

# STUDIU GEOTEHNIC



PENTRU  
REALIZARE  
PARC FOTOVOLTAIC ÎN  
JUDEȚUL TULCEA,  
MUNICIPIUL TULCEA,  
STR. TABEREI, NR. FN,  
NC 32461

# STUDIU GEOTEHNIC

PENTRU

REALIZARE PARC FOTOVOLTAIC ÎN JUDEȚUL TULCEA,  
MUNICIPIUL TULCEA, STR. TABEREI, NR. FN, NC 32461

***BENEFICIAR:*** U.A.T. MUNICIPIUL TULCEA

***EXEMPLAR NR.:*** 3

## LISTĂ DE SEMNĂTURI

**ADMINISTRATOR:** Mihai – Alexandru SAMOILĂ

**PROIECTANȚI:** Dr. Ing. Geolog Mihai – Alexandru SAMOILĂ

Ing. Cristian Gabriel SAMOILĂ

FEBRUARIE 2022

## ***BORDEROU DE PIESE SCRISE ȘI DESENATE***

### ***A. PIESE SCRISE***

Pagina de față	1
Lista de semnături	2
Borderou de piese	3
Studiu geotehnic	4

### ***B. PIESE DESENATE***

- Planșa 1 – Plan de încadrare în zonă, scara 1: 25.000
- Planșa 2 – Harta geologică a Institutului Geologic, scara 1: 50.000
- Planșa 3 – Plan de situație, scara 1 : 2.000
- Planșa 4 – Profilul geotehnic al forajului numărul 1, scara 1: 50
- Planșa 5 – Profilul geotehnic al forajului numărul 2, scara 1: 50
- Planșa 6 – Profilul geotehnic al forajului numărul 3, scara 1: 50
- Planșa 7 – Profilul forajului geotehnic nr. 1 cu rezultatele încercărilor de laborator
- Planșa 8 – Profilul forajului geotehnic nr. 2 cu rezultatele încercărilor de laborator
- Planșa 9 – Profilul forajului geotehnic nr. 3 cu rezultatele încercărilor de laborator

Prezentul studiu geotehnic a fost întocmit în conformitate cu prevederile NP – 074/2014: “Normativ privind principiile, exigențele și metodele cercetării geotehnice a terenului de fundare”, cu reglementările tehnice, standardele conexe în vigoare și literatura de specialitate specifică zonei cercetate.

- Harta geologică a Institutului Geologic, scara 1: 200.000, foaia Tulcea;
- Analele Universității București, Geografie (2003) – autori Nicolae Popescu, Mihai Ielenicz (*Relieful Podișul Dobrogei – Caracteristici și evoluție*), Sterie Ciulache, Vasile Torică (*Clima Dobrogei*), Liliana Zaharia, Ion Pișota (*Apele Dobrogei*);
- Planul de management actualizat al fluviului Dunărea, Deltei Dunării, spațiului hidrografic Dobrogea și apelor costiere, Administrația Națională Apele Române, Administrația Bazinală de Apă Dobrogea Litoral;
- STAS 6054-77: Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului României;
- STAS 3950-81: Geotehnica. Terminologie, simboluri și unități de măsură;
- STAS 1242/4-85: Teren de fundare. Cercetări geotehnice executate în pământuri;
- STAS 1242/3-87: Teren de fundare. Cercetarea prin sondaje deschise executate în pământuri;
- STAS 1242/5-88: Teren de fundare. Cercetarea terenului prin penetrare dinamică în foraj;
- STAS 1243-88: Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor;
- C 241-92: Metodologie de determinare a caracteristicilor dinamice ale terenului de fundare la solicitări seismice;
- ENV 1997 – 1:1994 Eurocod 7 – proiectarea geotehnică Partea 1 – Reguli generale;
- ENV 1998 – 1:1994 Eurocod 8 - Prevederi de proiectare a structurilor rezistente la cutremur. Partea 1 – Reguli generale;
- ENV 1997 – 2:1999 Eurocod 7. Partea 2 – Proiectarea geotehnică asistată de încercări de laborator;
- ENV 1997 – 3:1999 Eurocod 7. Partea 3 – Proiectarea geotehnică asistată de încercări de teren;
- Legea nr. 575/noiembrie 2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a V-a – Zone de risc natural;
- NP 112 – 14 – Normativ pentru proiectarea structurilor de fundare directă;
- NP 125 – 2010 – Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire;
- NP 126 – 2010 – Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri cu umflări și contracții mari;
- P 100 / 1 – 2013 – Cod de proiectare seismică - Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri.

## 1. DATE GENERALE

### *a) Denumirea și amplasarea lucrării*

Denumirea proiectului este: „**Realizare parc fotovoltaic în județul Tulcea, municipiul Tulcea, str. Taberei, nr. fn, NC 32461**”.

Amplasamentul este situat în zona de nord-vest a municipiului Tulcea. Accesul se realizează prin strada Isacței (DN 22), continuată cu strada Taberei.

### *b) Investitor/Beneficiar : U.A.T. MUNICIPIUL TULCEA*

### *c) Proiectant de specialitate pentru studiul geotehnic:*

- S.C. ROCKWARE UTILITIES S.R.L

### *d) Numele și adresa unităților care au participat la investigarea terenului de fundare:*

- S.C. ROCKWARE UTILITIES S.R.L, Municipiul București, sector 4, Șoseaua Giurgiului nr. 126 A și
- Laboratorul de Geotehnică și Materiale de Construcții, Strada Mihai Eminescu, nr. 132, sector 2 București; Autorizație ISC nr. 3738 din 09.09.2021.

### *e) Date tehnice furnizate de beneficiar sau proiectantul general*

- Certificat de urbanism nr. 734 din 08.12.2021; Plan de situație.

## 2. DATE PRIVIND TERENUL DIN AMPLASAMENT

### *a) Date privind zona seismică*

Din punct de vedere *seismic* conform SR 11100 - 1 / 93, zona studiată se situează în interiorul zonei de gradul 7<sub>1</sub>, pe scara MSK, unde indicele 1 corespunde unei perioade de revenire de 50 ani (minimum).

Conform reglementării tehnice „Cod de proiectare seismică - Partea I - Prevederi de proiectare pentru clădiri”, indicativ P 100/1 – 2013, amplasamentul prezintă o valoare de vârf a accelerației terenului  $a_g = 0.20 - 25$  g, pentru cutremure cu intervalul mediu de recurență  $IMR = 225$  ani, cu 20% probabilitate de depășire în 50 ani.

