

Sediul social: Platinei 25, 307160 Dumbravita, Timis
Punct de lucru: Glad 98, 300215 Timisoara, Timis
RO 15984400, J35/2932/2003
Tel/fax: 0356.10.10.20, 0745.50.51.53 office@geosond.ro
RO95INGB0000999906754572 - Banca ING Timisoara
RO 53 TREZ 6215 069X XX00 6340 - Trezoreria Timisoara

FOAIE DE CAPĂT

Proiect: **STUDIU GEOTEHNIC**
CONSTRUIRE SUPERMARKET
KAUFLAND ÎN MUN. SALONTA

Amplasament: STR. PIAȚA DEMOCRATIEI, NR. 6, MUN.
SALONTA, JUD. BIHOR

Beneficiar: SC KAUFLAND ROMÂNIA SCS

Faza: DTAC

Nr. proiect: 5471/2021



Prof. dr. ing. Marin Marin
Adresa: 300588 Timișoara
Str. arh. Horia Creangă nr. 9C
Tel. 0722 514 294

Nr. 6209 din 06.02.2021
cf. reg. evidență



REFERAT

privind verificarea de calitate la cerința: *Af*
a proiectului: *5471/2021 "Studiu geotehnic – Construire supermarket Kaufland în mun. Salonta"*
faza: *DTAC* ce face obiectul contractului nr. *5471/2021*

1. **Date de identificare**

proiectant general: *SC GEOSOND SRL*
proiectant de specialitate: *SC GEOSOND SRL*
investitor: *SC KAUFLAND ROMÂNIA SCS*
amplasament: *STR. PIATA DEMOCRATIEI, NR. 6, MUN. SALONTA, JUD. BIHOR*
data prezentării pentru verificare: 06.02.2021

2. **Caracteristicile principale ale proiectului și ale construcției ***

La cererea beneficiarului s-a elaborat studiul geotehnic nr. 5471/2021 pentru "Construire supermarket Kaufland în mun. Salonta"

Pe amplasament s-au executat 14 foraje geotehnice, dintre care 5 foraje geotehnice de 10,00 m adâncime și 9 foraje geotehnice de 6,00 m adâncime, 14 teste DPH (teste de penetrare dinamică cu con de tip greu), dintre care 5 teste de penetrare de 10,00 m adâncime și 9 teste de penetrare de 6,00 m adâncime.

Nivelul apei subterane a fost interceptat în toate forajele executate pe amplasament la adâncimi de 1,00 și 3,00 cm față de CTN.

Zonă seismică cu $a_g = 0,20$ g și $T_c = 0,7$ s

3. **Documente care se prezintă la verificare ****

- Tema de proiectare: *DA*
- Certificat de urbanism: *NU*
- Avize obținute: -
- Autorizația de construcție nr. - din - emisă de -
- Raportul expertizei tehnice (la proiecte de punere în siguranță la acțiunea seismelor, reabilitare termică extinderi, modernizări etc.) -
- Memoriul elaborat de proiectant în care se prezintă soluția propusă pentru respectarea cerinței verificate: *DA*
- Planșele desenate în care se prezintă plan de situație, fisele forajelor și fișele testelor de tip greu: *DA*
- Alte documente:
 - *Plan de situatie existent și propus.*
 - *Buletine de analiză în laboratorul geotehnic.*

4. **Concluzii asupra verificării** ***

- a) În urma verificării se consideră proiectul corespunzător, semnându-se și ștampilându-se conform îndrumătorului *DA*
- b) În urma verificării se consideră proiectul corespunzător pentru faza verificată, semnându-se și ștampilându-se conform îndrumarului, cu următoarele condiții obligatorii a fi introduse în proiect, prin grija beneficiarului, de către proiectant _____

Studiul geotehnic respectă stantardele și normativele în vigoare (NP 074-2014, P 100-1/2013, STAS 3300-85, NE 012-2007, NP 112-2014, etc.).

Am primit 2 exemplare
Investitor / Proiectant

Am predat 2 exemplare
Verificator tehnic atestat:
Prof. dr.ing. Marin Marin



L.S.

L.S.

* Se vor preciza:

- Construcție nouă / existentă / care se pune în siguranță, modernizare, reabilitare, extindere etc.;
- Tipul și caracteristicile constructive;
- Dimensiuni;
- Funcție principală;
- Condiții de amplasament și vecinătăți care au legătură cu cerința verificată (zonă seismică, natura terenului, zonă eoliană etc.)

** Se înscriu documentele prezentate de proiectant și verificate efectiv.

În cazul în care documentele prezentate sunt insuficiente se cere investitorului completarea acestora, fixându-se termenul. Referatul se completează după completarea documentației.

*** Se înscrie numai situația specifică a).

FIȘĂ DE RESPONSABILITĂȚI

Responsabil lucrări de teren tehn. Jozsef TOTH

Întocmit

ing. Robert MIHAI

Verificat Af

prof. dr. ing. Marin MARIN



Aprobat

ing. Radu TOTOREANU



BORDEROU

PIESE SCRISE:

Foaie de capăt	
Colectiv de elaborare	pag. 1
Borderou	pag. 2
Studiu geotehnic	pag. 3
Normative și bibliografie	pag. 25

ANEXE:

Plan de situație	Anexa 1
Fișele forajelor 5471-F1 ÷ 5471-F14	Anexele 2 ÷ 15
Fișele testelor de penetrare dinamică cu con 5471-DPH1 ÷ 5471-DPH14	Anexa 16
Buletine analiză pământuri	Anexa 17
Buletin de agresivitate chimică apă față de beton	Anexa 18

Întocmit,
ing. Robert MIHAI

Pagina 2 / 25

STUDIU GEOTEHNIC

1. INTRODUCERE

1.1. Prezentul studiu geotehnic a fost întocmit la solicitarea beneficiarului, SC KAUFLAND ROMÂNIA SCS, prin proiectantul general SC CAD CONCEPT SRL, în vederea stabilirii stratificației, a caracteristicilor fizico-mecanice precum și a condițiilor de fundare în cadrul proiectului "construire supermarket Kaufland în mun. Salonta".

1.2. Programul de investigații a vizat acoperirea întregului amplasament indicat de către beneficiar și a cuprins lucrări specifice, pentru:

- Identificarea succesiunii stratigrafice;
- Determinarea caracteristicilor fizico-mecanice ale terenului de fundare în secțiunea zonei active;
- Precizarea poziției nivelului hidrostatic;
- Stabilirea condițiilor de proiectare și execuție a lucrărilor de fundații pe amplasamentul propus.

