



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00985**

(22) Data de depozit: **18.10.2010**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2012 BOPI nr. 5/2012

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

(72) Inventatori:
• **MĂGUREANU CORNELIA,
STR. ARTELOR NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ,
RO;**
• **CORBU OFELIA CORNELIA,
STR. MÂNĂȘTUR NR.89, BL.E10, AP.13,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**

• **SOSA IOAN, STR. DÂMBOVIȚEI NR.81,
AP.47, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **SZILAGYI HENRIETTE, STR. ARINILOR
NR.11, AP.25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **HEGES BOGDAN, STR. DR. AUREL VLAD
NR.20, ALBA IULIA, AB, RO**

(74) Mandatar:
**CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL, STR.
MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, AP. 2,
CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ**

(54) **BETON DE ULTRAÎNALTĂ PERFORMANȚĂ ȘI PROCEDEU DE OBȚINERE**

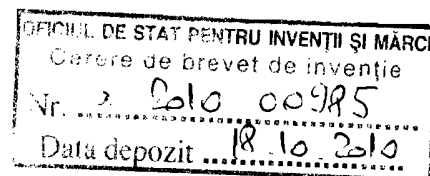
(57) Rezumat:

Prezenta invenție se referă la o compoziție de beton și la un procedeu de obținere a acesteia. Compoziția conform invenției este constituită din 1 unitate masă ciment CEM I 62,5 R și următoarele materiale componente, exprimate ca unități din cantitatea de ciment: 0,25...0,27 unități praf silice ultrafină; 0,44...0,46 unități nisip fin cuarțos de granulație 0...0,7 mm; 0,15...0,17 unități nisip fin cuarțos de granulație 0,4...1,4 mm; 0,09...0,095 unități fibre metalice scurte, drepte, 0,09...0,095 unități fibre metalice cu capete îndoite, 0,065 unități aditiv superplastifiant

policarboxilic de generația a IV-a, 0,15...0,17 unități apă. Procedeu conform invenției constă din amestecarea materialelor în stare uscată, timp de 2 min, într-un malaxor cu tiraj forțat, după care se adaugă apa, împreună cu plastifiantul și se amestecă timp de 8 min, la sfârșit se adaugă cu amestecare fibrele metalice, din care rezultă o compoziție de beton, care se toarnă în tipare, se decofrează și se supune tratamentului termic.

Revendicări: 2





Beton de ultra-înaltă performanță și procedeu de obținere

Invenția se referă la o compoziție de beton de ultra-înaltă performanță având rezistența la compresiune cuprinsă între $150 \div 180 \text{ N/mm}^2$, destinat construcțiilor civile, industriale, agricole, de poduri, tuneluri, traverse de cale ferată, construcții speciale de tip reactoare nucleare, platforme marine, structuri de protecție contra exploziilor și proiectilelor, seifuri, case de bani. Utilizarea acestui tip de beton permite dezvoltarea unor soluții inovative care oferă realizarea rapidă a structurilor, costuri minime de mentenanță și reducerea impactului acestora asupra mediului înconjurător.

Betoanele folosite frecvent până în prezent la realizarea construcțiilor sunt în general betoane obișnuite cu rezistența la compresiune cuprinsă între $10 \div 60 \text{ N/mm}^2$ cu lucrabilitate normală sau autocompactantă și betoane de înaltă rezistență având rezistența la compresiune cuprinsă între $70 \div 120 \text{ N/mm}^2$. În normele europene privind realizarea betonului și a structurilor de beton (Eurocoduri), norme adoptate și în România, respectiv normativul SR EN 1992-1-1/2004 pentru proiectarea structurilor de beton se face referire la betoane având clasele de rezistență cuprinse între C8-C100, semnificând o rezistență caracteristică la compresiune cuprinsă între 8 și 100 N/mm^2 .

Primele cercetări și aplicații privind betoanele de ultra-înaltă performanță au început în anul 1985 și au fost denumite pe scurt UHPC. Ele au condus la obținerea unor betoane având rezistența minimă la compresiune de 150 MPa .

Prima apariție comercială a fost în jurul anului 1980 în Danemarca în domeniul industriei securității, de exemplu la seifuri, construcții de apărare și protecție.

