŞ

Director Administrația Națională a Drumurilor
Directeur, Administration Nationale des Routes

ing. BOGDAN VINTILĂ

Director Administrația Națională a Drumurilor
Directeur, Administration Nationale des Routes

Ing. NECULAI TĂUTU

Director, D.R.D.P. Iași
Directeur, Direction Régionale des Floutes et Ponts Iasi

dr. Ing. LAURENȚIU NICOARĂ

Universitatea Tehnică Timișoara
Université Technique Timișoara

dr. Ing. HORIA ZAROJANU

Universitatea Tehnică Iași
Université Technique Iași

dr. Ing. MIHAI BOICU

Președinte A.P.D.P., Președinte VIACONS S.A.
Président, Association Professionnelle des Routes et Ponts, Président VIACONS S.A.

Ing. EMIL BĂNICĂ

Director D.R.D.P. Craiova
Directeur, Direction Régionale des Floutes et Ponts Craiova

Ing. RADU ANDREI

Director adjunct CESTRIN
Directeur Adjoint, CESTRIN

Introducere

Pentru prezentarea performanțelor și implicit a eficienței unei administrații rutiere, se impune în prealabil definirea acestei activități complexe, a acțiunilor pe care le implică și a modului cum acestea sunt percepute și realizate la diversele nivele de decizie pe care le implică structura administrativă.

În general, administrația drumurilor implică activități și procedee prin care utilizatorilor le sunt asigurate serviciile rutiere, precum și acțiunile de îndrumare și control a acestora. Pentru realizarea acestor acțiuni în mod eficient, administrația drumurilor trebuie să aibă o structură organizatorică adecvată care să-i permită să-și exercite principalele sale funcții astfel:

Introduction

Pour présenter les performances et l'efficience d'une administration routière, on doit, préalablement, définir cette activité complexe, les actions qui en dérivent et la modalité de leur perception et réalisation dans les divers niveles de décision de la structure administrative.

En général, la gestion des routes implique les activités et les procédures qui mettent les services routiers à la disposition des usagers, ainsi que les actions de les y informer et contrôler. Pour la réalisation efficace de ces actions, l'Administration des routes doit avoir une structure organisatorique adéquate, pour exerciter ses principales fonctions:

* funcția de directivare, care are drept obiective conceperea și practicarea unei politici rutiere adecvate;

* funcția de management, care trebuie să stabilească obiectivele strategice și programele ce trebuie realizate cu scopul de a traduce în viață politica rutieră adoptată;

* funcția operațională sau executivă, care are rolul de a realiza și materializa obiectivele strategice stabilite prin management, asigurând astfel utilizatorilor servicii rutiere eficiente.

Începând cu anul 1990, în condițiile sociale și economice ce caracterizează tranziția de la o economie centralizată, la sistemul liberalizat al economiei de piață, Administrația Națională a Drumurilor a început să-și formuleze politica sa proprie și să-și conceapă o nouă organizare structurală care să-i permită să-și exercite toate aceste funcții într-o manieră nouă, mai eficientă.

Raportul prezintă nu numai activitatea de management, ci tratează toate funcțiile menționate a căror exercitare constituie și ilustrează noua expresie a politiciei rutiere românești.

1. Politica rutieră și administrarea drumurilor publice în România

1.1. Distribuția modală a transporturilor de mărfuri și călători în România

Transporturile constituie acea activitate ce asigură deplasarea oamenilor și mărfurilor în diverse puncte de destinație, cu implicații majore în viața social-economică a țării. În scopul realizării acestor necesități pentru deplasare, în țara noastră au fost folosite diverse moduri de transport terestru, aerian, fluvial, încă din cele mai vechi timpuri.

Infrastructura transporturilor terestre din România constând din drumuri și căi ferate are o orientare specifică influențată de prezența Munților Carpați și de poziția sudsică a capitalei țării, către care converg principalele căi de transport. Distribuția modală a transporturilor de mărfuri și călători se prezintă în tabelul 1.1.

Din tabelul 1.1 se constată preponderența transportului rutier, ponderea acestuia fiind de 87,30% pentru transportul de mărfuri și 65,50% pentru transportul de călători.

1.2. Locul și rolul sectorului de drumuri în cadrul infrastructurii transporturilor terestre

În condițiile tranziției către o economie de piață care implică o mobilitate sporită a mărfurilor și călătorilor,

* la fonction de directiver, dont les objectifs sont de concevoir et de pratiquer une politique routière adéquate;

* la fonction de management, qui doit établir les objectifs stratégiques et les programmes à réaliser, au but d'appliquer la politique routière adoptée;

* la fonction opérationnelle ou executive, dont le rôle est de réaliser les objectifs stratégiques établis par le management, en assurant ainsi, des services routiers efficaces pour les usagers.

En commençant de 1990, dans les conditions sociales et économiques caractérisant la transition de l'économie centralisée vers un système libéralisé de l'économie de marché, l'Administration Nationale des Routes de Roumanie a commencé à formuler sa propre politique et à concevoir une nouvelle structure organisatorique en lui permettant d'exercer toutes ces fonctions, dans une nouvelle manière, plus efficace.

Le rapport présente, non plus l'activité de management, mais aussi les fonctions ci-dessus mentionnées, dont l'exercitation en constitue et en souligne la nouvelle expression de la politique routière roumaine.

1. La politique routière et l'administration nationale des routes publiques en Roumanie

1.1 La distribution modale des transports de marchandises et des passagers en Roumanie

Les transports constituent l'activité qui assure le déplacement des hommes et des marchandises dans des divers points de destination, avec d'implications majeures dans la vie social-économique du pays. Au but de la réalisation de ces nécessités de déplacement, dans notre pays ils ont été utilisés, dès l'antiquité, de diverses modalités de transport terrestre et navale.

L'infrastructure des transports terrestres de Roumanie, qui consiste en routes et voies ferrées, a une orientation spécifique, influencée par la présence des monts Carpathes et de la position sudique de la capitale du pays, dont les principales voies de transport y sont dirigées. La distribution modale des transports de marchandises et passagers est présentée dans le tableau 1.1.

On constate, du tableau 1.1., la prépondérance du transport routier, dont le pourcentage est de 87,3%, pour les marchandises et de 65,5% pour les passagers.

1.2. Le lieu et le rôle du secteur routier dans l'ensemble d'infrastructure des transports terrestres

Dans les conditions de la transition vers une économie de marché, impliquant une grande mobilité des

Tabel 1.1 Distribuția modală a transporturilor de mărfuri și călători în România
Tableau 1.1 La distribution modale des transports de marchandises et de passagers

Modul de transport Mode de transport	Mărfuri transportate Marchandises transportées	Călători transportați Passagers transportés
	%	%
Rutier / Routier	87,30	65,5
Feroviar / Férailair	9,80	34,1
Maritim / Maritime	1,20	0,1
Conduite / Conduits	1,10	—
Fluvial / Fluvial	0,50	0,1
Aerian / Aérien	0,10	0,2

Deplasarea transportatorilor pe rețeaua de drumuri în deplină siguranță și confort, constituie un factor vital pentru dezvoltare și progres.

Rețeaua de drumuri publice din România are o lungime totală de 153.014 km., din care 14.683 km. sunt drumuri naționale, 26.967 km. drumuri județene, 31.166 km. drumuri comunale și 80.198 km. sunt străzi în localități.

Drumurile naționale sunt în administrația Ministerului Transporturilor, prin Administrația Națională a Drumurilor (fig.1.1), drumurile județene și comunale sunt în administrarea consiliilor județene iar străzile în administrarea primăriilor localităților.

Drumurile naționale care reprezintă 20% din totalul drumurilor publice (exclusiv străzile), constituie rețeaua majoră de drumuri a țării, pe ea desfășurându-se 65% din totalul traficului rutier. Din lungimea totală a drumurilor naționale de 14.683 km. numai 113 km. sunt autostrăzi deși necesitatea de a construi noi autostrăzi este evidentă. De asemenea 58,1% din drumurile naționale sunt clasificate ca drumuri "principale", acestea reprezentând o

marchandises et des passagers, le rôle des transports sur le réseau des routes, en sécurité et confort, constitue un facteur vital pour le développement et le progrès.

Le réseau des routes publiques de Roumanie a une longueur totale de 153.014 km, dont 14.683 km routes nationales, 26.967 km routes régionales, 31.166 km routes communales et 80.198 km rues en localités.

Les routes nationales sont placées dans la gestion du Ministère des Transports, par l'Administration Nationale des Routes (fig. 1.1), les routes régionales et les rues en localités étant administrées par les mairies des cités.

Les routes nationales, représentant 20% du total des routes publiques (les rues exclues), constituent le réseau majeur des routes du pays, sur lequel on déroule 65% du trafic routier total.

Quoique la nécessité de la construction d'autoroutes soit évidente, il y a seulement 113 km autoroutes en fonction, du total de 14.683 km routes nationales ; 58,1% de la longueur des routes nationales sont classifiés comme "routes principales" (8.156 km), dont la

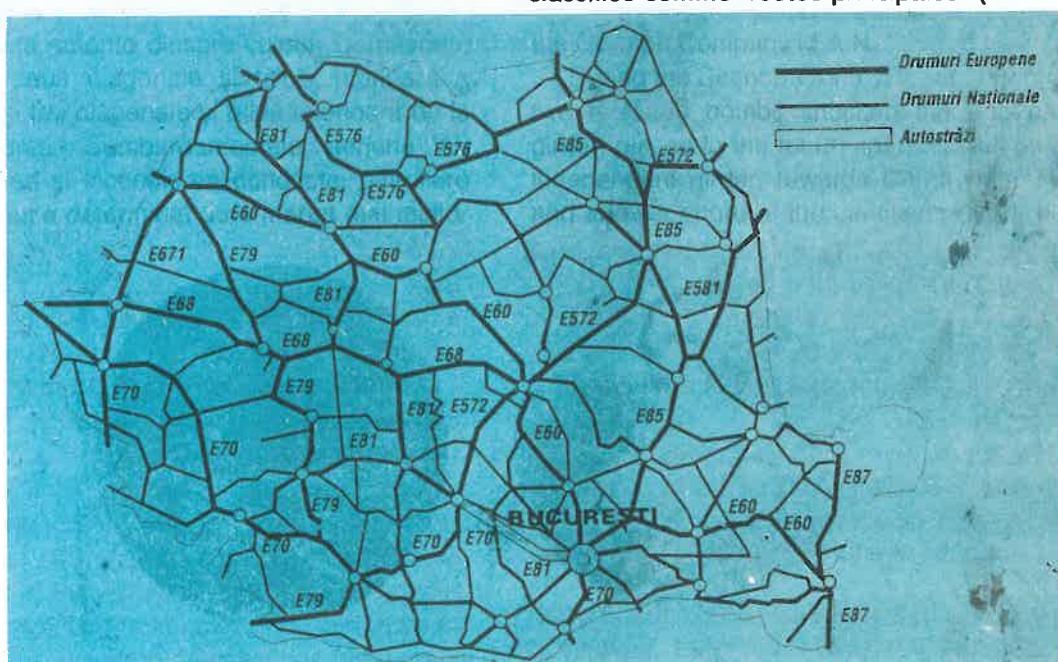


Fig. 1.1. Rețeaua drumurilor naționale din România
Le réseau des routes nationales de Roumanie

lungime totală de 8.156 km. din care circa jumătate (4.508 km.) sunt drumuri europene (drumuri E).

Trebuie menționat faptul că cea mai mare parte din drumurile naționale clasificate - europene și deschise traficului rutier internațional nu corespund condițiilor prevăzute în "Acordul european asupra marilor drumuri de circulație internațională".

Tabelul 1.2. Situația rețelei de drumuri publice (exclusiv străzile) la data de 31 decembrie 1993.

Tableau 1.2. La situation du réseau des routes publiques (les rues exclues) à 31 décembre 1993

	Drumuri publice X) Routes publiques X)	Drumuri naționale XX) Routes nationales XX)	Autostrăzi Autoroutes	Drumuri naționale XXX) Routes nationales XXX)	Drumuri locale Routes locales	Drumuri județene Routes régionales	Drumuri comunale Routes communales
Lungimea totală (km.) Longueur totale (km)	72.816	14.683	113	14.570	58.133	26.967	31.166
Drumuri modernizate Routes modernisées (km) (%)	16.905 23,22	12.795 87,14	113 100,00	12.682 87,04	4.110 7,07	3.330 12,35	780 2,50
Drumuri pietruite Routes en pierre (km) (%)	26.898 36,94	240 1,63	–	240 1,63	26.658 45,86	7.767 28,80	18.891 60,61
Drumuri de pământ Routes en terre (km) (%)	8.507 11,68	–	–	–	8.507 11,68	1.141 4,23	7.366 23,63
Drumuri modernizate XXXX) Routes modernisées XXXX) (km) (%)	10.601 62,71	9.038 70,64	36 31,86	9.002 70,98	1.563 38,03	1.350 40,54	213 27,31
Drumuri cu imbrăcăminți ușoare Routes avec des revêtements légers (km) (%)	20.506 20,16	1.648 11,22	–	1.648 11,31	18.858 32,43	14.729 54,61	4.129 13,24
Drumuri cu imbrăcăminți ușoare XXXX) Routes avec des revêtements légers XXXX) (km) (%)	14.225 69,37	1.575 95,57	–	1.575 95,57	12.650 67,08	10.104 68,60	2.546 61,66
Total drumuri XXXX) Totale routes XXXX) (km) (%)	24.826 66,36	10.613 73,48	36 31,86	10.577 73,81	14.213 61,88	11.454 63,43	2.759 56,20

Notă: X) Lungimea totală a drumurilor publice exclusiv străzii
XX) Drumuri naționale inclusiv autostrăzi
XXX) Drumuri naționale exclusiv autostrăzi
XXXX) Drumuri cu durată de exploatare depășită

La nivelul anului 1993, datorită stării necorespunzătoare a drumurilor naționale utilizatorii drumurilor au avut de suportat cheltuieli suplimentare de circa 182 miliarde lei. În comparație cu alte rețele de drumuri din Europa, începând cu anul 1990, rețeaua de drumuri din România cunoaște creșteri de trafic importante și în special ale traficului greu (vezi fig. 1.2.).

Așa cum rezultă din fig. 1.2. în comparație cu valorile înregistrate în anul 1990 pentru traficul mediu zilnic anual (MZA) se prognozează ca acesta să crească până în anul 1995 cu 44%, ajungând în anul 2005 până la valori de trei ori mai mari.

Această evoluție a traficului produce un impact nefosit asupra infrastructurii rutiere existente, majoritatea degradărilor înregistrate pe drumurile din România fiind cauzate de impact și de lipsa de fonduri necesare

moitié (4.508 km) sont routes européennes (routes E).

La plupart des routes nationales classifiées comme "européennes", ouvertes pour le traffic international, ne correspondent pas aux exigences de "l'Acord européen sur les grandes routes de circulation internationale".

Au niveau de l'année 1993, compte tenu de l'état inadéquat des routes nationales, les usagers ont supporté

Note: X) Longueur totale des routes publiques, rues exclues
XX) Routes nationales et autoroutes
XXX) Routes nationales, autoroutes exclus
XXXX) Routes avec la durée de service dépassée

des fraies supplémentaires de presque 182 mld. lei.

Par comparaison avec d'autres réseaux routiers d'Europe, en commençant par l'année 1990, le réseau des routes de Roumanie a connu des importantes croissances du traffic, spécialement du traffic lourd (fig. 1.2.).

On voit que, la prognose de la croissance du traffic moyen quotidien est de 44% en 1995, par rapport à 1990, attirant en 2005, des valeurs trois fois supérieures.

Cette évolution du traffic produit un impact puissant sur l'infrastructure routière, la plupart des dégradations enregistrées sur les routes de la Roumanie étant provoquées par cet impact et par la manque des fonds nécessaires pour le renforcement des chaussées et pour leur apport au niveau de portance exigé, en concordance avec l'acroissement du traffic lourd.

ranforsării și aducerii acestor drumuri la nivelul de portanță impus de creșterea traficului greu.

1.3. Starea tehnică a rețelei de drumuri publice din România

La sfârșitul anului 1993, 87% din rețeaua de drumuri naționale avea îmbrăcăminte moderne, 11% îmbrăcăminte ușoare, 2% drumuri pietruite, așa cum rezultă din tabelul 1.2.

Se poate constata din tabelul 1.2. că 10.613 km. reprezentând 74% din rețea, au durată de exploatare depășită, prezentând o stare tehnică necorespunzătoare, din care peste 5.000 km. au o stare tehnică rea.

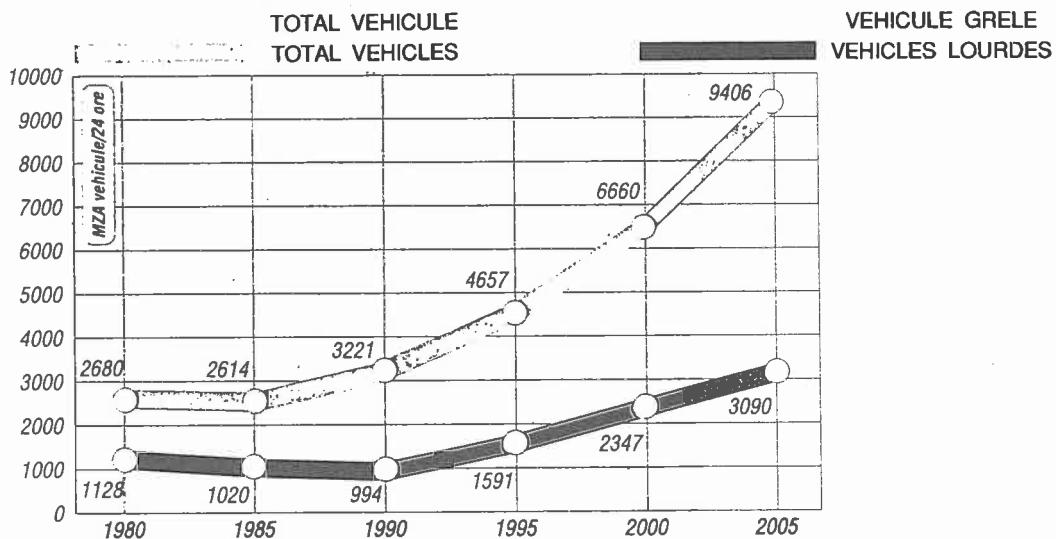


Fig 1.2. Evoluția traficului pe rețeaua de drumuri naționale
L'évolution du traffic sur le réseau de routes nationales

O situație similară o prezintă și starea tehnică a podurilor amplasate pe rețeaua de drumuri naționale. Din tabelul 1.3. se constată că din numărul total de 3.131 poduri, cu o lungime de 128.617 m, numai 56,8% îndeplinește condițiile cerute de standarde pentru clasa de încărcare E. Restul podurilor în lungime de 55.600 m nu corespund cerințelor impuse de traficul internațional.

De asemenea, pe rețeaua de drumuri naționale există peste 400 intersecții la nivel cu calea ferată, producându-se prin acestea circa 29 mii închideri zilnice, reprezentând peste 4.800 ore staționare pe zi, care generează consumuri suplimentare de carburanți și lubrifianti la circa 100 mii tcc/an.

Drumurile locale în lungime de 58.183 km., prezintă o structură mai eterogenă. Astfel circa 45% din acestea, sunt drumuri pietruite, 14,9% sunt drumuri de pamânt, iar restul de 39,5% sunt prevăzute cu îmbrăcăminte moderne. Drumurile cu îmbrăcăminte moderne au 69% (15.872 km.) durată de exploatare depășită; circa 7.000 km. din acestea au o stare tehnică rea.

Există 4.910 poduri amplasate pe rețeaua de drumuri locale, cu o lungime totală de 192.000 m din care 44.000 m prezintă o stare tehnică necorespunzătoare, iar 25.000

1.3. L'état technique du réseau des routes publiques en Roumanie

A la fin de l'année 1993, 87% du réseau des routes nationales aurait des revêtements modernes, 11% des revêtements légers et 2% étaient des routes en pierre, selon le tableau 1.2.

On peut constater que 10.613 km, représentant presque 74% du réseau des routes nationales, ont la durée de service dépassée, ayant un état technique inadéquat, dont 5000 km sont dans un mauvais état.

Quant à l'état technique des ponts emplacés sur les routes nationales, la situation est identique. Le tableau no. 1.3. relève que, du total de 3131 ponts, ayant une longueur totale de 128.617 m, seulement 56,8%

VEHICULE GRELE
VEHICLES LOURDES

correspondent aux exigences des standards pour la classe E de charges. Quant aux autres ponts, dont la longueur est de 55.600 m, aucun ne correspond plus.

Il y a, aussi, plus de 400 carrefours à niveau entre les routes nationales et les voies ferrées, provoquant presque 29.000 arrêts par jour, c'est-à-dire plus de 4800 heures de stationnement, pour lesquelles la consommation supplémentaire de carburants et lubrifiants s'élève à presque 100.000 tonnes combustible conventionnel (TCC) par an.

Les routes locales, avec 58.183 km de longueur, ont une structure plus hétérogène : presque 45% sont en pierre, 14,9% sont en terre et seulement 39,5% ont des revêtements modernes. Entre les routes modernisées, 69% (15.872 km) ont la durée de service dépassée, dont presque 7000 km se trouvent dans un mauvais état technique.

4910 ponts sont emplacés sur le réseau des routes locales, ayant une longueur totale de 192.000 m, dont 44.000 m ont un état technique insatisfaisant, 25.000 m entre eux étant en bois, sans sécurité en exploitation (tableau 1.4.).

*Tabel 1.3. Situația podurilor pe drumurile naționale
Tableau 1.3. La situation des ponts sur les routes nationales*

Caracteristicile podurilor Les caractéristiques des ponts	Poduri pe DN clasificate Europene Ponts sur les routes classifiés comme européens	Poduri pe restul DN Ponts sur les autres routes nationales	Poduri pe întreaga rețea de drumuri naționale Ponts sur l'entier réseau des routes nationales
Clasa de încărcare "E" A20, V80 Classe E de charges A20, V80 - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	429 29.269	928 43.789	1.357 73.058
Clasa de încărcare "I" A13, S60 Classe I de charges A13, V60 - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	671 22.241	1.103 33.313	1.774 55.559
Poduri cu partea sub 7 m Ponts à moins 7 m chausée - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	1.060 48.788	1.807 70.260	2.867 118.988
Poduri cu lățimea părții carosabile de 7 m Ponts à plus 7 m chaussées - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	40 2.722	224 6.097	284 9.629
Poduri din beton armat sau zidărie de piatră Ponts en béton armé ou en maçonnerie - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	957 34.931	1.122 30.500	2.079 65.431

m constituie poduri vechi de lemn, care nu mai prezintă siguranță în exploatare (tabelul 1.4).

Pierderile înregistrate de către transportori datorită stării tehnice a rețelei de drumuri județene și comunale, rezultă la nivelul anului 1993 suma de 73 miliarde lei.

1.4. Aspecte privind mediul înconjurător și rețeaua de drumuri din România.

Construcția de drumuri noi și reabilitarea celor existente, pe lângă efectele pozitive de progres, atunci

Les frais supplémentaires des usagers, provoqués par l'état technique du réseau des routes régionales et communales s'élèvent à 73 mld. lei, au niveau de 1993.

1.4. Aspects concernant l'environnement et le réseau des routes en Roumanie

En dehors de ses effets positifs, la construction des nouveaux routes et la réhabilitation des routes existantes peuvent devenir (s'ils sont mal utilisés par les usagers)

*Tabel 1.4. Situația podurilor existente pe rețeaua de drumuri locale
Tableau 1.4. La situation des ponts existantes sur les routes locales*

Caracteristicile podurilor Les caractéristiques des ponts	Poduri pe drumuri județene Ponts sur les routes régionales	Poduri pe drumuri comunale Ponts sur les routes communales	Total poduri pe drumurile locale Total ponts sur les routes locales
Poduri clasa "E" (bucăți) lungime (m) Classe E et I de charges - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	3.435 95.032	2.573 52.584	6.008 147.616
Poduri subclasa (I) (bucăți) lungime (m) Au dessous de la classe I - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	1.282 13.186	847 8.225	2.129 19.411
Poduri de lemn (bucăți) lungime (m) Ponts en bois - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	193 3.653	737 21.435	930 25.088
Total poduri (bucăți) lungime (m) Total ponts - bucăți / pièces - lungime (m) / longueur (m)	4.910 111.871	4.157 80.244	9.067 192.115

când sunt folosite impropriu de utilizatori, pot deveni o sursă de impact nedorit asupra mediului înconjurător datorită poluării produse de utilajele de construcție și de traficul rutier, sau datorită dezechilibrului ecologic produs de mișcarea maselor mari de pământ pe care le implică lucrările de terasamente.

Procesul de refacere a zonelor afectate de acest impact nedorit, se poate întinde pe perioade lungi, iar atunci când nu sunt tratate la timpul potrivit, ele pot deveni critice și adesea de nerezolvat. Conștientă de aceste probleme, Administrația Națională a Drumurilor, în paralel cu lucrările de construcție și reabilitare a drumurilor întreprinse în ultimii 4 ani, a inițiat o serie de programe ecologice cum ar fi proiectul HERMES.

Acest program este o abordare pragmatică a problemelor conservării zonelor naturale aferente drumurilor cu scopul îmbunătățirii lor estetice și în același timp pentru protejarea și conservarea materialului genetic pe care acestea îl conțin.

Administrația Națională a Drumurilor se preocupă în mod continuu de protecția habitatului rutier inclusând viața animală și vegetală, promovând tehnologii rutiere nepoluante și adoptând măsuri pentru sporirea confortului și siguranței circulației pe drumurile sale. Astfel au fost întreprinse următoarele acțiuni:

- * modernizarea și ecologizarea instalațiilor de preparare a mixturilor asfaltice;
- * procurarea unor utilaje nepoluante de construcție și întreținere a drumurilor;
- * prevederea de perdele de protecție de-a lungul traseelor de drumuri.

1.5. Concluzii privind starea tehnică a drumurilor publice din România și analiza factorilor care contribuie la această stare.

O imagine mai precisă asupra stării tehnice a drumurilor din România, poate fi exprimată de următorii parametri sintetici analizați, în comparație cu indicatori similari din alte țări:

* densitatea rețelei rutiere de $0,64 \text{ km/km}^2$ este una din cele mai scăzute din Europa;

* lungimea autostrăzilor, de numai 113 km., situează România pe unul dintre ultimele țări din Europa;

* valoarea de 6,6 a raportului dintre lungimea de drum ce revine la 1.000 locuitori situează România pe locul 15 în Europa, în timp ce valoarea raportului dintre lungimea de drum modernizat ce revine la 1.000 locuitori, o situează pe ultimul loc în Europa;

* pierderile anuale produse economiei naționale datorate stării necorespunzătoare a drumurilor au fost evaluate la circa 255 miliarde lei (166 milioane U.S.\$) acestea implicând și consumuri suplimentare de combustibili pentru vehiculele rutiere de 1,2 milioane tone.

une source d'impact indésirable sur l'environnement, à cause de la pollution produite par les engins des chantiers et par le trafic routier, ainsi qu'à cause du déséquilibre écologique résultant du mouvement des grands volumes de terre, nécessaires aux travaux des terrassements.

Le procès de refaire des zones affectées par cet impact indésirable, peut avoir une très longue durée et, si elles ne sont pas traitées à temps, elles peuvent devenir critiques, voire irréparables.

En connaissant ces questions, l'Administration Nationale des Routes, a initié, en même temps avec les travaux de construction et de réhabilitation des routes, démarrées dans les derniers 4 années, quelques programmes écologiques, comprises dans le projet HERMES. Ce projet traite, d'une manière pragmatique, les problèmes de la conservation des zones naturels adjacents aux routes, en but de les améliorer du point de vue esthétique et, en même temps, pour protéger et conserver le matériau génétique qu'elles contiennent.

Dans les préoccupations permanentes de l'Administration Nationale des Routes se trouve toujours la protection de l'habitat de la zone routière, soit la vie animale que végétale ; ainsi, ont été promouvés des technologies non polluantes et des mesures pour l'accroissement du confort et de la sécurité du traffic.

Les actions suivantes ont été démarquées :

- * la modernisation et l'écologisation des centrales d'enrobage;
- * l'achat d'engins non polluants pour la construction et l'entretien des routes;
- * la plantation des rideaux de protection au long des tracés des routes.

1.5. Conclusions sur l'état technique des revêtements routiers de la Roumanie et l'analyse des facteurs qui ont déterminé cet état

Une image plus précise sur l'état technique des routes de la Roumanie peut être exprimée par les paramètres synthétiques suivants, analysés par rapport aux autres pays européens :

* la densité du réseau routier ($0,64 \text{ km/km}^2$) est la plus bas entre les pays d'Europe;

* la longueur d'autoroutes, avec ses 113 km, a placée la Roumanie dans l'un des derniers lieux entre les pays européens;

* la valeur de 6,6 km, de la longueur totale des routes revenant à 1000 habitants, en fait que la Roumanie soit le 15-ème pays d'Europe;

* la longueur des routes modernisées, rapportée à 1000 habitants, trouve la Roumanie sur le dernier place dans le top de l'Europe;

* les pertes matérielles par an, provoquées à l'économie nationale, par l'état inadéquat des routes, sont

În concluzie, principaliii factori care, în ultimii douăzeci de ani, au contribuit la starea tehnică actuală a drumurilor, pot fi rezumăți astfel:

*** Fondurile insuficiente alocate sectorului rutier.**

În timp ce traficul rutier a crescut în această perioadă de aproximativ 8 ori, fondurile alocate pentru drumuri au crescut numai de 1,8 ori, resursele financiare reduse, permitând realizarea doar a 20% din programele de renforsare a drumurilor;

*** Calitatea materialelor și utilajelor.**

Materialele rutiere produse în țară, cum sunt liantul bituminos și cimentul pentru drumuri nu au atins performanțele standardelor. De asemenea, starea tehnică necorespunzătoare a echipamentelor și utilajelor rutiere, constând în principal din instalații vechi și depășite din punct de vedere tehnic, au influențat productivitatea redusă și calitatea lucrărilor de construcție și de întreținere a drumurilor;

*** Lipsa unei legislații adecvate**

România nu are legi care să definească importanța drumurilor în procesul de producție și care să recunoască că infrastructura rutieră contribuie prin specificul ei la crearea bunurilor materiale, și că datorită acestui lucru, toți utilizatorii acestei infrastructuri, au datoria să plătească aceste servicii contribuind astfel la crearea unui "fond rutier" care să fie apoi folosit pentru finanțarea lucrărilor de drumuri.

