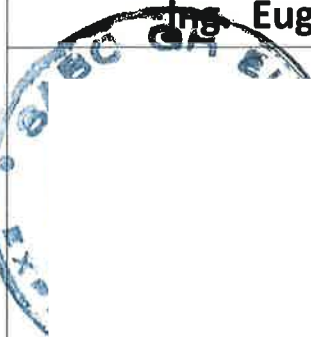





**Raport de Expertiză Tehnică**  
**CETATEA CARSIUM**  
**LUCRĂRI DE RESTAURARE, CONSERVARE, AMENAJARE ȘI VALORIFICARE**  
**CULTURAL-TURISTICĂ A "CETĂȚII CARSIUM", ORAȘ HÂRȘOVA, JUDEȚUL CONSTANȚA**  
**COD MONUMENT : CT-I-S-A-02676**



<b>Expert MDRAP A1:</b> <b>Expert MCC :</b>	<b>Șef proiect :</b>
<b>Îng. Eugen Sabo</b>	<b>arh.ing. Aurora Târșoagă</b>
	  



## Cuprins

1	Obiectul expertizei tehnice.....	1
	.....	1
1.1	Identificarea alcătuirii structurii de rezistență a clădirii.....	1
1.2	Stabilirea gradului de asigurare a protecției antiseismice a construcției și a gradului de risc seismic, în condițiile prevederilor din normativ.....	1
1.3	Propuneri privind măsurile de intervenție necesare pentru mărirea acestui grad de asigurare, în cazul când se situează sub cel minim admis de normativ. ....	1
1.4	Identificarea altor probleme structurale legate de capacitatea preluare a altor tipuri de încărcări posibile pe amplasament.....	1
1.5	Alte degradări ce trebuiesc remediate în vederea îmbunătățirii stării fizice și a confortului ocupanților (vizitatorilor).....	1
2	Date care au stat la baza întocmirii expertizei.....	1
3	Localizarea amplasamentului construcției în coordonatele acțiunilor la care este supusă.....	2
3.1	Încărcări permanente și utile conform :.....	2
3.2	Acțiune seismică conform P100-1/2006(2013) Cod de proiectare seismică – Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri.....	3
3.3	Istoricul cutremurelor cu magnitudine >7 cunoscute care au afectat structura. ....	5
3.4	Condiții climatice.....	7
4	Adâncimea maximă de îngheț .....	10
4.1	Categoria de importanță ( conform HG 766/97).....	11
5	Constatări referitoare la alcătuirea construcției.....	11
5.1	Alcătuirea generală.....	11
5.2	Identificarea tipului de fundații ale clădirii.....	14
5.3	Identificarea condițiilor de teren.....	14
5.4	Stabilirea dimensiunilor generale și a alcătuirii secțiunilor elementelor structurale, precum și a proprietăților mecanice ale materialelor constituate.....	15
5.5	Identificarea eventualelor defecte de calitate a materialelor și/sau deficiente de alcătuire a elementelor, inclusiv ale fundațiilor; .....	15
5.6	Precizarea procedurii de stabilire a forțelor seismice de proiectare și a criteriilor de proiectare seismică utilizate la proiectarea inițială; .....	15
5.7	Descrierea modului de utilizare a clădirii pe durata de exploatare, stabilirea modului de utilizare planificat al acesteia și precizarea clasei de importanță și de expunere la cutremur, conform P 100-1.....	15
5.8	Reevaluarea acțiunilor aplicate construcției, ținând cont de utilizarea clădirii.....	15
5.9	Identificarea naturii și a amplitudinii degradărilor structurale și a eventualelor lucrări de remediere.....	15
5.9.1	Deficiențe de conformare.....	16
5.9.2	Umiditatea la baza construcției.....	16
5.9.3	Prezența vegetației .....	17

5.9.4 Cauze de natură umana.....	17
5.9.5 Fenomenele de îmbătrânire a materialelor;.....	18
<b>6 Stabilirea nivelului de cunoaștere al structurii.....</b>	<b>18</b>
<b>7 Stabilirea metodelor de investigare.....</b>	<b>18</b>
7.1 Criteriile de performanță avute în vedere la evaluarea clădirii sunt:.....	18
7.2 Constatări din examinarea calitativă .....	19
7.3 Constatări privind conformarea structurii clădirii analizate.....	19
7.3.1 Discontinuitate pe traseul încărcărilor.....	19
7.3.2 Redundanță.....	19
7.3.3 Regularitate în plan orizontal și vertical.....	19
7.3.4 Detalii de rezolvare a structurii .....	19
7.3.5 Diafragme orizontale rigide.....	19
7.3.6 Fundații.....	20
<b>8 Gradul de îndeplinire a condițiilor de conformare R1.....</b>	<b>20</b>
<b>9 Gradul de afectare structurală R2 .....</b>	<b>21</b>
<b>10 Verificarea prin calcul, folosind metodologia de nivel 1.....</b>	<b>22</b>
10.1 Ipotezele de bază ale calculului sunt următoarele:.....	22
10.2 Verificarea prin calcul - Metodologia de nivel 1 .....	22
10.2.1 Rezultatele verificării sub aspectul rezistenței.....	22
10.3 Valoarea R3 .....	24
<b>11 Încadrarea construcției în clasa de risc seismic.....</b>	<b>24</b>
<b>12 Concluzii și propuneri de masuri de intervenție (consolidări și reparații).....</b>	<b>25</b>
<b>13 Soluții de intervenție recomandate.....</b>	<b>25</b>
13.1 Soluția numărul 1.....	25
13.2 Soluția numărul 2.....	27
13.3 Soluția recomandată.....	30
.....	31

## 1 Obiectul expertizei tehnice

Prezenta expertiză tehnică are ca obiect stabilirea capacității de preluare a solicitărilor datorate încărcărilor seismice în conformitate cu normativul P100-3/2008 precum și a stării fizice a clădirii din punct de vedere structural având în vedere cerința beneficiarului de a revitaliza acest monument istoric.

În conformitate cu exigentele prescrise de normativul P100-3:2008 - "Cod de evaluare seismică a clădirilor existente" la expertizarea clădirilor existente sub aspectul nivelului de asigurare a protecției antiseismice, expertiza tehnică are ca obiect:

- 1.1 Identificarea alcătuirii structurii de rezistență a clădirii
- 1.2 Stabilirea gradului de asigurare a protecției antiseismice a construcției și a gradului de risc seismic, în condițiile prevederilor din normativ.
- 1.3 Propuneri privind măsurile de intervenție necesare pentru mărirea acestui grad de asigurare, în cazul când se situează sub cel minim admis de normativ.

### Suplimentar fata de cerințele impuse de P100-3:2008

- 1.4 Identificarea altor probleme structurale legate de capacitatea preluare a altor tipuri de încărcări posibile pe amplasament
- 1.5 Alte degradări ce trebuie remediate în vederea îmbunătățirii stării fizice și a confortului ocupanților (vizitatorilor).

## 2 Date care au stat la baza întocmirii expertizei

S-a dispus de următoarele documentații:

- Studiu geotehnic întocmit de SC Sami Consult SRL
- Studiu istoric întocmit de expert arheolog ist. dr. Constantin Nicolae
- Analiza macroscopică a componentelor litice, cărămidilor și mortarelor întocmit de PFA Luca Anca Cornelia
- Observații făcute la fața locului asupra construcției existente:
  - identificarea degradărilor și a avariilor
  - determinarea dacă fenomenele ce au dus la apariția defectelor sau avariilor s-au stabilizat,
  - decizia dacă există sau nu riscuri imediate și necesitatea unor măsuri urgente de

contracrarare ale acestora,

- identificarea tuturor efectelor în desfășurare ale mediului înconjurător asupra clădirii
- Legislația în construcții și normative în vigoare din care principalele referințe sunt:
  - Legea 10/1995 privind Calitatea în construcții
  - P100-3:2008 - Cod de evaluare seismică a clădirilor existente
  - P100-1/2006 Cod de proiectare seismică- Partea I-Prevederi de proiectare pentru clădiri
  - P100-1/2013 Cod de proiectare seismică- Partea I-Prevederi de proiectare pentru clădiri
  - SR EN 1998-3 Proiectarea structurilor pentru rezistență la cutremur . Evaluarea și consolidarea construcțiilor
  - SR EN 1998-1 Proiectarea structurilor pentru rezistență la cutremur . Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri
  - CR6-2006 COD DE PROIECTARE PENTRU STRUCTURI DIN ZIDĂRIE
  - SR EN 1996-1 Proiectare structurilor dr zidărie Reguli generale pentru construcții de zidărie armata și nearmata
  - H.G.R.nr.766/1997- Regulament de stabilire a categoriei de importanță a construcțiilor
  - Legea 422 / 2001 privind protejarea monumentelor istorice.
  - Metodologie M.P. 025-04 - Metodologie pentru evaluarea riscului și propunerile de intervenție necesare la structurile construcțiilor *monumente istorice* în cadrul lucrărilor de restaurare ale acestora
  - ICOMOS (INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE FOR ANALYSIS AND RESTORATION OF STRUCTURES OF ARCHITECTURAL HERITAGE) -RECOMMENDATIONS FOR THE ANALYSIS, CONSERVATION AND STRUCTURAL RESTORATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE

### 3 Localizarea amplasamentului construcției în coordonatele acțiunilor la care este supusă

#### 3.1 Încărcări permanente și utile conform :

- SR EN 1991-1-1-2004 Partea 1-1 Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutatei proprii, încărcări utile pentru clădiri
- SR EN 1991-1-1-2004\_NA-2006 Partea 1-1 .Acțiuni generale. Greutăți specifice, greutatei proprii, încărcări utile pentru clădiri . Anexă naționala

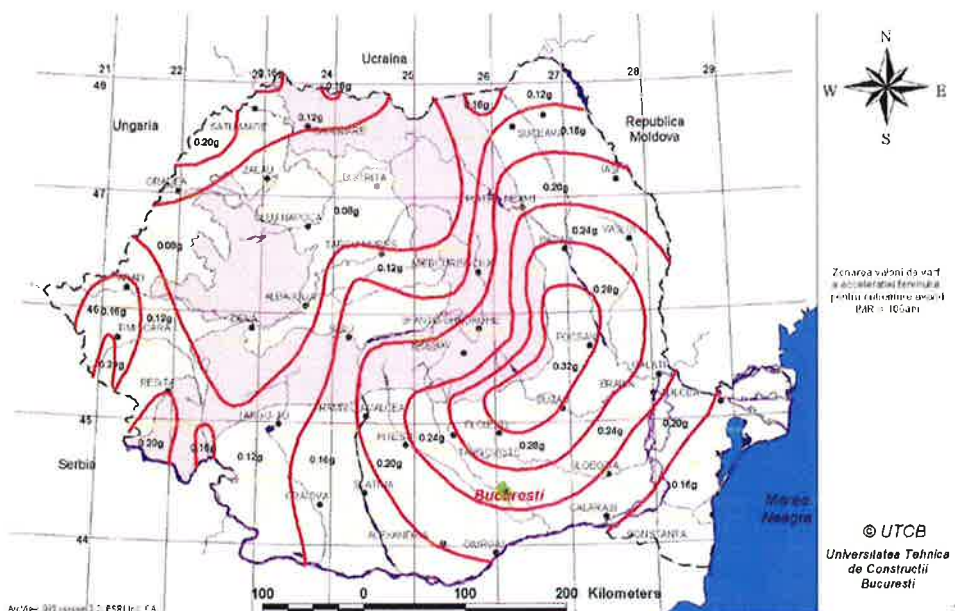
**3.2 Acțiune seismică conform P100-1/2006(2013) Cod de proiectare seismică – Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri**

În conformitate cu clasificările din normativul P100-1/2006, cap.5.3., construcția este caracterizată de următoarele caracteristici din punct de vedere seismic:

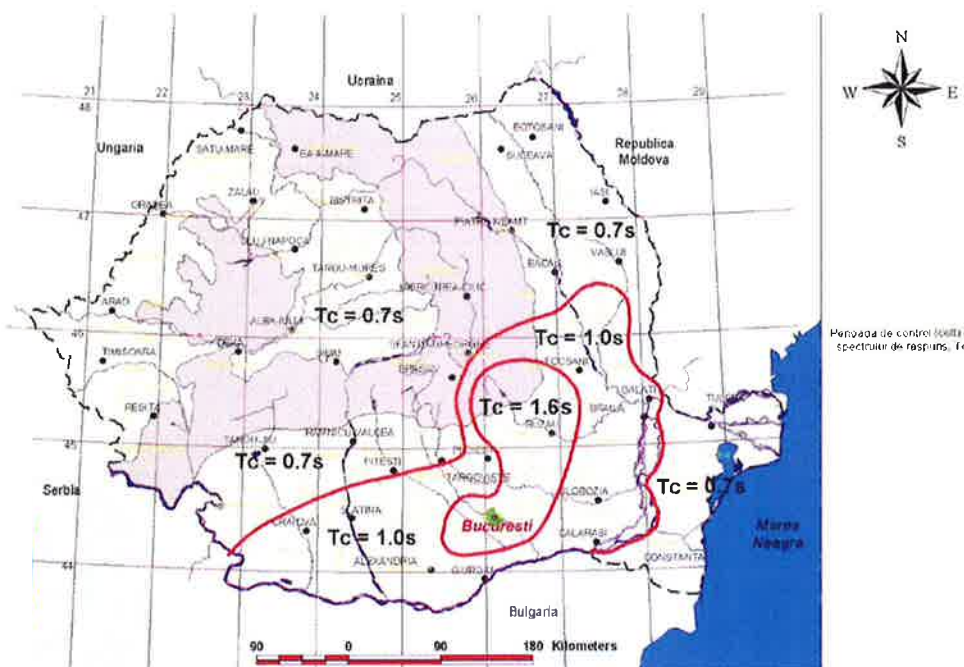
**Date de intrare (P100-1/2006)**

Accelerația terenului	$a_g =$	<b>0.2</b>
Perioade de control		
	TB =	<b>0.1</b>
	TC =	<b>1</b>
	TD =	<b>3</b>
Factor de amplificare maximă a accelerației terenului de către structura	$\beta_{0V} =$	<b>2.75</b>
Factor de comportare	$q =$	<b>1.5</b>
Factor de comportare (mișcare verticală)	$q_v =$	<b>1.5</b>
	TBV =	<b>0.1</b>
	TcV =	<b>0.45</b>
	TDV =	<b>3</b>
	B0V =	<b>3</b>
	$\xi$ propus =	<b>8</b>
	$\eta = (10 / (5 + \xi))^{0.5} =$	<b>0.88</b>
Clasa de importanță-expunere		<b>II</b>
	$\gamma_i$	<b>1.2</b>

Caracteristicile cutremurului conform P100-1/2006



Valoarea de vârf a accelerației terenului pentru cutremurul având IMR=100ani



Perioada de control (colt) a spectrului de răspuns  $T_c$



### 3.3 Istoricul cutremurelor cu magnitudine >7 cunoscute care au afectat structura<sup>1</sup>.

Data/Ora	Latitudine ( grade )	Longitudine ( grade )	Adâncime ( km )	Mw
0984/00/00 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1038/08/15 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.3
1091/00/00 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1107/02/12 03:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1126/08/08 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1170/04/01 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.3
1196/02/13 07:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.5
1230/05/10 07:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.3
1258/02/07 13:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1327/00/00 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.3
1446/10/10 04:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.5
1471/08/29 10:00:00.0	45.70N	26.60E	110	7.5
1473/08/29 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.3
1516/11/24 12:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.5
1543/00/00 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1545/07/19 08:00:00.0	45.70N	26.60E	110	7.1
1571/05/10 00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1590/04/30 00:00:00.0	45.70N	26.60E	100	7.3
1595/04/21 10:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1605/12/24 15:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1620/11/08 13:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.5

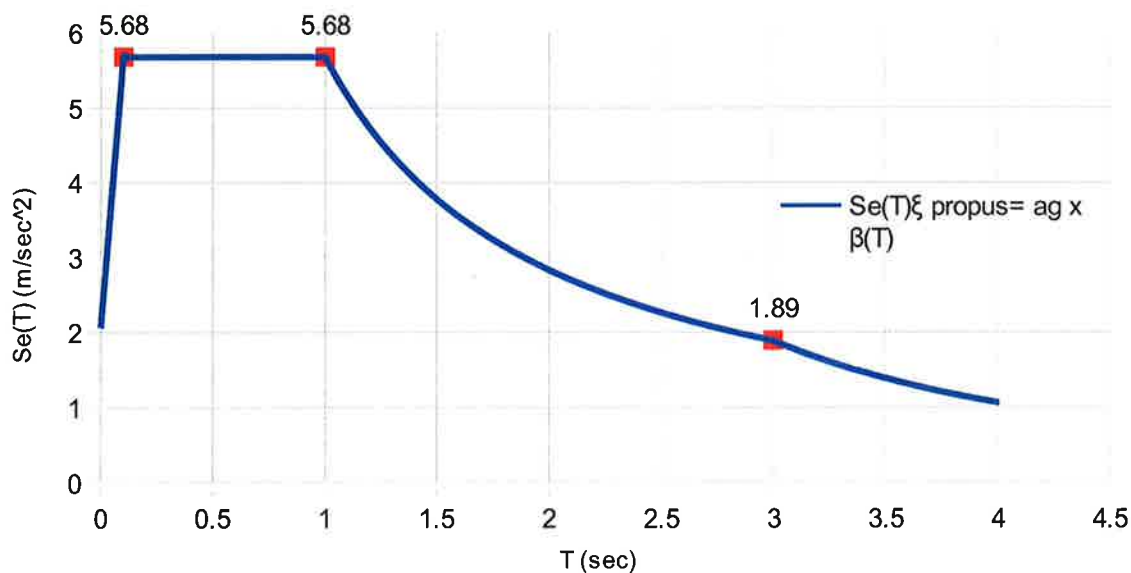
<sup>1</sup> Conform catalogului Romplus (Institutul Național de Fizica Pământului)

1637/02/01				
01:00:00.0	45.70N	26.60E	130	7.1
1679/08/09				
01:00:00.0	45.70N	26.60E	110	7.5
1681/08/19				
00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1701/06/12				
00:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1738/06/11				
10:00:00.0	45.70N	26.60E	130	7.7
1740/04/05				
18:00:00.0	45.70N	26.60E	150	7.3
1790/04/06				
19:29:00.0	45.70N	26.60E	150	7.1
1802/10/26				
10:55:00.0	45.70N	26.60E	150	7.9
1829/11/26				
01:40:00.0	45.80N	26.60E	150	7.3
1838/01/23				
18:45:00.0	45.70N	26.60E	150	7.5
1893/08/17				
14:45:00.0	45.70N	26.60E	100	7.1
1894/08/31				
12:20:00.0	45.70N	26.60E	130	7.1
1908/10/06				
21:40:00.0	45.50N	26.50E	125	7.1
1940/11/10				
01:39:07.0	45.80N	26.70E	150	7.7
1977/03/04				
19:21:54.1	45.77N	26.76E	94	7.4
1986/08/30				
21:28:37.0	45.52N	26.49E	131.4	7.1

Se poate observa că datele despre cutremurele cunoscute aparțin în special celui de-al doilea mileniu al erei noastre, necunoscându-se date legate de cutremurele mai vechi anterioare anului 984.

