



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 01235**

(22) Data de depozit: **29.11.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.01.2015** BOPI nr. 1/2015

(41) Data publicării cererii:  
**28.06.2013** BOPI nr. 6/2013

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

(72) Inventatori:  
• **IOANI ADRIAN MIRCEA,  
STR.IOSIF VULCAN NR.14, AP.1,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**  
• **SZILAGYI HENRIETTE, STR.ARINILOR  
NR.11, AP.25, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**

• **MIRCEA CĂLIN RADU GRIGORE,  
STR.PROF.T.CIORTEA NR.7, AP.114,  
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

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

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**FR 2778654 A1; RO 125903 B1;  
RO a 2007 00339 A1**

(54) **BETON AUTOCOMPACTANT FĂRĂ ADAOSURI MINERALE**



# RO 128500 B1

1           Invenția se referă la o compoziție de beton autocompactant, fără adaosuri minerale, destinat industriei de prefabricate.

3           Acest tip de beton se poate utiliza în toate domeniile în care se folosește în mod tradițional betonul convențional (betonul pus în operă prin vibrare mecanică), adică la realizarea de elemente prefabricate/precomprimate, pentru construcții civile, industriale, agricole, poduri, viaducte, tuneluri, dar și la realizarea structurilor monolite, ca betonul marfă, produs în stații și livrat șantierelor de construcții. În plus, betonul autocompactant (BAC) s-a dovedit a fi o soluție viabilă și la lucrările de reparații și consolidări, lucrări unde soluția clasică de turnare și vibrare a betonului convențional nu putea fi aplicată.

11          Betonul autocompactant este un beton fluid, nesegregat, care, la turnare, se răspândește, umple cofrajul și înconjoară armăturile, fără aportul vreunui mijloc mecanic de compactare/vibrare, definiție dată de standardul ACI 237R-07/aprilie 2007, al Institutului American pentru Beton (ACI). Este realizat practic din aceleași materiale ca betonul convențional (ciment, adaosuri minerale, agregate, aditivi de tipul superplastifianților/intens reducători de apă) și numai în unele situații, este necesară și folosirea aditivilor modificatori de viscozitate (VMA). BAC a apărut întâi în Japonia, în anul 1988, cu scopul declarat de a realiza structuri durabile din beton, prin îmbunătățirea calității procesului de punere în operă, urmărindu-se, de fapt, asigurarea condițiilor necesare ca betonul să-și poată dezvolta proprietățile mecanice, independent de modul în care se face vibrarea (tip de vibrare, puncte de vibrare, timp de vibrare, frecvența, îndemânarea profesională și conștiinciozitatea membrilor echipei de vibrare (Tanaka s.a. 1993, Miura s.a., 1993, Okamura și Ozawa, 1994).

23          Ulterior, gama de betoane autocompactante s-a extins, acoperindu-se întreg domeniul: de la BAC cu rezistențe scăzute până la BAC de înaltă și ultraînaltă performanță (document **FR 2929270 A1**). Practic, BAC poate înlocui betonul convențional în toate domeniile, dar se dovedește singura opțiune tehnologică de realizare, atunci când este vorba de turnarea în secțiuni înguste sau de betonarea elementelor cu forme complicate, inclusiv, a zonelor puternic congestionate de prezența armăturilor (elemente prefabricate armate sau precomprimate, tronsoane pentru tuneluri, stâlpi tubulari, pile de pod, fundații masive, grinzi de pod, noduri de cadru etc). Statisticile arată că, în Japonia, în anul 2000, 55% din volumul de prefabricate era realizat cu BAC (Okamura 2003). În țările europene, producția de BAC a debutat în anul 1996 și a ajuns, în anul 2004, la volume impresionante: 30% din volumul de prefabricate în Danemarca, 50% în Suedia și 60% în Olanda era reprezentat de BAC (Pade Claus 2006). Și în SUA, volumul de prefabricate turnate cu BAC a crescut semnificativ, de la 135.000 mc, în anul 2000, la circa 1,8 milioane mc în 2003 (Daczo 2003). Această dezvoltare a avut la bază un volum important de cercetări, care s-a materializat prin norme de proiectare sau ghiduri de folosire cu caracter național sau internațional: EFNARC/2005: Ghidul european pentru beton autocompactant, prEN 206-9: 2007-03, ICAR 108-2F/2007, PCI-TR-6-03/2003, ACI 237R-07 și cel mai recent document, Raportul NCHRP 628: Betonul autocompactant pentru elemente prefabricate, precomprimate, pentru poduri (2009).