1.6. Noua politică rutieră adoptată de Administrația Națională a Drumurilor și eficiența acesteia

Încă din anul 1990, în condițiile sociale și economice de tranziție de la o economie centralizată în care doar statul era abilitat să-și asume răspunderea pentru întreaga activitate de construcție și întreținere a drumurilor, către sistemul liberalizat al economiei de piață, Administrația Națională a Drumurilor a început să-și formuleze o nouă politică rutieră și să adopte o structură organizatorică, care să-i permită să-și exercite funcțiile sale într-un mod mai eficient. Această nouă politică implementată de Administrația Națională a Drumurilor este caracterizată în principal de următoarele aspecte:

* a) Noua strategie adoptată pentru dezvoltarea sistemului transporturilor rutiere este orientată spre inaugurarea privatizării lucrărilor de întreținere și modernizarea drumurilor. Acest proces are implicații adânci asupra modalităților de acordare a contractelor pentru lucrări prin licitații, și, implicit asupra calității și eficienței acestora.

* b) Această politică conduce la o nouă strategie cu privire la siguranța circulației și la utilizarea eficientă a parcului de vehicule.

estimées à 255 milliards lei (166 millions dollars US), y inclus les consommations supplémentaires de carburants pour les véhicules routiers, dues à la même cause, s'élèvent à 1,2 millions tonnes dans chaque année.

Les principales facteurs qui, pendant les derniers 20 années, ont déterminé l'état actuel des routes, peut être résumés comme suit:

*** Les budgets insuffisants du secteur routier**

Pendant que le trafic a subi une augmentation de 8 fois, les fonds budgétaires accordés ont été seulement 1,8 fois augmentés dans la période concernée, en permettant la réalisation d'en moins de 20% des programmes de renforcement des routes.

*** La qualité faible des matériaux et du matériel**

Le bitume et le ciment routier, fabriqués en Roumanie, n'ont pas atteint les performances prévues dans les standards. Aussi, le mauvais état technique du matériel routier (engins et équipements vieux, fatigués et dépassés du point de vue technique, ayant une productivité réduite) a influencé la qualité des travaux de construction et d'entretien des routes.

*** La manque d'une législation routière adéquate**

La Roumanie n'a pas des lois définissant l'importance des routes dans l'économie nationale et reconnaissant la contribution de l'infrastructure routière, par son spécificité, dans la création des biens matériels et le devoir des usagers de payer les services routiers, pour former, ainsi, un "fond routier", affecté au financement des travaux des routes.

1.6. La nouvelle politique routière, adoptée par l'Administration Nationale des Routes et sa efficacité

Depuis 1990, dans les conditions social-économiques de la transition de l'économie centralisée (auquel l'état même assumait l'entièvre responsabilité pour la construction et l'entretien des routes), vers le système liberalisé de l'économie de marché, l'Administration Nationale des Routes a formulé une nouvelle politique routière et a adopté une structure organisatorique, lui permettant d'accomplir, d'un façon efficient, ses fonctions. Cette nouvelle politique a les caractéristiques principales suivants:

a) La nouvelle stratégie adoptée pour le développement du système des transports routiers est orientée vers la stimulation de la privatisation des travaux d'entretien et la modernisation des routes. Ce processus a des implications profondes sur les modalités d'établir les marchés, par appels d'offres et, aussi, sur la qualité et leur efficience.

* c) Stabilirea și implementarea unor acorduri și reglementări generale pentru transportul rutier, cu identificarea și repararea traficului greu, cu limitarea încărcării pe osie în funcție de capacitatea portantă a drumurilor și în final cu optimizarea itinerariilor de trafic pentru vehicule grele. Ca un exemplu semnificativ în acest sens, poate fi menționată crearea și implementarea programului informatic OPTITRANS, combinat cu sistemele moderne de control al greutății vehiculelor amplasate la principalele puncte de trecere a frontierei.

* d) Un aspect important al politicii rutiere al administrației drumurilor, o constituie preocuparea permanentă de a găsi surse de finanțare. În acest sens există colaborări cu instituții de finanțare internaționale (BERD, BIRD, BEI) care asigură realizarea programului de reabilitare și modernizare drumuri. Un efect stimulator pentru dezvoltarea sectorului rutier, îl constituie elaborarea legii fondului special pentru drumuri precum și legea drumurilor, care sunt în curs de elaborare și aprobată.

Începând cu anul 1994, Administrația Națională a Drumurilor și-a schimbat sistemul bugetar cu cel al unei regii economice având ca surse financiare veniturile proprii și subvențiile de la stat. Organograma Administrației Naționale a Drumurilor se prezintă în anexa 1.

1.7. Responsabilitățile Administrației Naționale a Drumurilor și cooperarea cu alte unități de profil din cercetare, învățământ și producție

Pentru realizarea obiectivelor strategiei dezvoltării drumurilor, Administrația Națională a Drumurilor are relații de cooperare cu universitățile tehnice din București, Timișoara, Cluj și Iași, cu Institutul de Cercetări în Transporturi din București, cu institute de proiectare naționale și județene precum și cu firme private de proiectare și consultanță.

De asemenea, administrația practică sistemul de creare a unor societăți mixte cu parteneri din țară și străinătate cum sunt firmele SOROCAM (societate de construcție drumuri româno-franceză), EUROMETUDES (societate de proiectare și consultanță româno-franceză), etc.

Se mai practică sistemul de locație de gestiune care implică încredințarea pentru exploatare a instalațiilor, utilajelor, mijloacelor de transport proprii de către alte firme private de profil.

În conformitate cu legislația actuală se practică în sectorul rutier sistemul de acordare a contractelor de lucrări prin licitații deschise tuturor specialiștilor în domeniu.

Pe plan internațional, Administrația Națională a Drumurilor se implică în activitățile tehnice întreprinse de organizații cum sunt: PIARC, IRF, OCDE, SHRP, etc.

b) Cette politique conduit vers une nouvelle stratégie concernant la sécurité du traffic et la meilleure utilisation des véhicules.

c) Ils ont été établis et appliqués déjà, quelques conventions et réglementations générales pour le transport routier, concernant l'identification et le répérage du traffic lourd, la limitation des charges sur essieux, à partir de la capacité portante des routes, l'optimisation des itinéraires pour les véhicules lourds etc. Comme exemple significatif, il y a la création et l'utilisation du programme OPTITRANS, combiné avec les systèmes modernes de contrôle de la poids des véhicules, emplacés dans les principaux points de passage de la frontière.

d) Un aspect important de la gestion des routes, c'est la constante préoccupation de trouver des sources de financement. Il y en a des collaborations avec les institutions internationales de financement (BIRD, BERD, BEI), qui assurent le règlement de la réalisation du programme de réhabilitation et de modernisation des principaux routes nationales. Un effet stimulateur pour le développement du secteur routier auraient les lois qui viennent d'apparaître, concernant "le fond spécial pour les routes" et "l'utilisation et la maintenance des routes".

Depuis 1994, l'Administration Nationale des Routes a changé le système budgétaire, en devenant une régie économique, dont les sources de financement sont les propres revenus et les subventions de l'état. Dans l'annexe no. 1 on présente l'organigramme de l'Administration Nationale des Routes.

1.7. Les responsabilités de l'Administration Nationale des Routes, et sa coopération avec d'autres organisations spécialisées de recherches, de l'enseignement, ainsi que des entreprises de travaux.

Pour la réalisation des objectifs de la stratégie du développement des routes, l'Administration Nationale des Routes entretien des relations de coopération avec les Universités Techniques de Bucharest, Timișoara, Cluj et Iași, avec l'Institut de Recherches pour les Transports, avec des nombreux sociétés d'études (nationales, régionales et privés), d'engineering et de travaux.

L'Administration utilise aussi le système de créer des sociétés mixtes, avec des partenaires roumains ou étrangers, par exemple les sociétés franco-roumaines SOROCAM (construction des routes) et EUROMETUDES (études et engineering). Elle pratique, habituellement, le système de "location de gestion", c'est-à-dire de transmettre le matériel, les installations et les moyennes de transport à des sociétés privées spécialisées, pour un mieux exploit.

2. Strategii de management performante ale Administrației Naționale a Drumurilor

Ministerul Transporturilor prin Administrația Națională a Drumurilor, a adoptat măsuri pentru restructurarea eficientă a sectorului rutier din România.

2.1. Obiectivele ce trebuie realizate și strategiile adoptate în acest scop.

În paralel cu adoptarea unei noi formule organizatorice, Administrația pe baza analizei factorilor responsabili de starea tehnică actuală a drumurilor publice și-a fixat următoarele obiective ale strategiei:

- * a) Îmbunătățirea stării tehnice a rețelei de drumuri publice, prin măsuri de întreținere și ranforsare, pentru oprirea degradării acestui important patrimoniu național;
- * b) Crearea condițiilor pentru aducerea rețelei rutiere la nivelul standardelor europene prin lucrări de reabilitare și modernizare a rețelei rutiere;
- * c) Dezvoltarea etapizată a unei rețele de autostrăzi (fig. 2.1) și drumuri expres, conform unui program bazat pe studii de fezabilitate

2.2. Acțiuni ce trebuie întreprinse în scopul realizării obiectivelor strategice și efortul finanțier aferent

În scopul atingerii obiectivelor stabilite Administrația Națională a Drumurilor a adoptat un program inclusând diverse strategii pe termen scurt (1994) pe termen mediu (1995-1996) și termen lung (1997-2005). Acțiunile deja întreprinse în cadrul acestor strategii sunt următoarele:

- * reorganizarea administrației drumurilor ca organism public autonom de nivel național conform Hotărârii de Guvern numărul 28/1994;
- * realizarea unui program de reabilitare a drumurilor naționale în lungime de 1.053 km. (figura 2.2) pe o perioadă de 3 ani (1993-1996) cu fonduri obținute de la Instituțiile Finanțatoare Internaționale (BERD, BIRD, BEI);
- * promovarea la guvern a proiectului legii drumurilor și proiectul pentru fondul special al drumurilor;
- * concesionarea lucrărilor de construcții pentru autostrăzi, prin atragerea de firme finanțatoare străine;
- * înființarea de societăți de construcție și consultanță mixte, în scopul realizării de lucrări de drumuri de înaltă tehnicitate;
- * separarea activităților de întreținere de cele de construcție;

Selon la legislation actuelle du secteur routier, les marchés de travaux sont achevés sur la base d'offres, ouverts à tous les entrepreneurs de spécialité.

Sur le plan international, l'Administration Nationale des Routes participe aux activités techniques des associations internationales de profile: AIPCR, IRF, OCDE, SHRP etc.

2. Strategies performantes de management de l'Administration Nationale des Routes

Le Ministère des Transports, par l'Administration Nationale des Routes, a adopté quelques mesures pour restructurer, d'une manière efficace, le secteur routier roumain.

2.1. Les objectifs de la stratégie de l'Administration des Routes

Dans la nouvelle formule organisatorique, l'Administration Nationale des Routes a analysé les causes qui ont déterminé l'état technique actuel des routes publiques, et a établi les objectifs de sa stratégie:

- a) L'amélioration de l'état technique du réseau des routes publiques, par des mesures d'entretien et de renforcement, pour arrêter la dégradation de cet important patrimoine national;
- b) La création des conditions par lesquelles le réseau routier soit élevé au niveau des standards européens; il s'agit de travaux pour la réhabilitation et la modernisation du réseau des routes nationales;
- c) Le développement étapisé d'un réseau d'autoroutes (fig. 2.1.) et de routes express, selon un programme basé sur des études de faisabilité.

2.2. Des actions qui doivent être prises pour la réalisation des objectifs de la stratégie, ainsi que l'effort finançair concerné

En vue d'aboutir les objectifs établis, l'Administration Nationale des Routes a adopté un programme comprenant des stratégies sur un court délai (1994), un moyen délai (1995-1996) et un long délai (1997-2005). Les actions demarrees sont les suivantes:

- * la reorganisation de l'Administration, comme organisme public autonome de niveau national, selon la Decision du Gouvernement no. 28/1994;
- * la realisation, échelonné entre 1993-1996, d'un premier programme de réhabilitation des routes nationales sur 1053 km (fig. 2.2.), soutenu avec les

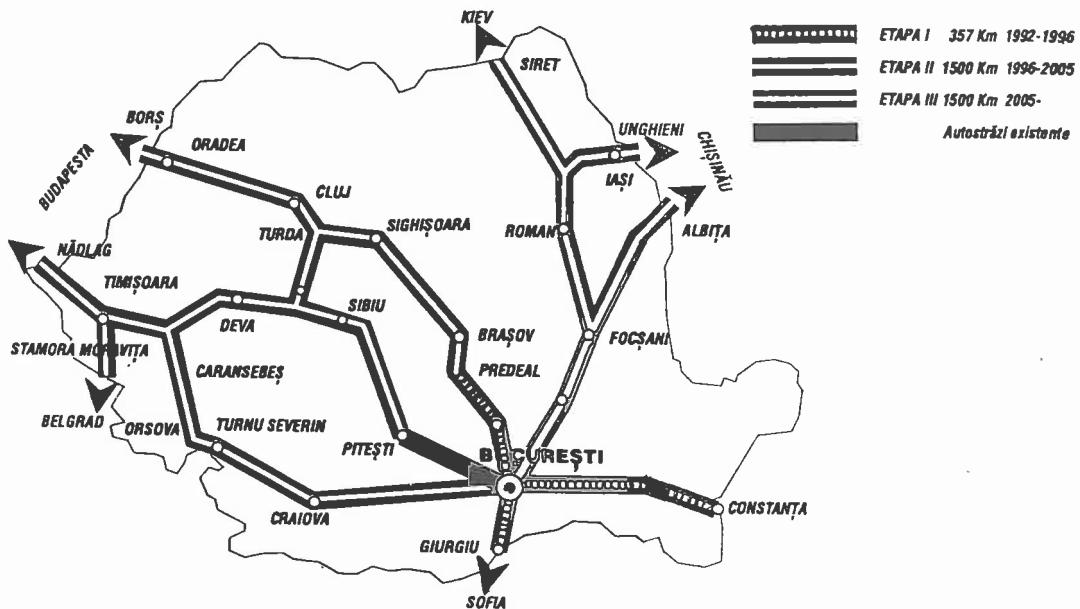


Fig. 2.1. Programul construcției de autostrăzi

Le programme de la construction d'autoroutes en Roumanie

* executarea lucrărilor de modernizare prin licitație și atragerea firmelor private în sectorul de construcție și întreținere a drumurilor;

* realizarea programului de construcții a 3.000 km autostrăzi și 2.600 km. de drumuri expres conform programelor aprobată prin H.G. 947/1990;

* aducerea normelor și standardelor existente la nivelul cerut de standardele europene și conceperea de noi norme;

* concepția și implementarea la nivel național, cu asistență tehnică B.C.E.O.M., a sistemului de administrare optimizată a îmbrăcămintelor rutiere (PMS), în scopul priorității lucrărilor de reparare și întreținere în perioada 1993-1997.

Efortul finanțiar necesar pentru realizarea tuturor acestor acțiuni va fi suportat din următoarele surse:

- * surse proprii derivând din tarife rutiere;

- * fondul special de 5% realizat din vânzarea carburanților;

- * subvenții de la guvern alocate pentru lucrările de drumuri;

- * surse externe din programele I.F.I.

3. Concluzii

Obiectivele prioritare ale Administrației Naționale a Drumurilor pot fi rezumate astfel:

a) stoparea evoluției procesului de deteriorare a stării tehnice a drumurilor și podurilor existente;

b) trecerea la o nouă organizare eficientă și aplicarea unor noi tehnologii rutiere cu efecte benefice asupra

crédits accordés par les Institutions Financières Internationales (BIRD, BERD, BEI);

* la promotion au Gouvernement, du projet de loi de routes et de la loi pour le fond spéciale des routes;

* la concession d'autoroutes aux entreprises privées, au but d'engager des sociétés financières étrangères;

* la création des sociétés mixtes de construction et engineering, au but de réaliser des travaux routiers de haute technicité;

* la séparation d'activités de surveillance, de ceux d'exécution des travaux;

* l'exécution par appels d'offres, des travaux de modernisation et le soutenement des sociétés privées des construction et d'entretien des routes;

* la réalisation du programme de construction de 3000 km autoroutes et 2500 km routes express, approuvé par la Décision du Gouvernement no. 947/1990;

* l'alignement des normes techniques et des standards roumains aux standards européens;

* la conception et l'application au niveau national, avec l'assistance technique de BCEOM, du système d'administration optimisé des revêtements routiers (IPMS), en vue d'établir l'ordre de priorité pour les travaux de réparation et d'entretien, dans la période 1993...1997;

L'effort finançai nécessaire pour la réalisation de ces actions devra être accompli par les sources suivants :

- * les propres revenus, obtenus par des taux routières;

- * le fond spécial de 5%, appliqué sur le coût des carburants;

- * subventions gouvernementales;

- * sources externes, notamment les programmes I.F.I.

3. Conclusions

Les objectifs prioritaires de l'Administration Nationale des Routes peuvent être résumés comme suit:

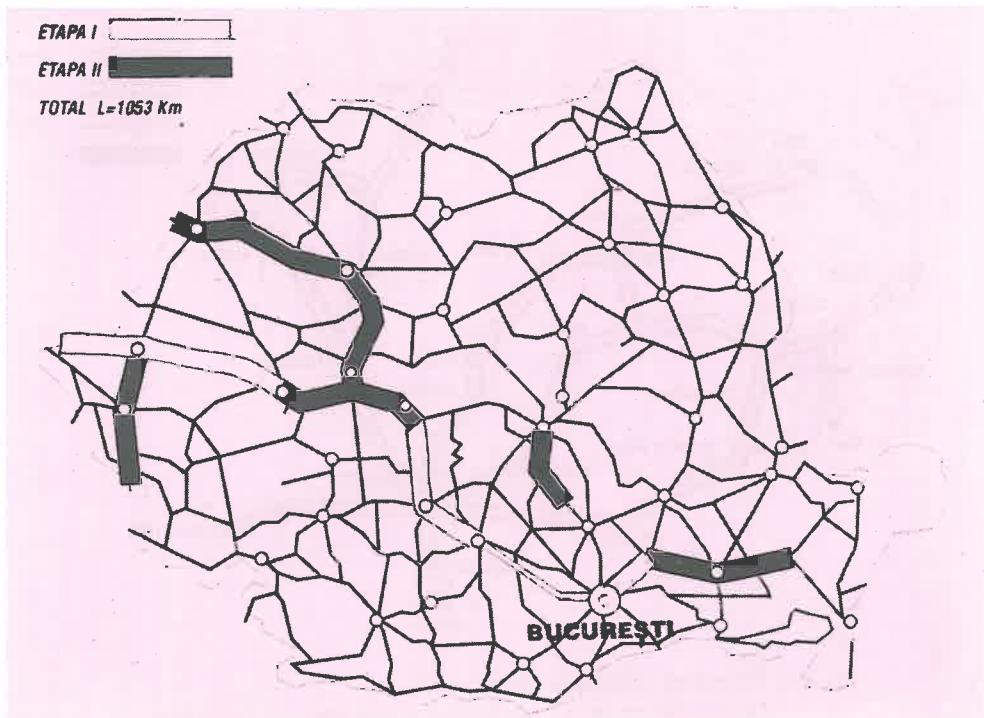


Fig. 2.2. Programul de reabilitare a drumurilor naționale
Le programme de réhabilitation des routes nationales

calității și productivității lucrărilor, care să conducă la îmbunătățirea stării tehnice a drumurilor;

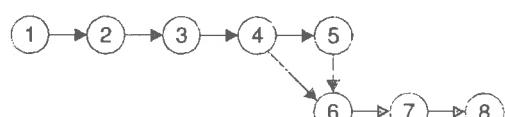
c) realizarea unei rețele fluente pentru traficul rutier la nivelul de confort cerut de standardele europene prin reabilitarea drumurilor naționale principale, folosind în acest scop surse de finanțare interne și externe;

d) dezvoltarea etapizată a unei rețele de autostrăzi și drumuri expres prin concesionare pe direcțiile de trafic principale, corelate cu programul T.E.M. și cu necesitățile impuse de creșterea traficului rutier;

e) promovarea și încurajarea acțiunilor de privatizare pentru modernizarea rețelei de drumuri cu scopul creșterii calității și eficienței acestora.

**ORGANIGRAMA ADMINISTRAȚIEI
NAȚIONALE A DRUMURILOR:
L'ORGANIGRAME DE L'ADMINISTRATION
NATIONALE DES ROUTES:**

- 1) CONSILIUL DE ADMINISTRAȚIE / CONSEIL D'ADMINISTRATION
- 2) DIRECTOR GENERAL / DIRECTEUR GENERAL
- 3) DIRECTOR GENERAL ADJUNCT / DIRECTEUR GENERAL ADJOINT
- 4) DIRECȚII / DIRECTIONS:
 - ÎNTREȚINERE DRUMURI ȘI PODURI / ENTRETIEN ROUTES ET PONTS
 - AUTOSTRĂZI ȘI CONSTRUCȚII / AUTOROUTES ET TRAVAUX
 - PROGRAME CU FINANȚARE EXTERNĂ / PROGRAMMES A FINANCEMENT EXTERNE
 - TEHNICĂ / TECHNIQUE
 - ECONOMICĂ / ECONOMIQUE
- 5) 16 SERVICII ÎN CADRUL DIRECȚIILOR / 16 BUREAUX SUBORDONNÉS AUX DIRECTIONS
- 6) 8 DIRECȚII REGIONALE DE DRUMURI ȘI PODURI / 8 DIRECTIONS REGIONALES DE ROUTES ET PONTS
- 7) SECȚII DE ÎNTREȚINERE, SECȚII DE UTILAJE / SECTIONS D'ENTRETIEN ET DU MATERIEL
- 8) DISTRICTE, ANTREPRIZE, STAȚII DE MIXTURI / DISTRICTS, ENTREPRISES, CENTRALES D'ENROBAGE



Sisteme de control și gestiune a calității la lucrările de drumuri

Systèmes de contrôle et gestion de la qualité des travaux de routes

**Coordonator național
Coordonnateur national:**

dr. ing. Stelian Dorobanțu

Universitatea Tehnică de Construcții București
Université Technique de Constructions Bucarest

Raportori – Rapporteurs:

ing. Manole Șerbulea

Şef Serviciu Tehnic Administrația Națională a Drumurilor
Chef du Service Technique, Administration Nationale des Routes

ing. Nadia Popescu

Ing. specialist VIACONS
VIACONS S.A.

dr. ing. Andrei Radu

Director tehnic CESTRIN
Directeur technique CESTRIN

dr. ing. Marius Turcu

Şef secție INCERTRANS
Chef de département INCERTRANS

dr. ing. Georgeta Fodor

Cercetător INCERTRANS
Chef de laboratoire INCERTRANS

Calitatea este o categorie filozofică prin care se desemnează sistemul caracteristicilor esențiale ale unui fenomen sau obiect, referitor al unui drum și anexelor lui.

Exigențele de performanță esențiale pentru obținerea unor construcții de drumuri de calitate se referă la:

- rezistență și stabilitate;
- siguranță în exploatare;
- sănătatea oamenilor;
- protecția mediului înconjurător;
- durata minimă de funcționare pe termenele corespunzătoare categoriei lucrărilor.

Legea privind "Calitatea în Construcții", în curs de definitivare în România și de punere de acord cu Normele Europene, stipulează ca Administrațiile de Drumuri (Naționale și Locale) și Societățile Concesionare, în calitate de proprietari - concesionari, administratori, exploataitori, execuțanți ai unor construcții rutiere și anexe ale acestora, utilizatori ai drumurilor și anexelor acestora, investitori pentru construcții de drumuri și accesoriile acestora precum și ca proprietari și utilizatori de utilaje de

La qualité est une catégorie philosophique par laquelle on désigne le système des caractéristiques essentielles d'un phénomène ou d'un objet, au cas d'espèce, celles relatives à une route et à ses annexes.

Les principales exigences de performance qu'on doit satisfaire pour obtenir des constructions de routes de qualité s'adressent à:

- la résistance et la stabilité;
- la sûreté en exploitation;
- la santé des hommes;
- la défense de l'environnement;
- la durée minimale de service, aux délais correspondants à la catégorie des travaux.

La loi concernant "La qualité en Constructions", qui est en train d'être rédigée en Roumanie et d'être mise en accord avec les Normes Européennes, prévoit, comme autorités routières, relatif au système de la qualité: les propriétaires (concessionnaires, administrateurs, exploitants), les exécutants de constructions routières (y compris les annexes), les utilisateurs des routes et leurs annexes, les investisseurs dans les constructions de rou-

execuție, aparatura de laborator și mijloacele de investigație a stării tehnice a drumurilor sunt autorități în domeniul rutier în ceea ce privește sistemul calității lucrărilor.

Organizarea sistemului "calității" este întotdeauna profitabil Administrațiilor de Drumuri, dar în special utilizatorilor, deoarece se dorește ca drumul să fie bine proiectat, sigur, trainic și realizat la un cost corespunzător; tot odată sistemul "calității" este profitabil executantului, al cărui efort de organizare, aprovizionare și tehnologic, îi permit să evite improvizațiile, întotdeauna costisitoare, să evite întârzierile și să reducă la minimum lucrările necorespunzătoare și costisitor de remediat.

În gestionarea calității, rolul Administrațiilor de Drumuri este determinant încă de la elaborarea temei pentru întocmirea proiectului, de la definirea clară a obiectivelor acestuia și a nivelelor de calitate impuse de acestea.

Rolul important al Administrației apare de asemenea în momentul organizării licitațiilor, al selectării corecte a Proiectantului și a Executantului, pe baza referințelor verificate de performanțele acestora, a tehnologiilor și nivelului costurilor oferite. Tot odată acest rol al Administrației se manifestă prin întocmirea corespunzătoare a contractelor, după adjudecarea de către un ofertant în urma licitației, printr-un anumit realism al echilibrului relativ, necesar între fermitate și realitate în aplicarea prevederilor controlului-calității.

Pe de altă parte, rolul Executantului este la fel de important în gestionarea calității printr-un organism intern fiabil privind calitatea, organizat, dotat cu aparatura și cu fondurile necesare pe întregul lanț al derulării lucrărilor, capabil să obțină și să dovedească rezultatele de calitate în orice moment și la orice fază de execuție.

Realizarea calității la lucrările de drumuri, a exigențelor de performanță esențiale mai sus menționate, este obligația tuturor factorilor implicați în proiectare, execuție și exploatare, potrivit responsabilității fiecărui și în funcție de complexitatea, destinația, modul de utilizare, gradul de risc sub aspectul siguranței precum și ca urmare a unor considerente economice.

Sistemul "calității" la lucrările de drumuri reprezintă ansamblul de structuri organizatorice, responsabilități, regulamente, norme, instrucțiuni, proceduri și mijloace care concură la realizarea calității în toate etapele, de la proiectare până la exploatare.

Reglementările tehnice (regulamente, norme, instrucțiuni, etc.) au ca scop concepția, calculul, alcătuirea, execuția și exploatarea oricărui drum; ele stabilesc condiții minime de calitate cerute drumurilor, materialelor și tehnologiilor folosite la execuție precum și modul de determinare și verificare a acestora.

Toate materialele folosite la lucrările de drumuri trebuie să aibă certificate de calitate eliberate de producător sau furnizor.

Verificarea proiectelor pentru lucrări de drumuri în ceea ce privește respectarea reglementărilor tehnice referitoare la exigențele de performanță esențiale,

tes et leurs accessoires.

L'organisation du système "de la qualité" est toujours profitable aux Administrations des Routes, surtout aux utilisateurs, parce qu'on aspire à ce que la route soit bien projetée, durable, qu'elle présente sûreté et qu'elle soit réalisée au coûts raisonnables; en même temps, le système "de la qualité" est profitable pour l'exécutant, dont l'effort d'organiser, approvisionner et satisfaire les normes technologiques, permet l'évitement des improvisations, qui exigent toujours des retardements et de fortes dépenses et réduit au minimum les travaux défectueux et dispendieusement à être remédiés.

En ce qui concerne la gestion de la qualité, le rôle des Administrations des Routes est déterminé dès l'élaboration du thème pour la conception de l'étude et dès la définition exacte des objectifs et des niveaux de qualité que ceux-ci en exigent.

L'un des rôles, bien important, de l'Administration, survient au moment de l'organisation des appels d'offres en but d'une juste sélection de l'Ingénieur et de l'Entrepreneur, sélection fondée sur de bonnes références, vérifiées par leurs performances et technologies, ainsi bien que par le niveau des coûts offerts. A la fois, après avoir fait l'adjudication, l'Administration s'en charge de rédiger le marché, de manière qu'il y existe un équilibre concernant les prescriptions du contrôle de la qualité entre l'exigence et la réalité.

D'autre part, le rôle de l'Entrepreneur est également important dans la gestion de la qualité, par son organisation intérieur, fiable en ce qui concerne la qualité, bien organisé, menu de l'appareillage et des fonds nécessaires à la chaîne toute entière des travaux, ayant la capacité d'obtenir et de prouver de bons résultats à tout moment et à toute phase d'exécution.

C'est l'obligativité de tous les éléments impliqués dans la conception, l'exécution et l'exploitation, selon la responsabilité de chacun et ayant en vue la complexité, la destination, le mode d'emploi, le degré de risque concernant la sécurité et certaines considérations économiques, de réaliser la qualité et de satisfaire les exigences essentielles de performance ci-dessus.

Le système "de la qualité" relatif aux travaux de routes représente l'ensemble des structures en ce qui concerne l'organisation, les responsabilités, les réglementations, les normes, les instructions, les procédures et les moyens qui agissent pour réaliser la qualité, pendant toutes les étapes, dès les études jusqu'à l'exploitation.

Les réglementations techniques (règlements, normes, instructions etc.) poursuivent la conception, le calcul, la construction et l'exploitation de n'importe quelle route; elles établissent des conditions minimales de qualité qu'on exige pour les routes, les matériaux et les technologies utilisées dans l'exécution, aussi bien que la façon de les déterminer et vérifier.

Tous les matériaux utilisés aux travaux de routes doivent avoir des certificats de qualité délivrés par le producteur ou par le fournisseur.

independent de verificarea internă a "proiectantului" se face în mod obligatoriu și "extern" prin specialiști verificatori de proiecte atestați, independenți de "proiectant".

Autorizarea și acreditarea laboratoarelor de analize și încercări se face de către Inspectoratul General de Stat pentru Calitatea și Disciplina în Construcții, în funcție de nivelul de subordonare la care activează acestea și al competenței.

Verificarea execuției lucrărilor de drumuri este obligatorie și se face prin personal propriu, în cadrul verificării interne a "executantului".

Independent de această verificare internă, calitatea lucrărilor de drumuri se face obligatoriu "extern" de către investitor prin dirigenți de specialitate, responsabili tehnici cu execuția, atestați în această activitate sau prin agenți economici de consultanță specializați.

Recepția construcțiilor de drumuri constituie certificarea realizării acestora în conformitate cu prevederile proiectelor, cu caietele de sarcini însușite de "executant" în urma licitației de adjudicare a proiectului de execuțare a lucrărilor și cu "cartea tehnică a drumului".

Cartea tehnică a drumului se întocmește pe parcursul execuției lucrării, cuprinde documente privitoare la conceperea, realizarea, exploatarea, întreținerea și reabilitarea drumului.

