

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00542

(22) Data de depozit: 09/09/2019

(41) Data publicării cererii:
30/01/2020 BOPI nr. 1/2020

(71) Solicitant:
• NEW NCR RECICLARE S.R.L.,
STR. JANDARMERIEI NR. 13D,
CAMERA NR. 1, ET. 1, AP. 11, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• 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;
• SZILAGYI HENRIETTE, STR. ARINIILOR
NR. 11, BL. H1, SC. 1, ET. 7, AP. 25,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• PIRGARIU GABRIEL, SAT CELEI NR. 14,
TISMANA, GJ, RO

(54) **BETON ECO-INOATIV PE BAZĂ DE CIMENT ȘI DEȘEURI
RECICLATE DE STICLĂ ȘI PET (POLIETILEN TEREFTALAT)
PENTRU APLICAȚII ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR
BESTIPET**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o compoziție de beton pe bază de ciment Portland de calitate superioară și deșeuri reciclate de sticlă și fulgi de PET, reducând astfel cantitățile de deșeuri poluante de PET, compoziția de beton putând fi utilizată în domeniul construcțiilor pentru realizarea blocurilor alveolare, a cărămidilor sau a bolțarilor. Compoziția de beton conform invenției este constituită dintr-o cantitate, exprimată în procente în greutate, de 64...70% agregate artificiale, compusă, la rândul ei, din 63...75% sort de sticlă măcinată cu granulația cuprinsă între 0...4 mm, 19...23% sort de sticlă măcinată cu granulația cuprinsă între 4...8 mm și 8...10% fulgi de PET, 21...24% de ciment Portland din întreaga cantitate proiectată, apă, și aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă la un raport apă/ciment cuprins între 0,40...0,45.

Revendicări: 2
Figuri: 2



Fig. 1



8

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. <u>a 2019 0542</u>
Data depozit <u>09-09-2019</u>

DESCRIERE

BETON ECO-INOVATIV PE BAZĂ DE CIMENT ȘI DEȘEURI RECICLATE DE STICLĂ ȘI PET (Polietilen Tereftalat) PENTRU APLICAȚII ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR "BESTIPET"

Invenția se referă la obținerea unui beton nou, eco-inovativ pe bază de ciment și deșeuri reciclate sub formă de agregat artificial de sticlă și fulgi de PET, drept materie primă, care înlocuiesc cu succes agregatele naturale neregenerabile, pentru diverse aplicații în domeniu construcțiilor ca, de exemplu, blocuri alveolare, cărămizi, bolțari etc.

Betonul nou obținut conform invenției are în compoziția sa ciment Portland de calitate superioară, agregate artificiale din sticlă sort 0/4 mm și 4/8 mm și 0/8 mm fulgi de PET (Polyethylene Terephthalate), apă potabilă sau reciclată, aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător w de apă.

Cercetarea a avut loc în cadrul proiectului de cercetare-dezvoltare-inovare - "CECURI DE INOVARE" contract 266 CI/2018 în scopul dezvoltării IMM-urilor, respectiv, firma beneficiară, NEW NCR RECICLARE S.R.L. având ca principal obiect de activitate, colectarea și recuperarea deșeurilor, precum și fabricarea produselor din beton.

Prin introducerea noii tehnologii, deșeurile de sticlă și PET colectate de către NEW NCR RECICLARE S.R.L. reciclate în prima fază prin tehnologii de măcinare/ tocare și ulterior utilizate sub forma de agregat într-un nou compozit își încetează, practic statutul de deșeu, devenind materie primă. În prezent, firma deține stocuri importante de deșeuri, cu posibilități relativ limitate de valorificare finală. Limitele sunt impuse de reciclatorii finali datorită cerințelor privind calitatea deșeurilor: un singur tip de deșeu, fără amestec de culori, grad de puritate ridicat. Proiectul și-a propus să utilizeze tocmai aceste stocuri de deșeuri, pentru care posibilitățile actuale de reciclare sunt limitate și care implică costuri ridicate de depozitare și conservare.

