

Raport de Cercetare

Grant CNCISIS: UTILIZAREA CENUȘII DE TERMOCENTRALĂ LA PRODUCEREA DE MATERIALE DE CONSTRUCȚII EFICIENTE ȘI ÎN INFRASTRUCTURA DRUMURILOR

Autor: As. Dr. Ing. Badea Cătălin (director proiect)

Universitatea: "Politehnica" din Timișoara

1. INTRODUCERE

Dezvoltarea industriei din ultimul secol, în special al industriei prelucrătoare, a creat pe lângă problema asigurării materiilor prime în volume din ce în ce mai mari și pe cea a deșeurilor industriale rezultate în procesele de producție care au ajuns în cantități impresionante. Aproape toate procesele industriale au ca și produs secundar deșeurile. Reintroducerea în circuitul economic în toate sectoarele acestuia și în special în sfera construcțiilor, a deșeurilor, produselor secundare și a materialelor refolosibile de la exploatarea de materii prime și din procesele tehnologice de prelucrare a acestora, este una din problemele ce preocupă omenirea și pentru care în toate țările lumii și în special în țările puternic dezvoltate industrial se depun însemnate eforturi umane și materiale în vederea găsirii soluțiilor cele mai eficiente. Problema valorificării acestor deșeurii este abordată în prezent sub multiple aspecte cum ar fi cele tehnico-economice și în speciale ecologice. Distribuția principalelor categorii de deșeurii industriale, pe anul 1999, constă într-un procent însemnat de 57% (6,4 milioane tone) reprezentat de cenușa și zgura de termocentrală.

2. DETERMINĂRI FIZICO-CHIMICE PE CENUȘĂ DE ELECTROFILTRU

În tabelul 1 se prezintă analiza chimică a cenușilor de la unele CTE din România iar în tabelul 2 se prezintă densitățile și suprafața specifică la aceleași cenuși de termocentrală; datele sunt obținute din studiu bibliografic și din determinări proprii ale colectivului de cercetare.

Tabelul 1

Proveniența cenușii C.T.E.	Compoziția chimică (valori medii), %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO
Timișoara	49,07	25,52	-	1,15	-	0,26	1,90	1,01
Timișoara *	43,51	28,10	9,28	12,85	-	-	-	2,26
Arad	51,30	19,20	-	4,25	-	0,45	1,57	1,91
Deva	47,33	24,34	-	5,85	2,75	0,58	1,97	2,73
Craiova	49,20	22,80	7,82	8,80	1,44	0,51	1,70	2,41

* = Determinări în anul 2002 realizate de colectivul de cercetare.

Tabelul 2

Proveniența cenușii C.T.E.	Caracteristici fizice (valori medii), %			
	Densitatea reală [kg/m ³]	Densitatea în stare afânată [kg/m ³]	Densitatea în stare îndesată [kg/m ³]	Suprafața specifică [cm ² /g]
Timișoara*	2333	566	775	3800
Arad	2378	1042	1321	2238
Deva	2280	579	832	2649
Craiova	2370	617	822	1224

* = Determinări în anul 2002 realizate de colectivul de cercetare.

Se constată că și pentru cenușile din țara noastră componenții predominanți sunt: SiO₂, Al₂O₃ și Fe₂O₃ suma lor fiind de 80,89% ceea ce depășește 70 %, fapt ce atestă posibilitatea de formare a fazelor vitroase, precum și a silicaților, aluminaților de Ca etc, cu implicații favorabile asupra capacității hidraulice.

Clasificarea cenușii după raportul SiO₂ și Al₂O₃:

$$\frac{\%SiO_2}{\%Al_2O_3} = \frac{43,51\%}{28,10\%} = 1,548 < 2$$

$$\%CaO = 12,85 < 15$$

Cenușa studiată se încadrează în clasa cenușilor alumino - silicioase ca majoritatea cenușilor din țara noastră.

Clasificarea cenușii după *indicele de bazicitate* I_B, exprimat prin raportul oxizii bazici și cei acizi are valoarea:

$$I_B = \frac{\%CaO + \%MgO + \%KO + \%Ha_2O}{\%SiO_2 + \%Al_2O_3} = \frac{12,85 + 2,66 + 0 + 0}{43,51 + 28,10} = \frac{15,11}{71,61} = 0,21 < 1 \text{ ceea ce corespunde}$$

cenușilor alumino-silicioase.

3. PROGRAM EXPERIENTAL

3.1. Introducere

Cercetările experimentale desfășurate în 2002 și 2003 privind utilizarea cenușii de termocentrală s-au concentrat asupra următoarelor aspecte :

- determinări de laborator privind:
- stabilirea compozițiilor optime;

- realizare probe;
- rezistențe mecanice;
- rezistența la îngheț-dezghet;
- uzura;
- contracția;

• studiu economic informativ.

S-a utilizat cenușă de electrofiltru de la CET Timișoara.

Nisipul, cenușa de termocentrală, varul și cimentul s-au amestecat manual. Amestecarea a fost mecanizată (2 minute viteză lentă și 1 minut viteză rapidă). Superplastifiantul s-a introdus în apa de amestecare sau la final în amestecul umed.

S-a folosit nisip de râu sortul 0-3.

Păstrarea epruvetelor până la data încercării s-a făcut în cutia cu aer umed.

3.2. Materiale realizate din PASTE

Cimentul folosit a fost de tipul CEM I 42,5R.

Superplastifiantul a fost din ultima generație, de tipul NF 40, realizat cu policarboxilat-eter.

În tabelul 3 se prezintă compozițiile pastelor studiate.

Tabelul 3

Compoziții de paste

COD	Apa [%]	Var [%]	Ciment [%]	Cenușă [%]	
				de electrofiltru	de haldă
Seria 1: S1	22,3	5,8	3,9	38	30
Seria 2: S2	21,4	3,8	2,6	25,4	46,8
Seria 3: L15C10	35,4	9,7	6,5	48,4	-
Seria 4: L15C10 - Sp	28,6	10,7	7,2	53,5	-
Notă: Superplastifiantul = 0,5% din masa lianților clasici: var + ciment					

În tabelul 4 sunt prezentate proprietățile fizice și mecanice ale pastelor întărite.

