



Consiliul General al Municipiului București

HOTĂRÂRE

privind aprobarea Studiului de fezabilitate și a indicatorilor tehnico-economici pentru obiectivul de investiții: „Realizarea captării de apă din subteran pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București (Redenumirea poziției: Puț de mare adâncime pentru alimentarea lacului situat în parcul Circului)”

Având în vedere referatul de aprobare al Primarului General al Municipiului București nr. 10886/19.01.2024 și raportul comun de specialitate al Direcției de Mediu nr. 204989/06.12.2023 și al Administrației Lacuri, Parcuri și Agreement București nr. 16854/13.12.2023;

Văzând avizul Comisiei economice, buget, finanțe și credite externe nr. 8/29.01.2024, avizul Comisiei de ecologie, protecția mediului și igienizare nr. 4/29.01.2024 și avizul Comisiei juridice și de disciplină nr. 11/31.01.2024 din cadrul Consiliului General al Municipiului București;

Luând în considerare:

- Nota de fundamentare a Administrației Lacuri, Parcuri și Agreement București nr. 14478/25.10.2023;

- Avizul nr. 77/171910/24.10.2023 al Consiliului Tehnico – Economic din cadrul Primăriei Municipiului București;

În conformitate cu prevederile:

- art. 44 alin. (1) din Legea nr. 273/2006 privind finanțele publice locale, cu modificările și completările ulterioare;

- Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare;

- Legii nr. 50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare;

- Hotărârii Guvernului nr. 907/2016 privind etapele de elaborare și conținutul cadru al documentațiilor tehnico-economice aferente obiectivelor/proiectelor de investiții finanțate din fonduri publice, cu modificările și completările ulterioare;

În temeiul prevederilor art. 129 alin. (2) lit. b) lit. d), alin. (4) lit. d), alin. 7) lit. j) și art. 139 alin. (3) din Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările și completările ulterioare.

CONSILIUL GENERAL AL MUNICIPIULUI BUCUREȘTI

HOTĂRÂȘTE:

Art.1 Se aprobă Studiul de fezabilitate pentru realizarea obiectivului de investiții „Realizarea captării de apă din subteran pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București (Redenumirea poziției: Puț de mare adâncime pentru alimentarea lacului situat în parcul Circului)”, conform anexei nr. 1 care face parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art.2 Se aprobă indicatorii tehnico-economici pentru obiectivul de investiții „Realizarea captării de apă din subteran pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea



necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București (Redenumirea poziției: Puț de mare adâncime pentru alimentarea lacului situat în parcul Circului)", conform anexei nr. 2 care face parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art.3 Finanțarea obiectivului de investiții prevăzut la art. 1 și art. 2 se va efectua din bugetul propriu al Municipiului București prin Administrația Lacuri, Parcuri și Agreement București.

Art.4 Direcțiile din cadrul aparatului de specialitate al Primarului General al Municipiului București și Administrația Lacuri, Parcuri și Agreement București vor aduce la îndeplinire prevederile prezentei hotărâri.

Această hotărâre a fost adoptată în ședința ordinară a Consiliului General al Municipiului București din data de 31.01.2024.

PREȘEDINTE DE ȘEDINȚĂ

Cosmin – Victor Smidhelschi

București, 31/01.2024
Nr. 19



**SECRETAR GENERAL
AL MUNICIPIULUI BUCUREȘTI**
Georgiana Zamfir

INDICATORI TEHNICO-ECONOMICI

aferenți obiectivului de investiții *“Realizarea captării de apă din subteran pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București București (Redenumirea poziției: Puț de mare adâncime pentru alimentarea lacului situat în parcul Circului)”*

a) indicatori maximali, în conformitate cu devizul general:

1. **Valoarea totală (INV), inclusiv TVA: 691.747,23 lei**
Valoare totală fără TVA: 581.965,83 lei
2. **Construcții – montaj (C+M), inclusiv TVA: 462.305,57 lei**
Valoare C+M fără TVA: 388.492,07 lei

b) Indicatori minimali, respectiv indicatori de performanță:

- Debit exploatare FC – 4.1 l/s
- Capacitate pompare stație pompare – 5 l/s.
- Capacitate recomandată rezervoare – 10 mc.
- Debit de alimentare cu apă a lacului din Parcul Circului - $2 \times 3.0 \text{ l/s} = 6.0 \text{ l/s}$

3. **Durata de realizare: 10 luni - proiectare și execuție**

**ADMINISTRAȚIA LACURI,
PARCURI ȘI AGREMENT BUCUREȘTI**

**DIRECTOR GENERAL
Corina Simona BEGA**



Anexa nr. 1. la H.C.G.M.B.

nr. 19 / 31.01.2024

Beneficiar



Prestator:



Universitatea Tehnică
de Construcții București

STUDIU DE FEZABILITATE

pentru forarea unui puț de mare adâncime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului

Contract nr. 11957/06.10.2021



Elaborat:

Șef lucrări dr. ing. Bogdan Luca

Șef lucrări dr. Dragoș Găitănaru



București, 2022



Cuprins

Listă figuri	4
1 Informații generale privind obiectivul de investiții.....	6
1.1 Informații generale privind obiectivul de investiții	6
1.2 Ordonator de credite	6
1.3 Beneficiarul investiției	6
1.4 Elaboratorul studiului de fezabilitate.....	6
2 Situația existentă și necesitatea realizării obiectivului de investiții	7
2.1 Prezentarea contextului: politici, strategii, legislație.	7
2.2 Analiza situației existente și identificarea deficiențelor.....	8
2.3 Analiza cererii de bunuri și servicii, inclusiv prognoze pe termen mediu și lung privind evoluția cererii, în scopul justificării necesității obiectivului de investiții	11
2.4 Obiective preconizate a fi atinse prin realizarea investiției publice	12
3 Identificarea, propunerea și prezentarea a minimum două scenarii/opțiuni tehnico-economice pentru realizarea obiectivului de investiții	13
3.1 Particularități ale amplasamentului	13
3.1.1 Descrierea amplasamentului	13
3.1.2 Orientări propuse față de punctele cardinale și față de punctele de interes naturale sau construite	17
3.1.3 Surse de poluare existente în zonă	17
3.1.4 Date climatice și particularități de relief.....	17
3.1.5 Rețele edilitare	21
3.1.6 Caracteristici geofizice ale terenului din amplasament	23
3.2 Descrierea din punct de vedere tehnic, constructiv, funcțional-arhitectural și tehnologic	36
3.2.1 Caracteristici tehnice și parametri specifici obiectivului de investiții	37
3.2.2 Varianta constructivă de realizare a investiției, cu justificarea alegerii acesteia	37
3.2.3 Echiparea și dotarea specifică funcțiunii propuse.	38
3.3 Costurile estimative ale investiției:	39
3.3.1 Costurile estimate pentru realizarea obiectivului de investiții.....	39
3.3.2 Costurile estimative de operare pe durata normată de viață/de amortizare a investiției publice.....	44
3.4 Studii de specialitate	44
3.5 Grafice orientative de realizare a investiției	45
4 Analiza fiecărui/fiecărei scenarii/opțiuni tehnico-economic(e) propus(e)	46
4.1 Prezentarea cadrului de analiză, inclusiv specificarea perioadei de referință și prezentarea scenariului de referință.....	46



4.2	Analiza vulnerabilităților cauzate de factori de risc, antropici și naturali, inclusiv de schimbări climatice, ce pot afecta investiția.....	46
4.3	Situația utilităților și analiza de consum:.....	48
4.3.1	necesarul de utilități și de relocare/protejare, după caz;	48
4.3.2	soluții pentru asigurarea utilităților necesare.....	48
4.4	Sustenabilitatea realizării obiectivului de investiții:	49
4.4.1	Impactul social și cultural, egalitatea de șanse.....	49
4.4.2	Estimări privind forța de muncă ocupată prin realizarea investiției: în faza de realizare, în faza de operare	49
4.4.3	Impactul asupra factorilor de mediu, inclusiv impactul asupra biodiversității și a siturilor protejate, după caz;.....	49
4.4.4	Impactul obiectivului de investiție raportat la contextul natural și antropic în care acesta se integrează, după caz.	49
4.5	Analiza cererii de bunuri și servicii, care justifică dimensionarea obiectivului de investiții	50
4.6	Analiza financiară, inclusiv calcularea indicatorilor de performanță financiară: fluxul cumulat, valoarea actualizată netă, rata internă de rentabilitate; sustenabilitatea financiară	50
4.7	Analiza economică	53
4.8	Analiza de sensibilitate	53
4.9	Analiza de riscuri, măsuri de prevenire/diminuare a riscurilor	53
5	Scenariul/Optiunea tehnico-economic(ă) optim(ă), recomandat(ă)	54
5.1	Comparația scenariilor/opțiunilor propuse, din punct de vedere tehnic, economic, financiar, al sustenabilității și riscurilor	54
5.2	Selectarea și justificarea scenariului/opțiunii optim(e) recomandat(e)	54
5.3	Descrierea scenariului/opțiunii optim(e) recomandat(e) privind:.....	54
5.3.1	Obținerea și amenajarea terenului;	54
5.3.2	Asigurarea utilităților necesare funcționării obiectivului;.....	54
5.3.3	Soluția tehnică, cuprinzând descrierea, din punct de vedere tehnologic, constructiv, tehnic, funcțional-arhitectural și economic, a principalelor lucrări pentru investiția de bază, corelată cu nivelul calitativ, tehnic și de performanță ce rezultă din indicatorii tehnico-economici propuși;	55
5.4	Principalii indicatori tehnico-economici aferenți obiectivului de investiții:.....	56
5.4.1	Indicatori maximali, respectiv valoarea totală a obiectului de investiții, exprimată în lei, cu TVA și, respectiv, fără TVA, din care construcții-montaj (C+M), în conformitate cu devizul general;.....	56
5.4.2	Indicatori minimali, respectiv indicatori de performanță - elemente fizice/capacități fizice care să indice atingerea țintei obiectivului de investiții - și, după caz, calitativi, în conformitate cu standardele, normativele și reglementările tehnice în vigoare;	56
5.4.3	Indicatori financiari, socioeconomici, de impact, de rezultat/operare, stabiliți în funcție de specificul și ținta fiecărui obiectiv de investiții.....	57



5.4.4	Durata estimată de execuție a obiectivului de investiții, exprimată în luni.	57
5.5	Prezentarea modului în care se asigură conformarea cu reglementările specifice funcțiunii preconizate din punctul de vedere al asigurării tuturor cerințelor fundamentale aplicabile construcției, conform gradului de detaliere al propunerilor tehnice.....	57
5.6	Nominalizarea surselor de finanțare a investiției publice, ca urmare a analizei financiare și economice: fonduri proprii, credite bancare, alocații de la bugetul de stat/bugetul local, credite externe garantate sau contractate de stat, fonduri externe nerambursabile, alte surse legal constituite.	57
6	Urbanism, acorduri și avize conforme	58
6.1	Certificatul de urbanism emis în vederea obținerii autorizației de construire	58
6.2	Extras de carte funciară, cu excepția cazurilor speciale, expres prevăzute de lege ...	58
6.3	Actul administrativ al autorității competente pentru protecția mediului, măsuri de diminuare a impactului, măsuri de compensare, modalitatea de integrare a prevederilor acordului de mediu în documentația tehnico-economică	58
6.4	Avize conforme privind asigurarea utilităților	58
6.5	Studiu topografic, vizat de către Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară	58
6.6	Avize, acorduri și studii specifice, după caz, în funcție de specificul obiectivului de investiții și care pot condiționa soluțiile tehnice.....	58
7	Implementarea investiției	59
7.1	Informații despre entitatea responsabilă cu implementarea investiției	59
7.2	Strategia de implementare, cuprinzând: durata de implementare a obiectivului de investiții (în luni calendaristice), durata de execuție, graficul de implementare a investiției, eșalonarea investiției pe ani, resurse necesare	59
7.3	Strategia de exploatare/operare și întreținere: etape, metode și resurse necesare ...	59
7.4	Recomandări privind asigurarea capacității manageriale și instituționale	60
8	Concluzii și recomandări	60

Listă figuri

Fig. 2-1 Surse de hărți istorice: (A) Dezvoltarea Bucureștilor între 1300 -1831 (după C. Giurescu); (b) Fragment din Charta României Meridionale ; (C) Cadrul Fizic și așezările omenești din aria Bucureșteană (după C. Giurescu); (D) Planul Orașului București 1842 după Vladimir Blaremeberg	8
Fig. 2-2 Detaliu din Planul Orașului București - Ediția oficială 1911 - scara 1:5000	9
Fig. 2-3 Detaliu Hartă Sovietică 1:100.000	10
Fig. 2-4 Model 3D - Parcul Circului	11
Fig. 3-1 Extras de plan cadastral	13
Fig. 3-2 Secțiuni batimetrice de investigare Lacul Circului	14
Fig. 3-3 Secțiune batimetrică SB1	14
Fig. 3-4 Secțiune batimetrică SB2	15
Fig. 3-5 Secțiune batimetrică SB3	15
Fig. 3-6 Secțiune batimetrică SB4	15
Fig. 3-7 Secțiune batimetrică SB5	16

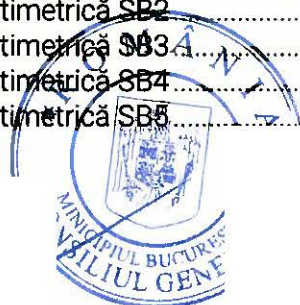


Fig. 3-8 Secțiune batimetrică SB6	16
Fig. 3-9 Secțiune batimetrică SB7	16
Fig. 3-10 Secțiune batimetrică SB8.....	17
Fig. 3-11 Secțiune batimetrică SB8-1	17
Fig. 3-12 Distribuția precipitațiilor medii zilnice (mm/mp).....	18
Fig. 3-13 Distribuția precipitațiilor medii lunare (mm/mp)	19
Fig. 3-14 Distribuția fenomenelor extreme (nr. furtuni).....	19
Fig. 3-15 Variația temperaturii medii anuale pentru Mun. București – Stația Filaret	19
Fig. 3-16 Variația precipitațiilor lunare pentru Mun. București – Stația Filaret.....	20
Fig. 3-17 Coloana stratigrafică sintetică a formațiunilor cuaternare din zona Municipiului București	21
Fig. 3-18 Amplasarea conductelor de canalizare din zona de studiu.....	22
Fig. 3-19 Amplasarea stațiilor de repompare și stațiilor hidrofor care alimentează zona Tei- Colentina	23
Fig. 3-20 Rețeauă de conducte pentru alimentarea cu apă.....	23
Fig. 3-21 Locația secțiunilor geofizice de investigare.....	24
Fig. 3-22 Secțiune geoelectrică SG1	25
Fig. 3-23 Secțiune geoelectrică SG2.....	26
Fig. 3-24 Secțiune geoelectrică SG3	27
Fig. 3-25 Secțiune geoelectrică SG4.....	27
Fig. 3-26 Secțiune geoelectrică SG5.....	28
Fig. 3-27 Zonarea teritoriului României din punctul de vedere al seismicității conform Legii 575/2001	29
Fig. 3-28 Zonarea teritoriului României din punctul de vedere al seismicității conform normativului P100-1/2013.....	29
Fig. 3-29 Harta piezometrică pentru condiții de precipitații abundente a acviferului Colentina din zona de studiu	30
Fig. 3-30 (A)Harta cu poziționarea forajelor și a secțiunilor geologice, (B) Reprezentare 2d a secțiunilor geologice interpretate litostratigrafic	31
Fig. 3-31 Fragment din Raionarea Geothnică a Mun. București.....	33
Fig. 3-32 Foraje de investigație din zona de studiu.....	33
Fig. 3-33 Coloanele litologice ale forajelor de investigații.....	35
Fig. 3-34 Zonarea teritoriului României din punct de vedere al inundațiilor (stânga) și al alunecărilor de teren	35

Listă Anexe - Piese Desenate

Plan de încadrare în zona

Plan de situație

Schema cabina put forat FC



1 Informații generale privind obiectivul de investiții

1.1 Informații generale privind obiectivul de investiții

Conform contractului de prestări servicii nr. 11957/06.10.2021 încheiat între Administrația Lacuri Parcuri și Agrement București și Universitatea Tehnică de Construcții București obiectul principal este reprezentat de întocmirea unui studiu de fezabilitate pentru realizarea alimentării cu apă a Lacului Circului.

În urma cerințelor și necesităților identificare cu beneficiarului s-a conturat ideea necesității asigurării necesarului de apă pentru controlul nivelului apei în Lacul Circului cât și asigurarea sursei pentru irigații în parc. Astfel în prima etapă a acestui contract a fost realizat *studiul hidrologic și hidrogeologic pentru definirea, prin modelare matematică, a opțiunilor de control a nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații în parcul circului din Municipiul București.*

Astfel obiectivul general de investiții al prezentului studiu de fezabilitate îl reprezintă:

- Realizarea captării de apă din subteran pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București.

1.2 Ordonator de credite

- Primăria Municipiului București

1.3 Beneficiarul investiției

- Administrația Lacuri, Parcuri și Agrement București, Șos. București – Ploiești nr.8B, Sector 1, București, Cod Fiscal: 14008314

1.4 Elaboratorul studiului de fezabilitate

- Universitatea Tehnică de Construcții București – Centrul de Cercetare Ingineria Apelor Subterane



2 Situația existentă și necesitatea realizării obiectivului de investiții

2.1 Prezentarea contextului: politici, strategii, legislație.

În România combaterea efectelor negative ale schimbărilor climatice se concretizează la nivel legislativ – politic prin adoptarea unor legi și strategii specifice:

- (1) LEGEA NR. 24/1994 privind ratificarea convenției-cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, semnată la Rio de Janeiro la 5 iunie 1992.
- (2) ORDIN NR. 1170/2008 pentru aprobarea ghidului privind adaptarea la efectele schimbărilor climatice – GASC.
- (3) HOTĂRÂREA GUVERNULUI NR. 529/2013 pentru aprobarea strategiei naționale a României privind schimbările climatice, 2013-2020.

În ceea ce privește situația lacului din Parcul Circului, aceasta se poate încadra la specificațiile privind biodiversitatea (punctul 6.10 din Strategia Națională a României privind schimbările climatice 2013 – 2020) în care este stipulat că:

"Impactul schimbărilor climatice asupra unui teritoriu implică analiza impactului asupra ecosistemelor existente pe acel teritoriu și a relațiilor dintre ele, iar acest impact se suprapune cu presiunile deja exercitate precum poluarea, supraexploatarea, speciile invadatoare, fragmentarea, degradarea sau distrugerea habitatelor.

Măsurile de conservare a biodiversității asigură indirect suport pentru diminuarea efectelor generale ale schimbărilor climatice. Ecosistemele, atât cele terestre, cât și cele acvatice joacă un rol esențial în reglarea climei, prin îndeplinirea rolului lor în absorbția de CO₂ și stocarea și captarea carbonului."

Cu privire la resursele de apă, aceeași strategie punctează faptul că *"pentru a proteja resursele de apă ale României împotriva efectelor schimbărilor climatice trebuie realizate studii de specialitate, care pot servi ca bază pentru măsurile de adaptare la efectele schimbărilor climatice - determinarea vulnerabilității resurselor de apă la schimbările climatice"*.

De asemenea gestiunea sistemului de irigații din Parcul Circului trebuie să se supună condițiilor și cerințelor legale. Astfel Legea nr. 122/2020 ce modifică și completează Legea Apelor din 1996, a introdus următoarea prevedere la articolul 10, aliniatul 4:

"Utilizarea în scop de irigații a apelor subterane este permisă numai în zonele unde nu există ape de suprafață și numai din primul strat acvifer cu potențial hidrogeologic (stratul freatic), pe baza studiilor hidrogeologice întocmite sau expertizate de Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor."

Ținând cont de aceste aspecte legislative, gestiunea resurselor de apă reprezintă un aspect cheie pentru dezvoltarea urbană și adaptarea la schimbările climatice, astfel atingându-se obiectivele de reziliență urbană.

În conformitate cu Regulamentul de Organizare și Funcționare, Administrația Lacuri, Parcuri și Agreement București, are ca principal obiect de activitate administrarea, exploatarea, întreținerea, repararea lacurilor, ștrandurilor și spațiilor verzi.



2.2 Analiza situației existente și identificarea deficiențelor

Amplasamentul studiat în actualul studiu de fezabilitate se află situat în partea de nord a Mun. București, în sectorul 2, delimitat de străzile: Bd. Lacul Tei (la Nord), strada Județului (la Est), Aleea Circului și Spitalul Colentina (la Sud) și strada Dinu Vintilă (la Vest).

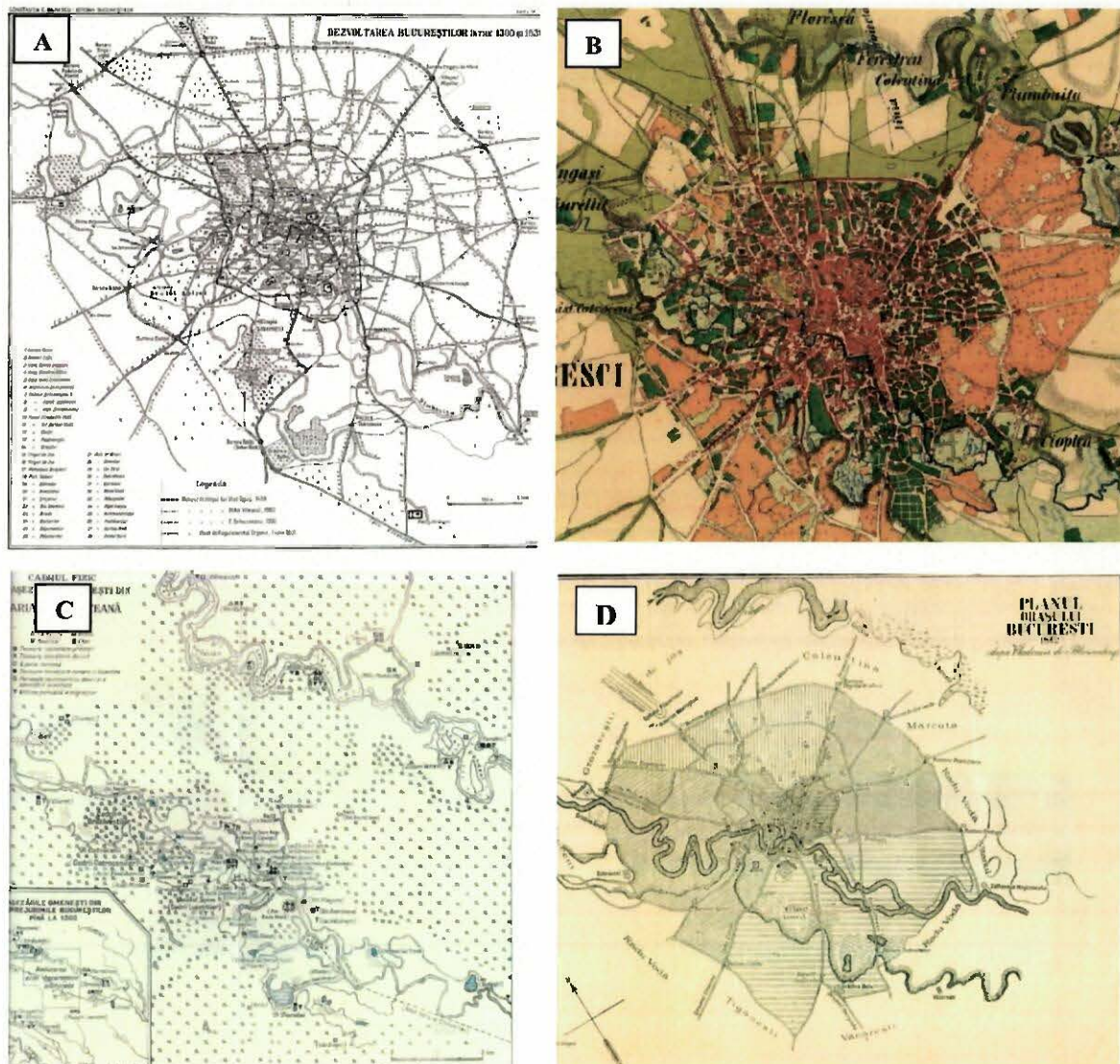


Fig. 2-1 Surse de hărți istorice: (A) Dezvoltarea Bucureștilor între 1300 - 1831 (după C. Giurescu); (b) Fragment din Charta României Meridionale ; (C) Cadrul Fizic și așezările omenești din aria Bucureșteană (după C. Giurescu); (D) Planul Orașului București 1842 după Vladimir Blăreanu.

