

FUNDAȚII DIN BETON RIGID CILINDRAT O SOLUȚIE PENTRU SUSTENABILITATEA DRUMURILOR

dr. în tehnică, conf.univ., Sergiu BEJAN
Universitatea Tehnică a Moldovei

dr. în tehnică, conf.univ., Andrei ABABII
Comitetul Tehnic CT-C D (01-04) „Construcții hidrotehnice, rutiere și speciale” al ME

ABSTRACT

The dimensions, axle load, total mass and technical speeds of modern cars are constantly increasing. Heavy vehicles, whose traffic is economically profitable, cause the premature degradation of road pavement. The experience gained in Europe and the United States has shown that rigid roller-compacted concrete (RCC) foundations and structures bring about a number of economic and technical advantages in conditions of the Republic of Moldova. The main advantages are durability, low cost. Another advantage is that no imported materials are required for their production.

1. ACTUALITATEA IMPLEMENTĂRII STARTURILOR RUTIERE DIN BETON RIGID CILINDRAT ÎN REPUBLICA MOLDOVA.

Betonul rigid cilindrat (în continuare RCC - Roller-compacted concrete) este folosit pe larg în țările UE, SUA și Canada, obținându-se rezultate bune în domeniul rutier. Ulterior această experiență a fost preluată de Uniunea Sovietică și țările CSI [2]. Normativul stabilește definiția RCC în felul următor [1]:

Beton de ciment cilindrat (beton cilindrat): Beton greu, obținut din amestec rigid de beton care se compactează prin cilindrare (cu rulouri compactoare).

Amestec rigid din beton: Amestec de beton care se caracterizează printr-o lucrabilitate determinată cu vâscozimetru standard în limita de 40-80 de secunde, conform GOCT 10181, valoare ce se determină pe șantier la livrarea BC.

Tehnologia construcției straturilor rutiere din RCC se încadrează într-un domeniu actual și de mare importanță, deoarece actualmente tot mai frecvent apare necesitatea de a înlocui în staturile îmbrăcămînții rutiere bitumul și agregatele naturale de înaltă calitate, dar scumpe și transportate de la distanțe mari, cu

materiale locale mai ieftine, dar de o calitate mai joasă, ceea ce impune alte tehnologii de preparare și punere în operă, în special tratarea lor cu ciment.

Tehnologia construcției a straturilor de fundație din RCC a fost folosită la elaborarea tezelor de licență și master la Programul de studii CFDP, TM al Facultății Urbanism și Arhitectură pe parcursul ultimului deceniu pentru drumurile de categorii înalte, având în vedere existența a fabricilor de ciment și materiei prime pentru producerea lui în Republica Moldova. Elaborarea și aprobarea în 2012 a Codului Practic "Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment vibrocilindrat" a permis implementarea a RCC pentru îmbrăcăminți sau fundații ale drumurilor locale, străzilor intravilane și drumurilor agricole.

Includerea obligatorie în caietul de sarcini a variantei straturilor din RCC, ca alternativă construcțiilor tradiționale, permite folosirea lui într-un volum mai mare, reieșind din avantajele acestuia, mai ales în zonele unde lipsesc zăcămintele de piatră sau balast.

Îmbrăcămințile și fundațiile rutiere din beton rigid cilindrat sunt de mare perspectivă și prin faptul, că în multe regiuni din Republica Moldova sunt zăcăminte de calcar, dolomită, ș.a. Pe teritoriul raionului Briceni se află zăcăminte mari de roci de calcar – Beleavineț (cu cele mai mari rezistențe a pietrei de calcar M600-M800). Zăcămintele de piatră calcaroasă sunt plasate la mică adâncime pe tot parcursul zonelor centrale și de nord a Republicii Moldova (cariere: Chișinău, Orhei, Duruitoarea, Beleavineț ș.a), în multe raioane ale Republicii se regăsesc materiale locale calcaroase de mică rezistență.

Calcarul, ca o rocă bazică, are o bună aderență la bitum și ciment; la tratarea cu acești lianți durabilitatea și rezistența lui la îngheț crește. Rocile carbonatate interacționează activ cu cimentul, formând un strat de contact dens și durabil, contribuind la creșterea rezistenței betonului. În plus, rocile carbonatate sunt predispuse la autocimentare, în special în prezența substanțelor de accelerare - ciment, var etc.

