

**ACADEMIA ROMÂNĂ  
FILIALA TIMIȘOARA**

---

**ZILELE ACADEMICE TIMIȘENE**

**Ediția a VIII-a  
22-23 mai 2003**

**TIMIȘOARA, ROMÂNIA  
Simpozion**

**MATERIALE, ELEMENTE ȘI STRUCTURI  
COMPOZITE PENTRU CONSTRUCȚII  
PREZENT ȘI PERSPECTIVE**

---

---



**Editor: Corneliu BOB**

**Publicat de Editura MIRTON  
Timișoara 2003**

# STUDIU PRIVIND DIAGNOSTICAREA SI PROGNOZAREA STARII TEHNICE A UNOR ELEMENTE DIN BETON ARMAT

## A STUDY ON THE DIAGNOSIS AND PROGNOZIS OF THE TECHNICAL STATE OF SOME REINFORCED CONCRETE ELEMENTS

Rem. Rapisca – s.l. dr. ing. UNIV. "TRANSILVANIA" BRASOV, FAC. de CONSTRUCTII  
Ion Tuns – s.l. dr. ing. UNIV. "TRANSILVANIA" BRASOV, FAC. de CONSTRUCTII

**ABSTRACT.** This work is an extensive study on the investigation in situ of some structural elements. This study has been executed on a number of 10 structural elements (columns and beams) in two sections of production at S.C.C.C.H. Zarnesti S.A., namely BOILING and WHITENING  $\alpha$ .

We present the data regarding the laboratory research in situ and on the test tubes drawn from the structural elements mentioned above, both for the concrete and for the reinforcement.

We present the measurement realized for the determination of the concentrations of aggressive ions and of the alkalinity of the concrete.

The results obtained showed the level of contamination of the concrete and the degree of corrosion of the reinforcement so that we could determine the reduction of the duration of exploitation and the degree of reduction of the reinforcement resistance; these elements permitted the conclusion and the prognosis of the technical state of the structure in general.

### 1. INTRODUCERE

Diagnosticarea respectiv precizarea starii si nivelului de deteriorare s-a realizat la S.C.C.H. ZARNESTI S.A. la sectiile de "FIERBERE", si "ALBITORIE  $\alpha$ ".

S-au ales aceste sectii pentru a se face diagnosticarea si prognozarea starii tehnice a elementelor de beton armat dupa metoda propusa, pentru ca sunt sectii reprezentative si conditioare in cadrul procesului de fabricatie al celulozei, sunt cladiri cu un grad mare de expunere la agresivitate chimica, prezentand din acest punct de vedere un factor de risc foarte ridicat pentru intreg sectorul de celuloza si hartie.

Sectia Fierbatorie este o structura in cadre pe patru nivele prezentate in schema structurata (fig. C1).

Fig. 1 Sectie Fierbatorie, plan cota  $\pm 0,00$

Fig. 2 Sectie Albitorie, plan cota +13,50

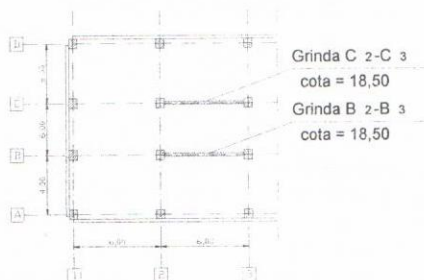
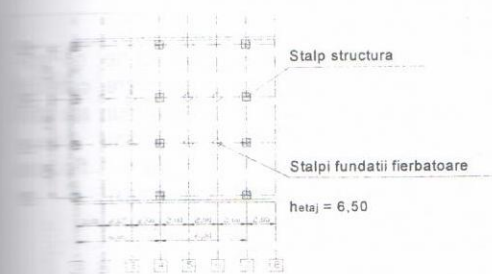


Fig. 3 Stalpi C1, C2, C3, B3  
-sectiune si armare.

Fig. 4 Grinzi B2-3, si C2-3- sectiune si armare

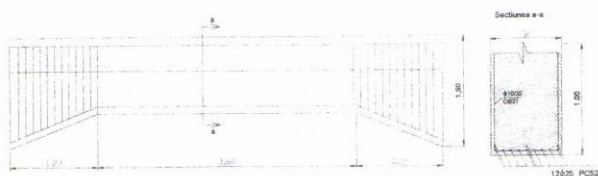
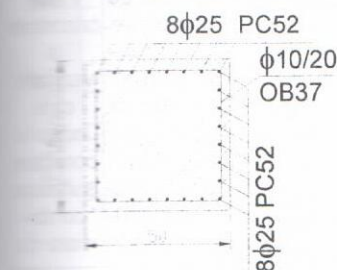



Fig. 5 Analiza documentației tehnice și a condițiilor de exploatare la obiectivele Fierbătorie Albitorie α C.C.H. ZARNEȘTI S.A.

