



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2022 00618**

(22) Data de depozit: **29/09/2022**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2023 BOPI nr. **3/2023**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **CORBU OFELIA CORNELIA,
CALEA MĂNĂȘTUR, NR.89, BL.E10, SC.I,
ET.3, AP.13, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **PUSKAS ATTILA, STR.COLONIA FĂGET
NR.11 A, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(54) **BETON RUTIER ECO-INOVATIV PE BAZĂ DE CIMENT,
PULBERE DE STICLĂ ȘI AGREGATE PROVENITE
DIN DEȘEURI RECICLATE DE BETON PENTRU APLICAȚII
ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR "BcR-G"**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un beton rutier pe bază de ciment, pulbere de sticlă și agregate provenite din deșeuri reciclate de beton necontaminat, betonul fiind utilizat pentru aplicații în domeniul construcțiilor verzi, respectiv pentru drumuri, platforme sau trotuare cu caracter ecologic. Betonul conform invenției are următoarea compoziție exprimată în procente în greutate pentru obținerea unui volum total de 1 m³ de beton: 12,76...15,6% agregate alternative sort 4/8 mm concasat, 23,9...25% sort de 0/4 mm agregat de râu, 14...19,17% sort de 8/16 mm agregat decarieră împreună cu 24% sort de

16/25 mm tot agregat de carieră, 1,39...2,8% sticlă reciclată sub formă de pulbere cu dimensiunea particulelor sub 0,1 mm, 11,8...12,51% din volumul total ciment Portland, apă și aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă, aditiv antrenor de aer, la un raport apă: ciment de 0,45: 0,55, betonul astfel realizat fiind de culoare verde în masă.

Revendicări: 3
Figuri: 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Căsuță de brevet de invenție	
Nr.	a 2022 00618
Data depozit	29-09-2022

DESCRIERE

BETON RUTIER ECO-INOATIV PE BAZĂ DE CIMENT ȘI PULBERE DE STICLĂ ȘI AGREGATE PROVENITE DIN DEȘEURI RECICLATE DE BETON PENTRU APLICAȚII IN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR "BcR-G"

Invenția se referă la obținerea unui beton rutier nou, eco-inovativ pentru infrastructura construcțiilor pe bază de ciment substituit parțial cu sticlă din deșeuri reciclate sub formă de pulbere având caracteristici pozzolanice și agregate reciclate din beton necontaminat și cu istoric cunoscut, acestea fiind materie primă în noul beton rutier. Aceste materiale reciclate care capătă rol de materie primă în noul beton rutier înlocuiesc cu succes agregatele naturale neregenerabile și parțial a cantității de ciment, pentru diverse aplicații în domeniu construcțiilor verzi, respectiv drumuri, platforme, trotuare cu caracter ecologic.

Cercetarea a avut ca punct de pornire, Proiectul cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial pentru Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013; Axa prioritară: 1 „Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”; Domeniul major de intervenție: 1.5 „Programe doctorale și postdoctorale în sprijinul cercetării”; Titlul proiectului: „Parteneriat interuniversitar pentru excelența în inginerie - PARTING”; Cod Contract: POSDRU/159/1.5/S/137516; Beneficiar: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

Cercetarea s-a focalizat pe înlocuirea într-un compozit de tip beton rutier a agregatului natural concasat cu agregat alternativ obținut în urma reciclării unor deșeuri de beton necontaminat, cu istoric cunoscut și nu celor provenit din construcții și demolări, precum și înlocuirea unei părți din cantitatea de ciment cu deșeu de sticlă reciclată sub formă de pulbere cu dimensiuni ale particulelor mai mici de 0,1 mm. Deșeurile colectate, trec prin următoarele procese tehnologice: sortare, spălare, concasare/măcinare, clasare pe fracțiuni granulometrice prin metoda cernerii pentru a putea fi valorificate într-o compoziție tip beton rutier. Acest beton eco-inovativ nou, va fi pus în operă pentru realizarea de drumuri, platforme, trotuare, structuri de sprijin, etc în domeniul construcțiilor.