Cartea tehnică a drumului se întocmește prin grija investitorului și se predă proprietarului drumului care are obligația de a o păstra și de a o completa la zi. Prevederile din cartea tehnică a drumului referitoare la exploatare sunt obligatorii pentru proprietar, administrator și exploatator.

Urmărirea comportării drumului în exploatare se face pe toată durata lui de existență și cuprinde ansamblul de activități privind examinarea directă - inspecția vizuală - și investigarea cu aparatura specifică în scopul determinării stării tehnice a drumului și precizării mașinilor de reabilitare necesare menținerii exigențelor de performanță esențiale.

Intervențiile cu lucrări la drumurile existente și care se referă la lucrări de ranforsare, transformare, extinderi și lățiri de benzi, sporirea sau asigurarea stabilității, etc. se consemnează obligatoriu în cartea tehnică a drumului.

Controlul de stat al calității la lucrări de drumuri cuprinde inspecții în etapele de concepere, execuție și exploatare privind componentele sistemului "calitate" în funcție de categoria și importanța drumului.

Aceleași prevederi menționate mai sus sunt obligatorii și în ceea ce privește podurile, clădirile, tunelurile, viaductele și celelalte lucrări de artă ale unui drum.

Pentru lucrările de drumuri care au început să se execute din anul 1994 toată seria de norme, standarde și instrucțiuni a fost revizuită, iar unele au fost modificate și completate în conformitate cu prevederi sau orientări ale Normelor Europene. Aceste modificări și completări fac parte din Caietele de sarcini ale proiectelor de ranforsare

Les études pour les travaux de routes en ce qui concerne la soumission aux réglementations techniques relative aux exigences essentielles de performance doivent être vérifiées de l'intérieur par "le projecteur" et, en outre, "de l'extérieur" par les spécialistes vérificateurs de projets, attestés et indépendants de "projecteur".

L'autorisation et l'accréditation des laboratoires d'analyses et d'essais sont accomplies par l'Inspectorat Général d'Etat pour la Qualité et la Discipline en Construction, selon le niveau de subordination auquel ceux-ci travaillent et selon la compétance.

La vérification de l'exécution des travaux de routes est obligatoire et elle est accomplie par le personnel-même dans le cadre de la vérification intérieure de "l'exécutant".

Outre cette vérification de l'intérieur, la qualité des travaux de routes doit être obligatoirement faite aussi de l'extérieur, du côté de l'investisseur par des surveyants, des responsables techniciens ayant en charge l'exécution autorisé dans cette activité ou par des agents économiques consultants, spécialisés.

La réception des constructions de routes constitue la certification-même de leur réalisation selon les marchés, les cahiers de charges appropriés par l'exécution des travaux et conformément au "livre technique de la route".

On rédige le livre technique de la route au cours de l'exécution-même du travail et l'on y renferme des documents relatifs à la conception, la réalisation, l'exploitation, l'entretien et la réhabilitation de la route.

C'est à l'investisseur de soigner l'élaboration du livre technique de la route et de le faire parvenir au propriétaire qui, à son tour, doit le conserver et le compléter à jour.

La poursuite du mode de réaction de la route en exploitation doit être faite au parcours de toute sa durée d'existence et se réfère à l'ensemble d'activité concernant l'examen directe - inspection visuelle - et l'investigation à l'aide d'un appareillage tout particulier, afin de déterminer l'état technique de la route et d'en préciser le matériel nécessaire, pour ne pas cesser de satisfaire les exigences essentielles de performance.

Les interventions d'autres travaux de routes existantes, s'adressant aux travaux de renforcement, transformations, extensions et élargissements des bandes, l'accroissement ou la stabilité etc. doivent être obligatoirement consignées dans le livre technique de la route.

Le contrôle d'Etat de la qualité relative aux travaux de routes fait l'objet des inspections pendant la conception, l'exécution et l'exploitation en ce qui concerne les composants du système "qualité", selon la catégorie et l'importance de la route.

Les mêmes prescriptions sont obligatoires en ce qui concerne les ponts, les bâtiments, les tunnels, les viaducs et les travaux d'art d'une route.

Relatif aux travaux de route qui ont déjà été commencés depuis 1994, toute la série de normes, standards et instructions a déjà été复习, quelques-unes

a peste 1050 km. de drumuri naționale din rețeaua majoră a țării adjudicate de circa 12 antreprize din care aproape 2/3 din străinătate, proiecte ce trebuie să-și găsească finalizarea până în 1996.

Între aceste Norme și Instrucțiuni modificate sunt de menționat între altele, două apreciate ca foarte importante, deoarece ranforsarea celor peste 1050 km. de drumuri trebuie să se facă utilizând mixtură asfaltică standard.

Primul standard modificat se referă la clasificarea rocilor în baza a șapte criterii de performanță (uzura, rezistența la compresiune, la soc, la îngheț-dezgheț, etc.) în șase clase (A...F) și precizarea folosirii lor în funcție de trafic - clasa drumului - și stratul din structura în care poate fi folosit.

Al doilea standard se referă la calitatea bitumului completat cu criterii de exigență și după supunerea lui la încercarea RTFOT, încercare și determinări recomandate de programul SHARP din SUA și agrat de conferința EUROBITUME - iunie 1995 Stokholm.

Proiectul legii "Calitatea în Construcții" supus actualmente discuției publice prevede numai sancțiuni bănești în cazul nerespectării prevederilor de calitate, sancțiuni proporționale cu gravitatea lipsurilor constatăte.

Studii cost/beneficiu efectuate în cadrul Administrației Naționale a Drumurilor au arătat, în baza datelor de trafic, a cărții tehnice a drumului și a costurilor actualizate de execuție și întreținere că drumurile executate cu respectarea integrală a condițiilor de calitate au o durată de viață de 1,5-2 ori mai mare decât cea normată, întreținerea de întreținere sunt cu 20- 60% mai reduse, iar întreținerea de exploatare cu 5-20% mai reduse.

en étant déjà modifiées et complétées, selon les prescriptions ou conseils des Normes Européennes. Ces modifications et compléments se retrouvent dans les Cahiers de charges pour les projets de renforcement, faisant l'objet de plus de 1050 km de routes nationales du réseau majeur du pays, adjugés par appel d'offre à 12 entreprises, dont presque 2/3 de l'étranger, des projets qui doivent être exécutés jusqu'à 1996.

Parmis ces Normes et Instructions modifiées, il y en a deux à mentionner, appréciées comme très importantes, puisqu'afin d'accomplir le renforcement de plus de 1050 km de route, on doit y utiliser l'enrobé bitumineux standard.

Le premier standard modifié s'adresse à la classification des roches selon les sept critères (l'usure, la résistance à la compression au choc, au gel-dégel etc.) dans six classes (A...F) et à ce que de préciser leur mode d'emploi selon le trafic - la classe de la route - et la couche de la structure où on peut les utiliser.

Le deuxième standard s'adresse à la qualité du bitume, aussi bien qu'aux critères d'exigence et à sa capacité de se soumettre à l'épreuve RTFOT, selon les recommandations du programme américain SHARP agréé à la Conférence EUROBITUME, datée juin 1995, à Stokholm.

Le projet de la loi sur "La qualité en constructions", soumis actuellement à la discussion publique prévoit, au cas du non-respect des prescriptions, relatives à la qualité, seulement des sanctions pécuniaires, par rapport à la gravité des erreurs constatées.

Des études coût/profit, faites par l'Administration Nationale des Routes, fondés sur des dates de traffic, sur le livre technique de la route et les coûts actuels d'exécution et d'entretien, ont prouvé que les routes exécutées en respectant toutes les conditions exigées par la qualité, ont une durée de vie de 1,5 à 2 fois plus grande que les autres, les coûts d'entretien sont réduits par 20% à 60% et les coûts d'exploitation, par 5 à 20%.



Centenarul podului peste Dunăre “Regele Carol I” (1895-1995)

The centenary of the bridge “King Carol I” over the Danube (1895 -1995)

Prof. dr. ing. NICOLAE POPA, decan al Facultății de Căi Ferate, Drumuri și Poduri București

Dr. ing. DRAGOȘ TEODORESCU, director tehnic, Institutul de Studii și Proiectări Căi Ferate București;

Ing. SABIN FLOREA, vicepreședinte, S.C.VIACONS S.A. București

Prof. dr. eng. NICOLAE POPA, Dean of Faculty of Railways, Roads and Bridges, Bucharest

Dr. eng. DRAGOȘ TEODORESCU, Deputy Manager, The Railways Study and Design Institute, Bucharest

Eng. SABIN FLOREA, Vice-President of VIACONS S.A. Company, Bucharest

Istoricul lucrării

Cu două mii de ani în urmă, inginerul și arhitectul antichității, Apolodor din Damasc, a conceput și construit primul pod peste Dunăre, în timpul domniei împăratului roman Traian. Ideea construcției unui alt pod definitiv peste fluviul european, pe teritoriul românesc, a venit abia la mijlocul secolului XIX, în același timp cu începerea construcției rețelei de căi ferate.

Domnitorul Țării Românești, Barbu Știrbei, se gândeau la căi ferate, încă din 1851. Atunci a fost exprimată ideea legăturii dintre București și Marea Neagră printr-o cale ferată, care să traverseze Dunărea și să permită dezvoltarea comerțului cu alte țări. Privitor la această cale ferată, Divanul Țării Românești a votat, la 24 februarie 1856, Convenția cu Maximilian von Haber de Karlsruhe (Germania), care stabilea printr-o clauză, că validarea sa depindea de extinderea căilor ferate până la Marea Neagră, cu acordul Înaltei Porți Otomane.

Încheierea domniei lui Barbu Știrbei, în 1856, a avut drept consecință întreruperea, pentru un timp, a construcției de căi ferate, care era dorința sa, dar și a țării.

Calea ferată Cernavodă-Constanța a fost construită și finanțată de compania engleză Barkley & Staniforth, fiind terminată în 1860. În 1880, linia a fost răscumpărată de statul român.

Historical background

Two thousand years ago, the engineer and architect of the Antiquity, Apolodor of Damascus, conceived and built the first Bridge over the Danube, during the reign of the Roman Emperor Trajan. After that, the idea of the another fixed bridge construction, over the European river, on the Romanian territory, came in the middle of the 19th Century, in the same time with the beginning of the railway network construction.

The ruler of the Romanian Principality, Barbu Știrbei, thought since 1851 about some railway lines. It is the first time when was expressed the idea of the connection between the Capital Bucharest and the Black Sea area, by a railway crossing the Danube and permitting the trade development with the other countries. Regarding this railway, at 24th of February 1856, the Divan (Parliament) of the Romanian Principality voted a Convention with Maximilian von Haber of Karlsruhe, Germany. This Convention had a clause stipulating that its validity depended of the extension of the railway as far as to the Black Sea having the agreement of the Sublime Ottoman Porte.

The retirement of Barbu Știrbei, in 1856, had as a consequence the interruption - for a while - of the railway construction which was both his wish and of the Country.

După urcarea pe tron a regelui Carol I, în 1866, construcția de căi ferate a cunoscut o evoluție remarcabilă și a pus bazele progresului în România. Legarea capitalei țării cu Dobrogea (alipită României după războiul de independentă din 1877) și cu portul Constanța, a devenit o necesitate stringentă, din motive comerciale, administrative și strategice.

Comisia, stabilită ca o consecință a Tratatului de la Berlin și formată din delegați ai Marilor Puteri, s-a întâlnit în 1878, la Siliștră (Bulgaria), pentru a trasa granița dintre România și Bulgaria. Delegatul francez, comandantul Lemoine, a propus ca granița să fie deplasată cu 800 m pe Dunăre, la Nord-Est de bastionul Siliștrei, pentru a permite amplasarea, într-o poziție favorabilă, a unui pod peste fluviu (fig.1).

Construcția podului la Siliștră, în aval, a fost considerată foarte dificilă și costisitoare, datorită lărgimii Dunării și împărțirii fluviului în 2 brațe, Dunărea și Borcea. Puterile semnătare ale Tratatului de la Berlin au numit o Comisie Tehnică Europeană, pentru a examina amplasarea podului. Această Comisie Tehnică s-a întîlnit la Siliștră, sub președinția unui delegat francez, inginerul Leon Lalanne. Membrii Comisiei au discutat și analizat, de la 27 octombrie până la 15 noiembrie 1879, amplasarea podului și au căzut de acord, în unanimitate, pentru delimitarea graniței dintre România și Bulgaria.

În 1880, Camerele Parlamentului României au declarat de utilitate publică construirea căii ferate București-Cernavodă-Constanță, pentru a lega zona Mării Negre de restul României. Pentru proiectarea și construcția liniei București-Fetești (146 km), inginerul român Spiridon Yorceanu a fost numit director general. În ceea ce privește sectorul Fetești-Cernavodă (15 km), erau necesare poduri peste brațul Borcea și peste Dunăre, lucrări de mare complexitate și importanță. De aceea, guvernul român a inițiat, în 1882, o licitație internațională pentru proiectarea

The railway Cernavodă-Constanță was constructed and granted by the English Company Barkley & Staniforth, in 1860, then, in 1880, it was bought back by the Romanian State.

After the King Carol I ascended the throne, in 1866, the railway constructions had a remarkable evolution and lied at the basis of the Romania progress. The connection of the Capital, Bucharest, with Dobrudja county (which was given back to the Romanian State after the Independence War of 1877) and with the Constanța harbour at the Black Sea, gone to be a need for a commercial, administrative and strategical reasons.

The Commission - established as a consequence of Berlin Treaty and formed by the delegations of the Great Powers - met in Siliștră (Bulgaria), in 1878, in order to mark the borders between Romania and Bulgaria. The French delegate, commander Lemoine proposed that the border be begun at 800 m from the Danube, towards East against the North-East Siliștră bulwark, with the view to permit to join Dobrudja county with the other Romanian counties by a favourable bridge site (fig. 1).

The bridge construction at more distance, against Siliștră, downstream, was considered very difficult and expensive, due to the Danube width and the forking river in two arms, Danube and Borcea. The signatory Powers of the Berlin Treaty have nominated an European Technical Commission to examine the bridge site. This Technical Commission met in Siliștră under the chairmanship of the French delegate, Engineer Leon Lalanne. The members of the Technical Commission discussed and analysed - from 27th of October to 15th of November 1879 - the site bridge and admitted the conclusions of the majority for the borders delimitation between Romania and Bulgaria.

In 1880 the Chambers of the Romanian Parliament have declared as a public utility the construction of the



Fig. 1 - Zona de Sud-Est a României
The South-East part of Romania

podurilor. La licitație s-au prezentat 8 companii din Franța, Elveția, Austria, Germania și Belgia. Vom prezenta mai jos concluziile comisiei nominalizată de guvernul României pentru analiza acestor proiecte. Comisia a fost alcătuită din dr. E. Winkler, profesor la Școala Politehnică din Charlottenburg, profesorul E. Collignon de la Școala Națională de Poduri și Șosele din Paris și inginerii români Spiridon Yorceanu, Dimitrie Frunză și Constantin Olănescu. Spiridon Yorceanu a fost numit președinte, iar inginerul Anghel Saligny, secretar.

Proiectele au fost mai întâi examineate de secretariatul comisiei și apoi discutate în ședință plenară din 3 - 20 septembrie 1883, după care s-a întocmit un raport oficial la Cernavodă, pe vaporul Ștefan cel Mare. Întrucât nici unul dintre cele 8 proiecte prezentate nu a respectat în totalitate recomandările făcute, comisia nu a acordat premiul I. A fost acordat premiul II, companiei Batignolles (Franța) și premiul III, asociației dintre compania Klein Scholl & Gartner Viena și fabrica Güttehoffnungshütte (Germania). Au fost acordate mențiuni de onoare companiilor Holzmann & Co din Frankfurt, Fives-Lille din Paris și Rothlisberger & Simons din Berna.

Pe baza proiectelor din competiție și a forajelor geotehnice realizate de statul român, sub conducerea inginerului Nicolae Herjeu, comisia a prezentat, în raportul său, recomandările următoare:

1. Se interzice suprastructura mobilă; să se prevadă o înălțime de construcție minimă de 30 m de la etaj până la talpa inferioară a podului.

2. Suprastructura să fie executată din grinzi independente, a căror deschidere să fie de minimum 165 m. Au fost prezentate dezavantajele soluțiilor cu grinzi continue și cu arce.

3. Infrastructura să fie executată integral din zidărie, admisându-se o presiune pe talpa fundației, de max. 10 kgf/cm².

4. Podul să fie executat cu două linii ferate, conform propunerii companiei Batignolles.

5. Presiunea vântului să fie considerată la 180 kgf/cm² pentru podul încărcat cu convoi și de 270 kgf/cm² pentru podul neîncărcat.

6. Suprastructura să fie executată din fier pudlat, și nu din oțel.

Întrucât licitația din 1883 nu a avut un rezultat pozitiv, Ministerul Lucrărilor Publice a numit o altă comisie, formată din inginerii români S. Yorceanu, G. Duca, C. C. Popescu, C. Mironescu și A. Saligny, însărcinată să întocmească noi recomandări pentru proiectul podului. Programul trasat de comisie prevedea toate cerințele rezultate din licitație, cât și propunerile pentru execuția lucrărilor.

Având acordul Ministerului Lucrărilor Publice, comisia a adoptat anumite derogări de la recomandările stabilite în 1883, astfel:

1. Podul va fi pentru cale simplă.

2. Este acceptată o variație de 3 m la recomandarea privind înălțimea de construcție de 30 m de la etaj.

railway Bucharest- Cernavodă-Constanța, to connect all the Romanian counties with the Black Sea area.

In order to elaborate and construct the railway Bucharest-Fetești (146 km), the romanian engineer Spiridon Yorceanu was nominated as a general director. Concerning the railway section of fetești-Cernavodă (15 km) it needed bridges over the Borcea arm and the Danube, as a very important and complex works. That is why, the Romanian Government initiated, in 1882, an international projects competition. Some details about this competition as well as the solution presented by eight Companies from France, Switzerland, Austria, Germany and Belgium, can be find in the work (4). We will present in this paper only the conclusions of the Commission nominated by the Romanian Government for the projects analysis. This Commission was formed by Dr. E. Winkler, Professor in the Polytechnic School of Charlottenburg, Professor E. Collignon from L'Ecole Nationale des Ponts et Chaussees; Paris and romanian engineers Spiridon Yorceanu, D. Frunză, C. Olănescu. Spiridon Yorceanu was nominated as a chairman and Anghel Saligny as a secretary.

The projects were previously examined and checked up by the Secretary of the Commission and then discussed in the plenary session, 3-20th of September 1883. After that it was dressed an official report in Cernavodă, on "Ștefan cel Mare" ship.

As none of the eight projects presented at this competition did comply the appointed requisites of the specifications, the Commission did not awarded the 1st Prize. The 1Ind Prize was awarded to the Company Batignolles of France and the IIIrd Prize to the Company Klein Scholl and Gartner of Vienna associated with the Güttehoffnungshütte factory of Germany. There were awarded honourable mentions to the Companies: Holzman & Co. of Frankfurt, Fives-Lille of Paris and Rothlisberger & Simons of Berna.

On the basis of the analysis of the competition projects and of the geotechnical drillings realized by the Romanian State under the Controle of the engineer Nicolae Herjeu, the Commission presented in its report the recommendations to be observed during the elaborations of the final project. The recommendations were as follows:

1. To be forbidden the moveable' superstructure; to provide a height clearance under the bridge of 30,0 m starting from the river water the high levels.

2. The superstructure to be carried out by independent girders which span to be minimum 165,0 m. The disadvantages of the solutions with continuous girders and arches were presented.

3. The substructure to be totally carried out of masonry, admitted a maximum pressure of 10 kgf/cm² on the foundation base.

4. The Bridge to be executed over the double - way railroad, in the line proposed by the Batignolles Company.

3. Calculul la presiunea vântului să se facă cu respectarea strictă a recomandărilor engleze.

Programul și recomandările comisiei au fost trimise, în 1886, la câteva companii străine, recunoscute pentru capacitatea și competența lor în realizarea unor astfel de lucrări. Cinci companii: Braine-le Comte (Belgia), Fives-Lille, Cail, Gouin și Joret (Franța), au prezentat proiectele și ofertele lor pentru construirea podului peste Dunăre.

Analiza detaliată a proiectelor și a ofertelor, făcută de comisie, a concluzionat că nici una din companii nu a ținut cont de necesități și recomandări: de aceea, comisia a propus Ministerului să nu adjudece lucrarea.

În decembrie 1887, Ministerul Lucrărilor Publice a numit pe inginerul Anghel Saligny să elaboreze proiectul căii ferate Fetești-Cernavodă, inclusiv al podurilor. Inginerul Saligny câștigase încrederea autorităților românești, datorită lucrărilor executate de el până atunci, precum și datorită participării sale la ambele comisii (1883 și 1886) care organizaseră licitațiile privind construcția podului peste Dunăre.

Proiectui

Înainte de a începe proiectarea podului peste Dunăre, A. Saligny a vizitat câteva dintre marile poduri europene deja construite sau aflate în execuție. Printre acestea, a vizitat podul Firth of Forth din Scoția, care era în construcție. Acolo, A. Saligny a avut ocazia să-i întâlnească pe Sir John Fowler și Sir Benjamin Baker, inginerii care au conceput și condus lucrările celor mai

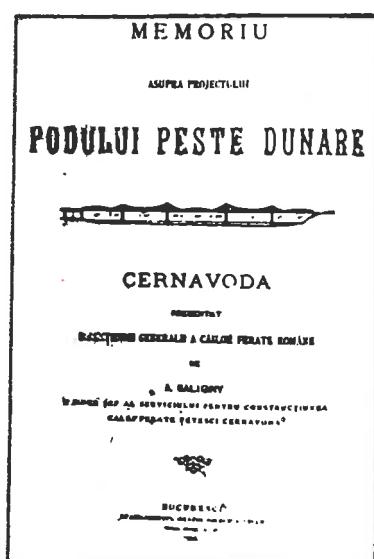


Fig. 2 Coperta memoriului tehnic
The cover of the technical report

mari poduri din lume, executate până la acea dată.

Întorcându-se în România, A. Saligny a organizat o Direcție specială pentru construirea liniei Fetești-

5. The wind pressure to be considered will be 180 kgf/m² - if the bridge is loaded with vehicles, and 270 kgf/m² if it is unloaded.

6. The superstructure to be executed in puddled iron, not in steel.

As the organized competition in 1883 had not a positive result, the Ministry of Public Works had nominated a Commission formed by the romanian engineers: S. Yorceanu, G. Duca, C.C. Popescu, C. Mironescu and A. Saligny, which had to draw up the new specifications for the bridge project. The programme drawn up by this Commission provided all the requirements to be observed by the final projects as well as by the execution works.

Having the Ministry of Public Works approval, the Commission adopted some derogations of the recommendations established in 1883, as follows:

1. The Bridge will have only one railway.

1. It is accepted a variation of 3,0 meters from the recommended 30,0 meters foundations depth, from the river low levels.

3. The strict application of the English recommendations regarding the wind exposed surface and the wind pressure intensity.

The programme and the specifications drawn up by the Commission were sent, in 1886, to several foreign Companies already known for their capacity and competence of carrying out of such works.

There were five Companies, Braine-le Compte from Belgium, Fives-Lille, Cail, Gouin, Joret from France, which have presented their projects and offers regarding the Bridge over the Danube construction.

The detailed analysis of the projects and offers realized by the Commission permitted to ascertain that none of the companies has observed all the requirements of the specifications. Therefore the Commission has recommended of the Ministry not adjudicate the work.

In December 1887, the Ministry of Public Works nominated engineer Anghel Saligny for the drawing up of the Fetești-Cernavodă railway project as well as all the bridge projects on this railway. The engineer Anghel Saligny obtained already the trust of the Romanian State Authorities through the bridge works he realized till then and thanks to his participation to both Commissions (1883 and 1886) which organized the competitions concerning the Bridge over the Danube construction.

Design

Before the start of the project, concerning the Bridge over the Danube at Cernavodă, Anghel Saligny has visited some great European bridge works already finished or under construction. Among these he visited the Firth of Forth bridge in Scotland, which was under

Cernavodă, formată din ingineri români, care lucraseră sub conducerea lui la alte lucrări de poduri (ex. podul peste Siret la Cosmești, podurile peste Trotuș la Urechești și Onești) sau care i-au fost studenți la Școala Națională de Poduri și Șosele din București.

Sub conducerea lui Anghel Saligny, această echipă tehnică a început studiile și proiectele pentru linia Fetești-Cernavodă și în special pentru podul peste Dunăre de la Cernavodă. Studiul a cuprins problemele tehnice de bază, soluțiile pentru infrastructură și suprastructură și un memoriu tehnic asupra proiectului propus. Acest memoriu a fost prezentat de A. Saligny, în 1888, guvernului și Direcției Generale a Căilor Ferate Române.

Memoriul avea 67 pagini și cuprindea următoarele capitole: Introducere, Concursul de proiecte din 1883, Con-



Fig. 3 Coperta la "Note de calcul"
The cover of the "Calculus notes"

cursul de proiecte din 1886, Proiectul propus Ministerului Lucrărilor Publice de colectivul condus de A. Saligny. În el se găsesc informații despre suprastructură (sistemu de grinzi, geometria, principalele dimensiuni, presiunea vântului, montarea suprastructurii, materialele utilizate) și infrastructura (adâncimea de fundare, înălțimea liberă sub pod, pilele, presiunea pe talpa fundației).

Acest memoriu este rezultatul cercetărilor făcute de Direcția condusă de Saligny și aduce argumente tehnice pentru susținerea soluției propuse, care era complet diferită de soluțiile prezentate de companiile participante la licitațiile anterioare.

Pentru susținerea alegerii sistemului de grinzi cu console pentru suprastructură, membrul tehnic prezintă atât evoluția cât și avantajele acestei soluții privind consumul de materiale, distribuția eforturilor pe deschidere și ușurința montajului. Sună prezentate 23 poduri, executate sau aflate în construcție la aceea dată,

construction. There, Anghel Saligny, had the opportunity to meet Sir John Fowler and Sir Benjamin Baker, the engineers who conceived and directed all the works of the biggest bridge of the world, at that time.

Turning back in Romania, A. Saligny have organized the Special Department for the Fetești-Cernavodă railway construction. Therefore he formed a technical team with the young romanian engineers who have worked under his direction in the other bridgeworks (as example the Bridge over the Siret river at Cosmești and the Bridges over the Trotuș river at Urechești and Onești) or the engineers who were his students in the National School for Bridges and Roads Engineering of Bucharest.

Under the direction of Anghel Saligny, this technical team started the study and projects for the bridge works on the Fetești-Cernavodă railway, where the most important was the Bridge over the Danube at Cernavodă. Where the basic technical problems was studied and the solution concerning the substructure and the superstructure was decided, a technical report about the proposed project was drawn up. This report was presented by Anghel Saligny, in 1888, at the Romanian Government and at the Romanian Railways General Department (fig. 2).

The report has 67 pages and the following chapters: Introduction, Projects competition of 1883, Competition of 1886, The Project proposed to the Ministry of the Public Works, by the Department directed of A. Saligny.

There are informations about superstructure (Girders system, The main dimensions and geometry; Wind pressure, Superstructure erection, Superstructure material) and substructure (Foundation depth, Clearance height under the bridge, Bridge piers, Pressure on the foundations soil).

This report is the result of the researches which carried out by the Department directed of A. Saligny, and has the technical arguments of the proposed solution, completely different of the solutions already presented by the companies of both international competitions for projects.

In order to sustain the choice of the system with cantilever girders, for the superstructure, the technical report presents its evolution as well as its advantages concerning the materials consumption, their distribution on the span and the erection facilities. There are presented 23 bridges - carried out or designed only, at that time - which utilised the cantilever girders system. Among those bridges we mention the following: the Vilshofen bridge over the Danube (Bavaria, 1872); the railway bridge over Luhe river (Germany, 1873); the bridge over the Kentucky river (North America, 1877); the Passy bridge over Sena river (France, 1878); the Firth of Forth bridge (Great Britain, 1890); the bridge over the Fraser river (Canada, 1883); the bridge over the Neckar river in Mannheim (Germany, under construction in that time); the project of the Quebec bridge over the St. Lawrence river (Canada); the project

care utilizau sistemul de grinzi cu console. Printre aceste poduri, menționăm următoarele: podul Vilshofen peste Dunăre (Bavaria, 1872), podul de cale ferată peste râul Luhe (Germania, 1873), podul peste râul Kentucky (America de Nord, 1877), podul Passy peste Sena (Franța, 1878), podul Firth of Forth (Marea Britanie, 1890), podul peste râul Fraser (Canada, 1883), podul peste râul Neckar din Manheim (Germania, în construcție la acea dată), proiectul podului de la Quebec peste fluviul St. Lawrence (Canada), proiectul viaductului Viaur (Franța). Memoriul tehnic menționează că toate datele privind aceste lucrări de poduri au fost luate din reviste: Engineering Railroad Gazette, Deutsche Bauzeitung, Centralblatt der Bauverksaltung. Ultima frază a memoriului tehnic arăta că proiectul propus de inginerii români a fost trimis, pentru studiu și analiză, profesorilor dr. E. Winkler și H. Krohn, care au fost de acord și au apreciat că aceasta este adevarata soluție pentru marele pod ce leagă Marea Neagră de rețeaua Căilor Ferate Române.

Memoriul tehnic și prima schiță au fost analizate și aprobată de o comisie de ingineri și, pe această bază, Direcția condusă de A. Saligny a început elaborarea proiectului final.

Despre documentația tehnică a licitației, numărul special (nr. 10 din octombrie 1931) al Buletinului Societății Politehnice, publicat cu ocazia celei de-a 50-a aniversări a Societății, spunea: "În afara scrisorii trimise companiei Fives-Lille, pentru deschiderea licitației, au mai fost trimise 82 anexe. Între aceste anexe, cea care poartă numărul 78, este NOTA DE CALCUL. Compania a răspuns, prin scrisoarea din 5 noiembrie 1889: "...Am primit, de asemenea, și planul și documentele pe care le menționează scrisoarea..."." O copie a Notei de calcul, conținând 122 pagini, poate fi văzută la Biblioteca Academiei Române (fig.3).

În Nota de calcul sunt detaliate argumente tehnice privind infrastructura și suprastructura, estimarea încărcărilor, presiunile în diferite cazuri de încărcare, ca și criteriile de adoptare a secțiunilor și detaliilor diferitelor elemente ale structurii podului.

Lungimea podului peste albia minoră, numărul și mărimea deschiderilor, au rezultat din calculele economice comparative ale infrastructurii și suprastructurii, așa cum rezultă din memoriul tehnic.