Tabelul 4

Proprietăți fizico-mecanice

Nr. Crt.	Cod	Densitatea aparentă ρ_a , [kg/m ³]		Rezistența la întindere R_i , [N/mm ²]		Rezistența la compresiune R_c , [N/mm ²]	
		7 zile	28 zile	7 zile	28 zile	7 zile	28 zile
1	Seria 1: S1	1665	1365	2,41	2,34	7,96	11,87
2	Seria 2: S2	1642	1294	1,17	1,94	3,71	4,74
3	Seria 3: L15C10	1544	1210	2,55	2,01	6,90	14,81
4	Seria 4: L15C10 - Sp	1549	1417	3,42	2,22	13,60	25,50

Concluzii:

Prin introducerea superplastifiantului pentru realizarea unei lucrabilități corespunzătoare, s-a redus cantitatea de apă de amestecare astfel că în amestecul final cantitățile de lianți cresc. Efectul cumulativ al creșterii cantității de liant cât și cel produs de aditiv a dus la următoarele creșteri la 28 zile la seria 4 față de Seria 3: pentru rezistența la compresiune cu 72,1% și pentru rezistența la întindere din încovoiere cu 10,4%. Valoarea rezistenței la întindere înregistrată la 28 zile față de cea de la 7 zile are o scădere de 35,1% pentru seria 4 și de 21,1% pentru seria 3. Acest lucru se explică prin diferența mare a activității hidraulice a lianților clasici (în special cimentul fiind cu întărire rapidă) față de cea a cenușei de termocentrală prezentă în cantitate mare; în final rezultă contracții diferite care afectează rezistența produsului.

La seriile 1 și 2 s-a folosit și cenușă de haldă. S-au obținut rezistențe la compresiune mai mari de 2 N/mm^2 , seria 1 având o valoare ce ajunge până la $11,87 \text{ N/mm}^2$.

Densitățile aparente ale celor 4 serii de paste se situează între $1200\text{-}1420 \text{ kg/m}^3$ încadrând materialele în categoria mortarelor ușoare.

3.3. Mortare

3.3.1. Mortare cu sticlă solubilă

S-au stabilit și realizat rețete utilizând caracteristicile prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5

Compoziții mortare cu sticlă solubilă

Grupul	COD	Apa [%]	Var [%]	Ciment [%]	Cenușă [%]	Nisip [%]	Sticlă solubilă [%]	Activator [%]
G1	L10 C10	9,09	4,4	4,4	35,29	36,36	9,09	1,37
	L20 C10	9,09	8,8	4,4	30,89	36,36	9,09	1,37
	L20 C5	9,09	8,8	2,2	33,09	36,36	9,09	1,37
G2	L10 C10	13	4,22	4,22	33,76	36,36	9,09	1,37
	L20 C10	13	8,44	4,22	29,54	36,36	9,09	1,37
	L20 C5	13	8,44	2,11	31,65	36,36	9,09	1,37
G3	L10 C10	20	3,88	3,88	31,04	32	8	1,2
	L20 C10	20	7,76	3,88	27,16	32	8	1,2
	L20 C5	20	7,76	1,94	29,1	32	8	1,2
G4	L10 C10	20	4,34	4,34	34,72	32	4	0,6
	L20 C10	20	8,68	4,34	30,38	32	4	0,6
	L20 C5	20	8,68	2,17	32,55	32	4	0,6

Nota: la realizarea probelor din grupurile G3 și G4 s-a adăugat aditiv

Sticla solubilă și întăritorul s-au amestecat odată cu apa după care s-a introdus amestecul uscat.

La prepararea probelor s-a utilizat sticlă solubilă cu scopul de mărire în primele zile a rezistențelor mecanice.

Superplastifiantul folosit a fost de 0,24% din masa amestecului total.

Epruvetele de formă prismatică au avut dimensiunile de 40x40x160 mm iar cele de formă cilindrică h=7,50 cm și d=5,05 cm.

Epruvetele cilindrice s-au realizat prin presare. Presiunea de formare s-a aplicat după următorul program: timp de 1 minut s-a crescut uniform presiunea de compactare până la valoarea finală (5 N/mm² sau 20 N/mm²) și 2 minute s-a menținut constantă această presiune.

Epruvetele prismatice s-au compactat prin aplicarea de 20+20 șocuri mecanice.

Cimentul folosit a fost de tipul CEM II/A-S32,5R.

Sticla solubilă a fost de 5 % sau 10 % din masa liantului.

Activatorul sticlei solubile a fost Hexafluorosilicatul de sodiu reprezentând 15% din masa sticlei solubile.

S-au determinat densitatea aparentă și rezistența la compresiune. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 6 și 7 și în figurile 3.1 ... 3.6.

În fig. 3.1 s-a prezentat corelația rezistență la compresiune-vârsta la încercare, pentru epruvetele cilindrice, în funcție de mai mulți parametri: presiunea de formare, cantitatea de apă de amestecare și proporțiile diferite de var și ciment folosite.

În fig. 3.2 și fig. 3.3 se redă variația rezistenței la compresiune în funcție de cantitatea de var respectiv ciment folosite.

În fig. 3.4, 3.5 și 3.6 sunt prezentate, pentru epruvetele de formă prismatică, aceleași corelații ca și la epruvetele cilindrice. Parametrii luați în considerare la aceste tipuri de epruvete au fost: cantitatea de sticlă solubilă (5% și 10%) și proporțiile diferite de var (10% și 20%) și ciment (5% și 10%) utilizate.

Tabelul 6

Determinarea caracteristicilor fizico-mecanice pe epruvete cilindrice

Grupul	Cod	ρ_a , [kg/m ³]	R_c , [N/mm ²]		Obs.
			7 zile	28 zile	
G 1	Seria 1 L10C10	1720	2,48	2,74	Apa=10% Presiunea= 20 N/mm ²
	Seria 2 L20C10	1738	8,68	14,81	
	Seria 3 L20C5	1756	*	8,16	
G 2	Seria 4 L10C10	1695	1,14	1,33	Apa=15% Presiunea= 5 N/mm ²
	Seria 5 L20C10	1661	1,32	3,15	
	Seria 6 L20C5	1659	1,68	2,66	
Notă: densitatea aparentă s-a determinat la 28 zile; * nu s-a determinat.					

Determinarea caracteristicilor fizico-mecanice pe epruvete prismatice

Grupul	Cod	ρ_a , [kg/m ³]	R_c , [N/mm ²]		Obs.
			14 zile	28 zile	
G 3	Seria 7 L10C10	1664	6,71	11,37	Sticla solubilă=5%
	Seria 8 L20C10	1737	13,78	16,52	
	Seria 9 L20C5	1649	10,76	12,26	
G 4	Seria 10 L10C10	1754	0,66	1,06	Sticla solubilă=10%
	Seria 11 L20C10	1734	10,64	11,11	
	Seria 12 L20C5	1715	4,19	5,52	
Notă: densitatea aparentă s-a determinat la 28 zile.					

Concluzii privind caracteristicile obținute la 28 zile.