41          În România, BAC nu se folosește pe scară industrială, fiind realizate doar cercetări de laborator și un număr de elemente prototip (grinzi prefabricate din beton armat și beton precomprimat, grinzi de fundare, predale precomprimate, elemente de acoperiș etc.), ca urmare a unor proiecte de cercetare, ce au avut loc între anii 2004 și 2006 (proiect AMTRANS, desfășurat în colaborare de INCERC, Filiala Cluj-Napoca, U.T.C.N. și S.C. ASA CONS S.A. Turda) și între anii 2006 și 2009 (program CEEX coordonat de ICECON S.A., București). Până în prezent, la nivel național, nu s-au definitivat norme/instrucțiuni sau ghiduri de proiectare a BAC realizat cu materiale locale dar studii în acest sens sunt în desfășurare (2009).

# RO 128500 B1

Deși este realizat practic din aceleași componente ca și betonul compactat și trebuie să satisfacă aceleași cerințe în stare întărită, BAC se deosebește fundamental de betonul convențional prin proprietățile sale în stare proaspătă, caracteristicile sale reologice (de curgere) fiind date de: capacitatea de răspândire din tasare (SF); viscozitatea betonului la turnare, măsurată fie prin viteza de curgere (VF) prin pâlnia -V, fie prin timpul  $T_{500}$  (VS); abilitatea de trecere (PA) a amestecului prin secțiuni înguste și printre armături, determinată, în principal, prin testul cu cutia -L (PL) sau cu inelul -J; stabilitatea (rezistența la segregare) a amestecului (SR), cerință care asigură omogenitatea compoziției la transport, punere în operă și în faza următoare punerii în operă. Prin îndeplinirea simultană a acestor patru cerințe, un beton obișnuit/convențional devine autocompactant, adică poate fi pus în operă și se compactează fără a fi necesară vibrarea acestuia, cu toate avantajele de natură tehnică, tehnologică, economică, socială și de mediu, ce decurg din eliminarea acestui proces.

Cu referire la BAC destinat industriei de prefabricate, domeniu la care se referă invenția, ținând cont de natura elementelor (beton armat și beton precomprimat), de tipurile de elemente aflate în producția curentă și de caracteristicile acestora (secțiuni, dimensiuni, procente de armare longitudinală și transversală, armare locală, clase de rezistență și durabilitate specificate pentru elementele prefabricate etc), s-au stabilit următoarele cerințe specifice BAC, ce trebuie satisfăcute în stare proaspătă:

- clasa de răspândire din tasare: SF2, adică  $650 < SF < 750$  mm;
- clasa de viscozitate: VF2, adică  $9 < VF \leq 25$  sec;
- clasa de abilitate de trecere: PL2, adică  $PL \geq 0,80$ , pentru cutia cu 3 bare;
- clasa de rezistență la segregare: SR2, adică  $SR \leq 15\%$ .

Deoarece în unitățile de prefabricate din zona Transilvaniei, o pondere importantă din producția curentă, peste 20%, o reprezintă elementele prefabricate/precomprimate având clasa de rezistență C50/60, invenția se va referi la această clasă de beton, având specificate următoarele cerințe în stare întărită:

- beton de clasă de rezistență C50/60 cu valori-țintă pentru rezistențele la compresiune pe cuburi la 28 de zile  $f_{cm28} = 72$  N/mm<sup>2</sup> - ca încercare inițială - și  $65$  N/mm<sup>2</sup> - ca încercare pentru producția curentă; în plus, pentru ca operațiunile de decofrare/transfer să se efectueze în cel mai scurt interval în raport cu turnarea, betonul trebuie să dezvolte rezistențe inițiale cât mai mari, fiind specificate valorile-țintă pentru rezistențele la o zi  $f_{cm1} = 47...52$  N/mm<sup>2</sup>.

Toate normele sau ghidurile naționale sau internaționale, pentru proiectarea, producerea și folosirea BAC, enumerate anterior, prezintă domeniile tipice de variație (ca masă sau volum) ale principalilor constituenți ai BAC; subliniem faptul că aceste limite de variație nu sunt restrictive și că numeroase compoziții de succes au unul sau mai mulți constituenți în afara acestor domenii de variație.

În tabelul 1, sunt prezentate domeniile tipice de variație ale constituenților, după două norme cu largă aplicabilitate (europeană și americană).

Experiența acumulată, pe plan mondial, în ultimii 20 de ani, în producerea de compoziții performante de BAC, a evidențiat faptul că acest nou tip de beton are, în raport cu betonul convențional (vibrat), următoarele caracteristici (Raportul ICAR 108-2F/2007 și Domone 2006):

- un conținut mai redus de agregat grosier ( $V_{ag} = 280...300$  l/mc);
- un conținut de pastă mai mare ( $V_{pastă} = 300...420$  l/mc);
- un conținut de părți fine (pulberi  $\leq 0,125$  mm) mai mare, ( $V_{părți\ fine} = 445...605$  kg/mc);
- rapoarte apă/parte fină (pulbere) scăzute (0,26...0,48, în greutate);
- diametre maxime ale granulei agregatului mai mici (16...20 mm);
- dozaje mai mari de aditivi superplastifianți/intens reducători de apă;
- folosirea în unele cazuri și a aditivilor pentru reglarea viscozității (VMA).

