



S.C. TERRASOND S.R.L.
TIMISOARA
Str. Miresei nr. 3
300642 Timișoara, jud. Timiș
ORC J35/776/22.05.2002 C.U.I. Nr. R-14649165
www.terrasond.ro office@terrasond.ro

Banca: BCR – Sucursala Timișoara
COD IBAN: RO31RNCB0249049268920001 / ROL
RO04RNCB0249049268920002 / USD
RO74RNCB0249049268920003 / EURO
Telef. +40-744-644253 Telef. +40-356-801407
Fax: +40-356-801408

STUDIU GEOTEHNIC

privind STABILIREA CONDIȚIILOR GEOLOGICO-TEHNICE ȘI GEOTEHNICE DIN ZONA
AMPLASAMENTULUI „VORNICENI MARI” JUDEȚUL SUCEAVA

1. INTRODUCERE

Prezentul Studiu Geotehnic a fost întocmit de către S.C. TERRASOND S.R.L. Timișoara în baza contractului de execuție nr. 276 – IG / 15.10.2008 încheiat între S.C. TERRASOND S.R.L. Timișoara și C&E CONSULTING UND ENGINEERING GmbH BUCUREȘTI.

Elementele principale analizate și evidențiate în prezentul STUDIU GEOTEHNIC se referă la următoarele aspecte:

- încadrarea amplasamentului investigat din punct de vedere geologic-tehnic și geotehnic, geomorfologic, topografic, seismic și climatic;
- recunoașterea și definirea terenului de fundare prin evidențierea naturii terenului, a unor caracteristici fizico-mecanice, obținute din prelucrarea datelor preliminare, obținute din foraje geotehnice efectuate în puncte prestabilite (anexa 1);
- definirea naturii și regimului apelor subterane;
- evaluarea capacității portante a terenului de fundare și recomandarea unor soluții tehnice de fundare a obiectivelor prevăzute a fi construite în zona amplasamentului investigat;
- încadrarea rocilor din punct de vedere al rezistenței la săpare, cât și metoda de excavație posibil de aplicat.

În scopul elucidării și clarificării aspectelor anterior menționate, corespunzătoare fazei de proiectare, în care ne găsim, și în baza programului de investigare cerut de beneficiar prin tema pusă la dispoziție, cât și a posibilităților reale de realizare a acestui program, au fost executate următoarele lucrări de investigare geotehnică de teren:

- 4 (patru) foraje geotehnice Φ 178mm tubate, cu prelevare litologică continuă, efectuate până la o adâncime de 20,00 m;
- prelevări de probe tulburate și netulburate din cadrul forajelor efectuate;
- prelevări de probe de apă subterană din foraje.

Conform tematicii generale transmisă de beneficiar și ținând seama de natura și tipul coloanei litologice evidențiate în fișa forajelor geotehnice (anexa 2) au fost efectuate investigații de laborator pentru determinarea următoarelor caracteristici geotehnice:



S.C. TERRASOND S.R.L.
TIMISOARA
Str. Miresei nr. 3
300642 Timișoara, jud. Timiș
ORC J35/776/22.05.2002 C.U.I. Nr. R-14649165
www.terrasond.ro office@terrasond.ro

Banca: BCR – Sucursala Timișoara
COD IBAN: RO31RNCB0249049268920001 / ROL
RO04RNCB0249049268920002 / USD
RO74RNCB0249049268920003 / EURO
Telef. +40-744-644253 Telef. +40-356-801407
Fax: +40-356-801408

- granulozitatea pământurilor;
- gradul de neuniformitate;
- caracteristici mecanice: (M_{2-3} , Φ , c)
- caracteristici fizice: (w , γ , γ_d , n , e , Sr)
- coeficient de permeabilitate: k .

2. DATE GENERALE ASUPRA ZONEI ÎN CARE SE GĂSEȘTE AMPLASAMENTUL INVESTIGAT

2.1 Geomorfologia zonei

Din punct de vedere geomorfologic zona în discuție, este situată în zona colinară, care coboară din spre culmile domoale ale dealurilor subcarpatice.