Geometria în elevație a grinziilor principale cu zăbrele (fig.4) a fost determinată astfel: gabaritul de navigație a stabilit linia dreaptă a tălpii inferioare, iar consumul minim de oțel din grinziile cu zăbrele a condus la stabilirea curbei tălpii superioare. S-a ajuns ca tălpile superioare ale grinziilor independente să aibă o curbă parabolică convexă, iar cele ale grinziilor cu console, o parabolă concavă în lungul consolelor și o elipsă concavă între pile. Înălțimea maximă a grinziilor este de 12 m, iar cea minimă, de 7,60 m, la capete, rezultată din necesitățile contravântuirilor transversale. Înălțimea maximă a

of the Viaur viaduct (France). As the Technical Report makes mention, all the data concerning these bridge works were taken from the reviews: Engineer, Engineering Railroad Gazette, Deutsche Bauzeitung, Centralblatt der Bauverksaltung.

The last sentence of the Technical Report shows that the project proposed by the romanian engineers was sent - in order to let know and consult - to the professors Dr. E. Winkler and H. Krohn, who approved it and appreciated that it represents the real solution of the great bridge to connect the Romanian Railways with the Black Sea area.

The Technical Report and the First Draft were analyzed and approved by an Engineers Commission and on this base the Department directed by Anghel Saligny started the final project.

About the technical documentation carried out for the open bid, the Special Number of the Buletin of the Polytechnical Society - no. 10 of October 1931 - (1), issued on the occasion of the 50-th anniversary of this Society, said: "Besides the letter sent to the Fives-Lille Company, for the open bid, there were sent also 82 annexes. Among these annexes, the no. 78 is *Calculus Notes*. The Company replied by the letter of 5-th November 1889: "We have also received the plans and documents which the letter makes mention". A copy of the *Calculus Notes* - 122 pages - may be seen in the Library of the Romanian Academy (fig. 3)

In the *Calculus Notes* there are all detailed technical arguments regarding the substructure and superstructure, estimated loads, the stresses depending on different cases of loading, as well as criteria to adopt the sections and details of the different elements of the bridge structures.

The bridge length over the minor streambed, the number and size of the spans, had resulted from the comparative economic calculation about the substructure and superstructure, as it is presented in the Technical Report.

The geometry, in elevation, of the main truss girders (Fig. 4) was determined as follows: the clear head-way for shipping determined the straight line of the lower chords and the minimum steel quantity to be necessary for the truss girders, determined the curve line of the upper chords. Thus the upper chords of the independent truss girders have a convex parabola line and for the cantilever girders a concave parabola all along the cantilevers and an elliptical concave from between the support sections.

The maximum height of the independent girders is 12,0 m and the minimum is 7,50 m, at the ends, as a result of the transversal bracing requirements.

The maximum height of the cantilever girders is 31,0 m on the support section where the cantilever has a maximum length of 50,0 m. The height of the cantilever girders on the support section were the cantilever has 41,0 m length is 24,0 m. At the ends of the cantilevers the height is the same as for the independent girders, 7,50 m.

Concerning the trusses, the triangular system adopted

grinzilor cu console este de 31 m în secțiunea reazemelor, pentru consolele de 50 m lungime și de 24 m, pentru consolele de 41 m lungime. La capătul consolelor, înălțimea este aceeași ca și pentru grinziile independente, de 7,50 m. Privitor la zăbrele, a fost adoptat sistemul triunghiular, cu câte două diagonale încrucișate în fiecare panou, sistem considerat ca cel mai bun din punct de vedere economic și estetic.

Sarcinile din proiect pentru grinziile cu zăbrele cuprindeau: greutatea proprie a structurii din oțel,

with two crossed diagonals on each panel was considered as a best one both in economic and aesthetic point of view.

The design loadings for the truss girders were: dead load which includes the weight of structural steel, traffic loads and wind actions. The weight of the superstructure members was estimated on the draft scheme and was distributed at the truss nodes. The traffic load admitted in a design was 3,5 t/m and it was established as an equivalent uniform distributed load produced by a train compo-

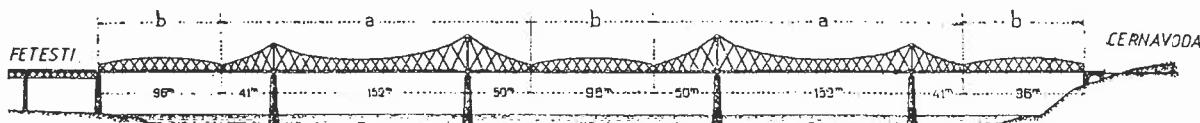


Fig. 4 Elevația podului - vedere
The view in elevation of the bridge

sarcinile din trafic și acțiunea vântului. Greutatea elementelor suprastructurii a fost estimată în schița de plan și a fost distribuită în nodurile zăbrelelor. Sarcina din trafic admisă în proiect era de 3,5 t/m și a fost stabilită ca echivalent al unui convoi format din 3 locomotive plasate între vagoane. Schema unei locomotive este arătată în fig.5. Privitor la intensitatea preșunii vântului, au fost emise 2 ipoteze: a) 180 kg/m^2 , în cazul când pe pod se află un tren; b) 270 kg/m^2 , când podul este gol. Suprafața expusă la vânt a fost considerată ca suprafață reală a elementelor grinziilor, înmulțită cu coeficientul de 1,5-2,0, pentru a cuprinde și influența grinziilor secundare. Pentru tren s-a considerat o suprafață rectangulară cu înălțimea de 2,50 m și partea cea mai joasă la 50 cm de la nivelul sinei.

Forțele axiale în elementele grinziilor cu zăbrele au fost calculate atât analitic cât și grafic, luând în calcul cele mai defavorabile ipoteze.

Forma și dimensiunile grinziilor cu zăbrele, secțiunile transversale ale tălpilor superioare și inferioare (fig.7) au

sed by three locomotives placed between the waggons. The scheme of a locomotive it is shown in fig. 5.

Regarding the wind pressure intensity there were two hypothesis: a) 180 kg/m^2 when the bridge is loaded by a train; b) 270 kg/m^2 when the bridge is unloaded. The surface exposed to the wind was considered as a real lateral surface of the girder members multiplied by a coefficient of 1,50-2,0 in order to observe the influence of the second girder. For the train it was considered a continuous rectangular surface with a height of 2,50 m and its lower part at 50 cm from the rail road.

The axial forces, in the truss girder members were calculated both analytical and graphical, taking into account the most unfavourable loading hypothesis (fig. 6).

The form and size of the truss girder, upper and lower chords cross-section (fig. 7) were determined on the following criteria: to have sufficient area in order to take over the axial forces, varying from 57,0 tons to 989,0 tons; to make easy the cross- section variation from one to another panel; buckling resistance; easy connection of

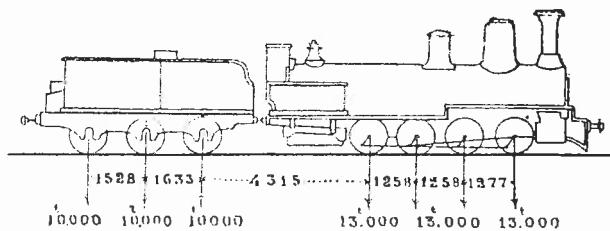


Fig. 5 Schema locomotivei considerată la proiectarea podului
The scheme of the locomotive considered in the bridge design

fost determinate după următoarele criterii: asigurarea unor suprafețe capabile să preia forțele axiale, care variază de la 57 t la 989 t; realizarea cu ușurință a variației secțiunilor transversale de la un panou la altul; rezistența la încovoiere; prinderea usoară a diagonalelor

the diagonals and wind bracings; to reduce as much as possible the wind exposed surface.

The sizes as well as the form of the diagonals cross-section (fig. 8) were determined from the resistance and constructive conditions. In order to estimate the

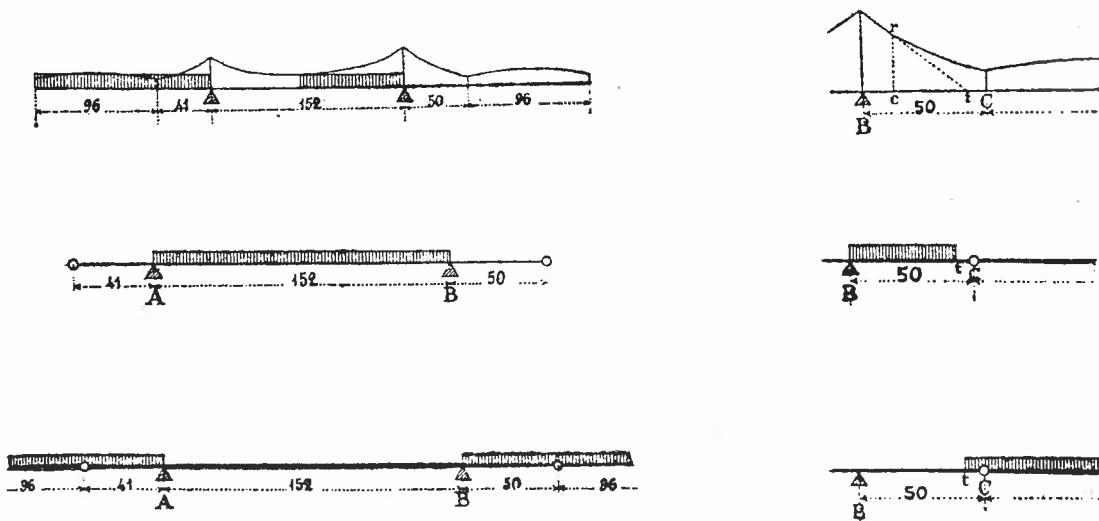


Fig. 6 Unele ipoteze de încărcare considerate la proiectarea grinziilor cu zăbrele ale podului
Some loading hypothesis considered in the design of the bridge truss girders

de contravânturi; reducerea, pe cât posibil, a suprafețelor expuse la vânt.

Dimensiunile, ca și forma secțiunilor transversale ale diagonalelor (fig.8) au fost determinate din calculul de rezistență și din condiții constructive. În ceea ce privește rezistența la încovoiere, diagonalele comprimate au fost considerate fixe la capete și articulare în secțiunile de intersecție cu diagonalele întinse. Pentru rezistența la încovoiere a elementelor comprimate, s-a utilizat forță critică Euler și un coeficient de siguranță de 4,5. Rezistența la încovoiere a diagonalelor a fost calculată în planul și perpendicular pe planul grinziilor principale. Pentru legarea celor doi pereți din secțiunea diagonalelor, s-au folosit diafragme și zăbrele, în sistem de diagonale încrucișate.

buckling resistance, the compression diagonals were considered fixed at the ends and a hinge in its cross-points with the tension diagonals. For buckling resistance of the compression members it was used the critical force EULER and a safety coefficient of 4,5.

The buckling resistance of the diagonals was assessed both in the plane and perpendicular plane on the truss girders. For transversal connections between the two walls of the diagonal cross-sections it was used diaphragms and small lattices within the crossed diagonals system.

The cross-sections size and form of the vertical truss members (fig. 9) placed in the support sections of the cantilever girders were a result of the buckling resistance. The effective length was considered as 0,78 of their theoretical length.

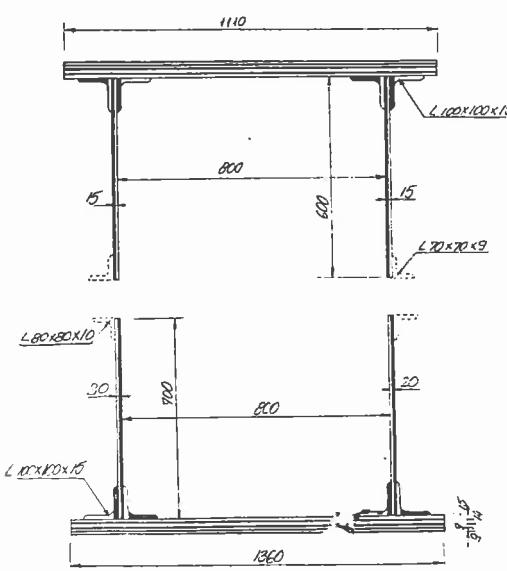


Fig. 7 Secțiunea transversală a tăplilor inferioare și superioare
The cross-section of the lower and upper chords

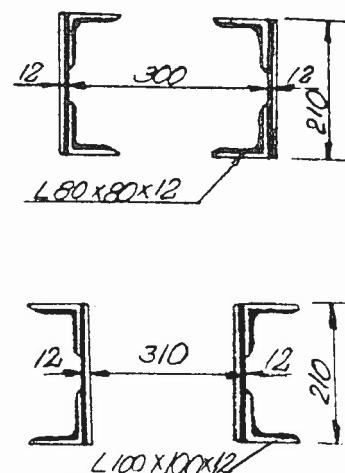


Fig. 8 Secțiunea transversală a diagonalelor

Mărimea secțiunilor și forma montanților (fig.9) din secțiunile de pe rezeme ale grinzelor cu console au rezultat din rezistență la încovoiere. Lungimea lor efectivă a fost considerată la 0,78 din lungimea teoretică. Secțiunile montanților de la capetele consolelor (fig.10) au rezultat din rezistență și din condițiile constructive impuse de rezemele suspendate ale grinzelor independente.

Contravântuirile orizontale de la tălpile inferioare ale grinzelor principale au fost rezolvate prin câte două diagonale încrucișate în fiecare panou. Forțele axiale din elementele contravântuirilor orizontale au fost calculate avându-se în vedere acțiunea vântului asupra suprastructurii podului și asupra trenului. Secțiunea transversală a diagonalelor contravântuirilor orizontale, formată din două platbande de 10-15 mm grosime, rigidizate cu două corniere, a fost determinată de rezistență la întindere. Înălțimea contravântuirilor transversale din planul montanților și al diagonalelor comprimate ale grinzelor cu zăbrele a fost determinată de condiția ca partea lor cea mai joasă să se afle la 5,70 m de la nivelul căii. Schema de calcul este arătată în fig. 11.

Secțiunile transversale ale elementelor de contravântuire au rezultat din rezistență la încovoiere. Lonjeroni tablierului au fost considerați ca grinzi

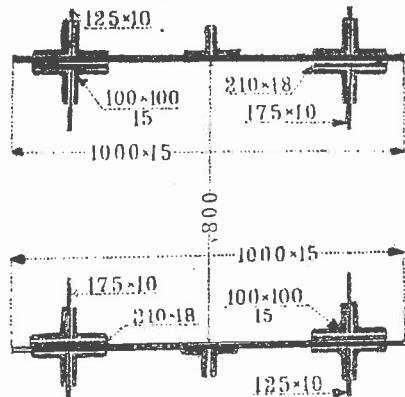


Fig. 9 Secțiune transversală prin montanții din secțiunile de pe rezeme ale grinzelor cu console

The cross-section of the vertical members placed on the support section of the cantilever girders

independente, rezemate la capete pe grinzi transversale. Încărcarea luată în calcul pentru lonjeroni este: greutatea proprie, greutatea căii și a 2 locomotive așezate alături, având sarcina pe osie de 13 t.

Între lonjeroni s-au prevăzut contravânturi transversale, situate la 2,50-3,00 m între ele. Rolul contravântuirilor transversale este îndeplinit de profilele trapezoidale continue (fig.12), care susțin calea și sunt fixate pe talpa superioară a lonjeronilor.

Antretoazele au fost considerate ca grinzi independente, rezemate la capete pe grinziile principale cu zăbrele și solicitata de greutatea proprie și de reacția transmisă de lonjeroni. Secțiunea antretoazelor este în dublu T, cu două planuri simetrice, dimensiunea inimii fiind de 1000 x 10 mm. Antretoazele

The cross-sections of the vertical truss members placed at the ends of the cantilevers (fig. 10) resulted from the strength and constructive conditions required by the suspended supports of the independent truss girders.

The horizontal wind bracings placed between the lower chords of the main truss girders was carried out by two crossed diagonals within each panel.

The axial forces in the horizontal wind bracing members were calculated taking into account the wind action on the bridge superstructure and on the train. The cross-section of the horizontal wind bracing diagonals, formed by two flange-plates of 10 to 15 mm thickness, stiffened on its borders by two angle profiles, was determined by tension strength.

The height of the transversal wind bracings, placed in the plane of the vertical members and compression diagonals of truss girders, was established on the condition that their lower side to be at 5,70 m from the railways. The calculation scheme it is shown in fig. 11.

The cross-section of the transversal wind bracings members were resulted from the buckling resistance.

The stringers of the deck were considered as independent girders, supported at their ends by the cross-girders. The loadings taken into consideration for the stringers were: the self weight, the railway weight, and

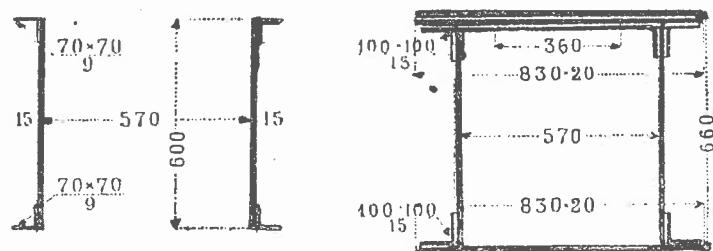


Fig. 10 Secțiune transversală prin montanții de la capetele grinzelor cu console

The cross-section of the vertical members placed at the ends of the independent truss girders

two engines, placed face to face, with an axle load of 13 tons.

Between the two stringers it were provided transversal wind bracings placed each 2,5 - 3,0 m. The role of the horizontal wind bracings is carried out by the continuous trapezoidal profiles (fig. 12) which sustines the railway and are fixed on the upper flange of the stringers.

The cross girders were considered as independent girders, supported at their ends by the main truss girders, loaded by their self weight and the reactions transmitted by the stringers. The cross-section of the intermediary cross-girders has a double T form, with two symmetry plans, the web size being 1000 x 10 mm.

The cross-girders placed at the ends of the cantilevers have a box cross-section due to the supporting system of

de la capetele consolelor au o nișă transversală pentru rezemarea grinzilor independente și pentru preluarea forțelor orizontale transmise de lonjeroni.

Pentru suprastructura podului a fost utilizat oțel carbon moale, cu rezistență la întindere de $4200-4800 \text{ kg/cm}^2$ și

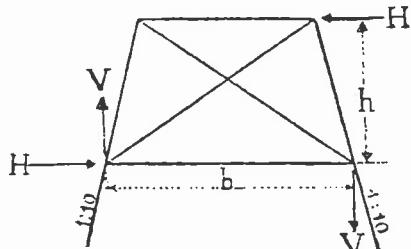


Fig. 11. Schema contravântuirilor transversale
The scheme of the transversal wind bracing

cu alungirea minimă de 21%. Aceste caracteristici principale de rezistență și ductilitate au fost obținute prin încercarea la întindere a unor epruvete de 200 mm lungime. Sarcina admisibilă proiectată a fost de 1000 kg/cm^2 , pentru încărcări provenite din greutatea proprie și din trafic și de 1200 kg/cm^2 , pentru încărcări provenite din greutatea proprie, din trafic și din acțiunea vântului. Pentru lonjeroni, sarcina admisibilă proiectată a fost de 800 kg/cm^2 .

the independent truss girders and also due to the longitudinal horizontal forces transmitted by the stringers.

For the bridge superstructure it was utilized mild carbon steel with the tensile strength of 4200 to 4800 kg/cm^2 and a minimum elongation of 21%. These main characteristics of strength and ductility were obtained from the tension test on a 200 mm length specimens. The allowable stress design was considered 1000 kg/cm^2 when the stresses are resulted from the dead load and traffic load, and 1200 kg/cm^2 when the stresses are resulted from the dead load, traffic load and wind action. The allowable stress design for stringers was considered 800 kg/cm^2 .

The substructure of the bridge, formed by the piers in the Danube flow path, a pier-abutment on the left bank and an abutment on the right bank, was calculated considering the foundations base level at 27,0 m, under the level of low water. The piers has icebreaks following the form of bridge piers built, in that time, in North America and Russia.

The substructures sizes were realized on the following principles: to be only compression stresses in the masonry; the maximum stresses do not exceed 12 kg/cm^2 ; the maximum pressure on the foundation soil does not exceed 10 kg/cm^2 .

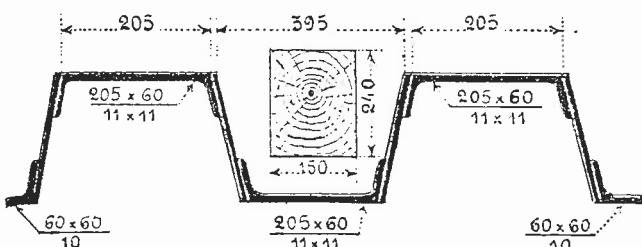


Fig. 12. Profile trapzoïdale continue de susținere a căii
The continuous trapezoidal profile for the railway deck

Infrastructura podului, formată din 4 pile în albia Dunării, o pilă-culee pe malul stâng și o culee pe malul drept, a fost calculată considerând nivelul de fundare la 27 m sub nivelul etajului. Pilele au fost prevăzute cu sparghețuri de forma celor construite în acea vreme în America de Nord și în Rusia.

Dimensionarea infrastructurii s-a făcut după următoarele principii: sarcinile de compresiune să fie preluate numai de zidărie; rezistența maximă să nu depășească 12 kg/cm^2 ; presiunea maximă pe talpa fundației să nu depășească 10 kg/cm^2 .

La proiectarea pilelor au fost considerate următoarele acțiuni: a) sarcinile verticale; greutatea suprastructurii, greutatea căii și a trenului, greutatea proprie a infrastructurii, greutatea pământului pe treptele fundației și greutatea apei; b) sarcini orizontale: presiunea vântului asupra suprastructurii și a trenului, presiunea vântului asupra pilelor, presiunea exercitată de apă și impactul ghețurilor. Schema de calcul a unei pile este arătată în fig.13.

In the design of the piers it was considered the following actions: a) vertical loads: superstructure weight, railway train weight, substructure self weight, soil weight on the foundation steps, water weight; b) horizontal actions: the wind pressure on the superstructure and the train, the wind pressure on the pier, the dynamic pressure of the water, the shock of the ice blocks.

The calculation scheme of a pier is shown in fig. 13.

The study of the superstructure elastic deformations determined the Department for the Fetești-Cernavodă railway, directed by Anghel Saligny, to introduce some modifications in the project before the open bid. With out changing the general form of the superstructure and the spans number, these modifications are the following: the length of cantilever girders is 240,0 m instead of 243,0 m; the distance between the supports of the cantilever girders is 140,0 m instead of 152,0 m; each cantilever has 50,0 m instead of 41,0 m and 50,0 m; the length of the independent girders is 90,0 m instead of 96,0 m; the

Studiul deformărilor elastice ale suprastructurii, elaborat de Direcția căii ferate Fetești-Cernavodă, condusă de Anghel Saligny, a introdus unele modificări

height of cantilever girders on each support is 32,0 m instead of 24,0 m and 31,0 m; the height of cantilever girders in the central part is 17,0 m instead of 11,0 m.

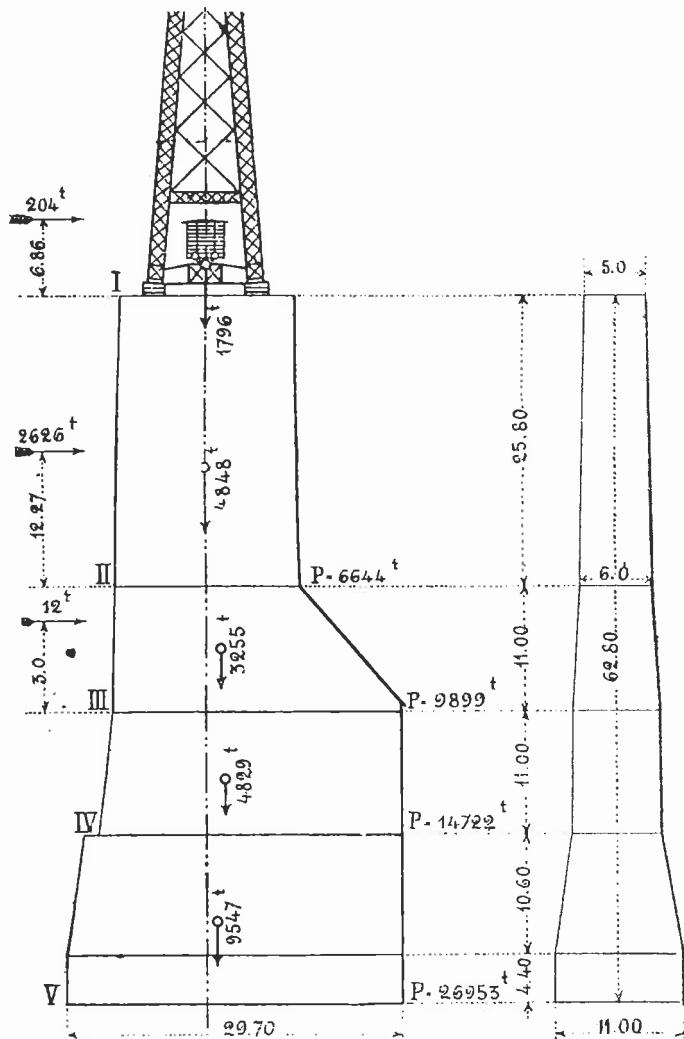


Fig. 13 Schema de calcul a pilei
The calculation scheme of a pier

față de proiectul prezentat la licitație. Fără a schimba forma generală a suprastructurii și numărul de deschideri, aceste modificări sunt: lungimea grinzelor cu console, de 240 m în loc de 243 m; distanța dintre reazemele grinzelor cu console, de 140 m în loc de 152 m; toate consolele au 50 m lungime în loc de 41 m și 50 m; lungimea grinzelor independente este de 90 m în loc de 96 m; înălțimea grinzelor cu console la toate reazemele este de 32 m în loc de 24 m și 31 m; înălțimea grinzelor cu console în zona centrală este de 17 m în loc de 11 m. Geometria celor două grinzi cu zăbrele utilizate în suprastructura podului, cu schimbările susmenționate, este arătată în fig.14. Noua geometrie a grinzelor cu zăbrele a determinat o mai mare rigiditate la încovoiere și reprezintă un avantaj pentru uzinare și montaj.

Aparatele de rezem fixe ale grinzelor cu zăbrele sunt plasate pe pilele deschiderii centrale, iar aparatele de rezem fixe ale grinzelor independente sunt situate pe ca-

The geometry of both truss utilized in the bridge superstructure, with the above mentioned changes, are shown in fig. 14.

The new geometry of the truss girders have determined a higher rigidity to bending and represent an advantage for fabrication and erection.

The fixed bearings of the cantilever girders are on the central span piers and the fixed bearings of the independent girders are placed on the end points of cantilevers. The calculation has considered both the extension/contraction due to the temperature variation and that one due to the bending. Their amount was 182,0 mm for the central part of 196,0 m length and 265,0 mm for the lateral parts of 289,0 m, each one. The temperature variation was estimated at 70°C and the thermal coefficient of the steel was considered $1,18 \times 10^{-5}$.

The bearings of the independent girders on the cantilevers (fig. 15) were formed to permit the longitudinal

petele consolelor. La calculul lor s-a luat în considerare dilatarea/contractia datorate variației de temperatură și pe aceea datorată încovoierii. Valoarea lor era de 182 mm la deschiderea centrală de 196 m și de 265 mm pentru de-

extension/contraction, a vertical rotation due to the vertical bending, and an horizontal rotation as a result of the bending due to the wind action.

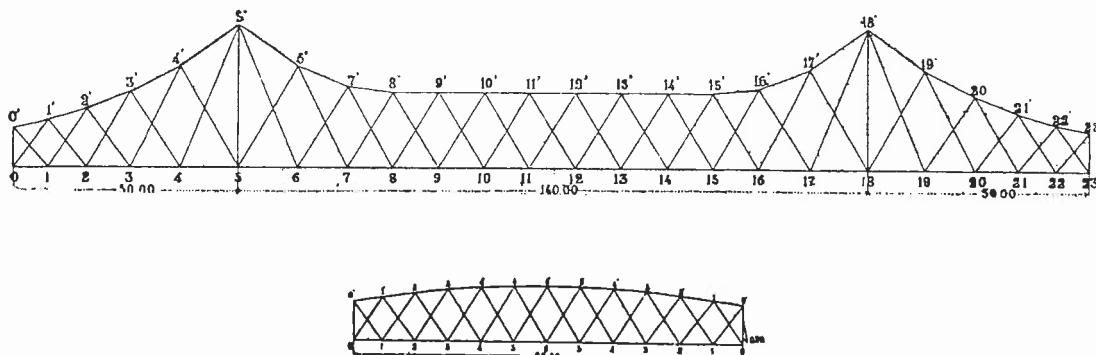


Fig. 14 Geometria celor două grinzi cu zăbrele utilizate în suprastructura podului
The geometry of the two truss girders used for bridge superstructure

schiderile laterale, însumând 289 m. Variația de temperatură a fost estimată la 70°C , iar coeficientul termic al oțelului a fost considerat $1,18 \times 10^{-5}$. Aparatele de rezem ale grinzelor independente, pe console (fig.15), au fost astfel alcătuite încât să permită dilatarea/contractia longitudinală, rotirea verticală datorată încovoierii verticale și o rotire orizontală, rezultată din încovoierea datorată acțiunii vântului.

Construcția

Odată terminat proiectul podului peste Dunăre la Cernavodă, Direcția Generală CFR a organizat o licitație internațională pentru construcția podului. În 1889 a fost trimisă documentația tehnică la 9 companii europene, cunoscute pentru capacitatea lor de a realiza astfel de lucrări de mare ampreare și importanță. Conform specificațiilor cuprinse în documentație, companiile aveau obligația să realizeze lucrările în conformitate cu proiectul elaborat de Direcția liniei Fetești-Cernavodă, condusă de A. Saligny, care și-a asumat întreaga răspundere pentru analiza structurii, soluții și detaliile constructive adoptate. Companiile puteau introduce unele modificări, în scopul realizării mai ușoare și mai rapide a uzinării și construcției, dar acestea erau posibile numai cu acordul Direcției Generale CFR.

Dintre cele 9 companii invitate la licitație, numai 7 și-au trimis ofertele. Deschiderea ofertelor a avut loc la 3 ianuarie 1890, în prezența ministrului Lucrărilor Publice. După examinarea ofertelor, clasamentul final a fost următorul:

1. Fives-Lille (Franța)	7.837.278,71 lei
2. Braine-le Comte (Belgia)	7.958.949,25 lei
3. Gartner (Austria)	8.310.953,44 lei
4. Batignolles (Franța)	8.441.449,96 lei
5. Gustave Eiffel (Franța)	9.017.082,00 lei

Construction

Once finished the project for the bridge over the Danube at Cernavodă, the Romanian Railway Department has organized an international bid for the bridge construction. In 1889, was sent the technical documentation to nine European Companies, already known for their possibilities to carry out such an important and great work. In accordance with the specifications, enclosed to the documentation, the Companies had the obligation to realize the works in conformity with the project carried out by the Department for the Fetești-Cernavodă railway directed by A. Saligny, who took all the responsibilities both for the structural analysis, the solutions and constructive details adopted.

The companies might introduce some changes in order to realize more easily and fast fabrication and construction of the bridge, but all that were possible only having the agreement of the Romanian Railways Department.