# RO 128500 B1

Atât Ghidul European pentru BAC (EFNARC 2005), cât și celelalte norme (ACI 237R-07), arată că forma, unghiularitatea și textura suprafeței particulelor de agregat influențează semnificativ lucrabilitatea amestecului, prin faptul că volumul de goluri al agregatului compactat, dar și frecările la nivelul interparticulelor depind de acești parametri. În plus, standardul american referitor la BAC (ACI 237R-07, Cap. 4.5.) arată că: "Exemplele de compoziții de BAC din standard, compoziții care au fost folosite cu succes în proiecte de execuție, nu trebuie să fie copiate sau folosite în producerea de BAC pentru alte proiecte/lucrări, pentru că materialele locale au un efect considerabil în proiectarea unei compoziții de BAC, iar compozițiile proiectate trebuie testate la fața locului."

Tabelul 1

Constituent		EFNARC 2005	ACI 237R-07/2007
Conținut de pulbere (parte fină)	(kg/mc)	380 - 600	386 - 475*
Pastă	(litri)	300 - 380	340 - 400
Apă	(litri)	150 - 210	-
Agregat grosier:	(kg/mc)	750 - 1000	775- -890
	(litri)	270 - 360	280- 320
Agregate fine (nisip) (din greutatea totală a agregatelor)	(%)	48 - 55	-
Mortar (din volumul total al amestecului)	(%)	-	68 - 72
Raport apă/parte fină (pulbere)	(în volum)	0,8 - 1,1	-
Raport apă/materiale cimentoase	în greutate)	-	0,32- -0,45
Diametrul maxim al granulei de agregat	(mm)	12-20	12,5 -19

\*Valorile din tabel corespund unui amestec cu tasarea din răspândire cuprinsă între 550 și 600 mm; pentru a se obține valori ale tasării  $\geq 650$  mm, fără a se ajunge la segregare, se va spori atât conținutul de pulbere, cât și cel de apă, menținând însă relativ constant raportul apă/pulbere.

Brevetul **FR 2778654** se referă la un beton care conține ciment, praf de zgură, agent de expansiune, nisip de râu, pietriș, carbonat de calciu, superplastifiant, și betonul astfel obținut are proprietăți mecanice îmbunătățite.

Brevetul **RO 125903** se referă la o compoziție de beton, care este dată în procente masice de: 14.5...16.5% ciment, 5.5 ...7.5% apă de râu de munte, 0.5...1.03 amestec de polimeri, într-un raport 1:3.9...1:4.1 față de apă, cenușă de termocentrală, negru de fum, oxid de zinc și 75...80% agregate minerale; compoziția astfel obținută are rezistențe la compresiune de 5.8...15.8 Mpa.

Brevetul **CN 101428991 A** prezintă o compoziție de BAC destinat realizării unor construcții durabile din beton, acolo unde structura are o formă complicată sau are trasee curbe în care se toarnă betonul, cu spații înguste și cu multe unghiuri moarte. Compoziția conține: 350 kg de ciment, 100 kg de zgură măcinată, 40 kg de cenușă volantă (zburătoare), 80 kg de carbonat de calciu, 830 kg de nisip de râu, 790 kg de pietriș, 165 kg de apă și 27 kg de aditiv (eter de celuloză 12 kg și 15 kg de eter-policarboxilic). Dezavantajele compoziției constau în numărul mare de constituenți (patru) care compun partea fină a amestecului (ciment, zgură, cenușă, carbonat de calciu), ceea ce determină costuri sporite legate de achiziție, manipulare, depozitare și dozare în unitățile de prefabricate. În plus, cantitatea totală de parte fină este mult prea mare (peste 570 kg/mc), rezultând un volum mare de pastă (peste 390 l), volum care afectează defavorabil o serie de parametri importanți, ce intervin în proiectarea elementelor prefabricate/precomprimate, cum ar fi contracția și curgerea lentă, modulul de elasticitate (la transfer și lungă durată), nivelul pierderilor de tensiune etc.

