



**S.C. MTRUST S.R.L.**

Sibiu, Str. Moldoveanu Nr. 1, ROMÂNIA  
O.R.C. J32/455/2007 ; CUI: 21316074  
tel. 0740/456085 ; e-mail: [mtrust2008@yahoo.com](mailto:mtrust2008@yahoo.com)

Verificator Af : ing Bărbărie I. Gheorghe



**STUDIU GEOTEHNIC**  
**Restaurarea Ansamblului Bisericii**  
**Evangelice Fortificate, Agnita**

Noiembrie 2016

S.C. MTRUST S.R.L. SIBIU



**FISA PROIECTULUI**

**LUCRAREA: STUDIU GEOTEHNIC pentru Restaurarea Ansamblului  
Bisericii Evanghelice Fortificate Agnita, județul Sibiu.**

**BENEFICIAR: Parohia Evanghelică C.A. Agnita**

**PROIECTANT DE SPECIALITATE: S.C. MTRUST S.R.L.  
FAZA DE PROIECTARE: D.A.L.I**



**LISTA DE SEMNATURI**

**ŞEF PROIECT: ing. Radu Berghea**

**PROIECTANT: ing. Radu Berghea**

Two handwritten signatures in blue ink, one above the other, positioned to the right of the project manager and designer names.





## Capitolul I. Scopul si linia de cercetare adoptată.

În vederea restaurării **Ansamblului Bisericii Evanghelice Fortificate** din Agnita, județul Sibiu, **Parohia Evanghelică C.A. Agnita** și-a propus executarea lucrărilor de reparații necesare, avînd la bază o expertiză tehnică atît la structura de rezistență cît și la partea de fundații care trebuie să asigure stabilitatea și siguranța în exploatare a construcției.

În acest scop, Parohia Evanghelică C.A. Agnita a solicitat proiectantului de specialitate **S.C. Mtrust SRL S.R.L.** efectuarea verificării infrastructurii și cercetarea terenului de fundare din cuprinsul zonei de influență a clădirii, pe baza cărora se va stabili portanta terenului aflat la contactul cu talpa fundației, urmînd să se efectueze și un calcul al tasărilor în funcție de care se poate evalua conlucrarea construcției cu terenul pentru perioada de exploatare viitoare.

Pentru determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului care vor servi la calculul portantei și compresibilității, precum și în scopul verificării fundației existente, în cadrul programului de investigație geotehnică s-a recurs la foraje și la sondaje deschise.

Astfel, cercetarea terenului pe acest amplasament s-a realizat printr-un foraj cu carotaj continuu care permite urmărirea permanentă și continuă a structurii litologice oferind totodată posibilitatea prelevării probelor din orice punct al intervalului forat, iar pentru identificarea elementelor geometrice ale infrastructurii celor patru turnuri s-a recurs la patru sondaje deschise amplasate la contactul cu fundația.

În ceea ce privește adîncimea forajului, lucrarea respectivă trebuia să corespundă zonei de influență în cuprinsul căreia se calculează deformațiile verticale probabile.

Studiul geotehnic ca sinteză a cercetării terenului analizează și detaliază particularitățile amplasamentului prin prisma următoarelor aspecte:

- stratificația terenului de fundare;
- regimul hidrogeologic al amplasamentului;
- caracteristicile fizico-mecanice ale terenului;
- condițiile de fundare ale clădirii;
- portanta la nivelul tălpii fundației;
- estimarea deformațiilor absolute probabile;
- aprecieri asupra stabilității de ansamblu a amplasamentului și implicit a construcțiilor.

Lucrările de investigație în teren, analizele de laborator și metodologiile de calcul adoptate s-au efectuat în conformitate cu standardele și normativele în vigoare, dintre care menționăm:





- SR EN 1997-1/2006 EUROCOD 7: Proiectarea geotehnică - Partea 1. Reguli generale.
  - SR EN 1997-2/2008 EUROCOD 7: Proiectarea geotehnică - Partea 2. Investigarea terenului și încercări.
  - SR EN ISO 14688-1/2004 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor - Partea 1. Identificare și descriere.
  - SR EN ISO 14688-2/2004 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor - Partea 2. Principii pentru identificare.
  - STAS 1242/4-85 Cercetări prin foraje executate în pământuri.
  - STAS 3198 - 71 Cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării dinamice.
  - STAS 3300/2-85 Calculul terenului de fundare în cazul fundării directe.
  - NP 112-04 Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă.
- Elaborarea studiului respectă prevederile „Normativului privind întocmirea și verificarea documentațiilor geotehnice pentru construcții” indicativ NP 074/2007.