Parcul Circului este înregistrat cu numărul cadastral 207904 și are o suprafață de aproximativ 26 ha. În cadrul parcului, alături de alei și spații verzi se regăsește și Parcul Circului, alimentat natural din acviferul freatic.

Suprafața actuală ocupată de Parcul Circului și-a schimbat de-a lungul timpului funcțiunea și utilizarea. Până în a doua jumătate a secolului XIX, zona studiată se afla situată în exteriorul limitei intravilane a orașului București (Fig. 2-1).

Pe Charta României Meridionale, se observă în apropierea zonei de studiu un organism hidrologic și un mic lac natural. În restul hărților analizate nu există detalii despre amplasament. În a doua jumătate a secolului XIX în zona studiată se construiește una dintre primele fabrici de cărămidă din București (1865) de către Maxim Tonola¹. Aceasta a funcționat până în perioada interbelică (posibil 1935) exploatând materialul argilos din zonă (Fig. 2-2).

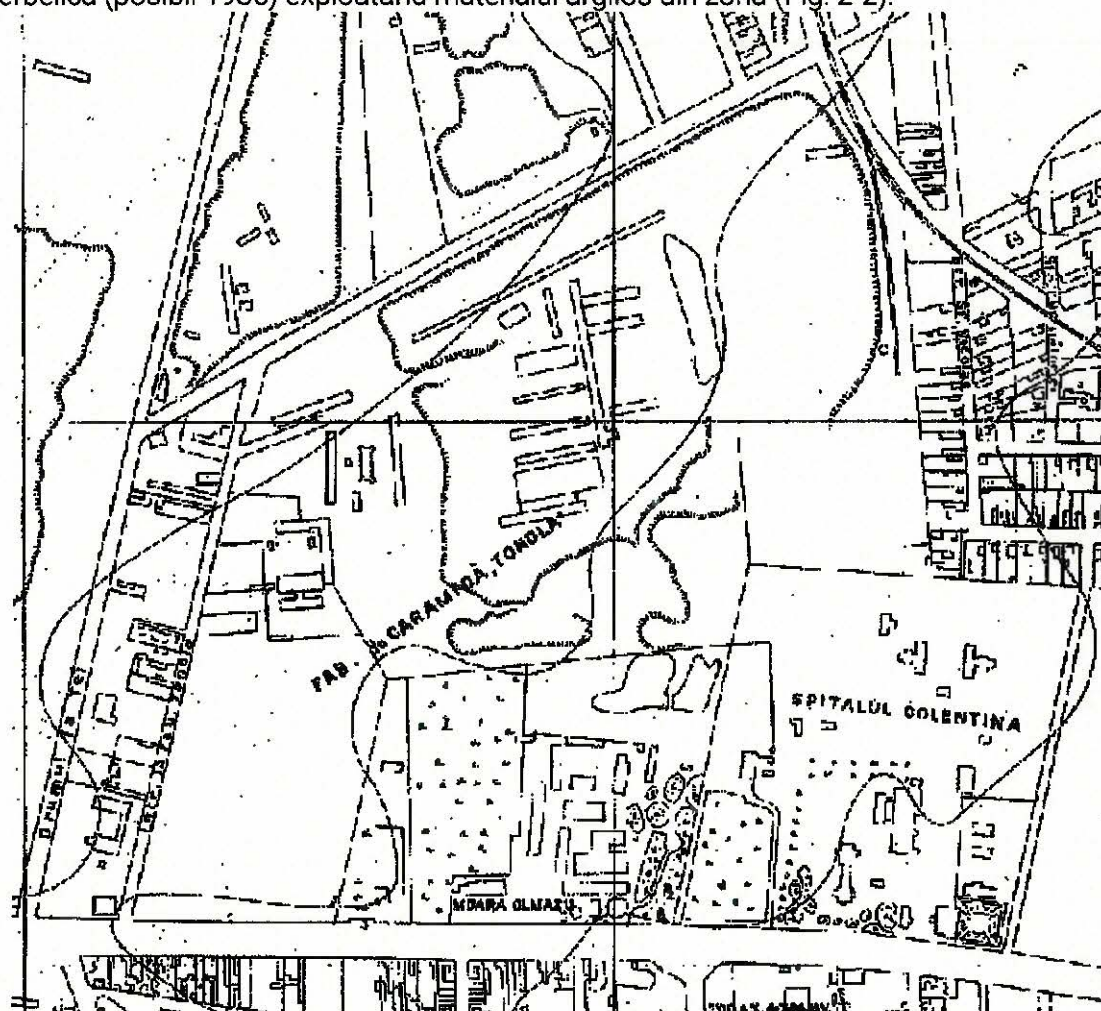


Fig. 2-2 Detaliu din Planul Orașului București - Ediția oficială 1911 - scara 1:5000

După anul 1935 fabrica și groapa de împrumut au fost abandonate și ulterior dezafectate, în locul fostei gropi de împrumut apărând primele semne ale unei acumulări de apă alimentată din orizontul acvifer (Fig. 2-3).



¹ <https://www.rumaniamilitary.ro/inca-o-istorie-aproape-neshtiuta>



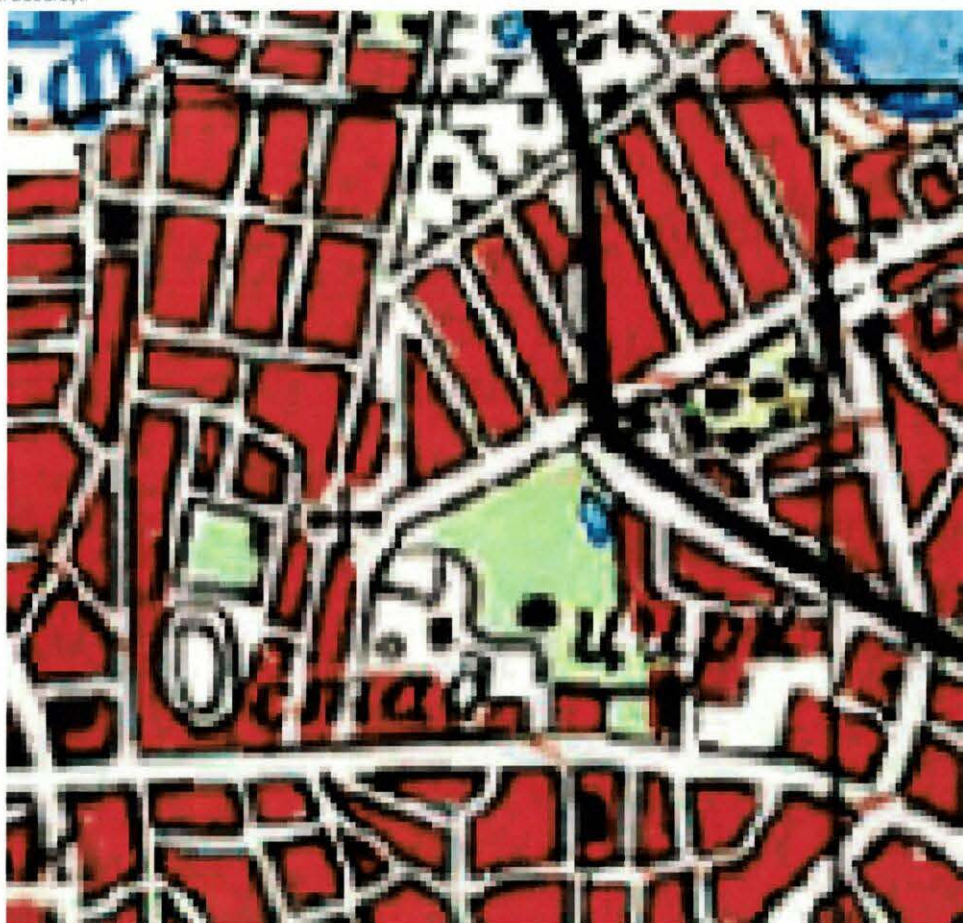


Fig. 2-3 Detaliu Hartă Sovietică 1:100.000

Începând cu anul 1960, sub îndrumarea arhitectului Valentin Donose, se amenajează Parcul Circului de Stat, ocazie cu care se adâncește zona actuală a lacului pentru a crea o suprafață lacustră mărită. Forma lacului este exact dată de tehnologia de excavare folosită.

Lacul din parcul Circului (situat în mijlocul parcului), este un lac alimentat de stratul acvifer Colentina. Acest lac are o suprafață de 0,75 ha. Nivelul de exploatare normală al lacului este de aproximativ 75,00 mdMN.

Din punct de vedere cantitativ Lacul Circului are următoarele caracteristici:

- Adâncimea maximă: 3,5 m
- Adâncimea medie: 1,9 m
- Suprafață luciu de apă: 0,856 ha
- Suprafață cuveta lac: 0,865 ha
- Volum: 16.719 mc
- Perimetru: 368 m
- Panta medie taluz 35%





Fig. 2-4 Model 3D - Parcul Circului

De-a lungul anilor nivelul apei din lac a suferit variații semnificative, fiind afectat din cauza scăderii nivelului piezometric din acviferul Colentina consecință a mai multor factori hidrologici și hidraulici ce influențează bilanțul hidrologic zonal: schimbările climatice manifestate prin reducerea precipitațiilor, reducerea drastică a pierderilor din rețeaua de alimentare cu apă datorată îmbunătățirii rețelei de distribuție a apei potabile în zona studiată, precum și prezența unor sisteme de epuizment presupuse. Scăderea nivelului apei din lac afectează grav flora și fauna locală, precum și întregul peisaj al parcului.

2.3 Analiza cererii de bunuri și servicii, inclusiv prognoze pe termen mediu și lung privind evoluția cererii, în scopul justificării necesității obiectivului de investiții

Realizarea investiției din prezentul studiu de fezabilitate are ca obiect crearea unor servicii și bunuri tangibile, și asigură funcționarea în bune condiții a funcțiilor ecosistemele a parcului și lacului prin asigurarea unui bilanț hidrologic pozitiv.

Prognozele pe termen mediu și lung identifică la nivelul circuitului hidrologic urban o serie de disfuncționalități datorate:

- (1) Schimbărilor climatice – creșterea temperaturilor medii (creșterea evapotranspirației și evaporăției), intensificarea și creșterea numărului de evenimente pluviale ceea ce conduce la o infiltrație eficace mai scăzută (creștere a valorii scurgerii de suprafață).
- (2) Modificările aduse de dezvoltarea urbană – suprafețe impermeabile.



2.4 Obiective preconizate a fi atinse prin realizarea investiției publice

În cazul realizării investiției din Parcul Circului se vor atinge două obiective majore:

- A. Asigurarea controlului nivelului apei în lacul din Parcul Circului – menținerea acestuia la un nivel optim pentru conservarea habitatului natural (inclusiv protecția speciei de lotus egiptean (*Nelumbo nucifera*).
- B. Asigurarea debitelor necesare pentru alimentarea sistemului de irigații din parc -obiectiv ce va asigura funcțiile ecosistemice și de peisaj în cadrul parcului.



3 Identificarea, propunerea și prezentarea a minimum două scenarii/opțiuni tehnico-economice pentru realizarea obiectivului de investiții

3.1 Particularități ale amplasamentului

3.1.1 Descrierea amplasamentului

Amplasamentul studiat în actualul studiu de fezabilitate se află situat în partea de nord a Mun. București, în sectorul 2, delimitat de străzile: Bd. Lacul Tei (la Nord), strada Județului (la Est), Aleea Circului și Spitalul Colentina (la Sud) și strada Dinu Vintilă (la Vest).

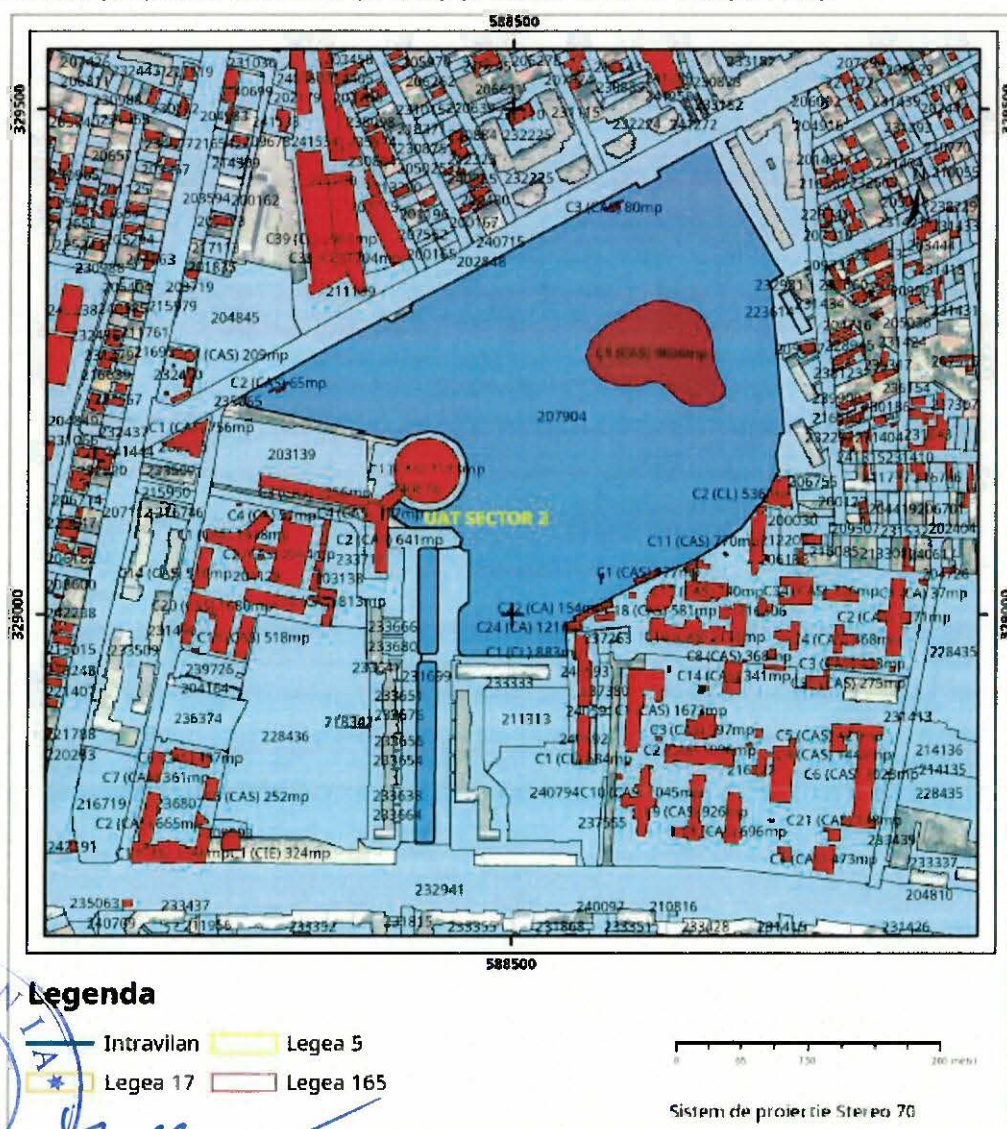


Fig. 3-1 Extras de plan cadastral

Parcul Circului a fost amenajat în anul 1961 având o suprafață de 26 ha, iar lacul aflat în parc având o suprafață de aproximativ 0.75 ha.

Lacul din parcul Circului (situat în mijlocul parcului), este un lac alimentat de stratul acvifer Colentina. Acest lac are o suprafață de 0,75 ha. Nivelul de exploatare normală al lacului este de

aproximativ 75,00 mdMN. Malurile lacului sunt stabilizate de existența vegetației arborescente (chiparoși).

În anul 2015, UTCB a realizat un studiu de evaluare și monitorizare a impactului urban asupra mediului acvatic reprezentat de lacul din Parcul Circului. În cadrul acestui studiu a fost realizată și prima batimetrie a lacului.

În urma măsurătorilor batimetrice a fost realizat modelul 3D (Fig. 2-4) al Lacului din Parcul Circului, secțiuni batimetrice, precum și o hartă batimetrică de detaliu a lacului. Au fost realizate 9 profile batimetrice cu un pas de măsurare a adâncimii de 4 0m. Distribuția spațială a acestor se regăsește Fig. 3-2.

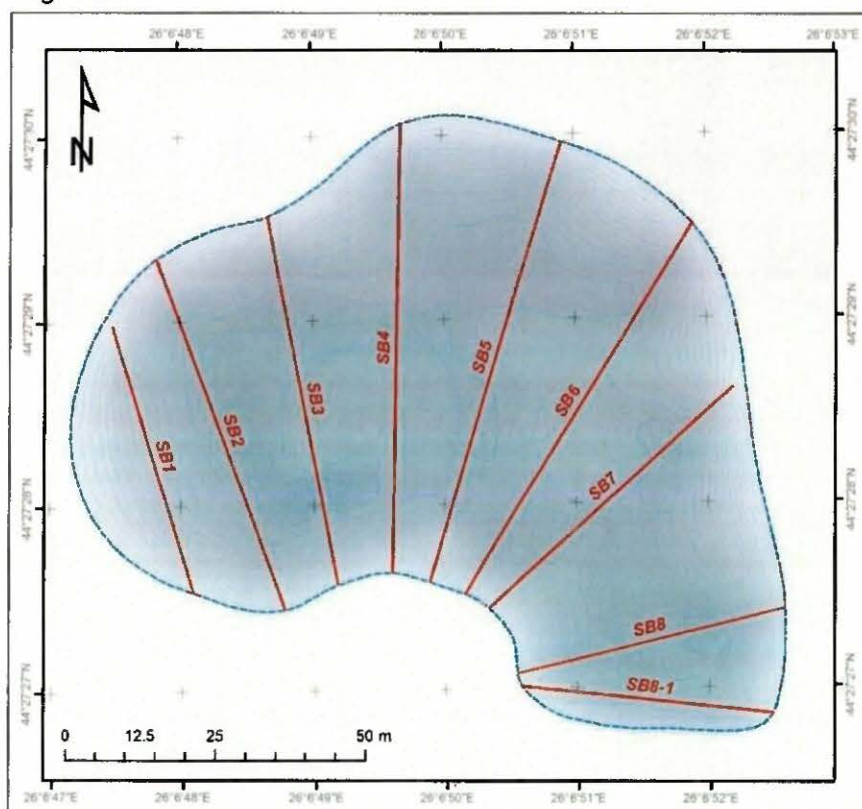


Fig. 3-2 Secțiuni batimetrice de investigare Lacul Circului

Secțiunea batimetrică SB1

Secțiunea batimetrică SB1 (Fig. 3-3) are o lungime totală de 46,5 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 13 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 1,8 m.

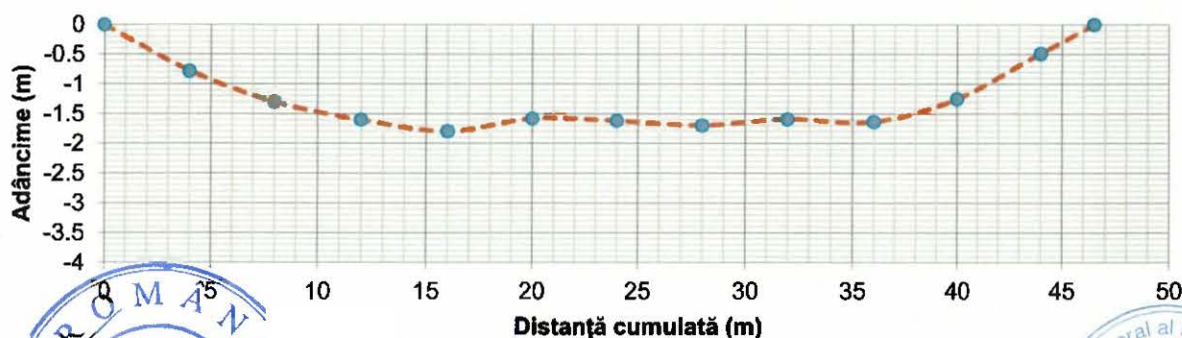


Fig. 3-3 Secțiune batimetrică SB1



Secțiunea batimetrică SB2

Secțiunea batimetrică SB2 (Fig. 3-4) are o lungime totală de 62,4 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 17 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,78 m.

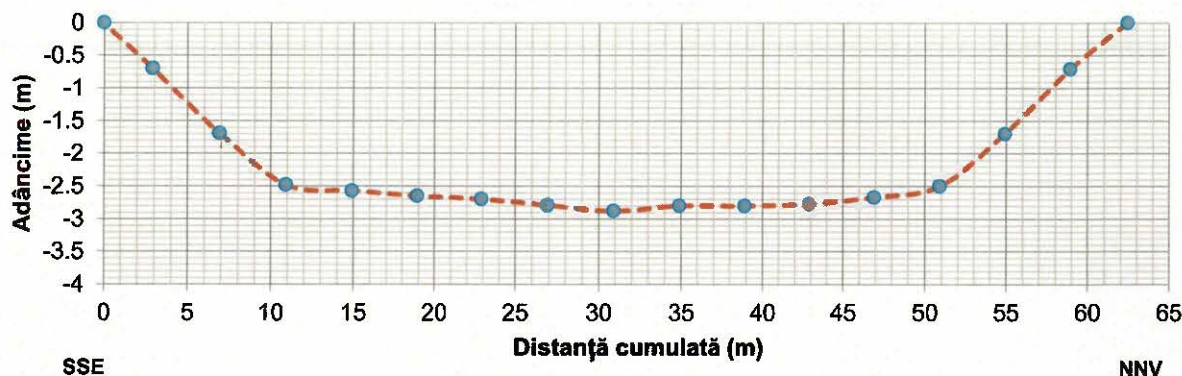


Fig. 3-4 Secțiune batimetrică SB2

Secțiune batimetrică SB3

Secțiunea batimetrică SB3 (Fig. 3-5) are o lungime totală de 62,5 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 17 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 3,57 m.

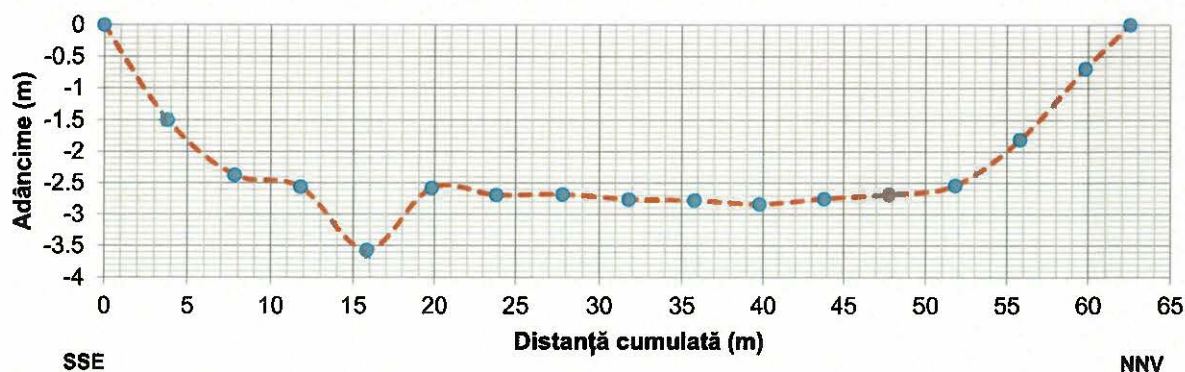


Fig. 3-5 Secțiune batimetrică SB3

Secțiunea batimetrică SB4

Secțiunea batimetrică SB4 (Fig. 3-6) are o lungime totală de 75 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 20 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,56 m.