1.3. Stabilirea categoriei geotehnice în care se va încadra viitoarea lucrare se face avându-se în vedere indicațiile normativului NP 074-2007, astfel:

Tabel 1 - Încadrarea geotehnică

Factori avuți în vedere	Încadrarea	Puncte
1. Condiții de teren	Terenuri medii	3
2. Apa subterană	Cu epuisme normale	2
3. Categoria de importanță a construcției*	Deosebită	5
4. Vecinătăți	Fără riscuri	1
5. Zona seismică	$a_g=0,10 g$; $T_c=0,7 s$	1
Risc geotehnic	moderat	12

*Notă: categoria de importanță a construcției va fi definitivată de către proiectantul de rezistență.

1.4. Din tabelul de mai sus rezultă încadrarea lucrării în **categoria geotehnică 2 – risc geotehnic moderat**.

1.5. De asemenea, pe parcursul cercetărilor s-a ținut cont și de harta geologică a zonei precum și de alte lucrări realizate de către SC GEOSOND SRL în zonă.

2. DATE GENERALE

2.1. Amplasamentul indicat de către beneficiar se situează în mun. Salonta, str. Piața Democrației, nr. 6, jud. Bihor. În anexa 1, realizată pe baza planului de situație pus la dispoziție de către proiectantul de specialitate, pot fi urmărite pozițiile lucrărilor de foraje și ale testelor de penetrare dinamică cu con în raport cu limitele terenului prospectat.

2.2. Amplasamentul indicat de către beneficiar este ocupat parțial de o serie de construcții, ce urmează a fi demolate; terenul aproximativ plan orizontal nefiind afectat de fenomene fizico-mecanice care să-i pericliteze stabilitatea.

2.3. Din punct de vedere **geomorfologic**, amplasamentul prospectat aparține câmpiei joase a Crișurilor, cu aspect tipic a unei zone coborate, cu lunci meandrate.

Geologic, zona aparține Depresiunii Pannonice, coloana litologică a acestui areal cuprinzând un etaj inferior afectat tectonic și o cuvertură posttectonică.

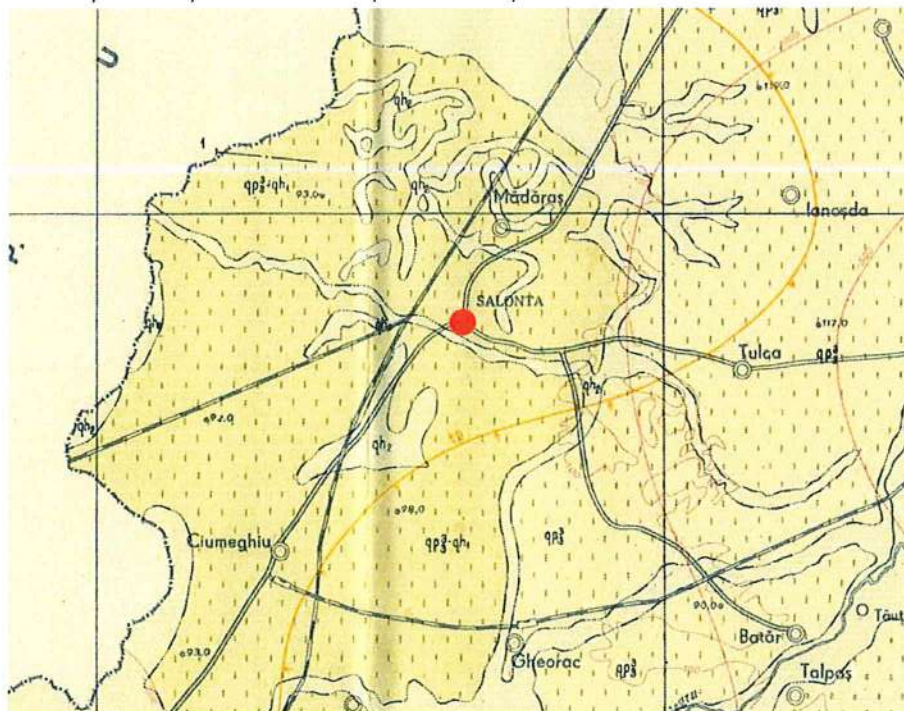
Sucesiunea stratigrafică, din această zonă, debutează cu depozite **Mezozoice** care au în bază un pachet *Triasic*, cu grosimi de până la 700m, format din șisturi argiloase-grezoase roșii-vișinii cu intercalații de șisturi verzi și gresii micacee, uneori cuarțite, urmate de dolomite cenușii, calcare negre, calcare grezoase și calcare alb-roșcate. Urmează un pachet de roci *cretacice*, cu grosimi de până la 800m, cu un orizont inferior constituit din calcare cenușii-deschise, peste care se situează un orizont superior de marnocalcare, cenușii, foarte compacte.

Depozitele **neozoice** debutează cu pachet de marne calcaroase și calcare grezoase *tortoniene*, urma de un pachet de gresii calcaroase, gresii marnoase, marne și marnocalcare *sarmațiene*, succesiunea

încheinduse cu depozite *pannoniene* formate din argile în alternanță cu argile nisipoase, argile marnoase, nisipuri, nisipuri marnoase și marne nisipoase.

Depozitele **Cuaternare** desăvârșesc succesiunea stratigrafică a acestei regiuni, fiind alcătuite din argile, nisipuri, pietrișuri și de pozite de loessoide.

În cazul de față, cu ocazia lucrărilor de teren efectuate pe amplasament, au fost identificate depozite aluvionare cuaternare, acoperite de umpluturi, eterogene, necompactate, realizate neorganizat. Dată fiind stratificația înclinată și încrucișată caracteristică sistemului fluvial (în care s-au acumulat depozitele străbătute prin foraj), precum și intervenția antropică, *succesiunea stratigrafică întâlnită în astfel de depozite poate varia pe distanțe foarte mici!*



Figură 1 - Harta Geologică a României 1:200000, extras din Foaia 08 – Oradea. Punctul roșu reprezintă zona de execuție a lucrărilor geotehnice.

2.4. Conform zonării seismice, amplasamentul este caracterizat de următorii parametri: $a_g = 0,10 g$; $T_c = 0,7 s$ (conform P100-1/2013).