# RO 128500 B1

Brevetul **WO 2007009408 A1** se referă la o mixtură pentru realizarea de BAC, cu ajutorul căruia se pot produce elemente din beton de calitate relativ înaltă (borduri, dale de pavaj), la un cost redus. Compoziția în acest caz are, pe lângă ciment, o cantitate de părți fine mult mai mare decât în cazul betonului convențional. Compoziția unui mc de beton este: ciment 339 kg (103 l), nisip fin (0...1 mm) 261 kg (99 l), nisip (0...2 mm) 669 kg (253 l), conținut de aer (111 l), aditivi (PCE) maximum 2,5% din greutatea cimentului (8,45 kg).

Dezavantajele compoziției constau în cantitatea redusă de ciment, ceea ce determină rezistențe scăzute (inițiale, și la 28 de zile), în raport cu cerințele clasei de rezistență C 50/60, specifică elementelor prefabricate, precomprimate, o cantitate exagerată și implicit costisitoare de parte fină (600 kg de ciment și nisip fin), cu consecințe nefavorabile asupra proprietăților în stare întărită, un raport de nisip/agregate de 0,4, neindicat în producerea BAC și aflat în afara domeniilor recomandate de norme (0,48-0,55/EFNARC 2005 și 0,46-0,50/NCHRP 628-2009).

Spre deosebire de compozițiile descrise anterior, invenția propusă se referă la un BAC la care conținutul de părți fine este reprezentat numai de un singur constituent (cimentul), iar cantitatea de parte fină este minimizată la numai 510 kg, în condițiile în care betonul rezultat are proprietăți reologice bune și satisface și cerințele de rezistență ale clasei C 50/60 (la o zi și la 28 de zile).

În România, este înregistrată o cerere pentru un brevet de invenție, în anul 2007, care se referă la: "Beton autocompactant și expandabil C 30/37", ce conține: agregate cu granulozitate prestabilită, filer de calcar, ciment, superplastifiant pe bază de eter policarboxilat și agent de expandare. Un dezavantaj al acestei compoziții, la care proporțiile între constituenți nu sunt precizate, este că se referă la un beton de clasă inferioară (C30/37) în raport cu cerințele de rezistență, specificate în obiectul brevetului.

În România, au fost experimentate, în laborator, la INCERC, Filiala Cluj-Napoca, în 2005, câteva compoziții de BAC de clasă C 50/60, realizat cu materiale locale, curent folosite în unitățile de prefabricate.

Compoziția cuprinde: ciment 450 kg, silice ultrafină 50 kg, filer de calcar 100 kg, nisip (0...3 mm) 619 kg, agregat grosier (3...7 mm) 318 kg, agregat grosier (7...16 mm) 616 kg, apă 200 l, aditiv 6 kg (Volumul Simpozionului Internațional "Zilele Academice Timișorene, mai 2005, ISBN 973-661-65-5, pag. 81). Compoziția are dezavantaje legate de folosirea unei cantități prea mari de parte fină (600 kg) și a unui volum de pastă prea mare ( $V_{\text{pastă}} = 415 \text{ l}$ ), cu consecințele defavorabile, arătate anterior. În plus, raportul între agregatul fin (nisip) și cantitatea totală de agregat ( $S/A = 616/1550 = 0,397$ ) este necorespunzător, deoarece conduce la un volum mare de goluri, pentru agregatul în stare îndesată și, în consecință, este în afara domeniului de variație, recomandat de norme: 0,48...0,55/ EFNARC 2005 (tabelul 1).

Spre deosebire de acest beton, compoziția propusă în invenție are numai 510 kg de parte fină, un volum de pastă de numai 380 l și, în consecință, este mai economică din punct de vedere al costurilor de producție, iar unele performanțe în stare întărită (cu referire la contracție, curgere lentă, modul de elasticitate etc.) sunt superioare.

Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția, constă în obținerea unui beton autocompactant, care conține agregate cu granulozitate diferită, pentru obținerea unor elemente prefabricate/precomprimate din beton, cu rezistență mecanică îmbunătățită și cu performanțe tehnice superioare.

Soluția tehnică, utilizată pentru atingerea acestui obiectiv, constă în adoptarea unui algoritm original de proiectare a amestecului, care se bazează pe următoarele principii:

- se maximizează volumul de agregate, în vederea obținerii unui volum minim de pastă;

# RO 128500 B1

1 - se selectează raportul optim nisip/agregat (S/A), care să conducă la un volum minim  
de goluri și la o densitate optimă a amestecului de agregate în stare îndesată; cercetările proprii,  
3 dar și rezultatele din literatură (Brouwers & Radix, Cement and Concrete Research 35, 2005,  
pp. 2116...2136), arată că, pentru amestecuri de nisip (0...4 mm) și agregat grosier, acest raport  
5 este cuprins între 0,56 și 0,60;

