



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00542**

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/04/2021** BOPI nr. **4/2021**

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

(73) Titular:
• **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.ARINILOR
NR.11, BL.H1, SC.1, ET.7, AP.25,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;*
• **PIRGARIU GABRIEL**, *SAT CELEI NR.14,
TISMANA, GJ, RO*

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**A. POPOVICI, O. CORBU, G. POPITA, C.
ROȘU, M. PROCURORU, A. SANDU, M.
ABDULAHH**, "MODERN MORTARS WITH
ELECTRONIC WASTE SCRAPS (GLASS
AND PLASTIC)",
*www.revmaterialeplastice.ro, NR. 4,
VOL. 52, PP. 588-592, 2015;
KR 20040097610 (A); CN 108129109 (A)*

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



RO 133833 B1

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

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

10 Cercetarea a avut loc în cadrul proiectului de cercetare-dezvoltare-inovare -"Cecuri
11 de Inovare" contract 266 CI/2018 în scopul dezvoltării IMM-urilor, respectiv, fuma beneficiară,
12 NEW NCR RECICLARE S.R.L. având ca principal obiect de activitate, colectarea și recupe-
13 rarea deșeurilor, precum și fabricarea produselor din beton.

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

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

30 Caracterul inovativ raportat la literatura de specialitate se bazează pe caracterul
31 particular și unic al compozițiilor de beton special realizat cu materiale/deșeuri procesate pe
32 linii tehnologice ale beneficiarului, fiind primii care prezentăm o astfel de compoziție. La baza
33 cercetării stă brevetul **RO 127399-B1 „Betonul cu agregate din deșeuri de sticlă”,**
34 **Cornelia Măgureanu, Ofelia-Cornelia Corbu,** dezvoltat în cadrul doctoratului autoarei,
35 unde au fost studiate o serie de compoziții cu silice ultra fină (considerat deșeu în perioada
36 2007-2011), pulbere și agregat de sticlă artificial [1]. La nivel mondial este cunoscut studiul
37 pe compoziții de beton cu PET, **Yun-Wang Choia Dae-Joong Moonb Jee-Seung Chungc**
38 **Sun-Kyu Chod, „Effects of waste PETc bottles aggregate on the properties of**
39 **concrete” [2].**

40 Este cunoscut din cererea de brevet "**Recycled plastic aggregate for use in**
41 **concrete”, US20170088463, A1** [3], un beton care conține agregat de plastic sintetic reciclat
42 pentru utilizare în beton, care este un material compozit care conține între 30% și 50% în
43 greutate plastic reciclat mărunțit, restul fiind o umplutură încorporată într-o matrice a plasti-
44 cului reciclat. Plasticul reciclat include polietilen tereftalate (PET). Materialul de umplutură
45 poate include nisip dunărean, cenușă zburătoare și resturi de agregat de carieră. Aici este
46 menționat că agregatul plastic sintetic reciclat este cel mai bine utilizat pentru realizarea
47 betonului cu un raport apă-ciment de cel puțin 0,5.

RO 133833 B1

Se mai cunoaște un brevet **US 6583217 B1** „**COMPOSITE MATERIAL COMPOSED OF FLY ASH AND WASTE POLYETHYLENE TEREPHTHALATE**” [4] care se referă la materiale compozite, metode de fabricare a compozitelor, utilizând deșeuri reciclate „post consumator”, de polietilenă tereftalată și cenușă. 1
3

Se cunosc realizări ale unor compoziții cu sticlă din **RINDL, J. Report by Recycling Manager (1998) [6] Rindl J., Report by Recycling Manager, Dane County, Dept. of Public Works, Madison, USA, August, 1998**; care 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; 5
7
9
11

Există studii privind betoanele realizate cu deșeuri de sticlă, efectuate de către **Ahman SHAYAN “Utilizarea deșeurilor de sticlă în beton” - IABSE SYMPOSIUM MELBOURNE 2002 [5]**. 13

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. 15
17

Este cunoscut din 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 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...7 mm și 7...16 mm fiind de 1,00:1,60:2,74. 19
21
23

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 acrilico-maleică sub formă de soluție apoasă, în raport în greutate rășină:apă de 1:1, 0,04...0,25% rășină epoxidică bisfenolică cu întăritor pe bază de amine alifatică și cicloalifatică 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. 25
27
29
31

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. 33
35

Betonul eco-inovativ pe bază de ciment Portland, deșeuri reciclate de sticlă și polietilen tereftalat înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că este alcătuit din 64...70% agregate artificiale, care conțin 63...75% sort de sticlă măcinată cu granulația între 0...4 mm, 19...23% sort de sticlă măcinată cu granulația între 4...8 mm și 8...10% fulgi de PET, 21...24% ciment Portland, apă și un aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă la un raport apă/ciment cuprins între 0,40...0,45, procente fiind în greutate. 37
39
41
43

