



A III –a Sesiune Științifică
CIB 2007
15 - 16 Noiembrie 2007, Brașov

O PROCEDURĂ DE CALCUL A RANFORSĂRII STRUCTURII RUTIERE LA CREȘTERI DE TRAFIC ÎN PERIOADA DE SERVICIU

Mihai DICU ¹, Carmen RĂCĂNEL ², Valentin Vasile UNGUREANU ³

1 Universitatea Tehnică de Construcții București, mdicu@cfdp.utcb.ro

2 Universitatea Tehnică de Construcții București, carmen@cfdp.utcb.ro

3 Universitatea Transilvania Brașov, vassti@gmail.com

Abstract: This paper has the purpose to analyze an existing pavement when it is planned an increase of traffic in comparison with the reinforcing calculus traffic. It is about the situation of some streets from Codlea city, streets that are proposed to take the transit heavy traffic of DN1.

Key words: reinforcing pavement, service life, heavy traffic

1. INTRODUCERE

La nivelul localității Codlea din județul Brașov s-a pus problema organizării circulației rutiere în condițiile în care este tranzitată de traficul aferent drumului național DN1. Contextul analizei de specialitate este reprezentat de necesitatea protecției centrului istoric al localității care este străbătut de actualul traseu al drumului național. Pentru acest scop s-a solicitat o expertiză tehnică și un proiect de reorganizare a traficului astfel încât vehiculele grele să aibă un traseu deviat care să ocolească zona menționată.

Studiul temei enunțate a presupus efectuarea unor sondaje geotehnice pentru identificarea structurii rutiere existente precum și studii aferente determinării capacității portante reziduale. De asemenea s-a identificat și traficul de perspectivă pentru verificarea structurii rutiere existente prin calcule de ranforsare, în vederea obținerii unui suport care să reziste sporurilor de încărcări din traficul vehiculelor grele.

2. SITUAȚIA EXISTENTĂ

Străzile din localitatea Codlea pe care s-au realizat studiile precizate sunt următoarele: strada Nouă, strada Laterală, strada HĂLCHIULUI, strada Crizantemelor și strada Muntșor.

Pe strada Nouă, după ranforsare, structura rutieră existentă avea următoarea alcătuire:

- 3 cm beton asfaltic BA8
- 5 cm beton asfaltic BA16
- geocompozit
- 20 cm beton de ciment
- 40 cm balast nisipos în fundație

- 50 cm umplutură nisipoasă

În urma sondajelor geotehnice pe traseul propus pentru devierea traficului greu de pe DN1 s-au constatat alcătuirile structurilor rutiere prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1 Structuri rutiere

Strada NOUĂ	Strada HĂLCHIULUI	Strada CRIZANTEMELOR	Strada MUNTIȘOR
* 2.6 cm BA8 * 4.7 cm BA16 * geocompozit * 20 cm beton de ciment * 40 cm balast nisipos * 50 cm umplutură nisipoasă	* 5.6 cm BA16 * 6.2 cm mortar asfaltic * 45 cm balast nisipos	* 3.0 cm BA8 * 5 cm BAD25 * 20 cm piatră spartă * 40 cm balast nisipos	* 24 cm beton de ciment * 40 cm balast nisipos

Prin măsurători deflectometrice efectuate pe aceste străzi, au rezultat valorile deflexiunilor critice prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2 Valorile deflexiunilor critice măsurate

Strada	DEFLEXIUNE		Conf. CD 31-20002 (10^{-2} mm)
	Efectiv	Admisibil la străzi (max)	D.N. conform trafic (2017) perspectiva ($N_c = 3.564$ m.o.s.) $N_c/2 = 1,78$ m.o.s./bandă
NOUĂ	72,5	75	45
LATERALA	103,2	75	45
HĂLCHIULUI	-	75	45
CRIZANTEMELOR	-	75	45
MUNTIȘOR	-	75	45

Din tabelul prezentat, rezultă că s-au efectuat măsurători deflectometrice pe tipuri de străzi după cum urmează:

- structură rutieră rigidă (str. Nouă)
- structură rutieră flexibilă (str. Laterală)

La interpretarea făcută în buletinele de măsurători, rezultă că pe strada Nouă, unde s-a făcut deja o lucrare de ranforsare a îmbrăcăminții din beton de ciment cu straturi asfaltice și armate cu geocompozit, deflexiunea efectivă nu depășește deflexiunea admisibilă aferentă categoriei de străzi (75×10^{-2} mm).