## **Capitolul II. Descrierea amplasamentului.**

Orașul Agnita este situat în partea estică a județului Sibiu, care la rândul său ocupă o poziție centrală în cadrul teritoriului României. Accesul în oraș se realizează dinspre Sibiu și Mediaș pe drumul județean DJ 14, iar de la Făgăraș pe drumul județean DJ 105.

Ca unitate geografică, orașul Agnita aparține extremității sudice a Podișului Transilvaniei la limita cu un alt podiș - cel al Hârtibaciului - având ca limită sudică Valea Oltului din apropierea bordurii nordice a masivului Munților Făgăraș.

Regiunea se caracterizează printr-un relief colinar având culmi ce ating cote absolute maxime de 550 m, despărțite de văi în general largi.

Vatra orașului se situează la cota medie de 442 m și este secționată de Valea Hârtibaciului de la est spre vest, a cărei albie este adâncită cu cea. 4 față de terenul înconjurător.

Dinspre albia râului terenul urcă treptat pe ambele maluri, ajungând la limita intravilanului la cote de 540 m.

Sub aspect geologic teritoriul studiat în care s-a efectuat investigația geotehnică, este alcătuit din depozitele sedimentare aparținând Panonianului (Pliocen neorizontat) cu grosime foarte mare, alcătuit la partea superioară din nisipuri micacee și gresii cu intercalații lentiliforme de mame.

Cetatea veche a Agnitei medievale este localizată în partea sudică a orașului, langa râul Hârtibaci pe malul stîng al acestuia, într-o zonă mai ridicată, având cota medie de 446 m.

Orașul Agnita face parte din zona cu adâncimi maxime de îngheț de 90-100 cm în conformitate cu STAS 6054-85, iar potențialul seismic al regiunii corespunde



macrozonei care se caracterizează printr-o valoare de vîrf a accelerației terenului  $a_g$  0,20 pentru un interval mediu de recurență  $IMR = 225$  ani și 20 % posibilitate de depășire în 50 de ani, iar perioada de control a spectrului de răspuns este  $T_c = 0,7$  secunde potrivit normativului P 100-1-2013.

### Capitolul III. Lucrări geotehnice executate.

Așa cum am menționat în prima parte a studiului, cercetarea geotehnică a clădirii și terenului pe amplasamentul Bisericii Evanghelice din Agnita, a constat dintr-un foraj de medie adîncime și patru sondaje deschise, localizarea acestor lucrări fiind cea prezentată în planșa 1. Forajul a urmărit evidențierea structurii litologice a terenului în vederea evaluării portantei la cota de fundare și a deformațiilor verticale sub încărcările transmise de clădiri, iar sondajele deschise au oferit toate informațiile referitoare la condițiile de fundare ale construcțiilor.

Sondajele deschise s-au realizat prin săpătură mecanizată, iar la realizarea forajului s-a utilizat o foreză rotativă cu sistem de avansare uscat pentru a nu se modifica parametrii de stare fizică ai terenului, cu diametrul dispozitivului de dislocare a materialului de 2". Forajul a evidențiat următoarea stratificație:

#### Forajul 1

0,00 - 0,30 m sol vegetal negru;

0,30 - 3,70 m argilă prăfoasă neagră, plastic moale;

3,70 - 6,00 m complex nisipos de culoare cafenie, mediu îndesat.

S-a interceptat apa subterană la - 2,30 m adîncime.

Probele geotehnice prelevate din fiecare strat au servit la efectuarea în laborator a analizelor și determinărilor în vederea obținerii parametrilor fizico-mecanici necesari caracterizării terenului de fundare.

Pentru cele două tipuri litologice principale din cuprinsul zonei de influență a construcției care interesează din punct de vedere al portantei și compresibilității terenului de fundare, parametrii mecanici și caracteristicile fizice au următoarele valori de calcul:

Argila prăfoasă neagră, moale (intervalul 0,30 - 3,70 m) ~

umiditatea naturală  $w = 27,6$  % ~ greutatea volumică  $\gamma =$

18,4 kN/m ~ unghiul de frecare internă  $\varphi = 14^\circ$  ~

coeziunea  $c = 18$  kPa

~ coeficientul de frecare pe talpa fundației  $u_s = 0,20$  ~

coeficientul de deformație laterală  $\nu = 0,35$  ~ modulul de

deformație liniară  $E = 9.000$  kPa ~ presiunea convențională de

bază  $P_{conv} = 180$  kPa Complex nisipos mediu îndesat (3,70 -

6,00 m) ~ umiditatea naturală  $w = 17,8$  % ~ greutatea volumică





$y = 18,6 \text{ kN/m}$  ~ unghiul de frecare internă ( $p = 29^\circ$  ~  
coeziunea  $c = 0 \text{ kPa}$

