



**Lucrări de reparații, conservare și introducerea în circuit turistic
al Ansamblului bisericicii evanghelice fortificate Vulcan, jud. Brașov**



Breviar de calcul - structură propusă

conf. HG 907/2016

- dimensionarea elementelor de construcție pentru fiecare element de construcție în par
- încărcările și ipotezele de calcul, combinațiile de calcul, metodologia de calcul, verificările și dimensionările, precum și programele de calcul utilizate.

Conf. EC, SR - EN, NP 005/2003, MP 025/2004, CRO-2012, CR1-2012, CR6-2013, P100-3-2008, P100-1-2006, P100-1-2013, NP112-2014

1. DATE DE INTRARE

$$\gamma_1 = 1,2$$

- factorul de importanță/ expunere al construcției

$$\gamma_{C22} = 6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{D30} = 7,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{zc} = 16 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\gamma_{zp} = 20 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

- greutatea/masa volumetrică
lemn de molid, stejar,
zidărie de cărămidă, piatră/mortar

2. STABILIREA ÎNCĂRCĂRILOR

$$\gamma_{perm} = 1,35$$

$$\gamma_{var} = 1,5$$

- coeficienți de încărcare

ÎNCĂRCĂRI UTILE

Categoria H (acoepriș): inaccesabile, exceptie intretine, reparatii

Categoria C: zone unde apar aglomerări umane, Categoria A: zone rezidențiale

$$G_{uH} = 0,4 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{uC} = 3 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{uAp1} = 1,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{uAsc} = 2,0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

000113

131



2.4. ÎNCĂRCAREA SEISMICĂ

$$a_g = 0,20 g_e$$

$$T_C = 0,7 s$$

- acceleratia terenului, avand interval mediu de recurenta IMR=100 ani, perioada de control $a_g = 1,96 \frac{m}{s^2}$

$$\beta_0 = 2,5$$

- ordonata maxima a spectrului elastic

$$\lambda = 1,0$$

- factor de corectie care tine seama de contributia modului propriu fundamental prin masa modală efectivă asociată acesteia
= 0,85 dacă clădirea are mai mult de 2 niveluri; = 1,00 în celelalte cazuri

$$\eta = 0,88$$

- spectrul de răspuns elastic

$$f_{vkz} = 0,1 \frac{N}{mm^2}$$

- rezistența caracteristică la forfecare al zidăriei

$$q = \text{perc} \left(1,50 \cdot \frac{\text{perc} \left(\sqrt{s_{capx}^2 + s_{capy}^2}; 90 \right)}{f_{vkz} \cdot (A_{zx} + A_{zy}) \cdot 0,90}; (100-15) \right)$$

- factorul de comportare al structurii (se limitează la 1,5)

$$q = 1,5$$

NOTĂ:

1. Pentru structurile cu un singur nivel valorile q se reduc cu 15%.
2. In cazul constructiilor cu neregularitate in elevatie q se reduce cu 20%.
3. In cazul constructiilor cu neregularitate atât in plan cat și pe verticală q se reduce cu 30%.

$$k_T = 0,045$$

- coeficient pentru structuri cu pereti de zidarie

$$T_1 = k_T \cdot H_{per}^{\frac{3}{4}} s$$

$$c = 3 - 2,5 \cdot \frac{T_1}{T_C} \quad - \text{coeficient de amplificare al deplasărilor } (1 < c < 2) \quad c = 2$$

$$v = 0,4$$

- factor de reducere in functie de clasa de importanta a clădirii
0.4 ptr. clas. I si II de importanta / 0.5 ptr. clas. III si IV de imp.

$$F_b = \gamma_1 \cdot \frac{\beta_0 \cdot a_g}{q} \cdot G_{str} \cdot \frac{1}{g_e} \cdot \lambda \cdot \eta \quad - \text{forța seismică statică echivalentă} \\ \text{într-o direcție orizontală a clădirii}$$