2.5. Adâncimea de îngheț este de 0,70 – 0,80 m (conform STAS 6054/77).

3. CERCETAREA TERENULUI, STRATIFICAȚIA, CARACTERISTICI FIZICO-MECANICE ȘI CHIMICE

3.1. Având în vedere scopul pentru care se elaborează prezentul studiu geotehnic (construire supermarket Kaufland), geologia regiunii, prevederile NP074-2014 și cerințele clientului, s-a apreciat ca fiind necesare **14 foraje geotehnice**, dintre care 5 foraje de 10,00 m adâncime și 9 foraje de 6,00 m adâncime, respectiv **14 teste DPH** (teste de penetrare dinamică cu con de tip greu), dintre care 5 teste de 10,00 m adâncime și 9 teste de 6,00 m adâncime.

3.2. Forajele au fost realizate folosind o foreză mecanică, de tip LMSR ON TRAILER. Stratificația întâlnită (vezi anexele 2 ÷ 15) a fost corelată cu diagramele testelor de penetrare dinamică cu con, variațiile numărului de lovituri (/10 cm) reflectând schimbarea litologiei sau a caracteristicilor geotehnice ale stratelor traversate.

3.3. Testele de penetrare dinamică cu con, au fost realizate folosindu-se un penetrometru dinamic greu, mecanic (D.P.H. - marca GEOTOOL Germany, model LMSR ON TRAILER), care are următoarele caracteristici: $m_{\text{berbec}} = 50 \text{ kg}$, $h_{\text{cădere}} = 50 \text{ cm}$, $S_{\text{con}} = 15 \text{ cm}^2$, $\alpha_{\text{vârf con}} = 90^\circ$. Numărul de căderi ale berbecului necesare înfîngerii conului pe o adâncime de 10 cm pun în evidență rezistența la penetrare dinamică (R_d) a stratului străbătut. Plecând de aici, pe cale indirectă, rezultă numărul de lovituri din cadrul penetrării standard (N_{SPT}) corelare realizată de programul informatic „Dynamic Probing” produs de Geostru Software Italia. Pe baza N_{SPT} au fost calculați indicii geotehnici ai stratelor din zona activă, prezentați mai jos. Programul de interpretare a testului de penetrare dinamică cu con, de tip greu (DPH) oferă indicii geotehnici necesari calculului terenului de fundare, propuși de mai mulți autori recunoscuți pe plan mondial: Benassi & Vannelli (1983), Sanglerat, U.S.D.M.S.M. – U.S. Design Manual Soil Mechanics, Schmertmann (1975, 1977, 1978), Fletcher (1965), Stroud & Butler (1975), Vesic (1970), Trofimenkov (1974), Meyerhof (1956), Gibbs & Holtz (1957), Skempton (1986), Schultze & Menzenbach (1961), Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956), Sowers (1961), De Mello, Malcev (1964), Shioi-Fukuni (1982), Japanese National Railway (1982), Owasaki & Iwasaki, Terzaghi, Begemann (1974), Robertson e Campanella (1983), Imai & Tonouchi (1982), SHI-MING (1982) etc. Rezultatele obținute de fiecare

autor sunt aplicabile pentru diferite tipuri litologice, astfel că alegerea indicilor a fost făcută ținând cont atât de stratificația întâlnită în foraje cât și de mediul depozitional în care s-au acumulat sedimentele.

3.4. Din foraje au fost prelevate probe tulburate, care au fost analizate macroscopic și corelate cu analizele de laborator (anexa 17) efectuate pe probele recoltate. Pe baza acestora, stratigrafia amplasamentului este constituită în suprafață de un strat de **umplutură** (în grosime de 0,30 – 1,00 m), urmată de un strat de **pământuri coezive**, care se dezvoltă până la adâncimi de 4,00 – 6,00 m față de cota terenului amenajat (CTA). După straturile coezive, urmează un strat de **pământuri necoezive / orizonturi nisipoase**, care se dezvoltă până la adâncimi de 9,50 – 9,70 m față de CTA. În baza forajelor de 10,0 m adâncime, a fost identificat un strat subțire de **pământuri coezive**.

3.5. O mai bună imagine a stratificației întâlnite poate fi obținută urmărind fișele forajelor (anexele 2 ÷ 15).

3.6. Din forajele geotehnice executate pe amplasament, s-au prelevat **probe de pământ tulburate, sau probe de mediu**, de la dâncimile de 1,00 și 3,00 m, care au fost predate, la cererea proiectantului, unui laborator de specialitate, pentru a fi analizate din punct de vedere chimic (analize de mediu).

3.7. Din forajul F3 a fost extras o probă de pământ tulburată, care au fost supusă unor analize de laborator pentru a se determina caracteristicile fizice și mecanice ale pământurilor cu umflări și contracții mari. Pe baza analizelor au rezultat următoarele:

• argilă cu $d < 0,002$ mm	A_2	36,00 %
• indicile de activitate	I_A	1,26
• umflarea liberă	U_L	100 %
• indicele de plasticitate	I_P	46,67 %
• contracția volumică	C_V	106,70 %
• limita de contracție	W_s	11,50 %

Activitatea pământurilor cu umflări și contractii mari	Particule de argilă cu diametru mai mic de 0,002 mm (A ₂) %	Indice de plasticitate (Ip) %	Indice de activitate (I _A)	Umflare liberă (U _L) %	Limita de contracție (w _s) %	Contractia volumică (C _v) %	
						tulburat	netulburat
Foarte active	> 30	>35	>1,25	>140	<10	>100	>35
Active	20 - 30	25 - 35	1.0 - 1.25	100 - 140	12 - 10	75 - 100	25 - 35
Cu activitate medie	15 - 20	12 - 25	0.75 - 1.0	70 - 100	16 - 12	55 - 75	15 - 25
Putin active	<15	<12	<0.75	< 70 %	> 16	<55	<15

Tabel 2 - Încadrarea terenului în categoria PUCM

3.8. Pe baza caracteristicilor fizico-mecanice prezentate mai sus, conform NP126-2010, **pachetul coeziv** face parte din categoria pământurilor cu umflări și contractii mari (PUCM) **cu activitate medie spre foarte active.**

4. APA SUBTERANĂ

4.1. Acviferul freatic a fost atins în toate cele 14 foraje executate pe amplasament, la adâncimi cuprinse între 1,00 și 3,00 m față de CTA.