Among the nine Companies invited to that bid, there were only seven which sent their offers. The offers opening took place at the 3rd January 1890 in the presence of the Minister of the Public Works. After the examination the final classification was the following:

1. Fives-Lille Company (France)	7.837.278,71 lei
2. Braine-le Comte (Belgium)	7.958.949,25 lei
3. Gartner (Austria)	8.310.953,44 lei
4. Batignolle Society (France)	8.441.449,96 lei
5. G. Eiffel (France)	9.017.082,00 lei
6. Cail Establishment (France)	14.765.095,46 lei
7. Danube Bridge Company (Great Britain)	17.339.126,86 lei

The Administrative Council of the Romanian Railways, in its session of 8th of January 1890 and the Council of Ministers, in its session of 9th of January 1890, based on the report regarding the bid, have awarded to the French

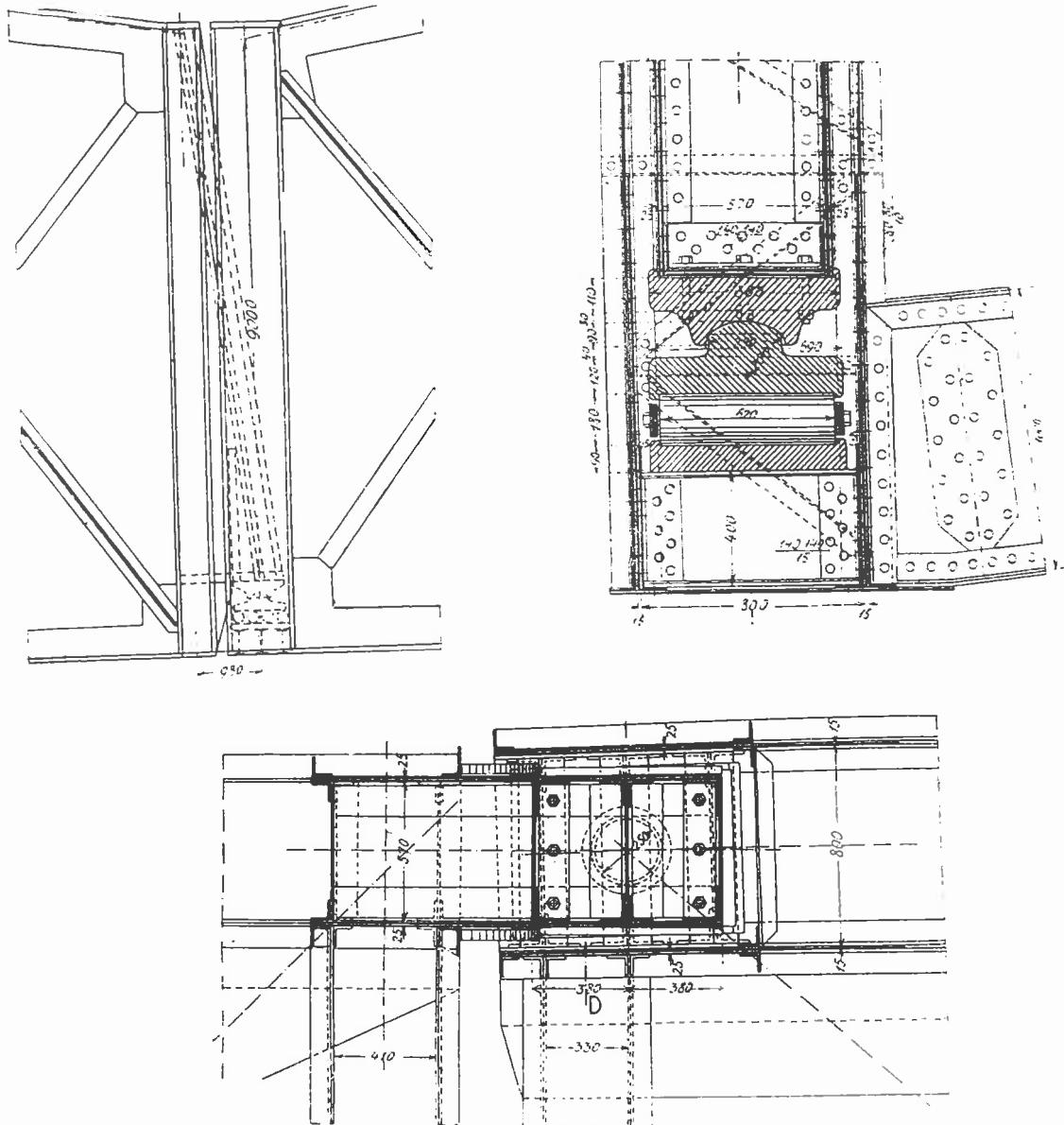


Fig. 15 Aparatele de reazem ale grinzelor independente pe consoale - detalii
Some details of the independent girders bearings on the cantilevers

6. Cail (Franța) 14.765.095,46 lei
7. Danube Bridge Company (Anglia) 17.339.126,86 lei

Consiliul de Administrație al Căilor Ferate Române, în ședința sa din 8 ianuarie 1890 și Consiliul de Miniștri, în ședința sa din 9 ianuarie 1890, pe baza raportului privitor la licitație, au adjudecat companiei franceze Fives-Lille, construcția podului peste Dunăre la Cernavodă. Compania Fives-Lille oferise cel mai mic preț și realizase, de altfel, în România, alte importante construcții de tabliere (podurile peste Trotuș la Urechești și Onești, podul peste Siret la Cosmești).

Contractul dintre Direcția Generală CFR și compania Fives-Lille privind construcția podului peste Dunăre la Cernavodă a fost semnat în 1890.

În același an, la 9 octombrie, regele Carol I, asistat de guvernul României, a pus piatra fundamentală la prima pilă de pe malul stâng al podului, marcând începerea

Company Fives-Lille the construction of the bridge over the Danube at Cernavodă. The Company Fives-Lille offer had the minimum price and already realized in Romania other important bridge constructions (the bridges over the Trotuş river at Urecheşti and Oneşti, and the bridge over the Siret river at Cosmeşti).

The contract between the Romanian Railways Department and Fives- Lille Company, concerning the construction of the bridge over the Danube at Cernavodă, was signed in 1890.

The same year, 1890, at 9th of October, the King Carol I, assisted by the Romanian Government, put the foundation stone at the first bridge pier on the left bank of the Danube, marking the bridge construction start. We can reproduce here a sentence of the King Carol I speech said on that occasion: "That is a great work, conceived and directed by our engineers and we are very proud of

construcției. Putem cita o frază din discursul rostit de Suveran cu această ocazie: "Aceasta este o operă măreajă, concepută și condusă de inginerii noștri și suntem foarte mândri de această remarcabilă sarcină, ca o importantă sursă de bunăstare a țării noastre, care va avea un larg ecou în întreaga Europă".

Fundațiile, zidăria și suprastructura podului au fost executate de compania Fives-Lille, sub controlul inginerilor români din Direcția liniei Fetești-Cernavodă, condusă de Anghel Saligny.

Execuția fundațiilor s-a făcut cu chesoane metalice cu aer comprimat. Pentru a ușura execuția zidăriei în elevații, peste planșeile chesoanelor au fost prevăzuți pereți din palplanșe metalice, ridicăți până la înălțimea de 4 m deasupra etajului. Dimensiunile chesonului, având 11 m lățime și 29,7 m lungime, reprezintă mărimea fundațiilor în plan. Înălțimea de la cuțitul chesonului până la nivelul superior al grinziilor de planșeu, era de 4,40 m, din care 2,20 m reprezintă înălțimea camerei de lucru și 2,20 m, înălțimea grinziilor cu zăbrele ale planșeului. Pereții camerei chesonului au fost realizati din platbande de oțel de 8 mm grosime, iar cuțitele de la bază au fost consolidate în exterior cu platbande din oțel de 20 mm grosime. Planșeul chesonului a fost executat din platbande de oțel de 7 mm grosime.

Pentru suprastructură a fost adoptată soluția cu asamblarea pe loc, de pe eșafodaje. Într-o primă etapă, au fost montate cele două console ale structurii cu zăbrele, pe eșafodaje din lemn, dispuse la nivelul apelor mari. Apoi s-au ridicat structurile cu console, la nivelul definitiv, pe măsura executării zidăriei pilelor, utilizând prese hidraulice. În etapa a II-a au fost montate cele 2 grinzi independente marginale, la nivelul definitiv, pe eșafodaje din lemn executate la acest nivel. În ultima etapă s-a montat grinda independentă centrală, la nivelul definitiv, pe eșafodaje din lemn, în mijlocul apelor Dunării.

Încercarea podului s-a realizat, timp de o lună, cu un convoi alcătuit din 15 locomotive de 82 tone.

Lucrările podului au fost terminate în toamna anului 1895.

La 14 septembrie 1895 s-a organizat ceremonia deschiderii pentru trafic a podului. Ceremonia a avut loc în prezența regelui Carol I, a familiei regale, a ministrilor, reprezentanților guvernelor străine, a unor profesori și ingineri din diferite țări, a întregii conduceri tehnice a lucrării și a unei numeroase mulțimi de oameni, veniți din toate colțurile țării. Vom reproduce o frază din discursul rostit cu această ocazie, de Maiestatea Sa, Regele Carol I: "Monumentele sunt istoria vie a popoarelor. Urmele lui Traian nu au dispărut. Cine nu vorbește de podul lui de la Turnu Severin? Să dea Dumnezeu ca cel de-al doilea pod de pe Dunărea inferioară, care a fost gata după 2000 de ani, să dureze secole, pentru a spune generațiilor viitoare că numai prin sacrificiu, luptă și muncă neîntreruptă, a putut fi fundat statul român". Cu ocazia acestei aniversări, la 14 septembrie 1895, a fost emisă o medalie (fig. 17).

such a remarkable undertaking, as an important source of wealth for our country and which will have a strong echo in all Europe".

The foundations masonry and superstructure of the bridge were executed by Fives-Lille Company under the control of the romanian engineers of the Department for Fetești-Cernavodă railway construction directed by Anghel Saligny.

The foundations execution have utilized metallic compressed air caissons. In order to facilitate the masonry execution in the elevations, over the ceiling caisson there were provided walls made by the metallic sheetings with 4,0 m height of the low water. The dimensions of the caisson, having 11,0 m width and 29,7 m length, represents the foundations size in the plane. The height from the caisson blades to the upper of the ceiling girders was 4,40 m which 2,20 m represented the height of the working chamber and 2,20 m the height of the ceiling girders.

The caisson walls were made with a steel plate of 8,0 mm thickness and the basic blades were reinforced outside by a steel plate of 20,0 mm thickness. The caisson ceiling was made with a steel plate of 7,0 mm thickness.

For the superstructure was adopted a solution with scaffoldings assembly on the site. In the first stage there were mounted the two cantilever truss structures on wooden scaffoldings made up to the maximum water level. Then, the lifting of the cantilever structures to the definitive level was made by steps with hydraulic jacks and in the same time the piers masonry was finished.

In the second stage were mounted the two lateral independent truss structures at the definitive level, the wooden scaffoldings being already executed in that level.

In the last stage was mounted the central independent truss structure at the final level on wooden scaffoldings, in the middle of the Danube river line.

The bridge test was realized during a month, by a train comprised of fifteen 82 tons locomotives.

All the bridge work finished in the autumn of 1895.

At 14th of September 1895 was organized the ceremony for the traffic opening on that bridge. The ceremony took place in the presence of the King Carol I, the Royal Family, the ministers, the representatives of different foreign governments, professors and engineers coming from different countries, all the technical staff and many people of various provinces of Romania. We can reproduce a sentence of the speech said by His Majesty, the King Carol I on that occasion: "The monuments are the live history of the peoples; to date, the Trajan's traces are not gone. Who doesn't talk about his bridge of Turnu Severin? Would to God it were so that the second bridge still steady after thousand years over the Down Danube, live centuries to tell the next generations, to hand down that only by sacrifice, fight and continuous working, the Romanian State could be founded". On the occasion of

Reparațiile și consolidarea

Timp de 21 ani, până la primul război mondial, podul peste Dunăre nu a suferit stricăciuni; de aceea nu au fost necesare reparații la structura sa. În timpul primului război mondial, regiunile din sudul țării au fost teatrul unor operații militare și aproape toate podurile mari au fost distruse cu explozivi. Din fericire, podul peste Dunăre de

this anniversary - 14th of September 1895 - was stamped a medal (fig. 17).

Reparation and reinforcement

During 21 years, until the First World War the bridge over the Danube at Cernavodă hadn't any damages,

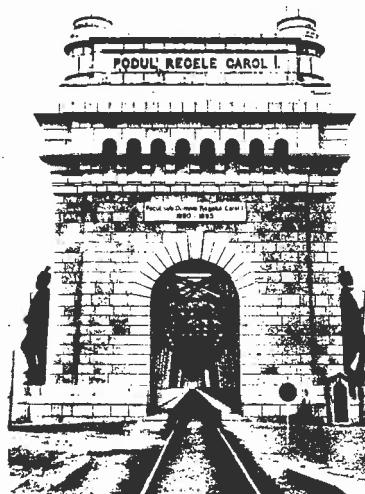


Fig. 16 Detaliu ale podului
The completed structure of the bridge

la Cernavodă a avut numai câteva stricăciuni în 1916 (secționări ale cătorva elemente de structură), dar nu s-a prăbușit. Reparațiile necesare au fost efectuate în 1917 și 1918, de compania germană M.A.N.

În timpul celui de-al doilea război mondial, la 10 august 1941, două bombe au zdruncinat grinda cu console amonte din deschiderea a patra, precum și grinda independentă amonte dinspre calea Cernavodă. Au fost afectate două diagonale și talpa inferioară a grinzi cu zăbrele și trei diagonale și talpa inferioară de la grinda independentă. Bombardamentele aeriene au provocat distrugerea și incindierea conductei petroliere de pe pod. Incendiul a determinat deformarea mai multor

therefore no structural repairs have been necessary. During the First World War the Southern Provinces of Romania were the scene of the army and almost all the big bridges were destroyed by blast. Fortunately, the bridge over the Danube had only some damages in 1916 (cutting of some structural elements) but it didn't fail. The necessary repairing were realized in 1917 and 1918 by the German Company M.A.N.

During the Second World War, at 10th of August 1941, two released bombs shocked the upstream cantilever girder, placed in the fourth span as well as the upstream independent girder, towards Cernavodă. Two diagonals and a lower chord of the cantilever girder had broken as



Fig. 17 Medalia emisă cu prilejul inaugurării podului
The medal stamped on the occasion of the bridge inauguration

elemente de structură ale grinzelor independente. Suprastructura nu s-a prăbușit, fiindcă toate sarcinile grinzelor avariante din amonte au fost preluate de grinzelor intace din aval, prin contravânturile transversale și grinzelor tablierului (antretoaze și lonjeroni).

Grinda cu console avariata a suferit următoarele deformații: talpa inferioară a avut o deformație axială (scurtare) de 40 mm; grinda din amonte s-a deplasat vertical cu 75 mm mai mult decât cea din aval; capătul consolei din deschiderea a treia s-a mișcat cu 200 mm în plan orizontal, către amonte.

Pentru repararea grinzelor independente din deschiderea a cincea, pe malul drept al Dunării s-a construit un eșafodaj de aproximativ 25 m înălțime, care permitea ridicarea, cu prese hidraulice, a nodurilor adiacente panoului cu talpa inferioară avariata, descărcându-l de forțele rezultante din încărcarea permanentă. Această metodă nu a fost însă utilizată la repararea grinzelor cu console, deoarece necesita prea mult timp. Partea stricată a grinzelor era la 35 m deasupra fluviului, iar adâncimea apei era de 10 m. De aceea s-au utilizat unele dispozitive, montate direct pe barele rupte, care au permis introducerea unui oarecare control al eforturilor axiale, prin prese hidraulice. Talpa inferioară a primit un efort axial de 365 tone și ambele diagonale au primit câte un efort axial de întindere, respectiv de compresiune, de 75 tone. Presele hidraulice folosite aveau capacitatea de 300 tf, erau acționate de la o stație centrală de pompă și aveau presiunea măsurată cu manometre.

Pentru diminuarea deplasării laterale de 200 mm de la capătul consolei, s-au folosit dispozitive cu role (cărucioare) pe pilă, ridicarea consolei fiind efectuată cu 4 prese de 250 tf fiecare. Cu aceste dispozitive s-a obținut o diminuare a deplasării capătului consolei, la 70 mm.

Reparațiile au fost realizate în decursul a 8 săptămâni, sub conducerea Diviziei de Poduri din cadrul Direcției Generale CFR, în colaborare cu uzina de construcții metalice din Reșița și cu compania germană M.A.N.

După aceste reparații, suprastructura a fost încercată cu 2 locomotive. Deplasările verticale, măsurate la nodurile grinzelor din aval și amonte, au fost foarte apropiate.

În perioada dintre cele două războiuri mondiale, greutatea locomotivelor și a vagoanelor a crescut în comparație cu a celor folosite la sfârșitul secolului XIX, când a fost construit podul. Locomotiva utilizată la proiectarea podului avea o greutate totală de 82 t și o sarcină pe osie de 13 t. La sfârșitul celui de-al doilea război mondial, circulau locomotive cu greutatea totală de 150 tone și cu sarcina maximă pe osie de 20 tone.

Prima verificare a suprastructurii, care a luat în considerare evoluția traficului, a fost făcută în perioada interbelică. Pe această bază, s-a elaborat un program de consolidare după convoiul "G" din specificațiile germane. Al doilea război mondial a amânat consolidarea podului, dar s-au introdus unele restricții de trafic.

well as three diagonals and a lower chord of the independent girder.

The air offensive brought also the breaking of the petroleum pipe-line and its firing. This fire determined the deformation of several structural elements of the independent girder.

The superstructure didn't fail because all the loadings of the damage upstream girders were transferred to the downstream girders, without damages, through the transversal bracings and the deck beams (cross-girders and stringers).

The cantilever girder with damages had the following deformations: the damaged lower chord had an axial deformation (contraction) of 40 mm; the damaged upstream girder had a vertical displacement of 75 mm bigger than that one, in downstream; the end of the cantilever of the third span was moved 200 mm in the horizontal plane, towards upstream.

In order to realize the repairing of the independent girder of the fifth span, on the right bank of the Danube it was built a scaffolding of approximately 25 m height which permitted to lift, by the hydraulic jacks, the adjacent nodes of the panel which lower chord was destroyed, cancelling the forces resulting from the permanent load.

This method didn't been utilized to the repairing of the cantilever girder because it would need much more time. The damaged part of the girder was at 35,0 m over the river and the water depth was 10,0 m. That is why were utilized some devices directly mounted on the broken bars, which permitted to introduce some control axial forces by the hydraulic jacks. The lower chord received an axial force of 365,0 tons and the both diagonals received an tension or compression axial force of 75,0 tons each one.

The hydraulic jacks which were utilized had a capacity of 300 tons, operated by central pumps and the pressure was measured by the manometers.

In order to diminish the lateral displacement of 200 mm of the end of the cantilever, there were utilized rolls devices on the pier, the lifting of the cantilever structure was carried out by four pieces of 250 tons of capacity each one. With this devices was obtained a decrease of the lateral displacement of the cantilever end up to 70,0 mm.

The repairing was realized during eight weeks, under the direction of the Bridge Division from Romanian Railways Department. It was also a collaboration with romanian steel construction factory of Reșița and the German Company M.A.N.

After the repairings, the superstructure was tested by two locomotives. The vertical displacements were measured at the nodes of the upstream and downstream girders and they were quite closed.

In the inter-war period, the weight of the locomotives and wagons was increased by comparision with the rolling stock used at the end of the 19th Century, when

În perioada 1959-1963, s-au reluat studiile și încercările asupra suprastructurii podului. În afara analizei structurilor, cu considerarea interacțiunii dintre elementele

the bridge was built. The locomotive used for the bridge design had a total weight of 82,0 tons and a maximum axle load of 13,0 tons.

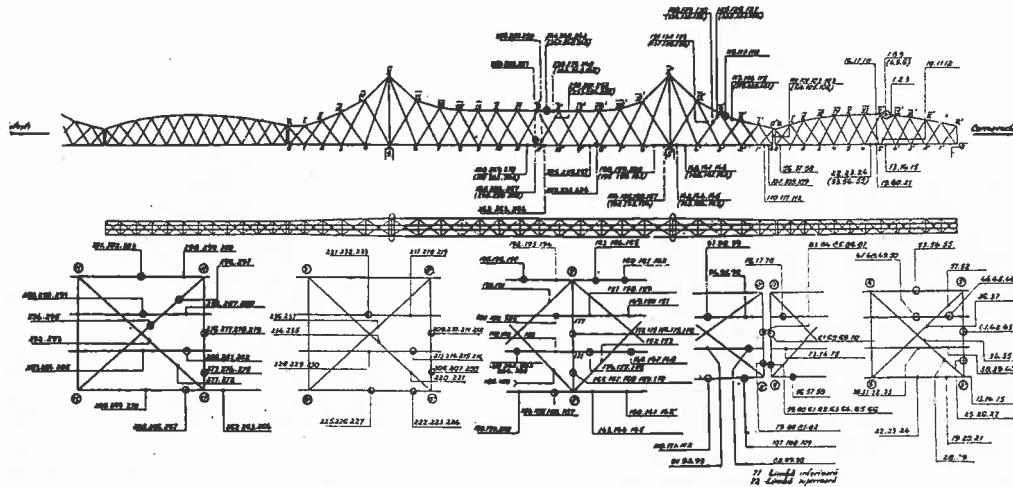


Fig. 18 Punctele de măsurare a eforturilor statice și dinamice

The measurement points for static and dynamic loadings

structurale, s-a întocmit un program complex de măsurare "in situ" a eforturilor, cu tensiometrul, în punctele nevrălgice ale secțiunilor elementelor de structură (fig.18). Au fost amplasate cca 300 dispozitive de măsurare, care au înregistrat oscilogramme ale trenurilor în mișcare. În scopul realizării acestui program complex de măsurători, au fost utilizate 22 locomotive, în 35

At the end of the second World War there were in traffic the locomotives which the total weight was 150 tons and a maximum axle load of 20,0 tons.

The first control of the superstructure, taking into account the traffic evolution, was realized in the inter-war period. On this basis it was established a reinforcement programme for the live- load "G" of the German

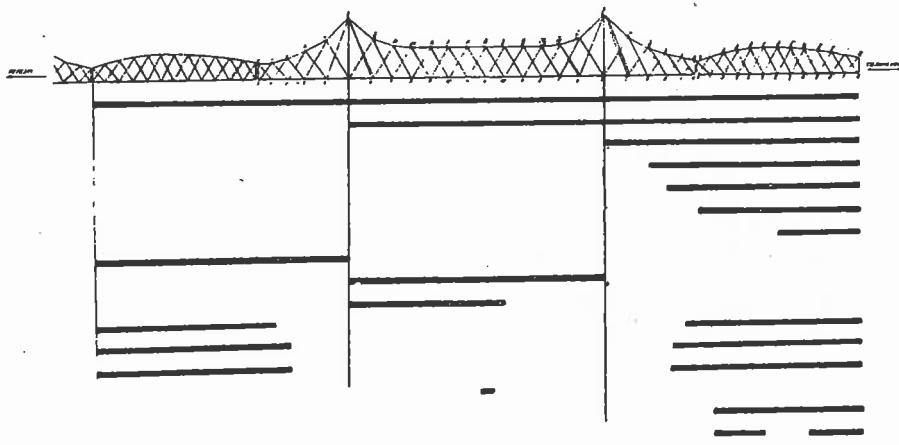


Fig. 19 Unele ipoteze de încărcare considerate la măsurătorile "in situ"
Some loading hypothesis used for measurements "in situ"

combinări de încărcări, o parte dintre acestea fiind prezentate în fig.19.

Informațiile obținute din analiza teoretică a structurii și din măsurătorile "in situ", ca și rezultatele studiilor pe model ale grinzi cu consolle, la scara 1:7 (fig.20), au stat la baza alegerii soluției de consolidare.

Proiectul, conținând detalii și tehnologia de consolidare, a fost elaborat de Institutul de Proiectări Căi Ferate București, Secția de Poduri. Lucrările de

Specifications. The Second World War postponed the reinforcement of the bridge superstructure, but the traffic followed some rules.

In 1959-1963 period the studies and tests of the Cernavodă bridge superstructure started again. Besides the structure analysis considering the interaction between structural elements it was realized a complex programme for the strains measurements by the electric tensometry "in situ" in the points of the structural elements sections,

consolidare (1965-1967) au fost executate de Centrala de Construcții Căi Ferate București.

După consolidarea suprastructurii, podul peste Dunăre de la Cernavodă a fost și este încă în exploatare, pentru traficul curent al rețelei feroviare din România.

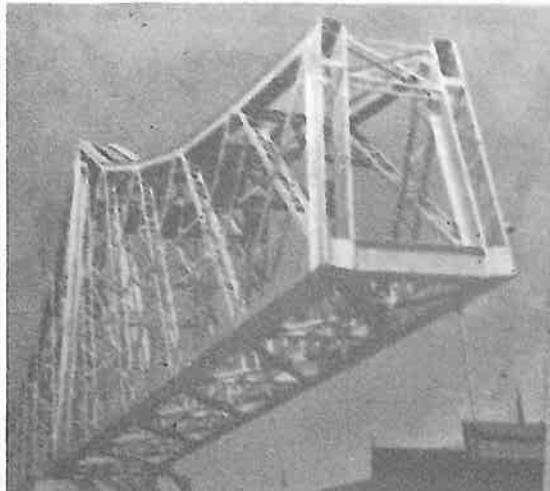
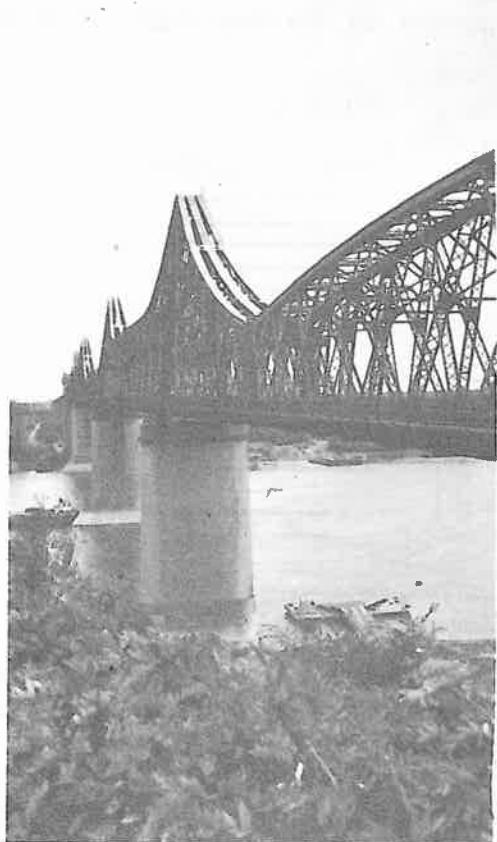


Fig. 20 Modelul grinzi cu console, la scara 1:7, pentru studiile experimentale
The cantilever girder model -scale 1:7- for experimental studies

placed in the typical area of the structure (fig. 18).

There were placed about 300 measurement devices which registered the strain for the fixed positions of the trains as well as were realized oscillograms of the moving trains.



In order to realize this complex programme of measurements there were utilized 22 locomotives in 35 loading combinations, a part of them being represented in fig. 19.

The informations obtained by the theoretical structure analysis and measurements "in situ" as well as the results of the studies on the model of cantilever girder, scale 1:7- (fig. 20) were the basis of the selection of the reinforcement solutions.

The project containing the details and the reinforcement technology was drawn up by the Railways Designing Institute of Bucharest, Bridges Department. The reinforcement works (1965- 1967) were carried out by the Railways Construction Company of Bucharest.

After the superstructure reinforcement, the bridge over the Danube at Cernavodă was and it still is in operation by the usual traffic of the Romanian railway network.

Câteva etape importante în evoluția școlii de poduri din România

The main stages in the evolution of romanian bridge engineering school

Prof. dr. eng. IULIAN ALEXIU

Prof. dr. eng. NICOLAE POPA

Dr. eng. DRAGOȘ TEODORESCU

Eng. SABIN FLOREA, Vicepresident

Prof.dr.ing. IULIAN ALEXIU

Prof.dr.ing. NICOLAE POPA

Dr. ing. DRAGOȘ TEODORESCU

Ing. SABIN FLOREA

Faculty of Railways, Roads and Bridges, Bucharest

Faculty of Railways, Roads and Bridges, Bucharest

Technical Director, Railway Study and Design Institute, Bucharest

VIACONS S.A. Company, Bucharest

Universitatea Tehnică de Construcții București

Universitatea Tehnică de Construcții București

Director Tehnic, Institutul de Studii și Proiectări Căi Ferate București

Vicepreședinte VIACONS - SA București

Introducere

Primele forme de învățământ tehnic în limba română au apărut la începutul secolului al XIX-lea. Școlile de inginerie în limba română înființate în anul 1813 la Iași de Gheorghe Asachi și în anul 1818 la București de Gheorghe Lazăr, sunt considerate începutul învățământului tehnic național român.

După revoluția din anul 1848, la Iași Domnitorul Grigore Ghica aproba în anul 1849 crearea unui Departament al Lucrărilor Publice condus la început de Mihail Kogălniceanu, care obține acordul domnitorului pentru înființarea, pe lângă acest Departament, a unei Școli Politehnice cu durata studiilor de 3 ani și care avea o secțiune de Poduri și Șosele.

În aceeași perioadă, la București, în timpul domnitorului Barbu Știrbei s-a înființat Facultatea de Inginerie Civilă cu o secțiune de Poduri și Șosele. La solicitarea domnitorului Știrbei, Guvernul Franței a trimis la București, în anul 1852, pe inginerul Louis Chrétien Leon Lalanne, absolvent al Școlii Naționale de Poduri și Șosele din Paris, cu experiență mare în organizarea și execuția lucrărilor publice cât și în conducerea și organizarea serviciilor tehnice și administrative.

Inginerul Léon Lalanne a avut o activitate remarcabilă pentru dezvoltarea și organizarea Școlii și Serviciilor Tehnice de Drumuri și Poduri ale statului român.

Introduction

The Romanian technical education came out at the beginning of the 19th century. The Engineering Schools, founded in 1813, in Iassy, by Gheorghe Asachi and in 1818, in Bucharest, by Gheorghe Lazăr, are considered the first high technical schools in Romania.

After the 1848 Revolution, the ruler Grigore Ghica approved, in 1849, the foundation of the Public Works Department, in Iassy, which the first director was Mihail Kogălniceanu. He has the agreement from Grigore GHICA to found a Polytechnical School, under this Department, where there was a section for bridge and road constructions. Its students attended the courses during three years.