În cazul de față, strada este reclasată pentru drum de trafic greu cu $N_c = 1,78$ m.o.s./banda și conform CD 31-2002 avem de-a face cu un trafic greu la care se impune deflexiunea admisibilă $d_{adm} = 45 \times 10^{-2}$ mm.

În această situație este necesară ranforsare și pe strada Nouă.

Din cercetarea alcătuirii structurii rutiere, a capacității portante reziduale și a stării tehnice a străzilor, determinate prin inspecție vizuală, se conturează două tipuri de intervenție pentru reclasarea străzilor din Municipiul Codlea, ce vor fi destinate transportului traficului greu de pe DN1 până la construcția autostrăzii din zonă:

- a) Structuri rutiere rigide vechi ce se ranfursează pentru a corespunde traficului de perspectivă (2017)
- b) Structuri rutiere semirigide, care vor înlocui structurile rutiere flexibile cu capacitate portantă depășită pentru traficul greu.

3. RANFORSAREA STRUCTURILOR DE STRĂZI DIN MUNICIPIUL CODLEA, CE DISPUN DE STRATURI DIN BETON DE CIMENT

Din această categorie fac parte strada NOUĂ și strada MUNTIȘOR.

Verificarea ranforsării s-a făcut pentru str. NOUĂ la care se dispune și de măsurători deflectometrice, pentru str. MUNTIȘOR propunându-se o structură de ranforsare asemănătoare la o structură rutieră asemănătoare.

Metoda de dimensionare a ranforsării este atipică întrucât structura de pe str. NOUĂ este o structură rutieră compozită (asfalt pe beton de ciment) și în momentul de față nu există o metodă de calcul reglementată în România.

Calculul ranforsării s-a făcut prin metoda bistrat elastic pe baza datelor deflectometrice existente, cu principiul prezentat în figura 1.

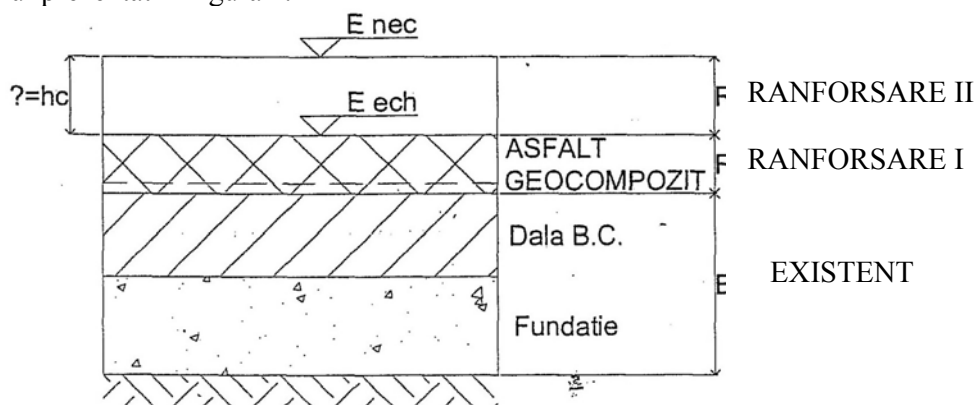


Figura 1 Metoda bistrat de calcul

$$E_{nec} = \frac{PD}{d_{adm}} \quad (1)$$

$$E_{ech} = \frac{PD}{d_{ef}} \quad (2)$$

$$\Rightarrow h_c = 11\text{cm} \quad (3)$$

Din acest procedeu de calcul a rezultat un necesar suplimentar de ranforsare de 11 cm.

Se face propunerea de structură rutieră ranforsată pentru strada NOUĂ din tabelul 3, în vederea preluării traficului greu de perspectivă (2017) de pe DN1.

Tabelul 3 Propunere de structură rutieră ranforsată – strada Nouă

RANFORSARE II	4cm BAR 16 5cm BAD 25 geocompozit armare și antifisură 2cm mortar asfaltic antifisură
RANFORSARE I EXISTENT	2,6cm BA 8 4,7 cm BA 16 geocompozit antifisură
EXISTENT	20cm dala beton de ciment 40cm balast nisipos

4. PROPUNERE DE RANFORSARE PENTRU STRUCTURA RUTIERĂ CU BETON DE CIMENT (STR. MUNTIȘOR)

Pornind de la situația existentă și propusă pe str. NOUĂ, se recomandă la proiectare soluția de ranforsare din tabelul 4 pe str. MUNTIȘOR.