Cercetarea a debutat prin evaluarea la beneficiar a proceselor tehnologice necesare pentru obținerea agregatelor artificiale și 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. 45
47

RO 133833 B1

În proiectarea rețetei/compoziției optime de beton BESTIPET, se pornește de la blocurile alveolare cu sticlă reciclată granulară, fabricate de către beneficiarul New Ncr Reciclare SRL (studiu realizat anterior) cu o greutate de (525...548) kg/buc ceea ce corespunde unei densități de (2100÷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 datorită plasticului lucios, neaderent, necesitând optimizări treptate compoziționale pe măsura desfășurării turnărilor experimentale prin creșterea volumului de pastă.

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

Se prezintă în continuare un exemplu de realizare a invenției.

Exemplu

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

Compoziția betonului BESTIPET

Tabelul 1

Componente amestec beton	%
Ciment Portland de calitate superioară	22÷24
Agregat artificial total 100%/mc	64÷70
- Agregat sticlă (0/4)mm	44÷46
- Agregat sticlă (4/8)mm	12÷16
- Agregat fulgi PET (0/8)mm	5÷7
Apă de amestecare (fără aditiv)	9÷11
Aditiv Superplastifiant,	0,3÷0,6
Total	100

Dozarea componentelor cântărite în prealabil, s-a realizat în ordine descrescătoare al diametrului maxim al granulei. Amestecarea compozițiilor s-a realizat cu ajutorul unui malaxor cu cădere liberă cu capacitate de 60 l. După malaxarea componentelor uscate s-a adăugat $\frac{3}{4}$ din cantitatea de apă împreună cu cantitatea totală de aditiv. După o amestecare de circa 1...2 min, 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 la 7, 28 zile rezistența la compresiune la vârsta de 7 și 28 cu uscare în etuvă pentru valori absolute, rezistența la încovoire, rezistența la întindere prin despicare, rezistența la îngheț-dezghet, conductivitate termică și rezistența termică și modul de elasticitate. Toate aceste date se regăsesc în tabelul 2, iar în fig. 2 este prezentat aspectul betonului după încercarea la presă.

RO 133833 B1

Caracteristicile betonului eco-inovativ BESTIPET

Tabelul 2

Temperatură	T [°C]	22,6÷23	3
Tasarea/Clasă de tasare	[mmJ/S]	150/S3÷S4	
Densitatea betonului proaspăt	pb [kg/m ³]	2060÷2095	5
Densitatea betonului întărit 7 zile	pb [kg/m ³]	2015÷2050	
Densitatea betonului întărit 28 zile	pb [kg/m ³]	2025÷2075	7
Densitatea betonului întărit 28 zile Absolută	pb [kg/m ³]	1950÷1990	
Rezistență la compresiune 7 zile	fc [MPa]	22,7÷25	9
Rezistență la compresiune 28 zile	fc [MPa]	26,1÷30	
Rezistență la încovoiere	fcf [MPa]	2,65÷2,80	11
fcf = (1/10÷1/20)	fc [Mpa]	2,60÷1,30	
Rezistența la întidere prin despicare	fct [Mpa]	2,08÷2,13	13
Rezistența la îngheț-dezghet-Pierdere de rezistență la compresiune η[%]		11,4÷13,0	
Coductivitate termică	λ ₁₀ [W/ mK]	0,4061÷0,4070	15
Rezistența Termică	R [m ² K/W]	0,1237÷0,1240	

Avantajele realizării noului beton eco-inovativ BESTIPET 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 (fc28 = 26,1MPa) 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 kg/m³, corespunde la o greutate a blocului alveolar de circa 487 kg/buc, acesta, reprezentând o scădere de 7,2÷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%) rezultând astfel un material cu caracteristici termice având valoarea conductivității termice (λ=0,4061...0,4070 w/mk) sub cea a blocurilor ceramice cu goluri (λ=0,80 w/mk) și semnificativ mai mică decât a betonului conventional (λ=2,00 w/mk).

4. Mărirea proporției sortului 0/4 mm de sticlă reciclată implicând creșterea cantității de pulbere de sticlă cu dimensiuni reduse (sub 100 μm), conduce la o activitate pozzolanică cu influențe benefice și asupra rezistenței betonului.