Perioada de control (colț) a spectrului de răspuns  $T_c = 0.7$  sec.

### *b) Date geologice generale*

Din punct de vedere *geo - tectonic*, zona studiată face parte din unitatea structurală majoră a Orogenului Nord Dobrogean, subunitatea Pânzei de Tulcea în care se identifică un fundament alcătuit din roci cristaline paleozoice și un înveliș sedimentar triasic, străpuns de riolite și porfire (planșa 2).

## Paleozoic

### *Formațiuni metamorfice presiluriene (Pts – Pz<sub>1</sub>)*

Aceste depozite sunt reprezentate prin șisturi cristaline epimetamorfice constituite dintr-o alternanță de meta-graywacke cu șisturi sericito-cloritoase, urmate de un complex filitic-cuarțitic grafitos. Asemenea epimetamorfite se întâlnesc în Dealul Redi de la sud de Tulcea. În partea sudică a Dealului Redi, șisturile cristaline epimetamorfice sunt afectate și transformate în șisturi micacee cu biotit și șisturi micacee cuarțitice. La Tulcea-Monument și la Tulcea Veche, de sub conglomeratele triasice apar șisturi filito-cuarțitice, adesea roșiatice.

În unitatea Tulcea, depozitele paleozoice aparțin unui ciclu de sedimentare corespunzător intervalului Silurian – Devonian.

### *Silurian (S)*

Depozitele siluriene cuprind un orizont inferior (100 – 200 m) de calcare negre ampelitice și un orizont superior de șisturi argiloase, filitoase, cenușii. Din cauza metamorfismului slab incipient, resturile organice sunt foarte rare.

Depozite aparținând Silurianului aflorează pe arii foarte restrânse în Dealul Redi, unde se dispun peste șisturile cristaline epimetamorfice și suportă depozite eotriasice.

### *Devonian (D)*

Devonianul inferior se regăsește pe teritoriul munților Măcinului și este constituit dintr-o alternanță de cuarțite, șisturi ardeziene și calcare cenușii cu o faună de crinoide, trilobiți și brahiopode.

Devonianul mediu apare în lungul brațului Sf. Gheorghe unde este constituit din următoarea succesiune stratigrafică:

- complexul inferior, reprezentat prin depozite de fliș (alternanță ritmică de gresii cuarțitice și calcaroase, siltite și șisturi argiloase, cu intercalații de calcare cu conodonte;
- complexul median, alcătuit din șisturi și calcare fin granulare, cenușii, care conțin conodonte;
- complexul superior, silicolitic, format din șisturi verzui, uneori cu intercalații de roci diabazice, șisturi silicioase, jaspuri și lidite.

Toate aceste depozite sunt străbătute de filoane de porfire.

În aceeași zonă, la vest de localitatea Isaccea, de sub depozitele triasice, apar șisturi filitoase cenușiu-verzui, calcare cenușii cu conodonte, cu intercalații de diabaze. Pe baza conodontelor identificate s-au atribuit aceste depozite părții inferioare a Devonianului superior.

Formațiunile învelișului alpin includ depozite sedimentare predominant calcaroase care aparțin, în cea mai mare parte, Triasicului și într-o mai mică

măsură Jurasicului. Primele au o largă răspândire, motiv pentru care unitatea Tulcea a mai fost desemnată sub numele de zona triasică.

#### *Werfenian ( $T_1$ )*

Triasicul inferior se așterne transgresiv și discordant peste fundamentul cristalin-paleozoic și începe cu conglomerate poligene în care este remanată întreaga gamă de roci care alcătuiește fundamentul. Conglomeratele trec spre partea superioară la gresii cuarțoase albe, cu intercalații de argile șiistoase de culoare roșie. Adesea se întâlnesc și gresii violacee sau pătate.

La Tulcea Veche, deasupra conglomeratelor sau a gresiilor urmează un pachet de strate reprezentat prin gresii argiloase de culoare închisă, șisturi argiloase și șisturi calcaroase.

#### *Anisian – Ladinian ( $T_2$ )*

Triasicul mediu are o largă dezvoltare în zona Tulcea și este reprezentat prin depozite exclusiv carbonatice. În general, Triasicul mediu este alcătuit din calcare de obicei masive, de culoare albicioasă până la cenușie. Adesea se întâlnesc și calcare roșiatice.

#### *Carnian ( $cr$ )*

Depozitele Triasicului superior urmează în continuitate de sedimentare peste calcarele Triasicului mediu și se remarcă printr-o schimbare pronunțată de facies. Ele sunt reprezentate prin calcare în plăci cu silexite și cu intercalații de șisturi argiloase (bine deschise la Agighiol – Dealul Căușa).

#### *Pleistocen mediu – superior ( $qp_2^2 - qp_3$ )*

Formațiunile paleozoice și mezozoice din Dobrogea de Nord sunt acoperite de o pătură de depozite loessoide, constituite din prafuri nisipoase argiloase, gălbui, cu concrețiuni calcaroase și cu particule milimetrice din rocile de fundament. Grosimea depozitelor loessoide variază între 5 – 15 m. Ele au fost atribuite unui interval stratigrafic ce include partea superioară a Pleistocenului mediu și Pleistocenul superior. Depozitele loessoide afloră pe cea mai mare suprafață a teritoriului administrativ.

#### *Holocen superior ( $qh_2$ )*

Holocenul superior afloră în partea de nord a teritoriului administrativ și este reprezentat de aluviunile grosiere și fine ale luncii și deltei Dunării. Aluviunile din baza luncilor sunt alcătuite din nisipuri, pietrișuri și bolovănișuri, cu grosimi de 10 – 18 m, iar aluviunile fine din depozite argiloase nisipoase, uneori cu intercalații de mълuri, având grosimi cuprinse între 10 – 13 m.

### ***Tectonica***

Dobrogea de Nord, cunoscută și sub denumirea de orogenul nord-dobrogean, se caracterizează prin formațiuni geosinclinale paleozoice, parțial metamorfozate și străbătute de numeroase intruziuni granitice hercinice, precum și prin depozite geosinclinale triasice și liasice, cutate în orogeneza chimerică

veche. Se disting două unități tectonice: zona paleozoică a munților Măcin și zona triasică a Tulcei, ambele fiind acoperite în partea sudică a Dobrogei de Nord de bazinul Babadag.