Spectrele de răspuns :  
P100-1/2006

Spectru elastic de accelerații  $\xi$  propus



### 3.4 Condiții climatice

#### a. Încărcarea cu zăpadă - SR EN 1991-1-3 -2005 ↔ CR 1-1-3/2012

Elemente caracteristice:

Valoarea caracteristică a încărcării pe sol determinată pentru o perioadă medie de revenire de 50 ani.

CREDO DESIGN S.R.L.

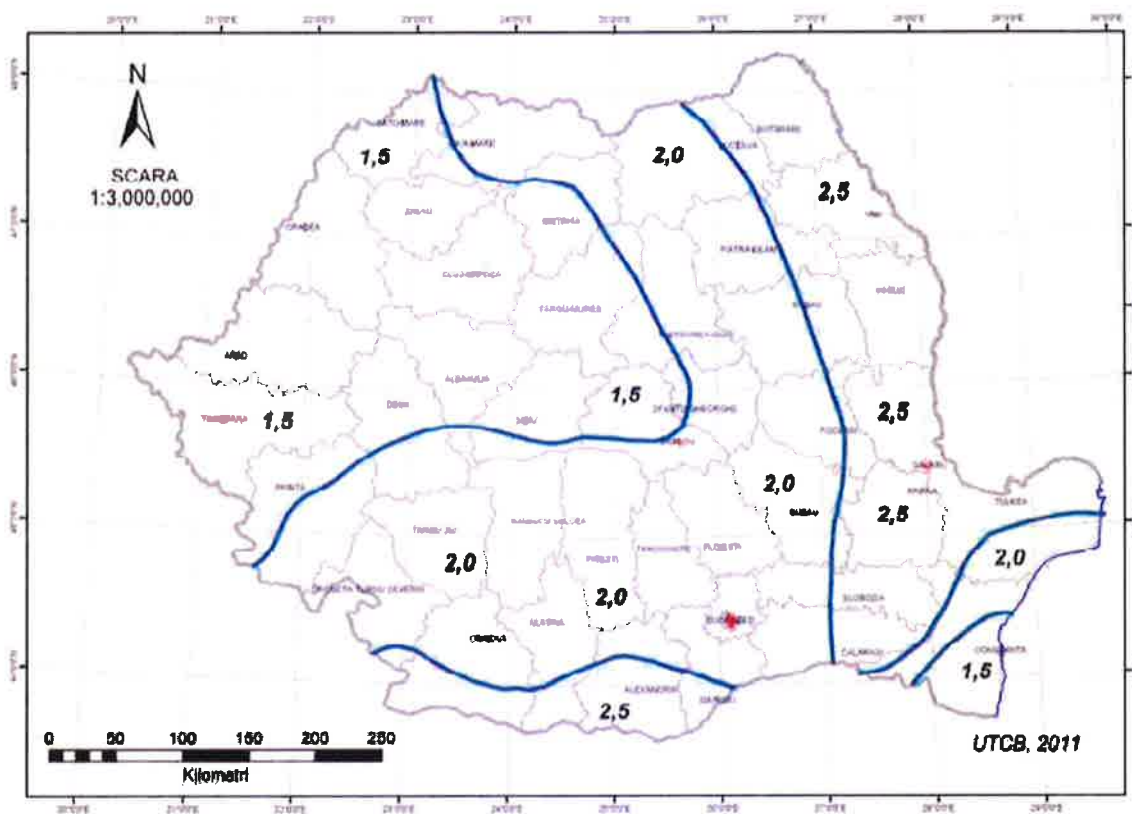


Figura 3.1 Zonarea valorilor caracteristice ale încărcării din zapada pe sol  $s_k$ ,  $\text{kN/m}^2$ , pentru altitudini  $A = 1000$  m  
NOTA: Pentru altitudini  $A > 1000$  m valorile  $s_k$  se determina cu relatiile (3.1) si (3.2)

Zona: Hârșova

$s_k = 2.50 \text{ kN/m}^2$

b. Încărcarea cu vânt - SREN 1991-1-4 ↔ CR 1-1-4/2012

- Zona: Hârșova

Presiunea dinamică a vântului - valoarea de referință :