4.2. Pentru o vizualizare a nivelului acviferului freatic, se poate urmări tabelul de mai jos:

Foraj	Cota absolută a forajului	Nivel superior al acviferului*	Nivel hidrostatic*	Cota absolută a nivelului hidrostatic	Cantonată în stratul de
5471-F1	94,34	1,1	1,1	93,24	Argilă prăfoasă
5471-F2	94,04	1,2	1,2	92,84	Argilă prăfoasă
5471-F3	94,22	3,2	1,2	93,02	Praf argilos
5471-F4	94,29	1,5	1,5	92,79	Argilă prăfoasă
5471-F5	94,13	2	1,2	92,93	Argilă
5471-F6	94,33	1,15	1,15	93,18	Argilă prăfoasă
5471-F7	94,17	1,2	1,1	93,07	Argilă prăfoasă
5471-F8	94,31	2,5	1,2	93,11	Argilă prăfoasă
5471-F9	94,22	2,1	1,9	92,32	Argilă

5471-F10	94,22	1,7	1,7	92,52	Argilă
5471-F11	94,54	1,9	1,9	92,64	Argilă prăfoasă
5471-F12	94,24	2,5	1,5	92,74	Argilă
5471-F13	94,03	1,8	1,8	92,23	Argilă prăfoasă
5471-F14	94,21	1,7	1,5	92,71	Argilă prăfoasă nisipoasă

Tabel 3 - Nivelul acviferului freatic

4.3. Nivelul hidrostatic maxim absolut poate fi indicat doar în urma unor studii hidrogeologice complexe, realizate pe baza observațiilor asupra fluctuațiilor nivelului apei subterane, de-a lungul unei perioade îndelungate de timp.

4.4. Având în vedere adâncimea de fundare recomandată la pct. 5.2., apreciem că apa freatică (în condiții hidrogeologice normale, comparabile cu cele din data efectuării forajului) **va intra în contact cu fundațiile construcției propuse.**

4.5. Din buletinul de analiză chimică (nr. 7782/2021– anexa 18) emis de către laboratorul Geo Proiect SRL, al probei de **apă** extrase din forajul F4, rezultă că aceasta **nu prezintă agresivitate chimică față de beton**, conform **NE 012-1:2007.**

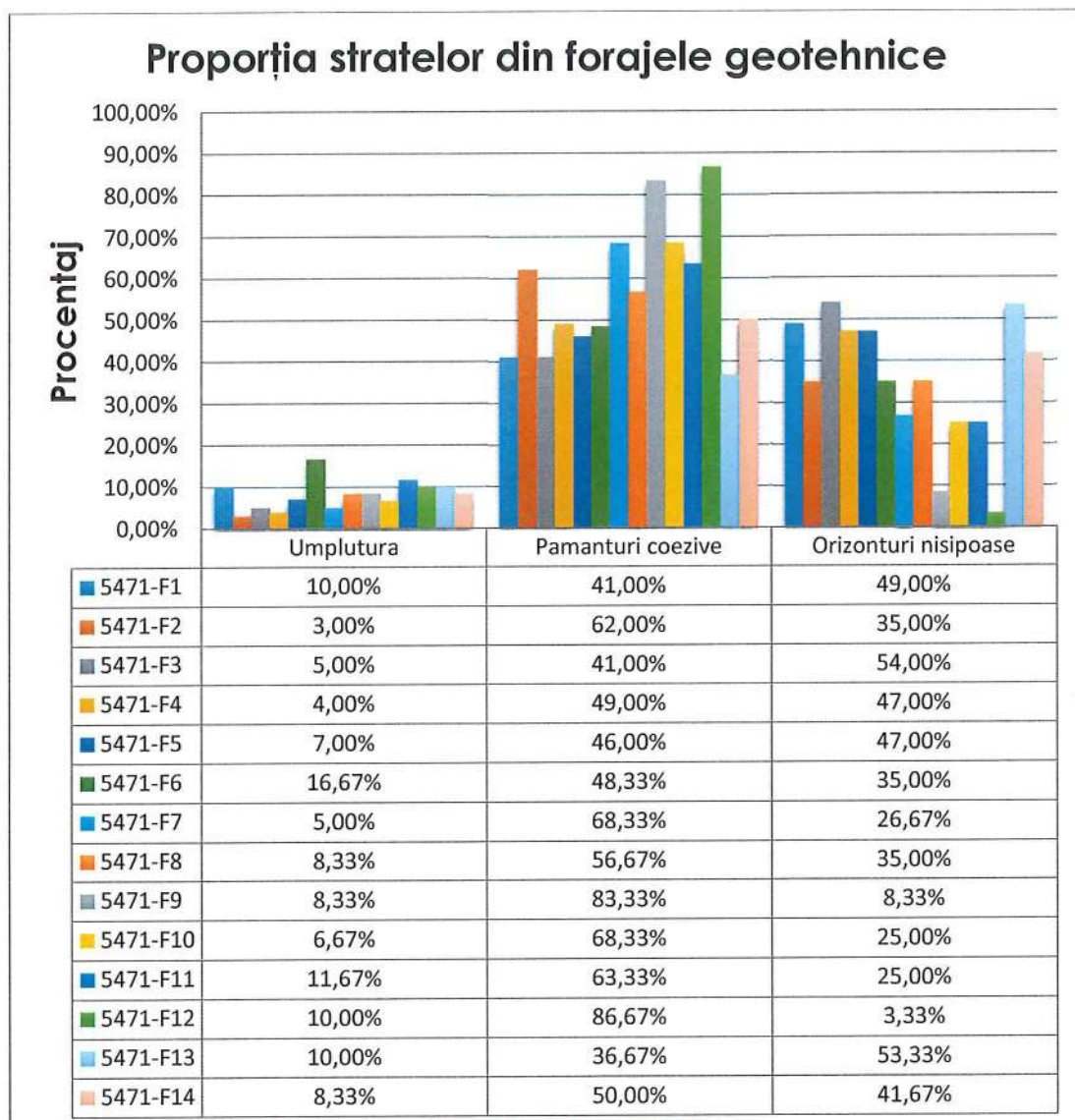
5. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

5.1. Din datele prezentate mai sus, precum și din cele culese cu ocazia lucrărilor de teren, pot fi sintetizate următoarele particularități ale amplasamentului prospectat:

5.1.1. Pe baza factorilor descriși în capitolele anterioare, lucrarea în cauză se poate încadra în **categoria geotehnică 2 – risc geotehnic moderat.**

5.1.2. Amplasamentul indicat de către beneficiar este ocupat parțial de o serie de construcții, care vor fi demolate; terenul aproximativ plan orizontal nefiind afectat de fenomene fizico-mecanice care să-i pericliteze stabilitatea.

