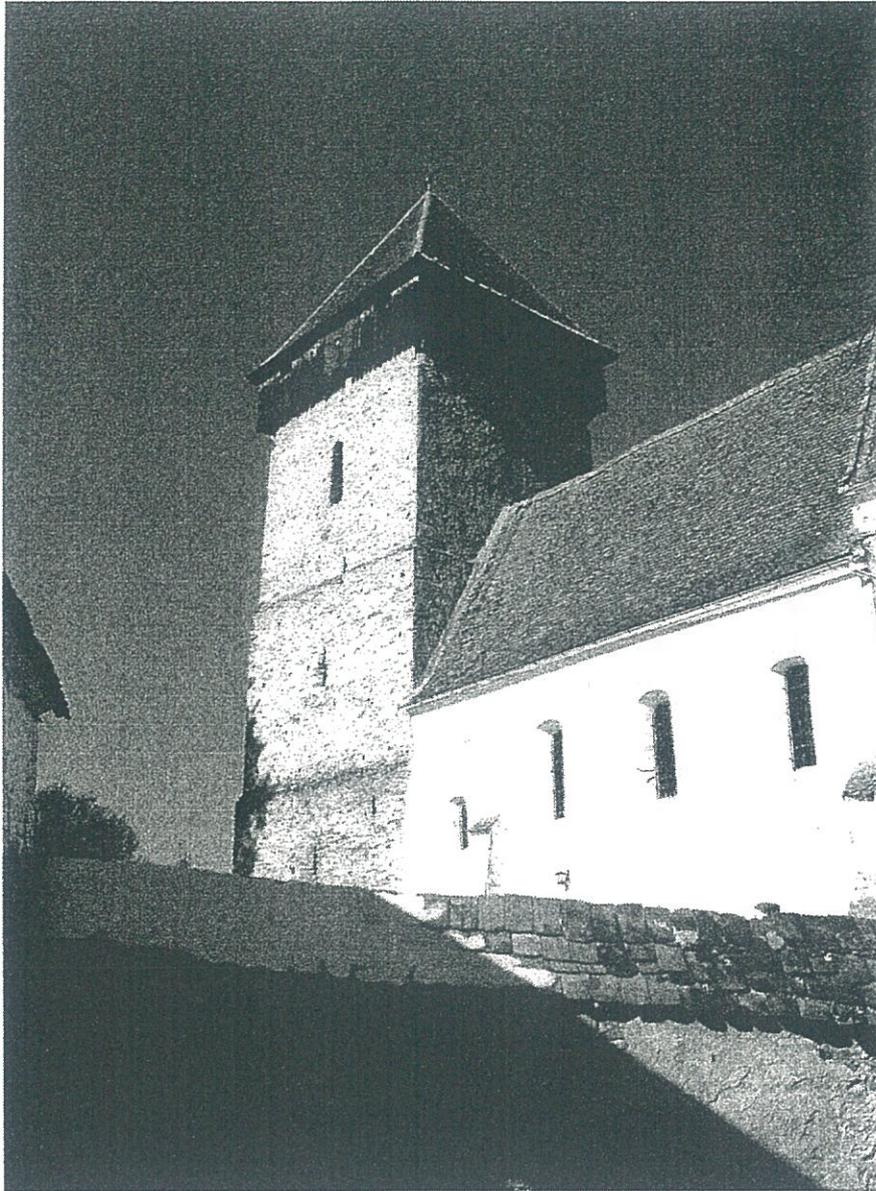


CONFORM CU
ORIGINALUL



CONFORM
CU ORIGINALUL

RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ

LUCRĂRI DE REPARAȚII, CONSERVARE ȘI INTRODUCERE ÎN CIRCUIT
TURISTIC LA ANSAMBLUL BISERICII EVANGHELICE FORTIFICATE

loc. RUJA, JUD. SIBIU

S.C. LIN~~EA~~A S.R.L. SF. GHEORGHE, JUD. COVASNA

000190 358

CONFORM CU
ORIGINALUL

LINEA

SOCIETATEA COMERCIALĂ LINEA
520003 SF. GHEORGHE, STR. Gróf Mikó Imre Nr. 122/1999
Nr. Reg. Com. J 14/ 122/ 1999 C.U.I.: RO 194277
Cont B.R.D. Sf. Gheorghe: RO 84BRDE150SV015719271500
Cont B.T. Sf. Gheorghe: RO 36BTRL01501202498454XX
Telefon: 00-40-267-316768; Telefon/Fax: 00-40-267-315714
E-mail: office@linea-proiect.ro; Web: www.linea-proiect.ro



CONFORM
CU ORIGINALUL

Denumirea lucrării: LUCRĂRI DE REPARAȚII, CONSERVARE ȘI
INTRODUCERE ÎN CIRCUIT TURISTIC LA
ANSAMBLUL BISERICII EVANGHELICE FORTIFICATE

Beneficiar: CONSISTORIUL SUPERIOR AL BISERICII
EVANGHELICE C.A. DIN ROMÂNIA

Proiectant structură: S.C. LINEA S.R.L.

Data întocmirii: 2015

Faza de proiectare: EXPERTIZĂ TEHNICĂ



LISTA CU SEMNĂTURI

Structură: ing. Popovici Szabolcs

Expert tehnic: ing. Bodor Csaba



359
000191

CONFORM CU
ORIGINALUL



CONFORM
CU ORIGINALUL

BORDEROU

Piese scrise:

- Raport de expertiză tehnică nr. 15/16.02.2015
- Breviar de calcul

360
000192

CONFORM CU
ORIGINALUL

LIN A

SOCIETATEA COMERCIALĂ LINEA S.
520003 SF. GHEORGHE, STR. Gróf Mikó Imre Nr. 4, Bl.
Nr. Reg. Com. J 14/ 122/ 1999 C.U.I.: RO 1194
Cont B.R.D. Sf. Gheorghe: RO 84BRDE150SV01572271500
Cont B.T. Sf. Gheorghe: RO 36BTRL01501202458454XX
Telefon: 00-40-267-316768; Telefon/Fax: 00-40-267-315714
E-mail: office@linea-proiect.ro; Web: www.linea-proiect.ro



CONFORM
CU ORIGINALUL

Nr. înreg. 15/16.02.2015

RAPORT DE EXPERTIZĂ TEHNICĂ

1. DATE GENERALE

Obiectul expertizei este cercetarea stării actuale a structurii de rezistență a construcțiilor **Ansamblului Bisericii Fortificate Evanghelice C.A. din localitatea Ruja, jud. Sibiu** și stabilirea nivelului de protecție al acestora- biserica cu turnul clopotniță și zidul incintei -din punct de vedere al rezistenței, stabilității, siguranței în exploatare și durabilității la încărcările gravitaționale și orizontale.

Evaluarea stabilește printr-un ansamblu de operații vulnerabilitatea construcțiilor în raport cu cutremurele caracteristice amplasamentului și analizează în ce măsură construcțiile vizate satisfac cerințele fundamentale de performanță: **cerința de siguranță a vieții și cerința de limitare a degradărilor**. Structura construcțiilor trebuie să preia acțiunile gravitaționale și orizontale (în special seism) fără degradări semnificative.

Monumentul este înscris în Lista monumentelor jud. Sibiu la următoarele poziții:

- SB-II-m-A-12527 Ansamblul bisericii evanghelice fortificate, sat Ruja, oraș Agnita, sec. XIII-XVI
- SB-II-m-A-12527.01 Biserica evanghelică fortificată, sat Ruja, oraș Agnita, sec. XIII- înc. sec. XV
- SB-II-m-A-12527.02 Incintă fortificată, fragmente, sat Ruja, oraș Agnita sec. XVI

Cercetarea construcției s-a făcut în perioada februarie 2015, folosind :

- releveele de arhitectură și structură.
- analiza vizuală cu înregistrarea degradărilor, avariilor.
- cercetarea cu mijloace mecanice simple-decapare, ciocănire.
- dezveliri fundații, studiul terenului de fundare prin foraje geotehnice.
- analiza prin calcul.

S-au definitivat următoarele studii:

- Ridicare topografică
- Studiu Geotehnic
- Studiu istoric și de istoria arhitecturii
- Studiu de parament
- Expertiza Biologică a materialului lemnos

2. DATE PRIVIND ISTORICUL MONUMENTULUI

Ansamblul Bisericii Fortificate Evanghelice este situat în centrul localității, pe un teren denivelat pe direcția sud -vest nord-est și constă din biserica fortificată și din resturi ale unei incinte perimetrice. Biserica este compusă din navă tip sală, cor poligonal prevăzut cu un nivel de apărare și turn de vest. Resturile incintei fortificate sunt vizibile la est de biserică unde se află un zid cu înălțime relativ redusă prevăzut cu contraforturi spre



361
000193

CONFORM CU
ORIGINALUL



exterior, ce are și rol de sprijin precum și la vest, în apropierea turnului clopotniță unde se află resturile așa numitului Blinder Turm.

În imediata apropiere a bisericii spre sud-vest se află noua casă parohială, edificată în 1893 într-un punct cu relief mai înalt decât al bisericii.

Spre nord și nord-est sunt amplasate sala comunitară și școala, edificate în prima parte a sec. al XX-lea. CONFORM
CU ORIGINALUL

Prima dată cunoscută referitoare la biserică este anul 1509, când comunitatea din Ruja primește suma de 6 florini pentru fortificarea bisericii. Înaintea acestei date nu s-au păstrat repere certe în legătură cu evoluția ansamblului. Se poate considera că biserica avea, la această dată, volumetria actuală. Pentru situația anterioară s-au formulat mai multe ipoteze, în discuție fiind în principal turnul de vest și nava bisericii. Aceste ipoteze sunt prezentate în studiul istoric întocmit.

O altă etapă de construcție cunoscută este edificarea tribunei care are loc în 1596. Este posibil ca bolțile navei să fi fost realizate în aceeași etapă în care s-a edificat tribuna. Pe peretele estic al corului se păstrează inscripționat pe tencuială anul 1828, marcând probabil o etapă de reparare a tencuiei și zugrăvelilor exterioare. Forma actuală a tribunei se datorează unei intervenții radicale din jurul anului 1850, când s-a realizat și altarul, amvonul, mobilierul interior.