2.4. Evaluarea acțiunii ZĂPEZII asupra construcției în cazul când zăpada nu este împiedicată să alunece

$$s_k = 2,0 \frac{kN}{m^2}$$

- valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol, în amplasament

$$C_e = 1 \quad C_t = 1$$

- coeficientul de expunere al construcției în amplasament, coef. termic

$$\mu_{1\alpha12} = \begin{cases} \text{if } (0 \deg \leq \alpha_a) \wedge (\alpha_a \leq 30 \deg) \\ \quad 0,8 \\ \text{else} \\ \quad \text{if } (30 \deg < \alpha_a) \wedge (\alpha_a < 60 \deg) \\ \quad \frac{(0,8 \cdot (60 \deg - \alpha_a))}{30 \deg} \\ \text{else} \\ \quad 0 \end{cases}$$

Cazul (I), zăpada neaglomerată

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

$$s_{\alpha12} = \gamma_1 \cdot \mu_{1\alpha12} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

Cazul (II, III), zăpada aglomerată

$$s_{\alpha1} = \gamma_1 \cdot 0,5 \cdot \mu_{1\alpha12} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s_{\alpha2} = \gamma_1 \cdot \mu_{1\alpha12} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

000114

132



2.5. Evaluarea acțiunii VÂNTULUI asupra construcției în cazul acoperisurilor cu două pante

d_{cl} b_{cl}

- lungime, lățime clădire, înălțime acoperiș

$$e = \min \left(\left[d_{cl} 2 \cdot \left(H_{per} m + z_{acop} \right) \right] \right)$$

$z_0 = 0,3 \text{ m}$ $z_{min} = 5 \text{ m}$ - lungimea de rugozitate pentru categoria de teren: III

$q_b = 0,4 \text{ kPa}$ - valoarea de referință al presiunii dinamice a vântului având IMR=50ani, iar altitudinea sub 1000m

$$v_b = \sqrt{\frac{q_b \cdot 1000}{0,625 \text{ kPa}}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- valoarea de referință a vitezei vântului

$$v_b = 25,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$k_{rz0} = 0,189 \cdot \left(\left(\frac{z_0}{\frac{m}{0,05}} \right)^0,07 \right)$$

- valoarea de referință a vitezei vântului

$$k_{rz0} = 0,21$$

$c_{rz} = k_{rz0} \cdot \ln \left(\frac{H_{per} m + z_{acop}}{z_0} \right)$ - factorul de rugozitate

$$q_{mz} = c_{rz}^2 \cdot q_b$$

- presiunea medie a vântului la înălțimea

$$\beta_0 = 4,5 - 0,856 \cdot \ln \left(\frac{z_0}{\text{m}} \right)$$

$$\beta_0 = 5,5306$$

$$\begin{aligned} \beta &= \text{if } \beta_0 < 4,5 \\ &\quad \text{else if } \beta_0 > 7,5 \\ &\quad \quad \quad \beta = 5,53 \\ &\quad \text{else } \beta_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{vz} &= \text{if } (z_{min} < H_{per} m + z_{acop}) \wedge (H_{per} m + z_{acop} \leq 200 \text{ m}) \\ &\quad \quad \quad \frac{\sqrt{\beta}}{2,5 \cdot \ln \left(\frac{H_{per} m + z_{acop}}{z_0} \right)} \\ &\quad \text{else } z_{min} \end{aligned}$$

- intensitatea turbulentei la înălțimea z

$c_{pqz} = 1 + 7 \cdot I_{vz}$ - factorul de rafala
pentru presiunea dinamică medie la înălțimea z

$q_{pz} = c_{pqz} \cdot q_{mz}$ - valoarea de vârf
a presiunii dinamice a vântului la înălțimea z

$$w_{pe_F} = Y_1 \cdot 0,7 \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_I} = Y_1 \cdot 0,15 \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_G} = Y_1 \cdot 0,7 \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_J} = Y_1 \cdot 0,25 \cdot q_{pz}$$

$$w_{pe_H} = Y_1 \cdot 0,5 \cdot q_{pz}$$

3. PROPRIETĂȚI MATERIALE

3.1. LEMN $f_{mkC22} = 22 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ $f_{mkD30} = 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ - rezistența caracteristica la încovoiere statică