Amplasamentul este situat în partea vestică a municipiului Suceava, într-o regiune colinară joasă a cărei înălțimi se situează între 190 m și 210 m.

2.2 Condițiile geologice din zonă

Geologic, zona în care se află amplasamentul relevă prin structura sa o agitată scurgere a perioadelor geologice, din Cretacic până la depozitele Paleogene și Miocene.

Depozitele de bază sunt în general constituite din orizonturi stratificate de roci sedimentare cimentate de natură argiloase și nisipoase cu incluziuni silicioase și calcaroase.

Formațiunile din suprafață, caracteristice cuaternarului, sunt definite de orizonturi stratificate sub formă de depozite aluvionare în grosimi variabile de până la 20 m ... 25 m, cantonate pe orizonturi de de argile-marnoase, marne, marne calcaroase etc.

O astfel de structură geologică caracterizează zona în care este amplasamentul ce a făcut obiectul investigațiilor geotehnice de teren.

2.3 Condițiile hidrologice din zonă

Condițiile hidrologice din zonă corespund situației de FAVORABIL spre MEDIOCRU, întrucât nivelul apelor subterane se situează la un interval de adâncimi mari de la suprafața terenului.

2.4 Clima și regimul pluviometric

Factorii climatici determină un climat cu veri scurte și răcoroase, toamne lungi și ierni blajine, fără vânturi puternice.

Clima este puternic influențată de prezența dealurilor din jur, care împiedică parțial pătrunderea curenților reci dinspre nord-est.

În zonă s-au înregistrat următoarele temperaturi caracteristice:

- temperatura medie anuală 8,4° C



- temperatura medie a lunii iulie 18,5° C
- temperatura medie a lunii ianuarie -3,3° C
- temperatura minimă absolută -32° C
- temperatura maximă absolută +38,6° C.

Din punct de vedere pluviometric, în zonă, media pluvianuală a precipitațiilor este de 600 mm. În anii cu precipitații bogate media pluvianuală ajunge până la 1000 mm.

STASUL 1709 / 1 – 90 (fig. 2) situează amplasamentul în discuție în zona de tip climatic II, cu valoarea indicelui de umiditate $I_m = 0 \dots 20$.

Valoarea maximă a indicelui de îngheț este $I_{\max}^{30} = 700$, valoarea medie pentru cele mai aspre trei ierni fiind $I_{\text{med}}^{3/30} = 650$, iar pentru cele mai aspre cinci ierni, dintr-o perioadă de 30 ani, $I_{\max}^{5/30} = 650$, conform STAS 1709 / 1 – 90, prin hărțile prezentate în fig 3....5.

2.5 Regimul eolian

Regimul eolian indică o frecvență mai mare a vânturilor din sectorul nord-vestic cu viteze medii ale acestora de 3 ... 3,5 m / s, vânturi predominante din sectorul nordic.

2.6 Adâncimea de îngheț

Adâncimea de îngheț în zona în care este situat amplasamentul, conform STAS 6054 / 77, este de 100 ... 110 cm.

Adâncimea de îngheț în complexul rutier (drumuri, platforme de parcare), Z_{cr} , a fost calculată în funcție de tipul pământului, indicele de îngheț, condițiile hidrogeologice și structura sistemelor rutiere probabile, conform STAS 1709 / 1 – 90, figura 1, figura 3 și tabelul 1.

2.7 Seismicitatea zonei

Amplasamentul în discuție se încadrează din punct de vedere seismic, conform P100 – 1 din 2004, în zona E, având accelerația terenului pentru proiectare $a_g = 0,16$ g, iar perioada de colț $T_c = 0,7$ sec.

Conform normelor S.R. 11.100 / 1 – 93 zona se încadrează, din punct de vedere al intensității seismice, în zona de gradul 6, conform scării M.KS..