3. DESCRIEREA CONSTRUCȚIILOR ANSAMBLULUI

Biserica este o construcție de proporții medii atât în plan cât și în elevație.

Lungimea totală	cca. 24,86 m
Lățimea interioară navă	7,10 m
Lățimea interioară cor	5,30 m
Înălțimea la cornișă navă	9,54 m
Înălțimea la coamă navă	cca. 16,91 m
Înălțimea la coamă cor	cca. 17,94 m



Biserica este alcătuită dintr-o navă de formă dreptunghiulară, cu un cor de lățime mai mică terminându-se cu o absidă poligonală la capătul estic. Corul este despărțit de navă printr-un arc triumfal ușor frânt. Nava principală și corul au înălțimi la cornișă apropiate ($H_{navă} = 9,54m$, $H_{cor} = 8,90m$). Atât nava cât și corul au bolți (boltă cilindrică cu penetrații, respectiv boltă cilindrică cu nervuri din cărămidă în formă de plasă). Corul a fost înălțat cu un nivel de strajă, zidărie din cărămidă plină ($H_{cornișă} = 11,00m$). Nivelul de apărare iese în consolă față de zidurile portante ale corului fiind susținut de arce din cărămidă plină cu descărcare pe contraforturile corului. Între arce și zidul corului s-au realizat astfel gurile de aruncare necesare sistemului de apărare.

Nava are un acoperiș în două ape, corul la fel cu excepția terminației poligonale a absidei.

Fațadele sunt ritmate de contraforturi atât pe zona navei cât și a corului.

Pe fațada nordică s-a construit un portic deschis de unde se poate accede și la balcoanele navei.

Turnul clopotniță este o construcție simplă, de formă pătratică, cu aspect monumental. Este amplasat pe latura vestică a bisericii. Dimensiunile la bază $9,50 \times 9,40m$, înălțimea totală de $32,60m$ față de cota 0.00 a navei. Grosimea zidurilor variază de la cca $2,70m$ la bază până la cca $1,30m$ la partea superioară.

Turnul cu ziduri masive a fost construit din zidărie din lespezi din piatră (lespezi, piatră de râu) și cuprinde 8 nivele, inițial 7, un nivel fiind inclus ulterior pentru mecanismul ceasului. Ultimul nivel este un nivel de apărare pe structură din lemn (cadre spațiale bine rigidizate pe ambele direcții). Parterul și nivelul 1 se închid cu bolți în cruce, executate din

362
000194

CONFORM CU
ORIGINALUL



Fermele reazămă pe zidurile portante prin intermediul cosoroabelor. Fermele principale au o rigiditate corespunzătoare atât în plan transversal, cât și longitudinal, exigențele de rezistență fiind asigurate atât la acțiuni verticale și orizontale. Fermele secundare sunt de rigiditate inferioară celor principale, fiind susținute de fermele principale prin ferma longitudinală (pana-talpa superioară a fermei). **Nodurile** au fost executate astfel: teșire de colț pe jumătatea secțiunii, teșire pe jumătatea secțiunii, teșire în formă de coadă de rândunică, cepuire ortogonală și înclinată, creștări simple cu fixări prin cuie de lemn.

Elementele nestructurale:

Biserica este tencuită la exterior și interior. **Turnul** este tencuit doar la exterior. **Tencuielile** au fost executate cu mortar din var cu adaos de nisip cuarțos de râu. Reparațiile de suprafață ulterioare au fost executate însă cu mortar din var-ciment (soclul, pereții etc.).

Zugrăvelile interioare și exterioare ale bisericii sunt simple cu lapte de var.

Tîmplăria ușilor este simplă, vopsită cu vopsea din ulei.

Pardoseala din dușumea (scândură îngustă) este așezată pe grinzi din lemn.

Învelitoarea din țigle solzi.

4. DATE PRIVIND AMPLASAMENTUL

4.1. Terenul de fundație al bisericii și turnului, conform studiului geotehnic, este constituit din praf argilos, praf nisipos plastic tari. **Tasarea poate fi considerată terminată.** Presiunea convențională de calcul de bază al terenului de fundare constituit din praf argilos, praf nisipos plastic tari este:

$$P_{conv.} = 330 \text{ Kpa (STAS 3300/2/85)}$$

Fundațiile bisericii sunt încastrate în pământuri nederanjate. Fundația zidului de apărare este încastrată în pământuri deranjate alcătuite din argilă nisipoasă, nisip argilos plastic tari și nisip prăfos mediu îndesat.

Studiul face recomandarea colectării apelor meteorice de pe acoperișul bisericii și din incinta ansamblului și îndepărtarea acestora în afara incintei pentru a proteja fundațiile și zidurile portante ale construcțiilor.

4.2. Zona de hazard seismic. Hazardul seismic este caracterizat de accelerația orizontală a terenului $a_g = 0.20g$ pentru intervalul mediu de recurență $IMR = 225$ ani. Perioada de control (colț), $T_c = 0,7$ sec. conf. P100-1/2013.

Clasa de importanță și de expunere la cutremur este II cu coeficientul de importanță $\gamma = 1,2$.

4.3. Acțiunea vîntului (Cod CR 1-1-4-2012)

Amplasamentul este caracterizat prin:

$$q_b = 0,4 \text{ kPa} - \text{valoarea de referință al presiunii dinamice a vîntului.}$$

4.4. Încărcări date de zăpadă (Cod CR 1-1-3-2012)

Altitudinea amplasamentului este 630m. Construcția este situată în zona 2:

$$S_o, k = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1,0 \text{ (expunere normală).}$$

$$C_t = 1,0 \text{ (coef. termic).}$$

5. ÎNCADRAREA CONSTRUCȚIEI

Categoria de importanță

B - conf. H.G. 766/97

Clasa de importanță și de expunere



364

000196

CONFORM CU
ORIGINALUL



CONFORM
CU ORIGINALUL



la cutremur
Zona de hazard seismic

$\gamma = 1,2$ (tabel 4.2-P100-1/2013)
 $ag=0,20g$, $Tc=0,7$ sec.
(cod de proi. seismică P100-1/2013)

Clasa de risc seismic
Nivel de cunoaștere
Metodologia

III - (cod P100-3/2008)
KL1-cunoaștere limitată.
Nivel 2

6. EVALUAREA CALITATIVĂ DETALIATĂ.

Prin evaluare calitativă am avut în vedere să stabilesc:

- în ce măsură regulile de conformare generală a structurilor construcțiilor analizate sunt respectate. Natura deficiențelor de alcătuire sunt criteriile esențiale pentru a lua deciziile corespunzătoare de intervenție structurală și modalitatea de consolidare. Imaginea finală a stării structurii construcțiilor analizate este dată de efectuarea calculului structural.
- în ce măsură respectă construcția documentele normative de bază: CR0-2012 Bazele proiectării structurilor în construcții, prevederile Codului de proiectare seismică P100-1/2013 privind proiectarea și executarea construcțiilor amplasate în zone seismice, Codul de evaluare seismică a clădirilor existente P100-3/2008.
- modul de comportare a construcției la cutremurele anterioare (1940, 1977, 1986, 1990), dar și mai îndepărtate cum ar fi 1802, 1838.
- modul de comportare a construcției la alte acțiuni pe durata de exploatare - încărcări gravitaționale, tasări diferențiate ale terenului de fundare, starea materialelor elementelor structurale, coroziuni.
- dacă s-a intervenit asupra construcției pentru îmbunătățirea comportării elementelor structurale componente sau al ansamblului structural.

Evaluarea calitativă s-a făcut pe baza cercetării, a studiilor, a analizei vizuale la fața locului a construcțiilor și a releveelor de arhitectură și rezistență executate.

6.1. FUNDAȚIILE

6.1.1. Materiale de fundație

6.1.1.1. Natura rocii din care este alcătuit zidăria:

- în cea mai mare parte gresii silicioase, cenușii, lespezi, blocuri, bolovani de râu. Sunt prezente fenomene de degradare fizică superficială a elementelor de zidărie piatră - nefiind protejate de o tencuială exterioară, sau datorită unor tencuieli de reparație din mortar de ciment-var, care a favorizat o umiditate accentuată și permanent în masa zidăriei, corelat cu caracterul rocii, au favorizat fenomene de eroziune prin îngheț - dezgheț. Adâncimea de îngheț este respectată la toate construcțiile.

6.1.1.2. Natura mortarului

- liantul este un mortar nisipos cuarțos friabil care a avut mai mult un rol de egalizare decât de liant al zidăriei din piatră.

Nu am constatat degradări ale sistemelor de fundare (ex. tasări, fisuri, etc.) ale construcțiilor ansamblului: biserica și turnul.

6.2. SUPRASTRUCTURA

6.2.1. Zidurile și contraforții (cu legături țesute) sunt din zidărie din piatră brută - lespezi, blocuri dar și bolovani, natura rocii fiind aceeași ca la fundații, adică gresii silicioase, cenușii. Mortarul este un mortar de var în care varul hidraulic reprezintă cca. 20-25%, restul de 75-80% îl reprezintă agregatul care este nisip cuarțitic, un nisip cu granulație fină spre medie asociat cu 10-15% pietriș mărunț având dimensiunile 10-15 mm.

Ansamblul structural al bisericii a fost bine conceput inițial, cu ziduri groase de 1,10m, având deschideri puține, în raport cu suprafața plină, raportul plin/gol fiind net



365

000197

CONFORM CU
ORIGINALUL



CONFORM
CU ORIGINALUL



favorabil pentru diafragmele portante. Arcul de triumf a fost consolidat prin implementarea unui tirant metalic - o bară rotundă cu diam. cca. 32mm. Deasemenea zidăria corului a fost încorsetată cu un sistem de platbenzi pe exterior. Zidul despărțitor dintre navă și cor la nivelul podului, executat din piatră și cărămidă (în mare parte) prezintă degradări care trebuie remediate. **Am constatat un grad ridicat de umiditate în zidăriile suprastructurii.** Reparațiile de tencuieli cu mortar cu conținut de ciment au ajutat ascensiunea umidității din zidării prin fenomenul de capilaritate, astfel că am măsurat o umiditate ridicată până la înălțimi de cca. 1,50-2,00m. Măsurătorile au fost executate cu aparatul Gann Hydromette B 100/C 2000, valorile indicate de acesta fiind între 140-150, ceea ce înseamnă zidărie foarte umedă, saturată.