Obiectivul	Elementul	Tipul	Nivel	Secțiuni	Armare	Informatii din exploatare	Starea tehnică a utilajelor și instalațiilor
Fierbătorie	stâlp	A1	+0,00	80X80 cm	OB38, φ36 OB38, φ8/30	Acțiune corozivă de tip sulfatic în preponderență combinată și cu prezența ionilor de clor.	Utilaje cu uzură fizică și morală foarte mare. Instalațiile tehnologice învechite în funcțiune de cca.70, fapt ce generează pierderi și scurgeri intense de produse chimice hidratate care acționează în mod direct asupra straturilor de beton armat ale halelor.
	stâlp	A4	+0,00	80X80 cm	OB38, φ36 OB38, φ8/30		
	stâlp	A7	+0,00	80X80 cm	OB38, φ36 OB38, φ8/30		
	stâlp	A8	+0,00	50X55 cm	OB38, φ20 OB38, φ8/20		
Albitorie α	stâlp	C1	+13,50	50X50 cm	PC52, φ25 OB37, φ10/20	Acțiune corozivă intensă specifică atacului cu ioni negativi de clor. Temperatura ridicată, umiditate ridicată	
	stâlp	C2	+13,50	50X50 cm	PC52, φ25 OB37, φ10/20		
	stâlp	C3	+13,50	50X50 cm	PC52, φ25 OB37, φ10/20		
	stâlp	B3	+13,50	50X50 cm	PC52, φ25 OB37, φ10/20		
	grindă	B2-3	+18,50	50x 100 cm, 50x150 cm	PC52, φ25 OB37, φ10/20		
	grindă	C2-3	+18,50	50x 100 cm, 50x150 cm	PC52, φ25 OB37, φ10/20		

Fig. 6

3) Investigarea stării de degradare

a) direct pe elementul cercetat(II) determinări simple în sistem

Obiectivul	Structură	Rezultatele cercetării						
		α)Caracteristici geometrice reale și modificări apărute prin reabilitări efectuate pe parcurs	β)Starea de deformare a elementului natura și gravitatea acestuia	γ)Caracteristici mecanice ale betonului în profunzime, stabilite prin încercări nedistructive	δ)Confecții metalice atașate sau înglobate în beton. Efectuarea de spargeri sau reparații neinspirate (găuri, prezența ipsosului)	ε)Defecte ascunse ale betonului și armăturii (segregări, caverne, fisuri etc.	ζ)Modul de prezentare al stratului superficial (de acoperire) de beton	η)Particularitățile stării de fisurare
Fierbătorie	SA1	80X80 cm	Abateri de la verticala pe X cu 108mm	16,8 N/mm <sup>2</sup> 	Nu s-au identificat	Segregari la baza, fisuri verticale și orizontale	Betonul de acoperire a fost realizat neuniform iar prescripțiile de proiectare din anii 50-60 conduc	Fisuri orizontale și verticale care indică corodare sulfatică combinată cu
	SA4	80X80 cm	Nu are	17,9 N/mm <sup>2</sup>	Nu s-au identificat	Nu se constata		
	SA7	80X80 cm	Nu are	14,8 N/mm <sup>2</sup>	Nu s-au identificat	Segregari în treimea superioară		



Albitorie $\alpha$	+13,50	1,5 cm		$Cl^- \text{ mg/dm}^3 > 6000$	Carota $\phi 10 \text{ cm}$ L=10 cm
	+13,50	1,8 cm			Carota $\phi 10 \text{ cm}$ L=10 cm
	+13,50	2,2 cm			Carota $\phi 10 \text{ cm}$ L=10 cm
	+13,50	2,5 cm	Carota $\phi 10 \text{ cm}$ L=10 cm		
	+18,50	2,5 cm			Carota $\phi 10 \text{ cm}$ L=10 cm
	+18,50	2,6 cm			Carota $\phi 10 \text{ cm}$ L=10 cm