7 - se alege un diametru maxim al granulei, astfel încât să fie satisfăcute atât cerințele  
legate de abilitatea de trecere a amestecului (PL), care reclamă diametre cât mai mici, cât și  
9 cerința de a utiliza granule cu diametru cât mai mare, în vederea contracarării eficiente a ten-  
dinței de modificare a volumului pastei, datorită contracției (Neville 1996, Bonen și Shah 2004,  
Ozyidirim și Lane 2003); deoarece s-a lucrat cu sorturile aflate în uz curent în unitățile de prefa-  
11 bricate (0...4; 4...8; 8...16 mm), s-a adoptat  $D_{max} = 16$  mm și nu  $D_{max} = 8$  mm;

13 - se evaluează caracteristicile fiecărui sort de agregate, nu numai din punct de vedere  
al distribuției particulelor (analiza cu site), dar și din punct de vedere al formei, al unghiularității  
și al texturii granulelor, prin calcularea indexului  $R_{s-a} = 1...5$ , știind că un index  $R_{s-a}$  mare (de  
15 exemplu 5) determină un spor/supliment al volumului de pastă necesar declanșării curgerii  
amestecului;

17 - se stabilește proporția între sorturile de agregat, urmărind realizarea unei curbe  
granulometrice de tip continuu, care să fie menținută în "domeniul favorabil"; domeniul favorabil  
19 pentru BAC, având dimensiunea maximă a agregatelor de 16 mm, este dat în fig. 1, a fost  
stabilit de către autorii invenției și constituie una dintre revendicări;

21 - se reduce, cât mai mult posibil, conținutul de pulbere (părți fine  $\leq 0,125$  mm) și se folo-  
sesc cele mai mici rapoarte apă/pulbere, care se pot adopta în condițiile atingerii valorilor țintă  
23 atât pentru principalele proprietăți reologice, cât și pentru proprietățile în stare întărită  
(rezistențe la o zi și la 28 de zile);

25 - se verifică robustețea amestecului și, în special, sensibilitatea acestuia la variații ale  
cantității de apă; după EFNARC 2005, o compoziție bine proiectată trebuie să accepte  
27 schimbări ale cantității de apă, de 5...10 l, fără ca performanțele acestuia, în stare proaspătă,  
să impună schimbarea clasei sale (SF, VF, PL sau SR).

29 Soluția tehnică s-a concretizat prin proiectarea, testarea în laborator și optimizarea a 11  
compoziții, dintre care s-a selectat și constituie obiect al prezentei invenții, betonul  
31 autocompactant de clasă C 50/60, a cărui compoziție este dată în tabelul 2.

Tabelul 2

Material	Cantități pe mc
Ciment CEM I 52,5 R (kg)	510
Adaos mineral (kg)	-
Nisip de râu 0...4 mm (kg)	920
Agregat grosier (pietriș de râu) 4...8 mm (kg)	230
Agregat grosier (pietriș de râu) 8...16 mm (kg)	493
Aditiv : superplastifiant (1,1% din ciment) (kg)	5,61
Apă (l)	199

41 Betonul autocompactant, pe bază de ciment, agregate naturale, aditivi și apă, este  
43 constituit din 510 kg ciment Portland, 920 kg nisip cu dimensiunea particulei de până la 4 mm,  
230 kg agregat grosier cu dimensiunea particulei cuprinsă între 4 și 8 mm, 493 kg agregat  
45 natural de râu cu dimensiunea particulei cuprinsă între 8 și 16 mm, 5,61 kg aditiv superplas-  
tifiant policarboxilic și 199 kg de apă.

# RO 128500 B1

În laborator, prepararea amestecului de BAC s-a făcut cu un malaxor cu cădere liberă, cu capacitate de 50 l, folosind următoarea secvență de dozare: agregatele (toate sorturile) + 2/3 din cantitatea de apă se malaxează 2 min; se dozează adaosul (dacă este cazul) și cimentul cu malaxorul în funcțiune, timp de 30 sec; se adaugă restul de apă (1/3) în care s-a dispersat superplastifiantul în 30 sec; se malaxează 5 min; repaus 2 min; malaxare finală 2 min.

Pentru exploatarea/aplicarea industrială a invenției, nu sunt necesare dotări suplimentare în utilaje, nu sunt necesare schimbări în organizarea depozitelor de agregate și nu este necesară modificarea surselor de agregate sau schimbarea sorturilor în raport cu ciclul de fabricație existent sau folosit în mod curent pentru producerea industrială a betonului convențional în unitățile de prefabricate.