2. DRUMURI LOCALE ȘI STRĂZI INTRAVILANE DIN BETON CILINDRAT ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Betonul de ciment cilindrat reprezintă o soluție inovatoare pentru construcția straturilor rutiere. Un impuls important la implemenarea acestei tehnologii a servit inițiativa Centrului de Inovații din Chișinău al companiei Lafarj Moldova în cadrul realizării angajamentului față de dezvoltarea durabilă și susținerea conservării resurselor naturale și protecția mediului ambiant, și al Întreprinderii de Stat Administrația de Stat a Drumurilor în vederea realizării recomandării Consiliului Tehnico-Științific al MTID.

Una din primele instituții, care a realizat proiecte în acest domeniu este SRL "ASTRAL-PROIECT", Chișinău, care are în activ 9 obiecte de drumuri și străzi intravilane construite după proiectele elaborate, cu lungimea totală de 14,785 km și

6 obiecte în faza de construcție cu lungimea totală de 6,52 km. Primul drum din RCC a fost construit în satul Dîngeni, r-nul Očnița cu suprafața totală 1500 m.p.

Obiecte construite:

- Dîngeni (0,3 km.)
- Mereșeuca (1 km)
- G129 - sectorul Ferapontievca-Avdarma (5,4 km)
- Florești-Nicolaevca-Sîngerei (3,6 km)
- S.Vorniceni (1 km)
- Com.Lozova (1 km)
- Mun.Strășeni (0,6 km) construiți, alți 0,67 km în perspectivă de construcție;
- S.Corlăteni (0,9 km)
- S.Ruseștii Noi (0,985 km)

În fază de construcție:

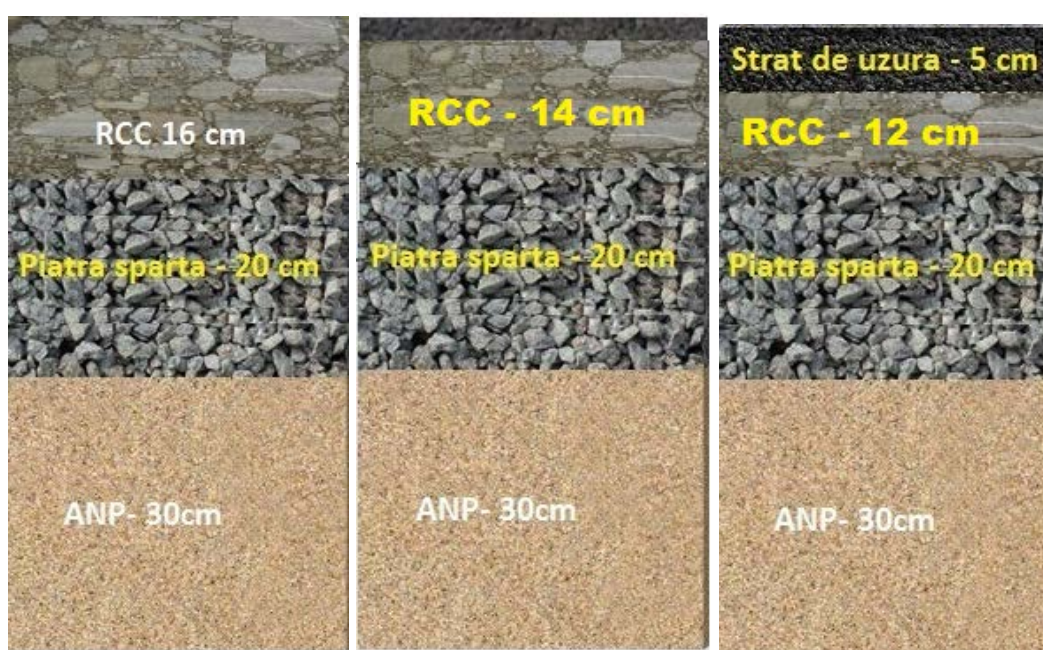
- S.Hîrtopul Mare, r-nul Criuleni (2,04 km),
- S.Mingir, r- nul Hîncești (1,15 km),
- S.Copceac, r-nul Ștefan-Vodă (1 km),
- S.Măgdăcești, r- nul Criuleni (0,86 km),
- S.Varvareuca, r-nul Florești (0,8 km.).

Analiza datelor, obținute la supravegherea lucrărilor la obiectele realizate și comportamentului lor după punerea în exploatare, au permis depistarea principalelor abateri și greșeli, care nu au permis obținerea rezultatelor preconizate, printre care:

- La fabricare nu este asigurată omogenitatea betonului privind raportul A/C, vâscozitatea, compoziția granulometrică;
- Pe parcursul așternerii RCC are loc segregarea acestuia cu șneclul elicoidal al repartizorului, formând la extremitatea benzilor zone cu exces de agregate mari;
- Antreprenorul nu calculează corect de fiecare dată durata ciclului de punere în operă (preparare, transportare, compactare), care în cazul betonului fără adaose speciale, nu trebuie să depășească 2 ore;
- Metodologia și tehnologia de compactare a RCC impune alte scheme de execuție decât cele clasice, care sunt dictate în principal, de grosimea stratului și compoziția granulometrică a amestecului.
- RCC impune o protecție corespunzătoare timp de 7 zile, îndeosebi în timp cu temperaturi ridicate.