Astfel, cercetarea s-a focalizat pe înlocuirea într-un compozit de tip beton a agregatului natural în totalitate cu deșeu reciclat de sticlă și PET. Deșeurile colectate de orice tip, trec prin următoarele procese tehnologice: sortare, spălare, măcinare/ tocare, clasare pe fracțiuni granulometrice prin metoda cernerii pentru a putea fi utilizate optim într-o compoziție tip beton. Acest beton eco-inovativ nou, va fi pus în operă prin realizarea de produse prefabricate din beton pentru construcții, respectiv sub formă de blocuri alveolare, bolțari, cărămizi, etc.

Caracterul inovativ raportat la literatura de specialitate se bazează pe caracterul particular și unic al compozițiilor de beton special realizat cu materiale/deșeuri procesate pe linii tehnologice ale beneficiarului, 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 compoziții cu silice ultra fină (considerat deșeu în perioada 2007-2011), pulbere și agregat de sticlă artificial [1].

La nivel mondial

Este cunoscut studiul pe compoziții de beton cu PET. (ex. Yun-Wang Choia Dae-Joong Moonb Jee-Seung Chungc Sun-Kyu Chod, „Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete” [2].

Este cunoscut din brevetul "RECYCLED PLASTIC AGGREGATE FOR USE IN CONCRETE", **United States Patent Application 20170088463, Kind Code: A1** [3], un beton care conține agregatul de plastic sintetic reciclat pentru utilizare în beton, care este un material compozit ce conține între 30% și 50% în greutate plastic reciclat mărunțit, restul fiind o umplutură încorporată într-o matrice a plasticului reciclat. Plasticul reciclat include

polietilen tereftalate (PET). Materialul de umplutură poate include nisip dunărean, cenușă zburătoare și resturi de agregat de carieră. Aici este menționat că agregatul plastic sintetic reciclat este cel mai bine utilizat pentru realizarea betonului cu un raport apă-ciment de cel puțin 0,5)

Se mai cunoaște un brevet, U.S. Patent Jun. 24, 2003 - US 6,583,217 B1 „COMPOSITE MATERIAL COMPOSED OF FLY ASH AND WASTE POLYETHYLENE TEREPHTHALATE” [4] care se referă la materiale compozite, metodele de fabricare a compozitelor, utilizând deșeuri reciclate „post consumator”, de polietilenă tereftalată și cenușă.

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;

Există studii privind betoanele realizate cu deșeuri de sticlă, efectuate de către **Ahman SHAYAN** (Articolul, Utilizarea deșeurilor de sticlă în beton - IABSE SYMPOSIUM MELBOURNE 2002 Melburn 2002) [5].

În Canada se realizează un gen de astfel de compozit de beton cu deșeuri de sticlă obținute din concasarea deșeurilor sub formă de ambalaje tip borcane, sticle de diferite culori numite „Vetrazzo” [6], folosite pentru realizarea blaturilor pentru mobilier.

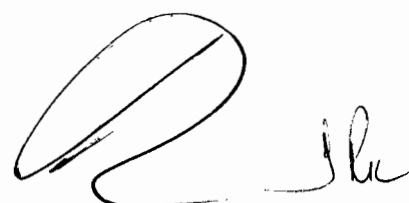
Este cunoscut brevetul **RO 116617 B1 betonul „BESTPET”** [7] , a cărui compoziție este pe bază de deșeuri de sticlă, beton utilizat în fundații și structuri de rezistență aferente construcțiilor civile, industriale, hidrotehnice sub formă sub formă de cărămizi, sau la realizarea prefabricatelor, beton a cărui compoziție este constituită din ciment și deșeuri de sticlă silico-calco-sodică, degresată, sorturi de până la 3 mm, 3...7 mm și 7...16 mm, la care se adaugă apă, în raport în greutate 1,88:7,63:1,00, raportul în greutate dintre sorturile de deșeuri de sticlă, respectiv până la 3 mm, 3...7mm și 7...16 mm fiind de 1,00:1,60:2,74 .