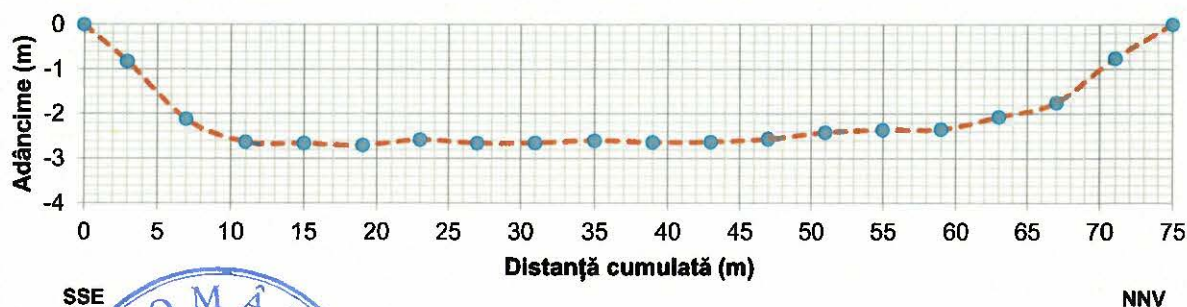


Fig. 3-6 Secțiune batimetrică SB4



Secțiunea batimetrică SB5

Secțiunea batimetrică SB5 (Fig. 3-7) are o lungime totală de 76,8 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 21 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,74 m.

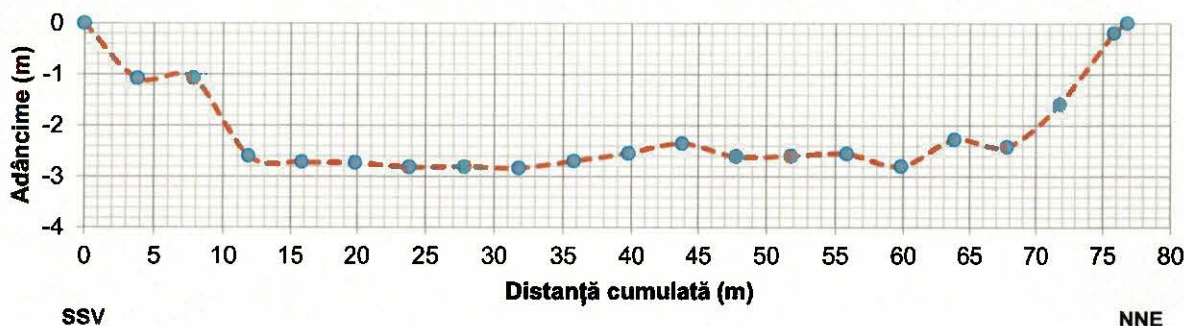


Fig. 3-7 Secțiune batimetrică SB5

Secțiunea batimetrică SB6

Secțiunea batimetrică SB6 (Fig. 3-8) are o lungime totală de 72,7 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 20 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,55m.

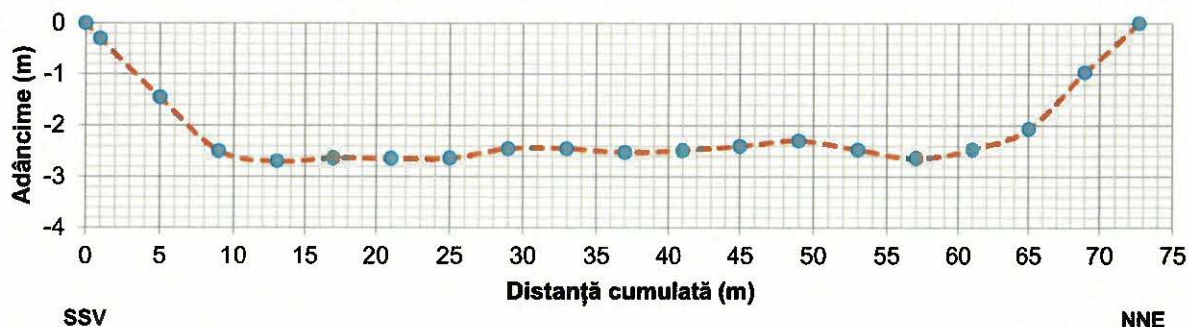


Fig. 3-8 Secțiune batimetrică SB6

Secțiunea batimetrică SB7

Secțiunea batimetrică SB7 (Fig. 3-9) are o lungime totală de 55 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 15 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,72 m.

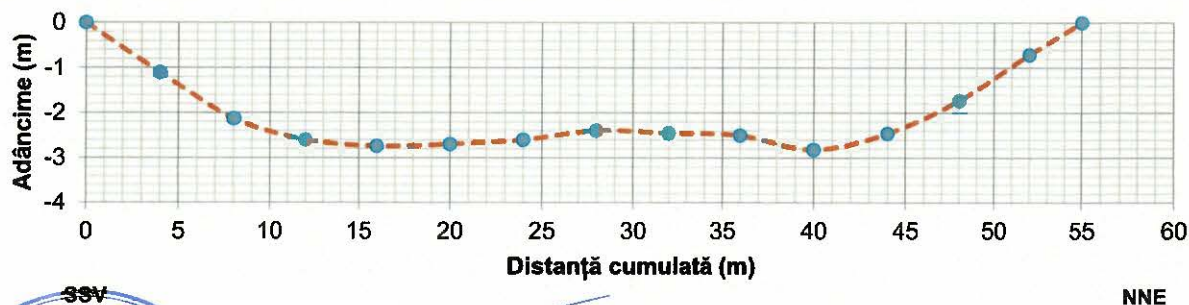


Fig. 3-9 Secțiune batimetrică SB7



Secțiunea batimetrică SB8

Secțiunea batimetrică SB8 (Fig. 3-10) are o lungime totală de 46 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 13 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,79 m.

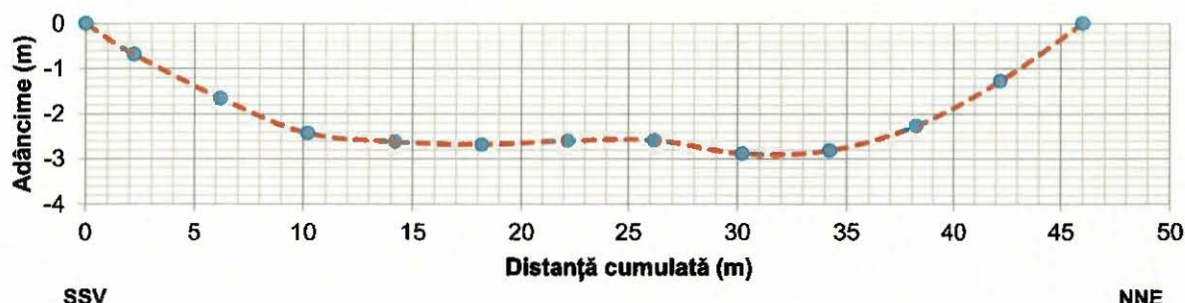


Fig. 3-10 Secțiune batimetrică SB8

Secțiunea SB8-1

Secțiunea batimetrică SB8-1 (Fig. 3-11) are o lungime totală de 42,3 m. Intervalul de măsurare a adâncimii a fost de 4 m și au fost realizate 11 măsurători (inclusiv cele două măsurători de mal - cotă 0 apă). Adâncimea maximă înregistrată a fost de 2,26 m.

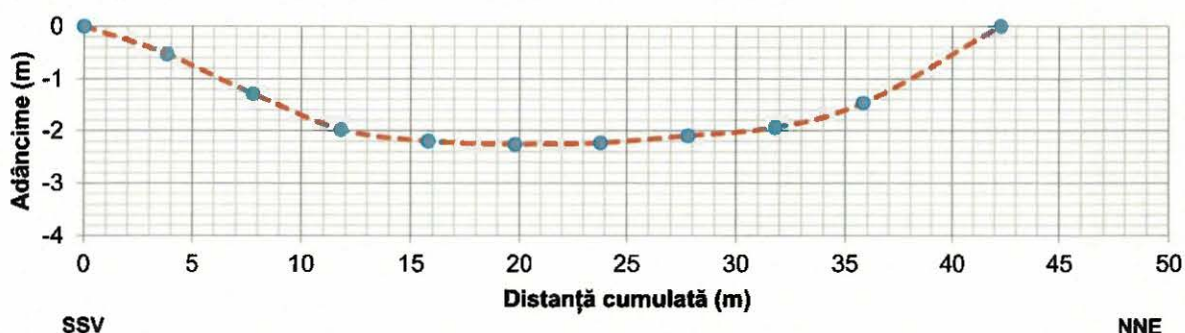


Fig. 3-11 Secțiune batimetrică SB8-1

3.1.2 Orientări propuse față de punctele cardinale și față de punctele de interes naturale sau construite

Amplasamentul are o formă neregulată putându-se identifica (subiectiv) cu o direcție generală SV – NE, delimitat de străzile: Bd. Lacul Tei (la Nord), strada Județului (la Est), Aleea Circului și Spitalul Colentina (la Sud) și strada Dinu Vintilă (la Vest).

3.1.3 Surse de poluare existente în zonă

Nu este cazul – Nu s-au identificat în amplasament.

3.1.4 Date climatice și particularități de relief

Municipiul București se află situat din punct de vedere climatic în zona climatului temperat continental cu tendințe de continentalizare spre nord și est (spre Câmpia Bărăganului). Din

punct de vedere al cantităților de precipitații se pot observa diferențieri semnificative în regimul anual. Repartiția teritorială a precipitațiilor este foarte variată.

Astfel, cele mai mari cantități medii anuale se produc deasupra orașului București, unde cantitatea de aerosoli este mai mare (Filaret 590.9 mm). Acestea scad spre periferia orașului (Băneasa 568.5 mm) și la limita cu Județul Ilfov (Afumați 538.9 mm), după care cresc din nou spre periferia nordică a acestuia (Periș 648.2 mm).

De-a lungul anilor, precipitațiile atmosferice au înregistrat mari variații neperiodice. Astfel, în timpul excesului de umiditate din perioada 1969-1972, media pe cei patru ani a fost de peste 700 mm (Filaret 762.0, Băneasa 733.3 mm, Afumați 786.2 mm), iar în unii ani (1969 și 1972) au fost și mai mari (800-900 mm).

Cantitățile cele mai mici de precipitații au caracterizat perioadele secetoase. Așa a fost cazul perioadei 1945-1946, când mediile pe cei doi ani au variat între 350-400 mm (Bogdan, 1980). În cursul unui an se înregistrează un maxim de precipitații în iunie, cu același regim de variație teritorială, valori mai mari în oraș (Filaret 97.1 mm) și mai reduse spre periferie (Băneasa și Afumați 92 mm).

Minimul de precipitații este în luna februarie, când se produc mai puțin de 1/3 din valoarea maximului pluviometric (Filaret 33.3 mm, Băneasa 27.5 mm și Afumați 21.9 mm). În timpul verii, ploile au adesea un caracter torențial și uneori sunt însoțite de grindină (care se produc în medie în 1-3 zile din an). De astfel, trebuie remarcat că în oraș, precipitațiile se repartizează neuniform, producându-se diferențiat sau numai pe unele areale.

Actualul studiu de fezabilitate se concentrează asupra modului în care comportamentul climatic urban aduce modificări semnificative asupra distribuției și intensității precipitațiilor la nivel urban. Pentru Mun. București au fost realizate în acest sens 3 bloc diagrame ce sintetizează distribuția anuală a fenomenologiei legate de precipitații pentru perioada 1961 - 2013.

Din cele trei diagrame se pot extrage informații importante cu comportamentul climatic în Mun. București:

- Se observă o acumulare a precipitațiilor importante cantitativ în lunile de vară, atunci când circulația adectivă este principalul fenomen meteorologic.
- Se identifică perioadele cu precipitații scăzute, atât la nivelul unui an calendaristic cât și pe parcursul celor 50 de ani analizați.
- Se observă frecvența crescută a fenomenelor de risc meteorologic în lunile iunie - iulie, fenomene ce sunt însoțite de ploi de scurtă durată, dar cu o intensitate mare.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
IANUARIE	0.31	0.87	3.13	2.08	1.12	3.62	1.92	0.86	0.91	1.24	0.53	0.71	1.24	1.20	0.31	0.38	1.04	1.22	1.22	1.33	1.26	3.06	0.66	0.75	1.73	0.66	0.96	0.35	1.21	1.54	1.57
FEBRUARIE	0.96	0.78	2.44	0.89	1.07	1.80	0.98	0.90	0.94	2.17	1.19	1.31	1.65	1.99	1.92	0.86	0.47	0.69	0.45	0.78	0.28	0.51	0.49	0.46	0.47	0.98	1.05	0.73	0.68		
MARTIE	0.97	1.20	3.07	1.08	0.66	1.05	1.52	0.92	0.35	0.95	0.77	1.47	1.14	2.11	1.23	0.80	0.35	0.18	0.48	2.09	0.48	2.64	1.40	1.31	1.80	0.91	3.07	1.43	1.69	0.56	0.80
APRILIE	0.96	0.66	1.58	1.11	1.21	1.69	1.99	0.73	0.78	0.67	0.96	1.49	2.21	2.70	2.96	1.37	2.03	2.88	1.76	1.26	0.63	0.98	0.76	0.57	2.63	1.49	1.39	1.05	0.84	1.20	
MAI	0.72	1.45	1.38	0.80	0.74	1.25	0.67	1.46	1.30	2.29	2.44	2.81	2.02	2.34	1.70	2.80	1.32	2.99	2.05	2.34	1.60	3.33	2.12	3.94	2.51	1.61	2.12	3.43	4.90	1.28	2.40
IUNIE	2.24	2.82	3.00	1.27	1.83	1.82	1.73	1.98	2.09	2.04	1.30	1.85	3.24	1.62	1.24	4.92	1.97	1.62	2.31	0.77	1.57	2.14	2.34	4.29	3.35	1.82	3.22	1.47	2.34	2.81	
IULIE	3.21	2.92	2.41	1.59	1.73	1.15	1.57	1.65		1.53	2.01	3.70	2.75	3.63	0.36	1.78	2.70	1.79	2.33	1.20	2.34	1.57	2.09	1.68	0.49	0.89	0.67	3.05	0.33	1.32	0.70
AUGUST	0.29	2.67	2.98	0.44	1.08	1.41	2.46	1.20	1.17	1.55	1.78	0.99	2.87	1.94	1.63	0.62	0.68	1.22	0.46	0.95	0.87	2.82	1.54	0.91	1.63	0.74	1.04	0.74	1.30	1.97	
SEPTEMBRIE	1.84	0.68	0.91	0.25	0.34	1.70	1.53	0.66	2.03	0.87	3.00	1.32	1.48	0.99	0.95	1.49	0.41	0.92	1.19	1.92	0.42	0.69	1.32	0.12	1.34	1.77	0.38	1.70	2.34		
OCTOMBRIE	2.05	0.72	1.67	1.35	3.02	1.00	1.02	0.22	1.67	1.43	1.78	3.20	1.17	1.51	0.86	1.20	1.90	1.51	1.50	1.02	0.59	2.31	0.57	1.43	0.79	0.27	0.53	4.91	0.33	0.89	0.79
NOIEMBRIE	0.42	0.35	1.88	0.93	0.73	0.98	1.26	0.67	1.06	1.71	1.29	0.89	0.14	0.66	1.21	1.72	0.97	1.86	1.29	2.53	2.18	1.77	1.60	0.83	1.31	0.64	2.27	0.77	1.06	1.57	
DECEMBRIE	0.82	0.58	1.80	0.58	2.48	2.02	0.94	0.92	1.26	0.94	0.54	1.21	0.62	1.56	2.03	1.90	1.28	0.25	0.99	1.11	1.05	0.92	1.73	1.51	0.66	1.67	1.41	1.62	0.34	1.97	0.72

Fig. 3-12 Distribuția precipitațiilor medii zilnice (mm/mp)

	1961	1962	1963	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2003	2004	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
IANUARIE	85	34	81	18	24	21	17	13	14	107	73	84	7	3	58	44	45	30	5	2	3	2	0	137	25	17	108	23	13	34	59	19	28	29	56	61	47	66	52
FEBRUARIE	29	61	65	31	7	8	14	53	67	78	15	26	22	83	84	27	26	28	8	19	34	32	5	1	5	22	13	13	15	28	21	34	16	8	29	58	19	75	67
MARTIE	11	88	47	77	17	24	12	15	77	35	47	63	31	6	101	18	27	70	14	105	2	16	44	4	23	119	18	18	13	45	41	79	47	7	35	47	5	8	49
APRILIE	58	71	26	47	48	61	45	82	35	60	60	43	56	26	74	13	68	86	69	15	28	15	12	20	36	13	55	15	70	36	21	66	2	83	15	45	36	44	33
MAI	185	37	82	79	105	56	80	64	135	81	30	52	25	102	49	100	102	71	22	83	57	10	22	22	113	98	33	34	40	13	108	32	40	20	55	40	105	105	72
IUNIE	76	40	22	50	40	73	33	86	189	174	56	33	31	189	125	46	47	109	105	27	18	46	49	59	134	59	35	49	32	11	80	39	28	42	87	114	43	26	94
IULIE	87	11	86	59	96	143	113	9	15	74	32	85	91	63	149	53	64	14	17	105	20	57	138	29	18	46	18	68	44	28	84	22	60	112	79	65	20	24	
AUGUST	44	9	17	47	21	46	80	44	36	125	53	79	131	76	37	43	42	10	20	8	29	2	12	13	29	28	11	10	105	1	74	69	87	8	40	31	52	26	
SEPTEMBRIE	8	23	22	18	67	6	10	51	90	44	46	81	10	8	33	38	10	66	12	10	10	4	5	8	34	17	12	38	26	107	71	61	25	32	36	24	7	85	71
OCTOMBRIE	40	29	10	10	34	77	29	7	23	96	34	17	13	15	3	11	18	42	10	10	8	7	100	10	24	20	42	46	8	117	21	97	65	26	66	54	34	24	64
NOIEMBRIE	44	74	13	48	23	85	181	26	13	40	69	62	18	90	55	58	61	40	30	1	17	3	49	1	29	42	14	19	6	55	29	26	74	28	13	17	2	11	32
DECEMBRIE	38	61	45	17	96	1	36	18	23	70	107	64	24	13	20	22	28	24	16	57	10	5	3	68	19	16	20	12	26	59	59	11	87	21	58	68	44	102	1

Fig. 3-13 Distribuția precipitațiilor medii lunare (mm/mp)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
IANUARIE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEBRUARIE	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1			
MARTIE	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1
APRILIE	0	2	3	1	2	5	0	2	3	3	0	4	4	2	2	1	2	5	4	4	1	3	1	3	3	4	4	4	4	4	7
MAI	5	6	4	7	6	9	10	4	7	11	3	14	10	7	8	11	7	6	7	10	16	14	10	10	9	13	10	13	10	14	11
IUNIE	17	14	11	8	11	5	14	15	10	14	18	13	12	16	12	12	10	10	15	18	8	16	15	22	12	13	9	15	15	7	
IULIE	13	11	12	15	12	9	14	12	15	10	10	12	9	8	9	13	14	8	8	9	5	12	9	8	13	9	6	12	7	10	7
AUGUST	11	6	8	8	8	6	8	4	7	13	9	6	9	6	6	4	6	4	5	8	8	11	5	3	5	6	7	6	5	10	7
SEPTEMBRIE	5	4	3	2	5	4	3	3	3	2	3	5	3	1	3	1	3	1	2	4	2	0	1	1	2	2	3	1	3	1	
OCTOMBRIE	2	0	2	4	1	2	0	1	1	1	2	1	2	0	1	2	0	2	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0
NOIEMBRIE	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	1	0	0	3	0	2	1	0	0	1	2	
DECEMBRIE	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 3-14 Distribuția fenomenelor extreme (nr. furtuni)

Analiza datelor de precipitații și temperatură relevă că în ultimii anii (intervalul 2014-2021) se observă modificări ale climatului din zona Mun. București.

Valorile temperaturii medii anuale sunt într-o ușoară creștere pentru anii 2015-2020, cu o creștere medie de aprox. 0.4°C pentru perioada analizată (Fig. 3-15).

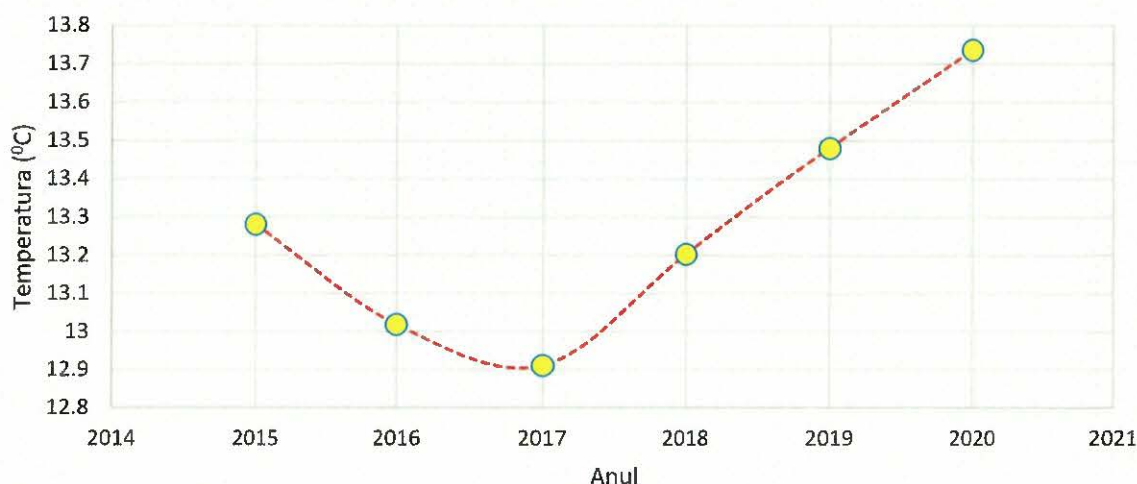
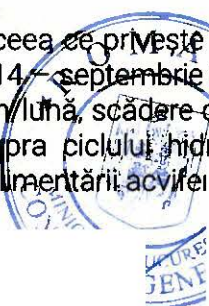


Fig. 3-15 Variația temperaturii medii anuale pentru Mun. București – Stația Filaret

În ceea ce privește cantitatea de precipitații (Fig. 3-16), datele analizate pentru intervalul iulie 2014 – septembrie 2021 se observă o scădere a valorilor medii lunare de la 57 mm/lună la 48 mm/lună, scădere ce reprezintă o pierdere de aproximativ 16%, fapt ce are o influență directă asupra ciclului hidrologic și duce la scăderea rezervei hidrologice din sol și la scăderea realimentării acvifei.