Zona triasică (Tulcea) este cuprinsă între falia Luncavița – Consul la vest și falia care marchează la nord prima treaptă de scufundare a Dobrogei de Nord, falie care este marcată de depozitele Deltei Dunării. Această zonă se prezintă în ansamblu ca un sinclinoriu, rezultat al mișcărilor chimerice vechi în care se păstrează și cutele mai vechi (hercinice). Structurile se înmănunchiază spre NV și se desfac în evantai spre SE, făcându-se astfel trecerea de la direcția NV – SE la direcția E – V, cu o ușoară arcuire spre nord.

### ***c) Cadrul geomorfologic, hidrografic și hidrogeologic***

Din punct de vedere ***geomorfologic***, municipiul Tulcea este situat în unitatea majoră de relief Podișul Dobrogei, la contactul dintre Podișul Dobrogei de Nord (Dealurile Tulcei) și Delta Dunării.

Podișul Dobrogei se prezintă ca un podiș relativ rigid, format pe roci vechi (șisturi verzi, granite) și structuri sedimentare mezozoice și neozoice, puternic erodat de acțiunea îndelungată a factorilor modelatori externi, ușor ondulat și cu altitudini relativ reduse. În nord, relieful este colinar, pe când în centru și sud domină platourile. Altitudinile cele mai mari, 300 – 400 m (467 m în munții Măcinului), se înregistrează în jumătatea nord-vestică a podișului, de unde ele coboară spre sud până la 150 – 200 m, iar spre laturile dunăreană și maritimă până la 10 – 40 m.

Subunitățile principale ale Podișului Dobrogei sunt Podișul Dobrogei de Nord, Podișul Dobrogei Centrale și Podișul Dobrogei de Sud, separate de falii profunde.

Podișul Dobrogei de Nord se caracterizează printr-o mare complexitate geomorfologică rezultată din varietatea geostructurală și litologică, eroziunea diferențială dirijată frecvent de aliniamentele tectonice și structurale și de amplitudinile diferite ale mișcărilor de înălțare și coborâre facilitate de faliile cu orientare V – E și NV – SE. Aranjamentele structurale și tectonice stabilite în urma orogenezelor hercinică și chimerică au fost cauza principală a direcționării culmilor și văilor principale ce alcătuiesc relieful major al Podișului Dobrogei de Nord. Aceste influențe sunt mult mai evidente în Munții Măcinului și Podișul Niculițel, unde orientarea lor este NV – SE, conform aliniamentelor structurale, decât în Dealurile Tulcei și Podișul Babadag, unde sunt mai puțin ordonate (G. M. Murgoci, 1912). De asemenea, mișcărilor tectonice au condus și la o asimetrie altimetrică a Dobrogei de Nord, în sensul că cele mai mari înălțimi (350 – 400 m) sunt întâlnite pe latura vestică, de unde acestea scad către Lacul Razelm până la 15 – 50 m.

Dealurile Tulcei reprezintă cea mai întinsă și cea mai joasă regiune a Dobrogei de Nord, altitudinea lor medie fiind de numai 64 m. Înălțimile sub

100 m ocupă circa 88% din suprafața acestora, iar celor de 200 – 270 le revine doar 0.04%.

Dealurile Tulcei sunt rezultatul unei îndelungate activități de modelare a agenților externi, în urma căreia s-a format un relief de dealuri joase, mărginite de versanți prelungi, cu pante reduse, din asocierea cărora au rezultat câmpii de pedimentare dominate de martori de eroziune, tociți, cu aspect insular și înecați în propriul detritus sau în cuvertura de loess.

Înclinarea generală de la nord la sud și plasarea cumpenei de ape în dealurile nordice au impus reliefului o netă asimetrie, marcată și de caracterul văilor care îl fragmentează. Pe latura nordică, unde versantul dunărean este scurt și puternic înclinat, s-au format doar bazine torențiale mici cu pantă mare (10 – 15%), care au impus și fragmentarea mai accentuată a reliefului. În schimb spre sud s-au format bazine hidrografice mai mari, ale căror văi sunt largi, cu pante reduse (0.3 – 0.5%), versanți prelungi și puțin înclinați.

Dealurile Tulcei au aspectul de „dealuri” relativ fragmentate numai atunci când sunt privite dinspre Lunca și Delta Dunării. Atunci, în prim-plan apare versantul dunărean al acestora, al cărei amplitudine altimetrică este de 150 – 200 m, în partea vestică și centrală, și numai de 50 – 70 m, în extremitatea estică.

Teritoriul municipiului Tulcea are aspect de amfiteatru cu fața spre Dunăre, fiind înconjurat de un număr de șapte coline cu altitudini reduse (100 – 200 m), dar cele care îl circumscriu cel mai de aproape sunt: Hora Tepe la nord-est, Dealul Carierei la dus-est, Dealul Mare la sud și Dealul Taberei.

Orașul se poate înscrie și în limitele mai largi ale apelor care formează jurul său un inel întrerupt numai în partea sa sudică. Astfel, la nord se află cotul format spre sud de Brațul Tulcea al Dunării, la est lacul Zaghen, iar la vest bălțile Somovei.

Așadar, teritoriul administrativ al municipiului Tulcea se extinde de pe culmile și versanții Dealurilor Tulcei până pe malul stâng al Dunării, în porțiunea de luncă din interiorul cotului brațului Tulcea unde se află localitatea componentă Tudor Vladimirescu.

Delta Dunării este aria depresionară formată între gurile de vărsare ale fluviului și se întinde de la Ceatalul Chilia (8 km amonte de Tulcea), unde se desparte brațul Chilia spre nord-est (stânga), de brațul Tulcea spre sud-est (dreapta), până la litoralul Mării Negre. O altă difluentă a apelor Dunării este la Ceatal Sfântu Gheorghe situat la 8 km în aval de municipiul Tulcea, unde brațul Tulcea se desparte în brațul Sulina și brațul Sfântu Gheorghe.

În Delta Dunării se disting pe de o parte forme pozitive de relief, constituite din promontoriile platoului Bugeacului, grindurile fluviale, formațiunile de acumulare litorală formate prin juxtapunerea a numeroase cordoane litorale vechi (grindurile marine) și cordoanele litorale actuale, iar pe

de altă parte formele negative de relief acoperite de apă, care alcătuiesc rețeaua hidrografică a Deltei.