5.1.3. Stratificația interceptată în foraje este eterogenă, dedesubtul umpluturii, aflându-se o *alternanță de pământuri coezive și orizonturi nisipoase*, până la adâncimile de investigare de 6,00 – 10,00 m față de CTA.



Figură 2 - proporția stratelor din forajele geotehnice

5.1.4. Acviferul freatic a fost atins în toate cele 14 foraje executate pe amplasament, la adâncimi cuprinse între 1,00 și 3,00 m față de CTA (vezi cap. 4).

5.1.5. Lucrările de teren au pus în evidență, în zona activă a viitoarei construcții, prezența unor pământuri cu o compresibilitate medie spre mare.

5.2. Având în vedere caracteristicile pământurilor din cuprinsul zonei active a supermarketului, drumurilor și parcărilor propuse, se pot considera următoarele variante de fundare:

5.2.1. Pentru zona unde va fi amplasat corpul magazinului proiectat, recomandăm următoarele variante de fundare:

5.2.1.1. O primă variantă de fundare ar putea fi fundarea directă / pe teren îmbunătățit prin intermediul unei perne de balast, după cum urmează:

5.2.1.1.1. Se va realiza o săpătură generală de minim 1,00 m, după care se vor realiza săpături în lungul axelor până la 3,00 m față de CTA, sau la cota de minim +91,00 față de NMN. De la aceasta cotă se va împănă terenul de fundare cu piatră spartă / refuz de ciur, pe o adâncime de minim 0,30 m.

5.2.1.1.2. După realizarea săpăturilor pentru fundații, se poate așeza o pernă de balast între 2,00 și 3,00 m adâncime față de CTA, având grosimea de 1,00 m și compactată în straturi de max. 0,30 m. De asemenea, în locul pernei de balast, se poate opta și pentru turnarea unui strat de beton de egalizare, de aceeași grosime, sau fundarea directă, la cota de +91,00 față de NMN.

5.2.1.1.3. La cota +91,00 față de NMN (sau la adâncimea de 3,00 m față de CTA), pentru gruparea fundamentală de încărcări, se poate considera admisibilă o presiune convențională de bază $\overline{p_{conv}} = 220 \text{ kPa}$.

5.2.1.1.4. În concluzie, adâncimea până la care se va realiza îmbunătățirea recomandată este 3,00 m față de CTN, sau min. +91,00 m față de NMN, dar rămâne la latitudinea proiectantului să definitiveze adâncimea de îmbunătățire a terenului.

5.2.1.1.5. Pentru realizarea săpăturii finale la adâncimea de 3 m se recomandă coborârea nivelului apei cu 0,5 m sub adâncimea proiectată, respectiv 3,5 m. Rezultă că se impune realizarea unor denivelări în zona amplasamentului cu valori cuprinse între 1,6 și 2,4 m față de situația actuală. În prezenta analiză a fost luată în considerare coborârea nivelului hidrostatic cu 2,4 m. În continuare se va estima debitul de apă extras din acvifer și numărul de foraje necesar pentru realizarea denivelării impuse.

5.2.1.1.6. Calcularea numărului de foraje necesar realizării unei denivelări impuse în centrul unei incinte presupune parcurgerea următoarelor etape:

- determinarea suprafeței incintei;
- calculul razei unui puț imaginar echivalent care ar funcționa în centrul incintei și ar produce denivelarea impusă;
- calculul debitului puțului echivalent pe baza căruia se stabilesc caracteristicile de proiectare ale schemei de drenare;
- calculul debitului maxim admisibil al unui foraj;
- determinarea numărului de foraje necesar pentru realizarea obiectivului.

5.2.1.1.7. În situația existentă suprafața incintei (S), de formă circulară, se determină cu relația:

$$S = \pi \times r^2 \quad \text{unde } r \text{ este raza incintei.}$$

Raza puțului mare echivalent, se determină cu relația:

$$r_{echiv} = \sqrt{S / \pi}$$

Debitul puțului mare echivalent, se determină cu relația:

$$Q = 2\pi h k s / \ln(R / r_{echiv}) \quad \text{unde:}$$

h – este grosimea saturată inițială a acviferului (m);

k – este conductivitatea acviferului (m/zi);

s – reprezintă denivelarea impusă (m);

r_{echiv} – este raza puțului mare echivalent;

R – reprezintă raza unui foraj care pentru un acvifer cu nivel liber poate fi estimată cu ajutorul relației lui Kusakin:

$R = 2s_0 \sqrt{kh}$, în care s_0 reprezintă denivelarea din foraj iar restul notațiilor au aceeași semnificație ca anterior.

Debitul maxim admisibil al unui foraj se calculează cu relația:

$$Q_{\max} = 2\pi h_f r_0 v_{adm} \quad \text{unde:}$$

h_f – este lungimea filtrului în interiorul acviferului;

r_0 – este raza forajului;

v_{adm} – este viteza maximă admisibilă de intrare a apei în filtre pentru a se evita înnisiparea forajului. Viteza admisibilă poate fi calculată cu relația $v_{adm} = \sqrt{k} / 15$.

Numărul final de foraje care vor induce denivelarea impusă în interiorul incintei, prin poziționarea acestora echidistant pe contur, se va calcula ca raport între debitul puțului mare echivalent (Q) și debitul maxim al unui foraj (Q_{\max}).

Pentru aplicarea metodei de calcul prezentată este necesară cunoașterea parametrilor hidrogeologici ai acviferului (conductivitate hidraulică – k, grosimea saturată – h) precum și a valorii razei de influență a forajului – R.

Pentru o determinare cât mai apropiată de realitate a valorilor acestor parametri se recomandă executarea testelor de pompare in situ.

În cazul de față nu se dispune de pompări experimentale, iar valorile parametrilor hidrogeologici au fost selectate din literatura de specialitate, pe baza descrierilor din studiul geotehnic și a analizelor granulometrice existente pe probele necoezive.

Astfel în zona studiată depozitele necoezive sunt constituite predominant din nisipurile fine, nisipuri prăfoase

și subordonat nisipuri mijlocii. Conform clasificării depozitelor sedimentare neconsolidate (după C. W. Fetter, 1994) în funcție de permeabilități și conductivitate, nisipurile fine și mijlocii au valori ale conductivității hidraulice de ordinul a 1-20 m/zi. Ținând cont de acest interval au fost luate în considerare la calcule trei variante: Varianta 1 – $k=20$ m/zi, Varianta 2 - $k=5$ m/zi și Varianta 3 - $k=1$ m/zi.

