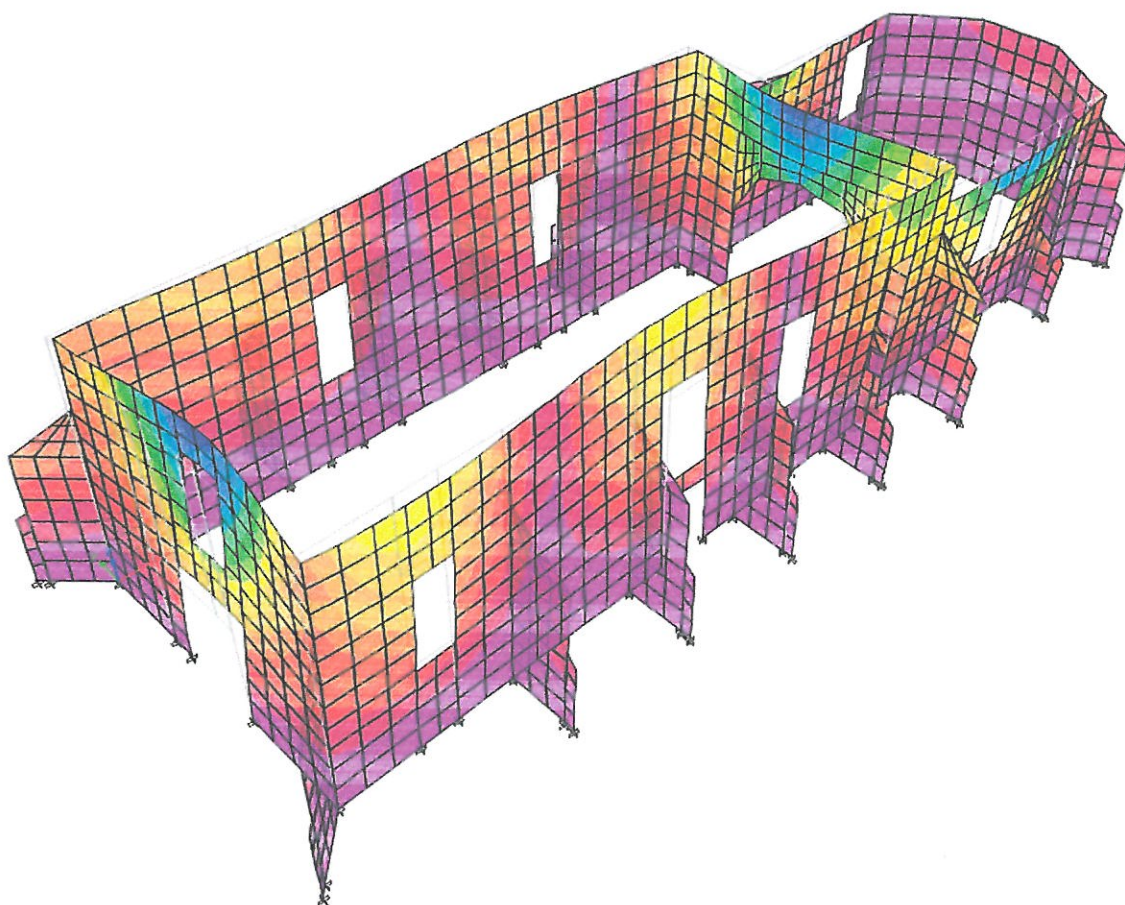


**EXPERTIZA TEHNICĂ
LA BISERICA EVANGHELICA
DIN CALNIC, JUD. ALBA**

în cadrul proiectului

**„CONSOLIDAREA, REABILITAREA SI PROMOVAREA
BISERICII EVANGHELICE DIN CALNIC (JUD. ALBA)
COMPONENTA A ANSAMBLULUI PROTEJAT UNESCO”**

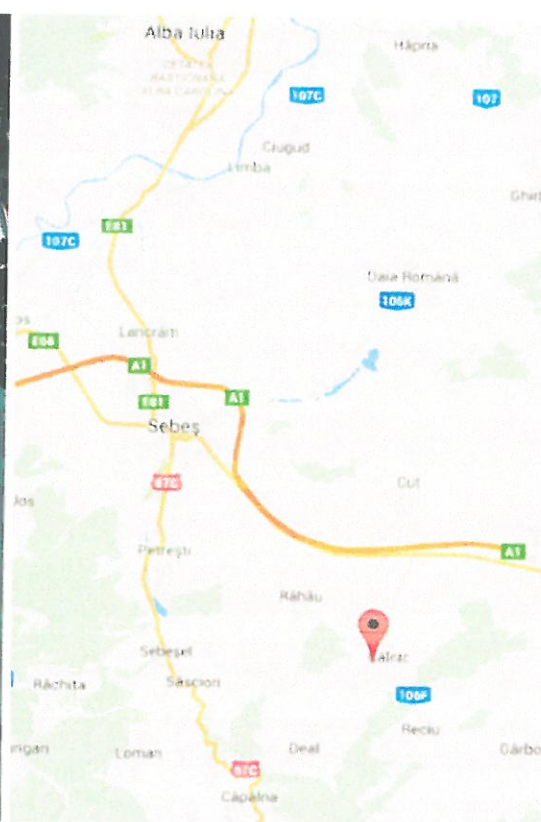
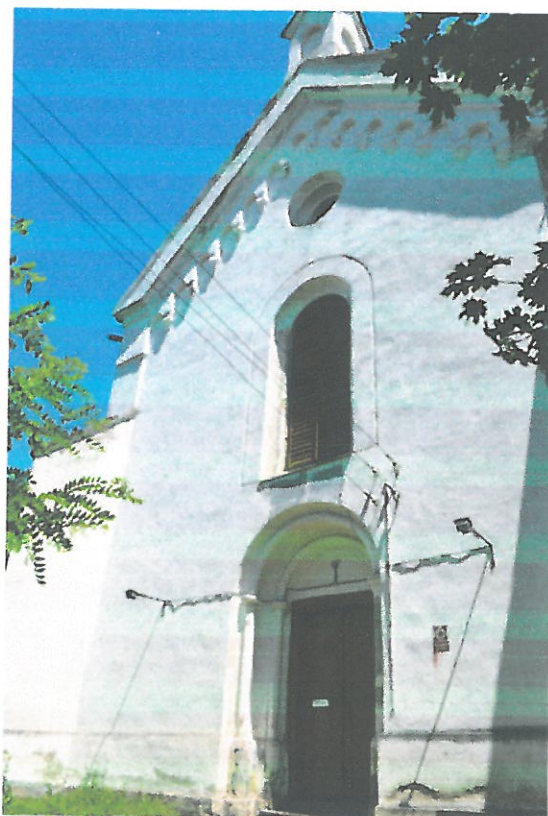


BENEFICIAR: PAROHIA EVANGHELICA CA CALNIC

EXPERTIZA TEHNICĂ LA BISERICA EVANGHELICĂ DIN CALNIC, JUD. ALBA

în cadrul proiectului

„CONSOLIDAREA, REABILITAREA ȘI PROMOVAREA BISERICII
EVANGHELICE DIN CALNIC (JUD. ALBA) COMPONENTA A
ANSAMBLULUI PROTEJAT UNESCO”



- Contract nr. 271 / 15.07.2016 -

- SC EXPROCONS GOSAV & CO SRL -

ADMINISTRATOR,
Nicoleta Gosav



EXPERT TEHNIC M.C.C. ȘI M.L.P.A.T
Ing. Constantin Firtea



2016

EXPERTIZA TEHNICĂ LA BISERICA EVANGHELICĂ DIN CALNIC, JUD. ALBA

în cadrul proiectului

„CONSOLIDAREA, REABILITAREA ȘI PROMOVAREA BISERICII EVANGHELICE DIN CALNIC (JUD. ALBA) COMPONENTA A ANSAMBLULUI PROTEJAT UNESCO”