Circa 20.5% din arealul Deltei Dunării se află situat sub nivelul Mării Negre. Restul arealului deltei cuprinde suprafețe cu altitudini pozitive cuprinse între 0 și 1 m în proporție de 54.5% și respectiv cu altitudini cuprinse între 1 și 2 m, pe circa 18 % din areal. Altitudinea medie a reliefului Deltei Dunării este de circa 0.5 m.

Din punct de vedere *hidrografic*, municipiul Tulcea se situează în bazinul hidrografic al fluviului Dunărea.

Particularitățile elementelor cadrului natural al Dobrogei, cu precădere cele de ordin geologic, geomorfologic și climatic, imprimă rețelei hidrografice și regimului hidrologic al cursurilor de apă, caracteristici ce nu se mai regăsesc în nici o altă regiune a țării. Astfel, rețeaua hidrografică ce drenează teritoriul Dobrogei prezintă o densitate medie redusă ( $0.1 - 0.2 \text{ km/km}^2$ ) și este constituită din râuri scurte (a căror lungime, depășește doar în trei cazuri 50 km), cu debite lichide scăzute (sub  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ) și regim torențial de scurgere.

Bazinele hidrografice ale râurilor dobrogene au altitudini medii ce rar depășesc 200 m și suprafețe reduse, de ordinul zecilor și sutelor de  $\text{km}^2$ . Cele mai dezvoltate sunt bazinele Casimcei ( $740 \text{ km}^2$ ), Taiței ( $591 \text{ km}^2$ ) și Slavei ( $356 \text{ km}^2$ ).

Aspectul general al rețelei hidrografice este divergent. Cursurile de apă își au originea în partea centrală a Dobrogei și au direcții diferite. Ele sunt tributare fie fluviului Dunărea (și aparțin bazinului Dunării), fie Mării Negre (și aparțin bazinului Litoral).

Dunărea este al doilea fluviu ca lungime și debit din Europa (după Volga), curgând prin 10 țări și 4 capitale de stat. Pe teritoriul țării noastre, cursul inferior al fluviului se desfășoară pe o distanță de 1075 km între localitățile Baziaș și Sulina, făcând graniță cu Serbia, Bulgaria, Republica Moldova și Ucraina.

Dunărea colectează majoritatea râurilor din România cu excepția celor din Dobrogea și transportă anual aproximativ 60 milioane de tone de aluviuni. La vărsarea în Marea Neagră, formează Delta Dunării.

Fluviul Dunărea mărginește Podișul Dobrogei la vest și nord, pe o lungime de circa 270 km, din amonte de Ostrov până la Pătlăgeanca, de unde începe Delta Dunării, odată cu bifurcarea cursului Dunării în brațele Chilia și Tulcea (în dreptul Ceatalul Chiliei, cunoscut și sub numele de Ceatalul Izmailului). De-a lungul acestui traseu se individualizează două sectoare principale, cu caracteristici morfohidrografice distincte: sectorul Călărași – Brăila și sectorul Brăila – Ceatalul Chiliei. În aval de Ceatalul Chiliei, limita nordică a Podișului Dobrogei o constituie brațul Tulcea, continuat cu brațul Sf. Gheorghe, până către extremitatea estică a peninsulei Dunavăț.

Regimul hidrologic al fluviului Dunărea este relativ uniform; raportul între debitul minim și debitul maxim este de 1/10, comparativ cu regimul cursurilor de ape interioare pentru care raportul amintit anterior variază între 1/200 și 1/2000.

Debitul de apă mediu multianual înregistrat la stația hidrometrică Ceatal Izmail pentru perioada 1930 – 2000 a fost de 6460 m<sup>3</sup>/s, în timp ce debitul mediu multianual de aluviuni în suspensie a fost de 1358 kg/s.

În sectorul de bazin hidrografic al Dunării aferent municipiului Tulcea există o suprafață importantă acoperită cu lucii de apă din care se remarcă prezența a două lacuri naturale de luncă Ciuperca, cu o suprafață de 31 ha și un volum de apă de 0.310 mil. m<sup>3</sup>, și Zaghen, cu o suprafață de 180 ha și un volum de 0.937 mil. m<sup>3</sup>.

Rețeaua hidrografică secundară prezintă o densitate redusă în zona investigată, fiind reprezentată prin câteva pâraie scurte (4 – 8 km), cu debite lichide scăzute și regim torențial de scurgere.

Pe versantul sudic al culmii deluroase care înconjoară orașul se află câțiva afluenți pe stânga ai văilor Cataloi și Tulcei, care se scurg către lacul de la Agighiol. În nord, către Dunăre, rețeaua hidrografică este mult mai deasă, firele de vale din zona obârșiiilor atingând densități de 3 km/km<sup>2</sup> până la 5 km/km<sup>2</sup>, valorile fiind mai reduse în vest, unde talvegurile sunt relativ lineare și mult mai mari în partea centrală și estică a teritoriului administrativ, unde firele de vale sunt mai sinuoase și confluențele mai dese. Cele mai importante bazine sunt, de la vest la est, văile tributare lacului Cășla, afluenții lacului Ciuperca, Valea Lipca și afluenții acesteia, la care se adaugă un bazin hidrografic mai mare afluent al Lacului Zaghen și Valea Jurca. Talvegurile acestor văi sunt înclinate, înguste, cu versanți strânși, adesea terasați, în zona de obârșie și cu talveguri largi, cu pantă foarte mică, aluvionate, în zona de vărsare.

Din punct de vedere **hidrogeologic**, la nivelul municipiului Tulcea au fost identificate două structuri acvifere și anume:

- *corpul de apă subterană de tip mixt (freatic și de adâncime) RODL01 Tulcea*, de tip carstic, localizat în depozite calcaroase triasice, situate la sud de orașul Tulcea, în lungul Dunării. Stratul acoperitor este constituit din depozite loessoide de grosime variabilă dar, în general, mică; pe suprafețe relativ extinse acestea chiar lipsesc iar depozitele triasice aflurează de sub sol;
- *corpul de apă subterană freatică RODL09 Dobrogea de Nord*, de tip poros –permeabil, cantonat în aluviuni actuale atribuite Holocenului superior, în depozite loessoide (Pleistocen superior – Holocen), în loess (Pleistocen mediu – Pleistocen superior) sau la limita dintre loessuri și partea terminală alterată a calcarelor sau a șisturilor verzi. Datorită constituției litologice, caracteristicilor geomorfologice și

condițiilor structural-tectonice, corpul prezintă mari variații de ordin cantitativ și calitativ, atât pe orizontală cât și pe verticală.