În ceea ce privește grosimea acviferului din zona amplasamentului, a fost considerată acoperitor o valoare $M = 6$ m. În unele foraje grosimea acviferului este mai redusă. De asemenea depozitele mai puțin permeabile din acoperisul orizontului necoeziv (orizontului nisipos) sunt saturate cu apa, însă debitele vehiculate prin aceste formațiuni sunt reduse.

Aplicarea metodei prezentate anterior plecând de la aceste valori mediate ale parametrilor au condus la următoarele rezultate:

Tabel 4 - Variante epuizante

	k	nr foraje	Q_fora j	Q_tota l	Volum de apă pompat zilnic
	(m/zi)		(l/s)	(l/s)	(mc)
varianta 1	20	16	1,7	68	5.875
varianta 2	5	16	0,7	180	15.550
varianta 3	1	22	0,2	280	24.200

Rezultă că:

- **în varianta 1 de calcul**, pentru coborârea nivelului cu 2,4 m în interiorul incintei cu o suprafață de circa 6000 m² este necesară executarea a 16 foraje pe conturul incintei, care să fie pompate continuu cu un debit de circa 1,7 l/s fiecare. Volumul de apă pompat zilnic pentru menținerea nivelului în poziție coborâtă va fi de circa 2350 m³;

- **în varianta 2 de calcul** (conductivitate hidraulică de 5 m/zi), pentru a obține același efect, numărul

de foraje va fi de tot de 16, dar debitul de lucru al unui foraj de 0,7 l/s, iar volumul zilnic extras va fi de circa 970 m³;

- **în a 3 - a variantă**, urmare a valorilor de conductivitate scăzute, rezultă debite mici de funcționare ale forajelor și raze de influență reduse ale pomparei. Prin urmare realizarea asecării prin intermediul unui grup de foraje devine ineficientă în acest caz. Pentru evacuarea apei din interiorul incintei, se vor realiza 6-8 bașe perimetrare din care va fi pompată apa subterană acumulată. Debitul zilnic evacuat nu ar trebui să depășească 300-400 m³.

Dacă se ține cont de faptul că săpătura finală nu va intercepta orizontul necoeziv și că depozitele slab permeabile de deasupra orizontului nisipos au valori de conductivitate cu cel puțin un ordin de mărime mai mic decât în cazul nisipurilor, este de așteptat ca debitele vehiculate prin acestea să nu depășească 3-4 l/s, pe toată suprafața incintei, adică un volum zilnic de evacuat de circa 300 m³. Prin urmare, chiar și în variantele 1 și 2, dacă depozitele coezive ce separă vatra săpăturii generale de orizontul necoeziv sunt continue și cu valori reduse de conductivitate, drenarea incintei s-ar putea realiza doar prin intermediul unor bașe. Lămurirea acestor aspecte ce țin de condițiile hidrogeologice locale se poate realiza doar prin intermediul unor investigații specifice in situ.

Menționăm că toate rezultatele prezentate sunt orientative, ele fiind influențate în mod direct de valorile alese pentru parametrii hidrogeologici ai acviferului, parametrii care în cazul de față au fost selectați din literatura de specialitate, funcție de descrierile litologice și analizele de granulometrie disponibile.

Pentru creșterea acurateții acestor calcule considerăm că se impune realizarea unui test de pompare in situ, în urma căruia să poată fi determinate mai precis valorile parametrilor acviferului din zona investigată.

5.2.1.2. O a doua variantă de fundare ar putea fi fundarea directă, după cum urmează:

5.2.1.2.1. Se va realiza o săpătură generală de minim 1,00 m, față de CTA, sau până la cota de minim +93,00 față de NMN, după care se vor realiza săpături punctuale până la 3,00 m față de CTA, sau la cota de minim +91,00 față de NMN. De la această cotă se va turna un strat de beton de egalizare între 2,00 și 3,00 m adâncime față de CTA, având grosimea de 1,00 m.

5.2.1.2.2. După turnarea stratului de egalizare, se vor așeza fundațiile la cota -2,00 m față de CTN, sau min. +92,00 m față de NMN.

5.2.1.2.3. La cota +91,00 față de NMN (sau la adâncimea de 3,00 m față de CTA), pentru gruparea fundamentală de încărcări, se poate considera admisibilă o presiune convențională de bază $\overline{p_{conv}} = 220 \text{ kPa}$.

5.2.1.2.4. Pentru realizarea săpăturii finale la adâncimea de 3 m se recomandă coborârea nivelului apei cu 0,5 m sub adâncimea proiectată, respectiv 3,5 m. Rezultă că se impune realizarea unor denivelări în zona amplasamentului cu valori cuprinse între 1,6 și 2,4 m față de situația actuală. În prezenta analiză a fost luată în considerare coborârea nivelului hidrostatic cu 2,4 m. În continuare se va estima debitul de apă extras din acvifer și numărul de foraje necesar pentru realizarea denivelării impuse.

5.2.1.2.5. Calcularea numărului de foraje necesar realizării unei denivelări impuse în centrul unei incinte presupune parcurgerea următoarelor etape:

- determinarea suprafeței incintei;
- calculul razei unui puț imaginar echivalent care ar funcționa în centrul incintei și ar produce denivelarea impusă;
- calculul debitul puțului echivalent pe baza căruia se

stabilesc caracteristicile de proiectare ale schemei de drenare;

- calculul debitului maxim admisibil al unui foraj;
- determinarea numărului de foraje necesar pentru realizarea obiectivului.

5.2.1.2.6. În situația existentă suprafața incintei (S), de formă circulară, se determină cu relația:

$$S = \pi \times r^2 \quad \text{unde } r \text{ este raza incintei.}$$

Raza puțului mare echivalent, se determină cu relația:

$$r_{echiv} = \sqrt{S / \pi}$$

Debitul puțului mare echivalent, se determină cu relația:

$$Q = 2\pi h k s / \ln(R / r_{echiv}) \quad \text{unde:}$$

h – este grosimea saturată inițială a acviferului (m);

k – este conductivitatea acviferului (m/zi);

s – reprezintă denivelarea impusă (m);

r_{echiv} – este raza puțului mare echivalent;

R – reprezintă raza unui foraj care pentru un acvifer cu nivel liber poate fi estimată cu ajutorul relației lui Kusakin:

$R = 2s_0 \sqrt{kh}$, în care s_0 reprezintă denivelarea din foraj iar restul notațiilor au aceeași semnificație ca anterior.