Pentru obținerea noului beton rutier în prima etapă după evaluarea deșeurilor reciclate componente ale compozitului din invenție, s-a proiectat betonul rutier de control care este în acord cu normativul de betoane pe bază de ciment/betonul rutier, respectiv NE 014-2002 “Normativ pentru executarea îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment în sistem de cofraje fixe și glisante” [1], cu destinație pentru stratul de uzură, turnat în cofraje fixe și de asemenea în acord cu standardele actualizate referitoare la materialele componente.

Betonul nou obținut conform invenției are în compoziția sa ciment Portland de calitate superioară, agregat natural sort 0/4 mm, agregate reciclate din deșeu de beton concasat cu istoric cunoscut și necontaminat sort 4/8 mm și sort 8/16 mm agregat de carieră și pulbere de sticlă pentru înlocuirea parțială a cimentului, apă potabilă și/sau reciclată, aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă și aditiv antrenor de aer (și colorant verde de la firma de chimicale BASF).

Caracterul inovativ raportat la literatura de specialitate se bazează pe caracterul particular și unic al compozițiilor de beton rutier, special realizat cu materiale/deșeuri procesate pe linii tehnologice, fiind primii care prezentăm o astfel de compoziție.

La baza cercetării stă brevetul **RO127399-B1** / 30.03.2015 „Betonul cu agregate din deșeuri de sticlă”, Cornelia MĂGUREANU, Ofelia-Cornelia CORBU, dezvoltat în cadrul doctoratului autoarei, unde au fost studiate o serie de compozitii cu silice ultra fina (considerat deșeu în perioada 2007-2011), pulbere și agregat de sticlă artificial [1] dar și studiile postdoctorale.

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
CERERE DE MODEL DE UTILITATE	
Nr.	11.2022 00032
Data de depozit	29-09-2022

Anișoara F.

La nivel mondial

Este cunoscut brevetul de beton rutier **RU2006119670A (C2) • 2007-12-27 • Общество с ограниченной ответственностью "ДОРЭСПЕРТ" (RU), Earliest priority: 2006-06-06-[2]** "ROAD CONCRETE MIX", aplicat pentru generarea drumurilor auto din categoria I-IV în zonele climatice I-IV., precum și pavajul. Amestecul de beton rutier are următorul raport, % în masă: piatră concasată 38-50, bitum 4-6 frezat până la dimensiunea de 5 mm, acoperișul moale conține de la 45 până la 80% bitum, pulbere minerală 7-20 și diminuarea apei conținută. [2]

Este cunoscut din brevetul **CN113998954A • 2022-02-01 • 2ND CONSTR LTD CO CHINA CONSTR 8TH ENG DIVISION Earliest priority: 2021-11-26** "Modified composite ultrafine powder pavement concrete as well as preparation method and application thereof" [3], Conform invenției, un amestec de pulbere superfin este dopat în beton, astfel încât performanța de lucru și proprietățile mecanice ale betonului să poată fi îmbunătățite remarcabil; costul de pregătire al **betonului rutier** este redus. [2]

Se mai cunoaște un brevet, **CN111620636A • 2020-09-04 • SHANGHAI ERSHIYE CONSTRUCTION CO LTD Earliest priority: 2020-05-29** „Ferronickel slag roller compacted concrete and preparation method thereof” [4] Conform invenției, pulberea și cimentul de zgură de ferronickel măcinate sunt compuse în mod creativ pentru a fi utilizate ca material cu caracteristici cementoase, iar particulele de zgură de ferronickel sortate sunt utilizate ca agregat pentru a pregăti **betonul rutier**. [2]

-Road concrete, CN107777927A • 2018-03-09 • ZHANG YANGLIN, Earliest priority: 2016-08-24, Invenția dezvăluie betonul rutier, care este realizat prin amestecarea uniformă, conform unui raport, a 170-182 kg/m³ de apă, 385-468 kg/m³ de ciment, 45-60 kg/m³ de cenușă de cărbune, 668-753 kg/m³ de nisip, 1069-1095 kg/m³ de piatră fină, 104-128 kg/m³ de fum de silice, 6,5-8,8 kg/m³ dintr-un aditiv, 325-368 kg/m³ deșeuri și 650-714 kg/m³ piatră reziduală. Betonul pentru drumuri are un design rezonabil și o gamă largă de aplicații. [2]