Sursa principală de alimentare cu apă a municipiului Tulcea este fluviul Dunărea. Captarea apei se realizează prin 4 criburi amplasate în albia Dunării la Mila Marină 42+500 metri, adică la circa 6 km amonte de municipiul Tulcea, apa brută fiind pompată de la captare la stația de tratare amplasată în intravilan pentru potabilizare.

#### d) Date climatice

Din punct de vedere al sectoarelor de climă, municipiul Tulcea se caracterizează printr-un climat temperat continental cu nuanțe de excesivitate accentuate, cu variații mari de temperatură în cursul anului și volum redus de precipitații. Verile în această zonă sunt călduroase și cu vânturi uscate, primăverile sunt scurte și cu regim sărac de precipitații. Toamnele sunt mai lungi și mai călduroase decât în restul țării, iar iernile mai puțin geroase, dar cu schimbări bruște de temperatură.

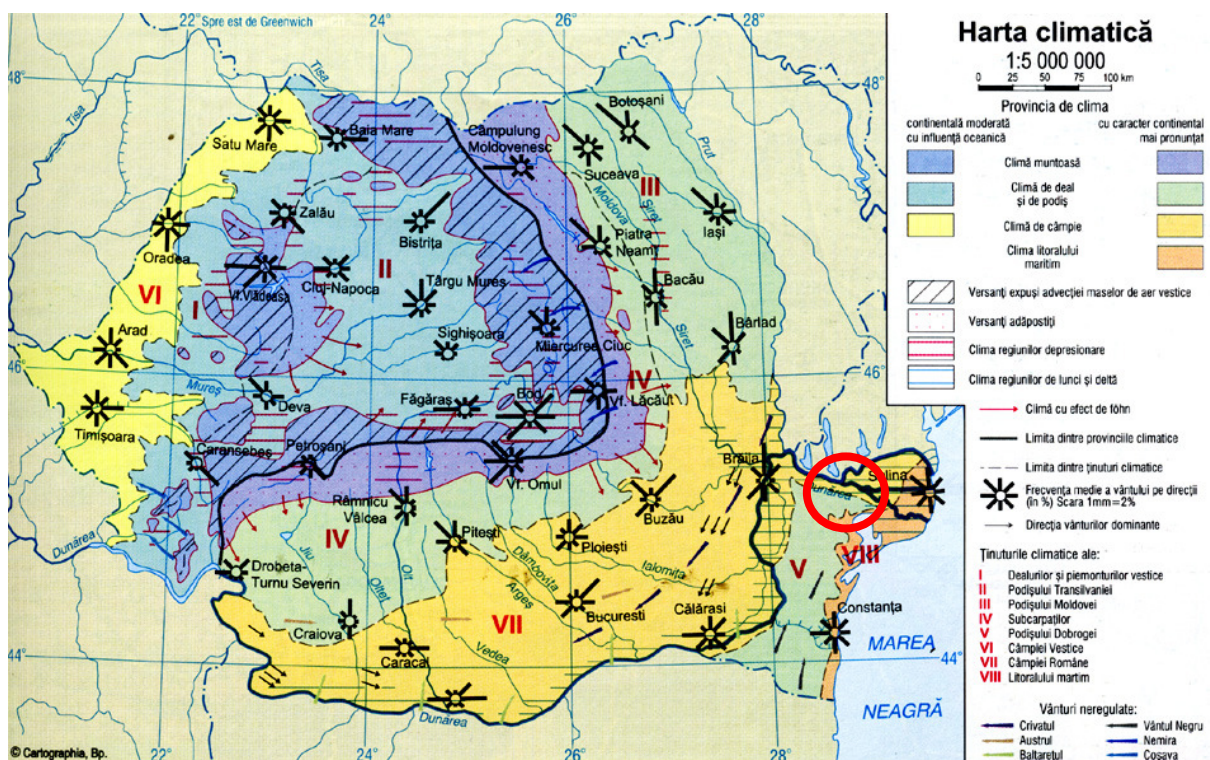


Figura 1 – Harta climatică a României

Temperatura aerului, ca efect direct al radiației globale foarte ridicate, este mai mare decât oriunde altundeva în România, făcând din Dobrogea cel mai cald teritoriu al țării. Temperatura medie anuală înregistrată la stația meteorologică Tulcea este de 11°C, fiind comparabilă doar cu valorile înregistrate în lunca Dunării.

Izotermele lunii ianuarie indică o scădere treptată a temperaturii medii a lunii celei mai reci, pe măsura îndepărtării de bazinul acvatic al Mării Negre.

Astfel, sectorul situat în extremitatea sud-estică, la sud de Constanța, înregistrează temperaturi mai mari de 1°C, fâșia centrală orientată SV – NE are valori cuprinse între 0 și -1°C, iar sectorul vestic are medii care coboară foarte puțin sub -1°C. La nivelul municipiului Tulcea, temperatura medie a lunii ianuarie este în jur de -1.5°C.

Minima absolută înregistrată la Tulcea a fost de -27.2°C în anul 1963.

Temperatura medie a lunii celei mai calde, iulie, se situează în jurul valorii de 22°C (+22.7°C la Tulcea). Maximele termice absolute sunt sub 40°C pe țărmul mării (38.5°C la Constanța, în 1947; 37.5°C la Mangalia, în 2000; 37.5°C la Sulina, în 1946; 36.3°C la Sf. Gheorghe, în 1967), dar depășesc această valoare în interiorul uscatului (41.0°C la Medgidia și Adamclisi, în 2000; 41.7°C la Hârșova, în 2000).

Precipitațiile, în cantități reduse, prezintă variații anuale cuprinse între 400 și 450 mm. Regimul anual al cantităților medii lunare de precipitații evidențiază o perioadă mai ploioasă la sfârșitul primăverii și începutul verii (luna cu cea mai mare cantitate medie fiind iunie), respectiv un minim pluviometric în lunile ianuarie și februarie, regiunea fiind dominată în bună măsură de aerul polar continental dinspre nord și nord-est, cu conținut sărac de vapori de apă.