3.2. ZIDĂRIE DE CĂRĂMIDĂ

$$f_{mc} = 5 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{mm} = 2,5 \frac{N}{mm^2}$$

$$v = 0,25 \quad K = 0,8 \cdot 0,45 \quad k_c = 0,55 \quad Y_M = 2,0 \quad \alpha_z = 750$$

$$f_{bc} = \frac{f_{mc}}{k_c}$$

$$f_{bc} = 9,1 \frac{N}{mm^2}$$

- rezistență medie la compresiune a blocului, a mortarului (M2,5)

- coeficiente

- rezistență standardizată la compresiune al blocului

Rezistență caracteristică (k) / medie (d) la compresiune al zidăriei

$$f_{kzc} = K \cdot (f_{bc})^{0,7} \cdot f_{mm}^{0,3} \quad f_{kzc} = 2,22 \frac{N}{mm^2} \quad f_{dzc} = f_{kzc} \cdot Y_M \quad f_{dzc} = 4,44 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistență caracteristică (k) / medie (d) la forfecare al zidăriei

$$f_{vkzc} = 0,1 \frac{N}{mm^2} \quad f_{vkzc} = 0,1 \frac{N}{mm^2} \quad f_{vdzc} = (0,5 \cdot f_{vkzc} + 0,4 \cdot \sigma_0) \cdot Y_M$$

Rezistență caracteristică (k) / medie (d) la întindere din încovoiere al zidăriei
Tipul ruperii: în rost orizontal (1), în rosturi tesute (2)

$$f_{xk1} = 0,2 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xk1} = 0,2 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xd1} = f_{xk1} \cdot Y_M \quad f_{xd1} = 0,4 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{xk2} = 0,4 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xk2} = 0,4 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xd2} = f_{xk2} \cdot Y_M \quad f_{xd2} = 0,8 \frac{N}{mm^2}$$

Modulul de elasticitate longitudinala

$$E_z = \alpha_z \cdot f_{dzc}$$

$$E_z = 3333 \frac{N}{mm^2}$$

3.3. ZIDĂRIE DE PIATRĂ

$$f_{mp} = 50 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{mm} = 2,5 \frac{N}{mm^2}$$

- rezistență medie la compresiune a blocului, a mortarului (M2,5)

$$f_{bp} = \frac{f_{mp}}{k_c} \quad f_{bp} = 90,9 \frac{N}{mm^2}$$

- rezistență standardizată la compresiune al blocului

Rezistență caracteristică (k) / medie (d) la compresiune al zidăriei

$$f_{kzp} = K \cdot (f_{bp})^{0,7} \cdot f_{mm}^{0,3} \quad f_{kzp} = 11,14 \frac{N}{mm^2} \quad f_{dzp} = f_{kzp} \cdot Y_M \quad f_{dzp} = 22,27 \frac{N}{mm^2}$$

Rezistență caracteristică (k) / medie (d) la forfecare al zidăriei

$$f_{vkzp} = 0,1 \frac{N}{mm^2} \quad f_{vkzp} = 0,1 \frac{N}{mm^2} \quad f_{vdzp} = (0,5 \cdot f_{vkzp} + 0,4 \cdot \sigma_0) \cdot Y_M$$