De asemenea, prevederile și procedurile impuse de Sistemul de Asigurare a Calității din fabricile de prefabricate nu trebuie înlocuite sau modificate. Introducerea în producția curentă a BAC este facilitată și, de aceea invenția are ca obiect un BAC destinat industriei de prefabricate, de următoarele aspecte: în fabricile de prefabricate, procesul de producție este atent și continuu controlat și variațiile de calitate sunt mai mici; calitatea superioară este și o consecință a faptului că prin structura producției, tipurile de elemente care se toarnă sunt relativ stabile, fără fluctuații mari; costurile de producție sunt mai ușor de urmărit, de controlat și de optimizat; experiența în utilizarea aditivilor este mai mare, iar rețetele cu rapoarte A/C (A/P) reduse sunt utilizate în mod frecvent și, în acest fel, procesul de trecere/implementare a BAC, în unitatea de prefabricate, este mai ușor de realizat.

Pentru că BAC este mai sensibil decât betonul convențional la variațiile proprietăților fizice ale constituenților și, în special, la modificările de umiditate, de formă, textură și de granulozitate ale agregatului (nisip și pietriș), verificarea acestor aspecte este necesar a fi făcută cu o frecvență mai mare. Practic, verificarea agregatelor se face zilnic, înainte de începerea procesului de producție. La fiecare aprovizionare/livrare de agregate, se va face și inspecția vizuală, pentru a evalua eventualele schimbări semnificative, în forma, unghiularitatea și textura particulelor, iar umiditatea agregatelor trebuie monitorizată continuu și determinată, cel puțin o dată pe zi, iar compoziția se va corecta în consecință (EFNARC 2005). În stațiile industrializate, ciclul dozare și mixare este similar cu cel adoptat pentru producerea betonului convențional, dar în unele cazuri, pentru producerea BAC, se impune un timp suplimentar de mixare, de 30...90 sec (ACI 237-R/2007).

Folosirea BAC, obiect al prezentei invenții, în locul betonului convențional, în unitățile de prefabricate, aduce avantaje tehnice, tehnologice, economice și sociale utilizatorului:

- se reduc manopera și echipamentul (dispozitive, utilaje) folosit în procesul de fabricație al elementelor prefabricate: nu este necesară vibrarea betonului, pentru a se asigura o compactare corectă a acestuia; se fac economii în ceea ce privește achiziționarea și întreținerea sistemelor de vibrare mecanică; operațiile de nivelare a suprafețelor după turnare sunt mult mai reduse, datorită caracteristicilor de autonivelare ale BAC;

- se îmbunătățesc proprietățile mecanice ale betonului, acestea fiind, în cazul BAC, independente de îndemânarea, profesionalismul sau motivația echipei de vibrare;

- crește productivitatea în fabrică, datorită ritmului mai rapid în care se face punerea în operă a betonului;

- se facilitează turnarea în secțiuni puternic armate sau în cofraje ce au forme complexe, rezultând o calitate superioară, omogenă, a betonului, în întreg elementul;

- se reduce numărul de puncte în care se face turnarea unui element prefabricat, iar poziția zonelor de turnare este mai flexibilă;

- se reduce zgomotul la locul de muncă, aspect critic în zonele urbane sau în cazul elementelor care impun vibrare puternică și de durată;

# RO 128500 B1

1 - scade riscul de accidentare (prin eliminarea procesului de vibrare), rezultând un mediu  
de lucru mai prietenos, mai sigur și fără poluare sonoră;

3 - în activitatea de proiectare a elementelor prefabricate, folosirea BAC, în locul betonului  
convențional, permite adoptarea altor detalii de armare, în care distanțele între bare pot fi  
5 micșorate, iar etrierii pot fi îndesiți, controlând-se, în acest fel, mai bine fisurarea;

7 - după decofrare, BAC prezintă suprafețe netede, de calitate superioară, fără alveole,  
bule de aer, goluri, margini rupte; manopera pentru operațiile de retușare a elementelor  
9 prefabricate scade cu 50% (S&G Prestress Plant, North Carolina), iar pe ansamblu, producătorii  
de prefabricate din SUA au înregistrat reduceri ale costului manoperei pentru retușarea  
imperfecțiunilor, de 25...75% (Mate 2004);

11 - datele statistice arată că, într-o fabrică de prefabricate din SUA, în procesul de execuție  
al grinzilor prefabricate, precomprimate, dublu T, s-a redus timpul convențional de turnare cu  
13 20%, iar manopera cerută de acest proces s-a micșorat cu 32% (Mate 2004); aceste economii  
au compensat faptul că BAC are un cost de producție mai mare cu aproximativ 8...12% față de  
15 betonul convențional, ca urmare a folosirii în rețete a unei cantități mai mari de ciment, pulberi  
(părți fine) și de aditivi.