5. Cu cât sortul de sticlă 0/4 mm conține mai multă pulbere de sticlă cu dimensiuni reduse, respectiv sub 0,125 mm cu atât activitatea pozzolanică are influență benefică asupra betonului, respectiv a rezistenței la compresiune [9].

6. Cantitățile de deșeuri care urmează a fi reciclate anual de beneficiarul proiectului, care se estimează a fi la peste 25000 t/an din care: 18585 t/an sticlă respectiv 1620 t/an fulgi PET (deșeuri valorificate în urma utilizării acestora în compoziția betoanelor destinate pentru fabricarea blocurilor alveolare cu sticlă reciclată și PET, calculate la o producție de

RO 133833 B1

1 200 buc/zi echivalent a 50 mc³ beton/zi, 15000 mc³ beton/an corespunzător la un număr de
300 zile lucrătoare/an); suplimentar se estimează o cantitate de circa 6500 t/an PET comer-
3 cializat spre valorificare.

7. Reducerea cantității depozitate sau incinerate de PET cu peste 8000 t/an.

5 8. Identificarea clasei granulometrice optime a fulgilor de PET (0/8 mm), derivate în
urma atât a limitelor de ordin tehnologic ale producătorului cât și a cerințelor compoziționale
7 impuse de proporția de pastă (ciment + părți fine + apă + aditiv) din amestecul de beton
realizat.

9 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
11 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
13 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 canti-
15 tatea de agregate naturale exploatate și a efectelor negative produse asupra mediului de
aceste exploatări, rezultând un nou produs sustenabil iar beneficiarul cercetării devine
17 reciclator final.

19 Bibliografie

21 [1] [http://pub.osim.ro/publication-server/pdf-](http://pub.osim.ro/publication-server/pdf-document?PN=RO127399%20RO%20127399&iDocId=6676&iepatch=.pdf)
23 [document?PN=RO127399%20RO%20127399&iDocId=6676&iepatch=.pdf;](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: AI,
25 <https://patents.google.com/patent/US20170088463AI/en>

[4] U.S. Patent Jun. 24, 2003 - US 6,583,217 BI „COMPOSITE MATERIAL
27 COMPOSED OF FLY ASH AND WASTE POLYETHYLENE TEREPHTHALATE”
<https://patentimages.storage.googleapis.com/f8/fe/f6/aec0dl34ed4d9b/US6582225.pdf>

[5] Utilizarea deșeurilor de sticlă în beton - IABSE SYMPOSIUM MELBOURNE 2002
29 Melbourne, 2002)
[http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.568.3579&rep=repl &type= pdf](http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.568.3579&rep=repl &type=pdf)

[6] "Vetrazzo" <https://www.vetrazzo.com/?lang=en>

[7] Brevet RO 116617 BI betonul "BESTPET"

[8] Brevet RO 12720 B1

[9] The pozzolanic activity level of powder waste glass in comparisons with other
35 powders, Key Engineering Materials Vol. 660 (2015) pp 237-243 Trans Tech Publications,
Switzerland Accepted: 2015-05-20,

37 doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.660.237, Ofelia Corbu ^{1,3 a}, Adrian M. Ioanilb, Mohd
39 Mustafa Al Bakri Abdullah ^{2,3c}, Vasile Meitã ^{4d}, Henriette Szilagyi ^{4e} and Andrei Victor
Sandu^{3,5f}.

RO 133833 B1

Revendicări

- | | |
|---|---------------|
| | 1 |
| 1. Beton eco-inovativ pe bază de ciment Portland, deșeuri reciclate de sticlă și polietilen tereftalat, caracterizat prin aceea că , este alcătuit din 64...70% agregate artificiale, care conțin 63...75% sort de sticlă măcinată cu granulația între 0...4 mm, 19...23% sort de sticlă măcinată cu granulația între 4...8 mm și 8...10 mm fulgi de PET, 21...24% ciment Portland, apă și un aditiv superplastifiant de ultimă generație puternic reducător de apă la un raport apă/ciment cuprins între 0,40...0,45, procentele făcând referire la greutate. | 3
5
7 |
| 2. Beton eco-inovativ conform cu revendicarea 1, caracterizat prin aceea că , este obținut prin utilizarea în amestec a agregatelor artificiale din sticlă și fulgi de polietilen tereftalat provenite din reciclarea deșeurilor prin înlocuirea în proporție de 100% a agregatului natural neregenerabil cu cele două tipuri de agregate, astfel fiind un material cu caracteristici termice, $\lambda=0,4061...0,4070$ w/mk. | 9
11
13 |

(51) Int.Cl.

C04B 16/08 (2006.01),

C04B 18/30 (2006.01)



Fig. 1



Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 190/2021