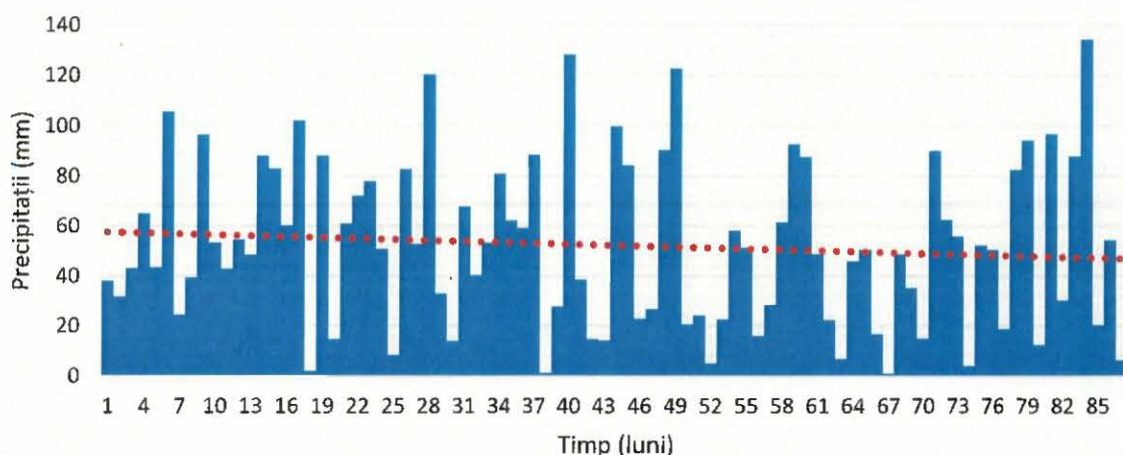


Fig. 3-16 Variația precipitațiilor lunare pentru Mun. București – Stația Filaret

Din punct de vedere geomorfologic arealul studiat aparține în mare parte zonei de terasă a râului Colentina în care cota trenului variază între 80 metri și 85 metri dar și zonei de luncă (Calea Floreasca, Parcul Verdi, Parcul Tei) unde cota terenului variază între 75 metri și 80 metri.

Din punct de vedere geologic zona studiată aparține Platformei Moesice, ce este alcătuită dintr-un soclu format în principal din șisturi cristaline și o cuvertura sedimentară alcătuită din formațiuni sedimentare paleozoice, mezozoice, terțiare și cuaternare.

În zona Municipiului București, depozitele cuaternare sunt reprezentate la partea inferioară de un "orizont inferior de nisipuri și pietrișuri" (Liteanu, 1952) cunoscute sub numele de Stratele de Frățești ce aparțin Romanianului superior - Pleistocenului inferior.

În Pleistocenul mediu într-un regim fluvial-lacustru, creat datorită unui proces de subsidență în care au alternat ambianța de lac de mică adâncime și cea de câmpie, s-a depus o succesiune de marne și argile cu intercalații nisipoase cu aspect lenticular. Aceste depozite au fost descrise de Liteanu (1952) sub numele de Complexul marnos fiind redefinite ulterior ca Formațiunea de Coconi (Alexeeva și colab., 1983).



Vârsta		Adâncime (m)	Grosime (m)	Litologie	Unități hidrostratigrafice	
Perioada	Epoca					
QUATERNAR	Holocen	qh ₁	0-15	5-10	Loess, argilă, umplutură	Depozite superficiale
		qh ₂	4-25	5-25	Pietriș și nisip	Formațiunea de tip Colentina
		qp ₃ ¹	15-30	5-10	Argilă, silt	Depozitele intermediare
		qp ₃ ²	20-50	10-20	Nisip cu lentile de argilă	Formațiunea de tip Mostiștea
	Pleistocen	qp ₂ ¹	45-100	20-120	Marnă, argilă, silt	Complexul marnos
		qp ₂ ²				
		qp ₂ ³				
		qp ₂ ⁴				
		qp ₂ ⁵				
		qp ₂ ⁶				
NEOGEN	Pliocen	qp ₁ ² — 70	70-280	15-115	Nisipuri și pietrișuri cu lentile de argilă	Stratele de Frătești

Fig. 3-17 Coloana stratigrafică sintetică a formațiunilor cuaternare din zona Municipiului București

În Pleistocenul superior, într-un regim fluviatil-deltaic a fost depus un "banc gros de nisipuri" denumit Nisipurile de Mostiștea (Liteanu, 1952) datorită aflorării acestora în mai multe puncte din lungul văii Mostiștea. Sedimentele depuse au o granulometrie foarte variată: de la nisipuri fine la nisipuri groasere cu intercalații de pietrișuri mărunte și resturi de material lemnos.

După depunerea Formațiunii de Mostiștea a urmat un regim mixt lacustru cu porțiuni exondate în care s-a depus o formațiune argiloasă-prafoasă cu intercalații de nisipuri fine, cunoscută sub numele de "depozite intermediare" (Liteanu, 1952).

În ultima parte a Pleistocenului este depus de râurile Argeș, Colentina și Dâmbovița "bancul superior de nisipuri cu pietrișuri" (Liteanu, 1952) cunoscut sub numele de Pietrișurile de Colentina, anterior menționat. Aceste depozite sunt alcătuite din nisipuri și pietrișuri în bază iar la partea superioară sedimentele devin mai fine. Acest mod de sedimentare sugerează faptul că depunerea Pietrișurilor de Colentina s-a realizat într-un regim torențial.

Deasupra Pietrișurilor de Colentina, într-un regim eolian, s-a depus o succesiune de loessuri și paleosoluri de vârstă holocenă. Aceste depozite sunt alcătuite din argile, prafuri, nisipuri fine și prezintă grosimi diferite de la 1-2 metri ajungând în unele locuri la aproximativ 25 de metri.

3.1.5 Rețele edilitare

Investiția descrisă în prezentul studiu de fezabilitate nu necesită relocări ale unor rețele edilitare ce se află în zona studiată.



3.1.5.1 Rețeaua de canalizare

Rețeaua de canalizare a Municipiului București cu o lungime de aproximativ 2200 km din care aproximativ 250 km reprezintă colectoare principale. În studiul prezent au fost luate în considerare doar conductele zonei de studiu ce dețin un diametru mai mare de 400 mm. Acestea însumează o lungime de aproximativ 31,7 km (Fig. 3-18).

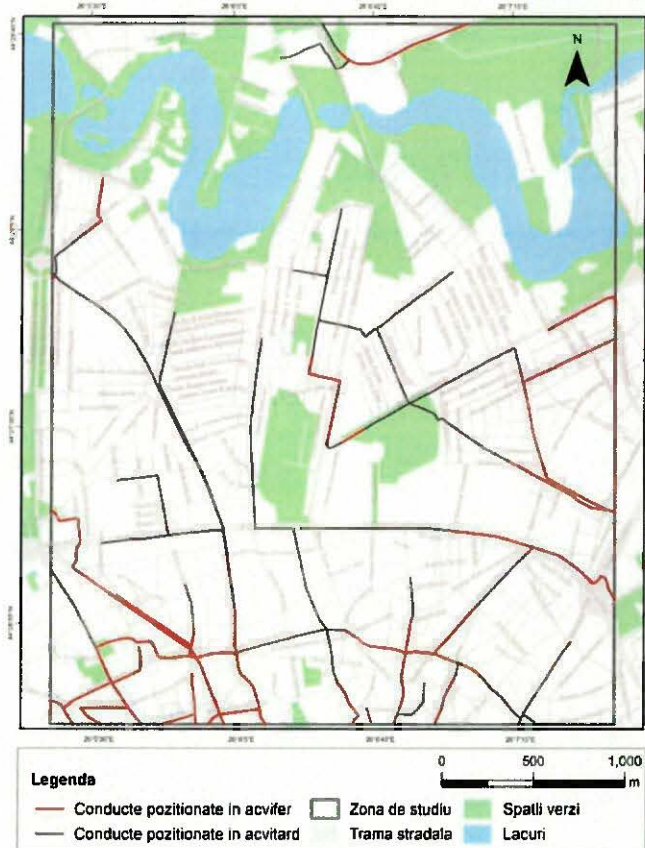


Fig. 3-18 Amplasarea conductelor de canalizare din zona de studiu

Posibile interacțiuni dintre un sistem de canalizare și apele subterane (Boukhemacha et al., 2012) pot fi următoarele:

- [1] infiltrarea apelor subterane în conducte de canalizare (în cazul în care respectiva infrastructură acționează ca zonă de descărcare)
- [2] exfiltrații din canalizare în acvifer (în cazul în care aceste lucrări îndeplinesc rolul de sursă de realimentare a apelor subterane).

3.1.5.2 Rețeaua de alimentare cu apă

Zona de studiu dispune de un sistem de alimentare cu apă alcătuit din conducte de joasă presiune care sunt alimentate din stația de pompare Nord. Aceasta a fost realizată în timp, etapizat, funcție de gradul de urbanizare a zonei.



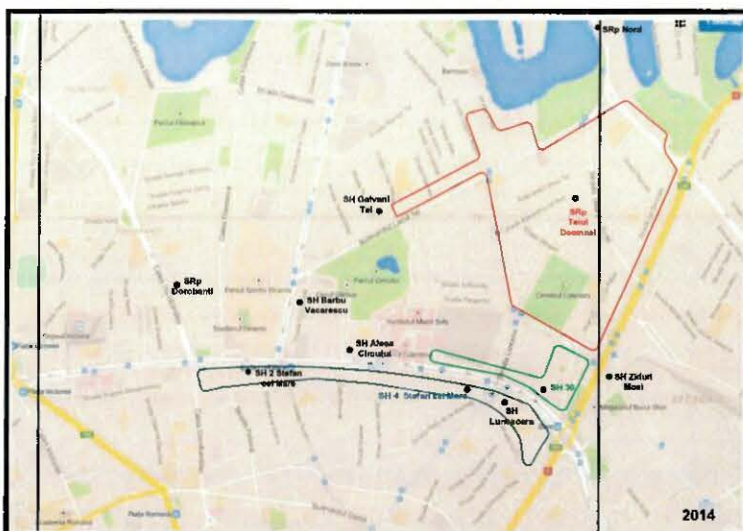


Fig. 3-19 Amplasarea stațiilor de repompare și stațiilor hidrofor care alimentează zona Tei-Colentina

Astfel, simultan cu construirea blocurilor de locuințe, în această zonă a fost necesar și realizarea rețelelor de apă de înaltă presiune care să asigure parametri necesari alimentării cu apă potabilă a imobilelor cu regim de înălțime de P+8 ... P+10. Din noiembrie 2004 până în prezent, imobilele branșate la rețelele de înaltă presiune din zona Parcului Circului a Municipiului București, sunt deservite de către stația de repompare Teiul Doamnei, Lacul Tei, Dorobanți precum și stațiile hidrofor Galvani Tei, Barbu Văcărescu, Stefan cel Mare, Aleea Circului (Fig. 3-19, Fig. 3-20).

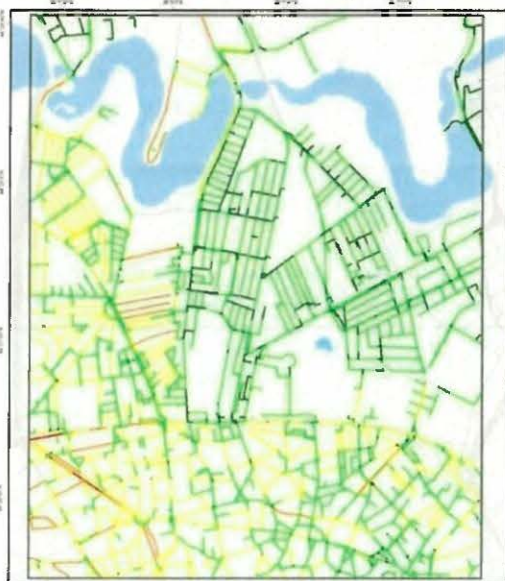


Fig. 3-20 Rețeau de conducte pentru alimentarea cu apă

3.1.6 Caracteristici geofizice ale terenului din amplasament

În cadrul studiilor realizate de către UTCB – CCIAS în perioada 2014 – 2015 au fost realizate o serie de investigații geofizice ce au descris caracteristicile geofizice ale terenului din amplasament.

În etapa de a achiziție a datelor pe teren au fost realizate 5 profile geoelectrice. Amplasarea profilelor este ilustrată în Fig. 3-21. Caracteristicile acestor profile au fost următoarele:



- Profilul SG1 – număr de electrozi utilizat 48, distanța dintre electrozi 3.5 m, adâncime de investigare 20 m;
- Profilul SG2 – număr de electrozi utilizat 24, distanța dintre electrozi 4 m, adâncime de investigare 10 m;
- Profilul SG3 – număr de electrozi utilizat 24, distanța dintre electrozi 4 m, adâncime de investigare 10 m;
- Profilul SG4 – număr de electrozi utilizat 24, distanța dintre electrozi 5 m, adâncime de investigare 15 m;
- Profilul SG5 – număr de electrozi utilizat 24, distanța dintre electrozi 5 m, adâncime de investigare 15 m.

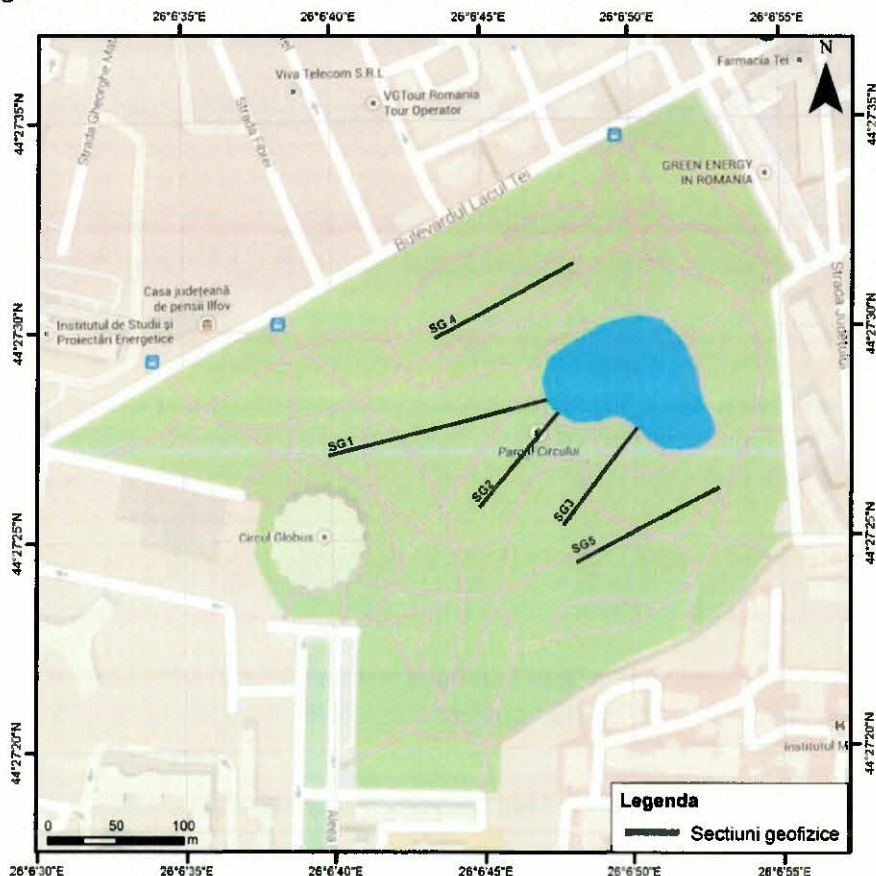


Fig. 3-21 Locația secțiunilor geofizice de investigare

Metoda aleasă pentru procesarea datelor este inversiunea, care presupune calcularea și crearea unei dispersii a rezistivităților într-un mediu 3D virtual, care să poată genera datele achiziționate în teren. Inversiunea a fost realizată cu algoritmi programului dedicat ERTLAB, produs de Multi-Phase Technologies și Geostudi Astier.

Programul este setat să parcurgă automat până la 15 iterații globale distincte, fiecare iterație globală presupunând:

- crearea unui model inițial de distribuție a rezistivității terenului;
- calcularea erorilor reziduale (rădăcina sumei pătratelor diferenței dintre valorile măsurate și cele modelate);
- generarea unui nou model de distribuție a rezistivității terenului;



- validarea noului model, prin compararea punctuală a valorilor calculate cu cele măsurate, eroarea acceptată în faza de procesare fiind setată la 10%;

Fiecare iterație globală conține 15 iterații interne, care presupun repetarea pașilor 2 și 3 de 15 ori. Fiecare iterație globală consecutivă are ca rezultat un model cu un grad mai ridicat de potrivire cu datele de teren. Algoritmul se oprește automat atunci când una dintre iterațiile globale produce un model de distribuție a rezistivității capabil să genereze diferențele de potențial înregistrate. Mediul investigat nefiind unul omogen, s-a evitat interpretarea pseudosecțiunilor de rezistivitate aparentă, folosindu-se în schimb modele rezultate în urma inversiunii.

În urma procesului de modelare au fost construite modelele geofizice de corelație pentru profilele măsurate.

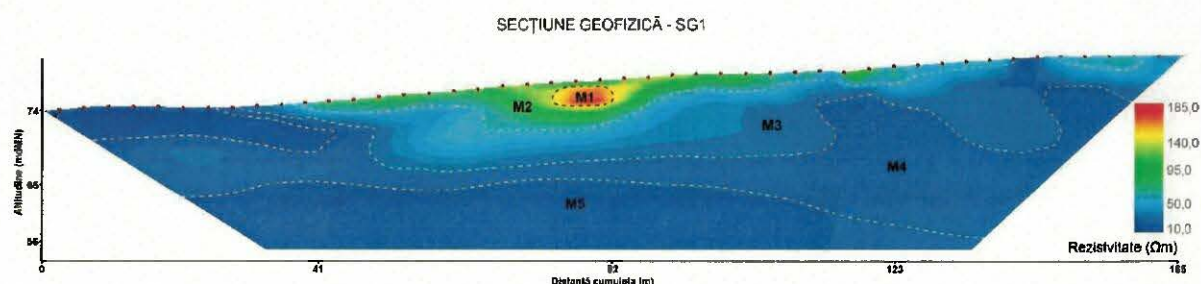


Fig. 3-22 Secțiune geoelectrică SG1

În secțiunea SG1 (Fig. 3-22) se observă 5 medii cu proprietăți geoelectrice diferite, indicate pe model cu cifre de la 1 la 5.

- **M1** - Mediu foarte rezistiv cu valori ce depășesc 140 - 150 Ωm (nuanțe de portocaliu și roșu). Apariția compactă a acestui mediu precum și valorile deosebit de mari conduce spre ipoteza existenței unui structuri subterane îngropate cu conductivitate electrică foarte mică. Această structură apare la adâncimea de 3-4 m sub nivelul solului.
- **M2** - Mediu rezistiv cu valori ale rezistivității electrice cu valori între 70-140 Ωm (nuante de verde și galben). Valorile mari de rezistivitate electrică, puțin specifice mediului sedimentar caracteristic zonei Municipiului București coroborate cu informațiile din forajele existente conduc la concluzia că materialul component este deosebit de eterogen și este compus din umpluturi. Această concluzie este susținută și de faptul că în momentul amenajării parcului (ani 1950-1960) întreaga suprafața topografică a fost remodelată cu material alohton și cu materiale din fosta fabrică de cărămizi Tonola (existent anterior pe amplasament).
- **M3** - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 40 - 70 Ωm (nuanțe de albastru deschis). Acest mediu este caracteristic nisipurilor și pietrișurilor cu granulație mare. De asemenea în partea superioară (spre vest) acest mediu este reprezentat de materiale de umplutură preponderent nisipoase. În partea centrală a secțiunii acest mediu se adâncește (-9.-10 m) și se confundă cu M4 formând o hidrostructură comună. Valorile ridicate din partea superioară a acestui mediu se explică prin gradul de saturare ridicat al acestuia, precum și prin faptul că la interfața dintre materialul de umplutură și

orizontul nisipos se găsește un strat eterogen caracteristic mediilor de sedimentare cu ape stagnante și adâncimi reduse (mlaștini, smârcuri, etc.).

- **M4** - Mediul cu rezistivitate mediu cuprinsă între valorile 30-40 Ωm (albastru). Acest mediu este caracterizat de o granulozitate mai mică a materialelor componente decât a mediului M3. Dacă din punct de vedere geofizic există o diferență de rezistivitate electrică între mediul M3 și M4, din punct de vedere hidrogeologic cele două medii se pot considera aceeași hidrostructură, cu o descreștere a granulozității odată cu adâncimea. Culcușul la care se regăsește M4 este situată în jurul valorii de 64 de metri.
- **M5** - Mediu slab rezistiv cu valori sub 30 Ωm (nuanțe de albastru închis). Valori ale rezistivității cuprinse între 0-30 Ωm sunt caracteristice argilelor. Acest mediu se suprapune cu depozitele intermediare ce se regăsesc discontinu în zona Municipiului București.

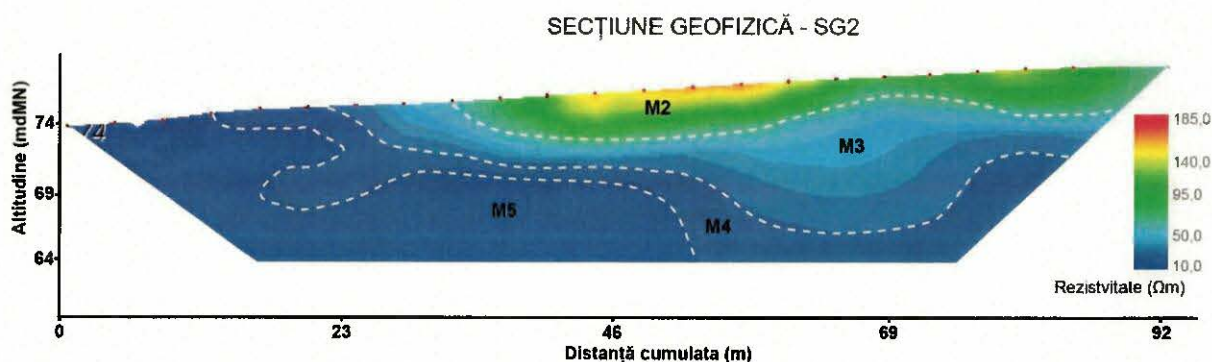


Fig. 3-23 Secțiune geoelectrică SG2

În secțiunea SG1 (Fig. 3-23) se observă 4 medii cu proprietăți geoelectrice diferite, indicate pe model cu cifre de la 2 la 5.

- **M2** - Similar cu mediul din SG1 - mediu rezistiv cu valori ale rezistivității electrice cu valori între 70-140 Ωm (nuante de verde și galben). Valorile mari de rezistivitate electrică, puțin specifice mediului sedimentar caracteristic zonei Municipiului București coroborate cu informațiile din foraje conduc la concluzia că materialul component este deosebit de eterogen și este compus din umpluturi.
- **M3** - Similar cu mediul din SG1 - mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 40 - 70 Ωm (nuanțe de albastru deschis). Acest mediu este caracteristic nisipurilor și pietrișurilor cu granulație mare. Se observa o afundare a acestui mediu în partea de V a profilului până la adâncimea de - 8 m.
- **M4** - Similar cu mediul SG1 - mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 30-40 Ωm (albastru). Acest mediu este caracterizat de o granulozitate mai mică a materialelor componente decât a mediului M3. Dacă din punct de vedere geofizic există o diferență de rezistivitate electrică între mediul M3 și M4, din punct de vedere hidrogeologic cele două medii se pot considera aceeași hidrostructură, cu o descreștere a granulozității odată cu adâncimea.
- **M5** - Mediu slab rezistiv cu valori sub 30 Ωm (nuanțe de albastru închis). Valori ale rezistivității cuprinse între 0-30 Ωm sunt caracteristice argilelor. Acest mediu se



suprapune cu depozitele intermediare ce se regăsesc discontinu în zona Municipiului București.

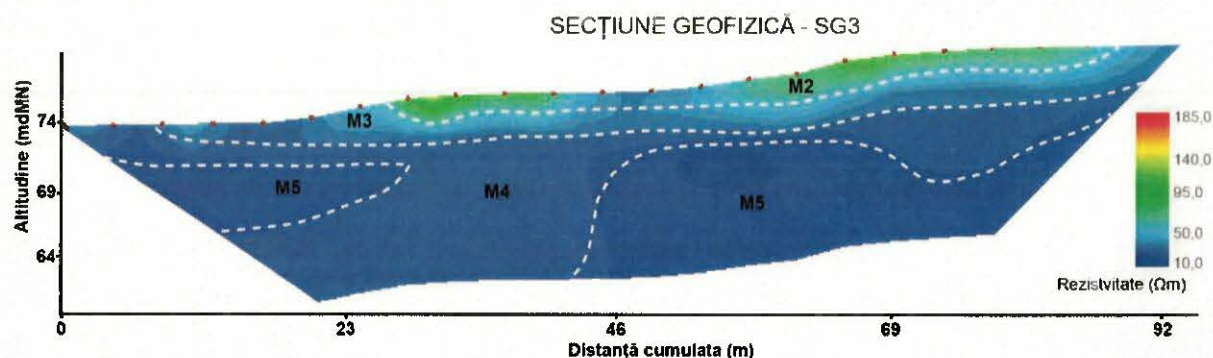


Fig. 3-24 Secțiune geoelectrică SG3

În secțiunea SG3 (Fig. 3-24) se observă 4 medii cu proprietăți geoelectrice diferite, indicate pe model cu cifre de la 2 la 5.