$q_b = 0.50 \text{ kPa}$



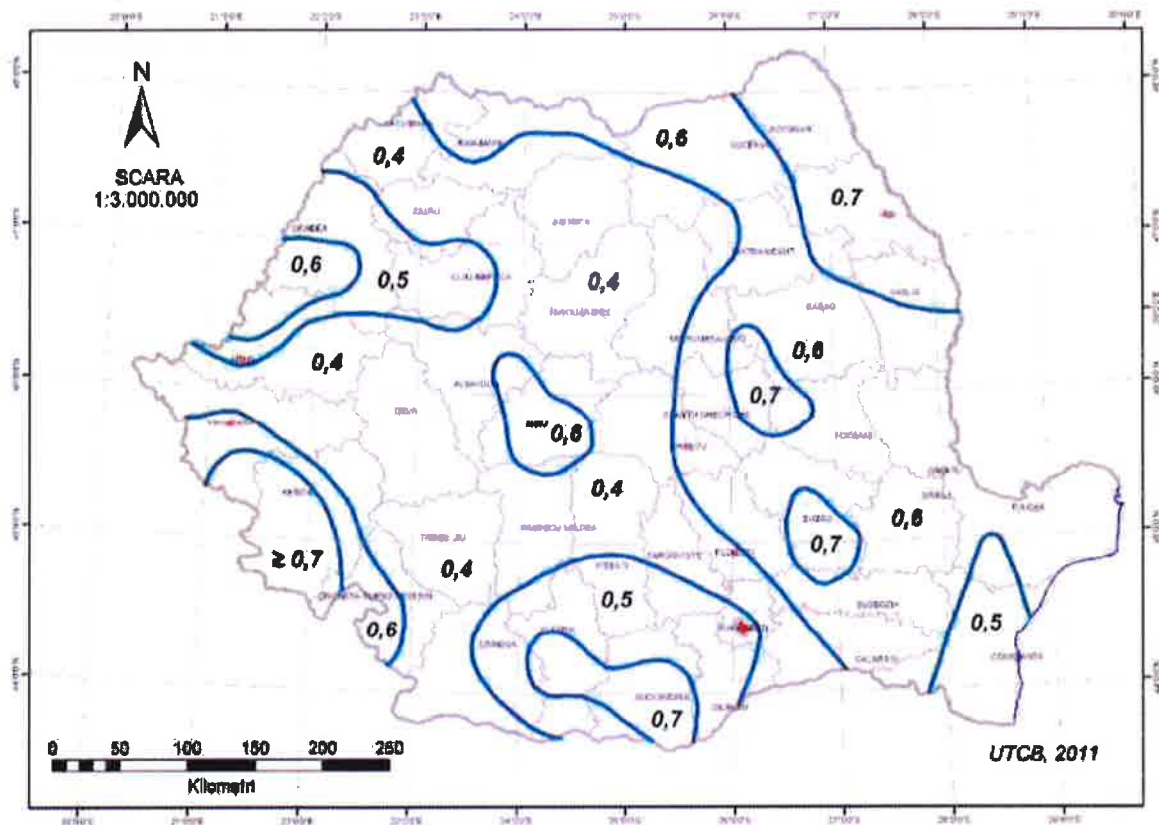


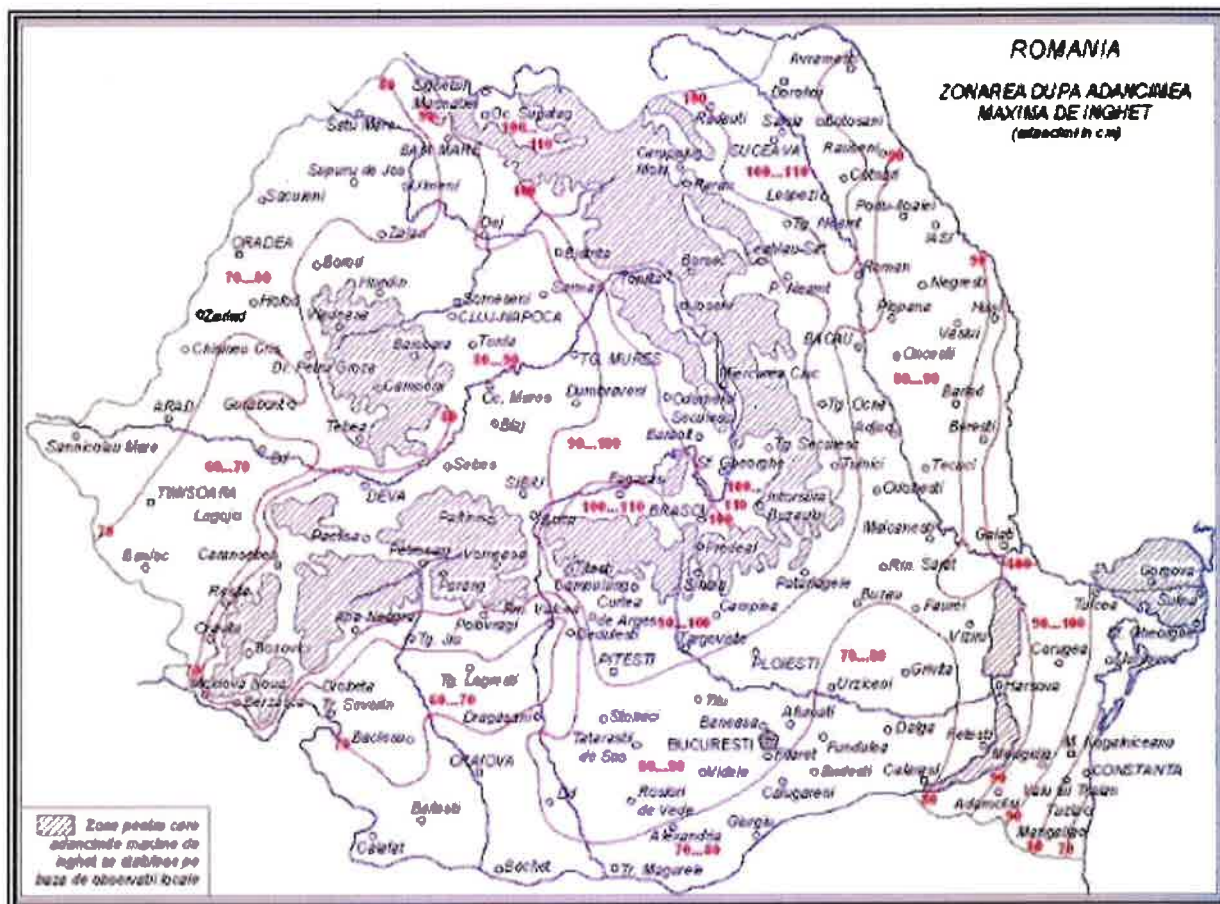
Figura 2.1 Zonarea valorilor de referință ale presiunii dinamice a vântului,  $q_0$  în kPa, având  $IMR = 50$  ani

NOTA. Pentru altitudini peste 1000m valorile presiunii dinamice a vântului se corectează cu relația (A.1) din Anexa A

Teren de categoria II:

$Z_0 = 0.05$  m  
 $Z_{min} = 2.00$  m

#### 4 Adâncimea maximă de îngheț



$H_{\text{îngheț}} = 80-90\text{cm}$

#### 4.1 Categori

Nr. crt.		Factorul	Criteriile			
		determinant K (n)	asociate P (n)	P (i)	P (ii)	P (iii)
1	Importanță vitală Importanta social-economică și	1	4	2	4	4
2	culturală	1	4	4	4	4
3	Implicarea ecologica Necesitatea luării în considerare a	1	1	1	1	1
4	duratei de utilizare (existentă) Necesitatea adaptării la condițiile	1	5	6	4	4
5	locale de teren și de mediu Volumul de muncă și de materiale	1	4	4	4	2
6	necesare	1	3	4	2	2
		<b>Total</b>	<b>21</b>			

Categori

#### 5 Constatări referitoare la alcătuirea construcției

##### 5.1 Alcătuirea generală

O descriere a intervențiilor arhitecturale respectiv arheologice ce s-au făcut asupra sitului se pot găsi în studiul întocmit de dl. ist. dr. Constantin Nicolae

##### 1. Ruinele turnului Comandantului <sup>2</sup>

Fundarea turnului s-a făcut direct pe stâncă.

Structura turnului este formată din zidărie de piatra mare, bolovănoasă, cioplită sumar la exterior, legată cu mortar din nisip, var și cărămidă pisată. În interior zidăria este mixtă de tip emplecton.

Turnul este traversat pe cele două direcții principale E-V/N-S de goluri în care la vremea construcției au fost prevăzute bârne de lemn, pentru "armarea" orizontală.

<sup>2</sup> Conform studiului istoric întocmit de dl. ist. dr. Constantin Nicolae

La momentul actual lemnul s-a descompus.

Dimensiunile actuale ale turnului sunt de cca 8.0m x 6.0m

Înălțimea liberă (în consolă) a turnului la această dată este de cca 7m.

## 2. Instalația portuară de pe malul Dunării- Sector Port

Conform studiului istoric, în **zona portuară**, la Dunăre, au fost identificate resturi de ziduri din epoca romană care au făcut parte din instalația antică.

Excavațiile arheologice s-au condus în două secțiuni perpendiculare pe zidul portului SI și SII au relevat următoarea stratificație <sup>3</sup>:

### În secțiunea S I

**N1**- cel mai vechi, la adâncimea de 3,20-3,30 m- este constituit din piatră mică și cărămizi bine compactate în mâlul aluvionar. Reprezintă cheiul zidului din faza a II-a a portului (sec. IV, cel mai probabil);

**N2**-nivel aluvionar consistent cu mai multe orizonturi nisipoase, ceea ce sugerează o inundație de proporții și pe timp îndelungat (grosime 0,96 m);

**N 3** nivel din piatră compactată în mâlul aluvionar, cu rare resturi ceramice. Grosime = 0,30-0,40 m. Reprezintă cheiul din perioada romano-bizantină (sec. IV-VI) și poate chiar medievală;

**N 4**-nivel aluvionar cu mai multe lentile de nisip datorat unei inundații mari. Grosime=0,41 m;

**N 5**- nivel de piatră mică bine compactată în aluviuni. Grosime 0,04-0,06 m. Poate corespunde cheiului din perioada medievală;

**N 6**-nivel aluvionar în grosime de 0,51 m;

**N 7**-nivel de piatră care poate constitui fie un rest al cheiului medieval, afectat de demantelările moderne, fie un nivel de distrugere;

**N 8**-nivel aluvionar în grosime de 0,50 m;

**N9**-nivel de depuneri moderne cu piatră și nisip de la inundațiile ultimelor decenii.

Grosime = 0,60 m.

### În secțiunea S II

1.La adâncimea de 3,30-3,50 m, în pământul viu, de culoare crem –gălbui, mâlос (un loess alterat de prezența calcarelor) au fost identificate mai multe amprente ale unor țărugi (cca 17 orificii) între doi pinteni de stâncă ce mărginesc pe dreapta și stânga secțiunea. Cel mai probabil, parii au servit pentru fundarea pe calcar (substrucția) zidului distrus în totalitate. Conform studiului istoric este cel mai vechi indiciu al instalației portuare. Poate fi datat în secolele II-III.

2.Zid din piatră cu mortar foarte tare din var, nisip și cărămidă pisată, prins spre est de baza unui pinte masiv de stâncă ce apare la zi. Este ușor în spatele celui descris mai sus. Lângă stâncă are grosimea de 2,80 m după care se subțiază la 1,40 m. Se așează peste pământul crem-gălbui, ce coboară în pantă spre apă, compactat cu piatră mică. Sub acesta se găsesc însă resturi de cărămizi, țigle și fragmente ceramice. Zidul poate fi datat în secolul al IV-lea. Cheiul său a fost construit din

<sup>3</sup> // Conform studiului istoric întocmit de dl. ist. dr. Constantin Nicolae



piatră mică compactată în aluviuni.

3. Zid din piatră cu mortar (nisip, var, cărămidă pisată) construit la cca 1 m în spatele celui anterior. Se păstrează 2 asize alcătuite din trei rânduri de cărămizi dispuse regulat. Frontul zidului este din piatră cioplită sumar la exterior. Din păcate se mai păstrează doar câteva prinse de pintelul de stâncă ce iese la exterior. Acestea au permis măsurarea zidului: grosime=2,75-2,80 m; În partea de est se păstrează până la înălțimea de cca 3 m. În spatele zidului s-a lăsat un culoar pentru circulație de la nivelul primei asize, cu lățimea de 0,80 m. Sunt indicii spre răsărit, că deasupra sa se află o nouă fază, mai târzie, cu mortar cu multă cărămidă pisată peste care se așează faza medievală. Poate fi datat în secolele IV-VI.