- CUPRINS -

1. CONDIȚII CONTRACTUALE.....	5
2. MOTIVAREA EXPERTIZEI.....	5
3. COLECTAREA INFORMAȚIILOR PENTRU EVALUAREA STRUCTURALĂ.....	7
3.1. Informațiile pentru evaluarea structurală.....	7
3.2. Nivelul de cunoaștere.....	7
4. DOCUMENTAȚIA PENTRU EXPERTIZARE.....	9
4.1. Legislația în vigoare.....	9
4.2. Reglementări tehnice utilizate la expertizare.....	9
4.3. Documentația privind obiectul expertizat.....	10
5. DATE PRIVIND PERIOADA CONSTRUCȚIEI.....	10
5.1. Istoricul construcției (cf. documentației preluate de la SC Polarh Design SRL).....	10
5.2. Nivelul reglementărilor de proiectare aplicate.....	11
6. ÎNCADRAREA ÎN REGLEMENTĂRILE TEHNICE.....	12
6.1. Condițiile seismice ale amplasamentului.....	12
6.2. Încadrarea conform HG 766 - 97.....	12
6.3. Condiții climatice de amplasament.....	13
6.4. Condiții geotehnice de amplasament.....	14
6.5. Încadrarea mediului.....	14
7. METODOLOGIA DE EXPERTIZARE.....	15
7.1. Alegerea metodelor de investigare.....	15
7.2. Prezentarea metodelor de investigare.....	15
7.2.1 Evaluarea calitativă.....	15
7.2.2. Evaluarea prin calcul.....	15
8. DESCRIEREA IMOBILULUI.....	16
8.1. Structura de rezistență.....	16
8.2. ARHITECTURA.....	17
9. STAREA CONSTRUCȚIEI.....	18
9.1. Releveul degradărilor.....	18
9.2. Cauzele degradărilor.....	19
10. EVALUAREA CALITATIVĂ.....	20
10.1. Evaluarea structurală (Indicator R1).....	20
10.2. Evaluarea stării de degradare (Indicator R2).....	22
11. EVALUAREA ANALITICĂ A NIVELULUI DE ASIGURARE (INDICATOR R3).....	23
13. ÎNCADRAREA ÎN CLASE DE RISC SEISMIC.....	24
14. PROPUNEREA DE INTERVENȚIE STRUCTURALĂ.....	25
14.1. soluția minimală.....	26
14.2. soluția maximală.....	26
14.3. alegerea și motivarea soluției de intervenție structurală.....	27
ANEXA A - RELEVUL GEOMETRIC.....	28

Plan de situație – Planșa A01	28
ANEXA B - RELEVUL DEGRADĂRIILOR	29
ANEXA C – BREVIARE DE CALCUL	50
ANEXA C1 – BREVIAR DE CALCUL VARIANTA EXISTENTĂ	51
1. CARACTERISTICILE MATERIALELOR	52
1.1 Rezistențe	52
1.2 Caracteristicile geometrice	52
2. ÎNCĂRCĂRI	52
2.1 Încărcări permanente	52
2.2 Încărcări variabile	53
2.3 Încărcări excepționale	53
2.4 Grupări de încărcări	54
2.5 Combinații de încărcări	54
3. ANALIZA STATICA LINIARA	54
3.1 Modelul de calcul	54
3.2 Analiza modurilor proprii de vibrație	56
3.3 Analiza eforturilor din șpaleți	58
4. GRADUL DE ASIGURARE	59
ANEXA C2 – BREVIAR DE CALCUL VARIANTA CONSOLIDATĂ	60
1. CARACTERISTICILE MATERIALELOR	61
1.1 Rezistențe	61
1.2 Caracteristicile geometrice	61
2. ÎNCĂRCĂRI	61
2.1 Încărcări permanente	61
2.2 Încărcări variabile	62
2.3 Încărcări excepționale	62
2.4 Grupări de încărcări	63
2.5 Combinații de încărcări	63
3. ANALIZA STATICA LINIARA	63
3.1 Modelul de calcul	63
3.2 Analiza modurilor proprii de vibrație	65
3.3 Analiza eforturilor din șpaleți	67
4. GRADUL DE ASIGURARE	68
ANEXA D – STUDIU GEOTEHNIC	69
ANEXA E – DOCUMENTATIE	70



EXPERTIZA TEHNICĂ LA BISERICA EVANGHELICA DIN CALNIC, JUD. ALBA

în cadrul proiectului

„CONSOLIDAREA, REABILITAREA SI PROMOVAREA BISERICII EVANGHELICE DIN CALNIC (JUD. ALBA) COMPONENTA A ANSAMBLULUI PROTEJAT UNESCO”

1. CONDIȚII CONTRACTUALE

În conformitate cu contractul nr. 271/15.07.2016, a fost efectuată expertiza la structura de rezistență a Bisericii Evanghelice din Calnic, pentru a se stabili:

(i) **nivelul de asigurare la seism** al structurii de rezistență, în condițiile prevăzute de prescripțiile tehnice și legislația actualmente în vigoare și

(ii) **decizia de intervenție** asupra structurii de rezistență, în condițiile în care se dorește reabilitarea si promovarea acesteia.

Edificiul este de tip sală cu absida altarului poligonală decroșată spre răsărit, având în partea de nord sacristia în care se pătrunde printr-un portal gotic datând din ultimul sfert al secolului al XV-lea.

”Biserica din deal a Călnicului” a fost mult transformată în secolul al XIX-lea, având acum o înfățișare neogotică (proiectul datează din 1863). Biserica a suferit importante transformări și consolidări, între 1868-1869, după planurile inginerului Ignaz Paulaz.

În prezent, biserica se afla într-o stare avansată de avariere structurală.

Expertiza se referă la structura de rezistență a imobilului iar referatul este întocmit în conformitate cu legislația și prescripțiile tehnice în vigoare (vezi §4).

2. MOTIVAREA EXPERTIZEI

Expertizarea structurii de rezistență a imobilului este motivată de:

i) **Degradările și avariile** care se semnalează în prezent, în special datorită tasarilor diferențiate ale terenului de fundare, tasări care au fost resimțite profund de către structura de rezistență a bisericii, mai ales în zona intrării; au fost relevate fisuri și crăpături diagonale în zidurile longitudinale, vizibile atât la exteriorul cât și la interiorul structurii și deformarea pardoselilor interioare din dreptul intrării; la relevarea vizuală a structurii s-a constatat și înclinarea periculoasă

spre exterior a zidului longitudinal de nord; semnalăm faptul că este posibilă existența unor degradări grave și în alte zone ale structurii de rezistență, degradări care în prezent sunt estompate de tencuielile și zugrăvelile aplicate de-a lungul timpului;

ii) **Seismele suferite** în decursul anilor de la terminare au fost în număr de 25 cu intensitate semnificativă, în urma cărora construcția a suferit probabil degradări și avarii, avându-se în vedere repetatele intervenții structurale executate; în prezent, degradările care pot avea ca și cauză acțiunile seismice sunt de tipul fisurilor în arcele de zidărie ale ferestrelor și usilor precum și în zidurile navei;

iii) **Încadrarea în prevederile legislației în vigoare, astfel:**

- *HG 486/93 privind creșterea siguranței în exploatare a construcțiilor și instalațiilor care reprezintă surse de mare risc*, prevede inventarierea și ierarhizarea construcțiilor în funcție de mărimea pericolului potențial de avarie pe care îl reprezintă, urmând ca apoi acestea să fie expertizate tehnic. Într-o etapă ulterioară, pe baza expertizelor întocmite, se elaborează documentațiile tehnico-economice necesare executării lucrărilor de reparații, consolidări sau modernizări și se trece la execuția lucrărilor prevăzute. Lucrările ce urmează a se executa la construcția expertizată se referă la lucrări de reparații, consolidări și modernizări.

- *OG nr. 20/1994 privind măsuri pentru reducerea riscului seismic al construcțiilor existente*, prevede ca proprietarii construcțiilor să acționeze pentru identificarea construcțiilor din proprietate sau administrare care prezintă niveluri insuficiente de protecție la acțiuni seismice, degradări sau avarieri, să comande expertizarea tehnică a construcțiilor de către experți tehnici atestați, în conformitate cu reglementările tehnice să-și însușească decizia de intervenție și apoi să continue acțiunile de reabilitare în funcție de concluziile fundamentate în raportul de expertiză tehnică.

- *Legea 177/2015 pentru modificarea și completarea Legii 10/1995 privind calitatea în construcții* prevede că lucrările de reparații se fac numai pe baza unei expertize tehnice întocmite de un expert tehnic atestat, dacă constituie intervenții la construcții existente, definite ca fiind lucrări de reconstituire, consolidare, transformare, extindere, desființare parțială, precum și lucrări de reparații. Aceeași lege prevede ca obligație a investitorului care realizează lucrările de intervenție, aceea de a contracta expertizarea construcțiilor de către experți tehnici atestați, în situațiile în care la aceste construcții se execută lucrări de natura celor amintite anterior.

Având în vedere prevederile legilor amintite, în condițiile în care se dorește stabilirea nivelului de asigurare existent și conceperea unor soluții de intervenție potrivite cu caracteristicile structurale

ale imobilului, expertiza construcției rezultă ca necesară și justificată din punct de vedere tehnic și legislativ.