Următoarele aplicații ale acestui nou material au constat în plăci de poduri, reabilitarea podurilor, planșee industriale (Buitelaar 2004). În Franța, firma Lafarge împreună cu Bouygues și Rhodia a elaborat și realizat produsul DUCTAL®, care cu sau fără armătură "pasivă", se folosește la realizarea elementelor prefabricate, precum și la stâlpii structurilor înalte (Schmidt și alții în 2003). Acest produs este utilizat și în America de Nord. În Canada la Sherbrooke, în 1997, s-a realizat primul pod precomprimat din UHPC, soluție întâlnită și la podurile din Seul (Coreea de Sud) și în Japonia, precum și la o serie de viaducte din Franța. Inspirați de aplicațiile UHPC din Canada, Coreea de Sud și Europa și urmare a unor intense cercetări efectuate în diferite universități, în Germania s-a elaborat DAf StB – State of Art Report privind UHPC (DAfSt B UHPC 2003) ca parte a standardului german DIN, prezentând producția și aplicațiile acestui nou tip de beton, inclusiv reguli de proiectare a structurilor.

Franța prezintă de asemenea recomandări de proiectare privind UHPC.

În România au fost experimentate în laborator câteva compoziții de betoane ultra-performante cu rezistențe la compresiune la 28 de zile de $140 \div 213 \text{ N/mm}^2$. Aceste compoziții utilizează agregate de râu obișnuite, utilizate în general la betoanele de rezistență normală. Un dezavantaj al compozițiilor realizate, îl reprezintă vârsta la care se obțin rezistențele maxime 28 de zile. Un alt dezavantaj al compozițiilor realizate îl reprezintă timpul mare de vibrare necesar pentru punerea în opera a betonului de cca. 5 minute.

Spre deosebire de acestea compoziția propusă pentru brevetare utilizează agregate cuarțoase ultrafine clasificate ca și deșeuri.

Brevetul **CA2708085** prezintă un beton de ultra-înaltă performanță, compus, în părți relative de greutate, din: 100 părți de ciment Portland, 50-200 părți de nisip cu granulația cuprinsă între 0.063 și 5 mm, sau un amestec de nisip fin cu granulația între 0.063 și 1 mm și un nisip cu granulația grosolană cuprinsă între 1 și 5 mm; 10-40 părți de material puzzolan sau non-puzzolan sau amestec al acestora având o dimensiune medie a particulei mai mică de 15 micrometri, 0.1-10 părți de superplastifiant lichid; 10-30 părți de apă și, fibre de sticlă

în procent de 0,5 până la 5% din volumul compoziției întărite, fibrele fiind mono sau multifilament.

EP 1958926 prezintă un beton de ultra-înaltă performanță, compus, în părți relative de greutate din: 100 părți de ciment Portland, 50-200 părți de nisip cu granulația cuprinsă între 0.063 și 5 mm, sau un amestec de nisip fin cu granulația între 0.063 și 1 mm și un nisip cu granulația grosolană cuprinsă între 1 și 5 mm; 10-40 părți de material puzzolanic sau non-puzzolanic sau amestec al acestora având o dimensiune medie a particulei mai mică de 15 micrometri, 0.1-10 părți de superplastifiant lichid; 10-30 părți de apă și care are rezistență minimă la compresiune, după 28 de zile, mai mare de 100 Mpa .

Dezavantajul acestor compoziții rezidă în ductilitatea relativ scăzută, în rezistență minimă la compresiune de cca. 150 Mpa și în incompatibilitatea corespunzătoare cu materialele locale.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în obținerea rezistențelor maxime la vârsta de 6 zile, reducându-se substanțial perioada de dare în folosință a structurilor realizate cu astfel de betoane.

Betonul de ultra-înaltă performanță BUIP are compoziția conform tabelului 1, unde materialele componente sunt redată ca și părți din cantitatea de ciment (considerată întreg).

Tabelul 1

Material	Unități de masa
Ciment CEM I 52.5 R	1
Praf silice	0.25÷0.27
Nisip ultra fin cuarțos 0÷0.7mm	0.44÷0.46
Nisip cuarțos fin 0.4÷1.4 mm	0.15÷0.17
Fibre metalice scurte drepte lungime 6mm, diametru 0.175mm	0.09÷0.095
Fibre metalice lungi cu capete îndoite lungime 25mm, diametru 0.4mm	0.09÷0.095
Aditiv superplastifiant	0.065
Apă	0.15÷0.17
Densitate beton proaspăt proiectat	2410

Malaxorul folosit trebuie să fie cu amestec forțat și să aibă o viteză de 1-2 m/s.