Se mai cunoaște din brevetul **Process for preparing pavement concrete by using waste bricks and waste concrete as recycled coarse aggregates, CN112939526A • 2021-06-11 • LANGFANG RONGSHENG CONCRETE CO LTD Earliest priority: 2019-11-26**, Invenția dezvăluie un procedeu de preparare a betonului de pavaj prin utilizarea deșeurilor de cărămidă și a deșeurilor de beton ca agregate grosiere reciclate. Procesul cuprinde etape de selectare a cimentului, selectarea a deșeurilor din cărămizi și de betonului ca agregate grosiere reciclate, selectarea agregatelor fine și agitare și formare. [2]

Din brevetul **Road concrete and preparation method thereof, CN106431144A (B) • 2017-02-22 • BOSSON YOUNGWO (CHUZHOU) NEW MAT TECH CO LTD Earliest priority: 2016-09-30**, aflăm că invenția dezvăluie betonul pentru drumuri. Betonul se prepară din componente în părți în masă, după cum urmează: 50-80 părți ciment Portland, 20-40 părți micropulbere de zgură fero-nichel, 10-24 părți pulbere de zgură, 5-10 părți cenușă zburătoare, 5-10 părți micropulbere de zgură de oțel, 40-300 părți agregat fin, 300-400 părți agregat grosier, 1,2-1,5 părți aditiv, 0,8-2 părți activator și 50-80 părți apă. [2]

Este cunoscut aplicare pentru brevet **High-durability concrete for road, CN106242434A • 2016-12-21 • BENGBU BAOYUN COMMERCIAL CONCRETE CO LTD, Earliest priority: 2016-08-29**, unde invenția dezvăluie beton de înaltă durabilitate pentru drum. Betonul este preparat din ciment Portland, nisip grosier, nisip mediu grosier, pietriș, apă, pulbere de cenușă de cărbune, zgură de furnal, mărgelile de sticlă, zeolit natural pulbere ultrafină, zgură de oțel, pulbere de oxid de aluminiu, molibdat de sodiu, cromat de sodiu, sodiu, tiosulfat, trietanolamină, un agent de reducere a apei cu anhidridă maleică, un agent de antrenare a aerului și fibre amestecate. Betonul de înaltă durabilitate pentru drumuri, nu este predispus la fisurare și proprietăți de durabilitate ridicată, cum ar fi impermeabilitatea, rezistența la coroziune și rezistența la îngheț, pe baza asigurării rezistenței. [2]

Se mai cunoaște din brevetul **Concrete used for highway, CN108821738A • 2018-11-16 • BENGBU FANGZHEN COMMERCIAL CONCRETE CO LTD, Earliest priority: 2018-08-30** că invenția dezvăluie betonul folosit pentru autostradă, care include, în greutate, 80-135 părți de ciment sulfat de hidroxid de magneziu, 15-35 părți de zgură de nichel, 2-3 părți de agent de spumă, 0,2-0,5 părți de fibre de carbon, 0,1 -0,4 părți fibre de iută, 0,1-0,5 părți fibre de poliformaldehidă, 0,05-0,38 părți fibre de oțel, 1,2-3 părți microbile de sticlă goale, 12-25 părți cenușă zburătoare, 0,1-1,5 părți zgură de furnal, zgură de furnal 1-4 părți bentonită de sodiu, 0,1-0,8 părți nanocarbonat de calciu, 0,5-1,5 părți nano-tuburi de carbon, 0,1-0,5 părți oxid feric, 0,1-0,55 părți pulbere de siliciu, 1-5 părți dintr-un polimer organic, 0,1-0,5 părți dintr-un agent de rezistență timpurie, 0,8-1,5 părți dintr-un reductor de apă și 30-55 părți apă. Betonul are o rezistență ridicată și un raport scăzut de absorbție a apei și poate satisface cerințele betonului de autostradă. [2]