- M2 - Mediu rezistiv cu valori ale rezistivității electrice cu valori între 70-120 Ωm (nuante de verde).
- M3 - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 40 - 70 Ωm (nuanțe de albastru deschis). Distribuția acestui mediu este cvasiorizontală, culcușul situat la -5 m.
- M4 - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 30-40 Ωm (albastru). Acest mediu este caracterizat de o granulozitate mai mică a materialelor componente decât a mediului M3.
- M5 - Mediu slab rezistiv cu valori sub 30 Ωm (nuanțe de albastru închis). Valori ale rezistivității cuprinse între 0-30 Ωm sunt caracteristice argilelor.

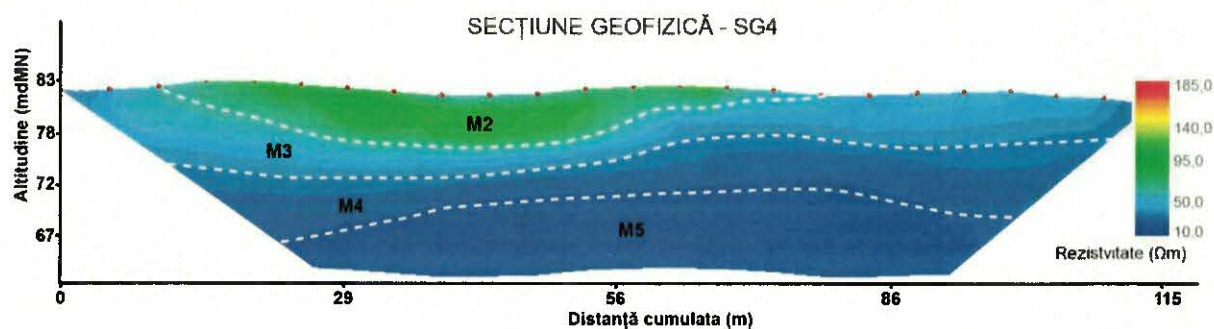
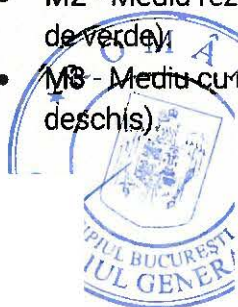


Fig. 3-25 Secțiune geoelectrică SG4

În secțiunea SG4 (Fig. 3-25) se observă 4 medii cu proprietăți geoelectrice diferite, indicate pe model cu cifre de la 2 la 5.

- M2 - Mediu rezistiv cu valori ale rezistivității electrice cu valori între 70-120 Ωm (nuante de verde).
- M3 - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 40 - 70 Ωm (nuanțe de albastru deschis).



- **M4** - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 30-40 Ωm (albastru). Acest mediu este caracterizat de o granulozitate mai mică a materialelor componente decât a mediului M3.
- **M5** - Mediu slab rezistiv cu valori sub 30 Ωm (nuanțe de albastru închis). Valori ale rezistivității cuprinse între 0-30 Ωm sunt caracteristice argilelor.

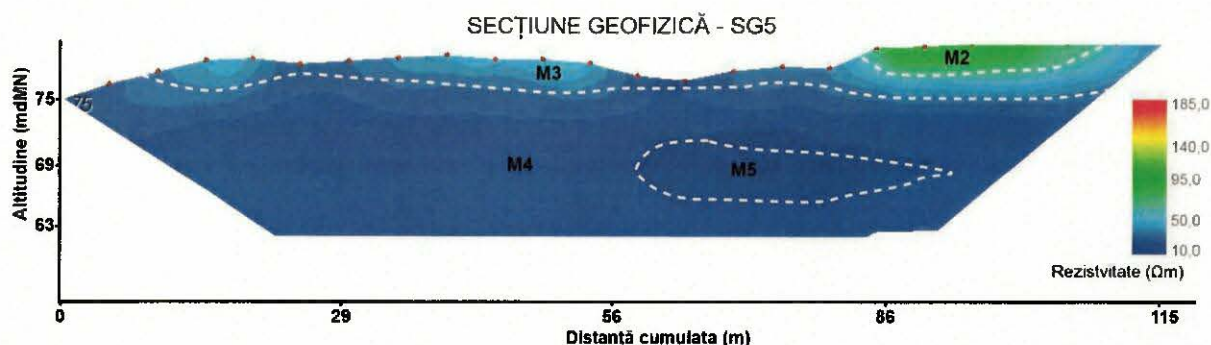


Fig. 3-26 Secțiune geoelectrică SG5

În secțiunea SG5 (Fig. 3-26) se observă 4 medii cu proprietăți geoelectrice diferite, indicate pe model cu cifre de la 2 la 5.

- **M2** - Mediu rezistiv cu valori ale rezistivității electrice cu valori între 70-120 Ωm (nuante de verde). Spre deosebire de restul secțiunilor geoelectrice acest mediu se regăsește doar în partea vestică a profilului, având o distribuție mai redusă.
- **M3** - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 40 - 70 Ωm (nuanțe de albastru deschis).
- **M4** - Mediu cu rezistivitate medie cuprinsă între valorile 30-40 Ωm (albastru). Acest mediu este caracterizat de o granulozitate mai mică a materialelor componente decât a mediului M3.
- **M5** - Mediu slab rezistiv cu valori sub 30 Ωm (nuanțe de albastru închis). Valori ale rezistivității cuprinse între 0-30 Ωm sunt caracteristice argilelor. În această secțiune apare ca și formațiune lenticulară.



3.1.6.1 Date privind zonarea seismică

Din punct de vedere seismic amplasamentul analizat se încadrează în macrozona de intensitate seismică "81" (Conform SR 11.100/1/93 "Zonare seismică – Macrozonarea Teritoriului României").

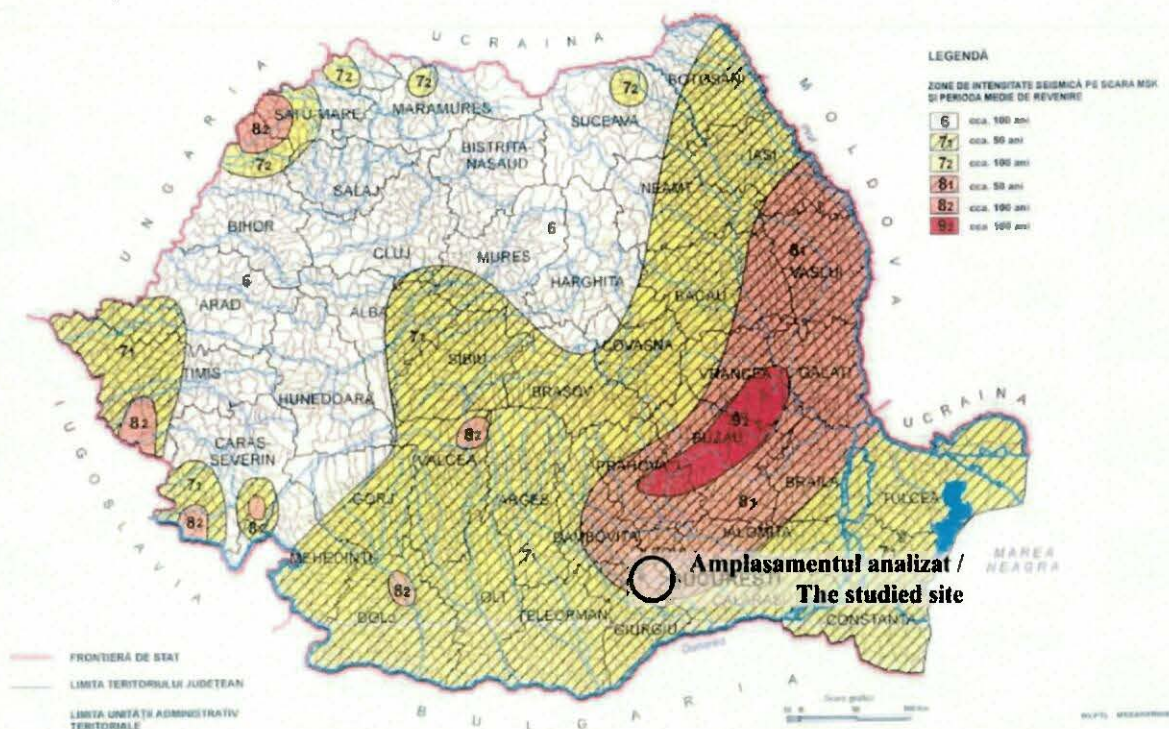


Fig. 3-27 Zonarea teritoriului României din punctul de vedere al seismicității conform Legii 575/2001

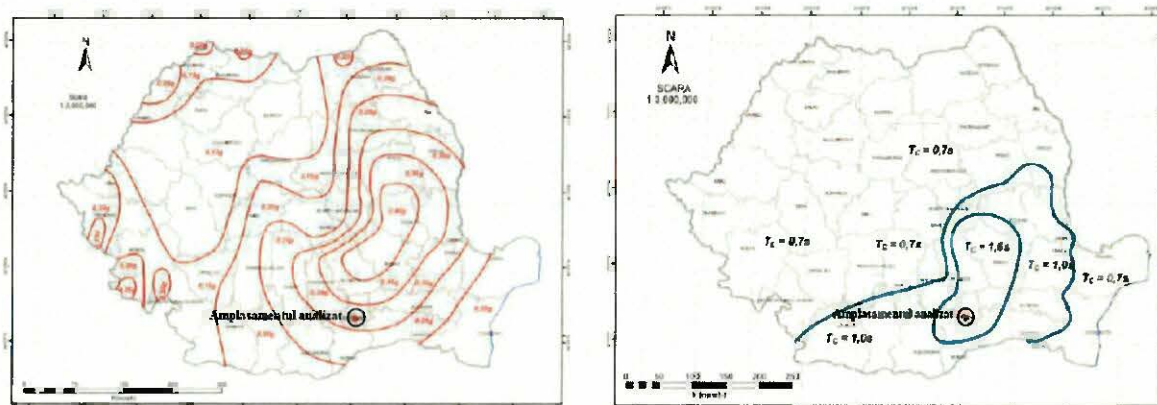


Fig. 3-28 Zonarea teritoriului României din punctul de vedere al seismicității conform normativului P100-1/2013

Conform P100/1-2013 se redă reprezentarea acțiunii seismice pentru proiectare prin hazardul seismic și valoarea perioadei de colț, conform cărora hazardul seismic descris de valoarea de vârf a accelerației orizontale a terenului ag determinată pentru intervalul mediu de recurență IMR = 225ani, corespunzător Stării Limită Ultime, are valoarea $ag=0.30g$ iar valoarea perioadei de control (colț) a spectrului de răspuns pentru zona amplasamentului este $T_c=1.6\text{sec}$.



3.1.6.2 Date preliminare asupra naturii terenului de fundare, inclusiv presiunea convențională și nivelul maxim al apelor freatice;

În cadrul studiului hidrologic și hidrogeologic ce a fundamentat actualul studiu de fezabilitate s-a realizat modelarea hidrogeologică a acviferului freatic din zona de studiu. Unul din rezultatele acestui studiu este de reprezentat de harta piezometrică. Spectrul hidrodynamic al hidroizohipselor din zona de studiu relevă faptul că apa subterană are cote cuprinse între 74.5 și 73.5 mdMN în zona de studiu în condiții de precipitații abundente (Fig. 3-29).

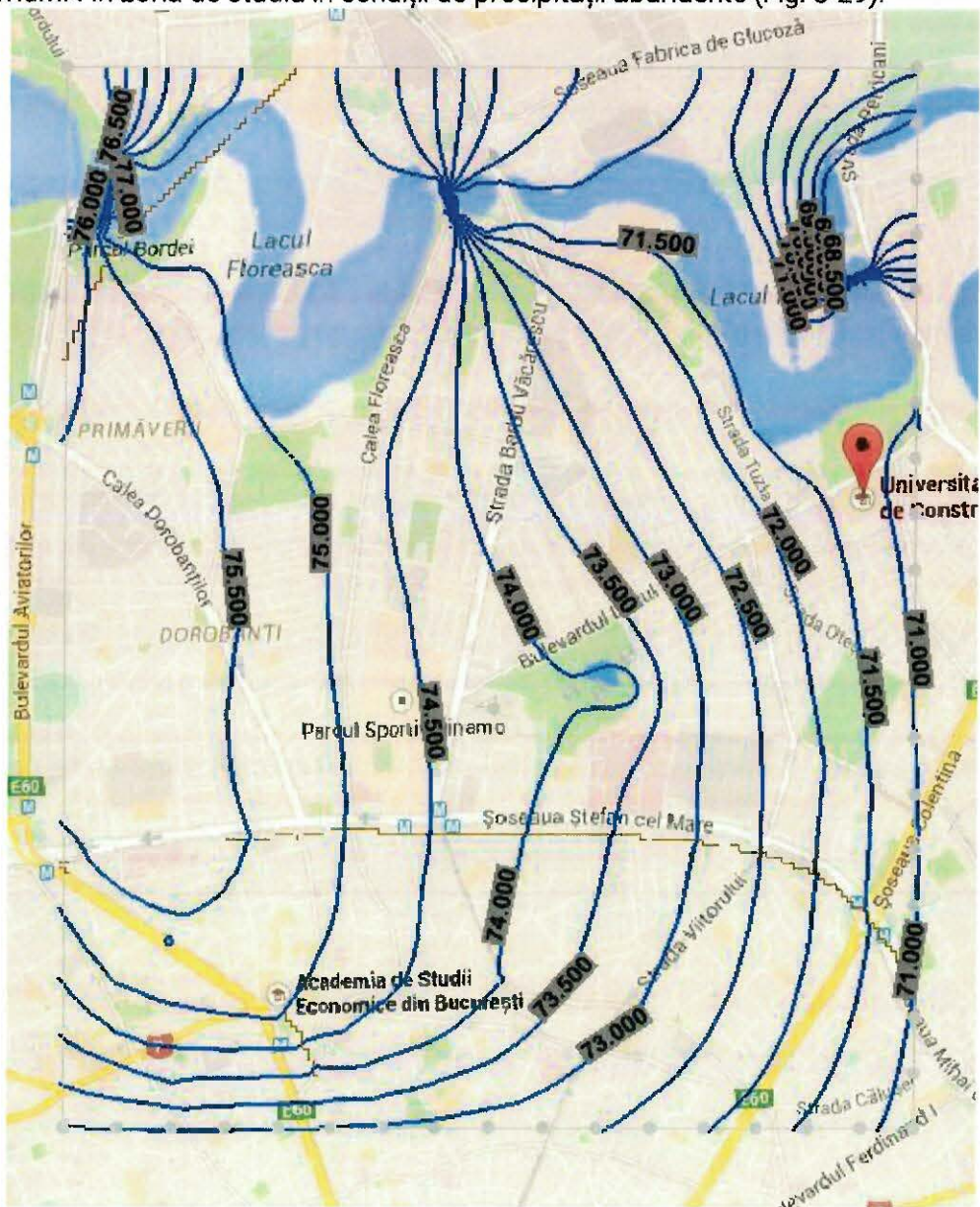


Fig. 3-29 Harta piezometrică pentru condiții de precipitații abundente a acviferului Colentina din zona de studiu

3.1.6.3 Date geologice generale

În cadrul unui studiu elaborat anterior de UTCB – CCIAS pentru ALPAB având ca obiectiv evaluarea și monitorizarea impactului urban (al infrastructurilor urbane) asupra mediului acvatic reprezentat de lacul din Parcul Circului (UTCB-CCIAS, 2014), a fost realizat modelul

geologic pentru zona Parcului Circului. Acesta a luat în considerare informațiile litologice obținute de la 32 de foraje aflate în zona de studiu (marcate cu triunghiuri albastre în Fig. 3-30) cu adâncimi cuprinse între 12 m și 63 m.

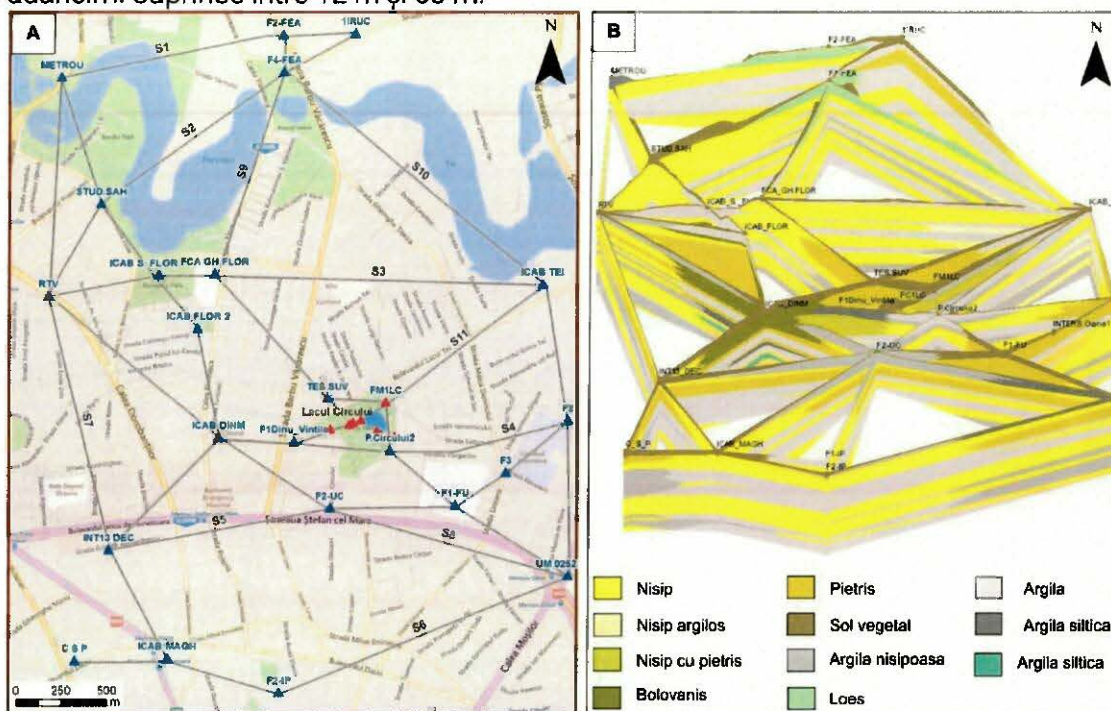


Fig. 3-30 (A) Harta cu poziționarea forajelor și a secțiunilor geologice, (B) Reprezentare 2d a secțiunilor geologice interpretate litostratigrafic

În funcție de distribuția forajelor menționate anterior au fost definite și interpretate din punct de vedere litostratigrafic 11 secțiuni geologice (Fig. 3-30). Din aceste secțiuni s-a extras informația referitoare la limitele ce definesc principalele unități hidrostratigrafice. Această informație a fost interpretată în vederea obținerii hărților structurale reprezentate de culcușul și coperișul principalelor acvifere (orizontul acvifer localizat în Pietrișurile de Colentina și orizontul acvifer localizat în Nisipurile de Mostiștea).

În zona studiată Nisipurile de Mostiștea se prezintă sub forma unui orizont continuu, alcătuit, în principal, din nisipuri, cu granulometrie variată, de la fine la grosiere, nisipuri argiloase cu intercalații lenticulare de argile, argile nisipoase, local argile siltice. În aproape toată zona de studiu (Cartierul Primăverii, Parcul studentesc Tei, Calea Dorobanților, partea de nord a Bulevardului Barbu Văcărescu) Formațiunea de Mostiștea se prezintă sub forma a două sau trei straturi de nisipuri, nisipuri argiloase, pietrișuri separate de una respectiv două lentile de argilă, argilă nisipoasă sau silt argilos dar în anumite zone cum ar fi Stadionul Dinamo și zona Parcului Floreasca acestea se reunesc într-un singur strat.

Din punct de vedere hidrogeologic Nisipurile de Mostiștea reprezintă acviferul de medie adâncime din zona Municipiului București. Orizontul argilos (Depozitele Intermediare) care îl acoperă face ca acest acvifer să fie sub presiune.

Din modelul geologic elaborat s-a observat că în zona cartierului Primăverii, Calea Dorobanților, Calea Floreasca și zona Cimitirului Colentina cota culcușului variază între 44 m și 46 m. Cote mai ridicate ale Nisipurilor de Mostiștea se găsesc în zona Parcului Circului, mai exact în partea de sud al acestuia (56-54 m) și scad către nord ajungând la valori cuprinse între 42 m și 38 m. Cota coperișului Nisipurilor de Mostiștea variază între 64 m și 68 m în zona Parcului Floreasca, Calea Floreasca, Ramuri Tei, Universitatea Tehnică de Construcții și scade către zona Parcului Circului (62 m), ajungând la valori cuprinse între 54 m și 52 în zona Piața Victoriei și Bulevardul Dacia.

În ceea ce privește grosimea Nisipurilor de Mostiștea, aceasta variază între 10 m și 14 m în zona Metrou Ștefan cel Mare – Piața Romană, 16-18 m în zona Piața Victoriei și Calea Dorobanților, între 12 m și 20 m în zona Parcul Circului, Bd. Lacul Tei și 24 – 26 m în zona Parcul Verdi, Barbu Văcărescu, Calea Floreasca, Parcul Floreasca, Cimitirul Colentina și Doamna Ghica. Referitor la valorile de conductivitate hidraulică ale orizontului acvifer Nisipurile de Mostiștea acestea variază între 1.5-15 m/zi.

Depozitele intermediare constituie un orizont argilos cu rare intercalații de nisipuri, cu grosimi de la 1 la 14 m. Acestea au aspect lenticular, și sunt puțin dezvoltate pe orizontală. Acest nivel argilos se dispune direct peste Nisipurile de Mostiștea, cu excepția câtorva areale (zona parcului Floreasca, Bd. Mircea Eliade, Calea Dorobanților) în care se efilează. În aceste zone în care depozitele intermediare lipsesc, cele două formațiuni acvifere Colentina respectiv Mostiștea se află în comunicare hidraulică directă. Grosimi mai mari ale Depozitelor Intermediare sunt întâlnite în partea de sud a zonei studiate (14 -10.5 metri în zona Piața Victoriei și Bd. Dacia). Acestea scad către zona Ștefan cel Mare la 7,5 - 6 m ajungând în zona Parcul Circului la valori de 3 m grosime.

Pietrișurile de Colentina se dezvoltă sub forma unui orizont continuu, alcătuit din pietrișuri grosiere (în special în zona Stadionului Dinamo și Parcul Circului), pietrișuri și nisipuri cu pietrișuri (în zona Parcul Floreasca, Barbu Văcărescu și Ștefan cel Mare), nisipuri argiloase, nisipuri fine, medii până la grosiere cu lentile subtiri de argila, argile nisipoase (zona Parcului Tei și zona Parcul Floreasca).