Tabelul 4 Propunere de structură rutieră ranforsată – strada Muntiișor

RANFORSARE	4cm BAR 16 5cm BAD 25 geocompozit armare și antifisură 7cm AB2 geocompozit antifisură 2cm mortar asfaltic antifisură
EXISTENT	24cm beton de ciment 40cm balast nisipos

Soluția propusă va fi ulterior verificată prin metodele aferente reglementărilor în vigoare.

5. PROPUNERE DE REFACEREA STRUCTURII RUTIERE SUPLE (STR. HALCHIULUI, STR. CRIZANTEMELOR, STR. LUNGĂ)

Din analiza sondajelor geotehnice se poate constata că actuala structură rutieră ce se află pe strazile HĂLCHIULUI, CRIZANTEMELOR ȘI LUNGĂ nu corespunde la deflexiuni admisibile $d_{adm} = 45 \times 10^{-2}$ mm necesare pentru traficul greu de pe DN1.

Întrucât la dimensionarea ranforsării ar rezulta ridicarea cotei liniei rosii cu peste 40cm, lucru care ar deranja accesul în curțile învecinate, soluția optimă este de a demola structura rutieră existentă și de a dimensiona o structură rutieră de tipul următor:

- 4 cm BAR 16
- 5 cm BAD 25
- 13 cm AB 2
- 20 cm Balast stabilizat cu ciment
- 35 cm Balast
- 7 cm Substrat de nisip

În total rezultă o grosime de structură rutieră de 84 cm care și ea va fi verificată prin metodele aferente reglementărilor în vigoare.

6. VERIFICAREA SOLUȚIEI ADOPTATE CONFORM REGLEMENTĂRILOR ÎN VIGOARE

Ținând cont de faptul că s-a dispus numai de măsurători deflectometrice și de starea tehnică investigată vizual (ca date de temă), pe baza cărora s-au făcut propunerile pentru alcătuirea structurii rutiere, apare necesitatea verificării prin reglementările tehnice în vigoare a soluțiilor propuse pentru străzile din localitatea Codlea ce vor suporta sporuri de încărcări din traficul greu de pe DN1.

În acest sens s-au urmărit prevederile normativului AND 550-99 «Normativ pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple și semirigide (metoda analitică)» și ale normativului PD 177-2001 «Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide (metoda analitică)».

În vederea stabilirii comportării sub trafic a structurilor rutiere ranforsate analizate, s-a stabilit deformația specifică orizontală de întindere la baza straturilor bituminoase și deformația specifică de compresiune la nivelul patului drumului, pe baza caracteristicilor straturilor rutiere (tabelul 5).

Tabelul 5 Caracteristicile straturilor rutiere pentru străzile studiate

Strada	Straturi rutiere	Grosime, cm	Modul de elasticitate dinamic, MPa	Coefficientul lui Poisson
Strada NOUĂ	BAR16	4	3460	0.35
	BAD25	5		
	Geocompozit	-		
	Mortar asfaltic	2	4700	0.35
	Straturi asfaltice existente	8		
	Geocompozit	-		
	Beton de ciment	20		
	Balast nisipos	40		
	Pământ P3	∞	80	0.30
Strada MUNTIȘOR	BAR16	4	4211	0.35
	BAD25	5		
	AB2	7		
	Geocompozit	-		
	Mortar asfaltic	2	10000	0.15
	Beton de ciment	24		
	Balast nisipos	40		
	Pământ P3	∞		
Structură rutieră nouă	BAR16	4	4835	0.35
	BAD25	5		
	AB2	13		
	Balast stabilizat cu ciment	20	100	0.25
	Balast	35	223	0.27
	Pământ P3	∞	80	0.30

➤ **Se fac următoarele ipoteze de calcul:**

- la strada Nouă, întrucât straturile asfaltice din prima ranforsare prezentau degradări, la stabilirea modulului de elasticitate al asfaltului existent s-a considerat un parametru de degradare al îmbrăcăminții bituminoase sub 0.10;

- geocompozitul nu a fost considerat în calcul;

- s-au utilizat valori medii ponderate ale modulului de elasticitate dinamic;

- la stabilirea valorii modulului de elasticitate al betonului de ciment existent s-a considerat o reducere de 45% față de un beton de ciment nou.