6.2.2. Bolțile care acoperă nava și corul sunt într-o stare de conservare bună, nu au suferit degradări care să pună în pericol ansamblul. Bolțile navei au fost consolidate prin implementarea unor tiranți metalici de suspendare în spațiul podului.

Bolta nivelului 2 al turnului are o deschidere practică pe suprafața ei creată probabil pentru manevrarea clopotelor. Este nevoie de rezidirea golului pentru punerea în siguranță a bolții.

Planșeele din lemn ale turnului sunt alcătuite din grinzi din lemn cu astereală superioară. Grinda centrală ale planșeelor nivelurilor superioare a fost deasemenea secționată (cca. 1,50m) pentru manevrarea clopotelor. Este absolut necesară completarea prin plătuire a tronsonului lipsă, refăcându-se grinda pe toată lungimea ei. Planșeele, scările de acces sunt într-o stare corespunzătoare cu degradări locale, cu atacuri fungice și insecte xilofage descrise în expertiza materialului lemnos.

6.2.3. Șarpanta din lemn a bisericii, turnului clopotniță.

Șarpantele sunt într-o stare corespunzătoare cu degradări locale remediable: coșog. roaba, capetele căpriorilor, elemente de rigidizare lipsă. În ceea ce privește starea biologică - atacurile fungice și insecte xilofage descrise în expertiza materialului lemnos.

6.2.4. Zidul fortificației: tronsonul păstrat la est de biserică care are și un rol de zid de sprijin, trebuie reconstruit pe porțiunea care a suferit o deplasare accentuată spre exterior, fiind aproape de a-și pierde stabilitatea prin răturnare.

6.3. ELEMENTELE NESTRUCTURALE

Învelitoarea din țigle este într-o stare accentuată de degradare și necesită o revizuire completă. Șipcile de susținere trebuie verificate și înlocuite acolo unde umezirea continuă și distanțele axiale mult prea mari ale căpriorilor au produs degradarea lor.

Tencuiala interioară și exterioară (măsurătorile privind umiditatea zidărilor) necesită o reparație prin utilizarea unor tencuieli cu porozitate ridicată, care să permită uscarea naturală a zidurilor.

Pardoseala din dușumea de lemn de brad prezintă urme de umezeală continuă, ceea ce înseamnă că grinzișoarele de susținere și dușumeaua sunt supuse unei degradări continue. Este necesară execuția unui strat de întrerupere a capilarității, corelat cu măsuri de îndepărtare a apelor din precipitații din imediata apropiere a construcției.

Timplăria, în special ferestrele necesită o reabilitare completă pentru a putea să-și îndeplinească funcțiunea de închidere și protecție a construcției.

Amenajarea exterioară trebuie să rezolve îndepărtarea apelor din precipitații din jurul bisericii. Nerezolvarea într-un timp foarte scurt a sistematizării adecvate a terenului poate conduce la **periclitarea structurii de rezistență** a construcției având în vedere natura terenului de fundare, calitatea mortarului zidăriei fundațiilor și zidurilor portante ale



366

000198

CONFORM CU
ORIGINALUL



bisericii, la **continua degradare** a elementelor nestructurale importante: pardoseala etc.

CONCLUZIILE EVALUĂRII CONSTRUCȚIEI BISERICII

Calitatea sistemului structural

Conlucrarea spațială a diaframelor portante este asigurată de o legătură corespunzătoare între diaframele longitudinale și transversale. Diaframele longitudinale participă într-o măsură mai pregnantă la preluarea sarcinilor gravitaționale și orizontale.

Calitatea zidăriei

Zidăria din piatră este neconfinată. Calitatea zidăriei din piatră este corespunzătoare, cu o țesere bună a elementelor componente cu un grad bun de umplere a rosturilor, fără zone slăbite de nișe, șlițuri etc.

Intervențiile de consolidare executate, au avut ca scop consolidarea ansamblului structural prin:

-încorsetarea structurii portante a corului bisericii prin platbenzi metalice.

Condiția privind traseul încărcărilor

Bolțile sau planșeele din lemn nu sunt capabile să îndeplinească rolul de șaiță orizontală doar parțial, fapt ce nu constituie un defect structural doar că legătura dintre diaframele construcției nu este asigurată într-un mod unitar la acțiunea sarcinilor orizontale, planșeul fără o rigiditate suficientă în planul ei, fără o descărcare care să antreneze întreaga secțiune a diaframelor longitudinale, nu poate asigura transmiterea forțelor orizontale la diaframele portante ale structurii.

Condiții privind configurația clădirii

În ceea ce privește configurația construcției bisericii: **ansamblul bisericii** a fost bine concepută inițial, cu ziduri groase de 1,10m, având deschideri puține, în raport cu suprafața plină, raportul plin/gol fiind net favorabil pentru comportamentul diaframelor portante. Neregularitățile pe verticală-supraînălțarea zidurilor portante perimetrice ale corului pentru construirea nivelului de strajă, neregularitățile în plan-acestea au fost atent analizate, inclusiv efectul intervențiilor de consolidare.

Condiții privind infrastructura și terenul de fundare

Fundațiile și-au îndeplinit în mod corespunzător rolul structural. Nu avem degradări structurale pricinuite de condițiile de fundare.

TURNUL, ansamblul structural al acestuia îndeplinește într-un mod corespunzător condițiile de mai sus.

Sintetizând:

Factorii exteriori care au afectat în timp starea structurii de rezistență a ansamblului:

- mișcările seismice
- îmbătrânirea materialelor (piatră, cărămidă, mortarul, lemnul)
- umiditatea ridicată din zidăria construcției

Factorii interiori:

- compunerea diaframelor portante din zidărie din piatră de diferite dimensiuni cu legături neregulate.. Supraînălțarea corului pentru realizarea nivelului de strajă care încarcă în consolă zidurile portante ale corului.
- intervenții ulterioare în ansamblul structural al construcției.



367

000199

CONFORM CU
ORIGINALUL



CONFORM
CU ORIGINALUL



-lipsa legăturilor orizontale de tip șaiță la nivelul bolților bisericii și planșelor din lemn ale turnului clopotniță.

7. ANALIZA PRIN CALCUL

Evaluarea analitică (vezi Breviar de Calcul) a avut ca scop:

- calculul structural în domeniul elastic prin metoda forțelor seismice statice echivalente pentru biserică și turnul clopotniță.
- stabilirea clasei de risc a construcțiilor: **starea actuală – RsIII**, cu coeficienți pentru ansamblul construcției bisericii:
 $R3x = 1,3412$ și $R3y = 0,8972$
- identificarea zonelor vulnerabile ale structurii bisericii și turnului clopotniță.
- verificarea pef la talpa fundațiilor-biserica.



8. LUCRĂRILE DE INTERVENȚIE PROPUSE

8.1. FUNDAȚII

Fundațiile, soclul ansamblului sunt în permanență în mediu umed din cauza amenajării necorespunzătoare a terenului din jurul lor și a reparațiilor cu mortar din ciment-var, care s-au făcut la tencuiala exterioară și interioară a bisericii, turnului, zidurilor de apărare. Tășirea și rotirea fundațiilor elementelor structurale se poate produce oricând, dacă nu se corectează sistematizarea verticală și amenajarea exterioară a incintei.

- se îndepărtează vegetația din apropierea construcțiilor (tot perimetrul).
- se execută o sistematizare verticală și o amenajare corespunzătoare a amplasamentului. Se va ține cont de observațiile din studiul geotehnic privind obligativitatea îndepărtării apelor din precipitații (de suprafață) din apropierea ansamblului.
- se curăță suprafața zidăriei din piatră, îndepărtându-se reparațiile cu tencuială din mortar cu conținut de ciment.
- se curăță rosturile, se rostuiesc din nou, se refac legăturile elementelor dislocate (soclul contraforturilor)
- un trotuar de gardă din piatră de râu va proteja zona imediată a fundațiilor, soclului construcțiilor ansamblului.

8.2. SUPRASTRUCTURA

8.2.1. Zidăria din piatră a diafragmelor portante

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.**

Principiile, care stau la baza proiectării intervențiilor structurale sunt:

- intervenții minimale foarte bine gândite
- menținerea conceptului structural original: o structură de zidărie este menținută nemodificat, dacă mecanismul de preluare a acțiunilor rămâne nealterat.
- conservarea materialului original
- folosirea materialelor compatibile cu cele originale (piatră de râu, gresie, cărămida plină presată de epocă, mortarul de var-nisip etc.)
- **menținerea tuturor intervențiilor de consolidare anterioare, cum ar fi tiranții-barele, platbenzile, ancorajele lor. Aceste elemente se curăță, se verifică starea lor de tensionare și se tratează cu vopsea de protecție.**
- **refacerea continuității zidăriei** prin rostuiți, împănări, rețeseri dacă e necesar: peretele despărțitor nava-cor în pod.

368

000200

CONFORM CU
ORIGINALUL



CONFORM
CU ORIGINALUL



- **desfacerea zidăriei coronamentului** zidurilor portante ale bisericii pentru a elibera cosoroabele și a da posibilitatea aerisirii continue a acestor elemente de lemn. (vezi expertiza biologică).

În ceea ce privește zidul fortificației: tronsonul păstrat la est de biserică care are și un rol de zid de sprijin, trebuie **reconstruit** pe porțiunea care a suferit o deplasare accentuată spre exterior, fiind aproape de a-și pierde stabilitatea prin răturnare. Se va asigura protecția zidăriei prin reparația învelitorii coronamentului zidăriei.

Tronsonul păstrat la vest de turnul clopotniță se află într-o stare de ruină. Trebuie curățat de vegetație și se va executa conservarea zidăriei din piatră.