Pentru probele realizate cu presiune de compactare:

a) Seriile din grupul G1

- la procent constant de ciment, creșterea varului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 440%;

- la procent constant de var, creșterea cimentului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 81,5%;

b) Seriile din grupul G2

- la procent constant de ciment, creșterea varului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 136%;

- la procent constant de var, creșterea cimentului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 100%;

c) cea mai mare valoare a rezistenței la compresiune a fost de 14,81 N/mm² și s-a înregistrat pentru seria 2.

Pentru probele realizate prin compactare cu șocuri mecanice:

a) Seriile din grupul G3

- la procent constant de ciment, creșterea varului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 45,2%;

- la procent constant de var, creșterea cimentului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 34,7%;

b) Seriile din grupul G4

- la procent constant de var, creșterea cimentului cu 100% a dus la mărirea rezistenței la compresiune cu 101%;

c) cea mai mare valoare a rezistenței la compresiune a fost de 16,52 N/mm² și s-a înregistrat pentru seria 8.

Prin reducerea cu 50% a procentului de sticlă solubilă s-a obținut o creștere a rezistenței la compresiune la 28 zile cuprinsă între 48,6% și 200%.

Densitatea aparentă, la 28 zile, este de circa 1700 kg/m³, mai mare fiind pentru epruvetele cilindrice presate, rezultând că materialul se încadrează în categoria mortarelor semigrele.

3.3.2. Mortare fără sticlă solubilă

3.3.2.1. Caracteristici fizico-mecanice

Cimentul folosit a fost de tipul CEM I 42,5R.

S-au stabilit și realizat rețete utilizând caracteristicile prezentate în tabelul 8.

S-a eliminat din compoziția probelor sticla solubilă.

Tabelul 8

Compoziții mortare fără sticlă solubilă

Grupul	COD	Apa [%]	Var [%]	Ciment [%]	Cenușă [%]	Nisip [%]		Sp. [g]
G 1	Seria 1 L10 C10	20	4,77	4,77	38,19	32		0,24
	Seria 2 L20 C10	20	9,55	4,77	35,16	32		0,24
	Seria 3 L25 C10	20	11,94	4,77	31,03	32		0,24
	Seria 4 L20 C5	20	9,55	2,39	35,81	32		0,24
G 2	Seria 5 L10 C10	15	3,4	3,4	27,2	51		0,17
	Seria 6 L20 C10	15	6,8	3,4	23,8	51		0,17
	Seria 7 L20 C5	15	6,8	1,7	25,5	51		0,17
G 3	Seria 8 L20 C5	15	6,8	1,7	25,5	32	19*	0,17
	Seria 9 L10 C10	15	3,4	3,4	27,2	32	19*	0,17
	Seria 10 L20 C10	15	6,8	3,4	23,8	32	19*	0,17

Note: Sp.= superplastifiant NF 40
*=nisip sort 3-7

Epruvete cilindrice

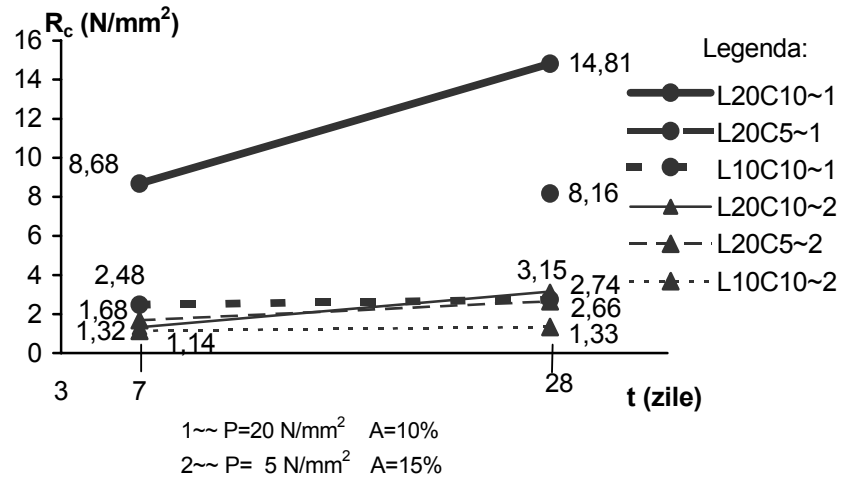


Fig. 3.1

L...C10

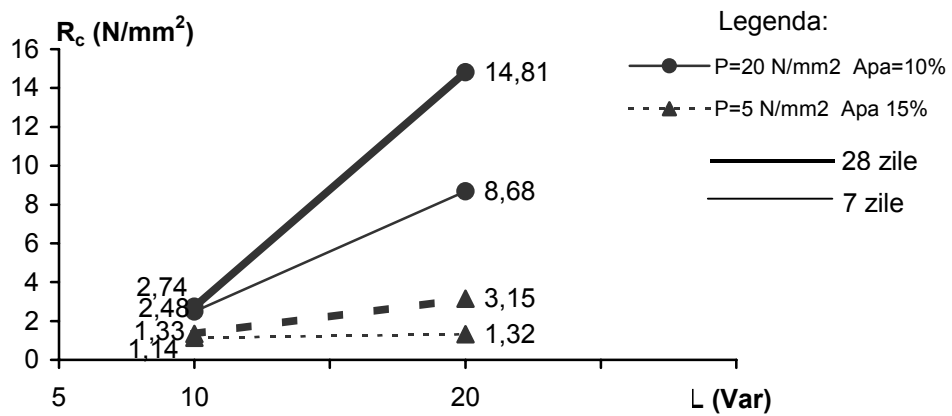


Fig. 3.2

L20C...