Se mai cunoaște din brevetul **RO 112720 B1** [8] o compoziție de beton macroporos constituită din 70...90% polistiren expandat, rezultat ca produs secundar, sub formă de cuburi având latura de 10...30 mm, 0,05...0,15% rășină acrilic-maleică sub formă de soluție apoasă, în raport în greutate rășină:apă de 1:1, 0,04...0,25% rășină epoxidicăbisfenolică cu întăritor pe bază de amine alifatic și cicloalifatic cu 3...8 atomi de carbon, sub formă de emulsie apoasă, în raport în greutate de 1:0,5:1,5...7,5 % nisip cu granulație de 0,05...0,1 mm, 1...2% ciment Portland și 0,6...1,7% apă.

Cercetarea a debutat prin evaluarea la beneficiar a proceselor tehnologice necesare pentru obținerea agregatelor artificiale a avut ca scop acela de-a susține beneficiarul cu soluția cea mai bună în creerea unui nou material cu destinație în construcții prin eliminarea, respectiv reciclarea cât mai multor deșeuri fără a se recurge la procesul de incinerare, proces ce este ultima soluție la care se recurge în managementul deșeurilor.

În proiectarea rețetei/ compoziției optime de beton, se pornește de la:

Blocuri alveolare cu sticlă reciclată granulară, fabricate de către beneficiarul New Ncr Reciclare SRL (studiu realizat anterior) cu o greutate de $(525 \div 548)$ kg/buc ceea ce corespunde unei densități de $(2100 \div 2192)$ kg/m³ respectiv cu clasă de rezistență a betonului de minim C16/20. Înlocuirea parțială a agregatului artificial (provenit din reciclarea deșeurilor de sticlă colectată de către beneficiar, firmă reciclatoare) duce la posibilitatea reducerii greutății blocului alveolar cât și eliminarea a încă unui deșeu de tip PET colorat care nu poate fi utilizat sau valorificat pe piață. Proiectarea amestecului necesită mare atenție deoarece la înlocuirea parțială a agregatelor de sticlă cu fulgi de PET creează probleme în amestec



6

datorită plasticului lucios, neaderent, necesitând optimizări treptate compoziționale pe măsura desfășurării turnărilor experimentale prin creșterea volumului de pastă.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aceea de reducere a deșeurilor depozitate sau incinerate de PET, prin înlocuirea 100% a agregatului natural (neregenerabil) cu agregatele artificiale în compoziția betonului, respectiv rezolvă o problemă de depoluare a mediului înconjurător și mărește aria aplicațiilor în domeniu construcțiilor, devenind un material compozit sustenabil pentru îmbunătățirea calității vieții.

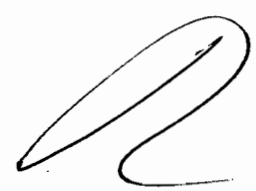
În figura 1 sunt prezentate agregatele artificiale care intră în compoziția amestecului nou de beton.

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

Tabelul 1. Compoziția betonului

Componente amestec beton	%
<i>Ciment Portland de calitate superioară</i>	<i>22÷24</i>
<i>Agregat artificial total 100% / mc</i>	<i>64÷70</i>
<i>- Agregat sticla (0 / 4)mm</i>	<i>44÷46</i>
<i>- Agregat sticla (4 / 8)mm</i>	<i>12÷16</i>
<i>- Agregat fulgi PET (0 / 8)mm</i>	<i>5÷7</i>
<i>Apă de amestecare (fără aditiv)</i>	<i>9÷11</i>
<i>Aditiv Superplastifiant,</i>	<i>0.3÷0.6</i>
<i>Total</i>	<i>100</i>

Procedeeul de obținere constă în utilizarea agregatelor uscate. Dozarea componentelor cântărite în prealabil, s-a realizat în în ordine descrescătoare al diametrului maxim al granulei. Amestecarea compozițiilor 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 și se curăță partea fină de pe pereții acestuia, repornindu-se pentru omogenizare. În urma observațiilor vizuale privind lucrabilitatea betonului se constată necesitatea dozării apei rămase ($\frac{1}{4}$). 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 proaspătă: temperatura betonului, densitatea și consistența prin metoda tasării betonului. În continuare s-au prelevat epruvetele necesare pentru determinările pe betonul în stare întărită: densitatea (7, 28 zile) rezistența la compresiune la vârsta de 7 și 28 (și 28 zile cu uscare în etuvă pentru valori absolute), rezistența la încovoiere, rezistența la întindere prin despicare, rezistența la îngheț – dezgheț, conductivitate termică și rezistența termică și modul de elasticitate. (Tabel 2) iar în figura 2 este prezentat aspectul betonului după încercarea la presă.