De asemenea se cunosște brevetul pentru un beton rutier **Semi-rigid concrete composition CN107399918A (B) • 2017-11-28 • UNIV FOSHAN, Earliest priority: 2017-07-03**, care asigură o compoziție de beton semirigidă. Compoziția betonului semirigid este betonul format prin amestecare după ce un material flexibil înlocuiește o parte din agregatul fin în betonul obișnuit. Materialul flexibil este preparat din componente în părți în greutate, după cum urmează: 20-40 părți pulbere de cauciuc, 10-25 părți particule coloidale, 2-10 părți de silice ultrafină, 1-8 părți fibre de polipropilenă modificate, 1-10 părți din fibre de sticlă modificate, 1-5 părți fibre de sticlă rezistente la alcali, 20-30 părți pulbere minerală și 1-15 părți de cenușă zburătoare, în care fibrele de polipropilenă modificate sunt fibre de polipropilenă grefate cu acid acrilic și acid benzotiazol-5-carboxilic, iar fibrele de sticlă modificate sunt fibre de sticlă grefate cu acid p-hidroxibenzoic. [2]

Se mai cunoaște din brevetul **Municipal roads and construction operation method, CN110409255A • 2019-11-05 • GUANGDONG TIANHAO CONSTRUCTION ENG CO LTD, Earliest priority: 2019-07-22** Invenția se referă la domeniul construcțiilor municipale, vizează o problemă conform căreia drumurile municipale sunt predispuse să fie expuse la îngheț și fisurate și oferă o metodă de operare a construcției drumurilor municipale. Metoda cuprinde următoarele etape ale S1, efectuarea excavației de pământ; S2, curățare strat de drum; S3, compactarea stratului de drum pentru a forma un strat de strat de drum; S4, așezarea unui strat de pernă de piatră pudră; și S5, așezarea unui strat de pavaj, în care nămolul de beton cuprinde următoarele componente în părți în masă: 90-100 părți ciment Portland, 70-80 părți nanocarbonat de calciu, 100-110 părți apă salină, 20-25 părți pulbere de nano magnet, 70-80 de părți de pulbere de nano fier și 25-30 părți cazeină; iar concentrația de masă a apei saline este de 40%-50%. Apa tradițională este înlocuită cu apa salină, iar punctul de înghețare al apei este redus, iar nămolul de beton este mai bine aplicabil în regiunile reci și, astfel, stratul de pavaj nu este predispus la fisurare din cauza expansiunii gheții în condiții de temperatură scăzută, iar siguranța în trafic a pavajului este îmbunătățită în continuare. [2]

Este cunoscut brevetul **Concrete special for roads and bridges and preparation method thereof, CN109503112A • 2019-03-22 • TUO QUN Earliest priority: 2018-12-17** Invenția dezvăluie beton special pentru drumuri și poduri și o metodă de preparare a acestuia. Betonul cuprinde următoarele materii prime în părți în greutate: 15-30 părți zgură, 20-40 părți nisip fin, 5-10 părți diatomit, 20-30 părți albit, 2-8 părți margele de sticlă, 1- 2,5 părți de un agent de reducere a apei de înaltă eficiență amino, 10-15 părți de rocă vulcanică, 0,1-0,5 părți de dioxid de zirconiu, 0,1-0,5 părți de trioxid de bismut, 1-5 părți de sulfat de cupru și o cantitate adecvată de apă. În plus, betonul special pentru drumuri și poduri, preparat prin metoda prevăzută de invenție, crește rezistența la compresiune a betonului prin adăugarea de dioxid de zirconiu și trioxid de bismut și, în același timp, reduce rata de absorbție a apei într-o anumită măsură; iar dioxidul de zirconiu și trioxidul de bismut generează un efect sinergic și joacă un rol important în îmbunătățirea rezistenței la compresiune a betonului. [2]

Se mai cunoaște din brevetul **CONCRETE PRODUCT CONTAINING FOAMED MATERIAL AND METHOD OF EXECUTING THE SAME, P2005053732A • 2005-03-03 • EAC KK Earliest priority: 2003-08-01, SOLUȚIA:** În metoda de execuție a betonului cu conținut de material spumat, multe materiale spumante 1 formate prin amestecarea cel puțin a pulberii de sticlă și a agentului de spumă între ele și la ardere sunt amestecate cu ciment și alte agregate. După ce amestecul este plasat și întărit, materialele spumate 1 sunt expuse de pe suprafața betonului prin tăiere sau lustruire. [2]