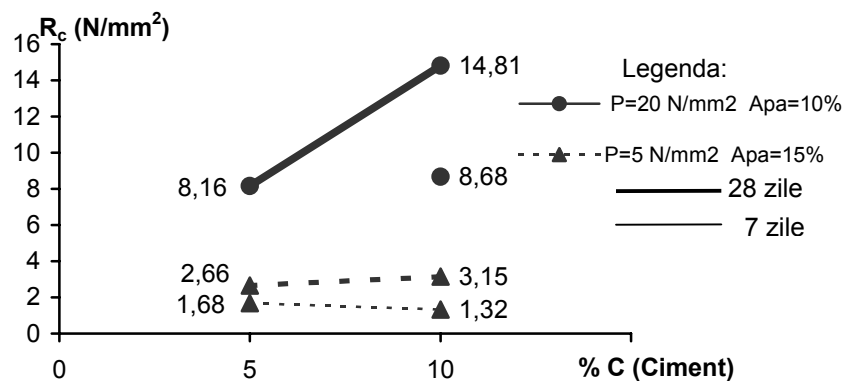


Fig. 3.3

Epruvete prismatice

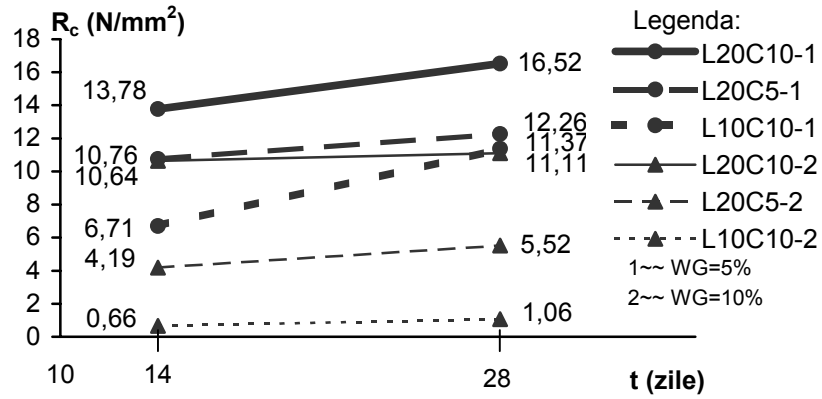


Fig. 3.4

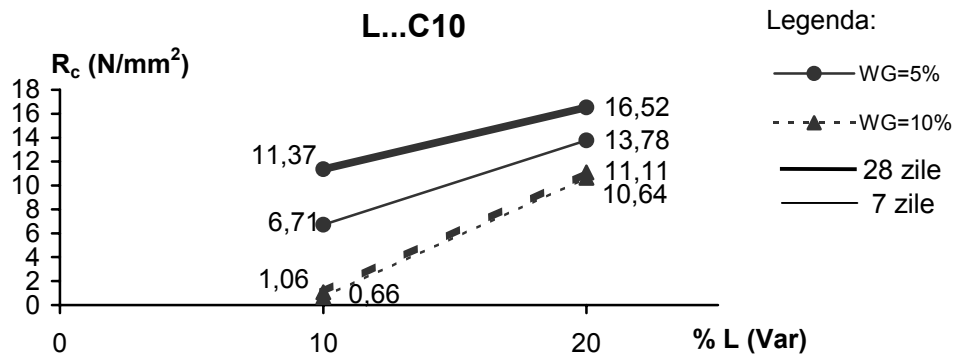


Fig. 3.5

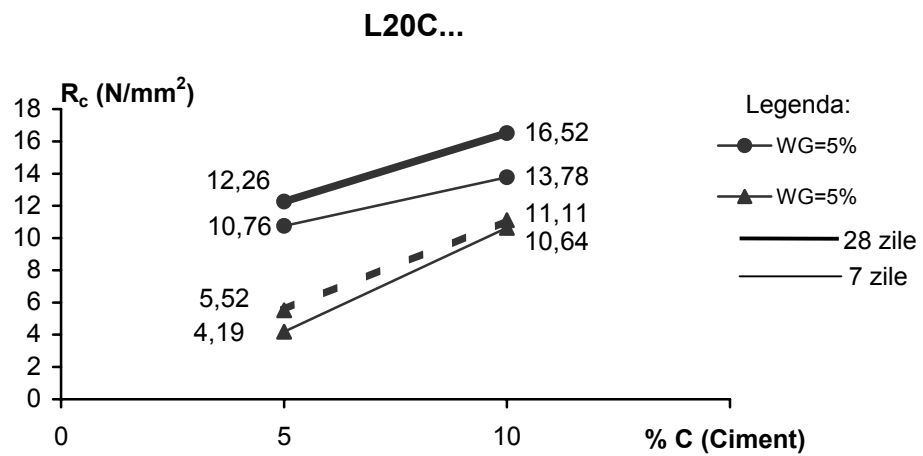


Fig. 3.6

Proprietățile fizico-mecanice ale acestor serii sunt prezentate în tabelul 9 și în figurile 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12 și 3.13.

S-au obținut valori mari ale rezistențelor la compresiune cuprinse între 19,01-32,56 N/mm² cele mai mari valori obținându-se pentru seria 2 L20 C10.

Studiind seriile din grupul G1 se evidențiază următoarele aspecte, privind rezultatele obținute la 28 zile:

- pentru o valoare constantă a dozajului de ciment, creșterea cantității de var cu 100% a dus la o creștere a rezistențelor la compresiune cu numai 7,5% (seria 1 și seria 2), iar o creștere de 150% (seria 1 și seria 3) a generat o păstrare constantă a rezistenței la compresiune, acest fapt datorându-se cantității excedentare de apă rezultată prin înlocuirea cenușii cu 15% var;

- pentru o valoare constantă de var, dublarea cantității de ciment (seria 2 și seria 4) a dus la o creștere a rezistenței la compresiune de 12,6%;

- cea mai mare valoare a rezistenței la întindere s-a înregistrat pentru seria 1 realizată cu cel mai mic procent de liant clasic (var și ciment), acest fapt datorându-se vitezei de întărire diferite dintre lianții folosiți (cenușa de termocentrală are o viteză lentă de întărire) producând o contracție mărită în matrice;

- valorile densităților aparente încadrează materialele în categoria mortarelor semigrele.

Tabelul 9

Proprietăți fizice și mecanice

Grupul	Cod	Densitatea aparentă $\rho_a, [kg/m^3]$		Rezistența la întindere $R_t, [N/mm^2]$		Rezistența la compresiune $R_c, [N/mm^2]$	
		7 zile	28 zile	7 zile	28 zile	7 zile	28 zile
G 1	Seria 1 L10 C10	1855	1762	4,417	2,765	19,76	30,01
	Seria 2 L20 C10	1853	1773	4,066	2,507	19,28	32,56
	Seria 3 L25 C10	1840	1790	3,632	1,968	17,07	30,01
	Seria 4 L20 C5	1813	1766	3,609	1,875	15,75	28,91
G 2	Seria 5 L10 C10	2017	1987	4,358	3,515	16,44	24,26
	Seria 6 L20 C10	1989	1896	3,691	3,210	14,51	27,29
	Seria 7 L20 C5	1965	1940	3,058	3,398	12,63	24,93
G 3	Seria 8 L10C10	1923	1822	2,90	2,92	11,80	19,01
	Seria 9 L20C10	1920	1805	2,35	2,57	11,85	22,75
	Seria 10 L10C20	1906	1820	3,27	3,04	15,66	27,83

Pentru materialele din grupul G2 s-a scăzut cantitatea de apă de amestecare de la 20 la 15 și s-a mărit cantitatea de nisip cu 60% față de grupul G1, astfel că în materialul final lianții folosiți au fost în cantități mai mici (au înregistrat o scădere de 40%).