3. COLECTAREA INFORMAȚIILOR PENTRU EVALUAREA STRUCTURALĂ

3.1. INFORMAȚIILE PENTRU EVALUAREA STRUCTURALĂ

Sistemul structural a fost identificat prin relevarea la nivelul cerințelor corespunzătoare stadiului prezent al investigațiilor sub formă de planuri și secțiuni caracteristice (descrierea acestuia este prezentată în §8 iar releveul în anexa A).

Starea de avariere a construcției este prezentată sub forma unui releveu fotografic al degradărilor în anexa B.

În anexa C sunt prezentate breviarele de calcul conform prevederilor din codul P100/3-2008, prin care s-au stabilit gradele de asigurare pe cele două direcții ale structurii și s-au identificat zonele structurale vulnerabile la acțiuni seismice orizontale.

Caracteristicile terenului de fundare au fost preluate din studiul geotehnic prezentat în anexa D.

În anexa E sunt prezentate fotografiile, planurile și secțiunile preluate din studiul istoric.

3.2. NIVELUL DE CUNOAȘTERE

În vederea selectării metodei de calcul și a valorilor potrivite ale factorilor de încredere, conform Normativului de evaluare a clădirilor existent P100-3/2008 (pct. 4.3.1), se definesc următoarele niveluri de cunoaștere:

- **KL1:** Cunoaștere limitată;
- **KL2:** Cunoaștere normală;
- **KL3:** Cunoaștere completă.

Nivelul de cunoaștere realizat impune metoda de calcul permisă și valorile factorilor de încredere și se determină funcție de următorii factori care, la clădirea expertizată, sunt îndepliniți astfel:

- **geometria structurii:** este cunoscută din releveul geometric;
- **alcătuirea elementelor structurale și nestructurale:** alcătuirea structurii din zidărie fost relevată prin vizionare directă;
- **materialele utilizate:** marca cărămizilor și a mortarului a fost asimilată cu cele cunoscute de la lucrări asemănătoare.

Tabelul 1

Niveluri de cunoaștere și metodele corespunzătoare de calcul (cf. P100-3/2008, pct. 4.3.1)					
Nivel de cunoaștere	Geometrie	Alcătuire de detaliu	Materiale	Calcul	CF
KL1	Din proiectul de ansamblu original și verificarea vizuală prin sondaj în teren sau dintr-un relevu complet al clădirii	Pe baza proiectării simulate în acord cu practica la momentul construcției și pe baza unei inspecții în teren limitate	Valori stabilite pe baza standardelor valabile în perioada construcției și din teste în teren limitate	LF-MRS	CF = 1,35
KL2		Din proiectul de execuție original incomplet și dintr-o inspecție în teren limitată extinsă	Din specificațiile de proiectare originale și din teste limitate în teren sau dintr-o testare extinsă a calității materialelor în teren	Orice metodă cf. P100-1/2006	CF = 1,20
KL1		Din proiectul de execuție original complet și dintr-o inspecție limitată pe teren sau dintr-o inspecție pe teren cuprinzătoare	Din rapoarte originale privind calitatea materialelor din lucrare și din teste limitate pe teren sau dintr-o testare cuprinzătoare	Orice metodă cf. P100-1/2006	CF = 1,0

În aceste condiții, nivelul de cunoaștere poate fi considerat ca fiind **KL1, cunoaștere limitată**, cu un factor de încredere **CF=1,35** (cf. tab. 4.1 din P100-3/2008).

Menționăm că această încadrare se face cu rezerva că este posibil să apară degradări structurale ascunse după decopertarea pereților. Factorii de încredere afectează calitatea materialelor, prin împărțirea valorilor determinate in situ (§4.5 din P100-3/2008).

Menționăm faptul că nu s-au efectuat inspecții extinse pe teren deoarece astfel de investigații, care implică desfaceri de finisaje, pentru examinarea elementelor structurale se pot face și pe parcursul execuției lucrărilor, în condiții proprii (schele, unelte). Acest mod de abordare este acceptat și menționat în codul P100-3/2008, §4.3.1, aliniatul (4) în care se precizează *ca expertul să completeze cercetarea inițială a construcției după decopertarea structurii, odată cu ... începerea lucrărilor. Pe baza noilor informații obținute, se poate îmbunătăți valoarea CF stabilită inițial și, eventual, dacă este cazul, și soluția de intervenție.*

Menționăm că investigațiile efectuate au fost considerate ca suficiente pentru luarea unei decizii corecte de intervenție.

4. DOCUMENTAȚIA PENTRU EXPERTIZARE

4.1. LEGISLAȚIA ÎN VIGOARE

- (i) Legea 10 din 18 ianuarie 1995 privind calitatea în construcții;
- (ii) Ordonanța Guvernului nr. 20 din 27 ianuarie 1994 privind punerea în siguranță a fondului construit existent;
- (iii) Ordonanța Guvernului nr. 67 din 28 august 1997 privind modificarea și completarea Ordonanței Guvernului nr. 20/1994 privind punerea în siguranță a fondului construit existent;
- (iv) Legea 72 din 8 aprilie 1998 privind aprobarea Ordonanței guvernului nr. 67/1997 pentru modificarea și completarea Ordonanței Guvernului nr. 20/1994 privind punerea în siguranță a fondului construit existent;
- (v) Hotărârea Guvernului nr. 925 din 20 noiembrie 1995 pentru aprobarea Regulamentului de verificare și expertizare tehnică de calitate a proiectelor, a execuției lucrărilor și a construcțiilor;
- (vi) Hotărârea Guvernului nr. 486 din 23 septembrie 1993 privind creșterea siguranței în exploatare a construcțiilor și instalațiilor care reprezintă surse de mare risc.
- (vii) Hotărârea Guvernului nr. 766 din 21 noiembrie 1997 pentru aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții. Regulament privind stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor.
- (viii) Legea nr. 422/2001 privind protejarea monumentelor istorice.

4.2. REGLEMENTĂRI TEHNICE UTILIZATE LA EXPERTIZARE

La refacerea expertizei s-au avut în vedere prevederile următoarelor normative, instrucțiuni tehnice, standarde și îndrumare:

- (i) P100/1-2006 – Cod de proiectare seismică - Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri;
- (ii) P100-3/2008 – Cod de proiectare seismică, partea III, prevederi pentru evaluarea seismică a clădirilor existente;
- (iii) CR6-2006 – Cod de proiectare pentru structuri din zidărie;
- (iv) SR EN 1996-1-1-2006 – Reguli generale pentru construcții de zidărie armată și nearmată;
- (v) SR EN 1993-1-1-2006 – Proiectarea structurilor din oțel;

- (vi) SR EN 1996-2-2006 – Proiectare, alegere materiale și execuție zidărie;
- (vii) CR 1-1-3/2012 – Cod de proiectare pentru evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor;
- (viii) CR 1-1-4/2012 – Cod de proiectare pentru evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor;
- (ix) SR EN 1991 – Eurocod 1 - Acțiuni asupra structurilor;
- (x) CR 0 – 2012 – Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor;
- (xi) SR EN 1991-1-6-2005 – Acțiuni generale. Acțiuni pe durata execuției;

4.3. DOCUMENTAȚIA PRIVIND OBIECTUL EXPERTIZAT

Documentația utilizată la expertizarea obiectivului se constituie din următoarele:

- (i) Releveul structurii întocmit și pus la dispoziție de către SC Polarh Design SRL, prezentat în anexa A;
- (ii) Studiul geotehnic întocmit de către S.C. Geo Search S.R.L. Cluj-Napoca;
- (iii) Extras din studiul istoric pus la dispoziție de către SC Polarh Design SRL;

5. DATE PRIVIND PERIOADA CONSTRUCȚIEI

5.1. ISTORICUL CONSTRUCȚIEI (cf. documentației preluate de la SC Polarh Design SRL)

Cetatea Câlnic reprezintă unul dintre cele mai importante monumente de arhitectură medievală din Transilvania, atât datorită vechimii cât și a specificității sale. Ocupă un loc aparte între fortificațiile ridicate de sașii transilvăneni, fapt recunoscut prin includerea sa, împreună cu situl rural din care face parte, în Lista Patrimoniului Mondial UNESCO. Cetatea și-a păstrat rolul de apărare până către începutul secolului al XVIII-lea, după care, devenită cu totul depășită din punct de vedere militar, și-a schimbat folosința într-un edificiu destinat vieții comunitare (biserica de iarnă, loc de desfășurare a evenimentelor și petrecerilor comunității săsești evanghelice etc.). Cetatea a fost restaurată de Direcția Monumentelor Istorice din România în anii 1961-1964, proiectul aparținând arhitectului Ștefan Balș.