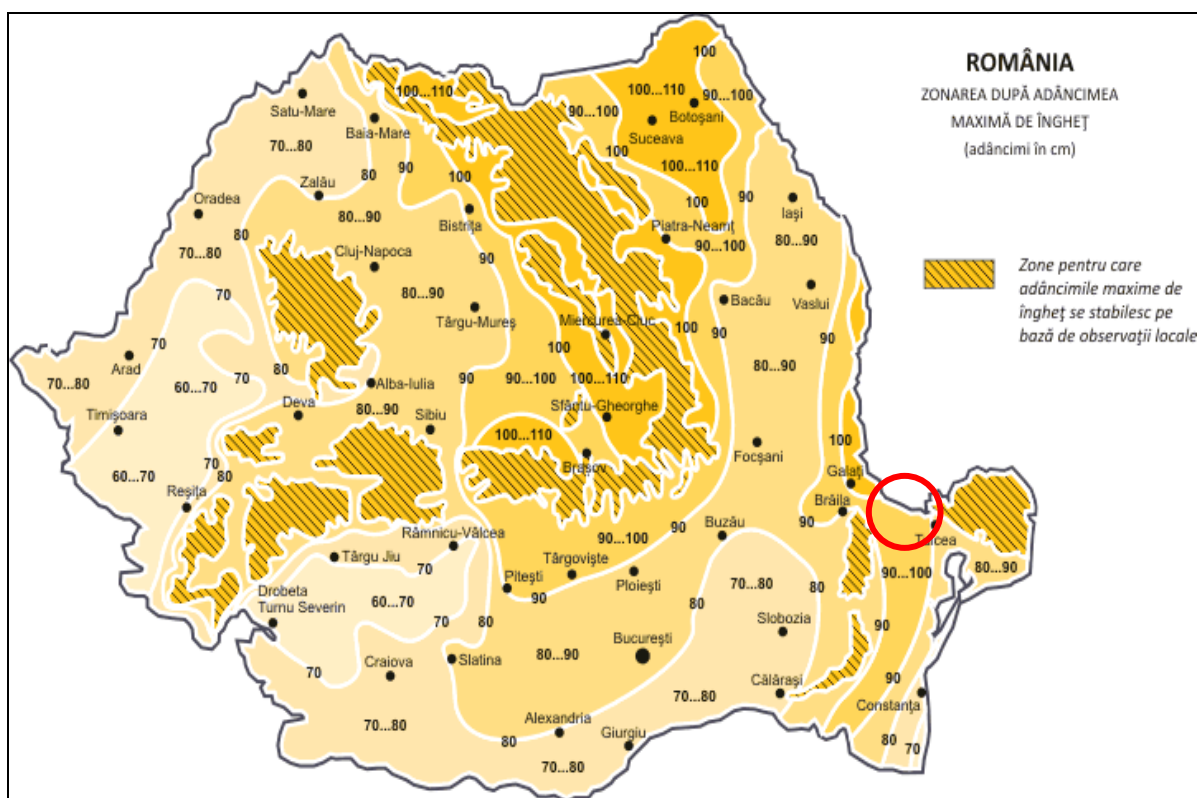


Figura 2 – Adâncimea maximă de îngheț (STAS 6054/87)

Adâncimea maximă de îngheț are valori cuprinse între 0.90 – 1.00 m conform STAS 6054 – 77 – Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului României.

Numărul mediu al zilelor de iarnă este în jur de 20, iar numărul mediu anual al zilelor cu îngheț de circa 80.

Prima zi cu ninsoare se produce după 10 decembrie (adică mai târziu decât în oricare altă regiune a țării), iar ultima între 10 – 20 martie (adică foarte devreme). Situația este similară și în cazul primei zile cu strat de zăpadă, care se înregistrează, în medie, după 20 decembrie, și al ultimei zile cu strat de zăpadă, care e, de regulă, anterioară datei de 1 martie. În intervalul respectiv, se înregistrează în medie 10 – 15 zile cu ninsoare. Drept consecință, și numărul mediu anual al zilelor cu strat de zăpadă este cel mai mic din țară (30 – 40 zile). Grosimile medii decadice ale stratului de zăpadă sunt mai mici decât în restul țării (sub 5 cm), dar în timpul viscolelor, troienele acumulate în areale adăpostite pot ajunge între 40 și 80 cm, fiind, de asemenea, mici, în comparație cu celelalte regiuni ale României.

Conform Cod de proiectare – Evaluarea acțiunii zăpezii asupra construcțiilor, indicativ CR-1-1-3/2012, amplasamentul prezintă o valoare caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol  $s_k = 2.5 \text{ kN/m}^2$ .

Vântul este, alături de temperatură și precipitații, al treilea element meteorologic esențial care particularizează clima Dobrogei. Din cauza situației sale geografice în raport cu mării curenți barici de acțiune atmosferică (mai ales Anticicloul Euro-Siberian sau Est-European și Depresiunea Mediteraneană), a reliefului relativ uniform și cu altitudini mici, a proximității Mării Negre și a dispunerii Carpaților Românești, Dobrogea își merită și calificativul de „cea mai vântoasă” regiune a țării (în sistemul de referință al regiunilor de deal și câmpie). Aceasta, deoarece aici se înregistrează cele mai mari valori medii ale frecvenței și vitezei vânturilor, precum și furtuni violente cu consecințe nefaste.

Pe latura nordică și în interiorul uscatului, ierarhia frecvenței vânturilor pe cele opt direcții cardinale și intercardinale se complică, datorită, cu precădere, unor caracteristici ale câmpului baric, în primul caz, și unor caracteristici ale reliefului, în al doilea caz.

Vitezele medii anuale ale vântului sunt sensibil mai mari decât în alte regiuni ale țării, mai ales la stațiile meteorologice de pe litoral. Ele scad sensibil la stațiile din Dobrogea continentală, dar rămân totuși superioare celor din alte regiuni de podiș ale țării.

La Tulcea, cele mai mari frecvențe ale vântului revin direcțiilor NV (16.9%), N (14.6%) și S (10%), iar viteza medie anuală este cuprinsă între 3.3 – 4.9m/s. Frecvența calmului atmosferic înregistrează o valoare de 23.4%.

Conform Cod de proiectare – Evaluarea acțiunii vântului asupra construcțiilor Indicativ CR-1-1-4/2012, valoarea de referință a presiunii dinamice a vântului  $q_b = 0.6 \text{ kPa}$  având  $IMR = 50$  ani. Conform tabel 2.1. pentru categoria de teren III, lungimea de rugozitate  $z_0 = 0.3$  și  $z_{min} = 5.00 \text{ m}$ .