În urma rezultatelor obținute la 28 zile pe seriile din grupul G2 putem concludiona:

- păstrând constantă cantitatea de ciment, creșterea varului cu 100% (seria 5 și seria 6) a produs o creștere de 12,5% a rezistenței la compresiune;
- la o cantitate de var constantă (seria 6 și seria 7), o creștere a cimentului cu 100% a dus la o mărire a rezistenței la compresiune de 9,5%;
- valorile rezistenței la întindere au crescut față de seriile din grupa G1, datorită micșorării cantității de cenușă + liant clasic și mărirea cantității de nisip rezultând contracții diminuate ale matricei;
- referindu-ne la densitatea aparentă, materialele se pot încadra în categoria mortarelor grele.

În compoziția grupului de materiale G3 s-a modificat compoziția granulometrică a agregatului față de grupul G2: s-a folosit aceeași cantitate de nisip sortul 0-3 ca și la grupul G1 iar sporul de 60% s-a realizat cu nisip sort 3-7, cu scopul de a îmbunătăți caracteristicile mecanice.

Studiind datele obținute la 28 zile și prezentate în tabelul 9 se poate observa:

- cea mai mare valoare a rezistenței la compresiune de 27,83 N/mm² s-a obținut pentru seria 10 care are o cantitate de ciment sporit;
- prin păstrarea constantă a cantității de var, creșterea cimentului cu 100% (seria 8 și seria 10) rezistența la compresiune crește cu 46,3%;
- prin mărirea cantității de var cu 100% (seria 8 și 9) iar cimentul a rămas constant s-a realizat o creștere a rezistenței la compresiune cu 19,6%;
- prin introducerea sortului 3-7 de nisip pentru seriile 8 și 9, rezistența la întindere nu mai scade de la 7 la 28 zile.

Pentru seriile 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 și 10 rezistența la întindere la 7 zile scade până la vârsta de 28 zile datorită vitezei de întărire diferite pentru lianții folosiți, producând contracții mari ale matricei, reducându-se domeniile de utilizare ale acestora.