În aceeași parte de sat ca și cetatea, spre răsărit față de aceasta se află biserica evanghelică și casa parohială, ambele făcând parte din situl de arhitectură medievală înscris pe Lista Patrimoniului Mondial UNESCO. Accesul la cele două obiective este posibil pe alea cu castani ce urcă spre Dealul Bisericii.

Ampla biserică evanghelică din Călnic a avut, se pare, în jur o fortificație, care în prezent nu se mai conservă. Edificiul este de tip sală cu absida altarului poligonală decroșată spre răsărit, având în partea de nord sacristia în care se pătrunde printr-un portal gotic cu baghete și console datând din ultimul sfert al secolului al XV-lea.

O reconstrucție importantă a bisericii a avut loc în secolul al XV-lea (pe baza formei portalului sacristiei se poate încadra către 1480). În fine, "Biserica din deal a Călnicului" a fost mult transformată în secolul al XIX-lea, având acum o înfățișare neogotică (proiectul datează din 1863).

Biserica a suferit importante transformări și consolidări, între 1868-1869, după planurile inginerului Ignaz Paulaz, edificiul îmbrăcând o haină neogotică. Pana la aceasta data nu se cunosc alte interventii majore asupra edificiului. O dovada in acest sens este si starea de degradare, apropiata de colaps a monumentului.

5.2. NIVELUL REGLEMENTĂRIILOR DE PROIECTARE APLICATE

Primele *Instrucțiuni provizorii pentru prevenirea deteriorării construcțiilor din cauza cutremurelor și pentru refacerea celor degradate*, au fost elaborate după cutremurul din 1940, ediția oficială intrând în vigoare în 1945. În aceste instrucțiuni, pentru construcțiile parter nu se impunea calculul la seism dar se prevedeau măsuri constructive privind realizarea fundațiilor (din beton sau piatră legată cu mortar de ciment), grosimea zidurilor portante (minim o cărămidă), legarea prin centuri a zidurilor (sub formă de cosoroabe legate de grinzile planșeului) și realizarea în patru pante a șarpantei (în ideea evitării timpanului care nu se poate lega bine de acoperiș).

Primul normativ de proiectare antiseismică a construcțiilor a apărut în 1963 (P13-63), acesta fiind modificat în 1970 (P13-70), în 1978 (P100-78), în 1981 (P100-81). În continuare, a apărut normativul P100-91, completat în 1996 cu două capitole speciale privind expertizarea structurilor. În prezent, pentru proiectarea structurilor în regiuni seismice se aplică codul P100/1-2013 iar pentru evaluarea structurilor se aplică codurile P100/3-2008 și P100/1-2006.

Pentru proiectarea și execuția structurilor din zidărie, la data ridicării construcției, evident că nu existau reglementări specifice. În România, abia în 1956 au intrat în vigoare reglementările 04.161-56, *Normativ pentru proiectarea centurilor la construcții de zidărie*.

Prima redactare a normativului P2 a apărut în 1962 sub denumirea de *Instrucțiuni tehnice privind măsurile constructive la clădiri cu ziduri portante din zidărie de cărămidă, situate în zone seismice*. Cele două reglementări au fost înlocuite în 1975 cu *Normativul privind alcătuirea și calculul structurilor din zidărie (P2-75)*, cu varianta îmbunătățită, normativul P2-85 și ulterior cu CR6/2006. În prezent, pentru calculul structurilor din zidărie se aplică codul CR6-2013.

Evaluarea structurilor de rezistență ale imobilelor s-a realizat în conformitate cu normele tehnice actualmente în vigoare (P100/3-2008, CR6-2013 și codurile privind calculul acțiunilor asupra construcțiilor).

6. ÎNCADRAREA ÎN REGLEMENTĂRILE TEHNICE

6.1. CONDIȚIILE SEISMICE ALE AMPLASAMENTULUI

Încadrarea structurii conform prevederilor normativului P100-1/2006 și P100-3/2008 este necesară deoarece din aceasta rezultă condițiile pentru calculul structurilor.

Parametrii necesari pentru calculul seismic al structurilor care alcătuiesc obiectivul, sunt următorii (cf. P100-2006):

- clasa de importanță: **clasa a II-a** (cf. §4.4.4, tabel 4.3);
- coeficientul de importanță al construcției: $\gamma_1 = 1,2$ pentru clasa a II-a de importanță (tabel 4.3);
- accelerația terenului pentru proiectare: $a_g = 0,12g$ (fig. 3.1);
- perioada de colț corespunzătoare amplasamentului: $T_c = 0,7s$ (fig. 3.2);
- factorul de comportare: $q=1,5$ (tab. 6.1, P100-3/2008), structuri din zidărie nearmată.

6.2. ÎNCADRAREA CONFORM HG 766 - 97

Încadrarea construcției în categoriile de importanță definite prin HG 766-1997 se face în conformitate cu metodologia prezentată în regulamentul adoptat prin Ordinul MLPAT nr. 31/N-1995. Impunându-se un punctaj pentru criteriile asociate factorilor determinanți pentru stabilirea categoriei de importanță a construcțiilor, se obține un total care încadrează construcția în categoria respectivă.

Tabelul 2

Încadrarea în categorii de importanță cf. HG766-97						
	Factorul determinant	Coeficientul de unicitate k(n)	Criteriile asociate			$P(i)=k(n)[\sum p(i)/3]$
1	Importanță vitală	1	p(i)	oameni implicați direct în cazul unei disfuncții ale construcției	1	1
			p(ii)	oameni implicați indirect în cazul unor disfuncții ale construcției	1	
			p(iii)	caracterul evolutiv al efectelor periculoase, în cazul unor disfuncții ale construcției	1	
2	Importanța social-economică și culturală	1	p(i)	mărimea comunității care apelează la funcțiunile construcției/sau valoarea bunurilor materiale adăpostite de construcție	1	1
			p(ii)	ponderea în care funcțiunile construcției o au în comunitatea respectivă	1	
			p(iii)	natura și importanța funcțiilor respective	1	
3	Implicarea ecologică	1	p(i)	măsura în care realizarea și exploatarea construcției intervine în perturbarea mediului natural și a mediului construit	1	1

			p(ii)	gradul de influență nefavorabilă asupra mediului natural și construit	1	
			p(iii)	rolul activ în protejarea/refacerea mediului natural și construit	1	
4	Necesitatea luării în considerare a duratei de utilizare (existența)	1	p(i)	durata de utilizare preconizată	2	2
			p(ii)	măsura în care performanțele alcătuirilor constructive depind de cunoașterea evoluției acțiunilor (solicitărilor) pe durata de utilizare	2	
			p(iii)	măsura în care performanțele funcționale depind de evoluția cerințelor pe durata de utilizare	2	
5	Necesitatea adaptării la condițiile locale de teren și de mediu	1	p(i)	măsura în care asigurarea soluțiilor constructive este dependentă de condițiile locale de teren și de mediu	2	2
			p(ii)	măsura în care condițiile locale de teren și de mediu evoluează defavorabil în timp	2	
			p(iii)	măsura în care condițiile locale de teren și de mediu determină activități/ măsuri deosebite pentru exploatarea construcției pe durata de existență a acesteia	2	
6	Volumul de muncă și de materiale necesare	1	p(i)	ponderea volumului de muncă și de materiale înglobate	2	2
			p(ii)	volumul și complexitatea activităților necesare pentru menținerea performanțelor construcției pe durata de existență a acesteia;	2	
			p(iii)	activități deosebite în exploatarea construcției impuse de funcțiunile acesteia	2	
Total					9	

Pentru construcția expertizată, punctajul pentru fiecare factor determinant și criteriu asociat sunt prezentate în tabelul de mai sus. Coeficientul de unicitate care multiplică punctajul obținut este 1,5 (construcția este unicat, monument istoric).

Punctajul final obținut ($1,5 \times 9 = 13,5$), fiind mai mic ca 17, situează construcția (cf. tab. 3 din regulament) în categoria de importanță normală (C).

6.3. CONDIȚII CLIMATICE DE AMPLASAMENT

Condițiile climatice pe amplasamentul construcției analizate sunt următoarele:

- valoarea caracteristică a încărcării date de zăpadă pe sol, $s_{0,k} = 1.5 \text{ kN/m}^2$ (cf. 3.1 figura 3.1, CR-1-1-3-2012);
- valoarea de referință a presiunii dinamice a vântului (IMR = 50 ani), $q_b = 0.6 \text{ kN/m}^2$ (cf. 2.2. figura 2.1, CR1-1-3-2012);
- zona climatică IV cu $t_e = -21^\circ\text{C}$ (cf. Anexa D, C107/3-2005);
- adâncimea de îngheț este limitată la **80..90cm** (cf. hărții de zonare, STAS 6054-1985 - „Adâncimi maxime de îngheț”).