*e) Istoricul amplasamentului și situația actuală*

La data deplasării în teren amplasamentul era liber de construcții fiind folosit în trecut cu destinație islaz. La limita de nord a amplasamentului, în apropierea forajului F.1, terenul a fost erodat pe suprafețe și cu amplitudini relativ mari.

*f) Condiții referitoare la vecinătățile lucrării*

Investitia proiectată se va realiza la o distanță mai mare de 5 m față de construcțiile existente, rezultând astfel un **risc redus**.

*g) Încadrarea obiectivului în „Zone de risc”*

Încadrarea în zonele de risc natural, la nivel de macrozonare, a ariei pe care se găsește terenul cercetat s-a făcut în conformitate cu Monitorul Oficial al României: Legea nr. 575/noiembrie 2001 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a V-a – Zone de risc natural.

Riscul este o estimare matematică a probabilității producerii de pierderi umane și materiale pe o perioadă de referință viitoare și într-o zonă dată pentru un anumit tip de dezastru.

Factorii de risc analizați sunt: litologic, geomorfologic, structural, hidrologic și climatic, hidrogeologic, seismic și antropic.

Din punct de vedere **geomorfologic**, terenul este aproximativ plan cu mici denivelari de origine antropică, stabil **fără risc de alunecare**.

Din punct de vedere **litologic - geotehnic**, forajele executate au interceptat pământuri slab coezive ce se încadrează la terenuri medii și dificile de fundare, cu compresibilitate mare, **risc moderat – major**.

**Structural**, zona se caracterizează prin strate orizontale fără o tectonică complicată - **fără riscuri**.

**Hidrologic și climatic**, aria studiată se încadrează în zone cu cantități de precipitații cuprinse între 100 – 150 mm în 24 de ore, fără potențial de risc la fenomenele de inundabilitate.

Din punct de vedere **hidrogeologic**, nivelul hidrostatic se situează la adâncimi mai mari de 6.00 m – **risc redus**.

**Seismic**, amplasamentul studiat este situat într-o zonă cu intensitate seismică  $7_1$  pe scara MSK unde indicele 1 reprezintă o perioadă de revenire de cca. 50 ani – **risc seismic mare**.

**Antropic**, terenul a fost folosit în trecut cu destinația islaz. Există riscul interceptării de umpluturi antropice îngropate și diverse tipuri de rețele în funcțiune sau dezafectate. Terenul este traversat de la nord la sud de o linie de înalta tensiune – **risc major**.

### 3. PREZENTAREA INFORMAȚIILOR GEOTEHNICE

#### *a) Prezentarea lucrărilor de teren efectuate*

Pentru stabilirea caracteristicilor geotehnice și a litologiei terenului de fundare în zonă s-a executat o prospecțiune geologo – geotehnică de mare detaliu, s-au consultat lucrările de specialitate și documentațiile elaborate anterior în zonă și s-au executat pe amplasamentul propus 3 (trei) foraje geotehnice până la adâncimea de 6.00 m.

Amplasarea în teren a lucrărilor geotehnice executate este conform planului de situație, planșa 3.

#### *b) Metodele, utilajele și aparatura folosite*

Pentru realizarea forajului a fost folosită instalația Auger set pentru pământuri neomogene și omogene, produsă de Eijkelkamp Olanda, instalația de foraj model RKS, producător Nordmeyer Germania și BT 120C, producător Stihl.

#### *c) Datele calendaristice între care s-au efectuat lucrările de teren*

Lucrările de cercetare geotehnică au fost executate în luna februarie 2022, care se poate considera deficitară din punct de vedere al precipitațiilor.

#### *d) Stratificația pusă în evidență*

Stratificația interceptată în forajul geotehnic este specifică zonei studiate, fiind reprezentată prin loessuri și depozite loessoide.

Descrierea litologică a forajelor geotehnice este prezentată în continuare.



Foto 1 – Succesiunea litologică interceptată în forajul geotehnic numărul 1

### **FORAJUL 1**

- 0.00 – 0.10 m Sol vegetal;  
0.10 – 1.00 m Nisip prafos cafeniu, indesare medie, uscat;  
1.00 – 6.00 m Nisip prafos - praf cafeniu gălbui deschis, uscat, indesare medie, tare.



Foto 2 – Succesiunea litologică interceptată în forajul geotehnic numărul 2



Foto 3 – Succesiunea litologică interceptată în forajul geotehnic numărul 3

**FORAJUL 2**

0.00 – 0.10 m	Sol vegetal;
0.10 – 1.50 m	Nisip prafos cafeniu, indesare medie, uscat;
1.50 – 6.00 m	Nisip prafos – praf cafeniu gălbui deschis, uscat, indesare medie tare.

**FORAJUL 3**

0.00 – 1.00 m	Nisip prafos cafeniu galbui, indesare medie, uscat;
1.00 – 1.80 m	Nisip prafos cafeniu deschis cu concretii calcaroase, indesare medie, uscat;
1.80 – 6.00 m	Nisip prafos - nisip cafeniu gălbui deschis, uscat, indesare medie, uscat.

***e) Nivelul apei subterane și caracterul stratului acvifer***

Stratul acvifer freatic cu nivel liber nu a fost întâlnit în forajele executate deoarece se situează la adâncimi mai mari de 6.00 m.

Apa nu are influență asupra fundațiilor sau asupra terenului de fundare.

În perioadele cu precipitații abundente nivelul hidrostatic poate să prezinte oscilații nesemnificative.

**4. EVALUAREA INFORMAȚIILOR GEOTEHNICE*****a) Încadrarea lucrării într-o anumită categorie geotehnică***

Încadrarea în *categoryile geotehnice* se face în conformitate cu NP – 074/2014: “Normativ privind principiile, exigențele și metodele cercetării geotehnice a terenului de fundare”.

Categoria geotehnică indică riscul geotehnic la realizarea unei construcții.

Riscul geotehnic depinde de 2 (două) grupe de factori și anume:

- factorii legați de teren, dintre care cei mai importanți sunt condițiile de teren, apa subterană și zona seismică de calcul;
- factorii legați de importanța construcției și de vecinătățile acesteia.