Brevetul de față **Fair-faced concrete produced by using construction waste recycled aggregates CN103570317A (B) • 2014-02-12 • BEIJING XINAO CONCRETE GROUP CO LTD Earliest priority: 2013-11-15,** se referă la domeniul utilizării resurselor de deșuri după demolarea clădirilor, în special la un beton produs din agregate reciclate produse prin concasare și cernere a deșeurilor după demolarea clădirilor sau structurilor. Un metru pătrat de beton se compune din următoarele materii prime conform raportului de greutate: 234 kg beton , 175 kg apă, 672 kg nisip, 1.240 kg pietre, 78 kg cenușă combustibilă pulverizată, 78 kg. pulbere minerală și 8,4 kg de aditivi, în care raportul dintre nisipul natural din nisip și agregatele fine reciclate este de 5:5; raportul dintre pietricelele din pietre la agregatele grosiere reciclate este de 7:3. [2]

Este cunoscut brevetul **Regenerative concrete composite material and method for making same. CN101139193A (B) • 2008-03-12 • YUNNAN HUAWEI WASTE RECOVERY C [CN] Earliest priority: 2007-08-21,** Prezenta invenție dezvăluie un material compus din beton reciclat, care este alcătuit din următoarele componente în funcție de raportul de greutate: 37-53% agregat reciclat preparat de reziduul deșeurilor de construcții, 14-30% agregat fin reciclate obținute din reziduul deșeurilor de construcție , 6-14 la sută din deșeurile industriale nisip, 14-18 la sută din ciment comun , 6-8 la sută din apă, aditiv și pulbere de lipici de deșuri de anvelope. [2]

Se mai cunoaște din brevetul **Recycled concrete and preparation method thereof, CN106186945A • 2016-12-07 • UNIV GUANGDONG TECHNOLOGY, Earliest priority: 2016-07-12 • Earliest publication: 2016-12-07,** că invenția dezvăluie betonul reciclat și o metodă de preparare a betonului reciclat. Betonul reciclat este preparat din ciment , apă, agregat fin, agregat grosier reciclat , pulbere de silice, fibră de oțel, particule de cauciuc și agent reducător de apă. Raportul de masă al agregatului grosier reciclat , al fibrei de oțel și al particulelor de cauciuc este (2,80-3,00):(0,20-0,25):(0,05-0,20); dar nu este proiectat ca un BETON RUTIER[2]

Există realizări ale unor compozitii cu sticlă, ex. RINDL, J. Report by Recycling Manager (1998) [6] Rindl J., *Report by Recycling Manager*, Dane County, Dept. of Public Works, Madison, USA, August, 1998; a prezentat multiplele utilizări ale sticlei precum: agregate pentru drumuri, pavări asfaltice, agregate pentru beton, aplicații în construcții (țigle sau cărămizi, panouri pentru pereți, etc), izolații din fibră de sticlă, fibre din sticlă, abrazivi, sticlă decorativă, fertilizatori în agricultură, amenajări peisagistice, benzi reflectorizante, veselă, ciment hidraulic;

Cercetarea a debutat prin evaluarea cantităților de deșuri provenite din deșuri de beton în urma încercărilor de laborator și a prefabricatelor neutilizate pentru construcții fie din cauza unor defecte majore sau rămânerea în stoc a firmelor de prefabricate datorită neconstruirii în perioada respectivă a halelor industriale, cât și a lipsei proceselor tehnologice necesare pentru obținerea agregatelor alternative. Menționăm că pentru evacuare acestor tipuri de deșuri firmele detinătoare plătesc taxe mari, de aici, și nevoia găsirii unor soluții provenite din cercetare.