6.4. CONDIȚII GEOTEHNICE DE AMPLASAMENT

Conform studiului geotehnic prezentat în Anexa D, investigarea terenului de fundare s-a efectuat cu ajutorul unui penetrometru dinamic greu Geo TOOL LSMR vk în conformitate cu prevederile SREN 1997-2.

În vederea identificării, descrierii succesiunii litologice și prelevării de eșantioane a fost executate 2 foraje geotehnice până la adâncimea de 6 m față de CTN (Fig. 1, Fig. 2). În perimetrul sitului arheologic s-au executat 3 sondaje în exteriorul bisericii până la talpa fundației.

Au fost prelevate 15 probe din forajele și sondajele geotehnice ce au fost supuse încercărilor specifice de laborator conform standardelor în vigoare în cadrul S.C. Geo Search S.R.L. – Laborator de Grad II. – Certificat de autorizare nr. 2996/ISC/L01/03.03.2015. Rezultatele analizelor de laborator sunt prezentate în fișele de foraj și în rapoartele de laborator anexate prezentului studiu geotehnic.

Succesiunea litologică finală elaborată pe baza observațiilor din teren și încercărilor de laborator sunt următoarele:

Forajul FG01:

- 0 m – 0,5 m, Sol vegetal;
- 0,5 m – 2 m, Umplutură: Argilă nisipoasă cafeniu/gălbuie, tare cu pietriș, fragmente de CaCO_3 , oseminte și resturi vegetale;
- 2 m – 4 m, Argilă cafeniu/gălbuie cu irizații cenușii, vâtoasă/tare cu fragmente de CaCO_3 ;
- 4 m – 6 m, Argilă cafeniu/gălbuie, tare;

Forajul FG02:

- 0 m – 0,5 m, Sol vegetal;
- 0,5 m – 1 m, Umplutură: Argilă nisipoasă cafeniu/cenușie, vâtoasă cu resturi - vegetale;
- 1 m – 2 m, Argilă prăfoasă, fin nisipoasă, cafeniu/cenușie, vâtoasă cu resturi vegetale;
- 2 m – 3 m, Argilă cafeniu/gălbuie, vâtoasă;
- 3 m – 6 m, Argilă cafeniu/gălbuie cu irizații cenușii, vâtoasă slab nisipoasă cu fragmente de CaCO_3 ;

Terenurile sunt considerate dificile ca și terenuri de fundare, datorită prezenței argilelor cu umflări și contracții mari, identificate conform normativului NP 126-2010.

Din punct de vedere al potențialului de umflare stratul de fundare este activ spre foarte activ, adâncimea de fundare existentă respectă valorile minime date de NP 126-10, respective 2,00 m.

6.5. ÎNCADRAREA MEDIULUI

Conform instrucțiunilor tehnice C170-87, mediul în care este exploatat obiectivul nu este agresiv în sensul definit de instrucțiunile C170-87, deoarece nu se află într-o zonă cu noxe.

7. METODOLOGIA DE EXPERTIZARE

7.1. ALEGEREA METODELOR DE INVESTIGARE

La întocmirea expertizei s-a utilizat metodologia de nivel 2 care se aplică tuturor clădirilor cu pereți structurali din zidărie nearmată și zidărie confinată cu planșee fără rigiditate semnificativă în plan orizontal, indiferent de zona seismică și regimul de înălțime (§D.3.2, alineat (4)) și constă din:

- (i) evaluarea calitativă detaliată bazată pe inspecții în teren extinse și
- (ii) evaluarea prin calcul cu metode liniar elastice, pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților (cu considerarea conlucrării cu pereții perpendiculari).

7.2. PREZENTAREA METODELOR DE INVESTIGARE

7.2.1 Evaluarea calitativă

Conform prevederilor din cap. 5 din codul P100-3/2008, evaluarea calitativă constă din (§10):

- analiza de ansamblu a sistemului structural, în ceea ce privește asigurarea transmiterii la teren a încărcărilor;
- condițiile în care structurile își pot pierde stabilitatea și dacă există posibilitatea formării unui mecanism de plastifiere avantajos care să permită disiparea energiei seismice;
- analiza configurației în plan și pe verticală, cu identificarea discontinuităților geometrice, de mase și rigidități;
- influența elementelor nestructurale asupra comportării structurii;
- analiza regulilor de alcătuire structurală, în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare;
- măsura în care sistemul de arce și cupole îndeplinește rolul de diafragme orizontale;
- considerații privind eficiența sistemului de fundare, adecvat condițiilor de teren.

7.2.2. Evaluarea prin calcul

Calculul s-a efectuat conform prevederilor din codul P100/3-2008. S-a calculat gradul minim de asigurare pentru fiecare șpalet și un grad de asigurare, pe fiecare direcție (longitudinală și transversală) și, informativ, un grad de asigurare pe întreaga structură.

Pentru calcul s-a utilizat programul ETABS. Din analizele statice liniare, utilizând spectrul de răspuns corespunzător amplasamentului au rezultat valorile efective ale eforturilor pentru fiecare perete.

Având în vedere structura de rezistență a construcției, alcătuită din pereți de zidărie simplă din cărămidă (ZNA) forța tăietoare capabilă minimă în secțiunea de la bază a fiecărui spalet a fost calculată ca fiind forța tăietoare minimă capabilă dată de solicitările de compresiune excentrică, lunecare în rostul orizontal, și la eforturi principale de întindere (relațiile D5, D7 și D8 din P100-3/2008).

Capacitatea de rezistență s-a calculat separat, pe ambele direcții principale, pentru fiecare dintre pereții orientați cu axa majoră în direcția de acțiune a forței seismice. Astfel, a rezultat gradul minim de asigurare pentru fiecare șpalet și un grad de asigurare informativ pe toată structura.

Verificarea cerinței de rigiditate pentru solicitarea seismică nu este necesară, de regulă, la clădirile din zidărie, cu excepția clădirilor la care, pentru starea limită de serviciu, nu este acceptată afectarea unor instalații speciale (conform D3.1 P100-3).

8. DESCRIEREA IMOBILULUI

8.1. STRUCTURA DE REZISTENȚĂ

Structura de rezistență a bisericii este alcătuită din pereți din zidărie de cărămidă și piatră, planșee din lemn și fundații din zidărie de piatră. Grosimea peretilor longitudinali este de aproximativ 1.30m, cu excepția zidurilor altarului de 1.10m și a sacristiei de 80cm. Zidul transversal de vest are grosimea de 1.10m iar ante transversale care separa naosul de altar au grosimea de 90cm. La exterior, structura este rigidizată prin intermediul a 19 contraforti, dintre care patru sunt dispusi la colturile poligonului altarului, trei (cu dimensiuni mai reduse) dispuse pe zidul longitudinal al sacristiei, doi la colturile de vest ale navei și 9 pe fatadele sud și nord.

Contrafortii au lățimea și lungimea secțiunii transversale de 95cm 175cm și înălțimea de 7.80m. La jumătatea înălțimii, contrafortul își micșorează lungimea secțiunii transversale cu 35cm. Înălțimea zidurilor navei, măsurată la cornisa față de cota 0, este de 10.30m iar a zidurilor altarului de 8.45m.

Sarpanta este alcătuită din ferme transversale, cu înălțimea de 6.30m, dispuse la distanțe de aproximativ 1m interax. La est, sarpanta se închide cu un fronton din zidărie de cărămidă cu grosimea de 35cm iar la vest cu un fronton cu grosimea de 1.10m.

În cadrul prospecțiunilor geotehnice au fost executate 3 dezveliri la fundații pentru a se determina atât caracteristicile geometrice ale fundațiilor cât și materialele din care sunt construite. Localizarea celor 3 dezveliri de fundații este reprezentată în figura 1.