Procedul de realizare a amestecului și obținerea caracteristicilor fizico-mecanice a betonului conform invenției, necesită urmarea pașilor descriși în continuare (1÷8):

1. Se omogenizează tot materialul uscat (excluzând fibrele de oțel) timp de circa 2 minute;
2. Se adaugă apa amestecată în prealabil cu un superplastifiant și se amesteca încă 9 minute;
3. Se adaugă fibrele de oțel prin cernere, amestecându-se încă 2 minute ;
4. În final, se evacuează betonul. Temperatura betonului proaspăt este în jur de 28-30°C.
5. Se toarnă betonul în tipare în maxim de 20 minute de la prepararea lui;
6. Se lasă 24 h în tipare. Partea betonului în contact cu atmosfera se acoperă cu o substanță izolatoare tip Baunit BA2 sau cu o folie de polietilena.
7. După 24 h se decofrează și se introduce timp de 5 zile la tratament termic la temperatura de 90°C și umiditatea relativă = 80-90%;
8. După 5 zile se decuplează instalația de tratare termică, iar elementele sunt lăsate să se răcească treptat până la o temperatură egală cu cea a mediului ambiant ($\approx 20^{\circ}\text{C}$).

Compoziția de beton cu ultra-înaltă performanță conform invenției necesită un timp de vibrare de maxim 2 minute, fiind un beton fluid cu o răspândire de cca. 450 - 500 mm, rezultând astfel un consum redus de energie pentru punerea în operă.

Avantajele rezultate din aplicarea invenției sunt:

- Reducerea armăturii convenționale;
- Compactare fără segregare;
- Secțiuni transversale mult mai zvelte și cu deschideri mari;
- Rezistențe inițiale mari;
- Mărirea rigidității structurilor;
- Costuri reduse de mentenanță;
- Poate elimina armătura transversală de preluare a forței tăietoare ale secțiunilor de beton armat.
- Betoanele de ultra-înaltă performanță constituie o soluție tehnică de realizare a unor structuri de beton armat de ultra-înaltă rezistență, durabilitate și ductilitate, cu minimizarea secțiunilor transversale de beton, mărirea deschiderilor structurilor și obținerea unor costuri globale de realizare și mentenanță reduse.
- Prin realizarea invenției se generează noi dimensiuni privind proiectarea și realizarea structurilor de construcții.
- Un consum scăzut de beton și durabilitatea ridicată conduc la economisiri importante de resurse materiale și energetice.

O calitate mult superioară a structurilor de beton poate fi realizată prin prefabricare.

Datorită avantajelor rezultate privind relația între rezistența înaltă și greutatea proprie redusă, se generează concepte noi privind proiectarea și realizarea structurilor prefabricate dar și monolite, precum și metode noi de construcție, în special în cazul structurilor zvelte, structurilor compozite, prefabricate, aplicate la realizarea construcțiilor înalte și foarte înalte precum și la structurilor și elementelor cu deschideri mari. Avantajele pe care le prezintă aplicarea betonului de untră înaltă performanță în construcții sunt descrise în continuare:

In cazul podurilor

Datorită rezistențelor mari la compresiune și greutatei proprii reduse a elementelor realizate cu betonul conform invenției (comparativ cu structurile realizate din beton de înaltă rezistență sau din oțel) se realizează structuri ușoare, zvelte și cu deschideri mari. Avantajele folosirii betonului de ultra înaltă rezistență la poduri hobanante (pe cabluri) comparativ cu folosirea unui betonului de înaltă rezistent sau a oțelului se prezintă în tabelul 2 (Tang M.C-2002, Kassel University Press GmbH).

Tabelul 2

Material	f_{cd} sau f_{yd} [N/mm ²]	Greutatea specifică [kN/m ³]	Deschiderea maximă [m]
Beton C50	28.3	25.0	1370
Oțel S355	327	78.5	5030
Beton cu rezistență la compresiune de 210 N/mm ²	119	27.0	5320

In care f_{cd} și f_{yd} sunt rezistențele de calcul ale betonului, respective oțelului

Construcții înalte

Odată cu creșterea înălțimii structurilor (clădirilor), respectiv în cazul structurilor înalte, încărcările din greutatea proprie (permanenta) este dominantă comparativ cu încărcarea utilă (adică încărcările variabile), pe măsură ce crește înălțimea acestora. Pe de altă parte, având în vedere faptul că în economia unei structuri (clădiri), 30% din costul total a structurii o reprezintă infrastructura (respective fundațiile), prin folosirea betonului de ultra înaltă rezistență se va reduce substanțial și cantitatea de beton inclusă în infrastructura.

În Figura 1 se prezintă înălțimile maxime (în m) ce pot fi atinse de clădirile înalte în funcție de materialul folosit la realizarea acestora (Ekkehard Fehling, Torsten Lentbecher, University of Kassel, Germany).