Fig. 8 3) Investigarea stării de degradare  
b) determinări de laborator

Obiectivul		Rezultatele cercetării									
		I) Încercări fizico-mecanice ale betonului			II) Determinarea alcalinității betonului $120 K_i, K_c, K_{h_1}$ Kt	III) Determinarea concentrației ionilor gresivi în beton	IV) Determinarea unor caracteristici fizico-chimice ale betonului			V) Evaluarea stării de degradare a armăturii	
		$\alpha$ N/mm <sup>2</sup> M.C.	$\beta$ N/mm <sup>2</sup> Carote	Media N/mm <sup>2</sup> e			$\gamma$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Com-pacti-tate	Poroz-i-tate		Incerari mecanice
Fierbatorie	+0,00	16,8	18,7	17,75	mg/dm <sup>3</sup> Se considera $K_i = 1, K_c = 1$ $K_{h_1} = 1,1$ Kt = 1 pentru ambele sectii s-a calculat agresivitatea de dezalcali-nizare = 130 beton agresat de solutiile de dezalcalini-zare	$SO_4^{-2} = 4570$ mg/dm <sup>3</sup>  $Cl^- = 2180$ mg/dm <sup>3</sup>	2359	94,3 %	5,7 %	24,8 daN/mm <sup>2</sup>	
	+0,00	17,9	15,3	16,60			2350	93,4 %	6,6 %	23,2 daN/mm <sup>2</sup>	
	+0,00	14,8	15,7	15,25			2343	92,9 %	7,1 %	22,3 daN/mm <sup>2</sup>	
Albitorie $\alpha$	+0,00	17,4	20,1	18,75		$Cl^- = 6130$ mg/dm <sup>3</sup>	2361	94,7 %	5,3 %	25,9 daN/mm <sup>2</sup>	
	+13,50	14,3	13,6	13,90			2331	93,1 %	6,9 %	34,8 daN/mm <sup>2</sup>	
	+13,50	15,4	12,8	14,10			2370	93,3 %	6,7 %	37,3 daN/mm <sup>2</sup>	
	+13,50	13,5	14,8	14,95			2366	92,9 %	7,1 %	38,4 daN/mm <sup>2</sup>	
	+13,50	14,6	15,3	14,90			2340	94 %	6,0 %	33,5 daN/mm <sup>2</sup>	
	+18,50	14,2	12,3	13,25			2326	91,3 %	8,7 %	29,6 daN/mm <sup>2</sup>	
+18,50	15,6	16,4	16,00	2358	94,2 %	5,8 %	32,6 daN/mm <sup>2</sup>				

Fig. 9

4) Criterii de apreciere a durabilității  
a) stadiul de dezalcalinizare al betonului

⊙ - diametrul armăturii

⊖ - acoperirea cu beton

⊖ - viteza de dezvoltare a coroziunii

Elementul Structură Δv	Nivel	I) Adâncimea de dezalcalinizare a betonului determinată analitic [mm]						Adâncimea de dezalcalinizare determinată experimental h <sub>Dez</sub> %	Factor de corecție δ <sub>Dez</sub> %	II) Perioada de dezalcalinizare a stratului de acoperire			Valoarea corectată a duratei de dezalcalinizare t <sub>cor</sub> [ani]	III) Timpul suplimentar de carbonatare al betonului t <sub>sup</sub> [ani]		
		R <sub>b</sub> N/mm <sup>2</sup>	c	k	d	t ani	H <sub>dez</sub> mm			a mm	t <sub>0</sub> ani	t <sub>Dez</sub> ani		Φ mm	V <sub>c</sub> mm/a ni	T <sub>sup</sub> ani
Particularitate	SA1	+0,00	17,75	1,00	1,00	1,00	40	56	120	Se aplica un factor de corecție globală δ <sub>Dez</sub> = 121,3 %	25	50	Nu mai este necesar de a se calcula secțiunile de beton sunt dezalcalinizate	32,0	15/an	Elementele trebuie consolidate pe baza unui proiect intrucat si-au pierdut capacitatea portanta
	SA4	+0,00	16,60	1,00	1,00	1,00	40	48	120		25	50		32,5		
	SA7	+0,00	15,25	1,00	1,00	1,00	40	41	120		25	50		31,9		
	SA8	+0,00	18,75	1,00	1,00	1,00	40	59	120		25	50		32,0		
Alte	SC1	+13,5	13,90	1,10	1,00	0,95	28	35	96		25	35		20,0	12/an	
	SC2	+13,5	14,10	1,10	1,00	0,95	28	38	96		25	35		21,4		
	SC3	+13,5	14,95	1,10	1,00	0,95	28	40	96		25	35		22,0		
	SC3	+13,5	14,90	1,10	1,00	0,93	28	40	96		25	35		20,7		
	SC2	+18,5	13,25	1,12	1,00	0,88	28	31	96		25	35		18,0		
	SC2	+18,5	16,00	1,14	1,00	0,84	28	47	96		25	35		19,1		