Proiectarea unei rețete de control proiectată în conformitate cu normativul de Betoane rutiere pe bază de ciment convențional pentru stratul de uzură turnat în cofraje fixe. Al doilea amestec a fost proiectat/realizat cu înlocuirea totală a sortului 4/8 mm agregat natural concasat

cu agregat alternativ, valorificat în amestec în urma reciclării prin concasare a deșeurilor de beton cu istoric cunoscut. Varianta finală proiectată a fost cea în care pe lângă înlocuirea agregatului natural cu cel alternativ din beton reciclat, s-a înlocuit parțial și cantitatea de ciment cu pulberea de sticlă (cu proprietăți pozzolanice în amestecul bazic al betonului proaspăt) astfel încât să obținem o compoziție eficient și sustenabil care face obiectul invenției de față.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea de reducere a deșeurilor depozitate și a reducerii consumului de agregat natural, prin înlocuirea parțială a agregatului natural (neregenerabil) cu agregatul alternativ și înlocuirea parțială și eficientă a cimentului cu pulbere de sticlă, reducând totodată cantitatea de energie înglobată în compoziția betonului rutier cu caracteristici ale rezistenței și uzurii mult crescute față de betonul rutier convențional, respectiv, se rezolvă o problemă de depoluare a mediului înconjurător care mărește aria aplicațiilor în domeniu construcțiilor, BcR_G devenind un materiale compozit sustenabile pentru îmbunătățirea calității vieții.

Compoziția betonului la care se referă invenția este prezentată în tabelul următor:

Tabelul 1. Compoziția betonului rutier „BcR_G” raportată la 1 mc

<i>Componente amestec beton rutier „BcR_G”</i>	<i>% 1 mc</i>
<i>Ciment Portland calitate superioară</i>	<i>11,8÷12,51</i>
<i>Pulbere de sticlă < 0,1 mm</i>	<i>1,39÷2,8</i>
<i>Agregat total</i>	<i>76,03÷79,8</i>
<i>Agregat natural (0/4)mm</i>	<i>23,9÷25</i>
<i>Agregat alternativ din beton concasat (4/8)mm</i>	<i>12,76÷15,6</i>
<i>Agregat concasat de carieră (8/16)mm</i>	<i>14÷19,17</i>
<i>Agregat concasat de carieră (16/25)mm</i>	<i>24</i>
<i>Apă de amestecare (fără aditiv)</i>	<i>6,23÷7,67</i>
<i>Aditiv Superplastifiant,</i>	<i>0,25÷0,33</i>
<i>Aditiv antrenor de aer</i>	<i>0,03</i>
<i>Total</i>	<i>100</i>

Procedeul de obținere este comun celorlate amestecuri de beton și nu e obiectul invenției dar este prezentat pentru întregirea documentației. Dozarea componentelor uscate cântărite în prealabil, este realizată în ordine descrescătoare mărimii granulelor ce-l conțin. Amestecarea compoziției s-a realizat cu ajutorul malaxor cu cădere liberă cu capacitate de 60 litrii. După malaxarea componentelor uscate s-a adăugat $\frac{3}{4}$ din cantitatea de apă împreună cu cantitatea totală de aditiv. După o amestecare de cca. 1÷2 minute, malaxorul este oprit pentru curățarea de pe pereții acestuia a părții fine, repornindu-se apoi pentru omogenizare. În urma observațiilor vizuale privind lucrabilitatea betonului se constată necesitatea dozării apei rămase ($\frac{1}{4}$) pentru obținerea clasei de tasare în conformitate cu cerința normativului [1]. Se menționează faptul că la compoziția proiectată s-a dozat întreaga cantitate de apă proiectată. După finalizarea malaxării s-au efectuat următoarele determinări pe betonul în stare proaspăt: temperatura betonului, densitatea și consistența prin metoda tasării betonului. În continuare s-au prelevat epruvetele necesare pentru determinarea caracteristicilor betonului în stare întărită: densitatea, rezistența la compresiune (28 zile cu uscare în etuvă pentru valori absolute), rezistența la încovoiere, rezistența la întindere prin despicare, rezistenței la îngheț – dezgheț respectiv pierderea de rezistență la 100 de cicluri de îngheț-dezgheț și rezistență la uzură, rezultate prezentate în Tabelul 2 iar în figura 1 este prezentat aspectul betonului care a fost colorat în masă.