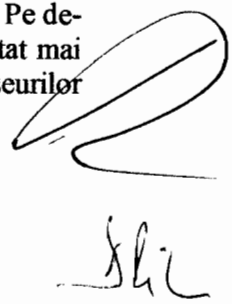

Tabelul 2. Caracteristicile betonului eco-inovativ

Caracteristici și valori ale betonului eco-inovativ - în stare proaspătă și întărită		
Temperatură	$T [^{\circ}\text{C}]$	22.6÷23
Tasarea / Clasă de tasare	$[\text{mm}]/\text{S}$	150/S3÷ S4
Densitatea betonului proaspăt	$\rho_b [\text{kg}/\text{m}^3]$	2060÷2095
Densitatea betonului întărit 7zile	$\rho_b [\text{kg}/\text{m}^3]$	2015÷2050
Densitatea betonului întărit 28zile	$\rho_b [\text{kg}/\text{m}^3]$	2025÷2075
Densitatea betonului întărit 28zile Absoluta	$\rho_b [\text{kg}/\text{m}^3]$	1950÷1990
Rezistență la compresiune 7zile	$f_c [\text{MPa}]$	22.7÷25
Rezistență la compresiune 28zile	$f_c [\text{MPa}]$	26.1÷30
Rezistență la încovoiere	$f_{cf} [\text{MPa}]$	2.65÷2.80
$f_{cf}=(1/10\div1/20)f_c$	$[\text{MPa}]$	2.60÷1.30
Rezistența la întidere prin despicare	$f_{ct} [\text{MPa}]$	2.08÷2.13
Rezistența la îngheț-dezgheț -Pierdere de rezistență la compresiune η [%]		11.4÷13.0
Conductivitate termică	$\lambda_{10} [\text{W}/\text{mK}]$	0.4061÷0.4070
Rezistența Termică	$R [\text{m}^2\text{K}/\text{W}]$	0.1237÷0.1240

Avantajele realizării noului beton 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 de clasă C16/20 ($f_{c28}=26,1$ MPa) din categoria betoanelor convenționale conform cu Normativul NE 012-1:2007 dar datorită densității reduse poate fi clasificat ca beton ușor de rezistență de clasa LC 20/22 în conformitate cu Normativul de betoane ușoare C155: 2013;
2. Compoziția de beton optimă finală, cu o densitate de $1950 \text{ kg}/\text{m}^3$, corespunde la o greutate a blocului alveolar de cca. $487 \text{ kg}/\text{buc.}$, acesta, reprezentând o scădere de $(7,2 \div 11,1)\%$ față de prefabricatele existente care nu au în compoziție fulgi PET;
3. Reducerea 100% a agregatelor naturale s-a realizat prin înlocuirea acestora cu agregate artificiale din deșeuri reciclate de sticlă (92% din cantitatea totală de agregat) și PET (8-10%);
4. Mărirea proporției sortului 0/4 mm de sticlă reciclată implicând creșterea cantității de pulbere de sticlă cu dimensiuni reduse (sub $100\mu\text{m}$), conduce la o activitate pozzolanică cu influențe benefice și asupra rezistenței betonului;
4. Cu cât sortul de sticlă 0/4 mm conține mai multă pulberea de sticlă cu dimensiuni reduse, respectiv sub $0,125 \text{ mm}$ cu atât activitatea pozzolanică are influență benefică asupra betonului, respectiv a rezistenței la compresiune.[9];
5. Cantitățile de deșeuri care urmează a fi reciclate anual de beneficiarul proiectului, se estimează a fi la peste $25.000 \text{ t}/\text{an}$ din care: $18.585 \text{ t}/\text{an}$ sticlă respectiv $1.620 \text{ t}/\text{an}$ fulgi PET (deșeuri valorificate în urma utilizării acestora în compoziția betoanelor destinate pentru fabricarea blocurilor alveolare cu sticlă reciclată și PET, calculat la o producție de $200 \text{ buc.}/\text{zi}$ echivalent a 50 mc^3 beton/zi, 15.000 mc^3 beton/an corespunzător la un număr de 300 zile lucrătoare/an); suplimentar se estimează o cantitate de cca. $6.500 \text{ t}/\text{an}$ PET comercializat spre valorificare;
6. Reducerea cantității depozitate sau incinerate de PET cu peste $8.000 \text{ t}/\text{an}$;
7. Identificarea clasei granulometrice optime a fulgilor de PET (0/8 mm), derivat în urma atât a limitelor de ordin tehnologic ale producătorului cât și a cerințelor compoziționale impuse de proporția de pastă (ciment + părți fine + apă + aditiv) din amestecul de beton realizat;