In the same period, in Bucharest, during the reign of Barbu Știrbei was founded the Civil Engineering Faculty which included a section for bridge and road constructions. Following the request of the ruler Știrbei, the French Government sent in Bucharest, in 1852, the engineer Louis Chrétien Leon Lalanne, graduate of "L'Ecole nationale des Ponts et Chaussees" of Paris, having a large experience in the organisation of the public works and its technical or administrative departments. Leon Lalanne carried out a remarkable activity in order to develop and organize both the school and the Technical Departments for Bridge and Road Constructions in Romania.

După Unirea Principatelor Române din anul 1859, Domnitorul Alexandru Ioan Cuza sprijină în anul 1864 înființarea Școlii de Poduri și Șosele, Mine și Arhitectură cu durata studiilor de 2 ani, absolvenții obținând diploma de conductor (tehnician). Din anul 1875, denumirea se schimbă în Școala de Poduri și Șosele, durata studiilor va fi de 4 ani, iar absolvenții obțineau diploma de inginer.

Cea mai importantă reorganizare a Școlii de Poduri și Șosele s-a realizat în anul 1881 sub directoratul inginerului Gheorghe Duca (fig. 1), absolvent al Școlii Centrale de Arte și Manufacturi din Paris, în anul 1869, cel care a dezvoltat-o și ridicat-o, în scurt timp la nivelul școlilor străine pentru ingineria de Poduri și Șosele. Aceasta a fost posibil datorită schimbărilor de esență care s-au realizat. Înainte de admiterea în anul I de studiu s-a introdus un an preparator în care s-a predat: aritmetică rațională, geometria elementară, algebra elementară și superioară, trigonometria rectilinie și geometria analitică. Atunci s-au numit profesorii de matematică cei mai distinși în această ramură de știință pe care-i avea țara, Spiru Haret și David Emmanuel, primii doctori în matematici români veniți de la Sorbona.

Planul de învățământ în cei 4 ani de studiu a fost restructurat în totalitate, cuprinzând:

Anul I - Calcul diferențial și integral, Stereotomia, Fizica, Chimia, Topografia, Mineralogia, Geologia, Desen.

Anul II - Mecanica rațională, Construcții Civile, Drumuri, Metalurgie, Fizică industrială, Statica grafică, Desen.

Anul III - Rezistența materialelor, Poduri, Construcții Civile, Drumuri de fier, Mașini, Statica grafică, Hidraulică, Proiecte.

Anul IV - Drumuri de fier, Rezistența materialelor, Hidraulica, Navigație, Poduri, Motoare cu abur, Economie politică, Drept administrativ, Proiecte.

O atenție specială a fost acordată conținutului și elaborării proiectelor cât și activităților practice de topografie (anul I) și la lucrări de inginerie, în special căi ferate, în studiu sau în execuție (anul II, III, IV).

Corpul profesoral s-a format cu cei mai de seamă ingineri români absolvenți ai renumitelor școli de inginerie din Germania, Franța, Austria sau Elveția.

În anul 1886, în prezența Regelui Carol I, s-a inaugurat noul local al Școlii (fig. 2) dotat cu bibliotecă și laboratoarele necesare unui învățământ tehnic temeinic.

Admiterea absolvenților Școlii Naționale de Poduri și Șosele din anul 1890 în corpul tehnic al statului cu aceleași drepturi ca absolvenții școlilor similare din Paris, Berlin, Viena sau Zürich a fost o primă dobadă a prestigiului dobândit de școală. Lucrările concepute și realizate de inginerii absolvenți ai Școlii Naționale de Poduri și Șosele au adus confirmarea definitivă a capacitatea lor și a învățământului tehnic național.

Organizarea și dezvoltarea Școlii Naționale de Poduri și Șosele din perioada directoratului lui Gheorghe Duca (1881-1888) a influențat întreaga evoluție a ingineriei

After the Union of the Romanian Principalities, in 1859, the ruler Alexandru Ioan Cuza supported, in 1864, the foundation of the Bridges, Roads, Mines and Architecture School, where after two years of training the students could obtain the technician diploma. Since 1875, it was changed the name in Bridges and Roads Schools, the students attended the courses during four years and could be graduate, obtaining the engineer diploma. The most important reorganization of this School took place in 1881 under the direction of the engineer Gheorghe DUCA (fig. 1), graduate in 1869 of "L'Ecole Central d'Arts et Manufactures" from Paris. Gheorghe DUCA developed and improved the quality of the School so that, in a short time, its level was comparable with the other foreign Schools of Civil Engineering. All that were possible thanks to the essential changes realized. Before the first academic year it was included a preparatory year with training in: rational arithmetic, elementary geometry, elementary and higher algebra, plane trigonometry and analytical geometry. As mathematics professors were nominated the most remarkable Romanian scientists, Spiru Haret and David Emmanuel, graduates and doctor's of Sorbonne University of Paris.



Fig. 1. GHEORGHE DUCA

The curricula for the four study years was totally modified, including the following: Ist year - Differential and Integral Calculus, Stereothomy, Physics, Chemistry, Topography, Mineralogy, Geology, Drawing; IInd year - Rational Mechanics, Buildings I, Roadways, Metallurgy, Industrial Physics, Graphical Statics I, Drawing; IIId year - Strength of Materials I, Bridges I, Buildings II, Railways I, Machinery, Graphical Statics II, Hydraulics, Projects; IVth year - Railways II, Strength of Materials II, Hydraulics, Navigation, Bridges II, Steam Motors, Economics and Administrative Law, Projects. A special

podurilor din România în ultimii 100 de ani, reflectată în concepția, execuția și durabilitatea lucrărilor realizate.

Perioada 1884-1914

Perioada de început a școlii românești de inginerie a podurilor este strâns legată de personalitatea și renumele inginerului Anghel Saligny (fig. 3). La numai 30 de ani, în 1884, este numit profesor la Catedra de Poduri a Școlii Naționale de Poduri și Șosele din București ca o

attention was paid both to the contents of projects and the student's practice on construction sites.

The academic staff was set up by the most remarkable Romanian engineers graduates of famous civil engineering Schools of Germany, France, Austria or Switzerland.

In 1886 was inaugurated the new buildings of the School (fig. 2) enjoying the presence of the King Carol I. Beginning on 1890, the graduates were admitted in the technical staff of the State, enjoying the same right as the graduates of the similar engineering schools of Paris, Berlin, Vienna or Zurich. That was a first evidence of the



Fig. 2. Noul local al Școlii Naționale de Poduri și Șosele, deschis în 1886 la București
The new buildings of the National School of Bridges and Roads Engineering, opened in 1886, in Bucharest

recunoaștere a cunoștințelor profunde de inginerie pe care le poseda, a competenței dovedite și a experienței dobândite la multe și importante lucrări de poduri, executate, în curs de execuție sau în studiu.

Anghel Saligny a fost absolvent al Școlii Politehnice din Charlottenburg, Germania, unde a avut ca profesor pe cel mai mare constructor de poduri din aceea perioadă, Schwedler. De la cursurile și lucrările Profesorului Schwedler a dobândit cunoștințele, arta și curajul pentru proiectarea și execuția podurilor și a căilor ferate din România.

După terminarea studiilor Anghel Saligny a lucrat timp de 1 an pe șantiere de construcții căi ferate și poduri în Saxonia, sub conducerea renumitului inginer G. Mehrtens, care mai târziu a fost profesor de poduri la Școala Politehnică din Dresda.

La întoarcerea în țară (1875) Anghel Saligny a fost numit inginer în Corpul Tehnic al Statului (1876) și a lucrat la construcția liniei de cale ferată Ploiești-Predeal (80 km). Cu această ocazie a dobândit o mare experiență în execuția infrastructurilor și suprastructurilor podurilor de cale ferată. Lungimea totală a podurilor metalice care s-au executat pe această linie sub controlul său este de 1165 m, cu deschideri cuprinse între 10 m și 57,4 m.

reputation in engineering achieved by the National School.

The organization and development of the School during the directorship of Gheorghe Duca had an important influence over the evolution of the bridge engineering in Romania. It was reflected in the conception, execution and durability of these works.

1884 - 1914 Period

The beginning period of the Romanian Bridge Engineering School is directly connected with the personality and renown of the engineer Anghel Saligny (fig. 3). In 1884, when he was only 30 years old, he was appointed like Professor of Bridges at the National School of Bridges and Roads Engineering, of Bucharest. That was an acknowledgement of his deep engineering knowledges, the competence already proved and the large experience obtained carrying out bridge works in different stages: studies, design, management, construction.

În anul 1881 Ministerul Lucrărilor Publice a hotărât ca linia de cale ferată din Moldova, Adjud-Tg.Ocna (51 km) să fie construită de inginerii români, numindu-l pe Anghel Saligny ca director. Sub conducerea sa, s-a elaborat proiectul liniei de cale ferată și proiectele celor 53 de poduri de pe această linie. Lungimea totală a podurilor era de 644 m, cele mai importante fiind peste râul Trotuș la Urechești și Onești, primele poduri combinate de șosea și cale ferată (fig. 4). Suprastructura celor două poduri era cu grinzi continui cu zăbrele $2 \times 3 \times 50,67$ m respectiv $3 \times 50,07$ m și au fost executate de firma Fives-Lille, Franța. Pentru fundațiile podului de la Urechești s-au utilizat chesoane metalice deschise, de formă circulară, cu diametrul de 4,2 m (fig. 5). Toate podurile metalice de pe această linie au fost calculate pe baza circularei franceze din anul 1877. Linia de cale ferată Adjud-Tg.Ocna a fost dată în exploatare în anul 1884.

Podul peste Siret la Cosmești (fig. 6) de cale ferată și șosea este lucrarea, proiectată și executată de Anghel Saligny, care prin complexitatea ei l-a consacrat în ingineria podurilor din România. Podul, cu o lungime de peste 430 m avea o suprastructură metalică cu grinzi continue cu zăbrele $2 \times (69,3+77,04+69,3)$ m. Suprastructura a fost executată de compania Fives-Lille. Pentru execuția infrastructurilor s-au folosit chesoane cu aer comprimat, baza fundațiilor fiind la 14 m sub etaj.

O altă lucrare remarcabilă proiectată, în anul 1884, de Anghel Saligny este podul de cale ferată peste râul Buzău (fig. 7). Cu o lungime totală de 328 m podul avea o suprastructură metalică cu grinzi continue cu zăbrele $2 \times 3 \times 54$ m. Infrastructura a fost executată de inginerii

Anghel Saligny was graduate of the Polytechnic School of Charlottenburg, Germany, where he attended the courses of professor Schwedler. During the academic studies he obtained the knowledges, the art and courage to design and implement the railway and bridge constructions in Romania.



Fig. 3. Anghel Saligny

Once finished his academic studies, Anghel Saligny worked, during a year, in Saxony, on the railway and bridge construction sites, under the direction of the famous engineer and professor G. Mehrtens.

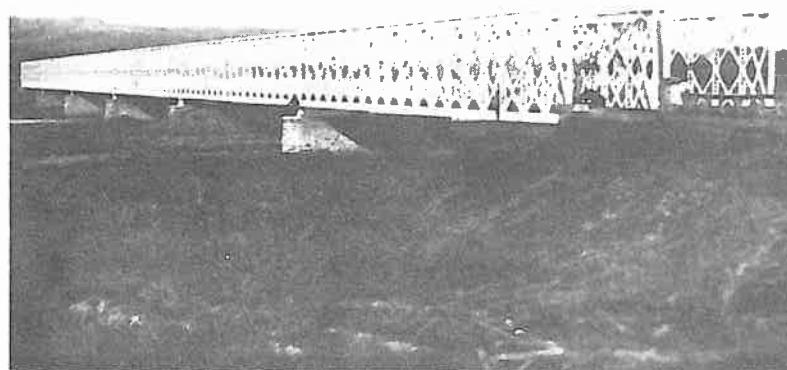


Fig. 4. Podul combinat peste Trotuș la Urechești
The combined bridge over the Trotuș river at Urechești

români iar suprastructura de către firma Braine-le-Comte, Belgia.

Lucrările de poduri de pe linia de cale ferată Fetești-Cernavodă, cu podul peste Dunăre la Cernavodă, reprezintă lucrarea simbol a ing. Anghel Saligny și

In 1875 Anghel Saligny came back in Romania and he was appointed as an engineer in the technical staff of the State for the construction of the railway Ploiești-Predeal (80 km). It was a very good opportunity for him to obtain experience in the construction of substructure and

colaboratorilor săi. Nu dorim să dăm mai multe detalii aici despre această lucrare deoarece acestea se găsesc în articolele prezentate la prima Conferință Internațională

superstructure of the railway bridges. The total length of the bridges on the Ploiești-Predeal railway was 1165,0 m and the spans were between 10.0 m and 57.4 m.

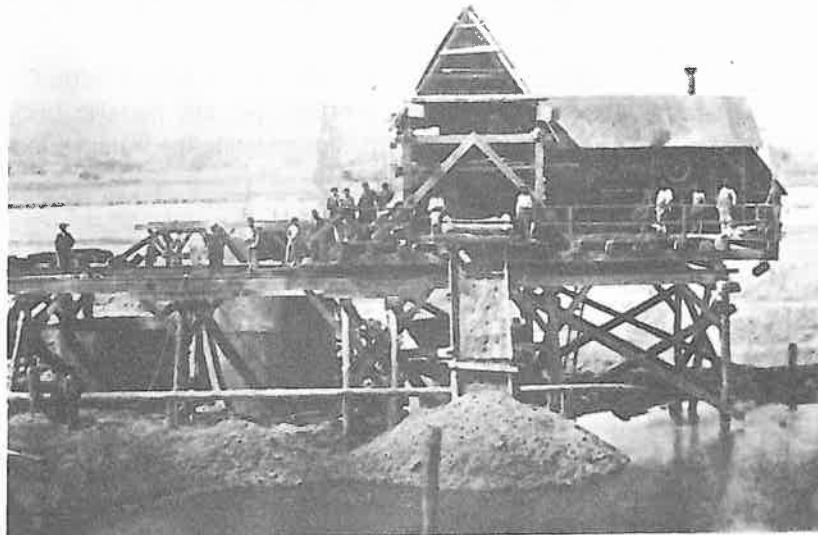


Fig. 5. Chesonul metalic deschis utilizat la fundațiile podului peste Trotuș la Urechești
The metallic open caissons used for the foundations of the bridge over the Trotuș at Urechești

"Poduri peste Dunăre" (Budapesta-Bratislava-Viena, Septembrie 1992) (1), (2) cât și în articolul dedicat centenarului podului de la Cernavodă (3). Dorim numai să menționăm grupul de colaboratori, ingineri români, care au făcut ca ideile și concepția ing. Anghel Saligny să se transforme într-o grandioasă realizare.

In 1881 the Ministry of Public Works decided that the new railway Adjud-Târgu Ocna (51 km) be built by the Romanian engineers and Anghel Saligny was appointed as director. Under his direction were realized both the railway project and the projects of 53 bridges on this railway. The total length of the bridges was 644.0 m and

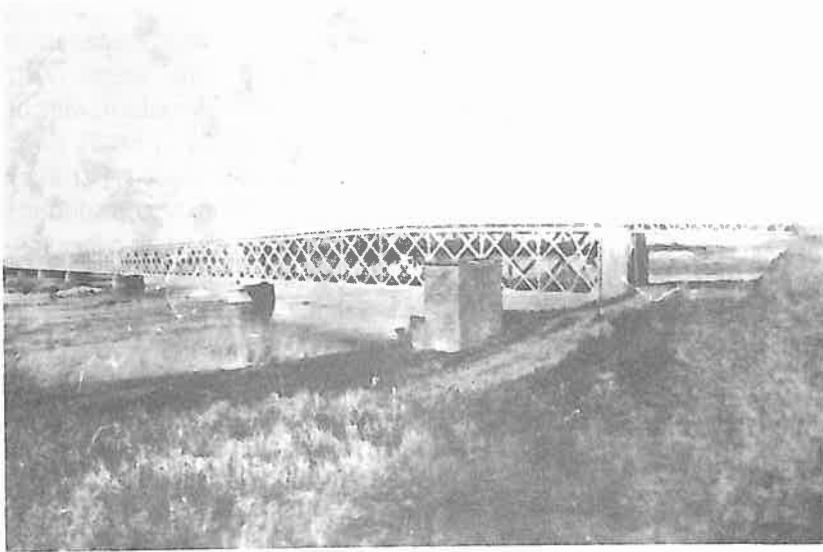


Fig. 6. Podul combinat peste Siret la Cosmești
The combined bridge over the Siret at Cosmești

* Subșefii de Serviciu: Ion Baiulescu, N. N. Herjeu

* Șefi Secție Conducători ai Șantierelor: A. Davidescu, St. Gheorghiu, N. Davidescu

* Ingineri pe șantiere: I. I. C. Brătianu, V. Cristescu, I. Sclia, C. Brandia, I. Pîslă

the most important were two combined road and railway bridges over the Trotuș river at Urechești (fig. 4) and Onești. The superstructure of both bridges consisted in continuous truss girders having the following spans: 2 x 3 x 50.7 m and 3 x 50.7 m respectively. These

* Ingineri din Biroul Tehnic: P. Zahariade, A. Dimitrescu, I. Ionescu

* Ingineri recepționeri la uzinele străine: Gr. Casimir, A. F. Bădescu, R. Baiulescu

S-au prezentat câteva din realizările remarcabile ale ing.Anghel Saligny în ingineria podurilor pentru a se putea evidenția rolul pe care l-a avut ca profesor la Școala Națională de Poduri și Sosele timp de 30 de ani. În cursul

superstructures were carried out by the French Company, Fives-Lille.

For the foundations of the bridges over Trotuș river were used metallic open caissons with the diameter of 4.20 m (fig. 5).

The railway Adjud-Târgu Ocna was put into operation in 1884. All the metallic bridges on this railway were designed using the french specifications of 1877.

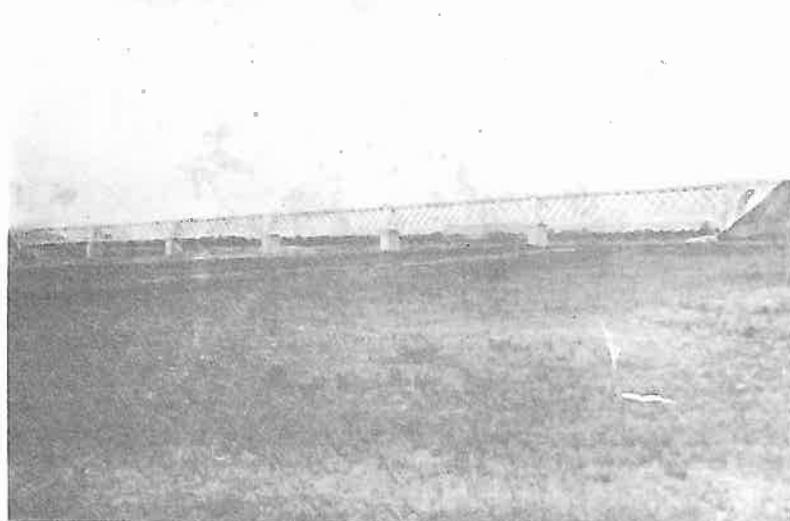


Fig. 7. Podul de cale ferată peste Buzău
The railway bridge over the Buzău river

de poduri pe care l-a predat și proiectele pe care le-a îndrumat a utilizat atât cunoștințele și datele găsite în lecțiile profesorului Schwedler sau în cursurile Școlilor Politehnice din Austria, Franța și Germania dar și învățăminte desprinse din experiența Domniei Sale în construcția de poduri. Ca profesor a fost iubit și venerat de studenți, care recunoșteau omul superior care trata problemele complexe tehnice cu talent, ilustrându-le cu exemple practice din lucrările pe care le înfăptuise. Studenții buni făceau practică pe șantierele sau în serviciile tehnice pe care le conducea iar după absolvire erau angajați ca ingineri.

Anghel Saligny a avut o contribuție fundamentală la formarea corpului tehnic de ingineri necesari marilor lucrări de poduri de la sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului XX-lea strâns legate de dezvoltarea rețelei feroviare în România. El considera realizările pe care le-a avut datorate colaboratorilor de valoare la căror formare a contribuit.

În toată perioada profesoratului său la Școala Națională de Poduri și Sosele Anghel Saligny a făcut parte din comisiile care studiau problemele organizării învățământului tehnic din România. S-a retras în luna octombrie 1914 de la Catedra de Poduri, după 30 de ani de activitate nobilă și rodnică, dar a rămas ca profesor de onoare și ca președinte al Comisiei de perfecționare a școlii, până la sfârșitul vieții (1925).

The railway and highway combined bridge over the Siret river at Cosmești (fig. 6) was carried out under the direction of Anghel Saligny. This complex work established his reputation in the romanian bridge engineering. The bridge with 430.0 m length had a metallic superstructure with continuous truss girders of $2(69.3 + 77.04 + 69.3)$ m carried out by the French Company, Fives-Lille. For the foundations, of which base were placed at 14.0 m under the law water level, it was used compressed air caissons.

Another important work, designed in 1884 by Anghel Saligny, is the railway bridge over the Buzău river (fig. 7), having 328,0 m length and a metallic superstructure with continuous truss girders which was carried out by the Belgian Company, Braine-le- Compte.

The bridges on the Fetești-Cernavodă railway, with a total length of 4088.0 m including the bridge over the Danube at Cernavodă, are the most important bridge works of Anghel Saligny and his assistants. More details about these remarkable works can be find both in the papers published in the Proceedings of the First International Conference "Bridges on the Danube" (Budapest- Bratislava-Vienna, September 1992) and in the paper dedicated to the centenary celebration of Cernavodă Bridge over the Danube. Space permits only to mention the romanian engineers, assistants of Anghel Saligny, who materialized all his conception about these bridges: I. Baiulescu, N.N.Herjeu as assistants of the

Școala de poduri între cele două războaie mondiale

A doua perioadă a evoluției școlii românești de poduri se întinde din anul 1914 până în 1938, sub conducerea și influența profesorului Ion Ionescu.

Trecând în revistă activitatea și preocupările acestui mare profesor putem să ne formăm o concepție clară asupra evoluției științei și artei de construcție a podurilor în România precum și a realizărilor din această perioadă.

Sensibil și receptiv la tot ce era nou și folositor, Ion Ionescu promovează construcția podurilor de beton armat și introducerea îmbinărilor sudate.

Studiind temeinic scările tehnice din străinătate se documentează perfect în știința și arta construcției de poduri. Astfel, unele poduri din beton armat din țara noastră amintesc podurile de piatră ale vestitului profesor francez Paul Séjourné. În acest sens putem cita podul peste Buzău de pe linia liniilor Buzău-Mărășești cu 6 bolți de 50 m, construit în 1924. Pentru estetica lor, menționăm și viaductele de beton armat de pe șoseaua Câmpina-Predeal, spânzurate pe înălțimile versantului stâng al văii Prahova.

chief-department; A. Davidescu, St. Gheorghiu, N. Davidescu as chiefs of Department on construction site; I.I.C. Brătianu, V. Cristescu, I. Sclia, C. Brandia, I. Păslă as working engineers; P. Zahariade, A. Dimitrescu, I. Ionescu as engineers in Technical Office and Gr. Casimir, A.F. Bădescu, R. Baiulescu as inspector engineers for steel superstructure elements fabricated abroad.

We have presented the main works of Anghel Saligny with the view to show the role he had as professor, during 30 years in the National School of Bridges and Roads Engineering. His lectures and projects implemented both this technical knowledges and also his great experience and practice in bridge constructions.

Anghel Saligny was very appreciated and loved by his students, who saw the superior personality of their professor. His best students had their practical period within the construction sites or technical departments directed by A. Saligny and after that period, they were employed as engineers.

Anghel Saligny had an essential contribution in the setting-up of the Romanian technical staff of the most important bridge-works at the end of the 19th Century and the beginning of the 20th Century. He always considered all his achievements due to his precious assistants he formed.

During his professorship in the National School of Bridges and Roads Engineering of Bucharest, A. Saligny was a member of the Commissions for studying the organization of the Romanian Technical Education. In October 1914 he retired, after 30 years of a sustained and fruitful activity, but he was still a honorary professor and the President of the Improvement School Commission until his death (1925).

The inter-wars period

The second stage in the evolution of The National School of Bridges Engineering can be considered the period 1914-1938 under the leadership and the influence of the Professor Ion Ionescu (fig. 8). Passing in review the activity of Professor I. Ionescu we can inform ourselves about a very clear conception of the Romanian bridge engineering, art and science, as well as about the achievements of that period.

Very responsive and receptive to all the new and useful in conception, Ion Ionescu promoted the concrete bridge engineering in Romania and the first studies of welded joints for steel structures. He studied all the important foreign technical books, accumulated knowledges regarding the art and science of the bridge engineering. In this way, there are some Romanian concrete bridges (fig. 9) reminding the works of the French famous Professor Paul Séjourné.

Some specialists said that the engineer career of Ion Ionescu is due to the influence of the American Professor



Fig. 8. Ion Ionescu

Unii specialiști au afirmat că formația ca inginer a lui Ion Ionescu s-ar datora și influenței scările profesorului Waddell din SUA. Adevărul este acela că profesorul nostru studia toate scările din străinătate pe care putea să și le procure. Putem afirma că și tehnica germană l-a format într-o oarecare măsură. Cunoștea foarte bine scările și realizările lui G. Schaper, mare specialist în poduri metalice, inginer și director la căile ferate germane.

Fiind un pasionat cercetător al trecutului, Ion Ionescu susține că studiind trecutul tragem învățăminte pentru prezent și pentru viitor. De aceea în cursul său de poduri introduce: istoricul podurilor, exemplele de poduri și istoricul prescripțiilor oficiale de calcul al podurilor în câteva țări unde tehnica era mai avansată. El însuși este în stare să întocmească în 1919 proiectul prescripțiilor de calcul al podurilor metalice din țara noastră.

Fără îndoială că putem afirma că aceste prescripții și cursurile predate de Ion Ionescu au format ingineri

Waddel works. He really had the possibility to obtain the important foreign technical works and examine it.

The german technics had also their influence, in a way. Ion Ionescu knew very well the theoretical and practical works of engineer G. Schaper, a great specialist in steel bridges and the director of the German Railways Department.

Being an ardent scientific explorer of the past, Ion Ionescu affirmed that the past study let us learn for the present and the future. That is why his lectures regarding

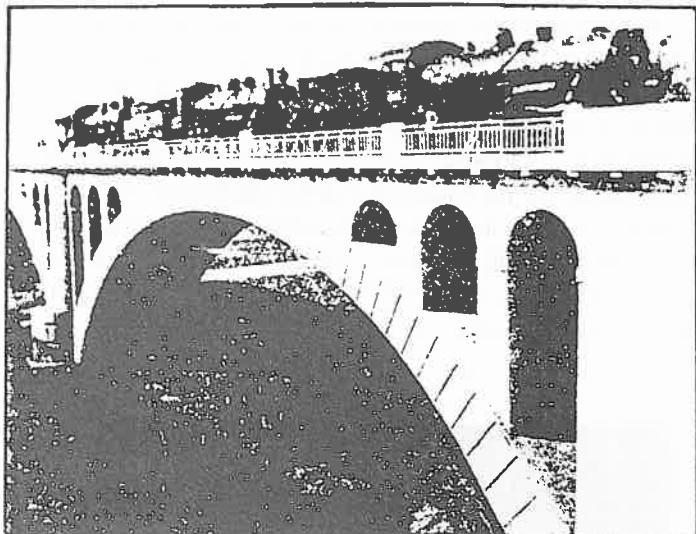
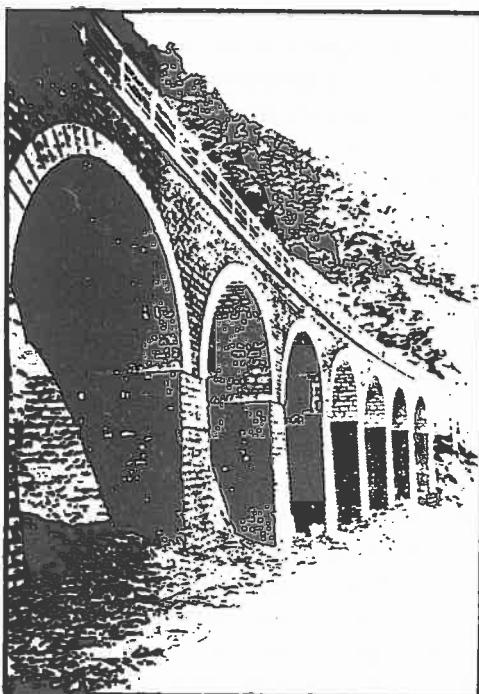


Fig. 9. Viaductul "Leurzeaua" pe calea ferată Tg. Jiu-Petroșani și podul de cale derată peste Buzău
The viaduct "Leurzeaua" on the railway Tg. Jiu-Petroșani and the railway bridge over the Buzău river

specialiști în poduri și construcții metalice ce au realizat construcții la nivelul celor din țările cele mai avansate.

Profesorul Ion Ionescu era convins că ingineria trebuie să se bazeze pe o temeinică pregătire în științele matematice. Ca autodidact, prin multă muncă și perseverență ajunge un matematician recunoscut. A colaborat la revista de matematici "Mathesis" din Belgia și a fost membru al societății "Mathematical Society" din Anglia.

În privința pregătirii matematice a inginerului Ion Ionescu ne apare ca un pedagog îscusit și ca un cetățean patriot care luptă pentru ridicarea nivelului științific al patriei. El inițiază înființarea revistei și mai târziu a societății "Gazeta Matematică", în scopul de a ridica nivelul matematic al tineretului și în special al elevilor candidați la concursul de admitere în Școala Politehnică.

Rezultatul acestei acțiuni a fost imens. Nivelul matematic al elevilor de liceu s-a ridicat peste așteptări iar mulți matematicieni și ingineri s-au afirmat încă din liceu.

Gazeta Matematică a avut membri și redactori de seamă printre care menționăm matematicieni mari, de renume internațional: Gh. Țițeica, I.R. Raclis, profesori celebri Andrei Ioachimescu, O. Țino, O. Onicescu,

the bridges including the following themes: bridges history, examples of bridges, technical specifications history of some countries with higher technics.

Ion Ionescu carried out himself, in 1919, the first project of the romanian steel bridges specifications. There is no doubt and we can say that those technical specifications and the lectures and projects of Prof. I. Ionescu educated romanian engineers for bridges and steel structures, able to carry out some constructions at the higher level, comparable with the most developed countries. (fig. 10).

Professor Ion Ionescu was persuaded that the engineering might to rely on a very serious preparation in mathematics. As a self-educated person, working hard and perseveringly, he was going to be a famous mathematician. He contributed to "Mathesis", the Belgian mathematics review and he was a member of the Mathematical Society of Great Britain.

Regarding his mathematical grounding Ion Ionescu was a skilful teacher and a good citizen loving his country and fighting for a higher scientific level of his people.

Ion Ionescu had initiated the foundation of the "Mathematical Journal" and, later, the "Mathematical

redactori energici: General Gh. Buicău, ing. C. Ionescu-Țiu și alții.