3. LUCRĂRI DE INVESTIGARE GEOTEHNICĂ

3.1 Lucrări de investigare de teren

Pentru investigarea geotehnică de teren a amplasamentului în discuție au fost efectuate 4 (patru) foraje geotehnice și anume:



- forajele geotehnice au fost realizate până la adâncimea de 20,00 m fiecare, cu prelevare continuă de coloană litologică, fiind efectuate mecanizat și tubat cu tubaj Φ 178 mm;

3.2 Lucrări de investigare de laborator

Asupra probelor de pământ recoltate din forajele geotehnice executate s-au efectuat următoarele analize și determinări de laborator:

- analiza granulometrică a pământurilor;
- determinarea umidității naturale și a limitelor de plasticitate (w , w_L , w_p), dar și alte mărimi geotehnice necesare întocmirii unui studiu geotehnic, cum ar fi: greutatea specifică (γ), indicele porilor (e), porozitatea (n), compresibilitatea (M_{2-3});
- stabilirea consistenței pământurilor prin determinarea indicilor de consistență și plasticitate (I_C ; I_p) la terenuri coezive;
- determinarea și a parametrilor rezistenței la forfecare pe probe netulburate (Φ ; c);
- determinarea coeficientului de permeabilitate (k).

Rezultatele tuturor determinărilor și analizelor efectuate în laborator sunt prezentate în fișele complexe ale forajelor (anexa 2) și în buletinele de analiză de laborator (anexa 3).

4. STRATIFICAȚIA TERENULUI ȘI CARACTERISTICILE GEOTEHNICE

Ținând seama de rezultatele investigării de teren prin forajele executate, pe amplasamentul în discuție, se poate defini următoarea alternanță stratigrafică, alternanță vizibilă mai ales în profilele litologice (anexa 2):

- de la $\pm 0,00$ m (cotă teren natural) până la cota $-(0,50 \text{ m} \div 1,00 \text{ m})$ întâlnim sol vegetal
- de la $-(0,50 \text{ m} \div 1,00 \text{ m})$ până la $-20,00$ m (cota finală de prospectare prin foraj) în foraj se evidențiază un pachet de pământuri coezive constituit din argile, argile prăfoase, prafuri argiloase, prafuri, prafuri nisipoase argiloase plastic vârtoase spre plastic tari cu plasticitate mijlocie spre mare și compresibilitate medie spre mare.

Din analizele de laborator efectuate asupra probelor netulburate și tulburate recoltate din cadrul celor trei foraje, rezultă pentru coloana litologică caracteristică amplasamentului în discuție următoarele valori ale principalelor caracteristici fizico – mecanice:

Greutatea volumică	$\gamma = 19,66 \text{ kN} / \text{m}^3 \dots 20,37 \text{ kN} / \text{m}^3$;
Indicele porilor	$e = 0,46 \dots 0,59$;
Porozitatea	$n = 31,30 \% \dots 37,20 \%$;
Umiditatea	$w = 14,01 \% \dots 23,06 \%$;
Limita superioară de plasticitate	$w_L = 26,10 \% \dots 56,40 \%$;



Limita inferioară de plasticitate	$w_p = 12,36 \% \dots 22,40 \%$;
Indicele de plasticitate	$I_p = 9,74 \% \dots 37,30 \%$;
Indicele de consistență	$I_c = 0,73 \dots 1,11$;
Modulul de deformație edometric	$M_{2-3} = 8621 \text{ KN} / \text{m}^2 \dots 19405 \text{ KN} / \text{m}^2$;
Unghiul frecării interioare	$\Phi = 3,8^\circ \dots 20,0^\circ$;
Coeziunea specifică	$c = 11,2 \text{ KN} / \text{m}^2 \dots 61,1 \text{ KN} / \text{m}^2$.
Coeficientul de permeabilitate	$k = 4,14836\text{E-}5 \dots 10,102\text{E-}5$

Buletinul de analiză a probei de apă prelevată din forajul MOA 4 de la – 4,00 m de pe amplasamentul **Vorniceni Mari** este prezentat în anexa nr.2