Tabelul 2. Caracteristicile betonului rutier eco-inovativ „BcR_G”

Caracteristici și valori ale betonului eco-inovativ - în stare proaspătă și întărită		
Temperatură	$T [^{\circ}\text{C}]$	22÷23
Tasarea / Clasă de tasare	$[mm]/S_1$	30÷40
Densitatea betonului proaspăt	$\rho_b [kg/m^3]$	2358÷2402
Densitatea betonului întărit 28zile	$\rho_b [kg/m^3]$	2317÷ 2374
Densitatea betonului întărit 28zile Absoluta	$\rho_b [kg/m^3]$	2300÷ 2350
Rezistență la compresiune 28zile	$f_c [MPa]$	62÷80
Rezistență la încovoiere	$f_{cf} [MPa]$	4,29÷5,38
Rezistența la întindere prin despicare	$f_{ct} [MPa]$	4,38÷4,44
Pierdere de rezistență la compresiune la îngheț-dezgheț G100	$\eta [\%]$	18÷20,2
Aer antrenat ($\varnothing_{max}=25mm$)	$[\%]$	3,8÷5,6
Rezistența la uzura Böhme, pierdere de volum < 18000 mm ³	$[\Delta V/5000 mm^2]$	9436÷11220

Avantajele realizării noului beton rutier eco-inovativ sunt exprimate prin constatările de mai jos în urma cercetărilor experimentale de laborator:

1. Amestecul de beton optim, prezintă rezultate cele mai bune privind caracteristicile mecanice și de durabilitate, îndeplinind cerințele unui beton rutier „BcR_G” cu exigențele impuse de normativul NE 014/2002;
2. Reducerea cu (12,76÷15,6)% a agregatelor naturale concasate s-a realizat prin înlocuirea acestora cu agregate alternative din deșeuri reciclate de beton necontaminat și istoric cunoscut provenit din deșeuri rezultate în urma încercărilor de laborator a epruvetelor de beton și din betonul prefabricatelor neutilizate în producție (nu din construcții și demolări), rezolvare pentru eliminarea taxei de depozitare și transport în zone special destinate depozitării. Reducerea cantității depozitate în spații care pot servi deșeurilor care nu pot fi valorificate
3. Reducere consumului de ciment cu (1,39÷2,8)% pulbere de sticlă (material cu o activitate pozzolanică ce are influențe benefice și asupra obținerii rezistențelor mecanice ale noului beton cât și a rezistenței la uzură) și a amprentei de CO² care în urma fabricării de ciment dar și reducerea consumului de materiale naturale folosite la producerea cimentului;
4. Produsul are beneficii sociale și economice relativ mari deoarece compoziția de beton conform prezentei invenții conține o cantitate importantă de deșeuri înglobate - reciclate corespunzător - și, în consecință, o cantitate redusă de energie înglobată, betonul obținut este considerat ecologic în raport cu compozițiile de beton existente.
5. Cu cât pulberea de sticlă obținută prin măcinarea deșeurilor de sticlă, respectiv sub 0,1 mm cu atât activitatea pozzolanică a pulberii are influență benefică asupra betonului, respectiv a rezistenței la uzură.[5];
6. La realizarea unui drum județean de trafic greu cu o lungime 50 km și o grosime de 20 cm, cu acest tip de beton eco-inovativ „BcR_G” ar necesita 10.000,00 kg/ m³ de beton și s-ar valorifica deșeurile reciclate sub formă de pulbere de sticlă în cantitate de până la 700 tone și o cantitate de agregat alternativ din beton de până la 3620 tone, pentru un strat de uzură.
7. Sub aspectul protecției mediului, efectele pozitive se manifestă pe două paliere. Pe de-o parte, reducerea cantităților de deșeuri eliminate prin depozitare, cu atât mai mult cu cât, prin implementarea proiectului se va asigura posibilitatea reciclării și a deșeurilor de sticlă care nu corespund calitativ (puritate, culoare) cerințelor de reciclare din industria ambalajelor sau firelor și fibrelor sintetice. Pe de altă parte, producția de betoane cu înlocuirea agregatelor naturale cu agregate din deșeuri reciclate de beton necontaminat dă o mai mare siguranță în ceea ce privește calitatea agregatului alternativ, va asigura reducerea cantității de agregate

naturale exploatate și a efectelor negative produse asupra mediului de aceste exploatări, rezultând un nou produs sustenabil.