17 Pe ansamblu, însă, rezultă economii importante, iar analiza costurilor postexecuție a  
unui obiectiv (viaductul Higashi-Oozu, Japonia), realizat din grinzi precomprimate din BAC, a  
19 evidențiat următoarele aspecte: costul materialelor a crescut cu 4%, manopera s-a diminuat cu  
33%, iar costul total a scăzut cu 7%, față de varianta în care s-ar fi utilizat soluția tehnică clasică  
21 (beton convențional).

23 Așa cum s-a precizat în secțiunea în care se expune invenția, un element cheie, în  
stabilirea proporțiilor între cele 3 sorturi de agregate de râu care se folosesc în mod curent în  
25 producția de betoane, îl constituie realizarea unei curbe granulometrice de tip continuu, care  
să fie plasată în "domeniul favorabil pentru BAC".

27 Acest domeniu, stabilit de autorii invenției, ține seama de particularitățile compoziției de  
BAC în raport cu compozițiile tradiționale (beton convențional) și include cele mai importante  
curbe granulometrice din literatură, curbe ce au fost folosite cu succes în compoziții de BAC:  
29 curba Fuller  $n=0,4$ ; curba modificată Andreasen & Andersen ( $D_{max} = 16 \text{ mm}$ ,  $q = 0,25$ ), curba  
Grace TB-1503, curba puterea 0,45 - recomandat din ICAR 108-1/2007. Astfel de curbe conduc  
31 la densități maxime ale agregatului în stare îndesată (fig. 1) și utilitatea folosirii acestora în  
proiectarea compozițiilor de BAC a fost testată cu succes de către autorii invenției, în peste 50  
33 de compoziții pentru diferite clase de rezistență C 30/37, C 40/50 și C 50/60. Domeniul favorabil  
pentru BAC, așa cum este acesta precizat în fig. 1, constituie una dintre revendicările solicitate  
35 prin invenția în cauză.

37 Cu privire la obiectul invenției (detalii, realizări concrete), se arată că, în vederea  
producerii unui beton de clasă de rezistență C 50/60, destinat realizării de elemente  
prefabricate/precomprimate în unitățile industriei de prefabricate, beton ce poate fi pus în operă  
39 și se compactează fără aportul vibrării mecanice, s-au elaborat și testat experimental compoziții  
care să satisfacă integral atât cerințele în stare proaspătă, specifice unui BAC (răspândire,  
41 viscozitate, capacitate de trecere, rezistența la segregare), cât și cele legate de proprietățile în  
stare întărită (rezistențe inițiale mari, rezistențe la 28 zile, corespunzătoare clasei specificate).  
43 În urma optimizării compozițiilor aferente acestei clase de rezistență, se recomandă exploatarea  
industrială a compoziției prezentate în tabelul 2, compoziție/amestec ce constituie obiectul  
45 acestei invenții. Prezentarea detaliată a constituenților amestecului din tabelul 2:

- ciment tip Portland - CEM I 52,5 R, produs de grupul LAFARGE Ciment (România);
- 47 - nu s-au folosit adaosuri minerale;



# RO 128500 B1

- agregatele utilizate sunt agregate naturale de râu (nisip și pietriș), furnizate în 3 sorturi (0...4, 4...8, 8...16 mm) de Balastiera Decea (Mureș) și sunt agregatele folosite în mod curent de către unitățile de prefabricate din zonă (de exemplu: S.C. ASA CONS S.A. Turda);

- aditivul folosit este un reducător intens de apă (HRWR), de tip policarboxilat și poate fi furnizat de firmele specializate: BASF Construction Chemicals, SIKA Corporation, W.R. Grace & Co. și Mapei; este de preferat produsul GLENIUM ACE 30 (BASF), care a condus la cele mai mici cantități necesare a fi utilizate în compoziție;

- nu a fost necesară folosirea aditivilor pentru modificarea viscozității (VMA).

Se prezintă, în continuare, performanțele/caracteristicile unui produs concret, realizat pe baza invenției propuse și încadrarea rezultatelor obținute în urma testelor, în valorile-țintă specificate:

1. Răspândirea din tasare (SF), determinată cu conul de formă tronconică (D = 200 mm, d = 100 mm, H = 300 mm).  
Rezultate: răspândire (SF).

Tabelul 3

Încercarea efectuată la timpul t, de la dozarea aditivului	t = 18 min	t = 30 min	t = 70 min
Răspândirea din tasare (mm)	745	770	700

Concluzia: compoziția satisface cerințele specificate, pentru că  $700 < SF=745 < 770$  mm.

2. Viscositatea amestecului, determinată prin testul cu pâlnia-V (VF) și prin măsurarea timpului  $T_{500}$  (VS).  
Rezultate: viscozitate (VF, VS).