În tabelul 1 sunt prezentate în mod centralizat valorile conținutului în substanțe chimice a apei subterane recoltate din forajul MOA 4 de pe amplasamentul în discuție:

Tabelul 1

Parametru	UM	Proba 1 – F9
Sulfați (SO_4^{2-})	mg / dm ³	105,20
Dezalcalinizare (HCO_3^-)	mg / dm ³	683,20
Indice pH	-	7,50
Bioxid de carbon liber (CO_2)	mg / dm ³	21,30
Magneziu (Mg^{2+})	mg / dm ³	39,90
Săruri de amoniu (NH_4^+)	mg / dm ³	absent
Oxizi alcalini (OH^-)	g / dm ³	-
Conținutul total de săruri (Reziduu fix)	g / dm ³	0,70

Conform „COD DE PRACTICĂ PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DIN BETON ȘI BETON ARMAT – NE 012 - 99”, tabel 5.2, privind agresivitatea apelor naturale asupra betoanelor și STAS 3349 / 1 - 83, tabelul 1, se constată următoarele:

- Conținutul de sulfați (SO_4^{2-}) evidențiază o **neagresivitate sulfatică** a apei subterane asupra betoanelor
- Dezalcalinizarea (HCO_3^-) evidențiază o **natură neagresivă** a apei subterane asupra betoanelor
- Concentrația ionilor de hidrogen (PH) evidențiază o **natură neagresivă** a apei subterane asupra betoanelor



- Conținutul de bioxid de carbon liber (CO_2) evidențiază o **natură foarte slabă** a apei subterane asupra betoanelor
- Conținutul de magneziu (Mg^{2+}) evidențiază o **natură neagresivă** a apei subterane asupra betoanelor
- Conținutul de săruri de amoniu (NH_4^+) evidențiază o **natură neagresivă** a apei subterane asupra betoanelor
- Conținutul total de săruri (reziduu fix) evidențiază o **natură neagresivă** a apei subterane asupra betoanelor.

5. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Urmare investigațiilor geotehnice de teren și laborator, a analizei rezultatelor obținute pentru amplasamentul în discuție se desprind următoarele concluzii și recomandări:

5.1. Conform cu cele menționate în **ghidul privind modul de întocmire și verificarea a documentației geotehnice pentru construcții** (Indicativ GT. 035) 2002 amplasamentul în discuție se caracterizează printr-un **risc geotehnic redus** defint de următori factori:

- **condițiile de teren din zona** amplasamentului sunt condiții bune de teren de fundare – situație punctată cu **2 puncte**.
- în varianta adoptării unei soluții de fundare directe de adâncime, la cota pravăzută în proiect, în pachetul de pământuri coezive nu sunt necesare lucrări de epuizmente – situație cotate cu **1 punct**.
- în imediata apropiere a amplasamentului nu se găsesc construcții și rețele, având situația de risc inexistent în exploatare – situație punctată cu **1 punct**.
- construcțiile ce urmează să fie edificate pe amplasament, ca și categorie de importanță, se încadrează în categoria construcțiilor de importanță normală – situație punctată cu **3 puncte**.
- amplasamentul este situat în zona seismică de calcul E – situație punctată cu **0 puncte**.

Luând în considerare punctele acordate celor cinci factori admiși rezultă un total de 7 puncte, care încadrează amplasamentul în discuție **în categoria geotehnică 1**, caracterizată printr-un **risc geotehnic redus**.

5.2. Terenul bun de fundare îl constituie pachetul de terenuri coezive format în principal din argile, plastic vârtoase, cu plasticitate foarte mare și cu compresibilitate medie.