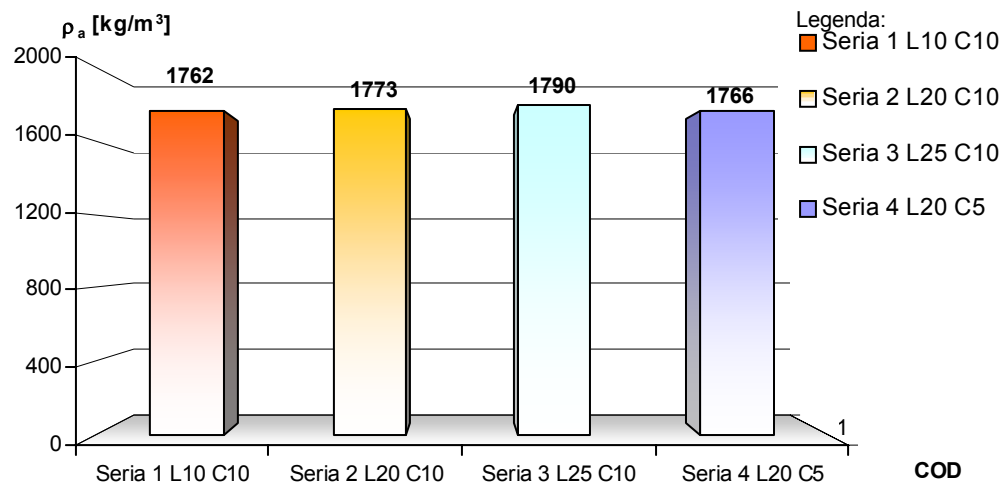


Figura 3.8. Densitatea aparentă la 28 zile

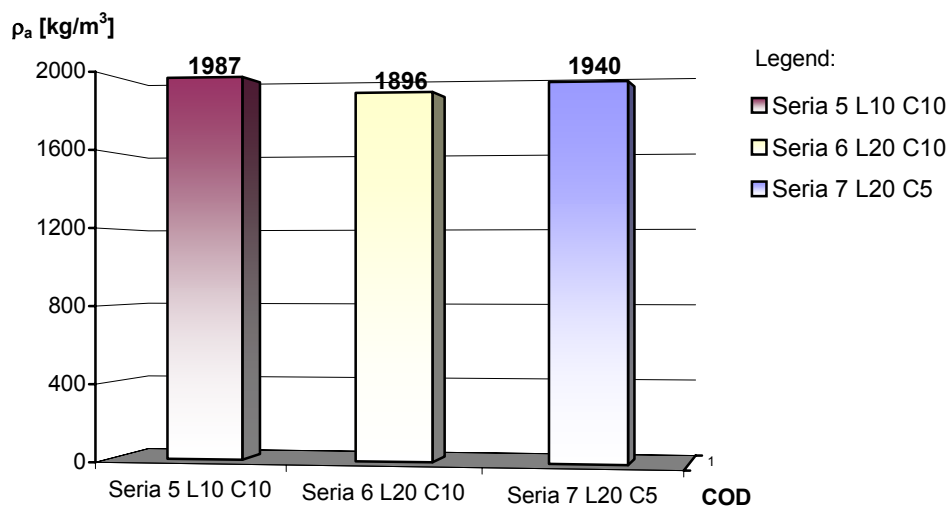


Figura 3.9. Densitatea aparentă la 28 zile

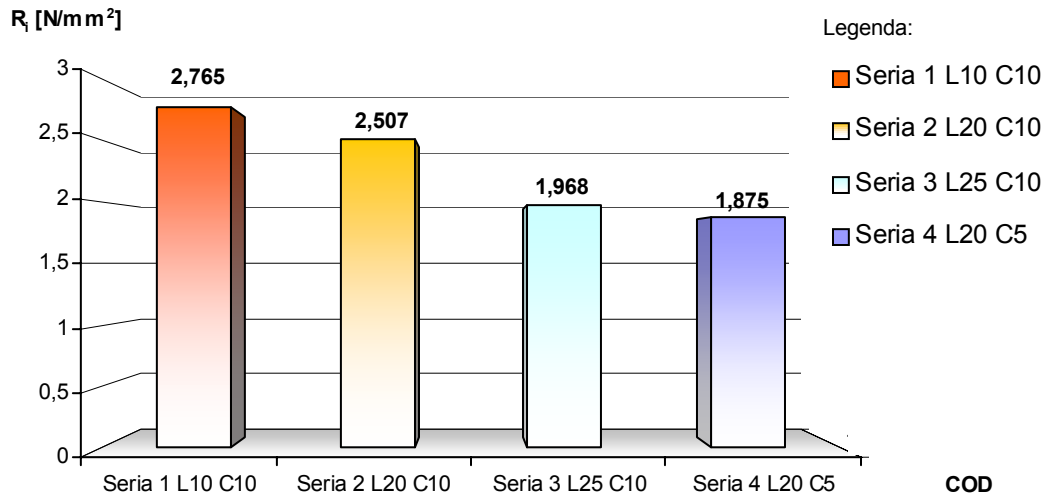


Figura 3.10. Rezistența la întindere la 28 zile

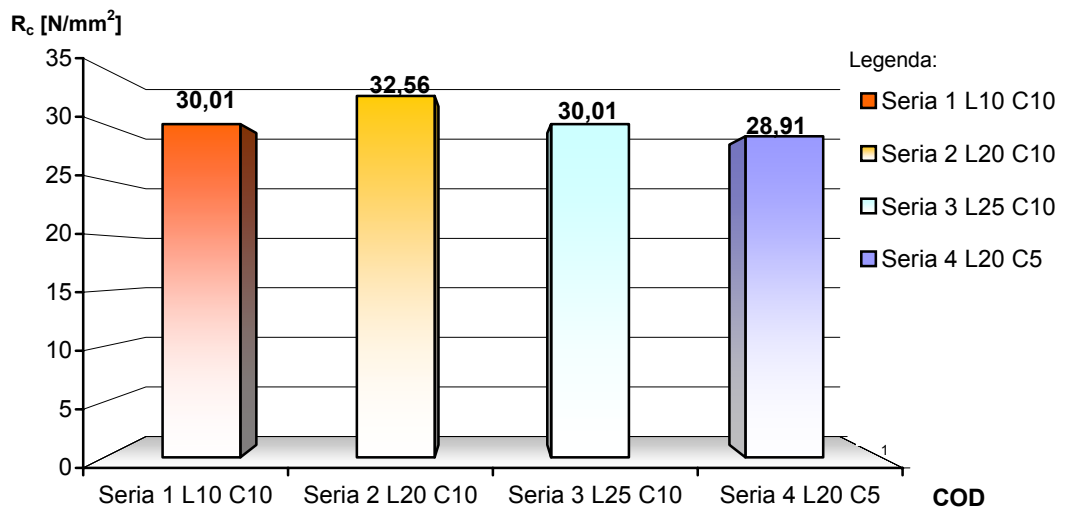


Figura 3.11. Rezistența la compresiune la 28 zile

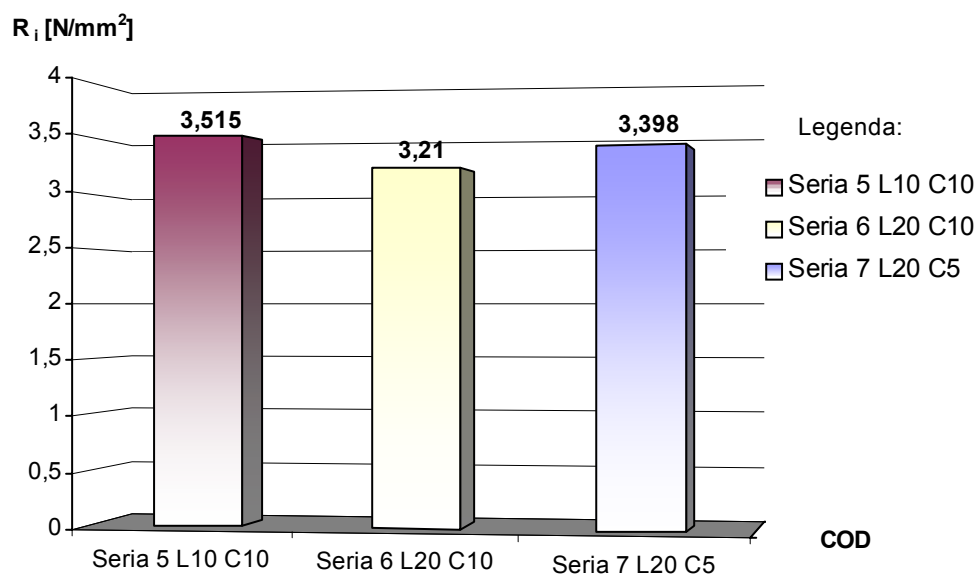


Figura 3.12. Rezistența la întindere la 28 zile

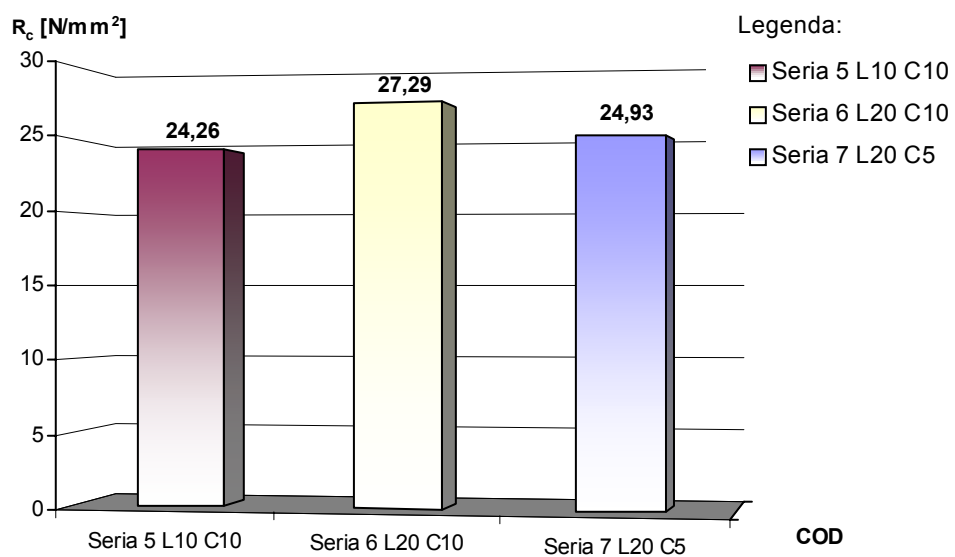


Figura 3.13. Rezistența la compresiune la 28 zile

3.3.2.2. Rezistența la îngheț-dezgheț

Rezistența la îngheț-dezgheț s-a stabilit în concordanță cu STAS 3518-89.