Ion Ionescu a citit mult, a scris mult și a luptat mult pentru propășirea științei și a culturii poporului român. A

Society" which permitted increase the knowledges level of the young people in this field, specially regarding the candidates for the exam-entrance in the Engineering Schools.

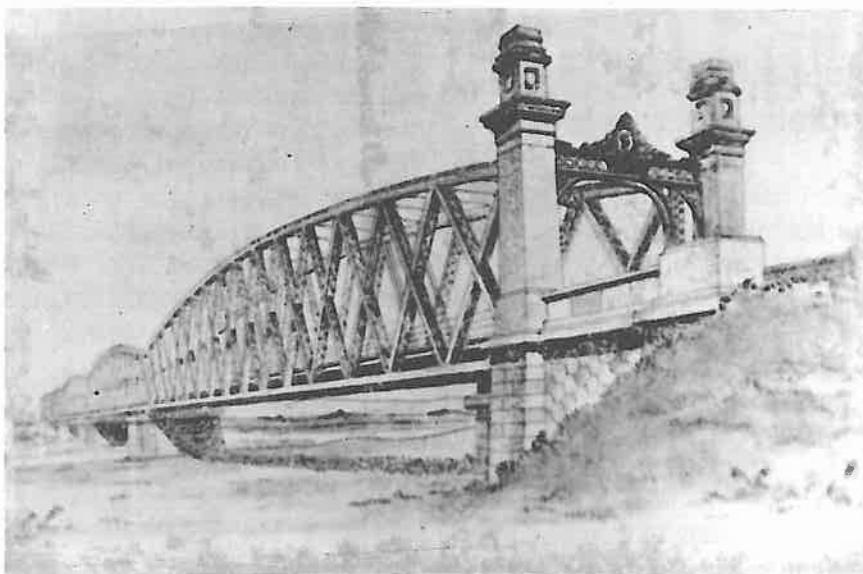


Fig. 10. Podul masiv peste Argeș la Ionești și podul metalic peste Olt
The concrete bridge over the Arges river in Ionești and the metallic bridge over the Olt river

scris: scrieri matematice, științifice-tehnice, scrieri profesionale și scrieri istorice: din istoria matematicii, a științei și a învățământului.

Din scrierile istorice ale lui Ion Ionescu aflăm lucruri importante despre începuturile învățământului superior la români.

Astfel, aflăm că voievodul român Despot-Vodă a întemeiat în 1562 "Școala latină" de la Cotnari la care a adus profesori renumiți din străinătate. În 1640 voievodul Vasile Lupu a înființat "Colegiul Vasilian", iar peste câteva decenii s-a înființat "Colegiul Sf.Sava" din București.

De la Ion Ionescu au rămas numeroase scrieri: Betonul armat, Culegere de probleme, Vocabular Matematic, toate în editura Gazetei Matematice, Povestiri Tehnice în editura ziarului Universul, peste 600 de probleme de matematici, peste 200 de articole publicate în revistele Gazeta Matematică, Buletinul Societății Politehnice, Natura.

Aproape în totalitate, articolele lui Ion Ionescu sunt adevărate lucrări științifice de mare valoare. Cu tematică precisă, în formă accesibilă și atrăgătoare exprimă știință,

The result of this activity was very fruitful. The mathematical level of the pupils exceeded all anticipations. There were many romanian mathematicians and engineers who were affirmed during the academic studies.

The Mathematical Journal had some important members and editors like: Gh. Țiteica, I.R.Raclis - great mathematicians, A. Ioachimescu, O. Țino, O. Onicescu - famous professors, Gh. Buicău, C.Ionescu-Țiu - editors.

Ion Ionescu read and wrote very much fighting for the Romanian people science and culture development. He wrote mathematical, scientific, technical and historical papers about mathematics, science and education. His historical works let us know the beginning of the Romanian education. So, we know that the Romanian Voievode Despot Vodă founded in 1562 the "Latin School" of Cotnari where taught some famous foreign professors; in 1640 the Voievode Vasile Lupu founded the "Vassilian College" and few decades later it was founded the "Saint Sava College" of Bucharest.

morală și dragoste de patrie. Au constituit un far pentru evoluția și progresul școlii române de poduri.

Pentru prodigioasa și rodnică să activitate a fost ales membru corespondent al Academiei Române.

Acum 50 de ani marele nostru matematician Gh. Tîțeica a spus într-o cuvântare:

"Peste 50 de ani când amănuntele se vor uita...se va povesti: A fost odată ca niciodată un inginer strănic, Ion Ionescu, stâncă de granit, inimă de aur, om de treabă și om de ispravă".

În prezent, după 50 de ani de la dispariția marelui profesor, povestim cum a spus Tîțeica, dar amânuntele nu le-am uitat căci ele sunt concretizate în evoluția și progresul școlii românești de poduri în perioada 1914-1938.

Școala de poduri după cel de al doilea război mondial

Dintre inginerii și profesorii care au influențat puternic, după cel de-al doilea război mondial, dezvoltarea și modernizarea învățământului de construcții în general și în cadrul acestuia a celui de Poduri dorim să evidențiem rolul profesorului Andrei Caracostea (fig. 11), personalitate marcantă a școlii de construcții și a ingineriei podurilor din România.

Absolvent al Școlii Politehnice din București, Facultatea de Construcții, în anul 1935, și-a început activitatea de inginer la Serviciul de Poduri al Căilor Ferate Române, unde, în perioada 1936-1938, a elaborat mai multe proiecte de poduri pe câteva linii de cale ferată în construcție, Bumbești-Livezeni, Ilva Mică-Vatra Dornei, Teiuș-Apahida, Copșa Mică-Sibiu.

Ca bursier al Fundației Humboldt, în perioada septembrie 1938- septembrie 1939 și-a consolidat cunoștințele de bază pentru inginerie la renumitele Școli Politehnice din Dresden și Charlottenburg. Domeniile de pregătire alese au fost Statistica Construcțiilor și Construcțiile Metalice. La Școala Politehnică din Charlottenburg a fost acceptat pentru doctorat la Catedra de Construcții metalice condusă de profesorul Schleicher cu un subiect referitor la "Comportarea la oboseală a îmbinărilor sudate".

Începerea războiului a determinat întreruperea pregătirii doctoratului la Școala Politehnică din Charlottenburg și reîntoarcerea în țară în luna septembrie a anului 1939, reluând activitatea la Serviciul de Poduri a Căilor Ferate Române.

Perioada războiului 1939-1945, a însemnat pentru ing. Andrei Caracostea, dobândirea experienței în execuția, consolidarea și refacerea podurilor. Cele mai importante lucrări de poduri le-a executat pe liniile Câmpina-Brașov (12 poduri), în Basarabia (16 poduri) pe liniile Reni-Românești-Cetatea Albă și Arciz-Ismail și în Ardealul de Nord.

Ion Ionescu wrote many books: "Reinforced concrete", "Mathematical problems collection", "Mathematical vocabulary" - edited by the "Mathematical Journal", "Technical Stories" - edited by the Universal Publishing House. He published more than 600 mathematics problems and more than 200 papers in the "Mathematical Journal", the "Bulletin of the Polytechnic Society" and in the "Nature" magazine.

Almost all his papers are really some important scientific works. Having clear, accessible and attractive subjects these papers are, in the same time, a proof of the science, moral and patriotism of this great professor. His works are also a guide for the evolution and progress of the romanian school of engineering. Taking into account his fruitful activity Ion Ionescu was elected as a corresponding member of the Romanian Academy.

Fifty years ago, the great romanian mathematician Gheorghe I. Tîțeica said: "After 50 years, when the details will be forgotten, the story will say: "once upon a time, there was a formidable engineer, granite rock, heart of gold, good natured fellow, worthy man".

Now, 50 years after Ion Ionescu's death, we are still commenting, but the details are not forgotten because they are materialized during the evolution and progress of the Romanian Bridge Engineering School in the 1914-1938 period.

The period after the second world war

One among the engineers and professors who had after the second world war, a strong influence over the development and progress of the Romanian Civil Engineering Education and Bridge Engineering is the Professor Andrei Caracostea (fig. 11). Graduate of the



Fig. 11. Andrei Caracostea

În anul 1941 Direcția de Poduri, din cadrul Căilor Ferate Române, l-a numit pe ing. Andrei Caracostea membru în comisia mixtă româno-bulgară pentru construcția unui pod peste Dunăre între Giurgiu și Russe.

Polytechnic School of Bucharest, Civil Engineering Section, in 1935, he began his engineering activity in the Bridge Office of the Romanian Railways Department.

In the first three years he carries out bridge projects

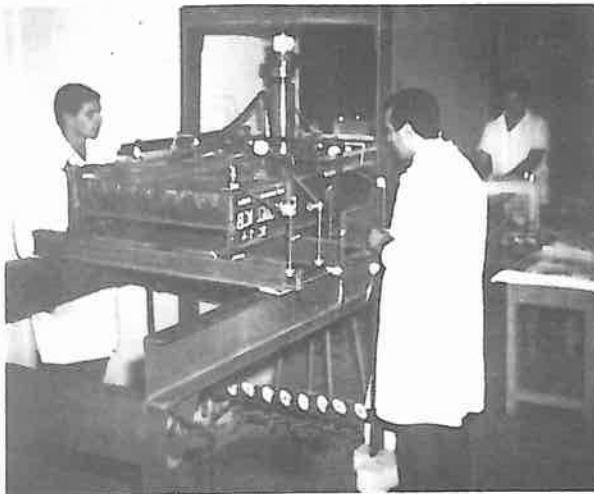


Fig. 12. Testarea în laborator a modelelor de tabliere cu placă ortotropă (1965 și 1967)
Laboratory testing on two orthotropic decks models (1965 and 1967)

Inginerul Andrei Caracostea a fost, în perioada 1945-1948 șef al Serviciului de Poduri din cadrul Căilor Ferate Române.

Din anul 1941 dl.ing. Andrei Caracostea și-a început activitatea și în învățământul superior la Catedra de Poduri și Construcții Metalice a Școlii Politehnice din București, la început ca asistent iar din anul 1945 ca profesor.

for the railways under construction in that period, Bumbești-Livezeni, Ilva Mică-Vatra Dornei, Teiuș-Apahida, Copșa Mică-Sibiu.

As a stipended student of the Humboldt Foundation from September 1938 until September 1939 he improved his basic engineering knowledges in the famous Polytechnic Schools of Dresden and Charlottenburg. The fields of his postgraduate studies were Static of

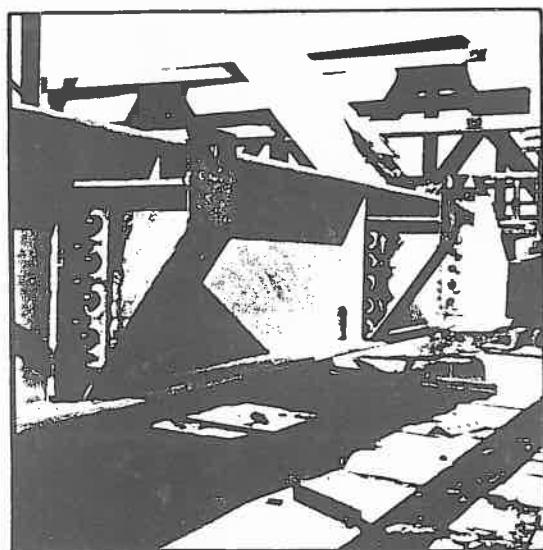


Fig. 13 Primul pod de cale ferată, construit în România, la care s-au utilizat șuruburi de înaltă rezistență pretenționate
The first railway bridge, built in Romania using the high strength bolt connections (1967)

După reforma învățământului din anul 1948 a fost profesor de Poduri și Construcții Metalice la Institutul de

Constructions and Steel Structures. He was admitted for a doctor's degree in the Polytechnic School of

Construcții București și profesor de Rezistență Materialelor și Statica Construcțiilor la Institutul de Căi Ferate.

Charlottenburg, at the Steel Structures Department directed by Professor Schleicher. The theme of his doctorate thesis was "Fatigue behaviour of welded joints".

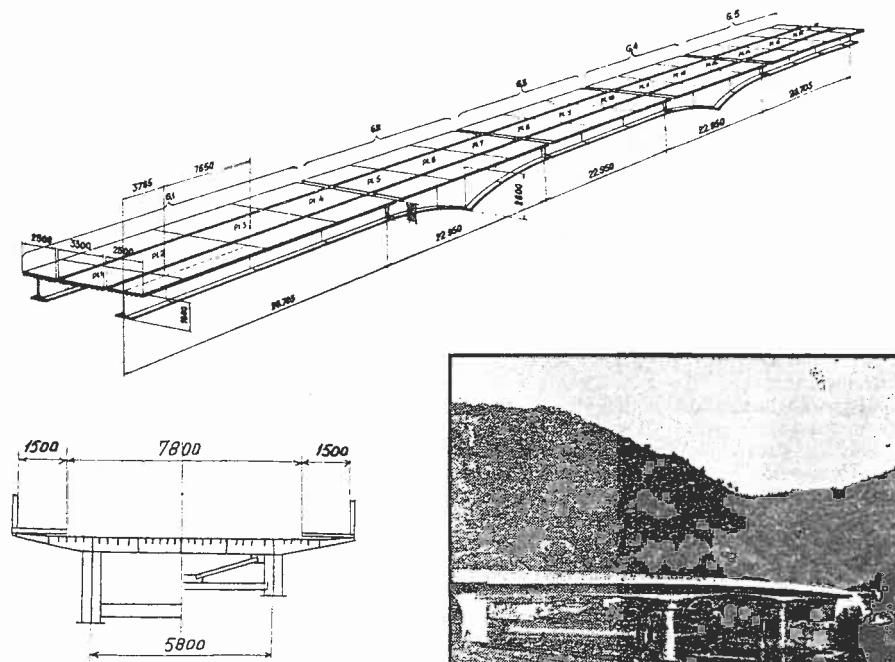


Fig. 14. Pod peste Olt la Câineni (1965)
The bridge over the Olt river, at Câineni (1965)

Fiind numit membru în comisia Ministerului Învățământului pentru elaborarea noilor planuri de învățământ profesorul A. Caracostea a avut o influență fundamentală în modernizarea și dezvoltarea învățământului tehnic de construcții, bazându-se pe organizarea renumitelor școli politehnice din Germania. Printre schimbările majore pe

The beginning of the Second World War broke off his work for doctorate thesis and in September 1939 he came back in Romania resuming his engineering activity in the Bridge Office of the Romanian Railways Department.

The Second World War period (1939-1945) meant for

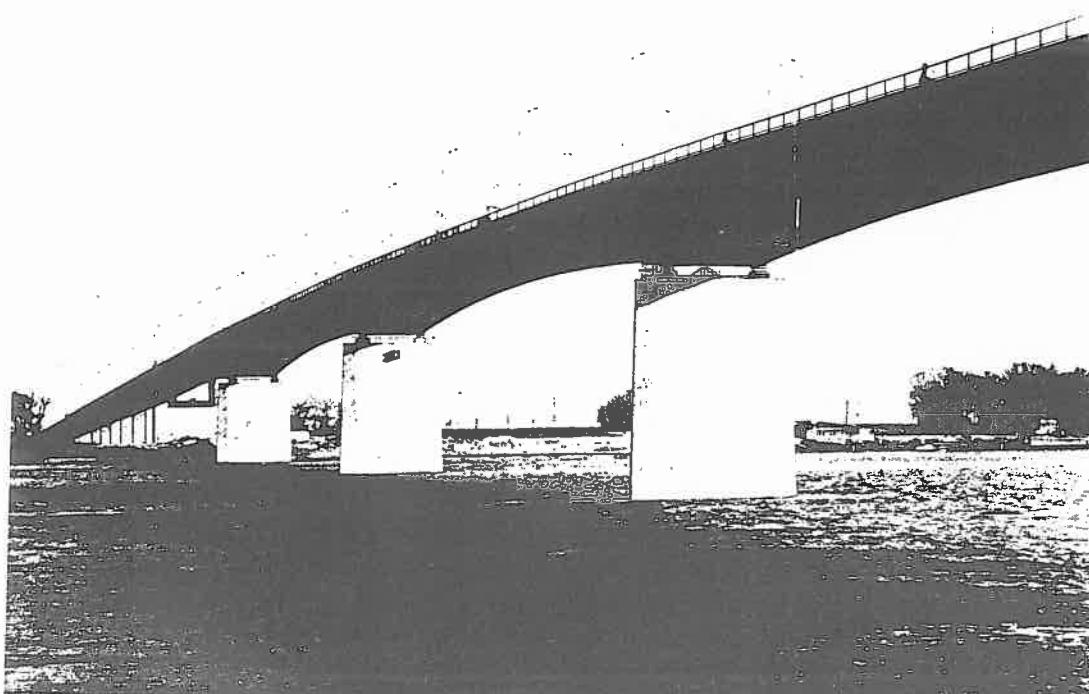


Fig. 15 Podul peste Dunăre la Giurgeni - Vadu - Oii ('969)
The bridge over the Danube at Giurgeni - Vadu Oii '1969)

care le-a determinat au fost:

- dezvoltarea disciplinei de Statica construcțiilor și în paralel a celei de Rezistență materialelor
- introducerea disciplinelor noi: Stabilitatea și Dinamica Construcțiilor, Teoria plăcilor plane, Teoria Elasticității

engineer Andrei Caracostea a great practice in the reinforcement and reconstruction of bridges on the romanian railway network. He carried out the most important bridge works on the railways: Câmpina-Brașov (12 bridges), in Basarabia (16 bridges) and the Northern Ardeal.

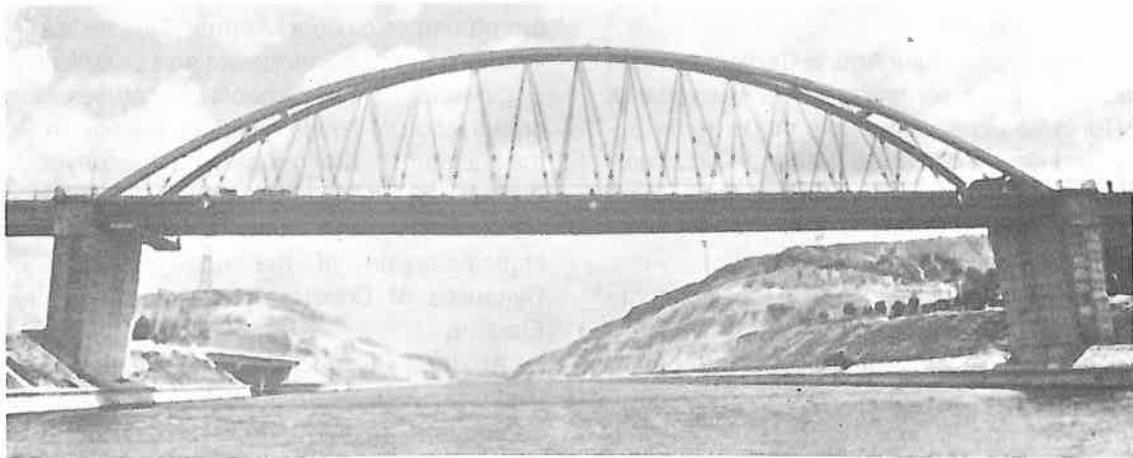


Fig. 16 Pod peste Canalul Dunăre - Marea Neagră la Basarabi (1983)
The bridge over the Danube - Black Sea Canal at Basarabi (1983)

- dezvoltarea disciplinei de Geotehnică și Fundații.

Profesorul Andrei Caracostea a fost Șeful Catedrei de Poduri în perioada 1951-1952 și 1969-1976 și Decan al Facultății de Poduri și Construcții Masive (1951-1952) din Institutul de Construcții București. După retragerea din 1976 a rămas profesor consultant al Catedrei de Poduri până la sfârșitul vieții (1993).

In 1941 the Romanian Railway Department nominated the engineer Andrei Caracostea as a member of the romanian - bulgarian comission which studied the conditions for construction of a new bridge over the Danube between Giurgiu and Ruse.

Since 1941 Andrei Caracostea began his academic career as assistant and from 1945 as professor at the

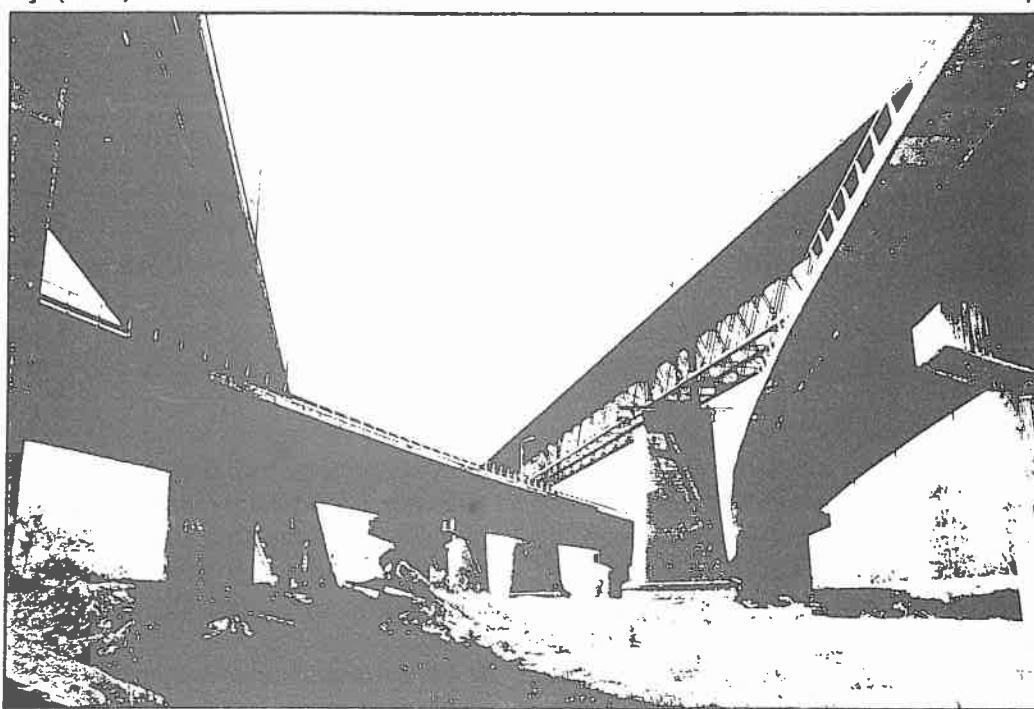


Fig. 17 Viaductele de acces pe podurile noi peste Dunăre la Cernavodă (1986)
The acces viaducts of the new bridge over the Danube at Cernavodă (1986)

Între realizările de mare însemnatate ale profesorului A. Caracostea pentru dezvoltarea construcțiilor din

Bridge and Steel Structures Department of the Polytechnic School of Bucharest.

România, se află fără îndoială și MANUALUL PENTRU CALCULUL CONSTRUCȚIILOR, tratat de mare ampioare apărut la Editura Tehnică din București în anul 1959 și 1977, ediția 2-a. Lucrarea gândită și coordonată de prof. A. Caracostea are ca autori pe cei mai de seamă profesori din școala românească de construcții și conține bazele teoretice și principiile moderne de alcătuire și proiectare ale construcțiilor.

De personalitatea Profesorului Andrei Caracostea este legată puternic orientarea, organizarea și dezvoltarea cercetării din România pentru structurile moderne de poduri metalice. Lucrările de cercetare elaborate sau coordonate de prof. A. Caracostea au contribuit la dezvoltarea și modernizarea podurilor în România, realizările cele mai importante din ultimii 35 de ani fiind următoarele:

- proiectarea și execuția structurilor cu elemente sudate pentru poduri după anul 1960.
- fabricarea în România a oțelurilor slab aliate pentru structurile sudate de poduri metalice.
- concepția și tehnologiile de execuție pentru primele poduri cu platelaje ortotrope proiectate și executate în România
- utilizarea îmbinărilor cu șuruburi de înaltă rezistență pretenționate la structurile de poduri
- elaborarea normelor românești (standarde) pentru proiectarea, execuția și exploatarea podurilor metalice.

O trăsătură fundamentală a activității științifice și tehnice a prof. A. Caracostea o reprezintă documentarea și obținerea celor mai noi informații tehnice în problemele ingineriei în general și a podurilor în special. Corespondența continuă și întâlnirile pe care le-a avut cu mari personalități din Europa, de la renumite Universități Tehnice și centre de cercetare, prof. K. Klöppel, prof. O. Steinhardt, Prof. Ch. Massonnet, ing. Duiliu Sfîntescu cât și vizitele oficiale efectuate la Administrațiile de cale ferată din Germania, Franța, Elveția și Anglia, au făcut posibil ca biblioteca Prof. A. Caracostea să dețină cele mai noi informații științifice și tehnice din ingineria construcțiilor metalice și a podurilor în beneficiul inginerilor români.

În perioada 1966-1992 s-au elaborat, sub conducerea științifică a prof. A. Caracostea, 10 teze de doctorat cu subiecte din ingineria podurilor metalice: analiza la oboseală, fenomene de instabilitate ale structurilor sau elementelor structurale, analiza structurilor de poduri cu mijloace și metode moderne, sisteme de îmbinări.

Dintre lucrările de poduri, la căror concepție și execuție au avut o mare contribuție lucrările de cercetare elaborate sau coordonate de prof. A. Caracostea, menționăm următoarele:

- Podul de cale ferată peste râul Olt la Slătioara (1964), cu suprastructura alcătuită din tabliere metalice cu grinzi cu zăbrele, cu deschiderea de 56,20 m. Este primul pod pe o linie principală de cale ferată din România la care structura de rezistență este cu elemente sudate.

After the Education reform of 1948 the Professor Andrei Caracostea had the course of Bridge and Steel Structures at the Civil Engineering Institute of Bucharest and in the same time the courses, Strength of Materials and Static of Constructions, at the Railway Institute.

As a nominated member of Ministry of Education Commission for the elaboration of the new educational programm, professor Andrei Caracostea had a great influence in the development and organisation of the Civil Engineering High Schools based especially on the organisation of The Polytechnic Schools in Germany. The main changes are referring to the development of the contents for Strength of Materials, Static of Constructions, Geotechnics and Foundations courses and the implementation of the new courses: Stability and Dynamics of Constructions, Plates Theory, Theory of Elasticity.

At the Civil Engineering Institute of Bucharest Professor Andrei Caracostea was the head of the Bridges department in two periods 1951-1952 and 1969-1976. After his retirement, in 1976, Andrei Caracostea remained as a consulting professor, until his death (1993).

One of the most remarkable works of professor Andrei Caracostea was undoubtedly The Civil Engineering Calculation Manual, which was originally published in 1959 by the Technical Publishing House of Bucharest. The Second Edition with a revised and enlarged form was published in 1977. This Manual remains the only comprehensive work to present in one volume (1400 pages) a lot of data (formulae, tables, diagrams) theory of design and its practical application in structural engineering. The manual, conceived and co-ordinated by Professor Andrei Caracostea, had as authors the most representatives professor of the Romanian Civil Engineering School.

The scientific personality Professor Andrei Caracostea has a straight connection with the organization and development of the romanian research for the modern steel bridge structures. The reserach works carried out or co-ordinated by Professor Andrei Caracostea contributed to the main achievements, of the last 35 years, in romanian bridge engineering. The most important results of these research works are: conception, design and fabrication technology of the welded structural elements for steel bridges; low-alloy steel manufacture for welded structures; conception, design and fabrication technology of the steel bridge structures with orthotropic decks; the connections with high strength bolts used at the modern steel bridge structures; the seven editions of romanian codes and specifications for design, fabrication, inspection and maintenance of steel bridges.

An essential feature of the scientific activity of professor Andrei Caracostea is the documentation and acquisition of the last technical informations respecting the engineering problems. The constant mail connections and the meetings he had with the European personalities

- Podul rutier peste râul Olt la Câineni (1965), unde s-a proiectat și executat pentru prima dată în România o structură cu platelaj ortotrop (fig. 14). Cu această ocazie s-a verificat oțelul și tehnologia de execuție a unei astfel de structuri în vederea realizării podului peste Dunăre la Giurgeni-Vadul Oii.

- Structura principală cu grinzi continue (120+3x160+120 m), secțiunea casetată și platelaj ortotrop, a podului peste Dunăre la Giurgeni-Vadul Oii (1969) (fig. 15).

- Podul peste râul Buzău de pe linia de cale ferată Buhăești-Roman (1967) la care s-au utilizat pentru prima dată în România, îmbinările cu șuruburi de înaltă rezistență pretensionate (fig. 13).

- Podurile de cale ferată și șosea peste canalul Dunăre-Marea Neagră (1979-1983) (fig. 16).

- Podurile noi de cale ferată și șosea peste brațul Borcea și peste Dunăre între Fetești și Cernavodă (1976 - 1986) (fig. 17).

of Technical Universities and Research Centers, like K. Kloppel, O. Steinhardt, Ch. Massonnet, D. Sfintescu, permitted to have in his library the latest scientific and technical informations for the benefit of the romanian engineers and school.

From 1966 to 1992 were elaborated, under the scientific direction of Professor Andrei Caracostea, 10 doctorate thesis which the subjects regarded the steel structures engineering as: fatigue resistance analysis, the behaviour of the steel structures with orthotropic decks, the influence of imperfections on the buckling phenomena, the behaviour of stiffened plate components, the steel structures analysis using numerical technics, the high strength bolt connections, the offshore structures.

Among the bridge workings which conception, design and construction enjoyed the contribution of the research work carried out co-ordinated by Professor A. Caracostea, are: the railway bridge over the Olt river, in Slătioara (1964) having a steel superstructure with truss girders of 56.2 m span. It is the first bridge with welded structural elements built in Romania on a main railway; the highway bridge over the Olt river, in Câineni (1965), where there was implemented for the first time in Romania the structures with orthotropic deck (fig. 14). On this occassion it was tested the low-alloy steel and fabrication technology in order to realise the bridge over the Danube in Giurgeni-Vadu Oii;

The bridge on the Buhăești-Roman railway (1967) where there was utilized for the first time the high strength bolts for connections (fig. 13); the main steel structure with continuous box girders (120 + 3x160 + 120 m) of the bridge over the Danube at Giurgeni-Vadu Oii (fig. 15); the railway and highway bridges over the Danube-Black Sea Canal (1979-1983), (fig. 16), the new railway and highway bridges over the Danube and Borcea arm of the Danube between Fetești and Cernavodă (1976-1986) (fig. 17)



Aspecte conceptuale privind lucrările de artă din patrimoniul Administrației Naționale a Drumurilor

Conceptual aspects regarding the art works in the patrimony of National Administration of Roads

Ing. DĂNILĂ BUCŞA

Dr. Ing. LAURENȚIU STELEA

Ing. NICULAE MIHALACHE

Director General Adjunct, Administrația Națională a Drumurilor

Director General Adjunct, Administrația Națională a Drumurilor

Şeful serviciului Poduri, Administrația Națională a Drumurilor

Eng. DĂNILĂ BUCŞA

Dr. Eng. LAURENȚIU STELEA

Eng. NICULAE MIHALACHE

General Manager, National Administration of Roads

Deputy General Manager, National Administration of Roads

Head of Bridges Division, National Administration of Roads

1. Scurt istoric

Rețeaua de drumuri construită în Dacia, dovedită nu numai prin porțiunile de drumuri și poduri efectiv rămase, dar și prin așa-zisele "pietre milenare", care indicau traseul drumului, anul și executantul, sunt mărturii ale unei istorii a drumurilor și podurilor din România de aproape 2000 de ani.