3. ASPECTE TEHNICO-ECONOMICE ALE IMPLEMENTĂRII TEHNOLOGIEI RCC

Conform CP D.02.01:2018 betonul vibrocilindrat poate fi folosit ca îmbrăcăminte rutieră și ca strat de bază. Grosimea imbracamintei din RCC trebuie să fie: de minim 16 cm – în cazul în care nu există strat de protecție, 14 cm – în cazul aplicării tratamentului bituminos, 12 cm – în cazul în care se așterne strat de protecție din mixturi asfaltice (Fig.1). Pentru comparație au fost alese două tipuri de structuri rutiere pentru drumuri de categoriile tehnice III-IV, caracteristicile straturilor și operațiunile tehnologice ale cărora sunt prezentate în Tabelul 1.



a) b) c)

Figura 1. Variante de folosire a RCC: a); b) – îmbrăcăminte; c) – strat de bază

Tabelul 1. Compararea variantelor de structură rutieră

Varianta I - din beton asfaltic bistrat	Varianta II - din RCC
1. Execuție strat suport din nisip, h=0.10m	1. Execuție strat suport din amestec de nisip-pietriș (PGS), h=0,30m
2. Execuția stratului de fundație din piatră spartă, M400, fr. 70-40, 40-20, 20-10, 10-5, prin metoda împănării, ГOCT 8736-93, h=0,20 m	2. Execuția stratului de fundație din piatră spartă, M400, fr. 70-40, 40-20, 20-10, 10-5, prin metoda împănării, ГOCT 8736-93, h=0,20 m

3. Amorsarea suprafetelor cu bitum 0,65 l/m.p.	3. Execuția stratului din beton cilindrat Clasa Bbtb-3,6, conform CP D.02.01-2018, h=0,16 m;
4. Execuția stratului de baza din beton asfaltic macrogranular poros, ŞPg-II M. STB 1033:2008 h=0,06 m	4. Execuția rosturilor transversale de dilatație cu pasul 10,0 m cu tăierea pe 30% (5 cm) din grosimea betonului cu lățimea de 0,8 cm;
5. Amorsarea suprafetelor cu bitum 0,25 l/m.p.	5. Colmatarea rosturilor transversale de dilatație cu mastic bituminos.
6. Execuția stratului din beton asfaltic microgranular dens, ŞMBg –II/2,5 SM. STB 1033:2008 h=0,04 m.	
Valoarea de deviz 587 133 lei per 1000 m.p.	Valoarea de deviz 572 743 lei per 1000 m.p.

De menționat, că costul materialelor de construcție și a lucrărilor pot suporta modificări în dependență de amplasarea șantierului, disponibilitatea materialelor locale de construcții și a distanței de transport, astfel datele tabelului 1 sunt cu caracter informativ.

Dacă ne referim numai la reducerea costului de deviz în favoarea variantei II cu RCC de 14 390 lei, sau cu 2, 45%, cifra nu pare prea impunătoare, însă mai corect este de comparat cheltuielile readuse, care includ și reducerea cheltuielilor de întreținere – reparație, cauzate de mărirea duratei de viață a structurii rutiere.

Conform experienței acumulate pe plan internațional [2; 3], betonul rigid de ciment cilindrat, utilizat conform [1], atât la nivel de îmbrăcăminte rutieră (clasa $B_{bt}-4,0$ [1]) cât și ca strat de fundație sau de bază (clasa $B_{bt}-1,2\div 3,6$), poate spori considerabil durata de exploatare în jur de 30 de ani (betonul asfaltic 10-12 ani), reducere costul cu 30-40% față de structuri cu îmbrăcăminti asfaltice, cât și a simplifica procedee de mentenanță.

4. AVANTAJELE ȘI DEZAVANTAJELE BETONULUI DE CIMENT RIGID CILINDRAT

Reieșind din analiza datelor din sursele bibliografice și din Internet, precum și practicii de proiectarea a obiectelor cu îmbrăcăminti și starturi de bază cu RCC, au fost stabilite avantajele și dezavantajele tehnologiei în baza acestui material.