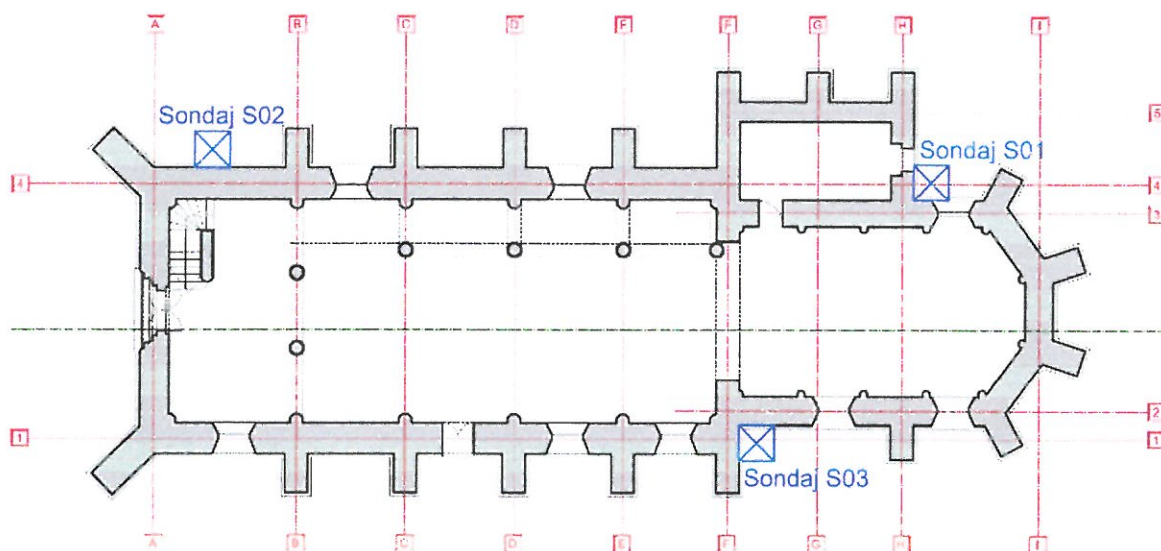


Fig.1 – Poziționarea sondajelor executate la fundații

În sondajul S01, executat la exterior, între sacristie și contrafortul de nord al altarului, s-a relevat o adâncime de fundare de 2.15m. Fundațiile bisericii și ale anexei sunt alcătuite din zidărie de piatră brută. La 65cm sub CTA, fundațiile bisericii prezintă o evazare laterală de 15cm. Stratul de fundare îl reprezintă o argilă nisipoasă, galbuie-vartoasă.

Cota de fundare relevată în sondajul S02, executat la zidul longitudinal de nord, între contrafortul de colț și cel din axul B, este de 2.20m. La 50cm sub CTA, fundațiile bisericii din piatră brută se evazează cu 18cm. Stratul de fundare îl reprezintă un nisip argilos.

În sondajul S03, realizat la peretele longitudinal de sud, în dreptul decroșului altarului, s-a relevat o adâncime de fundare de 2.10. față de CTA. Fundațiile bisericii sunt alcătuite din zidărie de piatră brută. Se pare că există o separație între fundațiile bisericii și cele ale contrafortului care poate indica fie perioade diferite de construcție, fie tasări diferențiate datorate regimului de încărcare verticală diferit. Fundațiile în această zonă nu prezintă evazări laterale.

8.2. ARHITECTURA

Edificiul este de tip sală cu absida altarului poligonală decroșată spre răsărit, având în partea de nord sacristia în care se pătrunde printr-un portal gotic cu baghete și console datând din ultimul sfert al secolului al XV-lea. Peretele nordic al absidei are încastrate două tabernacole gotice de piatră, decorate cu elemente arhitectonice. Absida altarului și corul au avut probabil bolți gotice pe

nervuri, după cum ne sugerează mai multe elemente de susținere din piatră. Pe pereții de vest și nord ai navei, sprijinită pe stâlpi masivi de zidărie, se află o tribună din lemn.

O reconstrucție importantă a bisericii a avut loc în secolul al XV-lea (pe baza formei portalului sacristiei se poate încadra către 1480). "Biserica din deal a Călnicului" a fost mult transformată în secolul al XIX-lea, având acum o înfățișare neogotică (proiectul datează din 1863). Biserica a suferit importante transformări și consolidări, între 1868-1869, după planurile inginerului Ignaz Paulaz, edificiul îmbrăcând o haină neogotică. Principalele piese de mobilier interior (altar, amvon, cristelniță, strane) au fost realizate în același stil.

Pana la aceasta data nu se cunosc alte intervenții majore asupra edificiului. O dovada în acest sens este și starea de degradare, apropiată de colaps a monumentului. Biserica păstrează însă numeroase elemente de sculptură din fazele inițiale: capitellurile romanice amintite (azi în Muzeul din donjon), tabernacolul și portalul sacristiei modelate în stil gotic.

9. STAREA CONSTRUCȚIEI

9.1. RELEVUL DEGRADĂRILOR

Relevul fotografic al degradărilor la este prezentat în anexa B, starea actuală a construcției fiind relevată vizual. În principiu, ele se referă la:

I) Degradări la fațade (foto 01..foto 21):

- fisuri, crăpături și fracturi la toate cele 4 fațade;
- degradări din infiltrații de apă la baza zidurilor de vest (foto 03);
- crapături și fracturi verticale de separație a contrafortului de zidul longitudinal de sud;
- fisuri diagonale accentuate la zidul longitudinal de nord datorate tasărilor terenului de fundare sub zona intrării în biserică (foto 05, 06);
- deplasări spre exterior ale zidurilor la partea lor superioară (foto 06);
- tencuieli degradate la fațade;
- crapături diagonale grave la anexa altarului datorate tasărilor diferențiate ale terenului de fundare (foto 12);
- degradări la contrafortii din dreptul altarului și fisuri la partea superioară a acestora (foto 13, 14);
- fisuri diagonale la frontonul est și tencuieli degradate la fațada sud (foto 17, 18, 19);

- fisuri diagonale accentuate la zidul longitudinal de sud datorate tasarilor terenului de fundare sub zona intrării în biserică (foto 21); fisurile sunt simetrice cu cele din zidul de nord;

II) Degradări la interior (foto 22..foto 34):

- fisuri diagonale accentuate la ambele ziduri longitudinale, lângă intrare, în corespondență cu cele de la exterior (foto 22, 23, 26, 27);

- pardoseli deformate spre intrarea în biserică datorită tasarilor terenului de fundare (foto 24, 25);

- fisuri și crapecuri la arcul transversal dintre navă și altar (foto 29, 30);

- fisuri la arcele ferestrelor (foto 31, 32);

- crapecuri la anexa nord a altarului (foto 33, 34);

9.2. CAUZELE DEGRADĂRILOR

Degradările semnalate mai sus se datorează următoarelor cauze:

(i) **tasările diferențiate ale terenului de fundare** au fost resimțite profund de către structura de rezistență a bisericii, mai ales în zona intrării; dovada a tasarilor diferențiate sunt fisurile și crapecurile diagonale în zidurile longitudinale de nord și sud, vizibile atât la exteriorul cât și la interiorul bisericii și deformarea pardoselilor interioare din dreptul intrării cu 10..15cm; la relevarea vizuală a structurii s-a constatat și înclinarea periculoasă spre exterior a zidului longitudinal de nord; deplasările relative dintre zidurile longitudinale au determinat și avariarea gravă a arcului transversal dintre naos și altar; de asemenea se remarcă și crapecurile dintre zidurile sacristiei și cele ale bisericii datorate tasarilor diferențiate ale terenului de fundare;

(ii) **acțiunea intemperiilor**, sub forma infiltrațiilor de umiditate și a variațiilor de temperatură, au provocat degradarea straturilor de tencuială și zugrăveală, măcinarea zidărilor și degradarea mortarului;

(iii) **acțiunile seismice repetate**¹ suferite de construcție, se pare că au provocat degradări sub forma fisurilor în arcele ferestrelor și usilor și la partea superioară a zidurilor navei; timpanele

¹ Cutremure vrâncene puternice (cu intensitatea $I \geq VI$) începând de la 1480, data posibilă a ridicării imobilului (cf. Cutremurul de pământ din România de la 4 martie 1977, coordonatori acad. Ștefan Bălan, ing. Valeriu Cristea, dr. ing. Ion Cornea, Editura Academiei RSR, București 1982, pag. 78-79 și 84-85).

	Data (anul/luna/ziua)	Timpul (h:m:s)	Intensitatea	Magnitudinea
1	1545/VII/19	08...09	VIII	6,7
2	1569/VIII/17	05...06	VIII	6,7
3	1590/VIII/10	20:-	VIII-IX	6,9
4	1596/IV/16	-:-	VI-VII	5,8
5	1604/IV/03	03...04	VIII	6,7
6	1605/XII/24	15...16	VIII	6,7
7	1606/II/13	01...02	VII-VIII	6,4

laterale (de est și vest) ale navei se prezintă vulnerabile la rasturnare la acțiuni seismice perpendiculare pe planul lor;

10. EVALUAREA CALITATIVĂ

10.1. EVALUAREA STRUCTURALĂ (INDICATOR R1)

Evaluarea calitativă detaliată s-a făcut ținând cont de gradul de îndeplinire a condițiilor de conformare structurală și alcătuire a elementelor structurale și a regulilor constructive pentru structuri care preiau efectul acțiunii seismice.