5.3. Calculul terenului de fundare în varianta fundării directe pe terenul bun de fundare recomandat, **se poate face la presiuni convenționale** numai în condițiile în care conform cu normativele tehnice în vigoare [5] sunt îndeplinite simultan următoarele patru condiții:



S.C. TERRASOND S.R.L.
TIMISOARA
Str. Miresei nr. 3
300642 Timișoara, jud. Timiș
ORC J35/776/22.05.2002 C.U.I. Nr. R-14649165
www.terrasond.ro office@terrasond.ro

Banca: BCR – Sucursala Timișoara
COD IBAN: RO31RNCB0249049268920001 / ROL
RO04RNCB0249049268920002 / USD
RO74RNCB0249049268920003 / EURO
Telef. +40-744-644253 Telef. +40-356-801407
Fax: +40-356-801408

- Terenul de fundare este **un teren bun de fundare**;
- Construcția (construcțiile) ce urmează să fie fondate pe amplasament sunt **construcții de importanță obișnuită**;
- Construcțiile ce urmează să fie fondate pe amplasament sunt **construcții nesensibile la tasări diferențiale**;
- Construcțiile ce urmează să fie fondate pe amplasament sunt **construcții fără restricții de deformații în exploatare**.

În schimb dacă una din aceste condiții nu este satisfăcută este **obligatoriu** calculul la **starea limită de deformație ultimă** (S.L.D.U.) sau calculul la **starea limită de capacitate portantă** (S.L.C.P.).

5.4. În varianta acceptării fundării directe în stratul de teren coeziv, menționat la punctul 5.2, la o cotă de fundare aleasă de proiectant, calculul terenului de fundare la cota de fundare aleasă se poate face conform STAS 3300 / 2 – 85, anexa B, tabela 16, cu acceptarea unei presiuni convenționale de bază:

$$e = 0,59$$

$$I_c = 1,11 \Rightarrow \bar{p}_{\text{conv}} = 350 \text{ kPa}$$

$$I_p > 20\%$$

5.5. Coeficientul de permeabilitate al argilelor din cadrul pachetului superior determinat pentru cele 4 (patru) foraje la trei niveluri are valorile prezentate în anexa 3.

5.6. Din punct de vedere al rezistenței la săpare al terenului din cadrul coloanei litologice evidențiate, pământurile se pot califica ca și pământuri cu **rezistență medie** la săpare.

5.7. Săpăturile generale pentru realizarea incintei de fundare a bazinelor se vor face în varianta gropilor de fundare mărginite de taluzuri înclinate față de verticală cu unghiuri $\beta = 50^\circ \dots 60^\circ$. Proiectantul va face verificarea stabilității taluzurilor verticale.

5.8. Turnarea betonului în fundații se va putea face numai după ce s-a făcut recepția gropii de fundare și a fost identificată natura și calitatea terenului de fundare la cota de fundare adoptată de către proiectantul infrastructurii construcțiilor.



S.C. TERRASOND S.R.L.
TIMISOARA
Str. Miresei nr. 3
300642 Timișoara, jud. Timiș
ORC J35/776/22.05.2002 C.U.I. Nr. R-14649165
www.terrasond.ro office@terrasond.ro

Banca: BCR – Sucursala Timișoara
COD IBAN: RO31RNCB0249049268920001 / ROL
RO04RNCB0249049268920002 / USD
RO74RNCB0249049268920003 / EURO
Telef. +40-744-644253 Telef. +40-356-801407
Fax: +40-356-801408

BIBLIOGRAFIE

1. x x x Felduntersuchungen nach DIN 4094 – neu DIN 4094 – Teil 3. Rammsondierungen (D.P.) Stand: 11.04.02.
2. x x x Teren de fundare cercetări prin foraje executate în pământuri STAS 1423 / 4-90.
3. x x x Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcțiilor de locuințe, social-culturale, agrozootehnice și industriale – INDICATIV P100 – 92 cu completări conf. ord. MLPAT 71 / N din 7.X.96.
4. x x x Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării cu con penetrare dinamică, penetrare statică și vibropenetrare C 159 – 89. Buletinul constr. nr. 4 din 1990.
5. x x x Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă nr. 147 / 2003 – MLPTL.

Verificat

Prof. dr. ing. Tadeus Schein

Întocmit

ing. geotehnician Mirko Stevan Vuinov

Tehn. Geotehnician Florin Ivașcu