În cadrul Pietrișurilor de Colentina este cantonat un acvifer cu nivel liber, ce reprezintă acviferul freatic din zona Municipiului București. În zona studiată cota culcușului Pietrișurilor de Colentina variază între 70-68 m pe Calea Dorobanților, Sos. Ștefan Cel Mare, cimitirul Colentina, Str. Teiul Doamnei și Str. Ramuri Tei, 67- 65 m în zona stadionului Dinamo, Parcul Circului, Str. Barbu Văcărescu și Calea Floreasca. Coperișul Formațiunii de Colentina este întâlnit la cote cuprinse între 80-82 m în zona Parcului Verdi, Parcul studențesc Tei, 78-80 m în zona Universității Tehnice de Construcții București, Teiul Doamnei și Șos. Ștefan Cel Mare și 74-76 în zona stadionului Dinamo și Parcul Circului. În privința grosimii Pietrișurilor de Colentina, aceasta variază între 15 -13.5 m în zona cartierului Primăverii, Parcul Verdi, Parcul studențesc Tei, 10,5 – 12 m în zona stadionului Dinamo, Parcul Floreasca, Calea Dorobanților, 6-9 m în zona Șos. Ștefan cel Mare, Parcul Circului, Bd. Lacul Tei și 4.5 – 7.5 m în zona Lacurilor Floreasca și Tei.

La partea superioară a Pietrișurilor de Colentina, se dezvoltă, mai mult sau mai puțin continuu, Depozitele Superficiale. În zona studiată acestea sunt reprezentate de loessuri, argile, argile nisipoase, silturi și umpluturi rezultate din urma activităților antropice. Loessul este un depozit de origine eoliană, format, în proporții diferite, din argile, nisipuri, silturi. Acesta se regăsește în partea de nord a zonei studiate având grosimi de 9 -10 m. În zona centrală (zona Parcul Circului, Bd. Lacul tei, Șos. Ștefan cel Mare și Calea Floreasca) Depozitele Superficiale au grosimi cuprinse între 3m și 7 m.

Referitor la valorile de conductivitate hidraulică ale orizontului acvifer Pietrișurile de Colentina acestea variază între 8-50 m/zi.

3.1.6.4 Date geotehnice - hărți de zonare geotehnică, arhive accesibile.

Conform hărții raionării geotehnice a Mun. București din anul 1977 zona studiată este caracterizată de prezența umpluturilor, a argilelor prăfoase și a nisipurilor și pietrișurilor din orizonturile acvifere.



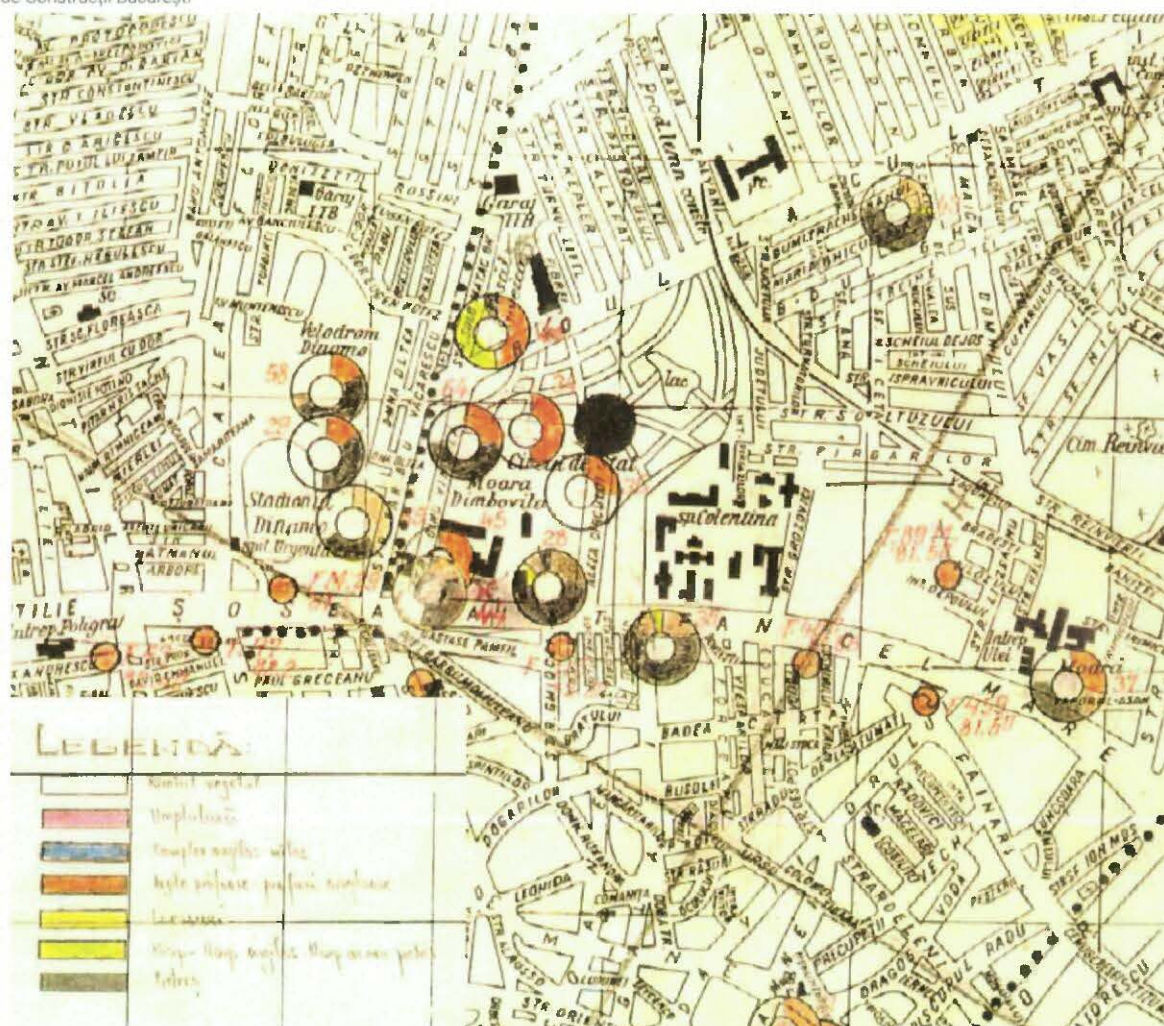


Fig. 3-31 Fragment din Raionarea Geothnică a Mun. București

În 2014, în cadrul colaborării dintre UTCB și ALPAB au fost realizate 10 foraje de investigație (ce au fost folosite pentru dezvoltarea studiilor hidrogeologice) - Fig. 3-32.

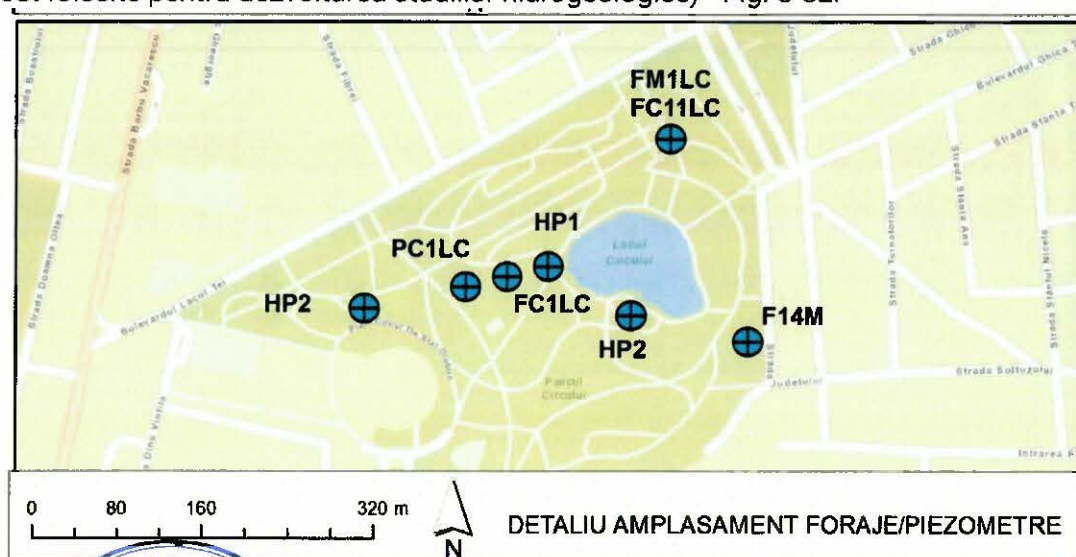
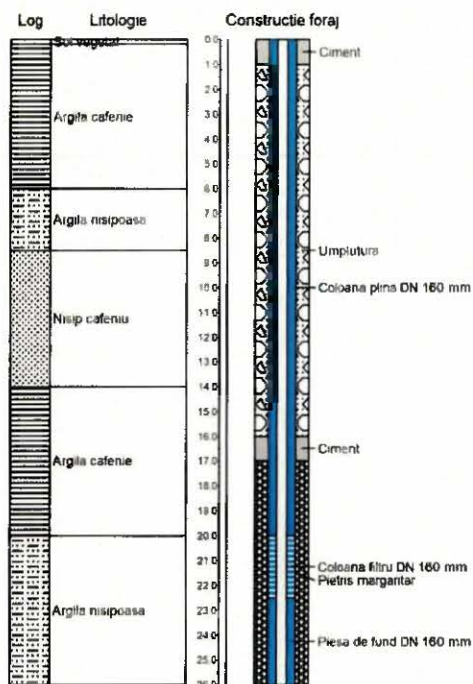


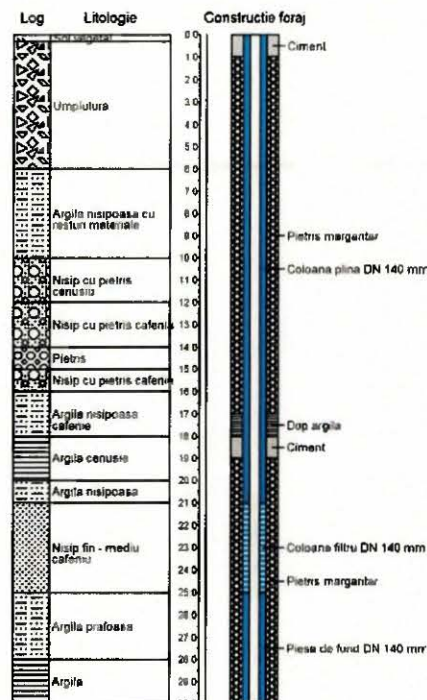
Fig. 3-32 Foraje de investigație din zona de studiu



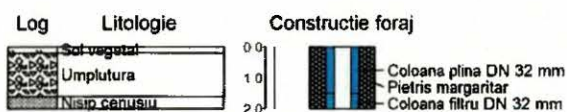
F14M



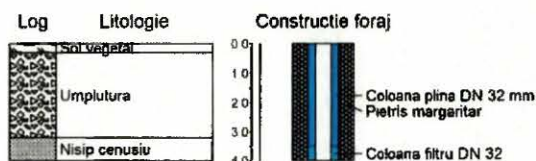
FM1LC



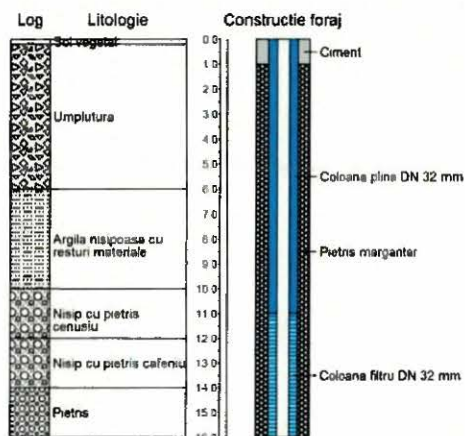
HP2



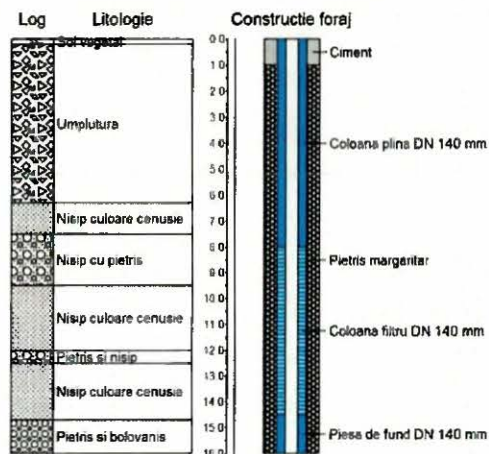
HP1



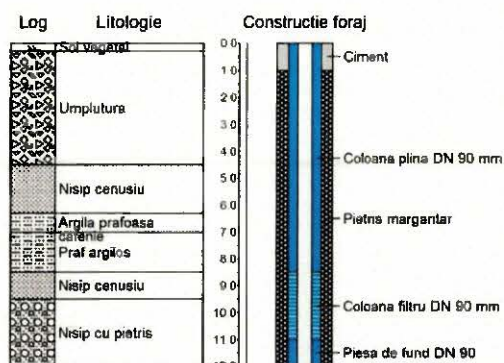
FC11LC



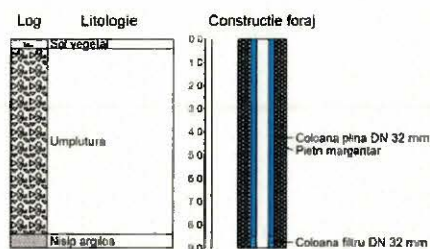
FC1LC



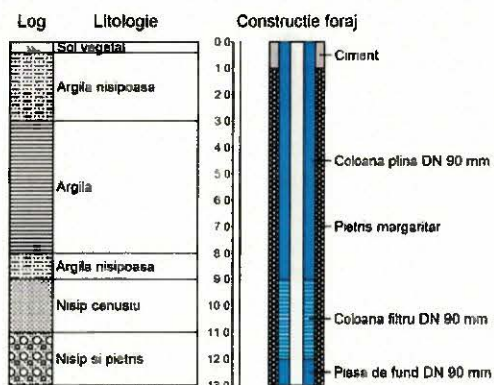
PC1LC



HP4



PC2LC



PC3LC

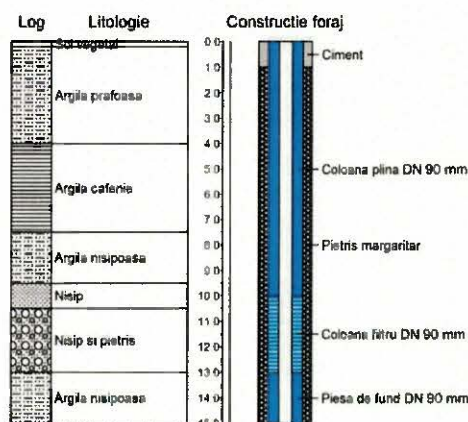


Fig. 3-33 Coloanele litologice ale forajelor de investigații

3.1.6.5 Încadrarea în zone de risc (alunecări de teren, inundații) în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare;

Conform Legii 575/2001, din punctul de vedere al hazardelor naturale – inundații și alunecări de teren, amplasamentul studiat se află într-o zonă lipsită de riscuri, (Fig. 3-34).

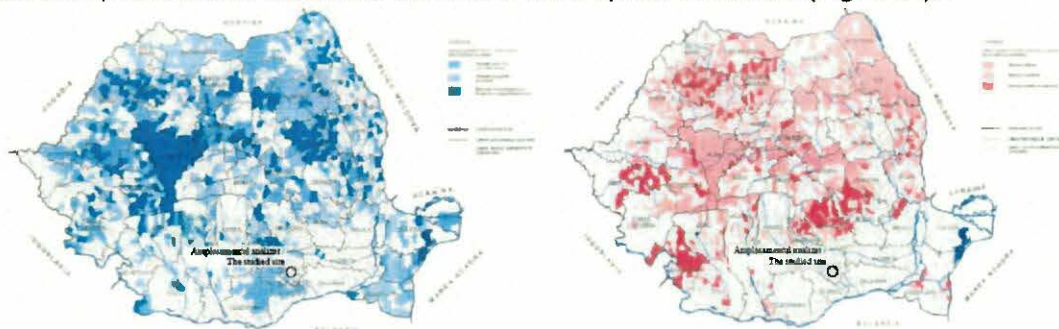


Fig. 3-34 Zonarea teritoriului României din punct de vedere al inundațiilor (stânga) și al alunecărilor de teren



3.1.6.6 Caracteristici din punct de vedere hidrologic stabilite în baza studiilor existente, a documentărilor, cu indicarea surselor de informare enunțate bibliografic.

Din punct de vedere hidrogeologic, interacțiunea dintre un acvifer și apele de suprafață neimpermeabilizate poate fi: (1) de realimentare a apelor subterane; (2) de drenare a apelor subterane și (3) de infiltrație. Primele două moduri reflectă o legătură hidrolică puternică între sistemele care interacționează (ape de suprafață și ape subterane), și pot fi modelate matematic cu ajutorul unei condiții la limită de tip sarcină hidrolică impusă. Infiltrația, poate fi introdusă într-un model hidrogeologic folosind condiția la limită de tip Cauchy.

Pentru corpurile de apă de suprafață neimpermeabilizate din zona de studiu și anume lacurile Herăstrău, Floreasca, Tei, Plumbuita, Circului, au fost considerate primele două tipuri de interacțiune (realimentare/descărcare). Alegerea poate fi justificată de datele măsurate (nivelurile de apă în lacurile neimpermeabilizate și cele subterane) colerate cu condițiile geologice. Aceste valori de nivel au fost folosite în modelul hidrogeologic dezvoltat ca și condiții de margine de tip sarcină hidrolică impusă, pentru stratul acvifer superior (Colentina).

Tabel 1 Valorile nivelului apelor de suprafață neimpermeabilizate din zona studiată măsurate la data de 14 martie 2018

Lac	Nivelul apei [mdMN]
Floreasca	74.84
Herăstrău	78.72
Plumbuita	68.00
Tei	71.32
Circului	74.42

3.2 Descrierea din punct de vedere tehnic, constructiv, funcțional-arhitectural și tehnologic

În conformitate cu cerințele beneficiarului și în urma realizării studiului hidrologic și hidrogeologic de fundamentare, actualul studiu de fezabilitate prezintă două opțiuni/scenarii de asigurare a necesarului apă în Parcul Circului pentru controlul apei în lac și pentru realizarea în condiții optime a irigațiilor.

Opțiunea 1 – Reabilitarea forajului existent (F1) care a asigurat necesarul de apă pentru irigații și utilizarea acestui pentru suplimentarea apei în lacul din Parcul Circului, realizarea unui foraj în acviferul Colentina pentru asigurarea necesarului de apă pentru irigații și realizarea unei gospodării de apă (bazine și stație de pompare) pentru sistemul de irigații.

Opțiunea 2 – Reabilitarea forajului existent (F1) pentru asigurarea necesarului de apă pentru irigații, realizarea unui foraj în acviferul Mostiștea pentru asigurarea necesarului de apă pentru irigații și realizarea unei gospodării de apă (bazine și stație de pompare) pentru sistemul de irigații.



3.2.1 Caracteristici tehnice și parametri specifici obiectivului de investiții

Opțiunea 1 presupune

- Reabilitarea forajului F1 care a furnizat apă în sistemul de irigații – curățare, deznisipare, instalare pompă submersibilă, refacere instalație hidraulică foraj, etc – și utilizarea acestuia pentru suplimentarea necesarului apă din lacul Circului.
- Deznisiparea forajului F2 care furnizează apă în Lacul Circului.
- Realizare foraj în acviferul Colentina (20 m) – FC - realizare cabina și puț forat pentru irigații spații verzi ($Q = 4.1 \text{ l/s}$) – instalații hidraulice cap foraj, pompă submersibilă etc.
- Realizare gospodărie de apă (rezervoare îngropate – aproximativ $2 \times 5 \text{ mc}$) și stație de pompare pentru sistemul de irigații.
- Aducțiune pentru sistemul de irigații între puțul forat FC și gospodăria de apă.
- Aducțiune pentru sistemul de alimentare lac.

Opțiunea 2 presupune

- Reabilitarea forajului F1 care a furnizat apă în sistemul de irigații – curățare, deznisipare, instalare pompă submersibilă, refacere instalație hidraulică foraj, etc – și utilizarea acestuia pentru sistemul de irigații din parc.
- Deznisiparea forajului F2 care furnizează apă în Lacul Circului.
- Realizare foraj în acviferul Mostiștea (40 m) – FM - realizare cabina și puț forat pentru irigații spații verzi ($Q = 2.66 \text{ l/s}$) – instalații hidraulice cap foraj, pompă submersibilă etc.
- Realizare gospodărie de apă (rezervoare îngropate – aproximativ $2 \times 5 \text{ mc}$) și stație de pompare pentru sistemul de irigații.
- Aducțiune pentru sistemul de irigații între puțul forat FM și gospodăria de apă.
- Aducțiune pentru sistemul de alimentare lac.

3.2.2 Varianta constructivă de realizare a investiției, cu justificarea alegerii acesteia

Opțiunea recomandată este opțiunea 1 și aceasta presupune:

- Lucrări de reabilitare puț existent F1:
 - o Realizarea unei inspecții video prealabile pentru definirea nivelului de colmatare/înnisipare.
 - o Realizarea unei deznisipări și a unei curățări mecanice a zonei tubulaturii de exploatare.
 - o Instalarea unei pompe submersibile și refacerea instalației hidraulice din cabina puțului (vane, apometru, clapetă de sens, etc.)
- Lucrări de deznisipare puț existent F2.
- Forare puț în acviferul Colentina – FC - puț cu coordonatele în sistem Stereo '70/ X: 588476.6 și Y: 329222.1 (ANEXA 8) și adâncimea de 20 m. Acesta va exploata un debit de 355 mc/zi (4.1 l/s) și va asigura necesarul de apă prin pompare din stratul acvifer Colentina.
 - o Realizarea cabinei puțului;
 - o Instalarea și montarea pompei submersibile;
 - o Instalații hidraulice cabină puț
 - o Montarea și instalarea instalației electrice (panou, traseu cabluri, automatizare etc).
 - o alegerea intervalelor captate și programul de construcție al forajului vor fi stabilite pe baza litologiei întâlnite în timpul săpării găurii de sondă, informații ce vor fi corelate cu investigațiile geofizice;
 - o forajul va fi echipat cu o coloană de exploatare din PVC, cu fante și diametru adecvat



- o se vor izola prin cimentare stratele superioare celor captate. Premergător acestei operații se va plasa un dop de argilă cu vâscozitate mare sau compactonită de aproximativ 2 m;
 - o operațiile de decolmatare - dezvoltare - deznisipare se vor executa în sistem aer - lift cu pompă Mamouth, la finalul acestora impunându-se clorinarea forajului;
 - o teste de pompare experimentală se vor efectua cu pompă submersibilă adecvată executându-se inițial un pre-test, test de eficiență (minim trei trepte de pompare cu debite progresiv crescătoare) și test de performanță;
 - o se vor preleva două probe de apă pentru analize fizico-chimice și bacteriologice în vederea stabilirii calității acesteia;
 - Realizare gospodărie de apă compusă din:
 - o Rezervoare de stocare a apei – aprox. 2 x 5 mc. – bazine îngropate - pregătirea terenului, realizarea săpăturii, montarea bazinelor, etc.
 - o Stație de pompare – realizarea cabinei, montarea pompei, instalații hidraulice, automatizare etc.
 - o Gospodăria de apă nou propusă va ocupa o suprafață de aproximativ 6 x 10 m = 60 mp;
 - o se va prevedea o conductă de golire pe refularea pompei care să permită evacuarea apei din rezervor direct în Lacul Circului.
 - o la execuție, pe perioada montării rezervoarelor, se va avea în vedere coborârea pânzei freatice prin întreruperea alimentării lacului aproximativ 3-4 săptămâni înainte de începerea lucrărilor.
 - Realizare aducțiunea de apă între FC și gospodăria de apă.
 - Realizarea aducțiune de apă pentru alimentarea apei în lac – între F1 și F2 și gura de vărsare.
 - Realizarea gurii de vărsare a apei în lac.
- 3.2.3 Echiparea și dotarea specifică funcțiunii propuse.