➤ **S-au verificat următoarele criterii:**

- criteriul deformației specifice de întindere admisibile la baza straturilor bituminoase (pentru structurile rutiere ranforsate și structura rutieră nouă) – se calculează rata de degradare la oboseală pe baza traficului de calcul și al numărului de solicitări admisibil care poate fi preluat de straturile bituminoase:

$$RDO \leq RDO_{adm} \quad (4)$$

$$RDO = \frac{N_c}{N_{adm}} \quad (5)$$

$$N_{adm} = 4.27 \cdot 10^8 \cdot \varepsilon_r^{-3.97} \quad (6)$$

- criteriul tensiunii de întindere admisibilă la baza stratului din agregate naturale stabilizate cu lianți hidraulici sau puzzolanici (pentru structura rutieră nouă) – se calculează tensiunea orizontală admisibilă în funcție de rezistența la întindere a agregatelor naturale stabilizate și de traficul de calcul:

$$\sigma_r \leq \sigma_{r adm} \quad (7)$$

$$\sigma_{r adm} = R_t (0.60 - 0.056 \log N_c) \quad (8)$$

- criteriul deformației specifice verticale admisibile la nivelul pământului de fundare (pentru structurile rutiere ranforsate și structura rutieră nouă) – se calculează deformația specifică verticală admisibilă la nivelul pământului de fundare pe baza traficului de calcul:

$$\varepsilon_z \leq \varepsilon_{z adm} \quad (9)$$

$$\varepsilon_z = 329 N_c^{-0.27} \quad (10)$$

Întrucât pe strada Nouă și pe strada Muntșor structura rutieră conține un strat din beton de ciment vechi, s-a determinat tensiunea de întindere la baza acestui strat folosind legea de oboseală a betonului de ciment cu un anumit grad de degradare, în funcție de rezistența caracteristică la incovoiere a betonului la 28 de zile:

$$\sigma_{r adm} = R_{inc}^k \cdot 1.1(0.70 - 0.05 \log N_c) \quad (11)$$

7. CONCLUZII

Rezultatele obținute folosind programul de calcul CALDEROM și interpretarea acestora este prezentată în tabelul 6.

Tabelul 6 Verificarea structurilor rutiere considerate

Strada	Deformația specifică orizontală de întindere ε_r microdef	Tensiunea orizontală de întindere σ_r MPa	Deformația specifică verticală de compresiune ε_z microdef	Rata de degradare la oboseală, RDO	Rata de degradare la oboseală adm., RDO _{adm}	Tensiunea orizontală admisibilă de întindere $\sigma_{r adm}$ MPa	Deformația specifică verticală admisibilă de compresiune $\varepsilon_{z adm}$ microdef
Strada NOUĂ	+4 compresiune	0.382	120.4	-	0.90	1.4	153.1
Strada MUNȚIȘOR	+4.6 compresiune	0.416	103.0	-	0.90	1.4	153.1
Structură rutieră nouă	-74.2	0.105	177.2	0.56	0.90	0.19	181.1

Structurile rutiere consolidate precum și structura rutieră nouă corespund unei clase de trafic T0 adică suportă un trafic excepțional ceea ce coincide cu datele considerate în tabelul 2.

Din analiza tabelului 6 se poate constata că starea de tensiuni și deformații în structurile rutiere analizate corespunde reglementărilor tehnice în vigoare în țara noastră, atât la nivelul straturilor rutiere legate cu lianți (bitum și ciment) cât și la nivelul patului căii. Totodată subliniem faptul că procedura utilizată de predimensionare a ranforsării pe baza măsurătorilor deflectometrice și ulterior verificată cu metode consacrate în reglementări tehnice în vigoare, este o metodă viabilă și rapidă de apreciere a capacității portante reziduale a unei structuri rutiere și permite justificarea analitică a straturilor de ranforsare.

BIBLIOGRAFIE

[1]. NP 081-2002, Normativ pentru dimensionarea structurilor rutiere rigide

- [2]. AND 550-99, Normativ pentru dimensionarea straturilor bituminoase de ranforsare a sistemelor rutiere suple și semirigide (metoda analitică)
- [3]. PD 177-2001, Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide (metoda analitică)
- [4]. Expertiză tehnică a străzilor din localitatea Codlea