Propun realizarea unei închideri a amplasamentului pe tot conturul incintei, o închidere care să corespundă caracterului monumentului și care să asigure o protecție a ansamblului.

8.2.2. Bolțile

- curățirea extradadosului și tencuirea cu un mortar din var-nisip (strat subțire de protecție)
- **refacerea continuității suprafeței bolții nivelului 1 al turnului prin rezidire**, rostuire intrados-extrados, împănări.

8.2.3. Planșeele din lemn și șarpanta turnului clopotniță:

- curățirea și reparații locale la planșeele intermediare
- refacerea continuității grinzilor centrale ale planșeelor, care au fost tăiate pentru manevrarea clopotelor (element de completare prin plăuire).
- completarea asterelii, astereala degradată trebuie schimbată.
- reabilitarea scărilor de acces între nivele.

8.2.4. Șarpantele din lemn.

- curățirea podului, inclusiv al coronamentului zidăriei.
- consolidarea locală a elementelor structurale: cosoroaba, capetele căpriorilor și a nodurilor degradate. (în special capătul poligonal al absidei).
- completarea elementelor lipsă: contravântuiri șarpantă navă, șarpantă turn.
- în cazul slăbirii secțiunilor elementelor structurale prin curățirea suprafeței (îndepărtarea degradărilor de suprafață conform expertizei biologice) secțiunile slăbite se vor consolida prin completare cu dulapi solidarizați cu secțiunea elementului prin șuruburi pentru lemn.
- rezolvarea zonelor de adiacență ale învelitorii bisericii cu turnul clopotniță, calcanul corului.
- executarea unor podine de acces pentru ușurarea lucrărilor de întreținere al învelitorii acoperișului bisericii și turnului.
- materialul lemnos nou se va trata preventiv antifungic și antiinsecticid (vezi expertiza biologică)



8.3. ELEMENTELE NESTRUCTURALE

8.3.1. Învelitoarea din țigle a bisericii și turnului necesită o revizuire completă. Șipicile de susținere vor fi verificate și înlocuite (cu o secțiune corespunzătoare). Este o lucrare urgentă foarte importantă pentru a realiza o protecție corespunzătoare a ansamblului structural.

8.3.2. Tencuiala interioară și exterioară a construcțiilor (măsurătorile privind umiditatea zidărilor) necesită o refacere prin utilizarea unor tencuieli cu porozitate ridicată, care să permită uscarea naturală a zidurilor. Se curăță tencuielile de reparație din ciment-var de pe toată suprafața interioară și exterioară a construcțiilor.

369

000201

CONFORM CU ORIGINALUL



CONFORM CU ORIGINALUL



8.3.3. **Zugrăveala interioară și exterioră** necesită o reabilitare pentru a se îndeplini concepția de ansamblu al monumentului.

8.3.4. **Pardoseala** din dușumea de lemn de brad a bisericii s-a tasat pe suprafețe mari și prezintă urme de umezeală continuă, ceea ce înseamnă că grinzile de susținere și dușumeaua sunt supuse unei degradări continue. Este necesar refacerea pardoselii: prin execuția unui strat de întrerupere a capilarității, îndepărtarea pardoselii de zidărie prin realizarea unei fișii de aerisire perimetrală. Toate aceste măsuri trebuie corelate cu măsuri de îndepărtare a apelor din precipitații din imediata apropiere a construcției.

8.3.5. **Timplăria** necesită o reabilitare pentru a putea să-și îndeplinească funcțiunea de închidere și protecție a construcției.

8.3.6. Se vor executa **instalații electrice interioare și instalație de paratrâznet** conform standardelor în vigoare.

8.3.7. **Amenajarea exterioară** a incintei trebuie să rezolve îndepărtarea apelor din precipitații din jurul construcțiilor. Nerezolvarea într-un timp foarte scurt a sistematizării adecvate a terenului poate conduce la **periclitarea structurii de rezistență** a construcțiilor, având în vedere natura rocii pietrei din zidărie și calitatea slabă a mortarului zidăriei fundațiilor **la continua degradare** a elementelor structurale (piatra, mortarul) și nestructurale (tencuiala, pardoseala etc.).

Lucrările de intervenție propuse în raport vor îmbunătăți rezistența, stabilitatea, siguranța în exploatare și durabilitatea ansamblului Bisericii Evanghelice Fortificate din Ruja.

Acest raport constituie baza întocmirii unei documentații tehnice, a unui proiect tehnic..

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

Proiectul Tehnic va fi supus verificării de calitate pentru cerința A1 și va fi însoțit de către expert.



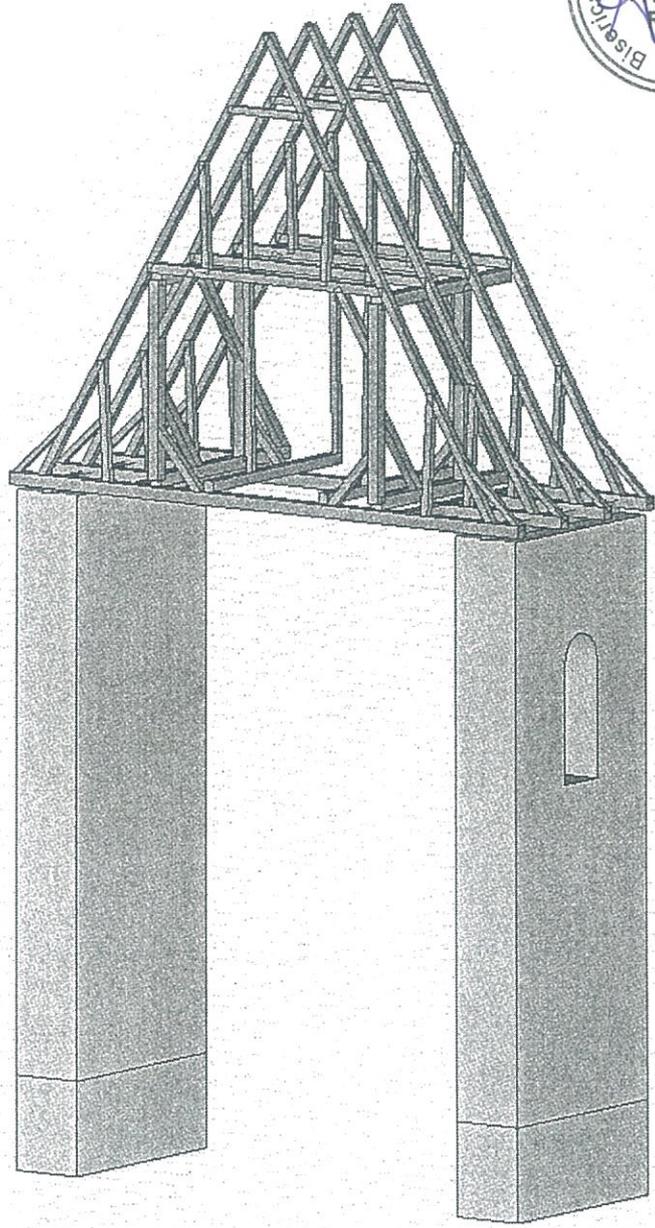
Expert Tehnic
ing. Bodor Csaba



370

000202

CONFORM CU ORIGINALUL



BREVIAR DE CALUL

371

000203

CONFORM CU
ORIGINALUL

CONFORM
CU ORIGINALUL



Caracteristici materiale lemnoase

conform NP 005-2003

Denumire proiect:
Nr. expertiza:
Faza:

Denumire lemn

Clasa de calitate lemn

Clasa de exploatare

Esenta lemn

Clasa de durata a actiunilor

Rezistenta caracteristica la incovoiere

$$R_i = 16.8 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la intindere

$$R_t = 8.6 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la compresiune in lungul fibrelor

$$R_{cII} = 12 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la compresiune normala pe fibre

$$R_{cp} = 3 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la forfecare in lungul fibrelor

$$R_{fII} = 2.7 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la forfecare in plan normal

$$R_{fp} = 10.8 \frac{N}{mm^2}$$

Coefficientul conditiilor de lucru mu la incovoiere statica

$$m_{ui} = 0.9$$

Coefficientul conditiilor de lucru mu la intindere in lungul fibrelor

$$m_{,,+} = 0.9$$

372
000204

CONFORM CU
ORIGINALUL
CONFORMUL
CO-ORIGINALUL



Coeficientul conditiilor de lucru mu la compresiune in lungul fibrelor

$$m_{ucII} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu la compresiune normala pe fibre

$$m_{ucp} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu la forfecare in lungul fibrelor

$$m_{ufII} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu la forfecare in lungul fibrelor

$$m_{ufp} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu pentru modulul de elasticitate la incovoiere statica

$$m_{uE} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru md la incovoiere statica, forfecare

$$m_{di} = 0.55$$

Coeficientul conditiilor de lucru md la compresiune

$$m_{dc} = 0.8$$

Coeficientul conditiilor de lucru md la intindere

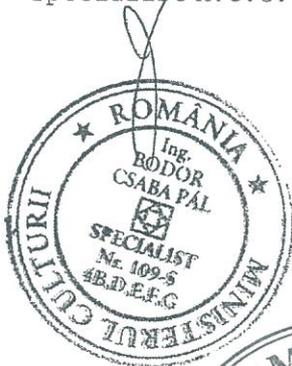
$$m_{dt} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru md pentru modulul de elasticitate

$$m_{dE} = 1$$

Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.

Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



373

000205

CONFORM CU
ORIGINALUL
CONFORM
CU ORIGINALUL



Caracteristici materiale lemnoase

conform NP 005-2003

Denumire proiect:
Nr. expertiza:
Faza:

Denumire lemn

Clasa de calitate lemn

Clasa de exploatare

Esenta lemn

Clasa de durata a actiunilor

Rezistenta caracteristica la incovoiere
$$R_i = 28 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la intindere
$$R_t = 13.5 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la compresiune in lungul fibrelor
$$R_{cII} = 15.8 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la compresiune normala pe fibre
$$R_{cp} = 9.4 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la forfecare in lungul fibrelor
$$R_{fII} = 5.7 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta caracteristica la forfecare in plan normal
$$R_{fp} = 21.6 \frac{N}{mm^2}$$

Coefficientul conditiilor de lucru mu la incovoiere statica
 $m_{ui} = 0.9$

Coefficientul conditiilor de lucru mu la intindere in lungul fibrelor
 $m_{it} = 0.9$

374

000206

CONFORM CU
ORIGINALUL

Coeficientul conditiilor de lucru mu la compresiune in lungul fibrelor

$$m_{ucII} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu la compresiune normala pe fibre

$$m_{ucp} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu la forfecare in lungul fibrelor

$$m_{ufII} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu la forfecare in lungul fibrelor

$$m_{ufp} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru mu pentru modulul de elasticitate la incovoiere statica

$$m_{uE} = 0.9$$

Coeficientul conditiilor de lucru md la incovoiere statica, forfecare

$$m_{di} = 0.6$$

Coeficientul conditiilor de lucru md la compresiune

$$m_{dc} = 0.85$$

Coeficientul conditiilor de lucru md la intindere

$$m_{dt} = 0.95$$

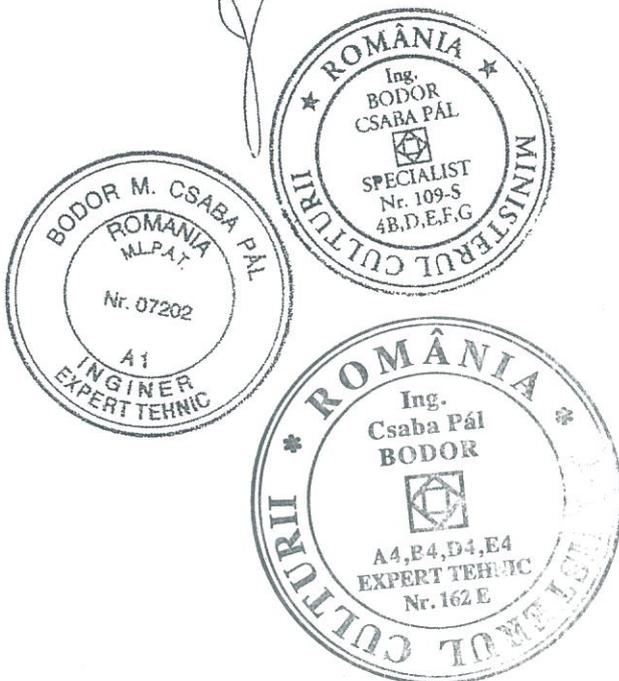
Coeficientul conditiilor de lucru md pentru modulul de elasticitate

$$m_{dE} = 1$$



Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.

Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



375

000207

CONFORM CU ORIGINALUL

CONFORM CU ORIGINALUL



Caracteristici zidarie din caramida plina cu mortar pentru utilizare generala (G)

conform CR6-2013 si P100-2008

Denumire proiect: Lucr. de repar., conserv. și introducerea în circuit turistic

Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja

Nr. expertiza: 15/16.02.2015

Faza: Expertiza tehnica

Constanta care depinde de tipul elementului pentru zidarie

Elemente ceramice plin (grupa 1)

Marca mortarului [N/mm²]

M10

Rezistenta standardizata a elementului [N/mm²] (fb)

5

Coeficientul partial de siguranta pentru zidarie

Zidarie executata anterior anul 1900

Constanta care depinde de tipul elementului pentru zidarie

K= 0.55

Rezistenta standardizata a elementului [N/mm²]

$$f_b = 5 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta medie la compresiune a mortarului [N/mm²]

$$f_m = 10 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta unitara caracteristica la compresiune a zidariei

$$f_k = 2.7 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta medie la compresiune a zidariei

$$f_{med} = 3.51 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta unitara caracteristica initiala la forfecare a zidariei

$$f_{vk0} = 0.045 \frac{N}{mm^2}$$

Coeficientul partial de siguranta pentru zidarie

$\gamma_M = 3$

Factorul de incredere

CF= 1.35

376

000208

CONFORM CU ORIGINALUL



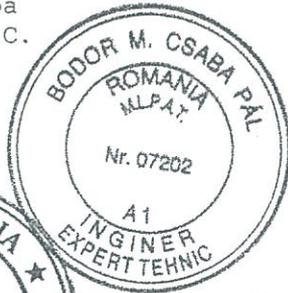
Ruperea in scara sub efectul eforturilor principale de intindere

$$f_{td} = 0.0347 \frac{N}{mm^2}$$

Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.



Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



377

000209

CONFORM CU ORIGINALUL



CONFORM CU ORIGINALUL



Caracteristici zidarie din piatra

conform MP 025-2004

Denumire proiect:

Lucr. de repar., conserv. și introducere în circuit turistic la

Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja

Nr. expertiza:

15/16.02.2015

Faza:

Expertiza tehnica

Grupa roca

Roci sedimentare

Denumire roca

Gresie poroasa

Forma piatra

Zidarie din piatra bruta

Marca mortarului

M4

Rezistenta medie de rupere a pietrei [N/mm²]

50

In cazul constatarii neomogenitatii zidariei, se poate aplica o reducere a rezistentei medii de rupere prin inmultirea cu coeficienti 0.75-0.90

$\gamma_{rd} = 1.00$

Rezistenta medie de rupere la compresiune a zidariei din piatra

$$R_{cz} = 0.7 \frac{N}{mm^2}$$

Greutatea specifica a blocului de piatra

$$\rho_{min} = 2000 \frac{kg}{m^3}$$

$\rho_{max} = \text{"-"} \text{"}$

Rezistenta la compresiune minima si maxima a blocului de piatra

$$R_{cmin} = 40 \frac{N}{mm^2}$$

$$R_{cmax} = 60 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta medie de rupere la compresiune a blocului de piatra

$$R_{piatra} = 50 \frac{N}{mm^2}$$

$\alpha_z = 750$

Deformatia specifica longitudinala de plastifiere a zidariei

$\epsilon_{cz} = 2.5$

378

000210

CONFORM CU ORIGINALUL
CONFORM
CU ORIGINALUL

Deformatia specifica longitudinala ultima a zidariei

$$\epsilon_{cz} = 2.5$$

Modulul de elasticitate longitudinal al zidariei

$$E_z = 525 \frac{N}{mm^2}$$

Modulul de elasticitate transversal al zidariei

$$G_z = 131.25 \frac{N}{mm^2}$$



Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.



Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



379

000211

CONFORM CU ORIGINALUL



Caracteristici zidarie din piatra

conform MP 025-2004

Denumire proiect:

Nr. expertiza:

Faza:

Grupa roca

Denumire roca

Forma piatra

Marca mortarului

Rezistenta medie de rupere a pietrei [N/mm²]

In cazul constatarii neomogenitatii zidariei, se poate aplica o reducere a rezistentei medii de rupere prin inmultirea cu coeficienti 0.75-0.90

$\gamma_{rd} = 1.00$

Rezistenta medie de rupere la compresiune a zidariei din piatra

$$R_{cz} = 0.7 \frac{N}{mm^2}$$

Greutatea specifica a blocului de piatra

$$\rho_{min} = 1400 \frac{kg}{m^3}$$

$$\rho_{max} = 2500 \frac{kg}{m^3}$$

Rezistenta la compresiune minima si maxima a blocului de piatra

$$R_{cmin} = 5 \frac{N}{mm^2}$$

$$R_{cmax} = 50 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistenta medie de rupere la compresiune a blocului de piatra

$$R_{piatra} = 50 \frac{N}{mm^2}$$

$\alpha_z = 750$

Deformatia specifica longitudinala de plastifiere a zidariei

$\epsilon_{cz} = 2.5$

380
000212

Deformatia specifica longitudinala ultima a zidariei

$$\epsilon_{cz} = 2.5$$

Modulul de elasticitate longitudinal al zidariei

$$E_z = 525 \frac{N}{mm^2}$$

Modulul de elasticitate transversal al zidariei

$$G_z = 131.25 \frac{N}{mm^2}$$

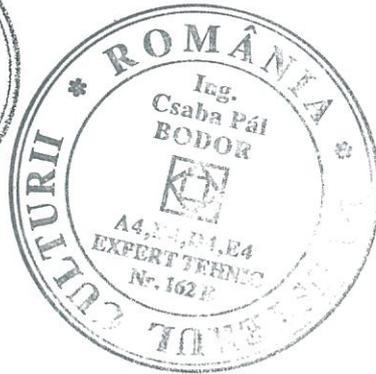
CONFORM
CU ORIGINALUL

CONFORM CU
ORIGINALUL



Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.C.

Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



381

000213

Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcției în cazul când zăpada nu este împiedicată să alunece

conform CR 1-1-3-2012

Denumire proiect: Lucr. de repar., conserv. și introducere în circuit turistic la Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja

Nr. expertiza: 15/16.02.2015

Faza: Expertiza tehnica

Valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol, în amplasament

$$s_k = 1.5 \frac{kN}{m^2}$$

Coeficientul de expunere al construcției în amplasament

- în cazul expunerii **Normale**, topografia terenului și prezența altor construcții sau a copacilor nu permit o spulberare semnificativă a zăpezii de către vânt

$$C_e = 1$$

Coeficientul termic

$$C_t = 1$$

Factorul de importanță-expunere pentru acțiunea zăpezii

pentru Clasa II - Constructii din patrimoniul cultural

$$\gamma_{Is} = 1.15$$

- panta acoperișului

$$\alpha_1 = 59 \text{ deg}$$

$$\alpha_2 = 59 \text{ deg}$$

- distanța interax căpriori

$$d = 1.1 \text{ m}$$

Valoarea coeficientului de formă pentru încărcarea din zăpadă pe acoperișuri cu o singură pantă, cu două pante și pe acoperișuri cu mai multe deschideri

$$\mu_{1\alpha 1} = 0.0267$$

$$\mu_{1\alpha 2} = 0.0267$$

Cazul (I), zăpada neaglomerată

$$s_{\alpha 1} = \gamma_{Is} \cdot \mu_{1\alpha 1} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha 1} = 0.046 \frac{kN}{m^2}$$

$$S_{\alpha 1 \text{ caprior}} = s_{\alpha 1} \cdot d = 0.0506 \frac{kN}{m}$$

$$s_{\alpha 2} = \gamma_{Is} \cdot \mu_{1\alpha 2} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha 2} = 0.046 \frac{kN}{m^2}$$

$$S_{\alpha 2 \text{ caprior}} = s_{\alpha 2} \cdot d = 0.0506 \frac{kN}{m}$$

Cazul (II), zăpada aglomerată

$$s_{\alpha 1} = \gamma_{Is} \cdot 0.5 \cdot \mu_{1\alpha 1} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha 1} = 0.023 \frac{kN}{m^2}$$

$$S_{\alpha 1 \text{ caprior}} = s_{\alpha 1} \cdot d = 0.0253 \frac{kN}{m}$$

$$s_{\alpha 2} = \gamma_{Is} \cdot \mu_{1\alpha 2} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha 2} = 0.046 \frac{kN}{m^2}$$

$$S_{\alpha 2 \text{ caprior}} = s_{\alpha 2} \cdot d = 0.0506 \frac{kN}{m}$$

382

000214

CONFORM
CU ORIGINALUL



CONFORM CU
ORIGINALUL



Cazul (III), zăpada aglomerată

$$s_{\alpha 1} = \gamma_{Is} \cdot \mu_{1\alpha 1} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha 1} = 0.046 \frac{kN}{m^2}$$

$$S_{\alpha 1 \text{ caprior}} = s_{\alpha 1} \cdot d = 0.$$

$$s_{\alpha 2} = \gamma_{Is} \cdot 0.5 \cdot \mu_{1\alpha 2} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha 2} = 0.023 \frac{kN}{m^2}$$

$$S_{\alpha 2 \text{ caprior}} = s_{\alpha 2} \cdot d = 0.0253 \frac{kN}{m^2}$$

CONFORM
CU ORIGINALUL



CONFORM CU
ORIGINALUL



Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.

Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



383

000215

Evaluarea acțiunii vântului asupra construcției în cazul acoperișurilor cu doua pante

conform CR 1-1-4-2012

CONFORM
CU ORIGINALUL



Denumire proiect: Lucr. de repar., conserv. și introducere în circuit turistic la Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja

Nr. expertiza: 15/16.02.2015

Faza: Expertiza tehnica

CONFORM CU
ORIGINALUL



Caracteristicile geometrice

- lățime clădire $d_{cl} = 9.35 m$
- lungime clădire $b_{cl} = 34.1 m$
- înălțime clădire (cu acoperiș) $z = 16.9 m$
- dacă $h \leq b$ $e := \min(d_{cl}, 2 \cdot z)$ $e = 9.35 m$
- înălțime acoperiș clădire $z_{acop} = 7.6 m$
- panta acoperișului $\alpha_1 = 59 deg$ $\alpha_2 = 59 deg$
- distanța interax căpriori $d = 110 cm$

Clasa de importanță-expunerea acțiunii vântului

pentru Clasa II - Constructii din patrimoniul cultural

$$Y_{Iw} = 1.1$$

Condiții de amplasament

- lungimea de rugozitate pentru categoria de teren III
 - zone acoperite uniform cu vegetatie, sau cu cladiri, sau cu obstacole izolate aflate la distanțe de cel mult de 20 de ori înălțimea obstacolului (de ex., sate, terenuri suburbane, paduri)

$$z_0 = 0.3 m$$

$$z_{min} = 5 m$$

- valoarea de referință al presiunii dinamice a vântului având IMR=50ani, iar altitudinea sub 1000m

$$q_b = 0.4 kPa$$

Valori de referință ale vitezei și ale presiunii dinamice a vântului pe amplasament

$$v_b = 25.2982 \frac{m}{s}$$

- valoarea de referință a vitezei vântului

$$k_{rz0} = 0.2143$$

- factorul de teren

$$c_{rz} = 0.8637$$

- factorul de rugozitate

$$v_{mz} = 21.8507 \frac{m}{s}$$

- viteza medie a vântului la înălțimea

$$q_{mz} = 0.2984 kPa$$

- presiunea medie a vântului la înălțimea

$$\beta = 5.5306$$

- valoarea factorului de proporționalitate

$$I_{vz} = 0.2333$$

- intensitatea turbulenței la înălțimea

389

000216

$$c_{pqz} = 2.6334$$

- factorul de rafala pentru presiunea dinamică medie la înălțimea $z = 16.9 m$

$$q_{pz} = 0.7858 kPa$$

- valoarea de vârf a presiunii dinamice a vântului la înălțimea $z = 16.9 m$



Distribuția presiunilor/sucțiunilor pe pereții exteriori ai clădirii

$$w_{pe_A} = \gamma I_w \cdot c_{pe_A} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_A} = -1.0373 kPa$$

$$l_A = \frac{e}{5}$$

$$l_A = 1.87 m$$

$$w_{pe_B} = \gamma I_w \cdot c_{pe_B} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_B} = -0.6915 kPa$$

$$l_B = \frac{4 \cdot e}{5}$$

$$l_B = 7.48 m$$

$$w_{pe_C} = \gamma I_w \cdot c_{pe_C} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_C} = -0.4322 kPa$$

$$l_C = b \cdot c_1 - e$$

$$l_C = 24.75 m$$

$$w_{pe_D} = \gamma I_w \cdot c_{pe_D} \cdot q_{pz}$$

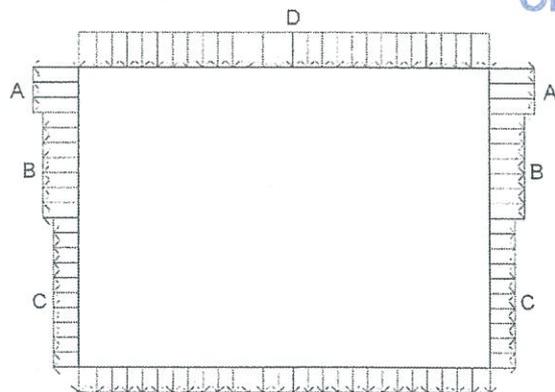
$$w_{pe_D} = 0.7846 kPa$$

$$w_{pe_E} = \gamma I_w \cdot c_{pe_E} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_E} = -0.6183 kPa$$

CONFORM CU ORIGINALUL

CONFORM CU ORIGINALUL



Distribuția presiunilor/sucțiunilor pe acoperișul clădirii

$$w_{pe_F} = \gamma I_w \cdot c_{pe_F} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_F} = 0.6051 kPa$$

$$l_F = \frac{e}{10}$$

$$l_F = 0.935 m$$

$$w_{pe_G} = \gamma I_w \cdot c_{pe_G} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_G} = 0.6051 kPa$$

$$l_G = \frac{e}{10}$$

$$l_G = 0.935 m$$

$$w_{pe_H} = \gamma I_w \cdot c_{pe_H} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_H} = 0.5993 kPa$$

$$w_{pe_I} = \gamma I_w \cdot c_{pe_I} \cdot q_{pz}$$

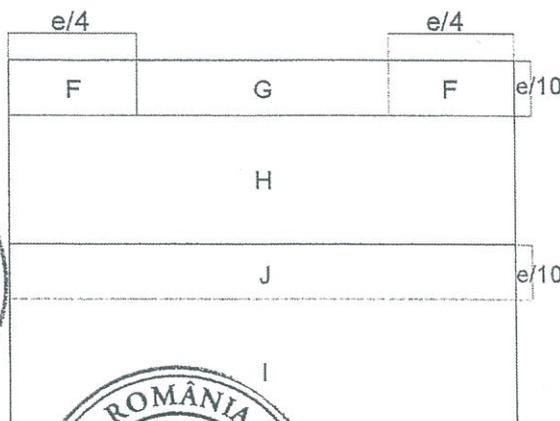
$$w_{pe_I} = -0.1614 kPa$$

$$w_{pe_J} = \gamma I_w \cdot c_{pe_J} \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_J} = -0.242 kPa$$

$$l_J = \frac{e}{10}$$

$$l_J = 0.935 m$$



Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.



Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs

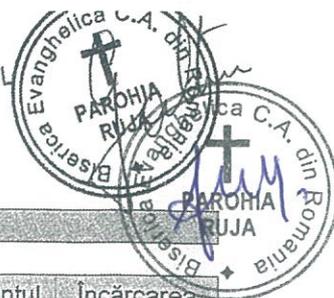


000217
385

CALCULUL ÎNCĂRCĂRILOR

CONFORM CU ORIGINALUL

CONFORM
CU ORIGINALUL



Greutate proprie – zidarie din piatra nava

Nr. crt.	ELEMENT	Dimensiune / Tip	Greutate specivfica	Încărcarea normală	Coeficientul încărcărilor	Încărcarea de calcul
		[m3/m2]	[kN/m3]	[kN/m2]	[-]	[kN/m2]
1	Tencuiala	0.02	18.00	0.36	1.35	0.49
2	Zidarie din piatra	1.15	20.00	23.00	1.35	31.05
3	Tencuiala	0.02	18.00	0.36	1.35	0.49
TOTAL				23.72	1.35	32.02
TOTAL [kN/mc]				19.93		

Greutate proprie – bolta nava

Nr. crt.	ELEMENT	Dimensiune / Tip	Greutate specivfica	Încărcarea normală	Coeficientul încărcărilor	Încărcarea de calcul
		[m3/m2]	[kN/m3]	[kN/m2]	[-]	[kN/m2]
1	Bolta	0.15	18.00	2.70	1.35	3.65
2	Tencuiala	0.02	18.00	0.27	1.35	0.36
TOTAL				2.97	1.35	4.01

Greutate proprie – invelitoare nava

Unghi acoperis	59 deg
Interax capriori	1.1 m
Latime caprior	0.14 m
Inaltime caprior	0.13 m
Interax sipci	0.15 m
Latime sipci	0.05 m
Inaltime sipci	0.035 m