Conform normativului NP 074/2014, anexa A, tabelul A.1.1, A.1.2 și A.1.3, pământurile interceptate în lucrările geotehnice se încadrează la terenuri medii de fundare.

***Nivelul hidrostatic*** nu a fost întâlnit în forajele geotehnice executate. Apa nu are influență asupra fundațiilor sau asupra terenului de fundare.

Evaluarea riscului geotehnic și încadrarea în categoria geotehnică s-a făcut conform elementelor din tabelul următor:

Factori avuți în vedere	Categoriile	Punctaj
Condițiile de teren	Teren medii de fundare	3
Apa subterană	Lucrări fără epuizmente	1
Clasificarea construcției după categoria de importanță	Normală	3
Vecinătăți	Fără riscuri	1
Zona seismică de calcul	$a_g = 0.20g$	2
TOTAL puncte		10

Categoria geotehnică rezultată din corelarea elementelor de mai sus este 2, cu risc geotehnic **moderat**.

***b) Analiza și interpretarea datelor lucrărilor de teren și de laborator***

Din forajele geotehnice au fost recoltate câte 3 (trei) probe tulburate, de la adâncimile de 1.00, 2.00 și 3.00 m. Rezultatele analizelor de laborator sunt prezentate pe planșele 7, 8 și 9.

Pământurile interceptate în forajul geotehnic executat au fost identificate preliminar în momentul execuției, apoi corelate cu rezultatele analizelor de laborator.

Încercările de laborator au urmărit identificarea, caracterizarea și clasificarea pământurilor, precum și determinarea parametrilor mecanici și de deformabilitate conform:

- SR EN ISO 14688-2-2005 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare;
- SR EN ISO 14688-1-2004-AC-2006. Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor;
- SR EN ISO 14688-2-2005-C91-2007 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare.

Conform NP 125 – 2010, **Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire** și a identificărilor preliminare în faza de teren pământurile cu conținut de calcar fin diseminat interceptate de forajul geotehnic se încadrează la pământuri loessoide grupa B, iar situarea lor în zona activă a viitoarelor fundații are influență asupra valorii presiunii convenționale.

***c) Aprecieri privind stabilitatea generală și locală a terenului pe amplasament***

Terenul este plan și stabil, fără potențial de risc cu privire la fenomenele de alunecare.

***d) Adâncimea și sistemul de fundare recomandate, determinate de condițiile hidrogeologice și seismice***

Din analiza datelor hidrogeologice și seismice, rezultă faptul că adâncimea de fundare **trebuie să fie minim 1.00 m**, de la cota terenului actual

sau amenajat, iar fundarea se poate face direct pe terenul natural fără procedee de îmbunătățire.

Daca se va alege varianta de fundarea directă la adâncimea impusă constructiv și cu respectarea adâncimii limită de îngheț pe stratul loessoid, tare, vor fi respectate cateva recomandari:

- **Fundatiile** constructiei proiectate vor fi încastrate corespunzător în terenul de fundare, ultimul strat al săpăturilor și compactarea semi/mecanizata a fundului acestora, făcându-se în ziua turnării betonului de egalizare.
- Conform NP 125 / 2010, privind proiectarea și executarea construcțiilor fundate pe terenuri sensibile la umezire, adâncimea minima de fundare pentru fundatiile exterioare va fi de **-1.50 m**, iar pentru fundatiile interioare de **-1.00 m**, respectiv **-0.80 m** fata de cota pardoselii din demisol/subsol daca și acolo unde acesta există.
- Se va da o atenție sportita laturii de N a amplsamentului, unde fenomenele de eroziune și prabusire sunt active.

***e) Evaluarea presiunii convenționale de bază și a capacității portante***

**Strat de fundare recomandat:** Nisip prafos cafeniu, indesare medie, uscat; Nisip prafos cafeniu galbui, indesare medie, uscat.

**Presiunea convențională** pe stratul de fundare, conform NP 112–14, anexa D, tabelul D4, corelat cu NP 125 – 2010, Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire, este  $P_{conv} = 150$  kPa pentru adâncimi de fundare  $D_f = 2,00$  m și lățimi ale fundațiilor  $B = 1,00$  m.

Conform indicatorului de norme de deviz pentru terasamente  $T_s / 93$ , tabelul nr. 1 pământurile întâlnite în lucrările geotehnice executate se încadrează astfel:

Nr. Crt.	Denumirea pământurilor	Poziția	Proprietăți coezive	Afânarea după executarea săpăturii
1	Sol vegetal	3	slabe	14 – 28 %
2	Praf nisipos	7	slabe	14 – 28 %
3	Praf argilos	16	slabe	8 – 17 %
4	Nisip prăfos	13	slab coezive	8 – 17 %

Conform STAS 7335 / 3 - 85 cu privire la agresivitatea terenului față de rețelele metalice îngropate se consideră:

- agresivitate medie – praf argilos, sol vegetal;
- agresivitate redusa – praf nisipos, nisip prafos, nisip.

## 5. CONCLUZII

Din punct de vedere *morfologic*, terenul destinat viitoarei construcții se prezintă plan și stabil, fără potențial de risc cu privire la fenomenele de inundabilitate.

Din punct de vedere *geologic*, zona se caracterizează prin prezența în suprafața a depozitelor de vârstă Pleistocen mediu - superior, reprezentate prin loessuri și depozite loessoide.

Din punct de vedere *geotehnic*, stratificația interceptată de forajele geotehnice executate este prezentată la **Capitolul 3.d – Stratificația pusă în evidență**, pe 3 (trei) profile geotehnice la piesele desenate (planșele 4, 5 și 6) și împreună cu rezultatele analizelor de laborator pe planșele 7, 8 și 9.

*Nivelul hidrostatic* se situează la adâncimi mai mari de 6.00 m și nu are influență asupra fundațiilor sau asupra terenului de fundare.

*Riscul geotehnic* al execuției acestei lucrări este **moderat**.

Prezentul studiu este valabil numai pentru amplasamentul studiat, în scopul realizării proiectului **in faza PUZ: „Realizare parc fotovoltaic în județul Tulcea, municipiul Tulcea, str. Taberei, nr. fn, NC 32461”**. *Folosirea lui pentru alte locații este interzisă*.

La deschiderea săpăturilor, înainte de turnarea betonului de egalizare, se va solicita prezența inginerului geolog pentru avizarea terenului de fundare.

**Întocmit:**

Dr. Ing. Geolog Mihai – Alexandru Samoilă