Sub aspectul protecției mediului, efectele pozitive se manifestă pe două paliere. Pe de-o parte, reducerea cantităților de deșeuri eliminate prin depozitare sau incinerare, cu atât mai mult cu cât, prin implementarea proiectului se va asigura posibilitatea reciclării și a deșeurilor



de sticlă/PET 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, va reduce cantitatea de agregate naturale exploatate și a efectelor negative produse asupra mediului de aceste exploatare, rezultând un nou produs sustenabil iar beneficiarul cercetării devine reciclator final.

BIBLIOGRAFIE

- [1] <http://pub.osim.ro/publication-server/pdf-document?PN=RO127399%20RO%20127399&iDocId=6676&iepatch=.pdf> ;
- [2] <https://trid.trb.org/view/756368>
- [3] United States Patent Application 20170088463, Kind Code: A1, <https://patents.google.com/patent/US20170088463A1/en>
- [4] U.S. Patent Jun. 24, 2003 - US 6,583,217 B1 „COMPOSITE MATERIAL COMPOSED OF FLY ASH AND WASTE POLYETHYLENE TEREPHTHALATE” <https://patentimages.storage.googleapis.com/f8/fe/f6/aec0d134ed4d9b/US6582225.pdf>
- [5] Utilizarea deșeurilor de sticlă în beton - IABSE SYMPOSIUM MELBOURNE 2002 (Melburn, 2002) <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.568.3579&rep=rep1&type=pdf>
- [6] “Vetrazzo” <https://www.vetrazzo.com/?lang=en>
- [7] Brevet RO 116617 B1 betonul “BESTPET”
- [8] Brevet RO 112720 B1
- [9] 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^{1,3 a}, Adrian M. Ioani^{1,b}, Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah^{2,3,c}, Vasile Meîță^{4,d}, Henriette Szilagyi^{4,e} and Andrei Victor Sandu^{3,5,f}



REVENDICARI

1. Beton eco-inovativ pe bază de ciment **caracterizat prin aceea că** este obținut prin utilizarea în amestec a agregatelor artificiale din sticlă și fulgi de PET provenite din reciclarea deșeurilor, fiind un material compozit sustenabil pentru îmbunătățirea calității vieții. Înlocuirea de 100% a agregatului natural neregenerabil cu cele două tipuri de agregate artificiale reprezintă noutatea în domeniu.
2. Betonul conform invenției și conform revendicării 1, este **caracterizat prin aceea că** are în compoziția sa agregate artificiale în proporție de $64 \div 70\%$ din volumul total (sort 0/4 mm în proporție de $63 \div 75\%$, 4/8 mm – $19 \div 23\%$ și fulgi de PET - $8 \div 10\%$, din volumul total de agregat) ciment portland – $21 \div 24\%$ din volumul total, apă și aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă, la un raport apă ciment de $0.40 \div 0.45$.



DESENE/ FIGURI



Figura nr. 1 Agregate artificiale din sticlă și fulgi de PET, (deșeuri reciclate)



Figura nr. 2 Aspectul unui cub de beton în urma încercării

Handwritten signature and initials.