Rezistență caracteristică (k) / medie (d) la întindere din încovoiere al zidăriei
Tipul ruperii: în rost orizontal (1), în rosturi tesute (2)

$$f_{xk1} = 0,2 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xk1} = 0,2 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xd1} = f_{xk1} \cdot Y_M$$

$$f_{xd1} = 0,4 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{xk2} = 0,4 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xk2} = 0,4 \frac{N}{mm^2} \quad f_{xd2} = f_{xk2} \cdot Y_M$$

$$f_{xd2} = 0,8 \frac{N}{mm^2}$$

Modulul de elasticitate longitudinala

$$E_z = \alpha_z \cdot f_{dzp}$$

$$E_z = 16703 \frac{N}{mm^2}$$

134



5. Stabilirea clasei de risc prin gradul de asigurare structurală seismă

$$\gamma_{rd1} = 10\% \quad \gamma_{rd2} = 10\%$$

- coeficienți de reducere pt avari, nr. probe

Notă:

- pentru zidăriile cu avari importante valoarea τ_k se reduce cu 25÷30% iar în cazul avariilor grave cu 50÷60%.
- în cazul în care nr. probelor încercate este redus valoare τ_k se reduce cu 10÷25%

$$f_{vkz,red} = (100\% - \gamma_{rd1}) \cdot (100\% - \gamma_{rd2}) \cdot f_{vkzp}$$

- rezistența caracteristică redusă la forfecare al zidăriei

$$f_{vkz,red} = 0,08 \frac{N}{mm^2}$$

$$R_3 = 100 \cdot \frac{\min \left(\text{augment} (A_{zx}; A_{zy}) \right) \cdot f_{vkz,red} \cdot \sqrt{1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_0}{f_{vkz,red}}} }{F_b}$$

- gradul de asigurare structurală seismică, reprezintă raportul între capacitatea și cerința structurală seismică

Tabelul 8.3. Valorile R_3 asociate claselor de risc seismic

| Clasa de risc seismic | | | |
|-----------------------|-------|-------|--------|
| I | II | III | IV |
| Valori R_3 (%) | | | |
| <35 | 36-65 | 66-90 | 91-100 |

Încadrare construcției

Clasa Rs I, din care fac parte construcțiile cu risc ridicat de prăbușire la cutremurul de proiectare corespunzător stării limită ultime.

Clasa Rs II, în care se încadrează construcțiile care sub efectul cutremurului de proiectare poate suferi degradări structurale majore, dar la care pierderea stabilității este puțin probabilă.

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

4. DIMENSIONAREA STRUCTURII PORTANTE ISTORICE DIN LEMN

4.1. Șipci

$P_{4,1}$ = "Se va utiliza șipci cu secțiune de 5x3,5cm/17cm la invelitoare!"

4.2. Șarpanta

$P_{4,2}$ = "Se va reabilita șarpantele."

4.3. Planșee

$P_{4,3}$ = "Se va reabilita planșele din lemn și zidărie."

5. Verificare perete portante din zidărie

5.1. Verificare zidăriei la forță tăietoare

$$f_{m,ef} = \frac{3 \cdot v_{ef,max}}{2 \cdot B_{zid}}$$

000117

135



5.2. Verificare zidariei la intindere din încovoiere

$$W_{zid} = \frac{1 \text{ m} \cdot B_{zid}^2}{6}$$

$$f_{x,ef} = \left(\frac{n_{xy} \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ m} \cdot B_{zid}} + \frac{m_{yx} \cdot 1 \text{ m}}{W_{zid}} \right)$$

P_5 = "Se vor reabilita buiandrugile, arcele."

6. Verificare deplasării laterală a structurii

$$d_{adm} = \frac{0,025 \cdot h_n}{c \cdot q}$$

P_6 = "Se va reabilita zidaria pereților portante."