~ coeficientul de frecare pe talpa fundației  $\bar{\nu} = 0,40$

~ coeficientul de deformație laterală  $\nu = 0,30$  ~ modulul de  
deformație liniară  $E = 15.600 \text{ kPa}$  ~ presiunea  
convențională de bază  $P_{\text{conv}} = 280 \text{ kPa}$ .

La cele 4 turnuri s-au executat 4 sondaje deschise, iar în urma observațiilor  
directe și a măsurătorilor efectuate au rezultat următoarele:

### Sondajul 1

~ fundația este continuă fiind realizată din blocuri de gresie (nisip cimentat) în  
amestec cu tuf în stare foarte degradată datorită umezelii, cu un mortar slab, care a  
dus la dislocarea unor elemente din fundație în timpul efectuării săpăturii;

~ adâncimea de încastrare este 2,0 m față de cota terenului natural;

~ lățimea tălpii fundației este de 1,15 m și a fost stabilită prin măsurarea directă  
a zidului, în golul unei ferestre;

~ talpa fundației se află pe argilă cafenie-negricioasă cu nisip;

~ la săpătură, la - 1,80 m a apărut apa.

### Sondajul 2

~ fundația este continuă fiind realizată din blocuri de gresie (nisip cimentat) în  
amestec cu tuf în stare foarte degradată datorită umezelii, cu un mortar slab, care a  
dus la dislocarea unor elemente din fundație în timpul efectuării săpăturii;

~ adâncimea de încastrare este 1,90 m față de cota terenului natural;

~ lățimea tălpii fundației este de 0,90 m și a fost stabilită prin măsurarea directă  
a zidului, în golul unei ferestre;

~ talpa fundației se află pe argilă neagră umedă;

~ la - 2,40 m a apărut apa.

### Sondajul 3

~ fundația este continuă fiind realizată din blocuri de gresie (nisip cimentat) în  
amestec cu tuf în stare foarte degradată datorită umezelii, cu un mortar slab, care a  
dus la dislocarea unor elemente din fundație în timpul efectuării săpăturii;

~ adâncimea de încastrare este 2,20 m față de cota terenului natural;

~ lățimea tălpii fundației este de 1,20 m și a fost stabilită prin măsurarea directă  
a zidului, în golul unei ferestre;

~ talpa fundației se află pe argilă cafenie-gălbui.



#### Sondajul 4

~ fundația este continuă fiind realizată din blocuri de gresie (nisip cimentat) în amestec cu tuf în stare foarte degradată datorită umezelii, cu un mortar slab, care a dus la dislocarea unor elemente din fundație în timpul efectuării săpăturii;

~ adâncimea de încastrare este 1,90 m față de cota terenului natural;

~ lățimea tălpii fundației este de 1,15 - 1,20 m și a fost stabilită prin măsurarea directă a zidului, în golul unei ferestre;

~ talpa fundației se află pe un strat de umplutură alcătuită din argilă neagră, nisip, piatră, cărămidă și apă;

~ la săpătură, la - 1,70 m a apărut apa.

#### Capitolul IV. Elemente de proiectare.

Clădirea Bisericii Evanghelice și cele patru turnuri din Agnita, urmează să fie consolidate, restaurate și modernizate de către Parohia Evanghelică C.A. Agnita.

Suprafața construită, sistematizarea verticală și destinația sa, încadrează clădirea în categoria construcțiilor medii din clasa „C” de importanță potrivit HG 261/94 actualizată sub nr. 766/97.

În conformitate cu prevederile „Normativului privind documentațiile geotehnice pentru construcții” indicativ NP 074/2007, acest studiu se încadrează în Categoria geotehnică 2 (risc geotehnic moderat) cu un punctaj total de 12 puncte ca urmare a faptului că terenul de fundare este mediu (3 puncte), excavația coboară sub nivelul apei subterane și în consecință vor fi necesare epuizamente normale (2 puncte), pot apărea riscuri majore de degradare a unor structuri și rețele învecinate (4 puncte), iar obiectul proiectat face parte din categoria construcțiilor normale (3 puncte).