Acestea se notează cu R1 și se denumește prescurtat gradul de îndeplinire al condițiilor de alcătuire seismică.

Evaluarea calitativă detaliată este prezentată în tabelul următor, aceasta realizându-se conform prevederilor din normativul P100/3-2008, §D.3.3.2 și a prevederilor din codul CR6-2006 prin punctarea criteriilor și condițiilor specificate în codul P100-3/2008 (anexa D).

Tabelul 3

A. Îndeplinirea condițiilor pentru structurile din zidărie în metodologia de nivel 2				
Criteriul	Îndeplinit	Neîndeplinire minoră	Neîndeplinire moderată	Neîndeplinire majoră
Intervale de punctare	10	8...9	4...7	0...3
(1) Calitatea sistemului structural: eficiența conlucrării spațiale				
Natura și calitatea legăturilor între pereții de pe direcțiile ortogonale (legătură prin țesere, fără sâmburi din beton armat)				1
Natura și calitatea legăturilor între pereți și planșee (planșee din lemn)				1
Arii de zidărie aproximativ egale pe cele			6	

8	1620/XI/08	13...14	VIII-IX	6,9
9	1620/XII	- : -	VII-VIII	6,4
10	1637/II/01	1:30	VII-VIII	6,4
11	1679/VII/09	00 - 01	VIII	6,7
12	1681/III/18	00 - 01	VIII	6,7
13	1701/VI/12	00 - 01	VII - VIII	6,4
14	1738/VI/11	10 - 11	VIII - IX	6,9
15	1784/III/18	- : -	VII (?)	-
16	1790/IV/06	19:29	VIII	6,7
17	1802/XI/26	10:55	IX	7,5
18	1829/XI/26	1:40	VII - VIII	6,4
19	1838/II/23	18:45	VIII	6,7
20	1868/XI/13	7:45	VII - VIII	6,4
21	1908/X/06	21:39	VII - VIII	6,4
22	1940/XI/10	1:39	IX	7,2
23	1945/IX/7	15:48	VII - VIII	6,4
24	1977/III/04	21:22	IX	7,2
25	8/31/1986	0:30	VIII	6,5

două direcții (mai mari pe direcție longitudinală, suplimentare pe direcție transversală prin contraforti)				
Media criteriul (1)			2,66	
(2) Calitatea zidăriei				
Calitatea elementelor (cărămizi și mortar degradate)				3
Omogenitatea țeserii (țesere neomogenă)				3
Regularitatea rosturilor				3
Gradul de umplere cu mortar				3
Existența unor zone slăbite			5	
Media criteriul (2)			3,40	
(3) Tipul planșeelor				
Rigiditatea în plan orizontal (planșee din lemn)				1
Eficiența legăturilor cu pereții (simplă rezemare)				1
Media criteriul (3)			1,00	
(4) Configurația în plan				
Compactitate și simetrie geometrică în plan (nesimetrie față de axul transversal)			4	
Compactitate și simetrie structurală în plan (nesimetrie față de axul transversal)			4	
Media criteriul (4)			4,00	
(5) Configurația în elevație				
Uniformitatea geometrică în elevație				3
Uniformitatea structurală în elevație (timpanele laterale)				3
Media criteriul (5)			3,00	
(6) Distanța dintre pereți				
Distanțele dintre pereții structurali, pe fiecare direcție (distanțe mari)				1
Media criteriul (6)			1,00	
(7) Elemente care dau împingeri laterale				
Există elemente care dau împingeri laterale			7	
Media criteriul (7)			7,00	
(8) Tipul terenului de fundare				
Natura terenului de fundare				1
Capacitatea fundațiilor de a prelua și transmite la teren încărcările verticale, eforturile din tasări diferențiate și din cutremur				3
Media criteriul (8)			2,00	
(9) Interacțiuni posibile cu clădirile adiacente				
Existența riscului de ciocnire cu clădiri	10			

alăturate				
Media criteriul (9)	10,00			
(10) Elemente nestructurale				
Existența unor elemente de zidărie majore, placaje grele, elemente decorative importante (timpanele)				1
Media criteriul (10)	1,00			
Total	35,06			

Indicatorul care caracterizează starea structurii în această analiză este denumit R_1 (gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică) și a rezultat cu valoarea de $R_1 = 35.06$, situând construcția în clasa a II-a de risc seismic, din punctul de vedere al îndeplinirii condițiilor structurale pentru clădirile din zidărie (cf. tab. 8.1 din P100/3-2008).

Tabelul 4

Valori R_1 asociate claselor de risc seismic (cf. P100-3/2008, pct. 8.2.3 Tabel 8.1)			
Clasa de risc seismic			
I	II	III	IV
Valori R_1			
<30	30-60	61-95	96-100

10.2. EVALUAREA STĂRII DE DEGRADARE (INDICATOR R_2)

Starea de degradare a structurii este caracterizată prin gradul de afectare structurală R_2 .

Acesta reprezintă o măsură a degradărilor structurale produse de acțiunea seismică și de alte cauză.

Evaluarea acestui indicator este prezentată în tabelul 3.

Indicatorul R_2 ia valori pe baza punctajului atribuit diferitelor categorii de degradări structurale și nestructurale, dat în lista specifică tipului de construcție analizat, din anexa corespunzătoare materialului structural analizat cf. P100-3/2008.

Tabelul 5

B. Starea de degradare a elementelor structurale verticale				
Criteriul	Nesemnificative	Moderate	Grave	Foarte grave
Intervale de punctare	70	65	50	25
(i) Fisuri verticale în parapete, buiandrugii și arce deasupra golurilor de uși și ferestre	-	-	-	25
(ii) Fisuri înclinate și/sau în X în parapete, buiandrugii și arce deasupra golurilor de uși/ferestre	-	-	-	25
(iii) Fisuri înclinate și/sau în X în șpaletii dintre două	-	-	-	5

goluri alăturate				
(iv) Zdrobirea zidăriei provocată de concentrarea locală a eforturilor de compresiune, eventual cu expulzarea materialului	-	65	-	-
(v) Fisuri orizontale la extremitățile șpaletilor	-	65	-	-
(vi) Avarii la intersecțiile pereților exteriori/interiori cu tendință de desprindere	-	-	-	5
(vii) Fisuri/crăpături verticale la legăturile dintre pereții perpendiculari	-	-	-	5
(viii) Expulzarea locală a zidăriei din elementele orizontale pe care reazemă planșeele	-	-	50	-
Total (suprafața afectată este 1/3..2/3 din suprafața totală a pereților)	30.62			
C. Starea de degradare a elementelor structurale orizontale				
Criteriul	Nesemnificative	Moderate	Grave	Foarte grave
Suprafața afectată >2/3				
Planșee din lemn	-	-	-	5
Total	5			
D. Starea de degradare a structurii				
	Elemente verticale (A_v)			Total
	Suprafața afectată			
	$\leq 1/3$	$1/3...2/3$	$>2/3$	
Nesemnificative	-	-	-	-
Moderate	-	-	-	-
Grave	-	30.62	-	5
Foarte grave	-	-	-	-
				35.62

Indicatorul R_2 a rezultat egal cu valoarea $R_2=35,62$ de puncte, ceea ce situează structura în clasa a I-a de risc seismic, din punctul de vedere al stării de degradare (cf. tab. 8.2 din P100/3-2008).

Tabelul 6

Valori R_2 asociate claselor de risc seismic (cf. P100-3/2008, pct. 8.2.4 Tabel 8.2)			
Clasa de risc seismic			
I	II	III	IV
Valori R_2			
<40	40-70	71-95	96-100

11. EVALUAREA ANALITICĂ A NIVELULUI DE ASIGURARE (INDICATOR R_3)

Calculul structurii s-a efectuat conform prevederilor din codul P100/3-2008 (breviarul de calcul este prezentat în anexa C). S-au stabilit prin calcul gradele de asigurare pentru fiecare șpalet de zidărie,

la forță tăietoare, forță axială și la moment încovoietor și un grad de asigurare pe fiecare direcție principală de dispunere a elementelor structurale (longitudinală și transversală).

Calculul s-a făcut prin modelarea structurii utilizând un program de calcul cu element finit în care pereții structurali au fost discretizați în elemente de suprafață. Programul calculează starea de tensiuni din care, prin integrare, rezultă stările de eforturi.