S-au introdus la îngheț-dezgheț mortarele cu codurile:

Tabelul 10

Codarea seriilor supuse la îngheț-dezgheț

Apă =20% Sp.= 2,4%		Apă =15% Sp.= 1,7%	
Seria1: L10 C10; Seria2: L20 C10; Seria5: L10 C20	Aditiv=NF 40	Seria3: L10 C10; Seria4: L20 C10; Seria6: L10 C20;	Aditiv=NF 40
Seria7: L10 C10	Aditiv=Plaston 1	Seria8: L10 C10	Aditiv=Plaston 1

Seriile 5, 6, 7, și 8 sunt noi introduse în cercetare, seriile 1, 2, 3 și 4 au echivalent în tabelele 8 și 9.

Probele au avut formă prismatică de 40x40x160 mm.

Plaston 1 este un plastifiant pentru realizarea pavelor din beton.

Astfel, după 25 cicluri de îngheț-dezgheț, pentru toate seriile nu s-au înregistrat pierderi de masă și modificări de aspect.

În conformitate cu STAS 1137-68 materialele cercetate se pot utiliza la realizarea de plăci pentru pavaje.

În fotografiile prezentate în figura 3.14 se prezintă starea unor probe la finalul ciclurilor de îngheț-dezgheț.

3.3.2.3. Uzura

S-au utilizat probe de formă cubică în conformitate cu STAS 6200/9-92, confecționate din mortare fără sticlă solubilă din Seria 1 L10 C10 (vezi tabelul 8).

Uzura materialului exprimată prin reducerea grosimii a fost de 4,8 mm mai mare de 1,3 mm admisă de STAS 1137-68 pentru elemente de pavaj, ceea ce impune ajustarea compoziției sau folosirea acestora în zone fără trafic intens.



după 40 cicluri



după 50 cicluri

Figura 3.14

3.3.2.4. Con trac ția

Fenomenul de contrac ție a fost studiat cu ajutorul dispozitivului din figura 3.15.

Pentru probele Seria 1 L10C10, Seria 2 L20C10 și L10C20 (prisme de 40x40x160 mm) s-a studiat fenomenul de contrac ție pe parcursul a 28 zile, prezentat în figura 3.16 în func ție de umiditatea și temperatura aerului din camera de păstrare.

Se constată că valoarea contrac ției este de până la 1 mm/m pentru Seria 1 L10C10 și peste 1 mm/m pentru Seria 2 L20C10 și L10 C20 (vezi tabelul 10).



Figura 3.15

Umiditate U %
Temperatura °C

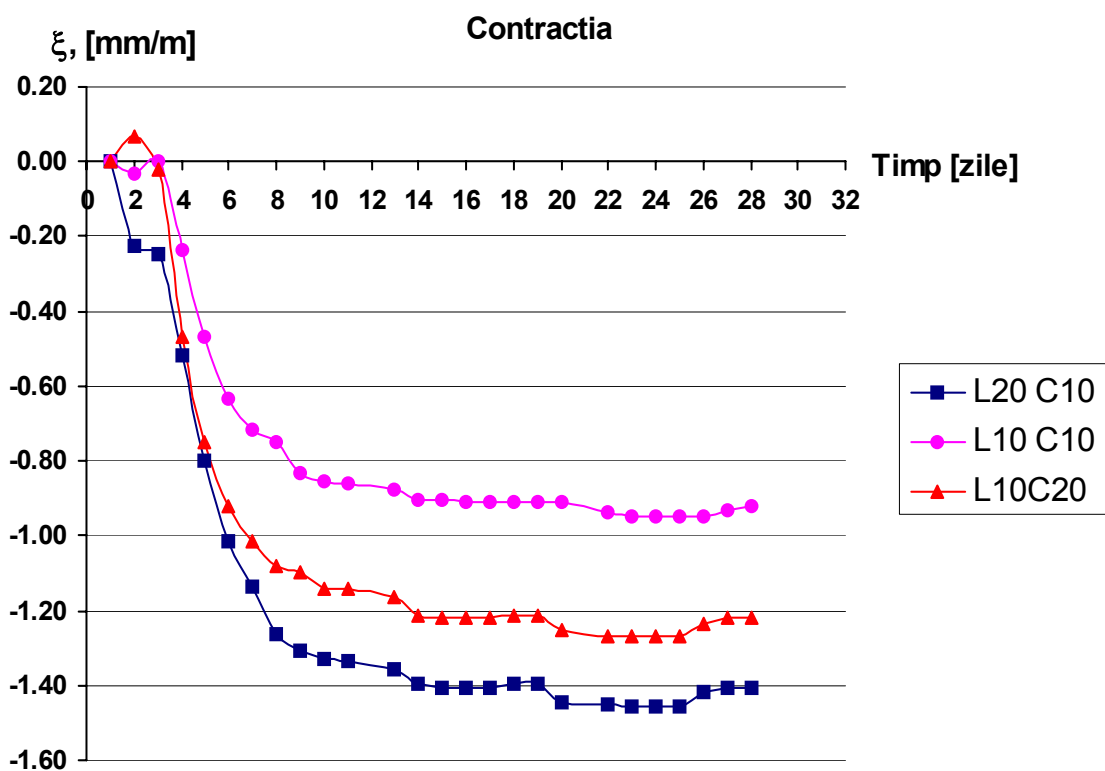
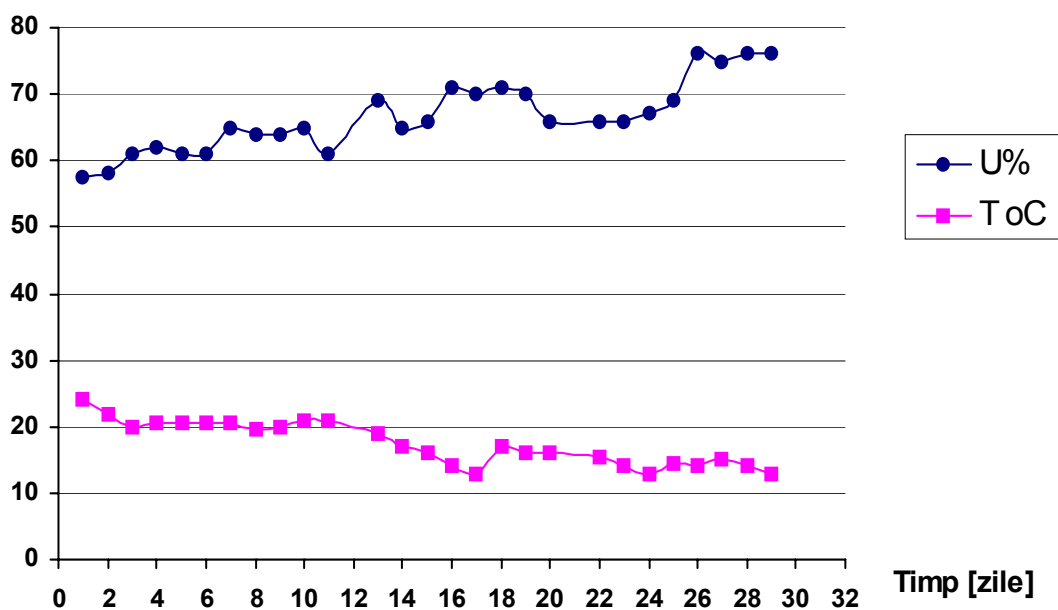


Figura 3.16

4. STUDIU ECONOMIC INFORMATIV

Pentru realizarea stratului suport (de bază) pentru un drum sau platformă se poate folosi pasta S2 al cărui cost estimativ este apropiat de cel al nisipului sau pietrișului dar nu mai necesită cheltuieli de amenajare (compactare).