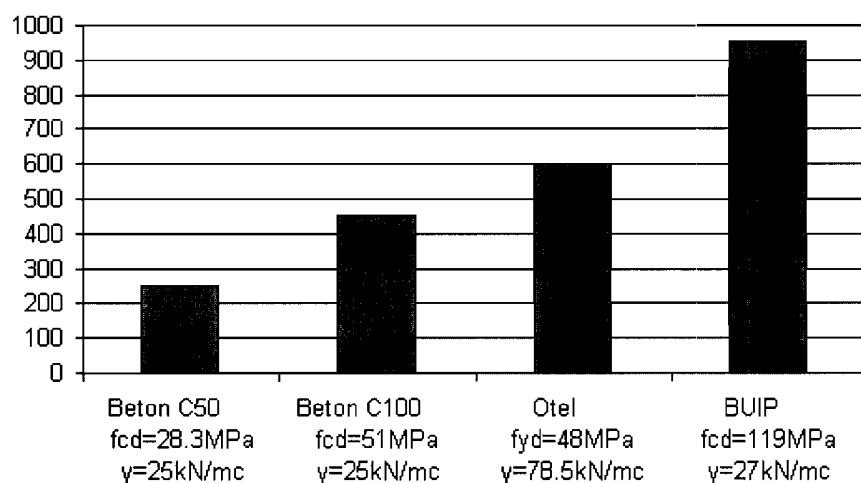


Figura 1.

Pe de altă parte prezența fibrelor în masa betonului îi conferă o creștere substanțială a rezistenței la întindere, dar și o comportare pronunțat ductilă, asigurând astfel o rupere avertizată și deformări mari după atingerea forței maxime de rupere. În consecință elementele și structurile realizate cu astfel de betoane de ultra-înaltă rezistență sunt recomandate în zone seismice. Datorită structurii lor foarte dense betonul de ultra-înaltă rezistență prezintă o permeabilitate extrem de redusă la fluide și gaze precum și la atacurile fizico-chimice. Betonul de ultra-înaltă rezistență propus ca invenție prezintă de asemenea o lucrabilitate mare fiind ușor de pus în operă, realizând suprafețe lise ce nu necesită prelucrări și protecții ulterioare.

În tabelul 3 se prezintă o comparație între caracteristicile betonului de ultra-înaltă rezistență (BUIP) în comparație cu betonul de înaltă rezistență (BIR).

În tabelul 4 se prezintă caracteristicile experimentale obținute cu compoziția prezentată în tabelul 1.

Tabelul 3

Caracteristica betonului	BUIP comparativ cu BIR
Rezistența la compresiune	De 1.5...2.0 ori mai mare
Rezistența la întindere prin încovoiere	De 3...4 ori mai mare
Modul de elasticitate	De 1.2...1.5 ori mai mare
Permeabilitatea	De 10...15 ori mai mica
Contractia la uscare	De 2...3 ori mai mica
Curgerea lenta	De 2...3 ori mai mica

Tabelul 4.

Caracteristica mecanica	Valoarea experimentală obținută pentru BUIP [N/mm ²]
Rezistența la compresiune f_{cm}	170 -180
Rezistența la întindere prin încovoiere $f_{ct,fl}$	25-30
Modul de elasticitate E	42 000 – 43 000

REVENDICĂRI

1. Beton de ultra-înalta performanță, **caracterizată prin aceea că**, se realizează dintr-o compoziție constituită din 1 unitate de masa ciment de clasă CEM I 52.5R și următoarele materiale componente exprimate ca unități din cantitatea de ciment; 0.25÷0.27 unități praf silice ultrafină; 0.44÷0.46 unități nisip fin cuarțos de granulație 0÷0.7mm; 0.15÷0.17 unități nisip fin cuarțos de granulație 0.4÷1.4mm; 0.09÷0.095 unități fibre metalice scurte drepte lungime 6mm, diametru 0.175mm, cu rezistența la rupere de 1450 N/mm²; 0.09÷0.095 unități fibre metalice lungi cu capete îndoite lungime 25mm, diametru 0.4mm, cu rezistența la rupere de 2200 N/mm²; 0.065 unități aditiv superplastifiant policarboxilic de generația a IV-a; 0.15÷0.17 unități apă.
2. Procedeul de realizare a betonului de ultra-înalta performanță, având compoziția de la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că**, materialele în stare uscată (excluzând fibrele de oțel) se amestecă într-un malaxor cu tiraj forțat (2 minute), apoi se adaugă apa împreună cu superplastifiantul și se amestecă 8 minute, se adaugă fibrele de oțel prin cernere, amestecându-se încă 2 minute apoi betonul se toarnă în cofraje unde se lasă 24 h acoperind partea betonului în contact cu atmosfera cu o substanță izolatoare sau cu o folie de polietilenă pentru prevenirea evaporării apei, iar după 24 h se decofrează și se introduce timp de 5 zile la tratament termic cu temperatura de 90°C și umiditatea relativă UR = 80-90%.