Tabelul 4

Încercarea efectuată la timpul t, de la dozarea aditivului	t = 15 min	t = 30 min	t = 70 min
Timpul de curgere prin pâlnia -V (s)	11,5	-	-
$T_{500}$ (s)	3	3	5,6

Concluzia: compoziția satisface cerințele specificate, pentru că  $9 < VF = 11,5 < 25$  sec, respectiv  $VS = 3$  sec  $> 2$  sec.

3. Abilitatea de trecere (PA), determinată prin testul cu cutia-L (PL).  
Rezultate: abilitatea de trecere (PL).

Tabelul 5

Încercarea efectuată la timpul t, de la dozarea aditivului	t = 20 min
H1 (mm)	78
H2 (mm)	69
Raportul H2/H1	0,88

Concluzia: compoziția satisface cerințele specificate pentru clasa PL2, pentru că  $H2/H1 = 0,88 > 0,80$ .

4. Rezistența la segregare (SR), măsurată cu sita, ca procent de parte segregată.  
Rezultate: rezistența la segregare (SR).

Tabelul 6

Parte segregată	%	2,2
-----------------	---	-----

Concluzia: compoziția satisface cerințele specificate, corespunzătoare clasei SR2, pentru că partea segregată = 2,2%  $< 15\%$ .

# RO 128500 B1

1 5. Rezistența la compresiune, determinată pe cuburi cu latura de 150 mm, păstrate în  
condiții standard, ca medie a 3 încercări.

3 Rezultate: rezistența la compresiune ( $R_o$ ).

Tabelul 7

Vârsta de încercare	1 zi	7 zile	28 zile
Rezistența la compresiune medie ( $N/mm^2$ )	51,1	56,5	70,5

7  
9 Concluzii: compoziția are rezistențe inițiale mari și, în consecință, satisface cerințele  
specificate la o zi, pentru că  $f_{cm,i} = 51,1 N/mm^2 > 47 N/mm^2$ ;

11 - compoziția satisface cerințele de rezistență specificate, corespunzătoare clasei C  
50/60, pentru că  $f_{cm28} = 70,5 N/mm^2 > 65 N/mm^2$ .

13 În urma evaluării proprietăților în stare proaspătă și în stare întărită ale compoziției de  
beton, se concluzionează:

15 - compoziția are o răspândire din tasare foarte bună, fără halou de pastă;

17 - viscozitatea măsurată este mică;

19 - amestecul nu are tendință de segregare;

21 - caracteristicile de curgere sunt stabile și se mențin un interval de timp lung (o oră de  
la dozarea aditivului), ceea ce permite o flexibilitate mare, în procesul tehnologic de turnare în  
fabrică;

23 - amestecul este robust, la variații posibile de 5...8 l, ale cantității de apă;

25 - compoziția dezvoltă rezistențe inițiale mari, ceea ce permite scurtarea ciclurilor de  
producție, are rezistențe corespunzătoare clasei C50/60 și, în consecință, este recomandată  
pentru executarea elementelor prefabricate și precomprimate din beton;

27 - suprafețele după decofrare au o calitate superioară, operațiile de retușare ale elemen-  
tului prefabricat se reduc la minimum, iar costul de producție (material, manoperă, utilaj) al ele-  
mentului din BAC este inferior, în raport cu costul elementului executat din beton convențional  
(vibrat).

# RO 128500 B1

## Revendicări

- |   |             |
|---|-------------|
|   | 1           |
| 1. Beton autocompactant, pe bază de ciment, agregate naturale, aditivi și apă, <b>caracterizat prin aceea că</b> este constituit din 510 kg ciment Portland, 920 kg nisip cu dimensiunea particulei de până la 4 mm, 230 kg agregat grosier cu dimensiunea particulei cuprinsă între 4 și 8 mm, 493 kg agregat natural de râu cu dimensiunea particulei cuprinsă între 8 și 16 mm, 5,61 kg aditiv superplastifiant policarboxilic și 199 kg de apă.                 | 3<br>5<br>7 |
| 2. Beton autocompactant, conform revendicării 1, <b>caracterizat prin aceea că</b> are un conținut redus de parte fină, sub 540 kg/mc, de pastă, sub 380 l/mc și de aditivi, sub 6 kg/mc.   | 9           |
| 3. Beton autocompactant, conform revendicării 1, <b>caracterizat prin aceea că</b> agregatele naturale de râu utilizate, cu o dimensiune maximă a granulei de 16 mm, au o compoziție constituită din: 4...8% fracția care a trecut prin sita de 0,125 mm, 10...18% fracția care a trecut prin sita de 0,50 mm, 16...25% fracția care a trecut prin sita de 4 mm, 50...60% fracția care a trecut prin sita de 8 mm și 100% fracția care a trecut prin sita de 16 mm. | 11<br>13    |