Zidurile construcțiilor prezintă deteriorări pe alocuri fiind necesară expertizarea structurii de rezistență prin care să se decidă dacă acestea prezintă sau nu siguranță pentru exploatare în continuare.

Examinând stratificația terenului în punctul corespunzător forajului F1 reiese că stratul de fundare la turnuri îl constituie argila prăfoasă neagră, plastic moale, interceptată pe intervalul de adâncime cuprins între 0,30 și 3,70 m.

Anumite caracteristici fizice ale acestui strat în care se fundează cum sînt indicele de plasticitate, cifra porilor și indicele de consistență dar mai ales rezistența la penetrare dinamică indică o presiune convențională de bază avînd valoarea  $P_{conv} = 180$  kPa care corespunde unei fundații realizate în condiții standard:  $B = 1,0$  m și  $D_f = 2,0$  m. Pentru oricare alte dimensiuni ale lățimii fundației și altă adâncime de încastrare se impune aplicarea corecțiilor conform metodologiei de calcul prescrisă de STAS 3300/2-85 punctul B.2.





În conformitate cu noile reglementări prevăzute de EUROCOD-7 preluate și de activitatea geotehnică din România rezistența la încărcare a terenului de fundare este obligatoriu să se determine la starea limită de capacitate portantă fiind exprimată ca presiune critică stabilită potrivit metodologiei de calcul prescrisă de STAS 3300/2-85 punctul 4.2.

La turnul 2, în sondaj s-a constatat că de la 0 - 1,1 m era material de umplutură, iar de la 1,1 - 1,9 m argilă neagră moale. Considerând lățimea tălpii fundației  $B = 0,90$  m și utilizând coeficienții care intervin în relația de calcul determinați de valoarea unghiului de frecare internă ( $\varphi = 14^\circ$ ) și de dimensiunile în plan ale fundației se obține o portantă a cărei valoare este:

$$N_y = 0,6 \quad l_y = 1,0$$

$$N_q = 3,6 \quad \hat{\alpha}_q = 1,0$$

$$N_c = 10,5 \quad \hat{\alpha}_c = 1,0$$

$$p_{cr} = y \cdot ET \cdot N_y \cdot X_y + q \cdot N_q \cdot X_q + c \cdot N_c \cdot X_c \quad (\text{kPa}) \quad p_{cr} = 9,936 + 125,46 + 189 = 324,396 \text{ kPa}$$

Precizăm că datorită vechimii construcției, tasările sub încărcările actuale transmise terenului de fundații s-au consumat în timp aproape în totalitate și deoarece nu se vor aduce modificări majore clădirilor, nu vor apare deformații suplimentare care să afecteze stabilitatea și exploatarea în condiții optime a construcțiilor.

Forajul s-a efectuat în curtea bisericii, la ceva distanță față de turnuri. Datorită vechimii mari a construcțiilor, se poate aprecia că terenul de sub fundații este consolidat, porozitatea s-a redus foarte mult, nu mai există apă în pori și astfel terenul are o rezistență mult mai mare decât cea prezentată la probele prelevate din foraj.

Datorită apei subterane care se află la suprafață fiind în contact direct cu fundațiile clădirilor, blocurile de piatră (din gresii și tufuri) de la fundații sînt foarte umede și fragile. Pentru menținerea terenului de fundare la parametrii de rezistență cît mai buni, este necesară captarea apei subterane printr-un sistem de drenaj executat în partea amonte a incintei, în vederea prevenirii infiltrațiilor la contactul cu fundațiile.

În cazul executării unor săpături în apropierea clădirilor, menționăm că în conformitate cu Indicatorul de norme de deviz pentru lucrări de terasamente indicativ TS/1-93, după caracteristicile coezive și comportarea la săpat terenul se încadrează în categoria „foarte tare” pentru săpătura manuală, respectiv clasa II în cazul excavației mecanizate.



întocmit,  
Ing.geol. Radu Berghea



30

# STUDIU GEOTEHNIC

## Restaurarea Ansamblului Bisericii Evanghelice Fortificate, Agnita



### FIȘA FORAJULUI nr.1

Localizare : conform plan

Cota absolută:

Adâncimea față de CTN (m)	Cota absolută (m)	Grosimea stratului (m)	Cota apei subterane (m)	Stratificația	Descrierea terenului	Observații
-0,30		0,30			sol vegetal negru	
			- 2,30 		argilă prăfoasă neagră, plastic moale	
-3,70		3,40			complex nisipos de culoare cafenie, mediu îndesat	
-6,00		2,30				