Debitul maxim admisibil al unui foraj se calculează cu relația:

$$Q_{max} = 2\pi h_f r_0 v_{adm} \quad \text{unde:}$$

h_f – este lungimea filtrului în interiorul acviferului;

r_0 – este raza forajului;

v_{adm} – este viteza maximă admisibilă de intrare a apei în filtre pentru a se evita înnisiparea forajului. Viteza

admisibilă poate fi calculată cu relația $v_{adm} = \sqrt{k} / 15$.

Numărul final de foraje care vor induce denivelarea impusă în interiorul incintei, prin poziționarea acestora echidistant pe contur, se va calcula ca raport între

Tabel 5 - Variante epuizante

	k	nr foraje	Q_fora j	Q_tota l	Volum de apă pompat zilnic
	(m/zi)		(l/s)	(l/s)	(mc)
varianta 1	20	16	1,7	68	5.875
varianta 2	5	16	0,7	180	15.550
varianta 3	1	22	0,2	280	24.200

Rezultă că:

- **în varianta 1 de calcul**, pentru coborârea nivelului cu 2,4 m în interiorul incintei cu o suprafață de circa 6000 m² este necesară executarea a 16 foraje pe conturul incintei, care să fie pompate continuu cu un debit de circa 1,7 l/s fiecare. Volumul de apă pompat zilnic pentru menținerea nivelului în poziție coborâtă va fi de circa 2350 m³;

- **în varianta 2 de calcul** (conductivitate hidraulică de 5 m/zi), pentru a obține același efect, numărul de foraje va fi de tot de 16, dar debitul de lucru al unui foraj de 0,7 l/s, iar volumul zilnic extras va fi de circa 970 m³;

- **în a 3 - a variantă**, urmare a valorilor de conductivitate scăzute, rezultă debite mici de funcționare ale forajelor și raze de influență reduse ale pomparei. Prin urmare realizarea asecării prin intermediul unui grup de foraje devine ineficientă în acest caz. Pentru evacuarea apei din interiorul incintei, se vor realiza 6-8 bașe perimetrare din care va fi pompată apa subterană acumulată. Debitul zilnic evacuat nu ar trebui să depășească 300-400 m³.

Dacă se ține cont de faptul că săpătura finală nu va intercepta orizontul necoeziv și că depozitele slab permeabile de deasupra orizontului nisipos au valori de conductivitate cu cel puțin un ordin de mărime mai mic decât în cazul nisipurilor, este de așteptat ca debitele vehiculate prin acestea să nu depășească 3-4 l/s, pe toată suprafața incintei, adică un volum zilnic de evacuat

de circa 300 m³. Prin urmare, chiar și în variantele 1 și 2, dacă depozitele coezive ce separă vatra săpăturii generale de orizontul necoeziv sunt continue și cu valori reduse de conductivitate, drenarea incintei s-ar putea realiza doar prin intermediul unor bașe. Lămurirea acestor aspecte ce țin de condițiile hidrogeologice locale se poate realiza doar prin intermediul unor investigații specifice in situ.

Menționăm că toate rezultatele prezentate sunt orientative, ele fiind influențate în mod direct de valorile alese pentru parametri hidrogeologici ai acviferului, parametri care în cazul de față au fost selectați din literatura de specialitate, funcție de descrierile litologice și analizele de granulometrie disponibile.

Pentru creșterea acurateții acestor calcule considerăm că se impune realizarea unui test de pompare in situ, în urma căruia să poată fi determinate mai precis valorile parametrilor acviferului din zona investigată.

5.2.1.3. O a treia variantă de fundare, ar putea fi fundarea directă pe teren îmbunătățit prin intermediul coloanelor de balast, după cum urmează:

5.2.1.3.1. Se va realiza o săpătură generală până la adâncimea de 2,00 m față de CTA, sau +92,00 față de NMN, după care vor fi introduse în teren coloanele de balast vibropresat, pentru a îmbunătăți terenul de sub viitoarele fundații, precum și sub pardosea. Coloanele vor fi executate prin dislocuire sau cu sapă ș nec folosind tubul metalic de inventar ($\phi=400 - 600$ mm). Îmbunătățirea se poate realiza și cu ajutorul ploturilor sau piloților din balast folosind tehnologiile recomandate în cadrul normativului C29/85.

5.2.1.3.2. Coloanele vor fi introduse până la adâncimea de 5,00 m față de CTA, sau +89,00 m față de NMN și vor fi încastrate în stratul de nisip fin, nisip prăfos, argilă prăfoasă nisipoasă sau praf argilos nisipos.

5.2.1.3.3. Lucrările de îmbunătățire ale terenului se vor executa, verifica și recepționa pe baza unui caiet de sarcini întocmit de proiectant ținând seama de prevederile normativelor C24/IV-85, C29/VII-96, C56-85 și de legislația în vigoare.

5.2.1.4. **O a patra variantă de fundare ar putea fi fundarea indirectă prin intermediul piloților din beton armat**, considerând următoarele:

5.2.1.4.1. Se va realiza o săpătură generală până la adâncimea de 2,00 m față de CTA, sau +92,00 față de NMN după care vor fi introduși în teren piloții din beton armat, până la adâncimea de 5,0 m față de CTA, sau +89,00 m față de NMN. Aceștia vor fi încastrați în stratul de nisip fin, nisip prăfos, argilă prăfoasă nisipoasă sau praf argilos nisipos.

5.2.1.4.2. În zona pardoselii, piloții se vor dispune mai rar, în comparație cu zonele unde vor fi realizate fundațiile.

5.2.2. **Pentru placa de pardosea a magazinului**, se recomandă înlocuirea stratului de suprafață, pe o adâncime de cca. 1,00 m. După eliminarea acestui strat, se vor efectua teste cu placa statică și se vor determina Ev1 și Ev2, iar stratificația de sub placa de pardoseală (umplutură antropică, organizată), se va dimensiona în baza acestor informații și în baza temei de proiectare.