Raportul dintre efortul minim capabil într-o secțiune și cel exterior, reprezintă gradul de asigurare al elementului (șpalet din zidărie). Astfel, s-a calculat gradul minim de asigurare pentru fiecare șpalet și un grad de asigurare, informativ, pe toată structura.

Indicatorul R3 evidențiază capacitatea de rezistență și de deformabilitate a structurii, în ansamblu, în raport cu cerințele seismice și s-a determinat la nivelul de bază al navei.

Tabelul 7

Gradul de asigurare pe structură (varianta existentă) – Indicator R ₃	
	Grad de asigurare
Direcție transversală	0.665
Direcție longitudinală	0.867

Indicatorul **R₃** care reprezintă evaluarea analitică a gradului de asigurare a structurii analizate, a rezultat cu valoarea minimă de **R₃=66.50** de puncte, încadrând încadrând structura în clasa III de risc seismic. cf. tab. 8.2 din P100/3-2008.

Tabelul 6

Valori R3 asociate claselor de risc seismic (cf. P100-3/2008, pct. 8.2.5 Tabel 7.3)			
Clasa de risc seismic			
I	II	III	IV
Valori R3			
<35	35-65	66-95	96-100

13. ÎNCADRAREA ÎN CLASE DE RISC SEISMIC

Clasele de risc seismic sunt definite astfel:

- **clasa Rsl**, din care fac parte construcțiile *cu risc seismic ridicat de prăbușire* la cutremurul de proiectare corespunzător stării limită ultime;
- **clasa RslI**, în care se încadrează construcțiile care sub efectul cutremurului de proiectare *pot suferi degradări structurale majore dar la care pierderea stabilității este puțin probabilă*;
- **clasa RslII**, care cuprinde construcțiile care sub efectul cutremurului de proiectare *pot prezenta degradări structurale care nu afectează semnificativ siguranța structurală, dar la care degradările nestructurale pot fi importante*;

- **clasa RslV**, corespunzătoare construcțiilor la care *răspunsul seismic așteptat este similar celui obținut la construcțiile proiectate pe baza prescripțiilor în vigoare.*

Din evaluarea calitativă și prin calcul, au rezultat următoarele încadrări în clasele de risc seismic:

Tabelul 9

Încadrarea în clasa de risc seismic		
Factorul analizat	Punctaj	Clasa de risc seismic
Gradul de îndeplinire a condițiilor de alcătuire seismică	$30 < R_1 = 35,06 < 60$	RS II
Gradul de afectare structurală	$R_2 = 35,62 < 40$	RS I
Nivelul de asigurare	$66 < R_3 = 66,50 < 95$	RS III
Încadrarea finală în clasa de risc seismic		RS I

Ținând cont de cele trei categorii de condiții care au făcut obiectul investigațiilor și analizelor efectuate în cadrul prezentului referat de expertizare considerăm ca rațională **încadrarea imobilului în clasa Rsl de risc seismic**, *corespunătoare construcțiilor cu risc seismic ridicat de prăbușire la cutremurul de proiectare corespunzător stării limită ultime;*

Încadrarea în clasa I de risc seismic s-a stabilit pe baza gradului de afectare structurală (cuantificat prin intermediul coeficientului R_2), având în vedere avariile relevate la elementele structurale datorate în special tasarilor differentiate ale terenului de fundare.

Deși gradul de îndeplinire al condițiilor de alcătuire seismică (R_1) și evaluarea analitică la acțiuni seismice (R_2) au încadrat structura în clasele II și III de risc seismic, nivelul ridicat de avariere relevat în prezent la biserică expertizată conduce către un grad îngrijorător al vulnerabilității structurale.

Se face mențiunea că aceste încadrări prezintă unele rezerve și se vor stabili cu o mai mare exactitate pe parcursul execuției lucrărilor, când se vor obține informații noi și posibilități de examinare mai largi.

14. PROPUNEREA DE INTERVENȚIE STRUCTURALĂ

Având în vedere clasa de risc seismic în care este încadrată structura și starea avansată de avariere a acesteia, se propun următoarele lucrări de intervenție pentru varianta minimală respectiv maximală de intervenție:

14.1. SOLUTIA MINIMALA

- obligatoriu se va intocmi si pune in opera de catre un specialist in domeniul protejarii monumentelor istorice un program de urmarire a comportarii in exploatare a bisericii pentru a evalua continuu dinamica avariilor existente si tasarile terenului de fundare; urmarirea comportarii in exploatare se va desfasura pe toata perioada de existenta a acesteia incepand din timpul executiei lucrarilor de reabilitare;
- rigidizarea fundatiilor prin consolidarea acestora cu grinzi vierendeel la interiorul si la exteriorul bisericii; scopul acestora este de a micsora presiunile pe teren prin marirea ariei de fundare si de a diminua eforturile suplimentare in ziduri provenite din tasarile diferite ale terenului de fundare;
- executia unor centuri din beton armat, la partea superioara a zidurilor, care sa diminueze eforturile de intindere din structura provocate de tasarile inegale ale terenului de fundare si sa asigure o fixare corespunzatoare a sarpantei;
- realizarea unui sistem de rigidizare in plan orizontal, alcatuit din elemente metalice si dispus la partea superioara a navei in dreptul centurilor din beton armat; sistemul va fi demontabil, deci reversibil si va asigura efectul de saiba plana rigida la nivelul acoperisului;
- asigurarea la rasturnare a timpanelor de est si vest de la nivelul sarpantei;
- restabilirea continuitatii zidariei prin plombarea si injectarea fisurilor cu lianti hidraulici pe baza de var;
- realizarea de catre beneficiar a unei expertize geotehnice prin care sa se analizeze stabilitatea versantului pe care este amplasata structura si sa se defineasca cauzele dezvoltarii tasarilor diferite ale terenului de fundare si metodele de stabilizare ale acestuia;
- toate lucrarile de sapatura se vor realiza sub supraveghere arheologica;

14.2. SOLUTIA MAXIMALA

La solutia minimala, mai sus descrisa, se adauga urmatoarele interventii:

- injectarea în masă a zidăriei cu mortar de var hidraulic natural;
- consolidarea peretilor navei prin tiranți verticali slab tensionați introduși în canale forate injectate cu microbeton, tiranții se ancorează la partea superioară de centura din beton armat iar la partea inferioara in grinzile vierendeel;

14.3. ALEGEREA SI MOTIVAREA SOLUTIEI DE INTERVENTIE STRUCTURALA

În cazul structurii expertizate, se recomandă soluția minimală de intervenție.

Măsurile de intervenție cuprinse în soluția minimală sunt suficiente pentru asigurarea unui nivel de performanță structurală acceptabil. S-a avut în vedere evitarea intervențiilor agresive în structura bisericii, considerând caracterul de monument istoric al clădirii cu valoare artistică extrem de ridicată. Începând încă din timpul lucrărilor de reabilitare și după, pe toată perioada de existență a acesteia, se va întocmi și pune în operă un program de urmărire în timp a construcției expertizate, întocmit de către un specialist atestat în domeniul protejării monumentelor istorice. Urmărirea structurii de rezistență în timpul execuției lucrărilor de consolidare și post execuție, pe toată durata de exploatare a acesteia, se va realiza prin examinări periodice curente și speciale, consemnate în cartea tehnică a construcției. Culegerea și valorificarea informațiilor rezultate din observare și măsuratori reprezintă un instrument principal în prevenirea avariilor, limitarea degradărilor, avertizarea sau alarmarea privind vulnerabilitatea la acțiuni exterioare. Calculul structurii în varianta propusă de consolidare (soluția minimală), conform soluției de intervenție descrise, s-a realizat la nivelul de bază al navei, rezultând următoarele grade de asigurare.

Tabelul 7

Gradul de asigurare pe structură (varianta propusă) – Indicator R_3	
	Grad de asigurare
Direcție transversală	0.696
Direcție longitudinală	0.919

Aplicând soluția de intervenție propusă, nivelul de asigurare din punctul de vedere al evaluării analitice a rezultat corespunzător clasei III de risc seismic.

Conform art. 17, par. al II-lea din H.G. nr. 925/1995, *raportul de expertiză tehnică de calitate, cuprinzând soluții și măsuri ce se impun pentru fundamentarea tehnică și economică a deciziei de intervenție, se însușește de către proprietarii sau administratorii construcțiilor și, după caz, de către investitor.*

Întocmit:

Expert tehnic atestat M.L.P.A.T. și M.C.C.

Ing. Firtea Constantin**Semnătură:**