4.1. Avantaje

- Datorită rezistenței sporite la întindere (3,5-7 MPa), această soluție cu RCC susține încărcări foarte grele, repetitive, fără a ceda, și acoperă zone localizate cu rezistență scăzută ale stratului de bază, ceea ce reduce, pe viitor, costurile de

întreținere și durata de restricționare a traficului rutier. Soluția oferă o durabilitate sporită chiar și în condiții de îngheț-dezghet, prin eliminarea infiltrațiilor prin structura sa;

- Posibilitatea utilizării ca material de umplură a calcarelor locale, a betonului asfaltic frezat, deșeurilor din concasarea betonului și alte deșeuri de piatră;
- Pentru realizarea lucrărilor de drumuri cu RCC nu este necesară utilizarea planșelor de armătură, a gujoanelor, cofrajelor sau a altor finisaje, necesare în cazul folosirii betoanelor rutiere tradiționale;
- Lucrările de așternere a betonului cilindrat pot fi realizate su repartizoare de materiale rutiere sau finisoare de asfalt. Compactarea straturilor din RCC se poate realiza cu compactoare din dotare, astfel lipsind necesitatea de a procura suplimentar utilaje speciale. În final aceasta va duce la reducere de cost pe lucrare și la accelerarea și simplificarea procesului de execuție;
- Această soluție oferă o suprafață dură, durabilă și deschisă la culoare, cea ce asigură o rezistență sporită la uzură, eliminând în unele cazuri necesitatea aplicării stratului de uzură. În sumar aceasta duce la reduceri de cost la execuția lucrărilor, iar culoarea deschisă reduce costurile de iluminare pentru zonele de parcare și depozitare;
- Amplasarea straturilor de acoperire din mixturi asfaltice pe un substrat din beton rigid este posibilă imediat după punerea acestuia în operă, cea ce permite excluderea măsurilor de protecție a straturilor de beton.

4.2. Dezavantaje

Cu toată, simplitatea aparentă a tehnologiei de beton cilindrat aparere o serie de dificultăți în amenajarea straturilor după cum urmează:

- Datorită caracterului liniar al tehnologiei de punere în operă a straturilor din RCC, este dificilă asigurarea rigidității uniforme de-a lungul întregului sector de lucru. Aceasta implică necesitatea de asigurare a rezervei frontului de lucru pentru compactor de cel puțin 30 de metri de strat așternut;
- Acest material este foarte sensibil în vederea respectării tehnologiei, în special față de respectarea strictă a timpului de așternere și de compactare;
- La construirea straturilor de fundație este posibilă formarea de zone neuniforme în ceea ce privește rezistența și densitatea;
- Creșterea semnificativă a costurilor de energie pentru compactare.
- Rosturile de dilatare reduc din planeitate-confort.

CONCLUZII:

- Betonul de ciment cilindrat (RCC) și straturile rutiere în baza acestui, reprezintă o soluție inovatoare pentru construcția drumurilor, fiind

răspândite în țările europene, Canada și Rusia și implementate în Republica Moldova;

- Avantajele principale ale tehnologiei betonului cilindrat sunt simplificarea tehnologiei în comparație cu betonul de ciment monolit tradițional, costul mai scăzut și durabilitatea mai mare comparativ cu betonul asfaltic.
- În RM există sursele principale pentru implementarea RCC – ciment, zăcăminte de calcar, utilaje din dotare. Pentru trafic cu viteză redusă (drumuri de categoria tehnică IV-V-a) betonul de ciment cilindrat poate fi cea mai potrivită alegere privind durabilitatea structurii rutiere și avantejele economice;
- Metodologia și tehnologia de compactare a RCC impune alte scheme de execuție decât cele clasice, care sunt dictate în principal, de grosimea stratului și compoziția granulometrică a amestecului așternut;
- Experiența implementării a RCC în RM a arătat, că orice abatere pe întregul flux tehnologic de la normele stabilite, compromite ideea tehnologiei straturile rutiere în baza acestuia.
- Se impune desfășurarea în diferite zone ale RM a sectoarelor experimentale de construcție a drumurilor din RCC în vederea perfecționării tehnologiei de execuție a straturilor structurilor rutiere și eliminării neajunsurilor și perfecționării tehnologiei existente și instruirea personalului tehnic.

BIBLIOGRAFIE

1. CP D.02.01:2018 "Ghid privind construcția fundațiilor și îmbrăcăminților din beton de ciment cilindrat". Ediție oficială. (În curs de apariție).
2. Современное состояние и перспективы применения технологии укатываемого бетона. Обзорная информация. Федеральное дорожное агентство министерства транспорта Российской Федерации. Автомобильные дороги и мосты. 6 – 2004.
3. Materialele concernului Lafarje. Alte surse din paginile de Internet.