### 3. Zid sector incinte vest

A. A fost identificat un rest de zid, ridicat din piatră legată cu mortar din nisip, var și cărămidă pisată, cu lățimea actuală de 1,40 m. Acesta a fost afectat în bună măsură de construirea platformei unui turn. Frontul turnului cade peste un alt rest de zid din piatră legată cu pământ. Un sondaj în fața acestuia a surprins o fază mai veche în care piatra zidului este legată cu mortar din nisip și var.

B. La vest de incinta mare au fost descoperite două ziduri paralele executate în două faze de construcție din piatră legată cu un mortar dur din nisip și var. Sub faza veche se află un nivel cu materiale „Dridu”.

C. Pe latura de vest a cetății se află un zid păstrat în stare precară. La baza lui stă o nivelare cu materiale de secolele IX-XI. Tehnica de construcție a zidului ca și materialele refoșite îl fac deosebit de eterogen. Se utilizează piatră din zidurile vechi, apar în emplecton bulgări de mortar cu cărămidă pisată. Construcția are o ușoară înclinare spre nord-vest.

D. Incinta mică . Are lățimea de 2, 40 m. Pentru ridicarea ei sunt refoșite materiale vechi.

E. Incinta mijlocie este construită din piatră legată cu mortar din nisip și var. Are o lățime de cca 3 m. Fundația conține piatră bolovănoasă care se așează peste nivelele antice . Spre vest, zidul este afectat de construirea turnului de pe incinta mică. În nivelul roman se află o lentilă de mortar de culoare bej care vine de la de la relocarea unui rest de zid. Deasupra nivelului roman se află un nivel subțire de pământ cu materiale organice (nivel de abandon) deasupra căruia sunt două nivelări cu materiale romano-bizantine și resturi de chirpic rulate din fortificație. Deasupra se află șanțul de fundație al unui zid distrus și refăcut sub forma actuală.

F. S-a identificat o masă mare de piatră dintr-un zid antic mutat, cel mai probabil, puțin spre vest după cum indică nivelul de mortar de culoare bej care apare în profilul de nord al secțiunii.

G. Zidul din piatră cu pământ se păstrează pe înălțimea maximă de 3 m și lățimea maximă de 1,40 m. S-a pus în evidență și o fază mai veche în care piatra este legată cu mortar. Aceasta depășește ușor înălțimea de 1 m. În faza a doua se folosește ca liant pământul galben.

La 1,40 m s-au identificat resturile unei bârne din lemn care se așează, longitudinal pe zid, pe un pat de cărămidă. Numărul mare de piroane descoperite lângă zid sugerează o suprastructură lemnoasă. La adâncimea de 3 m, în fața zidului, s-au descoperit bombarde din fontă.

H. Turnul de epocă romano-bizantină se construiește direct pe stâncă. Piatra mare,

bolovănoasă, cioplită sumar la exterior, este legată cu mortar din nisip, var și cărămidă pisată. Lățimea totală a turnului este de 8, 60 m.

I. Incinta mare - Înălțimea păstrată este de 4,27 m, iar lățimea de 1,55 m. Prima fază de construcție, până la înălțimea de 1,78 m, folosește piatră de mărime medie. La faza a doua se refolosește piatră, uneori de dimensiune mare, din zidurile vechi.

## 5.2 Identificarea tipului de fundații ale clădirii

Fundațiile sunt continue sub pereții portanți din zidărie de piatră.

Fundațiile sunt, alcătuite din blocuri de piatră (piatră brută/bolovani) și sau cărămizi zidite cu mortar de var-argilă și nisip.

La momentul întocmirii studiului nu s-a putut dispune de o dezvelire a fundațiilor acest procedeu fiind un procedeu mai complex decât în cazul unei clădiri obișnuite ce necesită prezența unei echipe interdisciplinare formată din arhitect, arheolog, inginer geotehnician și inginer de structură în vederea evaluării tuturor aspectelor legate condițiile de fundare.

## 5.3 Identificarea condițiilor de teren

Studiul geotehnic efectuat de către SC Sami Consult S.R.L. de dr. Ing. M. Maftciu și ing. S. Bugiu pe amplasament relevă următoarele date:

### Forajul F1

0.00 - 0.20	Sol vegetal
0.20 - 1.00	Umplutură cu fragmente de cărămidă și moloz
1.00 - 1.80	Umplutură din praf argilos cafeniu afânată
1.80 - 4.20	Umplutură din praf argilos cafeniu plastic vârtoasă
4.20 - 4.80	Umplutură din praf argilos cafeniu afânată
4.80 - 5.50	Praf argilos cafeniu plastic consistent la vârtoș

### Forajul F2

0.00 - 0.50	Praf loessoid cafeniu gălbui plastic vârtoș
0.50 - 2.00	Argilă prăfoasă cafeniu gălbuie plastic vârtoasă cu concrețiuni calcaroase
2.00 - 2.70	Calcar alterat (crețos)
-2.7	Calcar tare

#### **5.4 Stabilirea dimensiunilor generale și a alcătuirii secțiunilor elementelor structurale, precum și a proprietăților mecanice ale materialelor constituențe.**

Dimensiunile elementelor de structură au fost evaluate pe bază măsurării acestora la fața locului din releveul întocmit de Credo Design.

#### **5.5 Identificarea eventualelor defecte de calitate a materialelor și/sau deficiente de alcătuire a elementelor, inclusiv ale fundațiilor;**

Principalul defect al structurilor istorice este lipsa elementelor ce asigură preluarea întinderilor (stâlpi, centuri etc.).

#### **5.6 Precizarea procedurii de stabilire a forțelor seismice de proiectare și a criteriilor de proiectare seismică utilizate la proiectarea inițială;**

Nu există proiectare inițială, construcția la data execuției ei făcându-se pe bază experienței breslei constructorilor. Mai mult chiar, așa cum rezultă din studiul istoric, construcția s-a făcut în diverse etape.

#### **5.7 Descrierea modului de utilizare a clădirii pe durata de exploatare, stabilirea modului de utilizare planificat al acesteia și precizarea clasei de importanță și de expunere la cutremur, conform P 100-1**

După reamenajări, turnul rămâne încadrat în clasa II de importanță conform P100/1-2006(2013) și categoria "B".

#### **5.8 Reevaluarea acțiunilor aplicate construcției, ținând cont de utilizarea clădirii**

În urma remodelării clădirii acțiunile aplicate rămân la fel.

#### **5.9 Identificarea naturii și a amplorii degradărilor structurale și a eventualelor lucrări de remediere**

Cauzele degradărilor structurii de rezistență a turnului se pot încadra în următoarele categorii principale:

### **5.9.1 Deficiențe de conformare**

Acestea sunt datorate în special lipsei preocupărilor/cunoștințelor, la data la care s-a construit structura, legate de răspunsul structurilor la acțiunile ce intervin pe durata vieții unei construcții asupra sa. ;

Lipsurile sistemului structural sunt:

- Pereții din zidărie nu au elemente suplimentare de preluare a întinderilor rezultate din acțiunile asupra lor (climatice, gravitaționale, seismice)

### **5.9.2 Umiditatea la baza construcției**

Pe tot conturul zidurilor în special la bază sunt prezente fenomene de degradare fizică superficială a elementelor de zidărie și al mortarului. Această degradare se datorează prezenței umidității accentuate, corelate cu caracterul poros al rocilor care au favorizat fenomenul de eroziune prin îngheț – dezgheț de-a lungul timpului .



Caverne în Turnul Comandantului datorate eroziunii și fenomenelor de îngheț dezgheț.



Eroziune pe suprafața peretelui și la bază, sub zidul instalației portuare.

### **5.9.3 Prezența vegetației**



Pereții de zidărie sunt acoperiți cu vegetație.

### **5.9.4 Cauze de natură umană**

Intervențiile activității umane s-au făcut simțite pe parcursul timpului prin reparațiile și

adăugirile făcute.

#### **5.9.5 Fenomenele de îmbătrânire a materialelor;**

Din aceasta categorie se poate menționa mortarul din rosturile zidăriei, în special cel supus intemperiiilor.

În cazul în care, cu ocazia lucrărilor de reabilitare, se constata alte fenomene de degradare sau de avariere, se va anunța expertul în vederea stabilirii măsurilor de luat.

### **6 Stabilirea nivelului de cunoaștere al structurii**

Conform P100-3/2008 punctul 4.3 tabelul 4.1 se stabilește pentru structura analizata un nivel de cunoaștere limitata a materialelor puse în operă :

#### **KL1 Cunoaștere limitata**

Pentru analiza structurii se are în vedere un factor de încredere de:  
**CF=1.35**

### **7 Stabilirea metodelor de investigare**

Conform punctului 3.2 din normativul P100-3/2008, metodele de investigare prescrise sunt:

- evaluarea calitativă și, respectiv,
- evaluarea prin calcul.

Ansamblul operațiilor de evaluare calitativă și cantitativă (prin calcul) reprezintă metodologia de evaluare.

Metodologia de evaluare se diferențiază funcție de complexitatea și rigoarea operațiilor de evaluare. În cadrul prezentului cod sunt prevăzute trei metodologii de evaluare, denumite metodologia de nivel 1, de nivel 2 și, respectiv, de nivel 3.