7. VERIFICAREA PRESIUNII LA BAZA FUNDATIEI

conform NP 112-2014, AxisVM

(1)

$p_{convbs} = 200 \text{ kPa}$ - presiunea convențională de baza

pentru fundații, având latimea talpii $B=1.00 \text{ m}$
și adâncimea de fundare fata de nivelul terenului sistematizat $D_f=2.00 \text{ m}$

B_f

- lățimea fundației

D_f

- adâncimea de fundare

Corectia de latime pentru B:

$K_1 = 0,1$ - corectia de latime pentru $B \leq 5 \text{ m}$

$C_B = p_{convbs} \cdot K_1 \cdot \left(\frac{B_f}{\text{m}} - 1 \right)$ - coeficient pentru pamanturi coeziive

$C_D = \text{if } D_f < 2 \text{ m}$ - corectie de adâncime

$$p_{convbs} \cdot \frac{\left(\frac{D_f}{\text{m}} - 2 \right)}{4}$$

else

$$19,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot (D_f - 2 \text{ m})$$

$p_{conv} = p_{convbs} + C_B + C_D$ - presiunea convențională corectată

4.5.1. Tipul incarcării: cu excentricitate după abele directii
Grupa de incarcare: grupa fundamentală - GF

$$p_{ef_GF} = \frac{R_{efGF}}{1,2 \cdot B_f}$$

- presiunea de contact fundație-teren
(valoare medie cf. model 3D, AxisVm)

4.5.2. Tipul incarcării: cu excentricitate după ambele directii
Grupa de incarcare: grupa specială - GS

$$p_{ef_GS} = \frac{R_{efGS}}{1,2 \cdot B_f}$$

- presiunea de contact fundație-teren
(valoare medie cf. model 3D, AxisVm)

P_7 = "Se vor reabilita suprafețele decoperțate al fundațiilor."

000118 136



Sinteză structurilor portante propuse

Lucrări de reparații, conservare și introducerea în circuit turistic al Ansamblului bisericicii evanghelice fortificate Vulcan, jud. Brașov

Încadrarea construcției $a_g = 0,2 g_e$

acceleratia terenului

$T_c = 0,7 s$

perioada de control

$\gamma_1 = 1,2$

factor de importanță

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

valoarea caracteristică
a încărcării din zăpadă

$q_b = 0,4 \frac{kN}{m^2}$

valoarea de referință
al presiunii dinamice
a vântului

R_3

gradul de asigurare
la acțiunea seismică

Categoria de importanță B

Clasa de importanță II

Clasa de risc sesimic III

LUCRĂRI PROPUSE:

La intervenția asupra unei structuri istorice pe lângă exigentele de baza formulată 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 opera, într-un cuvânt a mesajului istoric înglobat în acestea.

$P_{4,1}$ = "Se va utiliza șipci cu secțiune de 5x3,5cm/17cm la învelitoare!"

$P_{4,2}$ = "Se va reabilita șarpantele."

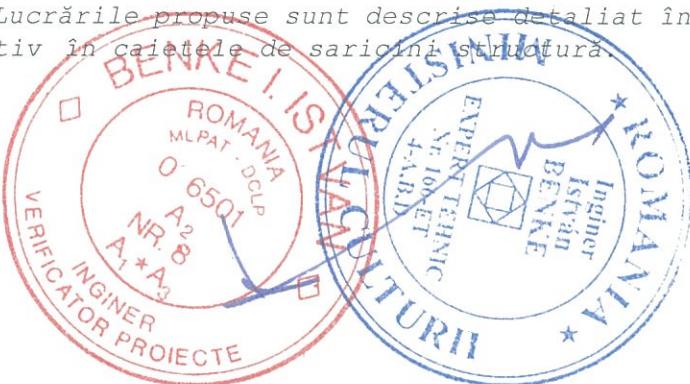
$P_{4,3}$ = "Se va reabilita planșeele din lemn și zidărie."

P_5 = "Se vor reabilita buiandrugile, arcele."

P_6 = "Se va reabilita zidaria pereților portante."

P_7 = "Se vor reabilita suprafetele decoperțate al fundațiilor."

NOTĂ: Lucrările propuse sunt descrise detaliat în Memoriul tehnic de rezistență, respectiv în caietele de sarcini structură.



Întocmit,
ing. Ferenczi Z. Sámuel
specialist M.C.I.N.



000119

137