Pasta S2

Costuri		UM	Pret/UM	Cantitate	Pret [lei]
Materii prime	Ciment	sac 50 kg	170000	0,95	161500
	Var	sac 25 kg	80000	2,74	219200
	Apa	mc	15000	0,4	6000
	Cenusa	tona	35000	0,47	16450
	Nisip	mc	380000	0	0
	Superplastifiant	kg	75000	0	0

TOTAL: **403150**

Plăci pentru pavaj realizate cu mortar fără sticlă solubilă
Mortar Seria 1: L10 C10 (vezi tabelul 8).

Costuri pentru 1 mc		UM	Pret/UM	Cantitate	Preț [lei]
1. Materii prime	Ciment	sac 50 kg	170000	1,9	323000
	Var	sac 25 kg	80000	3,7	296000
	Apa	mc	15000	0,4	6000
	Cenusa	tona	35000	0,75	26250
	Nisip	mc	380000	0,4	152000
	Superplastifiant	kg	75000	4,6	345000
TOTAL:					1148250
2. Energie		mc		5%	57412,5
3. Manopera directa		mc		0	100000
4. Manopera indirecta		mc		13%	149272,5
5. Uzura		mc		0	17000
TOTAL 1:					1471935
6. Profit		mc		0	73596,75
TOTAL 2:					1545531,75
7. TVA		mc		19%	293651,0

TOTAL: **1839182,8**

Se obține astfel un preț de aproximativ 1 839 183 lei/m³ din care se obțin 16 m² de pavaje tip ciocan sau l-uri cu grosimea de 6 cm sau la 22 m² pentru pavaje tip floare cu grosimea de 4,5 cm rezultând un preț de aproximativ 114 950 lei/m², respectiv 83 600 lei/m².

Prețul pe piață este de 275 000 lei/m² pentru pavaje ciocan și de 267 000 lei/m² pentru pavaje tip floare obținându-se produse de 2,39 respectiv 3,30 ori mai mici față de prețul pieței.

Obs. 1 Euro ≈ 38.000 lei.

5. DOMENII DE UTILIZARE

Din cercetările de laborator prezentate în referatul de față se pot stabili următoarele concluzii:

1. Pastele cercetate se pot folosi:

- în infrastructura drumurilor (seria 2 S2);
- la realizarea de elemente de zidărie (seria 1 S1; seria 3 L15C10; seria 4 L15C10-Sp).

2. Mortarele cercetate se pot utiliza:

- la producerea de plăci și borduri pentru pavaj;
- la de șape, etc.

3. Materialele prezentate pot genera economii financiare semnificative.

BIBLIOGRAFIE

1. N. Voina – *Teoria și practica utilizării cenușilor de la termocentralele termoelectrice*, Editura Tehnică București, 1981.

2. I. Teoreanu, L. Nicolescu – *Mase din cenuși de la centralele termoelectrice, var hidratat și fosfogips*, Revista Materiale de construcții, Nr. 3, 1983.

3. P. Stroven – *Applicability of Secondary Materials for Low Cost Housing in Developing Countries*, Delft University of Technology, 1988.

4. C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, D. Sorin, C. Badea - *Utilizarea deșeurilor industriale refoșibile la fabricarea de materiale și elemente de construcții cu performanțe ridicate*, Vol. Simpozion "Materiale, elemente și structuri compozite pentru construcții", Zilele Academice Timișene, Timișoara, 1999.
5. C. Bob, D. Vasiliu, H. Mureșan, O. Murărașu - *Metode de mărire a stabilității depozitelor hidraulice de zgură și cenușă folosind tehnologia de preparare a fluidului autoîntăritor din cenușă de electrofiltru*, Contract INCERC Timișoara, nr. 3606/1999.
6. C. Bob, C. Furdui, I. Buchman, E. Jebelean, E. Ignaton, D. Sorin, - *Utilizarea cenușii de termocentrală la realizarea de materiale ușoare de izolație*, Vol. II Conferința de Știința și ingineria materialelor oxidice, CONSILOX VIII, Alba-Iulia, 2000.
7. C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, D. Sorin, C. Badea - *Utilizarea deșeurilor industriale refoșibile în domeniul construcțiilor*, Volumul Conferinței SELC 2000, Cluj-Napoca, 2000.
8. C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, D. Sorin, C. Badea - *Materiale eficiente pentru stabilizarea solurilor*, Vol. 3, Conf. Jub. Tehnologii moderne în c-ții, Univ. Teh. a Moldovei, Chișinău 2000.
9. C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, D. Sorin, C. Badea - *Materiale eficiente obținute din deșeuri industriale*, Bul. Institutului Politehnic Iași, Tomul XLVII (L1), Fasc. 5, Iași, 2001.
10. I. Buchman, E. Jebelean, C. Badea - *Cercetări de laborator pentru stabilirea rețetelor și tehnologiilor optime de preparare a cenușii de termocentrală de la CET Craiova II, Ișalnița, Turceni, Rovinari, Brașov, Doicești, Drobeta Turnu-Severin și Arad*, Contract Universitatea Politehnica Timișoara, nr. 760/2001.
11. C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, C. Badea - *Amestecuri de cenușă și lianți, preparate cu o instalație de lichid dens pt. stabilizarea haldelor sau obținerea unor materiale eficiente*, Bul. Institutului Politehnic Iași, Tomul L (LV), Fasc. 5, Iași, 2002.
12. C. Badea, C. Bob - *Cercetări de laborator pentru stabilirea rețetelor și tehnologiilor optime de obținere a unor materiale de construcții utilizând șlamul dens de la CET Timișoara*, Contract Universitatea Politehnica Timișoara, nr. 1112/2003.