Deoarece caracteristicile de abraziune ale betonului obținut sunt superioare față de cel obișnuit, în timp ce toate celelalte caracteristici se încadrează în specificațiile impuse betoanelor rutiere obișnuite, acesta poate fi utilizat pentru orice tip de aplicație în infrastructura rutieră, unde durabilitatea îmbunătățită a suprafeței betonului este necesară. La sfârșitul duratei sale de viață, compoziția de beton poate fi ușor reciclată și reutilizată pentru alte compoziții de beton, îmbunătățind și în acest fel eficiența energetică.

Betonul rutier eco-inovativ BcR_G obținut folosind amestecul prezentat în descriere este nou, deoarece folosește beton reciclat ca agregat alternativ și deșeuri de sticlă sub formă de pulbere, obținând un material eficient din punct de vedere energetic, ecologic și eficient energetic.

Invenția furnizează un nou compozit eco-inovativ care își aduce aportul la protecția mediului prin utilizarea de deșeuri reciclate, cu rezistență mare la uzură, cu creșterea duratei de viață, oferind construirea de drumuri verzi și susține dezvoltarea durabilă a acestora.

Costul de preparare al betonului rutier este redus, iar produsul are beneficii sociale și economice relativ mari.

BIBLIOGRAFIE

- [1] NE 014/2002, Normativ pentru executarea îmbrăcăminților rutiere din beton de ciment în sistem de cofraje fixe și glisante;
- [2] <https://worldwide.espacenet.com/patent/>
- [3] SR EN 12350, Seria de standarde pentru determinări pe betonul proaspăt;
- [4] SR EN 12390, Seria de standarde pentru determinări pe betonul întărit;
- [5] The pozzolanic activity level of powder waste glass in comparisons with other powders, Key Engineering Materials Vol. 660 (2015) pp 237-243 Trans Tech Publications, Switzerland Accepted: 2015-05-20, doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.660.237, Ofelia Corbu, Adrian M. Ioani, Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah, Vasile Meişă, Henriette Szilagyi and Andrei Victor Sandu.

REVENDICARI

1. Beton rutier „BcR_G” eco-inovativ pe bază de ciment **caracterizat prin aceea că este** obținut prin utilizarea în amestec a agregatelor alternative obținute prin reciclarea unui beton necontaminat și cu istoric cunoscut, (diferit de cel provenit din construcții și demolări) și a sticlei reciclate sub formă de pulbere cu caracteristici pozzolanice care înlocuiește o parte din ciment, amestec cu o proporție de matrix bine proiectată, obținându-se un material compozit sustenabil pentru îmbunătățirea calității vieții. Înlocuirea de (12,76÷15,6)% a agregatului natural neregenerabil cu agregat alternativ din beton reciclat și a (1,39÷2,8)% din cantitatea de ciment, reprezintă o noutate în domeniu.
2. Betonul conform invenției și conform revendicării 1, este **caracterizat prin aceea că are** în compoziția sa agregate alternative în proporție de (12,76÷15,6)% din volumul total al 1 mc de beton (sort 4/8 mm concasat), sortul 0/4 agregat de râu în proporție de (23,9÷25)%, sortul 8/16 mm agregat de carieră (14÷19,17)% iar sortul 16/25 mm tot sort de carieră 24%, sticlă reciclată sub formă de pulbere cu dimensiunea particulelor sub 0,1 mm în proporție de (1,39÷2,8)% (din volumul total de ciment), ciment Portland (11,8÷12,51)% din volumul total, apă și aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă, aditiv antrenor de aer, la un raport apă ciment de 0,45 la 0,55.
3. Beton rutier BcR_G colorat verde în masă

DESENE/ FIGURI



Figura 1. Betonul rutier inovativ BcR_G colorat verde, în masă