5.2.3. **Pentru zona parcarilor și a drumurilor de acces:**

5.2.3.1. Terenul de fundare va fi considerat stratul de argilă, argilă prăfoasă, cafenie, cenușie.

5.2.3.2. Adâncimea de fundare optimă pentru patul drumurilor și parcarilor propuse va fi apreciată de proiectantul de specialitate. Totuși, se recomandă adoptarea unei adâncimi minime de fundare de 0,80 – 0,90 m față de CTA (**$D_{f \min} = 0,80 - 0,90 \text{ m}$**).

5.2.3.3. Având în vedere caracteristicile pământurilor din cuprinsul zonei active a drumurilor și parcarilor propuse,

recomandăm folosirea în calcul a unei presiuni convenționale de bază de maximum $\overline{p_{conv}} = 160 \text{ kPa}$.

- Cu ocazia realizării proiectării drumurilor de acces și a parcarilor, se pot avea în vedere următoarele:
 - Amplasamentul este situat în zona cu tip climatic I (- 20 - 0 I_{mp} - conform STAS1709/1-90);
 - Argila / argila prăfoasă sunt de tip P5. Din punctul de vedere al gradului de sensibilitate la îngheț aceste straturi sunt foarte sensibile la îngheț (conform STAS1709/2-90);
 - În cadrul proiectului, se recomandă prevederea de șanțuri sau rigole, de o parte și de cealaltă a acestora, pentru colectarea și evacuarea apelor meteorice în afara zonei drumului;
 - Pentru încadrarea terenului funcție de rezistența la săpare (Indicator de norme de deviz TS/1981) pământurile se pot încadra astfel :
 - săpătura mecanică teren categoria II-III.
 - Se va asigura compactarea pământurilor din patul sistemelor rutiere cu utilaje adecvate;
 - La umpluturile din pământuri omogene realizate și compactate în mod organizat se recomandă determinarea caracteristicilor de compactare pe tipul de teren din groapa de împrumut (analize proctor).
 - Vor fi luate măsuri pentru asigurarea rezistenței sistemului rutier la acțiunea înghețului și dezghețului repetat, prin lucrări de drenaje corespunzătoare, precum și prin folosirea unui substrat de materiale rezistente la îngheț.

5.2.4. În zona drumurilor destinate traficului greu, se recomandă stabilizarea stratului de la baza săpăturii, în situ.

5.3. Pentru construcția proiectată, în vederea preluării eforturilor suplimentare care pot rezulta ca urmare a unor tasări diferențiate se recomandă adoptarea unor măsuri de sporire a rigidității fundațiilor conform Normativ NP 112- 04 în funcție de tipul de structură ales: fundațiile izolate din beton armat se vor lega între ele cu grinzii de legătură din beton armat. Rămâne la latitudinea proiectantului oportunitatea prevederii unei soluții similare.

5.4. Având în vedere nivelul freatic maxim apreciat (vezi cap. 4.) și adâncimea minimă de fundare recomandată, apreciem următoarele clase de expunere a betonului în funcție de acțiunile datorate mediului înconjurător în conformitate cu **NE 012-1:2007, tabelul 1a** în funcție de următoarele variante de fundații: **XC2** pentru fundații exterioare situate sub adâncimea de îngheț și fundații interioare, respectiv **XC4+XF1** pentru fundații exterioare situate deasupra nivelului de îngheț.

5.5. Pentru execuția săpăturilor pentru fundații se recomandă alegerea unei perioade sărace în precipitații. În cazul în care apa se infiltrează totuși în șanțurile fundațiilor, având în vedere natura coezivă a terenului de fundare, ea va fi evacuată prin epuizamente directe, dintr-un șanț săpat perpendicular pe șanțurile pentru fundații, sau o bașă realizată din lemn, sau metal în care se va introduce o pompă cu ajutorul căreia se va pompa apa din săpătură.

5.6. Eventuale umpluturi locale sau alte pământuri slabe (de consistență moale sau afânate) se vor îndepărta, în trepte, la execuție, urmând a se asigura încăstrarea fundației cu minim 0,2 m în terenul bun de fundare.

5.7. Pentru încadrarea terenului funcție de rezistența la săpare (Indicator de norme de deviz TS/1981) pământurile se pot încadra astfel :
- săpătura mecanizată teren categoria II

5.8. Având în vedere planeitatea amplasamentului, stabilitatea terenului este asigurată. Totuși, lucrările de săpături, sprijiniri, umpluturi, eventual epuizamente etc. se vor executa cu respectarea normativelor în vigoare cu privire la aceste lucrări (C169-83, Ts etc.).

5.9. După realizarea săpăturilor pentru fundații, înainte de turnarea betonului, se va solicita prezența geotehnicianului pentru avizarea terenului de fundare. Anunțul se va face cu minim 5 zile înainte.

5.10. În această documentație sunt prezentate interpretări și recomandări profesionale. Ele sunt bazate parțial pe evaluarea informațiilor de ordin tehnic, parțial pe alte documentații geotehnice pentru amplasamente limitrofe și parțial pe experiența noastră generală asupra condițiilor geotehnice din zonă. Trebuie reținut faptul că forajele pot să nu reprezinte potențiale condiții nefavorabile de fundare, care pot apărea între acestea. Dacă în timpul execuției sunt întâlnite condiții

stratigrafice care diferă de cele prezentate în această documentație geotehnică, sau regimul de înălțime sau structura construcțiilor proiectate se schimbă, trebuie să fim imediat anunțați, în sensul de a putea evalua efectele, dacă sunt, asupra comportării terenului de fundare și implicit ale noii structuri.

5.11. Recomandările prezentate în această documentație sunt aplicabile doar acestui amplasament. Aceste date nu pot fi folosite în alte scopuri sau pentru alte construcții.

Întocmit,
ing. Robert MIHAI

Verificat,
prof. dr. ing. Marin MARIN



NORMATIVE ȘI BIBLIOGRAFIE

NP 074 : 2014 Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții

SR EN 1997-1:2006 Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 1: Reguli generale

SR EN 1997-2:2007 Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului

SR EN ISO 14688-1:2004 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Identificare și descriere

SR EN ISO 14688-2:2005 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare

SR EN ISO 14688-2:2006 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare

SR EN ISO 22476-2:2006 Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 2: Încercare de penetrare dinamică

STAS 3300/1-85 Teren de fundare. Principii generale de calcul

STAS 3300/2-85 Teren de fundare. Calculul terenului de fundare în cazul fundării directe

NP 112 : 2014 Normativ privind proiectarea fundațiilor de suprafață

P100-1/2013 Cod de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri

STAS 6054/77 Adâncimi maxime de îngheț