- a. Forajul nou executat FC va fi dotat minim cu:
 - Cască puț din confecție metalică, cu piesele de trecere necesare, garnitura montaj, șuruburi, piulițe, șaibe, etc, complet echipată
 - Instalații hidraulice aferente (robineți, filtru impurități, clapetă de sens, debitmetru, etc)
 - Electropompă submersibilă complet echipată, conductă refulare.
- b. Rezervoarele pentru irigații – aproximativ 2 buc x 5 mc.
- c. Stația de pompare:
 - Clapete de sens;
 - Robineți și vane;
 - Electropompe cu accesorii 2 bucăți (o electropompă rece/rezervă).
- d. Forajul F1 reabilitat va fi dotat minim cu:
 - Cască puț din confecție metalică, cu piesele de trecere necesare, garnitura montaj, șuruburi, piulițe, șaibe, etc, complet echipată
 - Instalații hidraulice aferente (robineți, clapetă de sens, etc)
 - Electropompă submersibilă complet echipată, conductă refulare.



3.3 Costurile estimative ale investiției:

3.3.1 Costurile estimate pentru realizarea obiectivului de investiții.

DEVIZ GENERAL OPȚIUNEA 1 - VARIANTĂ RECOMANDATĂ

NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
CAPITOLUL 1: Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				
1.1	Obtinerea terenului	0.00		0.00
1.2	Amenajarea terenului	5,300.00	1,007.00	6,307.00
1.3	Amenajari pentru protectia mediului si aducerea terenului la starea initiala	7,288.48	1,384.81	8,673.30
1.4	Cheltuieli pentru relocarea/protectia utilitatilor	0.00	0.00	0.00
TOTAL CAPITOL 1		12,588.48	2,391.81	14,980.30
CAPITOL 2: Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului de investitii				
2.1	Asigurarea utilitatilor	4,190.88	796.27	4,987.15
TOTAL CAPITOL 2		4,190.88	796.27	4,987.15
CAPITOL 3: Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica				
3.1	Studii	46,000.00	8,740.00	54,740.00
	3.1.1. Studii de teren	30,500.00	5,795.00	36,295.00
	3.1.2. Raport privind impactul asupra mediului	10,500.00	1,995.00	12,495.00
	3.1.3. Alte studii specifice	5,000.00	950.00	5,950.00
3.2	Documentatii-suport si cheltuieli pentru obtinerea de avize, acorduri si autorizatii	9,500.00	1,805.00	11,305.00
3.3	Expertiza tehnica	0.00	0.00	0.00
3.4	Certificarea performantei energetice si auditul energetic al cladirilor	0.00	0.00	0.00
3.5	Proiectare	45,050.00	8,559.50	53,609.50
	3.5.1. Tema de proiectare	0.00	0.00	0.00
	3.5.2. Studiu de fezabilitate	0.00	0.00	0.00
	3.5.3. Studiu de fezabilitate/documentatie de avizare a lucrarilor de interventii si deviz general	18,000.00	3,420.00	21,420.00
	3.5.4. Documentatiile tehnice necesare in vederea obtinerii avizelor/acordurilor/autorizatiilor	4,500.00	855.00	5,355.00
	3.5.5. Verificarea tehnica de calitate a proiectului tehnic si a detaliilor de executie	2,050.00	389.50	2,439.50
	3.5.6. Proiect tehnic si detalii de executie	20,500.00	3,895.00	24,395.00
3.6	Organizarea procedurilor de achizitie	364.42	69.24	433.66
3.7	Consultanta	10,932.73	2,077.22	13,009.94
	3.7.1. Managementul de proiect pentru obiectivul de investitii	8,746.18	1,661.77	10,407.96
	3.7.2. Auditul financiar	2,186.55	415.44	2,601.99
3.8	Asistenta tehnica	16,827.38	3,197.20	20,024.58



NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
	3.8.1. Asistenta tehnica din partea proiectantului	11,000.00	2,090.00	13,090.00
	3.8.1.1. pe perioada de executie a lucrarilor	8,800.00	1,672.00	10,472.00
	3.8.1.2. pentru participarea proiectantului la fazele incluse in programul de control al lucrarilor de executie, avizat de catre Inspectoratul de Stat in Constructii	2,200.00	418.00	2,618.00
	3.8.2. Dirigentie de santier	5,827.38	1,107.20	6,934.58
TOTAL CAPITOL 3		128,674.53	24,448.16	153,122.69
CAPITOL 4: Cheltuieli pentru investitia de baza				
4.1	Constructii si instalatii	364,424.22	69,240.60	433,664.83
4.1.1	Terasamente	78,775.62	14,967.37	93,742.98
4.1.2	Constructii	97,119.74	18,452.75	115,572.49
4.1.3	Instalatii hidraulice	124,178.86	23,593.98	147,772.85
4.1.4	Foraj	44,550.00	8,464.50	53,014.50
4.1.5	Instalatii electrice	19,800.00	3,762.00	23,562.00
4.2	Montaj utilaje, echipamente tehnologice si functionale	0.00	0.00	0.00
4.3	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care necesita montaj	0.00	0.00	0.00
4.4	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care nu necesita montaj si echipamente de transport	0.00	0.00	0.00
4.5	Dotari	0.00	0.00	0.00
4.6	Active necorporale	0.00	0.00	0.00
TOTAL CAPITOL 4		364,424.22	69,240.60	433,664.83
CAPITOL 5: Alte cheltuieli				
5.1	Organizare de santier	9,110.61	1,731.02	10,841.62
	5.1.1. Lucrari de constructii si instalatii aferente organizarii de santier	7,288.48	1,384.81	8,673.30
	5.1.2. Cheltuieli conexe organizarii santierului	1,822.12	346.20	2,168.32
5.2	Comisioane, cote, taxe, costul creditului	9,169.01	950.00	10,119.01
	5.2.1. Comisioanele si dobanzile aferente creditului bancii finantatoare			
	5.2.2. Cota aferenta ISC pentru controlul calitatii lucrarilor de constructii	1,895.01		1,895.01
	5.2.3. Cota aferenta ISC pentru controlul statului in amenajarea teritoriului, urbanism si pentru autorizarea lucrarilor de constructii	379.00		379.00
	5.2.4. Cota aferenta Casei Sociale a Constructorilor - CSC	1,895.01		1,895.01
	5.2.5. Taxe pentru acorduri, avize conforme si autorizatia de construire/desfiintare	5,000.00	950.00	5,950.00
5.3	Cheltuieli diverse si neprevazute	44,308.10	8,418.54	52,726.64



NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
5.4	Cheltuieli pentru informare si publicitate	3,000.00	570.00	3,570.00
TOTAL CAPITOL 5		65,587.72	11,669.55	77,257.27
CAPITOL 6: Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste				
6.1	Pregatirea personalului de exploatare	3,000.00	570.00	3,570.00
6.2	Probe tehnologice si teste	3,500.00	665.00	4,165.00
TOTAL CAPITOL 6		6,500.00	1,235.00	7,735.00
TOTAL GENERAL:		581,965.83	109,781.40	691,747.23
din care : C+M		388,492.07	73,813.49	462,305.57



**DEVIZ GENERAL
OPȚIUNEA 2 - VARIANTĂ ALTERNATIVĂ**

NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
CAPITOLUL 1: Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				
1.1	Obtinerea terenului	0.00		0.00
1.2	Amenajarea terenului	5,300.00	1,007.00	6,307.00
1.3	Amenajari pentru protectia mediului si aducerea terenului la starea initiala	7,788.43	1,479.80	9,268.24
1.4	Cheltuieli pentru relocarea/protectia utilitatilor	0.00	0.00	0.00
TOTAL CAPITOL 1		13,088.43	2,486.80	15,575.24
CAPITOL 2: Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului de investitii				
2.1	Asigurarea utilitatilor	4,478.35	850.89	5,329.24
TOTAL CAPITOL 2		4,478.35	850.89	5,329.24
CAPITOL 3: Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica				
3.1	Studii	46,000.00	8,740.00	54,740.00
	3.1.1. Studii de teren	30,500.00	5,795.00	36,295.00
	3.1.2. Raport privind impactul asupra mediului	10,500.00	1,995.00	12,495.00
	3.1.3. Alte studii specifice	5,000.00	950.00	5,950.00
3.2	Documentatii-suport si cheltuieli pentru obtinerea de avize, acorduri si autorizatii	9,500.00	1,805.00	11,305.00
3.3	Expertiza tehnica	0.00	0.00	0.00
3.4	Certificarea performantei energetice si auditul energetic al cladirilor	0.00	0.00	0.00
3.5	Proiectare	45,050.00	8,559.50	53,609.50
	3.5.1. Tema de proiectare	0.00	0.00	0.00
	3.5.2. Studiu de fezabilitate	0.00	0.00	0.00
	3.5.3. Studiu de fezabilitate/documentatie de avizare a lucrarilor de interventii si deviz general	18,000.00	3,420.00	21,420.00
	3.5.4. Documentatiile tehnice necesare in vederea obtinerii avizelor/acordurilor/autorizatiilor	4,500.00	855.00	5,355.00
	3.5.5. Verificarea tehnica de calitate a proiectului tehnic si a detaliilor de executie	2,050.00	389.50	2,439.50
	3.5.6. Proiect tehnic si detalii de executie	20,500.00	3,895.00	24,395.00
3.6	Organizarea procedurilor de achizitie	389.42	73.99	463.41
3.7	Consultanta	11,682.65	2,219.70	13,902.36
	3.7.1. Managementul de proiect pentru obiectivul de investitii	9,346.12	1,775.76	11,121.88
	3.7.2. Auditul financiar	2,336.53	443.94	2,780.47
3.8	Asistenta tehnica	17,221.65	3,272.11	20,493.77
	3.8.1. Asistenta tehnica din partea proiectantului	11,000.00	2,090.00	13,090.00
	3.8.1.1. pe perioada de executie a lucrarilor	8,800.00	1,672.00	10,472.00



NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
	3.8.1.2. pentru participarea proiectantului la fazele incluse in programul de control al lucrarilor de executie, avizat de catre Inspectoratul de Stat in Constructii	2,200.00	418.00	2,618.00
	3.8.2. <i>Dirigentie de santier</i>	6,221.65	1,182.11	7,403.77
TOTAL CAPITOL 3		129,843.73	24,670.31	154,514.04
CAPITOL 4: Cheltuieli pentru investitia de baza				
4.1	Constructii si instalatii	389,421.72	73,990.13	463,411.85
4.1.1	Terasamente	78,775.62	14,967.37	93,742.98
4.1.2	Constructii	97,119.74	18,452.75	115,572.49
4.1.3	Instalatii hidraulice	129,376.36	24,581.51	153,957.87
4.1.4	Foraj	64,350.00	12,226.50	76,576.50
4.1.5	Instalatii electrice	19,800.00	3,762.00	23,562.00
4.2	Montaj utilaje, echipamente tehnologice si functionale	0.00	0.00	0.00
4.3	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care necesita montaj	0.00	0.00	0.00
4.4	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care nu necesita montaj si echipamente de transport	0.00	0.00	0.00
4.5	Dotari	0.00	0.00	0.00
4.6	Active necorporale	0.00	0.00	0.00
TOTAL CAPITOL 4		389,421.72	73,990.13	463,411.85
CAPITOL 5: Alte cheltuieli				
5.1	Organizare de santier	9,735.54	1,849.75	11,585.30
	5.1.1. Lucrari de constructii si instalatii aferente organizarii de santier	7,788.43	1,479.80	9,268.24
	5.1.2. Cheltuieli conexe organizarii santierului	1,947.11	369.95	2,317.06
5.2	Comisioane, cote, taxe, costul creditului	9,454.98	950.00	10,404.98
	5.2.1. Comisioanele si dobanzile aferente creditului bancii finantatoare			
	5.2.2. Cota aferenta ISC pentru controlul calitatii lucrarilor de constructii	2,024.99		2,024.99
	5.2.3. Cota aferenta ISC pentru controlul statului in amenajarea teritoriului, urbanism si pentru autorizarea lucrarilor de constructii	405.00		405.00
	5.2.4. Cota aferenta Casei Sociale a Constructorilor - CSC	2,024.99		2,024.99
	5.2.5. Taxe pentru acorduri, avize conforme si autorizatia de construire/desfiintare	5,000.00	950.00	5,950.00
5.3	Cheltuieli diverse si neprevazute	46,926.02	8,915.94	55,841.96
5.4	Cheltuieli pentru informare si publicitate	3,000.00	570.00	3,570.00
TOTAL CAPITOL 5		69,116.54	12,285.70	81,402.24



NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
CAPITOL 6: Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste				
6.1	Pregatirea personalului de exploatare	3,000.00	570.00	3,570.00
6.2	Probe tehnologice si teste	3,500.00	665.00	4,165.00
TOTAL CAPITOL 6		6,500.00	1,235.00	7,735.00
TOTAL GENERAL:		612,448.78	115,518.82	727,967.60
din care : C+M		414,776.94	78,807.62	493,584.56

3.3.2 Costurile estimative de operare pe durata normată de viață/de amortizare a investiției publice.

Costurile de operare sunt costuri adiționale generate de utilizarea investiției, după terminarea construcției proiectului. În cazul prezentat aceste costuri de operare constau în:

- Forța de muncă – personal – 54000 lei anual
- Utilități – energie și apă brută 27.984 lei anual.
- Întreținere anuală 13 489 lei.
- Alte cheltuieli – costuri de înlocuire echipamente, o dată la 10 ani – aproximativ 16.000 euro.

Elementele de cost pentru perioada de exploatare au fost estimate pentru obiectivele de investiție funcție de modul de operare. Proiectul de investiție presupune în perioada de operare întreținere curentă și periodică în vederea asigurării duratei de viață recomandată. Întreținerea anuală estimată va reduce pericolul degradării. Costurile cu forța de muncă se referă la costurile salariale corespunzătoare personalului necesar pentru administrarea și întreținerea investiției.

3.4 Studii de specialitate

a. Studiu topografic

Studiile topografice au ca scop întocmirea de planuri de situație, profile longitudinale și transversale necesare realizării pieselor desenate, conform cerințelor de proiectare, precum și stabilirea poziției rețelilor de utilități supraterane, a limitelor de proprietate, a acceselor, etc.

b. Studiu geotehnic

Studiile geotehnice au ca scop stabilirea caracteristicilor geotehnice ale terenurilor de fundare și a naturii acestora

c. Studiu hidrologic și hidrogeologic

În cazul particular al amplasamentului studiat, studiul hidrologic și hidrogeologic (realizat în anul 2021) a avut ca obiectiv stabilirea, prin modelare matematică, a debitelor de exploatare a apei subterane din zona Parcului Circului, București Sector 2, în vederea îmbunătățirii opțiunilor

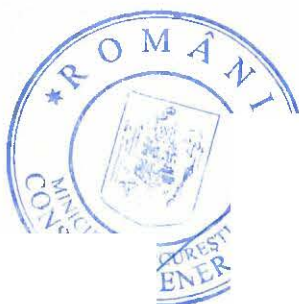


de control a nivelului apei din Lacul Circului si asigurarea sursei pentru irigații pentru Parcul Circului.

d. Studiu de trafic si studiu de circulație – nu este cazul;

3.5 Grafice orientative de realizare a investiției

DENUMIREA CAPITOLELOR DE CHELTUIELI	ANUL 1 - Luna									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				x						
2. Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului de investitii				x						
3. Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4. Cheltuieli pentru investitia de baza					x	x	x	x	x	x
4.1. Constructii si instalatii					x	x	x	x	x	
4.1.1 Terasamente					x	x	x	x	x	
4.1.2. Constructii					x	x	x	x	x	
4.1.3. Instalatii hidraulice					x	x	x	x	x	
4.1.4. Foraj					x	x	x	x	x	
4.1.5 Instalatii electrice					x	x	x	x	x	
5. Alte cheltuieli										
5.1. Organizare de santier					x					
5.2. Comisioane, cote, taxe, costul creditului			x	x	x					
5.3. Cheltuieli diverse si neprevazute			x	x	x	x	x	x	x	x
5.4. Cheltuieli pentru informare si publicitate				x	x					
6. Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste										x



4 Analiza fiecărui/fiecărei scenariu/opțiuni tehnico-economic(e) propus(e)

4.1 Prezentarea cadrului de analiză, inclusiv specificarea perioadei de referință și prezentarea scenariului de referință

Obiectivul prezentului Studiu de Fezabilitate îl reprezintă:

Realizarea captării de apă din subteran pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București.

Perioada de referință

- Pentru Analiza financiară a fost adoptată o perioadă de referință de 30 de ani.

Scenarii de evaluare:

- Opțiunea 1 – Recomandată
- Opțiunea 2 – Alternativă

Costurile de investiție includ cheltuielile diverse și neprevăzute.

Costurile de întreținere și de operare includ atât cheltuielile de rutină cât și cheltuielile de întreținere majoră și de operare anuală.

Perioada de referință (ani) recomandată pentru perioada 2014-2020, pentru investițiile în infrastructura de apă este de 30 de ani, conform "Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020".

Opțiunile/Scenariile analizate sunt:

- **Opțiunea 1** – Reabilitarea forajului existent (F1) care a asigurat necesarul de apă pentru irigații și utilizarea acestui pentru suplimentarea apei în lacul din Parcul Circului, realizarea unui foraj în acviferul Colentina pentru asigurarea necesarului de apă pentru irigații și realizarea unei gospodării de apă (bazine și stație de pompare) pentru sistemul de irigații.
- **Opțiunea 2** – Reabilitarea forajului existent (F1) pentru asigurarea necesarului de apă pentru irigații, realizarea unui foraj în acviferul Mostiștea pentru asigurarea necesarului de apă pentru irigații și realizarea unei gospodării de apă (bazine și stație de pompare) pentru sistemul de irigații.

4.2 Analiza vulnerabilităților cauzate de factori de risc, antropici și naturali, inclusiv de schimbări climatice, ce pot afecta investiția

Managementul riscului presupune următoarele etape:

- Identificarea riscului
- Analiza riscului
- Reacția la risc



Identificarea riscului

Identificarea riscului se realizează prin întocmirea unor liste de control.

Analiza riscului

Aceasta etapa este utilă în determinarea priorităților în alocarea resurselor pentru controlul și finanțarea riscurilor. Estimarea riscurilor presupune conceperea unor metode de măsurare a importanței riscurilor precum și aplicarea lor pentru riscurile identificate.

Reactia la Risc - cuprinde măsuri și acțiuni pentru diminuarea, eliminarea sau repartizarea riscului.

Numim risc nesiguranța asociată oricărui rezultat. Nesiguranța se poate referi la probabilitatea de apariție a unui eveniment sau la influența, la efectul unui eveniment în cazul în care acesta se produce. Riscul apare atunci când:

- un eveniment se produce sigur, dar rezultatul acestuia e nesigur;
- efectul unui eveniment este cunoscut, dar apariția evenimentului este nesigură;
- atât evenimentul cât și efectul acestuia sunt incerte.

Tehnici de control a riscului recunoscute în literatura de specialitate se împart în următoarele categorii:

- evitarea riscului – implică schimbări ale planului de management cu scopul de a elimina apariția riscului;
- transferul riscului – împărțirea impactului negativ al riscului cu o terță parte (contracte de asigurare, garanții);
- reducerea riscului – tehnici care reduc probabilitatea și/sau impactul negativ al riscului;
- planuri de contingenta – planuri de rezerva care vor fi puse în aplicare în momentul apariției riscului.

În cadrul prezentei analize se pot identifica și comenta tipurile de risc centralizate în tabelul următor:

Tipul de risc	Elementele riscului	Tip acțiune corectivă	Metoda eliminare
Riscul construcției	Riscul de apariție a unui eveniment care conduce la imposibilitatea finalizării acesteia la timp și la costul estimat	Eliminare risc	Semnarea unui contract cu termen de finalizare fix
Riscul de întreținere	Riscul de apariție a unui eveniment care generează	Eliminare risc	Semnarea unui contract cu clauze de garanții



Tipul de risc	Elementele riscului	Tip actiune corectiva	Metoda eliminare
	costuri suplimentare de întreținere datorita execuției lucrărilor		extinse astfel incat aceste costuri sa fie sustinute de executant
Obținerea finanțării	Riscul ca beneficiarul sa nu obțină finanțarea	Eliminare risc	Beneficiarul impreuna cu consultantul vor studia amanuntit documentatia astfel incat sa nu apara o astfel de situatie
Soluțiile tehnice	Riscul ca solutiile tehnice sa nu fie corespunzatoare din punct de vedere tehnologic	Eliminare risc	Beneficiarul impreuna cu proiectantul vor studia amanuntit documentatia astfel incat sa fie aleasa solutia tehnica cea mai buna
Grad de atractivitate scazuta a investitiei	Riscul ca oamenii sa nu aprecieze sistemul nou creat, chiar sa vandalizeze si astfel sa nu se realizeze beneficiile urmarite	Eliminare risc	Realizarea unei promovari intense a investitiei in zona si corelarea acestei investitii cu alte proiecte de imbunatatire a infrastructurii publice
Preturile materialelor	Riscul ca preturile materialelor sa creasca peste nivelul contractat	Diminuare risc	Semnarea unui contract de executie ferm si urmarirea realizarii programului conform graficului

După cum se poate observa riscurile de realizare a investitiei sunt reduse, iar gradul lor de impact nu afectează utilitatea investiției.

4.3 Situația utilităților și analiza de consum:

4.3.1 Necesarul de utilități și de relocare/protejare, după caz;

Utilitățile necesare pentru funcționarea echipamentelor propuse prin prezentul studiu de fezabilitate sunt apa bruta și energia electrică. Se estimează un consum anual de aproximativ 96 000 mc apă brută și de aproximativ 22 500 KWh.

4.3.2 Soluții pentru asigurarea utilităților necesare.

Apa brută se va asigura prin pompare din puțuri, iar energia electrică prin racordare la sistemul existent.



4.4 Sustenabilitatea realizării obiectivului de investiții:

4.4.1 Impactul social și cultural, egalitatea de șanse

Impactul social și cultural al investiției este evident în vederea asigurării serviciilor ecosistemice ale Parcului Circului.

Lacul Circului deservește o zonă aglomerată a Mun. București reprezentând un parc emblemă pentru locuitorii din zonă. Astfel, a luat ființă Grupul de Inițiativă Civică Lacul Tei, grup civic ce militează pentru menținerea ecosistemului specific.

Spațiul de recreere oferit de parc și lac sunt importante pentru riverani, iar menținerea acestora în stare bună reprezintă un obiectiv strategic pentru dezvoltarea urbană.

4.4.2 Estimări privind forța de muncă ocupată prin realizarea investiției: în faza de realizare, în faza de operare

Locuri de munca în faza de execuție

Obiectul acestor estimări este evidențierea efectelor economice directe, indirecte și induse asupra locurilor de munca. Toate persoanele ce lucrează pentru proiect (specialiști, ingineri, operatori de echipamente, proiectanți, muncitori) reprezintă angajarea directă a forței de munca. Persoanele care sunt incluse în circuitul economic al proiectului fără a avea o implicare directă, beneficiază de efecte indirecte asupra locurilor de munca prin efectul multiplicator (ex. fabricanții de materiale de construcții, șoferi de camioane, personal administrativ). Efectele induse ale locurilor de munca sunt determinate de sporirea consumului angajaților direcți și indirecti pe seama salariilor primite, ceea ce duce la sporirea veniturilor agenților economici și implicit a activității acestora

Locuri de munca în faza de operare

Pentru funcționarea optimă se recomandă deschiderea unui post pentru operarea, supravegherea și mentenanța sistemului.

4.4.3 Impactul asupra factorilor de mediu, inclusiv impactul asupra biodiversității și a siturilor protejate, după caz;

Investiția nu are un impact negativ asupra mediului. Investiția în sine creează premisele conservării și ocrotirii biodiversității din Parcul Circului.

4.4.4 Impactul obiectivului de investiție raportat la contextul natural și antropic în care acesta se integrează, după caz.

Investiția nu are un impact negativ, aceasta integrându-se în peisajul parcului.