#### **7.1 Criteriile de performanță avute în vedere la evaluarea clădirii sunt:**

-Nivelul de performanță de limitare a degradărilor asociat stării limita de serviciu (SLS materializat prin R3d.sls);

- Nivelul de performanță de siguranță a vieții asociat stării limite ultime (ULS materializat prin R3);
- Nivelul de performanță de prevenire a prăbușirii asociat stării limita de pre-colas (SLPP).

Obiectivul de performanță avut în vedere la expertizare a fost obiectivul de performanță de bază OPB.

Aceste procedee sunt aplicate în cele ce urmează.

## **7.2 Constatări din examinarea calitativă**

Construcția expertizată a fost edificată în mai multe etape, elementele cunoscute au fost edificate începând cu secolul IV dC.

Structura de rezistență a construcției – zidărie portantă.

## **7.3 Constatări privind conformarea structurii clădirii analizate**

### **7.3.1 Discontinuitate pe traseul încărcărilor**

Nu exista discontinuități pe traseul încărcărilor.

### **7.3.2 Redundanță**

Structura nu prezintă redundanță, sistemul principal de preluare a efectelor cutremurului fiind static determinat.

### **7.3.3 Regularitate în plan orizontal și vertical**

Structura analizată este o structură regulată pe verticală și pe orizontală în lumina prevederilor normativului P100-1/2006 .

### **7.3.4 Detalii de rezolvare a structurii**

În general detaliile de alcătuire a structurii sunt conforme practicilor de construcție la acea dată.

### **7.3.5 Diafragme orizontale rigide**

Nu prezintă șaibe rigide.

### 7.3.6 Fundații

Pentru zona instalației portuare s-a putut constata eroziunea straturilor de fundare aflate sub peretele de zidărie extern.

Pentru restul obiectivelor la momentul actual nu s-au constatat urme ale cedărilor de reazem.

Așa cum s-a enunțat anterior, la momentul întocmirii studiului nu s-a putut dispune de o dezvelire a fundațiilor acest procedeu fiind un procedeu mai complex decât în cazul unei clădiri obișnuite ce necesită prezența unei echipe interdisciplinare formată din arhitect, arheolog, inginer geotehnician și inginer de structură în vederea evaluării tuturor aspectelor legate condițiile de fundare.

Investigațiile ulterioare, conduse după principiul enunțat anterior, pot releva altă situație.

## 8 Gradul de îndeplinire a condițiilor de conformare R1

*Gradul de îndeplinire a condițiilor de conformare structurală, de alcătuire a elementelor structurale și a regulilor constructive pentru structuri care preiau efectul acțiunii seismice, respectiv gradul de îndeplinire al condițiilor de alcătuire seismică*

Regimul de înălțime:

**1.1 ≤ P+2E**; 1.2 > P+2E

Rigiditatea planșeelor în plan orizontal:

2.1 rigide; **2.2 fără rigiditate semnificativă**

Regularitatea geometrică și structurală:

**3.1 cu regularitate în plan și în elevație**; 3.2 fără regularitate în plan sau în elevație; 3.3 fără regularitate în plan și în elevație

Pe baza acestor caracteristici generale se stabilește valoarea indicatorului R1 care cuantifică, din punct de vedere calitativ, alcătuirea clădirii :

*Tabelul D.1a Valorile indicatorului R1 pentru zidăria nearmată*

Rigiditate planșee	Regim înălțime	Condiții de regularitate		
		3.1	3.2	3.3
2.1	1.1	100	85	70
	1.2	85	70	60
2.2	1.1	<b>75</b>	55	40
	1.2	55	40	20



*Coefficientul  $R_1$  de îndeplinire a condițiilor constructive se apreciază a fi :*

$$R_1=75\%$$

Clasa de risc seismic			
I	II	III	IV
Valori $R_1$ (%)			
<30	30-60	<u>61-90</u>	91-100

## 9 Gradul de afectare structurală $R_2$

*Gradul de afectare structurală care exprima proporția degradărilor structurale produse de acțiunea seismică și de alte cauze, se apreciază ca fiind :*

Pentru evaluarea calitativă preliminară, starea generală de avariere a clădirii se notează în funcție de tipul și de gravitatea avariilor prin punctajul dat în tabelul D.2.

*Tabelul D.2 Calculul indicatorului  $R_2$  pentru evaluare calitativă preliminară*

Tipul avariilor	Elemente verticale ( $A_v$ )	Elemente orizontale ( $A_h$ )
Nesemnificative	70	30
Moderate	60	20
Grave	<u>45</u>	<u>15</u>
Foarte grave	25	10

*Elementele orizontale includ: planșee, bolți, cupole, șarpante*

$$R_2=A_h+A_v=75\%$$

Clasa de risc seismic			
I	II	III	IV
Valori $R_2$ (%)			
<40	40-70	<u>71-90</u>	91-100

## 10 Verificarea prin calcul, folosind metodologia de nivel 1

### 10.1 Ipotezele de bază ale calculului sunt următoarele:

Pentru estimarea prin calcul având în vedere lipsa conformării antiseismice a structurii precum și a mării eterogenități a materialelor din care este alcătuită structura pentru evaluare s-a ales metodologia de tip 1. Totodată caracterul eterogen al zidăriei nu permite o evaluare prin calcul foarte exactă.

-Schema de calcul a structurii idealizate s-a întocmit considerând elementele suprastructurii încastrate la nivelul terenului actual.

-Eforturile s-au determinat în stadiul elastic, cu încărcările "de cod".

-Încărcările considerate în calcul sunt corespunzătoare situației reale a construcției, luând în considerare funcțiunea propusă a imobilului.

Încărcarea data de vânt nu a fost considerată în calcul pentru ca în raport cu încărcarea seismică nu este relevantă.

-Coeficientul  $q$  de reducere a forțelor seismice de cod a fost luat conform metodologiei 1 din P100-3:2008, și anume  $q$  final pentru toată structura având valoarea 1.50 pentru modelul cu pereți structurali din zidărie.

### 10.2 Verificarea prin calcul - Metodologia de nivel 1

#### Rezultatele calculului

##### 10.2.1 Rezultatele verificării sub aspectul rezistenței

Caracteristicile seismice în conformitate cu zona seismică locală sunt sintetizate mai jos:

Valoarea coeficientului  $R_3$  în termeni de capacitate portantă a zidăriei este :

Pentru turnul comandantului

$R_3=69\%$

Pentru peretele din zona portuară

$R_3=69\%$

Greutate structură

G

154.00 kN

Coeficient seismic

H	Înălțimea clădirii	7.00 m
Teff	=kt x H(2/3)	0.19 sec

2.2 Spectru seismic

**Caracteristici spectru seismic**

Localitate	<b>Harsova</b>	
agR	acceleratia terenului	<b>1.96 m/s</b>
γ	clasa II tab 4. SREN1998	<b>1.20</b>
ag	acceleratia terenului = agR x γ	2.35 m/s
β0	factor de amplificare dinamica maxima a acceleratiei orizontale a terenului de catre structura	<b>2.75</b>
	Perioade caracteristice pentru spectru	
TB		<b>0.07</b>
TC		<b>0.70</b>
TD		<b>2.00</b>
β(Teff)		2.75
Se(Teff)ξeff=5%	=ag x β(Teff)	6.47 m/sec <sup>2</sup>
ξ	cf P100-1/2006	8.00 %
η	factor de corecție tinand cont de amortizarea efectiva = (10/(5+ξeff))^0.5	0.88
Se(Teff,ξeff)	=η x Se(Teff)ξeff=5%	<b>5.68 m/sec<sup>2</sup></b>
λ	Factor de participare	1.00
Forța seismică de bază în stadiul elastic:		
Fb	=γ · S (T) · m · λ	89.14 kN
Arii de zidarii		
At	transversal	1.00 mp
Al	longitudinal	1.00 mp
Atotal		1.00
σ0		154.00 kN/mp
Valorile medii ale eforturilor unitare tangențiale		

q		1.50
q <sub>ef</sub> (corectat conform perioadei)		1.50
v <sub>mt</sub>	Fb/At/q	59.43 kN/mp
v <sub>ml</sub>	Fb/At/q	59.43 kN/mp
tk		24.00 kN/mp
Fbcap <sub>t</sub>	At x tk x (1+2/3(σ <sub>0</sub> /tk) <sup>0.5</sup> )	55.14 kN
Fbcap <sub>l</sub>	Al x tk x (1+2/3(σ <sub>0</sub> /tk) <sup>0.5</sup> )	55.14 kN
Fbcap	min(Fbcap <sub>t</sub> , Fbcap <sub>l</sub> )	55.14 kN
cf	coeficient de incredere	1.35
R1	transversal	0.69
R1	longitudinal	0.69
<b>Rmin</b>		<b>0.69</b>

**În concluzie**, valoarea rezultată a indicatorul **R3 este de 69%** (P100-1/2006) atât pentru zona de perete a instalației portuare cât și pentru Turnul Comandantului  
Pentru zonele de perete vestic se estimează o capacitate portantă mai bună înălțimile la care acesta rămâne în consolă, la acest moment sunt relativ mici (mai mici de 4m).