Este cunoscut faptul că în perioada 102-105 Apolodor din Damasc a construit podul peste Dunăre între Drobeta și Vantes (azi satul Kostol din Serbia) și ale cărui vestigii se păstrează și astăzi.

Romanii au prelungit drumul care leagă Dunărea la Dierna cu interiorul Daciei până la Apulum (Alba-Iulia), Potaissa (Turda) și Napoca (Cluj), unde se regăsesc și astăzi mărturii ale construcției de podețe și poduri din piatră.

În anul 1400 se menționează prima atestare documentară a unui pod permanent din lemn, în Moldova, peste râul Negru.

Spre sfârșitul secolului XV, în timpul domniei lui Ștefan cel Mare, se construiesc primele poduri din zidărie de piatră în Moldova, parte din ele păstrate și azi.

În anul 1831, la construcția podului de la Lugoj (jud. Timiș) se folosesc pentru prima dată în țara noastră grinzi metalice.

În perioada 1831-1844, în Moldova, sub conducerea lui Mihail Sturza, s-au executat 309 km de drumuri, cu 340 de poduri și podețe din zidărie.

1. Brief history

The road network built in Dacia, which existence is proved not only by road sections and bridges still on sites but also by the so called "millenary stones", indicating the itinerary of the road, the year and the constructor, represents the statements of a nearly 2000 years history of roads and bridges in Romania.

It is well known that between years 102-105, Apolodor from Damasc has built the bridge over the Danube, linking Drobeta and Vantes (today's Kostol, village in Serbia), vestiges of this bridge being still visible on the location.

The Romans have extended the road linking the Danube (at Dierna) with the inner Dacia, reaching Apulum (Alba-Iulia), Potaissa (Turda) and Napoca (Cluj), stone bridge relics being still obvious.

In 1400 was built the first permanent wooden bridge, over Black River in Moldavia.

In the late XV century, during Ștefan cel Mare reign, the first masonry bridges were built in Moldavia, part of them being still existent.

In 1831, at the construction of Lugoj bridge (Timiș county), steel beams were used for the first time in Romania.

Between 1835-1844, in Moldavia, during Mihail Sturza reign, 309 km of roads were built including 340 wood and masonry bridges.

The first School of Bridges, Roads and Mines was established in 1847 in Bucharest, especially for training

În anul 1847 ia ființă la București o Școală de Poduri, Șosele și Mine, în principal pentru pregătirea ofițerilor din oastea română, pentru ca mai apoi, în 1854, să se înființeze tot la București, prima Școală de Conducători de Poduri și Șosele, transformată ulterior, în 1867, în prima "Școală de poduri, șosele și mine", cu durata de 5 ani.

În anul 1865 începe construcția a 19 poduri metalice proiectate pentru a fi executate peste râurile traversate de șoseaua București-Iași. Podurile s-au executat în baza unei convenții cu firma engleză John Trevor Barkley.

După Războiul de Independență se punea acut problema unei legături permanente peste Dunăre între România și Dobrogea.

Concursul internațional organizat de statul român, de proiectare și construcție a unui pod feroviar peste Dunăre între Fetești și Cernavodă a fost condus de un Tânăr inginer român: Anghel Saligny.

Lucrările, începute în anul 1890 și finalizate în 1895 s-au desfășurat sub strictă îndrumare a lui Anghel Saligny și la acea dată complexul de poduri de la Fetești-Cernavodă era cel mai mare din Europa.

În anul 1903, Serviciul de Poduri și Șosele, execută un pod pe drumul Pitești-Curtea de Argeș și altul la ieșirea din Piatra, acestea fiind primele poduri din beton armat cu deschiderea mai mare de 5,0 m.

După anul 1905, construcția de poduri de șosea, în principal din beton armat, cunoaște o mare dezvoltare, deschiderile realizate în acea epocă și care erau în jur de 60 m, au fost depășite abia după primul război mondial.

Dezvoltarea transporturilor, odată cu creșterea traficului rutier, a impus o nouă orientare, prin modernizarea rețelei de drumuri și construcția unor lucrări de artă de înaltă tehnicitate.

Această foarte scurtă incursiune în istoria lucrărilor de artă a încercat să prezinte locul ocupat de România, potențialul și realizările obținute pentru acele vremuri.

2. Infrastructura rutieră din România

Rețeaua rutieră publică din România are o lungime de 153.014 km, repartizată pe categorii astfel:

- Drumuri Naționale.....14.683 km.
din care Autostrăzi 113 km
- Drumuri Județene.....26.967 km.
- Drumuri Comunale.....31.166 km.
- Străzi în localități urbane și rurale...80.190 km.

Drumurile naționale sunt în administrarea Ministerului Transporturilor, prin Administrația Națională a Drumurilor, Drumurile Județene și Comunale, în administrarea Consiliilor Județene, iar străzile în administrarea primăriilor localităților.

Lungimea totală de 14.683 km, deși reprezintă numai 20% din lungimea drumurilor publice (exclusiv străzile), constituie rețeaua majoră a țării, pe ea desfășurându-se cca.65% din totalul traficului rutier.

the officers of the romanian army. In 1854, is established in Bucharest as well, the first School of Roads and Bridges Conductors, which in 1867 will be converted as "Bridges, Roads and Mines School" with a studying period of 5 years.

In 1865 starts the construction of 19 steel bridges, designed to cross the rivers encountered by the Bucharest-Iași road. These bridges were constructed in cooperation with the British contractor John Trevor Barkley.

After the Independence War, a permanent link over the Danube between Romania and Dobrogea appeared as imperative.

The international tender organized by Romania for design and construction of a steel railway bridge over the Danube between Fetești and Cernavodă was conduct by a young Romanian engineer: Anghel Saligny.

The works, started in 1890 and finalized in 1895, were strictly supervised by Anghel Saligny himself, at that time the bridges complex from Fetești-Cernavodă being the largest in Europe.

In 1903, the Roads and Bridges Division built a bridge on Pitești-Curtea de Argeș road and another in Piatra, these two bridges being the first reinforced concrete structures with spans over 5 m.

After 1905, the construction of road bridges, and especially reinforced concrete bridges is widely developing, reaching spans of 60 m.

Developing of transportation sector and the increasing traffic, leaded to a new orientation and to the need of modernizing the road network and constructing bridges with high technical characteristics.

This very short presentation of the art works history in Romania, tried to outline the potential and the achievements in this field over the past.

2. Roads substructure in Romania

The public road network in Romania has a length of 153,014 km and it is divided into the following types of roads:

- National Roads 14,683 km
out of which motorways 113 km
- County Roads 26,967 km
- Communal Roads 31,166 km
- Streets in towns 80,190 km

The national roads are under the administration of the National Administration of Roads, the county and communal roads are administrated by the County Councils and the streets by the Town Councils.

The jurisdictional area of Romanian National Administration of Roads includes all the national roads, with a length of 14,683 km.

This length represents only 20% of the entire public roads length (excluding the streets) and it is considered

După decembrie '89, volumul traficului a crescut spectaculos în România, datorită deschiderii către Europa de Vest, creșterii numărului de jinătorilor de autovehicule în România, iar din 1991, datorită crizei din fosta Iugoslavie, traficul între Europa și țările Orientului Apropiat și Balcani, tranzitează masiv prin România.

În aceste condiții Administrația Națională a Drumurilor și-a propus să îmbunătățească infrastructura rutieră, dar întâmpină mari dificultăți din cauza resurselor financiare insuficiente.

Viabilitatea acestei infrastructuri rutiere este în mare parte condiționată de lucrările de artă, care trebuie să asigure capacitatea portantă necesară de preluare a traficului, în condiții de deplină siguranță.

În consecință, cunoașterea stării tehnice reale a lucrărilor de artă de pe rețea și căutarea unor noi modalități de îmbunătățire a acesteia reprezintă o preocupare constantă și de mare importanță.

3. Situația actuală a podurilor

Mulțimea de factori legați de amplasament, de natura și caracteristicile terenului, de debitul și regimul hidraulic al apelor etc, au făcut din fiecare pod, în cele mai multe cazuri, un unicat.

Apariția unor mijloace de transport din ce în ce mai grele, creșterea vitezelor de circulație, precum și costul ridicat al lucrărilor de artă, au determinat pe proiectanți și constructori să imagineze mereu noi structuri, noi alcătuiri și sisteme constructive, să caute noi materiale sau să introducă noi tehnologii de execuție.

Pe întreaga rețea de Drumuri Naționale din România, existau la finele anului 1994 un număr de 3131 poduri, însumând o lungime totală de 128.617 m.

Existența unei mari diversități de soluții tehnice, care au stat la baza construcției lucrărilor de artă, au condus la o mare varietate, lucrările de artă de pe rețea drumurilor Naționale putându-se clasifica, în mare, în funcție de:

- materialul din care sunt alcătuite;
- clasa de încărcare;
- perioada de exploatare;

3.1. Materialul de construcție

În funcție de materialul de construcție din care au fost executate, situația podurilor se prezintă astfel:

- | | |
|---|-----------|
| - Poduri din zidărie de piatră | 69 buc. |
| - Poduri din beton armat | 1996 buc. |
| - Poduri din beton precomprimat | 974 buc. |
| - Poduri din metal | 81 buc. |
| - Poduri cu conlucrare oțel-beton | 11 buc. |

Din analiza datelor prezentate rezultă că din cele 3131 poduri aflate în exploatare pe drumurile naționale, 93% sunt realizate din beton armat și beton precomprimat.

the major road network of the country as about 65% of the entire road traffic develops on this network.

After December 1989, the traffic volume has greatly increased in Romania, due to relationship development with some Western European countries, the increased number of road users, and since 1991, due to the political situation in the former Yugoslavia which pushed the traffic from European countries to Turkey and Greece through Romania.

Having in view all the above elements, the Romanian National Administration of Roads proposed a program for improving the road substructure, although the amount of budget allocated for this purpose is very low.

The adequate improvement of the road substructure is highly dependent on the bridges structures which should provide the proper bearing capacity required for a safe traffic development in Romania.

Consequently, the full knowledge of the actual technical condition of bridge structures on the road network and finding new methods for their improvement, is our major and continuous concern.

3. Present situation of bridges

The multitude of local elements related to sites, nature and characteristics of soil, water flow and hydraulic regime of the rivers, have made of each bridge almost, an unique art work.

The increasing number of heavy trucks, high travelling speeds and high costs of art works, have determined the designers and contractors to imagine new structures, statical schemes, materials and construction technologies.

According to the recorded data, on the national road network in Romania there are 3,131 bridges with a total length of 128,617 meters.

The existence of a large diversity of technical solutions used in bridge construction, resulted in a wide variety and, the art works on the national roads can be classified considering the following main aspects:

- construction materials;
- loading class;
- operation life-time

3.1. Construction materials

On the basis of construction materials, the bridges situation is as follows:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| - Masonry and stone bridges | 69 pcs. |
| - Reinforced concrete bridges | 1,996 pcs. |
| - Prestressed concrete bridges | 974 pcs. |
| - Steel bridges | 81 pcs. |
| - Concrete and steel bridges | 11 pcs. |
- It can be pointed out that from 3,131 bridges under

Betonul armat a început să fie utilizat în România la construcția de poduri în perioada anilor 1900-1901, dar numărul și amplitudinea lucrărilor au crescut foarte mult abia după anul 1920, când soluțiile s-au diversificat din punct de vedere al schemei statice.

Odată cu apariția și utilizarea betonului armat precomprimat, începând cu anii 1953-1954, ponderea lucrărilor din beton armat s-a micșorat în ansamblu.

În aceste condiții, betoanele utilizate la construcția podurilor prezintă o mare diversitate din punct de vedere al rezistenței, fiind cuprinse între B 150 (Bc 10) și B 500 (Bc 40).

Armătura utilizată este și ea de o mare varietate, caracteristicile fizico-mecanice fiind cunoscute cu certitudine numai pentru cele fabricate după 1960.

operation now on the national roads, 93% are structures made of reinforced and prestressed concrete.

The reinforced concrete bridges started to be constructed in Romania since 1900-1901 and greatly increased after 1920, when from design point of view, other construction methods developed.

Starting from 1953-1954, the prestressed concrete has been greatly applied in bridge construction and consequently the reinforced concrete usage has progressively diminished.

Under these circumstances, the concrete used for bridges construction is mainly ranged from B 150 (Bc 10) to B 500 (Bc 40).

The reinforcement used during the time, is also of a lot of types but its mechanical and physical characteristics have been proved only for the works carried out after 1960.

3.2. Clasa de încărcare

Lucrările de artă construite în ultimii 30 de ani au fost dimensionate la clasa "E" de încărcare, cele cu o vechime cuprinsă între 30-50 de ani sunt dimensionate în clasa "I" de încărcare, iar cele cu o vechime mai mare de 50 de ani, sunt dimensionate la încărcări corespunzătoare "convoiului german", ce poate fi assimilat clasei "I" de încărcare.

Din numărul total de 3131 de poduri, 1372 poduri (43.13%) sunt dimensionate la clasa "E" de încărcare, restul de 1759 poduri (56.87%) fiind dimensionate la clasa "I" de încărcare.

3.2. Loading class

Generally, the bridges built during the last 50 years were designed for I loading class (truck convoys of 13 t or heavy vehicles of 60 t), those built during the last 30 years were designed for E loading class (truck convoys of 30 t or heavy vehicles of 80 t) and the bridges older than 50 years, were designed as per the so-called German type convoys and could be included in the I loading class.

Therefore, from 3,131 bridges, 1,372 (43.13%) are designed for E loading class and the remainder of 1759 (56.87%) for I loading class.

3.3 Perioada de exploatare

În funcție de anul în care au fost executate, situația podurilor existente pe rețeaua drumurilor naționale se prezintă astfel:

- Poduri mai vechi de 50 de ani 225 buc (7.3%)
- Poduri mai vechi de 40 de ani 348 buc (11.0%)
- Poduri mai vechi de 30 de ani 905 buc (29.2%)
- Poduri mai vechi de 20 de ani 2068 buc (66.8%)
- Poduri mai vechi de 10 de ani 2806 buc (90.7%)

3.3. Operating life-time

On the basis of operating life-time, the bridges situation is as follows:

- older than 50 years 225 pcs (7.3%)
- older than 40 years 348 pcs (11.0%)
- older than 30 years 905 pcs (29.2%)
- older than 20 years 2,068 pcs (66.8%)
- older than 10 years 2,806 pcs (90.7%)

4. Starea tehnică a lucrărilor de artă

Pe durata exploatarii podurile suportă influența mediului înconjurător și a încărcărilor și reacționează la aceste influențe diferit, fiind afectate atât elementele suprastructurii cât și infrastructurii într-o măsură mai mică sau mai mare.

Problemele care se pun cu acuitate la podurile aflate în exploatare constau în menținerea pe durata de exploatare a unei capacitați portante corespunzătoare.

4. Bridges technical status

During the operating life-time, bridges are influenced by the environment and loads, reacting to these factors in different ways, all of the structural elements being affected more or less.

The main objective for all the bridges on the road network, is to maintain their proper loading capacity.

At the end of 1991 the National Administration of Roads was in possession of an inventory of all bridges

La sfârșitul anului 1991, Administrația Națională a Drumurilor a intrat în posesia inventarului tuturor podurilor de pe rețeaua de drumuri naționale, pus de acord cu toate modificările survenite în fiecare an. Totuși, acest inventar cuprinde doar un mic număr de date ale podurilor (lungime, lățime, numărul și lungimea deschiderilor, materialul de construcție, structura statică, clasa de încărcare, anul construcției); de aceea, la începutul anului 1992 a fost demarată o activitate laborioasă de colectare de date, pentru alcătuirea unei bănci de date, procesată pe calculator.

Prin această bancă de date sunt culese cca. 125 date privind fiecare pod și apoi aceste sunt repartizate în şase fișiere diferite, din care reiese descrierea stării tehnice a podului. Determinarea stării tehnice a unui pod se face prin evaluarea a 10 indicatori de calitate și funcționalitate, care definesc parametrii de stare tehnică.

Până în prezent au fost culese date complete, inclusiv pentru fișierul de stare tehnică, la un număr de 2135 de poduri, reprezentând cca. 68% din numărul total de poduri de pe rețeaua drumurilor naționale.

Situată se prezintă în felul următor:

- Clasa tehnică I - Stare foarte bună 88 buc. 4%
- Clasa tehnică II - Stare bună 1039 buc. 48%
- Clasa tehnică III - Satisfăcătoare 847 buc. 40%
- Clasa tehnică IV - Nesatisfăcătoare 160 buc. 8%

Pe baza datelor culese și prelucrate se vor putea elabora:

- programele de lucrări de întreținere anuale;
- eşalonarea lucrărilor de reparații, consolidări sau de înlocuire a unor poduri;
- măsurile necesare pentru îmbunătățirea stării tehnice a podurilor și modernizarea acestora.

5. Strategia în domeniul lucrărilor de artă

În vederea modernizării rețelei de poduri și aducerii ei la cerințele unui trafic în condiții de siguranță trebuie acționat pentru realizarea următoarelor obiective:

- Sporirea capacitatei portante a podurilor dimensionate la clasa I de încărcare (A13,S60) și aducerea lor la clasa E de încărcare (A30,V80);
- Execuțarea unor lucrări de reparații la podurile dimensionate la clasa E de încărcare în vederea păstrării parametrilor corespunzători acestei clase;
- Asigurarea unei părți carosabile de 7,80 m și a unui gabarit de liberă trecere la nodurile rutiere de minimum 4,50 m.

Pe baza datelor și studiilor efectuate s-a stabilit un program de măsuri și anume:

- a. Pentru podurile dimensionate la clasa I de încărcare:

- consolidarea suprastructurii;
- consolidarea atât a suprastructurii cât și a

along the national road network that has been updated each year according to the modifications that have occurred meanwhile.

However, this inventory incorporates only a small number of bridge data (length, width, number and length of spans, construction material, static analysis, loading class, building year) and that is why at the beginning of 1992, a laborious activity of data collection for a data bank has been started in view of the data processing by a computer.

For this data bank, about 125 data is collected and updated for each bridge and then the data is distributed in 6 different files, out of which one is provided for describing the bridge technical condition.

Determination of a bridge condition is performed by evaluating the parameters defining the bridge condition, namely the 10 indicators for the bridge quality and operation.

Up to present, data have been collected for 2,135 bridges representing 68% of the bridges situated on the national road network.

The situation of bridge technical status is as follows:

Technical Class I - very good status	88 pcs. 4%
Technical Class II - good status	1,039 pcs. 48%
Technical Class III - satisfactory	847 pcs. 40%
Technical Class IV - poor	160 pcs. 8%

Based upon the collected and processed data, the following are to be assessed:

- Bridge technical condition;
- Planning of maintenance work schedule;
- Determination of necessary methods applied for improving the bridge conditions and their related modernization.

5. The strategy in the field of art works

In order to bring the bridges and overpasses to their original operation parameters for achieving an extended life-time, the increasing of safety and comfort, the following aims have to be achieved:

- Upgrading the bearing capacity of bridges designed for I loading class (A13, S60), to allow supporting stresses caused by convoys included in E loading class (A30, V80).

- Performing repairing works at bridges designed for E loading class, in order to maintain the technical parameters required by this loading class.

- Increasing the carriageway width to 7.80 m and the minimum height at road crossings to 4.50 m.

On the basis of data processed and studies performed, a repairing program has been initiated, consisting of:

- a. Bridges designed for I loading class:
- strengthening of the superstructures;

infrastructurii sau înlocuirea cu poduri noi, în funcție de costuri.

b. Pentru podurile dimensionate la clasa E de încărcare:

- înlocuirea dispozitivelor de acoperire a rosturilor de dilatație;
- înlocuirea îmbrăcăminții;
- înlocuirea atât a îmbrăcăminții cât și a hidroizolației;
- lucrări de apărări de maluri și consolidarea infrastructurilor;
- lucrări de reparații la suprastructuri cu betonul degradat și armătura corodată.

c. Programul de execuție prioritарă de pasaje denivelate

Un alt aspect important care trebuie abordat în acțiunea de modernizare a rețelei îl constituie eliminarea intersecțiilor la nivel cu calea ferată.

În prezent există peste 423 de intersecții la nivel cu calea ferată, care produc zilnic 29.000 de încideri, însumând peste 4800 ore de staționare. Dintre acestea, 136 sunt intersecții la nivel cu linii de cale ferată în circulație curentă și care impun construcția unor pasaje denivelate.

Programul de execuție priorităрă a pasajelor denivelate s-a stabilit în funcție de "durata de recuperare" exprimată prin raportul:

$$D = \frac{I}{P}$$

D = durata de recuperare a investiției în ani;

I = valoarea estimată a investiției în lei;

P = valoarea pierderilor în lei/an, cauzată de imobilizarea autovehiculelor la trecerile de nivel cu barieră, semibariere sau alte indicațioare pentru oprire.

Realizarea tuturor acestor obiective menționate, trebuie făcută prin programe realiste, eșalonate în timp și care trebuie să țină cont în primul rând de constatarea că anual, 2 - 3% din podurile de pe rețeaua drumurilor naționale trec dintr-o clasă tehnică superioară în clasa tehnică imediat inferioară.

6. Concluzii

Obiectivele prioritare ale Administrației Naționale a Drumurilor pot fi rezumate astfel:

a. Măsuri concertate pentru reducerea procesului de deteriorare a stării tehnice a podurilor în exploatare;

b. Aplicarea unor noi tehnologii cu efecte benefice asupra stării tehnice a lucrărilor de artă în domeniul hidroizolațiilor, rosturilor și aparatelor de reazem;

c. Un nou concept privind răspunsul dinamic al structurilor de poduri cu implicații în metodele de calcul;

d. Revizuirea normativelor și normelor tehnice în domeniul podurilor și elaborarea de noi reglementări tehnice, armonizate cu cele internaționale;

- strengthening of both superstructures and substructures, or replacement with new bridges, depending on costs.

b. Bridges designed for E loading class:

- replacement of the expansion joints;
- replacement of the carriageway layers;
- replacement of waterproofing and carriageway layers;
- repairing of superstructures having damaged concrete and corroded reinforcement steel bars;
- repairing of substructures and shore protection.

c. Priorities in constructing overpasses at railways crossings

Another important aim which has to be achieved in order to improve the traffic safety is to eliminate crossings at the same level with the railways.

In the present, there still are over 423 level crossings, generating daily 29,000 traffic stops with 4,800 stationing hours. Out of these 423 crossings, 136 are crossings with main railways, the construction of overpasses being imperative.

The priorities in constructing overpasses were determined taking into account the "recovering duration" calculated as follows:

$$D = \frac{I}{P}$$

D = recovering duration of the investment, in years;

I = estimated value of the investment, in Lei;

P = value of losses, in Lei/year, resulted from traffic interruption at crossings.

Achieving of all the above mentioned objectives has to be made by realistic programs, well planned in time, having in view that each year about 2-3% of the bridges on the network are diminishing their technical class to the immediate inferior one.

6. Conclusions

The main objectives of the National Administration of Roads can be described as follows:

a. Precise actions in order to prevent depreciation of technical status of existing bridges;

b. Implementation of new technologies and concepts in bridge maintenance and rehabilitation, including new solutions for waterproofing, expansion joints and bearing devices;

c. New concepts concerning the dynamic response of bridge structures and design methods;

d. Reviewing of actual standards and technical specifications in order to comply with the international requirements in the field of highway bridges.

e. Promoting and supporting the privatization process, in order to increase the volume of maintenance works performed by small and medium private companies.

e. Promovarea și încurajarea acțiunii de privatizare și creștere a volumului de lucrări de întreținere executate cu firme mici și mijlocii;

f. Dezvoltarea etapizată a unei rețele de drumuri expres și autostrăzi și unde lucrările de artă să fie executate în devans.

Din marele volum de informații pe care îl avem la dispoziție, dificultatea principală a fost aceea de a asambla un minimum de elemente din care să se degaje o imagine cât mai conturată a stadiului actual al problemei.

În dezvoltarea societății omenești, o mare importanță a avut întodeauna, activitatea "omului-constructor". Fiecare etapă istorică a fost marcată prin construcțiile ei, a căror evoluție poate fi considerată o măsură a nivelului de cultură și civilizație atinsă.

f. Development in time of a motorways and highways network, where the bridges are to be built in advance.

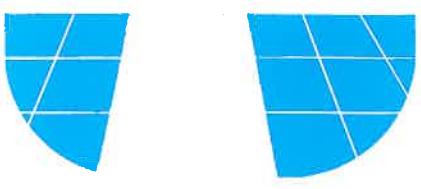
Out of the big volume of information we have, the main difficulty was to select a minimum of data and elements which could offer a most accurate image of the actual stage in developing the bridges network in Romania.

The role of the "Constructor" was always of a great importance in the progress of the human society, each historical stage being marked by its constructions which evolution can be considered as a measure of culture and civilization.



contransimex s.a.

ANTREPRENOR GENERAL



EXECUȚĂ ÎN ȚARĂ

ȘI ÎN STRĂINĂTATE

EXPORTĂ

MEDIAZĂ

EFFECTUEAZĂ

SEDIUL CENTRAL

FILIALE

: Lucrări de construcții-montaj

: Produse industriale (containere, traverse și confecții metalice)

: Credite externe și garanții necesare

: Transporturi auto internaționale și locale de mărfuri

Oferă sau intermediază achiziționarea de camioane noi de mare capacitate

: Bd. Dinicu Golescu, nr. 38, sector 1, Palat CFR 77113 București România.

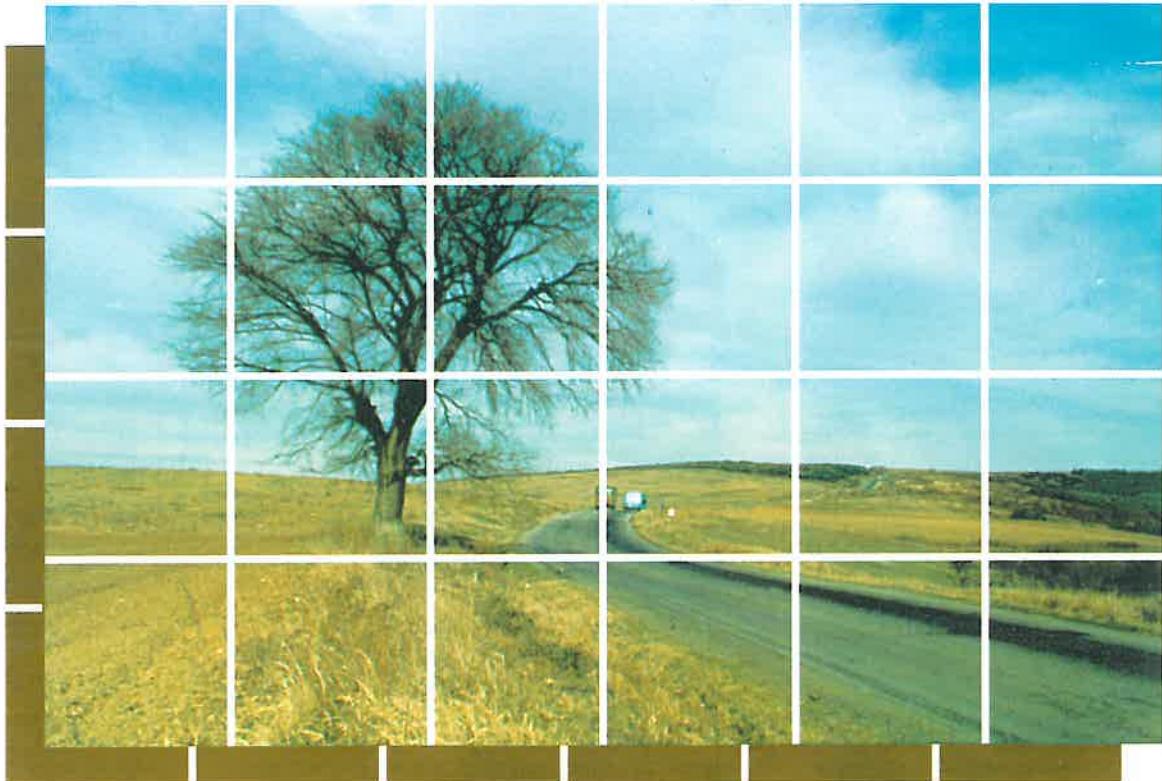
Tel: 618.05.26., Telex: 011606 FAX: 618.0042

: Libia, Maroc, Germania, Turcia, Grecia, Ghana.

DRUMUL SPRE ADEVARATA COMPETITIVITATE DUCE DIRECT CATRE VIACONS SA

- * CONSULTANȚA
- * PROIECTARE
- * MANAGEMENT
- * ASISTENȚĂ TEHNICĂ
- * SUPRAVEGHERE LUCRĂRI

ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR



SEDIU CENTRAL: str. Neagoe Vodă nr. 56, sector 1, BUCUREȘTI

Telefon-Fax: +(40-1) 212.24.53 **ADRESA POȘTALĂ SUPLIM.:** CP 18 - 12571.543 BUCUREȘTI-ROMÂNIA

BUCHAREST — ROMANIA
SRL - IMPORTEXPORT

Distribuitor exclusiv al geogrilor TENSAR în România, firma IRIDEX GROUP pune la dispoziția Dvs., experiența sa în acest domeniu și vă propune o gamă variată de geogriile, adaptată lucrarilor Dvs.

Elaborăm soluții de proiectare, furnizăm și montăm geogriile, acordăm asistență tehnică de specialitate.

Geogriile sunt structuri de polimeri cu mare rezistență la întindere, fapt ce permite utilizarea lor la armarea pământurilor pentru:

- mărirea capacitatii portante a terenurilor slabe;
- repararea alunecărilor de taluze;
- realizarea de taluze abrupte;
- execuția zidurilor de apărare și a culegilor de poduri, ancorate, cît și pentru armarea agregatelor, cu sau fără liant, de la:

* autostrăzi

* parcări

* căi ferate

* platforme industriale și de stocare a utilajelor grele

* piste de aeroporturi

* drumuri de exploatare



Geogriile conlucră cu materialul de umplutură, preluînd eforturile tangențiale, printr-un fenomen de încleștare mecanică.

Utilizarea geogrilor TENSAR în lucrările ingineresti conduce la:

- reducerea cheituielilor
- mărirea vitezel de execuție
- posibilitatea utilizării materialelor locale

Geogriile TENSAR sunt distribuite în România de

IRIDEX GROUP S.R.L.

Bucuresti, sas. Olteniei nr. 35 - 37, sector 4,
telefon: 636.30.50; 634.21.80, fax: 312.24.63