R<sub>b</sub> - rezistența la compresiune a betonului

c - coeficient de influență a tipului de ciment

k - coeficient de influență al condițiilor de mediu

d - coeficient de influență al concentrației de CO<sub>2</sub>(Cl<sup>-</sup>)

t - durată de acțiune a mediului agresiv

H<sub>dez</sub> - valoarea adâncimii de dezalcalinizare stabilită experimental

δ<sub>Dez</sub> - factor de corecție

a - durată de dezalcalinizare completă a stratului de acoperire calculată

t<sub>0</sub> - grosimea inițială a stratului de acoperire

t<sub>Dez</sub> - durată de exploatare a elementului

t<sub>cor</sub> - valoarea corectată a duratei de dezalcalinizare

$$h_{Dez} = \frac{150ckd}{R_b} \sqrt{t}; \quad t_{sup} = \frac{0,08a}{\Phi V_c}; \quad \delta_{Dez}\% = \frac{h_{Dez} - h_{dex}}{h_{dex}} * 100; \quad t_{Dez} = \left( \frac{a}{h_{Dez}} \right) t_0; \quad t_{cor} = \delta_{Dez} * t_{Dez}$$

Fig. 10

4) Criterii de apreciere a durabilității  
d) gradul de degradare al armăturii

Obiectivul	Structura Ax	I) Gradul de reducere a secțiunii barelor (%)			II) a (mm)	III) Micșorarea duratei de exploatare Tex (ani)	IV) Gradul de reducere a rezistenței (%)			V) Gradul de reducere a alungirii din (%) coroziune		
		d <sub>0</sub> (mm)	d <sub>m</sub> (mm)	$K_A^{CO} = (d_0^2 - d_m^2) * 100 / d_0^2$ (%)			R <sub>i</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>ef</sub> N/mm <sup>2</sup>	$\Delta R\% = (R_i - R_{ef}) * 100 / R_i$ (%)	A <sub>0</sub> (%)	Pr = A <sub>0</sub> * K <sub>A</sub> <sup>CO</sup> / 100	$K_A^{al} = (A_0 - Pr) * 100 / A_0$ (%)
Fierbătorie	SA1	36	32,0	21	25	S-a oprit producția în ambele secții structura nu mai prezintă nici o garanție privind rezistența și stabilitatea	37	24,8	33,0 %	Având în vedere punctul III nu mai este necesară analiza de la punctul V		
	SA4	36	32,5	18	25		37	23,2	37,3 %			
	SA7	36	31,9	21	25		37	22,3	39,7 %			
	SA8	36	32,0	23	25		37	25,9	30,0 %			
Albitorie α	SC1	25	20,0	36	25		51	34,8	31,8 %			
	SC2	25	21,4	27	25		51	37,3	26,8 %			
	SC3	25	22,0	23	25		51	38,4	24,7 %			
	SB3	25	20,7	31	25		51	29,6	42,0 %			
	GB2-3	25	18,0	48	25		51	32,6	36,1 %			
	GC2-3	25	19,1	42	25		51	33,8	34,3 %			

- d<sub>0</sub> -diametrul inițial al armăturii  
d<sub>m</sub> -diametrul mediu al armăturii corodate  
K<sub>A</sub><sup>CO</sup> -gradul de reducere a secțiunii armăturii datorită coroziunii  
a -grosimea stratului de acoperire cu beton  
Tex -timpul mediu de exploatare, funcție de a și K<sub>A</sub><sup>CO</sup> (vezi fig. 5.8)  
R<sub>i</sub> - rezistența inițială de rupere prin întindere a armăturii  
R<sub>ef</sub> - rezistența efectivă de rupere prin întindere a armăturii  
ΔR% -reducerea procentuală a rezistenței de rupere prin întindere  
A<sub>0</sub> - valoarea normală a alungirii la rupere  
K<sub>A</sub><sup>al</sup> - gradul de reducere a alungirii armăturii la rupere datorită coroziunii

Din interpretarea rezultatelor se pot trage următoarele concluzii:

Datorită coroziunii armaturii, a distrugerii stratului de acoperire dar și a micșorării diametrelor armaturii, s-a redus rezistența armaturilor cu până la 42% fapt ce a determinat sistarea activității productive și întocmirea unor proiecte de consolidare a structurilor.

ASPECTE PRIVIND D  
ARMATURIL

ASPECTS REGRADING T  
OF REIN

Petru Rapisca - s.l. dr. ing. U  
Ion Tuns - s.l. dr. ing.

ABSTRACT. The paper  
corrosion of the reinforcements  
The corrosion of the r  
agents engenders problems du  
amelioration, as well as meth  
concrete and reinforcement.

By using the" scarar se  
concrete covering or in the poi  
find out the depth of the dep  
reinforcement.

We present the way of  
and interpretation of the data.

### 1. INTRODUCERE

Întreținerea și preven  
permanente și foarte importa  
provocate de medii agresive  
durabilității și siguranței în ex  
chimică în special dar și la alte  
exploatare a structurilor de t  
realizate constructivă, acoper  
anticorozive aplicate pe beton  
Interdependența, respe  
de deteriorare al unei structuri

Gradele de di  
unei structuri

Fig. 1 Graficul raportului dir