Nr. crt.	ELEMENT	Dimensiune / Tip	Greutate specivfica	Încărcarea normală	Coeficientul încărcărilor	Încărcarea de calcul
		[m]	[kN/mc]	[kN/mp]	[-]	[kN/mp]
1	Tigla din argila arsa	-	-	0.55	1.35	0.74
2	Sipci	0.01	4.50	0.05	1.35	0.07
3	Capriori	0.03	4.50	0.11	1.35	0.15
TOTAL				0.72	1.35	0.97
TOTAL PROIECTIE				1.94	1.35	1.87

386

000218

CONFORM
CU ORIGINALUL

CONFORM CU
ORIGINALUL



Greutate – nava

Nr. crt.	ELEMENT	Dimensiune / Tip	Greutate specifica	Încărcarea normată	Coefficientul încărcărilor	Încărcarea de calcul
		[mp]	[kN/mp]	[kN]	[-]	[kN]
1	Zidarie plina din piatra	7.36	184.38	1357.02	1.35	1831.98
2	Zidarie la fereastra/gol (zidarie piatra)	1.04	137.54	142.35	1.35	192.17
3	Zidarie la usa/gol (zidarie piatra)	0.00	184.38	0.00	1.35	0.00
7	Fundatia	8.40	30.00	252.00	1.35	340.20
8	Bolta peste nava principal	25.74	2.97	76.45	1.35	103.20
9	Invelitoare	35.22	1.39	48.89	1.35	66.01
10	Utile – Pod circulabil	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00

**TOTAL PESTE NIVELUL DE
INCASTRARE**

1624.71

2193.37

TOTAL

1876.71

2533.57

TOTAL+UTILE

1876.71

2533.57

Greutatea suprastructurii peste nivelul de incastrare

Nr. crt.	ELEMENT	Încărcarea normată	Încărcarea de calcul
		[kN]	[kN]
1	Greutate cor	1624.71	2193.37

TOTAL FARA UTILE

1624.71

2193.37

Greutatea totala a cladirii

Nr. crt.	ELEMENT	Încărcarea normată	Încărcarea de calcul
		[kN]	[kN]
1	Greutate cor	1876.71	2533.57

TOTAL+UTILE

1876.71

2533.57

387
000219

Calculul acțiunii seismice asupra construcției CONFORM
CU ORIGINALUL

conform indicativ P100-1/2013

Denumire proiect:

Lucr. de repar., conserv. și introducerea în circuit electric la

Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja

Nr. expertiza:

15/16.02.2015

Faza:

Expertiza tehnica

CONFORM CU
ORIGINALUL

$\gamma_1 = 1.2$

- valoarea factorului de importanta-expunere
pentru actiunea seismica

Clasa II - Constructii din patrimoniul cultural

$a_g = 1.9613 \frac{m}{s^2}$

- acceleratiei terenului pentru proiectare ag cu IMR = 225 ani
si 20% probabilitate de depasire in 50 de ani

$a_{vg} := 0.7 \cdot a_g$

$a_{vg} = 1.3729 \frac{m}{s^2}$

- acceleratiei pentru componenta verticala a miscarii terenului avg

$T_C = 0.7 s$

- perioada de control (colt) T_C a spectrului de raspuns

$T_B = 0.14 sec$

- perioada de control (colt) T_C, T_B, T_D ale spectrelor de raspuns
pentru componentele orizontale ale miscarii seismice

$T_D = 3 sec$

$\beta_0 = 2.5$

- factorul de amplificare dinamica maxima a acceleratiei orizontale a
terenului de catre structura

$T_{Cv} = 0.32 sec$

- perioadele de control (colt) al spectrului normalizat de raspuns
pentru componenta verticala a miscarii

$T_{Bv} = 0.03 sec$

$T_{Dv} = 3 sec$

$H = 16.9$

- inaltimea cladirii, in metri, masurata de la nivelul fundatiei sau
de la extremitatea superioara a infrastructurii considerata rigida.

$C_t := 0.05$

- coeficient in functie de tipul structurii

$T_1 := C_t \cdot H^{\frac{3}{4}} s$

$T_1 = 0.417 sec$

- estimarea perioadei fundamentale de translatie, pana la 40 m

$T = 0.4168 s$

$\beta_T = 2.5$

- spectrul normalizat de raspuns elastic ale acceleratiilor absolute
pentru componentele orizontale ale miscarii terenului

$\beta_{0v} := 2.5$

- factorul de amplificare dinamica maxima a acceleratiei verticale a
miscarii terenului pentru valoarea conventionala

$\beta_{vT} = 1.8896$

- spectrul normalizat de raspuns elastic al acceleratiilor absolute
pentru componenta verticala a miscarii terenului

$n := 1$

- numarul nivelurilor

$\lambda = 1$

- factor de corectie care tine seama de contributia modului propriu
fundamental prin masa modala efectiva asociata acestuia

$q := 2.00$

- factorul de comportare al structurii denumit si factorul de modificare
a raspunsului elastic in raspuns inelastice

388

000220



$$q_v := 1.50$$

- factorul de comportare al structurii in cazul spectrului de proiectare pentru componenta verticala a miscarii seismice

$$\xi := \text{perc}(8, 100)$$

- amortizarea zidariei

$$\eta = 0.88$$

- factorul de reducere care tine seama de amortizarea zidariei

$$c = 2.589 \frac{m}{s^2}$$

- coeficient seismic

$$S_{dT} = 0.25 g_e$$

- spectrul de proiectare pentru componentele orizontale ale miscarii terenului corespunzatoare perioadei fundamentale T_1

$$S_{vT} = 0.18 g_e$$

- spectrul de proiectare pentru componentele verticale ale miscarii terenului corespunzatoare perioadei fundamentale T_1

$$G = 1624.71 kN$$

$$m := \frac{G}{g_e} = 1.6567 \cdot 10^5 kg$$

- masa totala a cladirii supusa actiunii seismice

$$F_b := \gamma_1 \cdot S_{dT} \cdot m \cdot \lambda \cdot \eta$$

$$F_b = 428.923 kN$$

- forta taietoare de baza pentru ansamblul cladirii

$$F_{bv} := \gamma_1 \cdot S_{vT} \cdot m \cdot \lambda \cdot \eta$$

$$F_{bv} = 302.58 kN$$

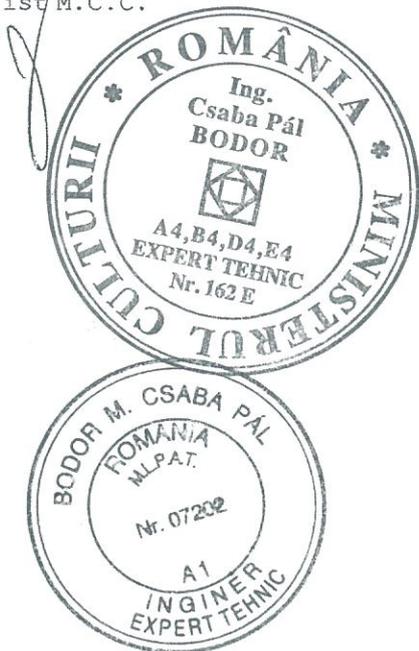
CONFORM
CU ORIGINALUL



CONFORM CU
ORIGINALUL



Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist/M.C.C.



Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs

389

000221

Evaluarea siguranței a clădirii - Gradul de asigurare R3

conform P100-3/2008

Denumire proiect:

Lucr. de repar., conserv. și introducerea în circuit electric la

Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja

Nr. expertiza:

15/16.02.2015

Faza:

Expertiza tehnica

Evaluare preliminară de ansamblu prin calcul, numai pentru efectele acțiunii seismice în planul pereților

CONFORM CU ORIGINALUL

-aria de zidarie pe cele doua directii principale

$$A_{zx} = 8.4 \text{ m}^2$$

$$A_{zy} = 5.6192 \text{ m}^2$$

$$G = 1624.71 \text{ kN}$$

$$m := \frac{G}{g_e} = 1.6567 \cdot 10^5 \text{ kg} \quad \text{- masa totala a cladirii supusa actiunii seismice}$$

$$q_{\text{cladire}} := m \cdot g_e$$

$$q_{\text{cladire}} = 1624.71 \text{ kN}$$

q.cladire - încărcarea totală verticală, considerată uniform distribuită (kN/m2)

$$\sigma_0 := \frac{q_{\text{cladire}}}{A_{zx} + A_{zy}}$$

$$\sigma_0 = 0.1159 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Azx și Azy - ariile de zidărie pe cele două direcții principale ale clădirii (m2)

Forța tăietoare capabilă se calculează pentru direcția în care aria de zidărie este minimă $A_{z,\min} = \min(A_{zx}, A_{zy})$

$$A_{z,\min} := \min(\text{augment}(A_{zx}, A_{zy}))$$

$$A_{z,\min} = 5.6192 \text{ m}^2$$

$$\tau_k := 0.04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- valoarea caracteristică de referință a rezistenței la forfecare pentru zidărie din piatră și mortar M4

Notă. Valoarea τ_k se referă la zidăriile pereților neavariați; în cazul zidăriilor pereților avariați expertul va aprecia nivelul de reducerea se impune).

$$F_{\text{bcap}} := A_{z,\min} \cdot \tau_k \cdot \sqrt{1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_0}{\tau_k}}$$

$$F_{\text{bcapx}} := A_{zx} \cdot \tau_k \cdot \sqrt{1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_0}{\tau_k}}$$

$$F_{\text{bcapy}} := A_{zy} \cdot \tau_k \cdot \sqrt{1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_0}{\tau_k}}$$

$$F_{\text{bcap}} = 384.8434 \text{ kN}$$

$$F_{\text{bcapx}} = 575.289 \text{ kN}$$

$$F_{\text{bcapy}} = 384.8434 \text{ kN}$$

Forța tăietoare de baza corespunzătoare modului propriu fundamental pentru direcție orizontală principală

$$F_b = 428.923 \text{ kN}$$

Gradul de asigurare seismică, R3

$$R_{3x} := \frac{F_{\text{bcapx}}}{F_b}$$

$$R_{3x} = 1.3412$$

- gradul de asigurare după direcția X

$$R_{3y} := \frac{F_{\text{bcapy}}}{F_b}$$

$$R_{3y} = 0.8972$$

- gradul de asigurare după direcția Y

$$R_{3\text{global}} := \sqrt{R_{3x}^2 + R_{3y}^2}$$

$$R_{3\text{global}} = 1.6137$$

- gradul de asigurare globală

390

000222



Tabelul D.3

Coefficient R_3	< 0.4	0.4 ÷ 0.6	0.6 ÷ 1.0	> 1.0
Clasa de risc	I	II	III	IV

Clasa de risc seismic -> IV



CONFORM
CU ORIGINALUL

Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.

Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs



CONFORM CU
ORIGINALUL



391

000223

CONFORM
CU ORIGINALUL

Proiectant: LINEA SRL

AxisVM 12.0 R3d · Utilizator legal: LINEA SRL



CONFORM CU
ORIGINALUL

Materiale

Nume	Tip	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_t [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Culoare material	Culoare contur
1Zidarie din caramida	Alte	Liniar	3340	3340	0.25	0	1800
2Zidarie din piatra	Alte	Liniar	525	525	0.25	0	2000
3C20	Lemn	Liniar	9500	320	0.20	8E-6	390
4D50	Lemn	Liniar	14000	930	0.20	4E-6	780

Nume	Textura	P_1	P_2	P_3	P_4
1Zidarie din caramida	Old Red Brick				
2Zidarie din piatra	Pebbles B				
3C20	Wood 1	Moale	$E_{0.05}$ [N/mm ²] = 6400	G_{mean} [N/mm ²] = 590	f_{mk} [N/mm ²] = 20.00
4D50	Corn	Tare	$E_{0.05}$ [N/mm ²] = 11800	G_{mean} [N/mm ²] = 880	f_{mk} [N/mm ²] = 50.00

Nume	P_5	P_6	P_7	P_8
1Zidarie din caramida				
2Zidarie din piatra				
3C20	f_{c0k} [N/mm ²] = 12.00	f_{s0k} [N/mm ²] = 0.50	f_{c0k} [N/mm ²] = 19.00	f_{c90k} [N/mm ²] = 2.30
4D50	f_{c0k} [N/mm ²] = 30.00	f_{s0k} [N/mm ²] = 0.60	f_{c0k} [N/mm ²] = 29.00	f_{c90k} [N/mm ²] = 9.70

Nume	P_9	P_{10}	P_{11}	P_{12}
1Zidarie din caramida				
2Zidarie din piatra				
3C20	f_{vk} [N/mm ²] = 2.20			
4D50	f_{vk} [N/mm ²] = 4.60			

Combinatii de incarcari personalizate in functie de ipoteze de incarcare

Nume	Tip	Greutatea prop (PERMANENT)	Zapada 1 (ZAPADA)	Zapada 2 (ZAPADA)	Vant (VANT)	SM + (SEISM)	SM - (SEISM)	Observatie
1Ci 1	SLU (a, b)	1.00	0	0	0	0	0	
2Ci 2	SLU (a, b)	1.00	1.05	0	0	0	0	
3Ci 3	SLU (a, b)	1.00	1.05	0	1.05	0	0	
4Ci 4	SLU (a, b)	1.00	0	1.05	0	0	0	
5Ci 5	SLU (a, b)	1.00	0	1.05	1.05	0	0	
6Ci 6	SLU (a, b)	1.00	0	0	1.05	0	0	
7Ci 7	SLU (a, b)	1.35	0	0	0	0	0	
8Ci 8	SLU (a, b)	1.35	1.05	0	0	0	0	
9Ci 9	SLU (a, b)	1.35	1.05	0	1.05	0	0	
10Ci 10	SLU (a, b)	1.35	0	1.05	0	0	0	
11Ci 11	SLU (a, b)	1.35	0	1.05	1.05	0	0	
12Ci 12	SLU (a, b)	1.35	0	0	1.05	0	0	
13Ci 13	SLU (a, b)	1.00	1.50	0	0	0	0	
14Ci 14	SLU (a, b)	1.00	1.50	0	1.05	0	0	
15Ci 15	SLU (a, b)	1.00	0	1.50	0	0	0	
16Ci 16	SLU (a, b)	1.00	0	1.50	1.05	0	0	
17Ci 17	SLU (a, b)	1.00	0	0	1.50	0	0	
18Ci 18	SLU (a, b)	1.00	1.05	0	1.50	0	0	
19Ci 19	SLU (a, b)	1.00	0	1.05	1.50	0	0	
20Ci 20	SLU (a, b)	1.35	1.50	0	0	0	0	
21Ci 21	SLU (a, b)	1.35	1.50	0	1.05	0	0	
22Ci 22	SLU (a, b)	1.35	0	1.50	0	0	0	
23Ci 23	SLU (a, b)	1.35	0	1.50	1.05	0	0	
24Ci 24	SLU (a, b)	1.35	0	0	1.50	0	0	
25Ci 25	SLU (a, b)	1.35	1.05	0	1.50	0	0	
26Ci 26	SLU (a, b)	1.35	0	1.05	1.50	0	0	
27Ci 27	SLU (Seismic)	1.00	0.40	0	0	1.00	0	
28Ci 28	SLU (Seismic)	1.00	0	0.40	0	1.00	0	
29Ci 29	SLU (Seismic)	1.00	0.40	0	0	0	1.00	
30Ci 30	SLU (Seismic)	1.00	0	0.40	0	0	1.00	

392

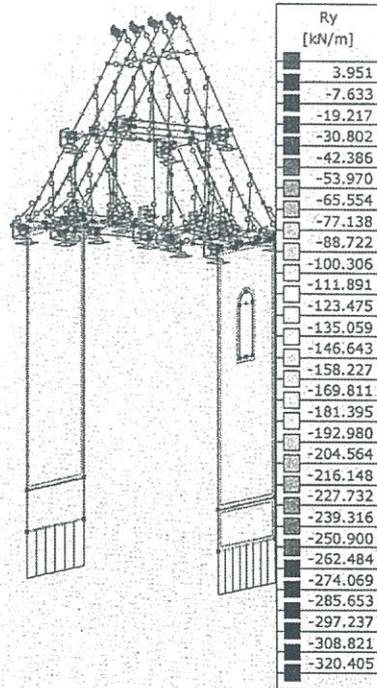
000224

CONFORM
CU ORIGINALUL

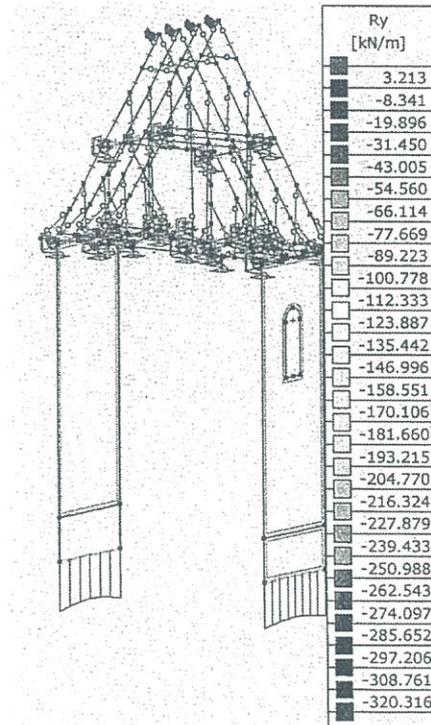
AxisVM 12.0 R3d - Utilizator legalizat LINEA SRL



CONFORM CU
ORIGINALUL



[1], Linear, Infasuratoare Min. (SLU (a, b)), Ry (Reactiuni in reazeme liniare), Diagrama



[1], Linear, Infasuratoare Min. (SLU (seismic)), Ry (Reactiuni in reazeme liniare), Diagrama

393

000225

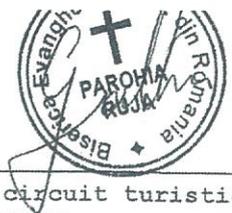
Verificarea presiunii la bazele fundației clădirii

conform NP 112-2004

Denumire proiect: **Lucr. de repar., conserv., și introducerea în circuit turistic la Ansamblul Bisericii Evanghelice Fortificate, Ruja**

Nr. expertiza: **15/16,02,2015**

Faza: **Expertiza tehnica**



Presiunea conventionala de baza:

$p_{convb} = 330 \text{ kPa}$

CONFORM CU ORIGINALUL



Situatia existenta:

Fundația: **- blocuri si lespezi angulare de gresie prinse cu mortar de var**

Latimea fundatiei: $B = 1,15 \text{ m}$

Adancimea de fundare: $D_f = 1,00 \text{ m}$

Greutate specifica: $\gamma_{teren} = 18 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Presiunea conventionala de calcul:

Coeficientul K1

Nisipuri prafoase si pamanturi coezive

Coeficientul K2

Nisipuri prafoase si pamanturi coezive cu plasticitate redusa si mijlocie

$C_B = 2,475 \text{ kPa}$ - corectii de latime

$C_D = -82,5 \text{ kPa}$ - corectii de adancime

$P_{convcalc} = p_{convb} + C_B + C_D$

$p_{convcalc} = 249,975 \text{ kPa}$

Presiunea de contact fundatie-teren

$R_{ef} = 320,405 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Tipul incarcarii: cu excentricitate dupa o singura directie
Grupa de incarcare: grupa fundamentala - GF

$p_{ef} = \frac{R_{ef}}{1,2 \cdot B}$ $p_{ef} = 232,18 \text{ kPa}$

Presiunea de contact fundatie-teren $R_{ef} = 320,316 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Tipul incarcarii: cu excentricitate dupa o singura directie
Grupa de incarcare: grupa speciala - GS

$p_{ef'} = \frac{R_{ef}}{1,4 \cdot B}$ $p_{ef'} = 198,95 \text{ kPa}$

Presiunea la baza fundației clădirii, pentru gruparea fundamentala se verifica

Presiunea la baza fundației clădirii, pentru gruparea specială se verifica

Expert tehnic,
ing. Bodor Csaba
specialist M.C.C.



Proiectant de structură,
ing. Popovici Szabolcs

000226 394