### 10.3 Valoarea R<sub>3</sub>

*Pentru valoarea pe care o reprezintă valoarea R3 asociata clasei de risc seismic se păstrează 69%.*

**În concluzie factorul ce se retine este**

$$R_3 = 69\%$$

## 11 Încadrarea construcției în clasa de risc seismic

În urma analizelor efectuate construcția s-a încadrat din punct de vedere al riscului seismic în clasa<sup>4</sup> **Rs III corespunzătoare construcțiilor care sub efectul cutremurului de proiectare pot prezenta degradări structurale care nu afectează semnificativ siguranța structurala dar la care degradările nestruurale pot fi importante.**

<sup>4</sup>Mai jos sunt definite conform P100-3/2008 semnificațiile claselor de risc seismic pentru comparație:

Rs I corespunzătoare construcțiilor cu risc ridicat de prăbușire la cutremurul de proiectare corespunzător stării limită ultime.

Rs II corespunzătoare construcțiilor care sub efectul cutremurului de proiectare pot prezenta degradări structurale majore dar la care pierderea stabilității este puțin probabilă.

Rs III corespunzătoare construcțiilor care sub efectul cutremurului de proiectare pot prezenta degradări structurale care nu afectează semnificativ siguranța structurala dar la care degradările nestruurale pot fi importante.

Rs IV corespunzătoare construcțiilor la care răspunsul seismic așteptat este similar celui obținut la construcțiile proiectate pe baza prescripțiilor în vigoare.

## 12 Concluzii și propuneri de masuri de intervenție (consolidări și reparații).

Propunerile de intervenții se vor face pe mai multe direcții de acțiune asupra îmbunătățirii performanțelor structurii.

Direcțiile de acțiune sunt:

- Îmbunătățirea performanțelor seismice
- Reparațiile structurale locale
- Curățare piatră<sup>5</sup>
- Intervenții exterioare asupra zidurilor

În ceea ce urmează se vor propune două soluții de intervenție

## 13 Soluții de intervenție recomandate

### 13.1 Soluția numărul 1

#### i. Preambul

**Soluția** nu își propune să ridice nivelul de asigurare seismică ci doar să îmbunătățească starea generală a turnului în general.

#### ii. Reparațiile structurale locale

La reabilitarea unei structuri istorice pe lângă exigențele de bază formulate față de orice structură – rezistență, stabilitate, siguranță în exploatare etc., se pune și problema conservării structurii, conservarea conceptelor structurale, a materialelor originale, împreună cu tehnologiile prin care acestea s-au pus în operă, într-un cuvânt a mesajului istoric înglobat în acestea.

#### o Zidării

Intervențiile trebuie să fie :

- intervenții minimale foarte bine gândite
- să mențină conceptului structural original (o structura de zidărie este menținută nemodificată, dacă mecanismul de preluare a acțiunilor rămâne nealterat )
- să conserve materialul original
- să folosească materiale compatibile cu cele originale (piatră de gresie calcaroasă, cărămidă

<sup>5</sup> Vezi și studiul petrografic întocmit de ing. geolog dr. Anca Luca

plină presată de epocă, mortarul de var etc.)

Reabilitarea structurală a zidăriei clădirii constă în completarea structurii prin refacerea continuității ei prin:

- plombări din zidărie de piatră
- plombări de fisuri de suprafață
- plombări din zidărie de cărămidă
- înlocuirea materialului degradat al zidăriei din cărămidă, rostuire cu mortar de var. Acolo unde sunt dislocări ale zidăriei de cărămidă sau piatră, se vor desface cărămizile și se va reface zidăria cu mortar de var.
- în cazul depistării unor fisuri, crăpături ale zidărilor se va injecta în masa zidăriei mortar cu mortar de var cu marcă cel puțin M15 (din gama GeoCalce sau echivalent).
- Zidăriile se vor curăța de vegetația crescută pe acestea. Curățarea se va face cu atenție, la nevoie cu sprijiniri locale în vederea asigurării stabilității zidăriei. Rădăcinile moarte în urma tratamentelor chimice aplicate se vor extrage mecanic.
- Lacunele rămase în urma extragerii rădăcinilor se vor injecta cu mortare fără contracții pe bază de var.

**Reguli de bază, ce se urmăresc la executarea lucrărilor:**

- respectarea și refacerea formei originale
- demolarea rândurilor de zidărie (sau îndepărtarea cărămizilor, respectiv a pietrelor individual, local) în toată zona degradată până la obținerea suprafeței de contact solid, cu ștrepi necesari pentru întrețeri
- respectarea riguroasă a tehnologiei de lucru: curățirea și umezirea suprafețelor de contact precum și a elementelor de zidărie (cărămidă) pentru asigurarea umidității necesare întăririi mortarului

**Lucrările se vor executa cu personal calificat, care are experiență în domeniu și a fost instruit în prealabil în scopul respectării cu strictețe a prevederilor caietelor de sarcini.**

**iii. Curățare piatră<sup>6</sup>**

**iv. Biocidare piatră<sup>7</sup>**

**v. AMENAJARILE EXTERIOARE<sup>8</sup>**



<sup>6</sup> Vezi și studiul petrografic întocmit de ing. geolog dr. Anca Luca

<sup>7</sup> Vezi și studiul petrografic întocmit de ing. geolog dr. Anca Luca

<sup>8</sup> Vezi și proiectul partea de arhitectură

- se propune amenajarea terenului în vederea îmbunătățirii accesului la monument prin crearea unei rampe de scară ce va duce la o platformă așezată pe structura actuală a turnului;
- obiectivul se va împrejmuji;
- se propune execuția unei construcții noi cu regim de înălțime parter, cu funcțiunea de anexă servicii;
- Înainte de trecerea la execuție corpului anexă servicii se vor întreprinde cercetări arheologice pe amplasament în vederea descoperirii eventualelor elemente cu valoare istorică.

## 13.2 Soluția numărul 2

### i. Preambul

Soluția are în vedere ca pe plan european se pune accent pe îmbunătățirea siguranței, metodele de calcul s-au rafinat, coeficienții și valorile de referință ale încărcărilor au sporit.

Potrivit practicilor de proiectare Europene (Eurocoduri) construcțiile trebuie să fie capabile să susțină efectele încărcărilor exterioare (zăpadă, vânt, cutremur), evenimente cu un interval de repetabilitate posibilă proiectată din ce în ce mai mare (interval mediu de recurență). Perioada medie de revenire a unui eveniment (încărcare) constituie intervalul la care un eveniment ce poate afecta construcția se poate repeta cu o anumită probabilitate de nedepășire. Acest concept permite o asigurarea mai bună a construcțiilor împotriva accidentelor (cedărilor) și o durabilitate superioară.

### ii. Ridicarea nivelului siguranței seismice

#### 1. Turn

În vederea ridicării nivelului de siguranță structurală se vor lua următoarele măsuri:

- În toate perforațiile în care se găseau tălpi de lemn se vor introduce lemne tratate cu soluție de piatră vânăță și substanțe de biocidare insecto-fungicide și anti-combustie și ulterior se vor injecta cu mortar de var gras. Alternativ se pot injecta perforațiile cu mortar de var și introduce tije de armare cu fibră elastică tip steel Helibar (producător Kerakoll sau echivalent).

#### 2. Perete port

- Se va subzidi cu zidărie de piatră cu mortar de var zona de perete către Dunăre în zona afectată de eroziunea apelor Dunării.
- Se va reface zidul anterior peretelui de chei

- Se recomandă introducerea în primul și ultimul rost al zonei de subzidire a unor tije de armare cu fibră elastică tip steel Helibar (producător Kerakoll sau echivalent) în pat de mortar de var.

### iii. Reparațiile structurale locale

La reabilitarea unei structuri istorice pe lângă exigențele de bază formulate față de orice structură – rezistență, stabilitate, siguranță în exploatare etc., se pune și problema conservării structurii, conservarea conceptelor structurale, a materialelor originale, împreună cu tehnologiile prin care acestea s-au pus în operă, într-un cuvânt a mesajului istoric înglobat în acestea.

#### ○ **Fundații**

Așa cum s-a enunțat anterior la momentul întocmirii studiului nu s-a putut dispune de o dezvelire a fundațiilor acest procedeu fiind un procedeu mai complex decât în cazul unei clădiri obișnuite ce necesită prezența unei echipe interdisciplinare formată din arhitect, arheolog, inginer geotehnician și inginer de structură în vederea evaluării tuturor aspectelor legate condițiile de fundare.

Pentru aceasta se vor executa sondaje cu dezveliri ale zonelor acoperite de depuneri de-a lungul timpului, executate de echipe mixte ce vor avea în componență un arhitect, un arheolog un inginer geolog și un inginer constructor cu experiență în restaurări (atestat MCC).

În urma acestor sondaje se vor definitiva soluțiile de intervenție.

Având în vedere că fundațiile, cel mai probabil, sunt alcătuite cu structura din zidărie din piatră - lespezi, dar și bolovani :

- se va curăța suprafața zidăriei din piatră
- se vor curăța rosturile pe o adâncime de 2.5 - 3 cm, se refac legăturile elementelor dislocate, se execută rostuirea cu mortar din var-nisip.

#### ○ **Zidării**

Intervențiile trebuie să fie

- intervenții minimale foarte bine gândite
- sa mențină conceptului structural original(o structura de zidărie este menținută nemodificata, dacă mecanismul de preluare a acțiunilor rămâne nealterat )
- sa conserve materialul original



- sa folosească materiale compatibile cu cele originale (piatră de gresie calcaroasa, cărămida plină presată de epocă, mortarul de var etc.)

Reabilitarea structurală a zidăriei clădirii constă în completarea structurii prin refacerea continuității ei prin:

- plombări din zidărie de piatră
- plombări de fisuri de suprafață
- înlocuirea materialului degradat al zidăriei de piatră, rostuire cu mortar de var. Acolo unde sunt dislocări ale zidăriei de cărămidă sau piatră, se vor desface cărămizile și se va reface zidăria cu mortar de var cu marcă cel puțin M15 (din gama GEOCalce sau echivalent).
- în cazul depistării unor fisuri, crăpături ale zidăriilor se va injecta în masa zidăriei mortar pe bază de var cu rezistență ridicată
- Zidăriile se vor curăța de vegetația crescută pe acestea. Curățarea se va face cu atenție, la nevoie cu sprijiniri locale în vederea asigurării stabilității zidăriei. Rădăcinile moarte în urma tratamentelor chimice aplicate se vor extrage mecanic.
- Lacunele rămase în urma extragerii rădăcinilor se vor injecta cu mortare fără contracții pe bază de var.

**Reguli de bază, ce se urmăresc la executarea lucrărilor:**

- respectarea și refacerea formei originale
- demolarea rândurilor de zidărie (sau îndepărtarea cărămizilor, respectiv a pietrelor individual, local) în toată zona degradată până la obținerea suprafeței de contact solid, cu ștrepi necesari pentru întrețeseri
- respectarea riguroasă a tehnologiei de lucru: curățirea și umezirea suprafețelor de contact precum și a elementelor de zidărie (piatră) pentru asigurarea umidității necesare întăririi mortarului
- Reparațiile cu mortar de ciment portland efectuate anterior (dacă există) se vor îndepărta și se vor înlocui cu reparații cu mortare pe bază de var.

Lucrările se vor executa cu personal calificat, care are experiență în domeniu și a fost instruit în prealabil în scopul respectării cu strictețe a prevederilor caietelor de sarcini.

#### **iv. Curățare piatră<sup>9</sup>**

#### **v. Biocidare piatră<sup>10</sup>**

#### **vi. AMENAJARILE EXTERIOARE**

<sup>9</sup> Vezi și studiul petrografic întocmit de ing. geolog dr. Anca Luca

<sup>10</sup> Vezi și studiul petrografic întocmit de ing. geolog dr. Anca Luca

- se propune amenajarea terenului în vederea îmbunătățirii accesului la monument prin crearea unei rampe de scară ce va duce la o platformă așezată pe structura actuală a turnului; Platforma va fi sprijinită cu ajutorul unor profile de oțel pe structura actuală a turnului.
- obiectivul se va împrejmuși pentru asigurarea protecției sitului.
- se propune execuția unei construcții noi cu regim de înălțime parter, cu funcțiunea de anexă servicii;
- Înainte de trecerea la execuție corpului anexă servicii se vor întreprinde cercetări arheologice pe amplasament în vederea descoperirii eventualelor elemente cu valoare istorică.

### 13.3 Soluția recomandată

***Se recomandă aplicarea soluției numărul 2 aceasta apropiindu-se de o rezolvare optimă a elementelor ce trebuiesc corectate, evidențiate în această expertiză precum și în expertizele adiacente conținute în prezentul studiu.***

În continuare se detaliază rațiunile pentru care soluția numărul 2 a fost considerată optimă.

În lumina Eurocodului 8 (EN 1998) pentru cutremurele de pământ se are în vedere un nivel de siguranță corespunzător unei perioade medii de revenire de 475ani. Se reamintește că expertiza este realizată conform ordinului de aprobare al ministrului folosind P100-1/2006. La momentul realizării expertizei P100-1/2013 este în vigoare. P100-1/2013 normează perioada medie de revenire la 225 ani, față de 100 de ani în P100-1/2006. Pentru Hârșova trecerea de la accelerația corespunzătoare perioadei medii de revenire de 100 ani la accelerația corespunzătoare perioadei medii de revenire de 225 de ani crește valoarea de vârf a accelerației de proiectare de la  $a_g=0.20g$  la  $a_g = 0.25g$  (aprox 25% în plus). Pentru trecerea la 475 de ani, valoarea de vârf a accelerației de proiectare crește față de P100-1/2013 de la  $a_g = 0.25g$  la  $a_g = 0.30g$  (aprox 20% în plus). Sporul total al valorii de vârf a accelerației de proiectare este de la  $a_g = 0.20g$  (folosit pentru expertiză, conf. P100-1/2006 pentru IMR 100 de ani) la  $a_g = 0.30g$  (pentru IMR 475 de ani), reprezentând un spor de 50%.

Nu în ultimul rând trebuie ținut cont de faptul că incidența cutremurele în special aduce o stare de micro fisurare a zidăriei de cărămidă/piatră, zidăria însăși fiind un material cu deficiență intrinsecă în preluarea eforturilor de întindere. Aceasta stare de microfisurare este complicat de evidențiat cu exactitate.

Soluția de consolidare descrisă indicată la numărul 2 presupune următorii pași:

Se execută dezvelirile arheologice ce vor pune în evidență eventualele probleme în zona

îngropată a turnului

- Se execută reparațiile structurale
- Pentru zona port se execută subzidirea de rezemare din zidărie de piatră cu mortar de var
- Se execută refacerile zidăriei până la cota superioară decisă.
- Soluția de consolidare se va definitiva la faza de proiect faza Pth, DE.
- Se execută dezvelirile arheologice ce vor pune în evidență eventualele probleme în zona pe care se va executa corpul anexă pentru servicii

**În urma aplicării intervenției construcția se va situa din punct de vedere al riscului seismic în clasa Rs III.**

Toate intervențiile vor trebui precedate de dezveliri arheologice.

Expertul tehnic va viza documentația tehnică de execuție , care se va întocmi după avizarea în faza DALI.

Orice modificare ulterioară în faza de proiect se va face după consultarea cu Expertul și stabilirea unui punct comun de acțiune.

Execuția lucrărilor va fi coordonată de către *Responsabil tehnic cu execuția atestat MLPAT și MCC*, iar interesele beneficiarului vor fi reprezentate de către *Diriginte de șantier atestat MLPAT și MCC*.

**ing. Eugen Sabo**

Expert Tehnic în construcții

(atestat conform H.G. 925/1995

certificat Seria N Nr.05071 /18.09.1999

Expert Tehnic MCC 64-E)

ROMÂNIA  
MINISTERUL CULTURII ȘI CULTELOR



CERTIFICAT DE ATESTARE

Nr. 64-E / 26.03.2004



SEMĂTURĂ TITULAR

Se atestă Dl.(Dna.) SABO Eugen Emil  
de profesie Inginer născut(ă) în anul 1953 luna Mai ziua 19  
localitatea Tîrnăveni județul(sectorul) Mureș  
legitimat cu seria nr. eliberat de  
București la data de 22/08/1997 CNP

pentru a desfășura activități în domeniul protejării monumentelor istorice,  
având calitatea de

**EXPERT**

în domeniile:

E2. Inginerie - consolidare și/sau restaurare  
structuri istorice:

A - Studii, investigații, cercetări; B - Verificare proiecte;

D - Șef proiect; E - Șef lucrări;

G - Inspecție și urmărirea comportamentului în timp a monumentelor istorice

MINISTRUL

Acad. Răzvan ~~TRIFUNESCU~~ TRIFUNESCU

COMISIE ATESTARE  
SECRETAR.

MINISTERUL LUCRARILOR PUBLICE SI AMENAJARII TERITORIULUI

SE ATESTA DOMNUL / DOAMNA

SABO GH. EUGEN EMIL

nascut/a in anul 1953 luna MAI Ziua 19  
in orasul (comuna) TARNAVENI - JUD. MURES  
de profesie ING. CONSTRUCTOR



DIRECTOR GENERAL

IONA STANESCU

Comisia nr. 19

Semnatura titularului

Data eliberarii 10.01.2000

In baza certificatului nr. 05071 din 18.11.1999

1) Pentru calitatea de EXPERT TEHNIC  
2) In domeniile : CONSTR. CIVILE, INDUSTR., AGROZOO, CU STRUC-  
TURA DIN BETON, BETON ARMAT, ZIDARIE, LEMN (A1).

3) In specialitatea :

4) Pentru urmatoarele cerinte : REZISTENTA SI STABILITATE (A1).

Valabil ( vezi verso )  
Prezentul certificat a fost  
eliberat in baza legii nr. 10/1995

SERIA N NR.

05071

Prezentul certificat va fi vizat de emitent din 5 în 5 ani  
de la data eliberării

10.01.2010	Prelungit <del>se</del> searca până la: 10.01.2020
	MDRT DIRECTOR

UL TRAN DIRECTOR

LEGITIMATIE