4.5 Analiza cererii de bunuri și servicii, care justifică dimensionarea obiectivului de investiții

Realizarea obiectivului investiției va asigura controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București. Indirect investiția va contribui la păstrarea și dezvoltarea serviciilor specifice (agrement) prin atragerea de vizitatori în zonă.

4.6 Analiza financiară, inclusiv calcularea indicatorilor de performanță financiară: fluxul cumulat, valoarea actualizată netă, rata internă de rentabilitate; sustenabilitatea financiară

În cadrul acestei prezentei documentații se va urmări impactul financiar al investiției prin calcularea performanței și sustenabilității financiare a investiției propuse pe parcursul perioadei de referință.

Metoda utilizată în dezvoltarea analizei financiare este cea a „fluxului net de numerar actualizat”. În această metodă fluxurile non-monetare, cum ar fi amortizarea și provizioanele, nu sunt luate în considerație.

Se vor calcula fluxul cumulat de numerar și următorii indicatori de performanță financiară:

a) Costurile totale actualizate

$$CTA = \sum_{k=1}^n \frac{C_k + I_k}{(1+r)^k}$$

b) Veniturile totale actualizate

$$VTA = \sum_{k=1}^n \frac{V_k}{(1+r)^k}$$

c) Venitul net actualizat

$$VNA = VTA - CTA = \sum_{k=1}^n \frac{V_k - C_k - I_k}{(1+r)^k}$$

d) Raportul beneficiu cost

$$\frac{B}{C} = \frac{VTA}{CTA} = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{V_k}{(1+r)^k}}{\sum_{k=1}^n \frac{C_k + I_k}{(1+r)^k}}$$

e) Rata internă de rentabilitate

$$VNA = f(RIR) = \sum_{k=1}^n \frac{V_k - C_k - I_k}{(1+RIR)^k} = 0 \Rightarrow RIR$$

unde:

C_k - costurile din anul k



I_k - investițiile din anul k

V_k - costurile din anul k

r - rata de actualizare

n - numărul de ani ai perioadei de analiza

Rata Interna de Rentabilitate Financiară este acea rată de actualizare care egalizează costurile actualizate ale proiectului cu veniturile sale. Rata de rentabilitate financiară este acea rată de actualizare la care se obține $VNA = 0$.

Perioada de referință se referă la numărul maxim de ani pentru care se realizează previziuni în cadrul analizei cost-beneficiu. Previziunile vor fi realizate pentru o perioadă apropiată de viața economică a investiției, dar suficient de îndelungată pentru a permite manifestarea impactului pe termen mediu și lung al acesteia. Se considera o perioadă de referință de 30 de ani.

Durata de realizare a proiectului, conform studiului de fezabilitate, este de 10 luni. Cursul de schimb utilizat pentru evaluarea în EUR a sumelor calculate în moneda națională a fost de 4.95 lei (RON) pentru un Euro.

Rata de actualizare utilizată pentru fluxurile de numerar viitoare a fost stabilită la 5%.

Investiția de capital este prezentată în devizul general al investiției întocmit în conformitate cu prevederile H.G. 907/2016

Valoarea totală a investiției de capital (conform studiului de fezabilitate) este de:

	Valoare fără TVA		Valoare cu TVA	
	mii lei	mii Euro	mii lei	mii Euro
Total investiție	581,965.83	117,568.86	691,747.23	139,746.92
Din care C+M	388,492.07	78,483.25	462,305.57	93,395.06

Analiza financiară presupune cuantificarea costurilor generate de implementarea proiectului. Se considera următoarele categorii de cheltuieli:

(a) exploatare: sunt acele costuri generate în cursul activității curente (se considera costul apei).

(b) operare sunt următoarele:

- costuri cu personalul
- costuri cu energia
- costuri cu întreținerile anuale

(c) costuri de înlocuire

Investiția descrisă în prezentul studiu de fezabilitate nu este o investiție generatoare de venituri financiare.

Calculul indicatorilor de performanță financiară este prezentat în tabelul următor:

An	Investiție	Cheltuieli anuale totale	Venituri anuale	Actualizare	Costuri Totale Actualizate	Venituri Totale Actualizate	Venituri Nete Actualizate
	euro	euro	euro	-	euro	euro	euro
0	117560	0	0	1.000	117560	0	-117560
1	19288	0	0	0.952	18370	0	-18370

An	Investitie	Cheltuieli anuale totale	Venituri anuale	Actualizare	Costuri Totale Actualizate	Venituri Totale Actualizate	Venituri Nete Actualizate
2		19288	0	0.907	17495	0	-17495
3		19288	0	0.864	16662	0	-16662
4		19288	0	0.823	15868	0	-15868
5		19288	0	0.784	15113	0	-15113
6		19288	0	0.746	14393	0	-14393
7		19288	0	0.711	13708	0	-13708
8		19288	0	0.677	13055	0	-13055
9		19288	0	0.645	12433	0	-12433
10		35288	0	0.614	21664	0	-21664
11		19288	0	0.585	11277	0	-11277
12		19288	0	0.557	10740	0	-10740
13		19288	0	0.530	10229	0	-10229
14		19288	0	0.505	9742	0	-9742
15		19288	0	0.481	9278	0	-9278
16		19288	0	0.458	8836	0	-8836
17		19288	0	0.436	8415	0	-8415
18		19288	0	0.416	8015	0	-8015
19		19288	0	0.396	7633	0	-7633
20		35288	0	0.377	13300	0	-13300
21		19288	0	0.359	6923	0	-6923
22		19288	0	0.342	6594	0	-6594
23		19288	0	0.326	6280	0	-6280
24		19288	0	0.310	5981	0	-5981
25		19288	0	0.295	5696	0	-5696
26		19288	0	0.281	5425	0	-5425
27		19288	0	0.268	5166	0	-5166
28		19288	0	0.255	4920	0	-4920
29		19288	0	0.243	4686	0	-4686
30		19288	0	0.231	4463	0	-4463
					429917	0	-429917

Conform relațiilor prezentate anterior se obțin următoarele valori pentru indicatorii de performanța financiară pentru o rată de actualizare de 5%:

CTA = 429917

VTA = 0

VNA = -429917

Indicatorii B/C (=0) și RIR (nu se poate calcula) sunt nerelevanți în acest caz, investiția nefiind generatoare de venituri.



4.7 Analiza economică

În conformitate cu prevederile HG nr.907/2017, analiza economică se realizează numai în cazul obiectivelor de investiții a căror valoare totală estimată depășește pragul pentru care documentația tehnico-economică se apropă prin hotărâre a Guvernului, potrivit prevederilor Legii nr. 500/2002, respectiv 30 milioane de lei. Ca beneficii economice indirecte conexe investiției se pot enumera: dezvoltarea activităților de agrement în zona, îmbunătățirea stării de sănătate a locuitorilor din zonele învecinate prin îmbunătățirea calității aerului, dezvoltarea serviciilor ecosistemice etc

4.8 Analiza de senzitivitate

În conformitate cu prevederile HG nr.907/2017, analiza de senzitivitate se realizează numai în cazul obiectivelor de investiții a căror valoare totală estimată depășește pragul pentru care documentația tehnico-economică se apropă prin hotărâre a Guvernului, potrivit prevederilor Legii nr. 500/2002, respectiv 30 milioane de lei.

4.9 Analiza de riscuri, măsuri de prevenire/diminuare a riscurilor

Tipul de risc	Elementele riscului	Tip acțiune corectivă	Metoda eliminare
Riscul construcției	Riscul de apariție a unui eveniment care conduce la imposibilitatea finalizării acesteia la timp și la costul estimat	Eliminare risc	Semnarea unui contract cu termen de finalizare fix
Riscul de intretinere	Riscul de apariție a unui eveniment care generează costuri suplimentare de intretinere datorită execuției lucrărilor	Eliminare risc	Semnarea unui contract cu clauze de garanții extinse astfel încât aceste costuri să fie sustinute de executant
Obținerea finanțării	Riscul ca beneficiarul să nu obțină finanțarea	Eliminare risc	Beneficiarul împreună cu consultantul vor studia amănunțit documentația astfel încât să nu apară o astfel de situație
Soluțiile tehnice	Riscul ca soluțiile tehnice să nu fie corespunzătoare din punct de vedere tehnologic	Eliminare risc	Beneficiarul împreună cu proiectantul vor studia amănunțit documentația astfel încât să fie aleasă soluția tehnică cea mai bună
Grad de atractivitate scăzut a investiției	Riscul ca oamenii să nu aprecieze sistemul nou creat, chiar să vandalizeze și astfel să nu se realizeze beneficiile urmărite	Eliminare risc	Realizarea unei promovări intense a investiției în zona și corelarea acestei investiții cu alte proiecte de îmbunătățire a infrastructurii publice
Preturile materialelor	Riscul ca preturile materialelor să crească peste nivelul contractat	Diminuare risc	Semnarea unui contract de execuție ferm și urmărirea realizării programului conform graficului



5 Scenariul/Optiunea tehnico-economic(ă) optim(ă), recomandat(ă)

5.1 Comparația scenariilor/opțiunilor propuse, din punct de vedere tehnic, economic, financiar, al sustenabilității și riscurilor

Din punct de vedere tehnic cele două opțiuni sunt similare presupunând același tip de lucrări.

Din punctul de vedere economic si financiar, opțiunea nr. 1 este mai avantajosă datorita costului mai mic al investiției.

- Costul total al opțiunii 1 este : **581 965, 83 lei fără TVA**
- Costul total al opțiunii 2 este: **612 448, 78 lei fără TVA**

Din punctul de vedere al sustenabilității si riscurilor ambele opțiuni sunt similare.

5.2 Selectarea și justificarea scenariului/opțiunii optim(e) recomandat(e)

Opțiunea 1 corespunde cerințelor obiectivului urmărit de a asigura controlul nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea necesarului pentru irigații din Parcul Circului din Municipiul București.

Conform reglementărilor legale introduse de Legea nr. 122 din 10 iulie 2020 pentru modificarea și completarea Legii apelor nr. 107/1996 în care se stipulează la articolul 7 că utilizarea în scop de irigații a apelor subterane este permisă numai în zonele unde nu există ape de suprafață și numai din primul strat acvifer cu potențial hidrogeologic (stratul freatic), pe baza studiilor hidrogeologice întocmite sau expertizate de Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor, opțiunea 2 este în contradicție, alimentarea pentru irigații realizându-se din cel de al doilea acvifer.

Din punct de vedere tehnic, debitul asigurat pentru irigații din forajul propus (F1) în opțiunea 2 (3 l/s)² este inferior față de cel realizat prin intermediul noului foraj propus FC (4.1 l/s).

5.3 Descrierea scenariului/opțiunii optim(e) recomandat(e) privind:

5.3.1 Obținerea și amenajarea terenului;

Terenul pe care se va realiza investiția se află sub administrarea Administrație Lacuri, Parcuri și Agrement București.

5.3.2 Asigurarea utilităților necesare funcționării obiectivului;

Apa bruta necesară realizării obiectivelor proiectului va fi preluată din acvifer cu ajutorul puțurilor forate, iar energia electrică necesară funcționării echipamentelor va fi asigurată prin racordarea la rețeaua electrică existentă în amplasament.

² Conform Autorizației de Gospodărire a Apelor nr. 793/19.11.2020



5.3.3 Soluția tehnică, cuprinzând descrierea, din punct de vedere tehnologic, constructiv, tehnic, funcțional-arhitectural și economic, a principalelor lucrări pentru investiția de bază, corelată cu nivelul calitativ, tehnic și de performanță ce rezultă din indicatorii tehnico-economici propuși;

Lucrări de reabilitare puț existent F1:

- o Realizarea unei inspecții video prealabile pentru definirea nivelului de colmatare/înnisipare.
- o Realizarea unei deznisipări și a unei curățări mecanice a zonei tubulaturii de exploatare.
- o Instalarea unei pompe submersibile și refacerea instalației hidraulice din cabina puțului (vane, apometru, clapetă de sens, etc.)

Lucrări de deznisipare puț existent F2.

Forare puț în acviferul Colentina – FC - puț cu coordonatele în sistem Stereo '70/ X: 588476.6 și Y: 329222.1 (ANEXA 8) și adâncimea de 20 m. Acesta va exploata un debit de 355 mc/zi (4.1l/s) și va asigura necesarul de apă prin pompare din stratul acvifer Colentina.

- o Realizarea cabinei puțului;
- o Instalarea și montarea pompei submersibile;
- o Instalații hidraulice cabină puț
- o Montarea și instalarea instalației electrice (panou, traseu cabluri, etc).
- o alegerea intervalelor captate și programul de construcție al forajului vor fi stabilite pe baza litologiei întâlnite în timpul săpării găurii de sondă, informații ce vor fi corelate cu investigațiile geofizice;
- o forajul va fi echipat cu o coloană de exploatare din PVC, cu fante și diametru adecvate;
- o se vor izola prin cimentare stratele superioare celor captate. Premergător acestei operații se va plasa un dop de argilă cu vâscozitate mare sau compactonită de aproximativ 2 m;
- o operațiile de decolmatare - dezvoltare - deznisipare se vor executa în sistem aer - lift cu pompă Mamouth, la finalul acestora impunându-se clorinarea forajului;
- o teste de pompare experimentală se vor efectua cu pompă submersibilă adecvată executându-se inițial un pre-test, test de eficiență (minim trei trepte de pompare cu debite progresiv crescătoare) și test de performanță;
- o se vor preleva două probe de apă pentru analize fizico-chimice și bacteriologice în vederea stabilirii calității acesteia;

Realizare gospodărie de apă compusă din:

- o Rezervoare de stocare a apei – aprox. 2 x 5 mc. – bazine îngropate - pregătirea terenului, realizarea săpăturii, montarea bazinelor, etc.
 - o Stație de pompare – realizarea cabinei, montarea pompei, etc.
 - o Gospodăria de apă nou propusă va avea aproximativ 6 x 10 m = 60 mp;
 - o se va prevedea o conductă de golire pe refularea pompei care să permită evacuarea apei din rezervor.
 - o la execuție, pe perioada montării rezervoarelor, se va avea în vedere coborârea pânzei freatice prin întreruperea alimentării lacului aproximativ 3-4 săptămâni înainte de începerea lucrărilor.
 - o Împrejmuire.
- Realizare aducțiune de apă între FC și gospodăria de apă.
 - Realizare aducțiune de apă pentru alimentare lac – între F1 și F2 și gura de vărsare.
 - Realizarea guri de vărsare a apei în lac.



Forajul nou executat FC va fi dotat minim cu:

- Cască puț din confecție metalică, cu piesele de trecere necesare, garnitura montaj, șuruburi, piulițe, șaibe, etc, complet echipată
- Robineți;
- Filtru impurități;
- Clapetă de sens;
- Electropompă submersibilă complet echipată, conductă refulare.
- Debitmetru

Rezervoarele de irigații – aproximativ 2 buc x 5 mc.

Stația de pompare:

- Clapete de sens;
- Robineți;
- Electropompe cu accesorii 2 bucăți (o electropompă rece/rezervă).

Forajul F1 reabilitat va fi dotat minim cu:

- Cască puț din confecție metalică, cu piesele de trecere necesare, garnitura montaj, șuruburi, piulițe, șaibe, etc, complet echipată
- Robinețiș
- Filtru impurități;
- Clapetă de sens;
- Debitmetru

5.4 Principalii indicatori tehnico-economici aferenți obiectivului de investiții:

5.4.1 indicatori maximali, respectiv valoarea totală a obiectului de investiții, exprimată în lei, cu TVA și, respectiv, fără TVA, din care construcții-montaj (C+M), în conformitate cu devizul general;

	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
	lei	lei	lei
TOTAL INVESTIȚIE	581,965.83	109,781.40	691,747.23
din care : C+M	388,492.07	73,813.49	462,305.57

5.4.2 Indicatori minimali, respectiv indicatori de performanță - elemente fizice/capacități fizice care să indice atingerea țintei obiectivului de investiții - și, după caz, calitativi, în conformitate cu standardele, normativele și reglementările tehnice în vigoare;

- Debit exploatare FC – 4.1 l/s
- Capacitate pompare stație pompare – 5 l/s.
- Capacitate recomandată rezervoare – 10 mc.
- Debit de alimentare cu apă a lacului din Parcul Circului - $2 \times 3.0 \text{ l/s} = 6.0 \text{ l/s}$



5.4.3 Indicatori financiari, socioeconomi, de impact, de rezultat/operare, stabiliți în funcție de specificul și ținta fiecărui obiectiv de investiții;

Investiția se realizează pentru asigurarea serviciilor ecosistemice din Parcul Circului, beneficiile fiind cuantificabile la nivelul rezilienței și adaptării la schimbările climatice și urbane. Investiția nu generează în mod direct beneficii financiare.

5.4.4 Durata estimată de execuție a obiectivului de investiții, exprimată în luni.

10 luni - proiectare și execuție.

5.5 Prezentarea modului în care se asigură conformarea cu reglementările specifice funcțiunii preconizate din punctul de vedere al asigurării tuturor cerințelor fundamentale aplicabile construcției, conform gradului de detaliere al propunerilor tehnice

În conformitate cu prevederile legii 10/1995 privind calitatea în Construcții și cele în "Regulamentul de verificare și expertiză tehnică a proiectelor de Construcții" aprobat prin H.G. 925/1995, documentația la faza P.T.E. va fi supusă verificării tehnice de către un verificator de proiecte atestat MLPAT, la următoarele cerințe:

- "A1" - Rezistența și stabilitate la solicitări statice, dinamice inclusive la cele seismice pentru Construcții cu structură de rezistență din beton armat.
- "B9" - Siguranța în exploatare pentru construcții aferente rețelelor edilitare și de gospodărie comună;
- "Ie" - instalații electrice interioare/exterioare, inclusiv pentru curenți slabi

5.6 Nominalizarea surselor de finanțare a investiției publice, ca urmare a analizei financiare și economice: fonduri proprii, credite bancare, alocații de la bugetul de stat/bugetul local, credite externe garantate sau contractate de stat, fonduri externe nerambursabile, alte surse legal constituite.

Prin obiective și specific investiția poate fi realizată din fonduri publice, respectiv alocații bugetare.

O altă sursă potențială de finanțare o reprezintă Planul Național de Redresare și Reziliență – Componenta 2 – Păduri și Protecția Biodiversității - I4. – Investiții integrate de reconstrucție ecologică a habitatelor și conservarea speciilor aferente pajiștilor, zonelor acvatice și dependente de apă.



6 Urbanism, acorduri și avize conforme

6.1 Certificatul de urbanism emis în vederea obținerii autorizației de construire

În curs de obținere.

6.2 Extras de carte funciară, cu excepția cazurilor speciale, expres prevăzute de lege

IE 207904, UAT Bucuresti Sectorul 2 /BUCURESTI, Loc. Bucuresti Sectorul 2, Al. Circului, Nr. 6

6.3 Actul administrativ al autorității competente pentru protecția mediului, măsuri de diminuare a impactului, măsuri de compensare, modalitatea de integrare a prevederilor acordului de mediu în documentația tehnico-economică

Nu este cazul.

6.4 Avize conforme privind asigurarea utilităților

Se vor obține după caz, în funcție de cerințele din Certificatul de Urbanism.

6.5 Studiu topografic, vizat de către Oficiul de Cadastru și Publicitate Imobiliară

Studiul topografic este în curs de definitivare și se va depune spre vizare la OCPI.

6.6 Avize, acorduri și studii specifice, după caz, în funcție de specificul obiectivului de investiții și care pot condiționa soluțiile tehnice

În funcție de specificații CU.



7 Implementarea investiției

7.1 Informații despre entitatea responsabilă cu implementarea investiției

Entitatea responsabilă cu implementarea investiției este Administrația Lacuri, Parcuri și Agreement București.

7.2 Strategia de implementare, cuprinzând: durata de implementare a obiectivului de investiții (în luni calendaristice), durata de execuție, graficul de implementare a investiției, eșalonarea investiției pe ani, resurse necesare

DENUMIREA CAPITOLELOR DE CHELTUIELI	ANUL 1 - Luna									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				x						
2. Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului de investitii				x						
3. Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4. Cheltuieli pentru investitia de baza					x	x	x	x	x	x
4.1. Constructii si instalatii					x	x	x	x	x	
4.1.1 Terasamente					x	x	x	x	x	
4.1.2. Constructii					x	x	x	x	x	
4.1.3. Instalatii hidraulice					x	x	x	x	x	
4.1.4. Foraj					x	x	x	x	x	
4.1.5 Instalatii electrice					x	x	x	x	x	
5. Alte cheltuieli										
5.1. Organizare de santier					x					
5.2. Comisioane, cote, taxe, costul creditului			x	x	x					
5.3. Cheltuieli diverse si neprevazute			x	x	x	x	x	x	x	x
5.4. Cheltuieli pentru informare si publicitate				x	x					
6. Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste										x

7.3 Strategia de exploatare/operare și întreținere: etape, metode și resurse necesare

Pe parcursul derulării investiției controlul calității lucrărilor și al materialelor puse în opera va fi asigurat prin organisme și metode legale: angajați proprii ai beneficiarului (firme de dirigenție de șantier) RTE, reprezentanții ISC local. Se va întocmi și urmări programul de control al calității. Odată cu încheierea lucrărilor de construire sarcina controlului și a urmăririi evoluției în timp îi revine beneficiarului sau reprezentanților acestuia.

Tehnologii pentru protecția mediului

Se vor urmări regulile specifice pe perioada desfășurării șantierului astfel încât să se evite contaminarea terenului, contaminarea apei subterane sau a lacului, poluarea fonica a vecinătății, degajarea de noxe sau substanțe în suspensie în atmosfera. Toate operațiunile de



evacuare a deșeurilor se vor face în baza unui contract cu o companie de salubritate autorizată sau direct către o groapă de gunoi dar în baza de contract preplătit

7.4 Recomandări privind asigurarea capacității manageriale și instituționale

Se recomandă numirea și organizarea unei echipe de management a proiectului care va răspunde solicitărilor tuturor factorilor implicați (consultanți, proiectanți, autorități ale statului, etc) privind punerea la dispoziție a documentelor, informațiilor solicitate, precum și desfășurarea unor acțiuni de aprobare și avizare a documentațiilor înaintate de consultanți.

8 Concluzii și recomandări

Amplasamentul studiat în actualul studiu de fezabilitate se află situat în partea de nord a Mun. București, în sectorul 2, delimitat de străzile: Bd. Lacul Tei (la Nord), strada Județului (la Est), Alea Circului și Spitalul Colentina (la Sud) și strada Dinu Vintilă (la Vest).

Realizarea investiției din prezentul studiu de fezabilitate nu are ca obiect crearea unor servicii și bunuri cu rezultat financiar direct tangibile, ci asigură funcționarea în bune condiții a funcțiilor ecosistemelor parcului și lacului prin asigurarea unui bilanț hidrologic pozitiv.

Necesitatea investiției rezulta din prognozele pe termen mediu și lung care identifică la nivelul circuitului hidrologic urban o serie de disfuncționalități cu impact negativ. Acestea sunt datorate:

- (1) Schimbărilor climatice – creșterea temperaturilor medii (creșterea evapotranspirației și evaporăției), intensificarea și creșterea numărului de evenimente pluviale ceea ce conduce la o infiltrație eficientă mai scăzută (creștere a valorii scurgerii de suprafață).
- (2) Modificările aduse de dezvoltarea urbană – suprafețe impermeabile.

În cazul realizării investiției din Parcul Circului se vor atinge două obiective majore:

- A. Asigurarea controlului nivelului apei în lacul din Parcul Circului – menținerea acestuia la un nivel optim pentru conservarea habitatului natural (inclusiv protecția speciei de lotus egiptean (*Nelumbo nucifera*)).
- B. Asigurarea debitelor necesare pentru alimentarea sistemului de irigații din parc -obiectiv ce va asigura funcțiile ecosistemice și de peisaj în cadrul parcului.

De-a lungul anilor nivelul apei din lac a suferit variații semnificative, fiind afectat din cauza scăderii nivelului piezometric din acviferul Colentina consecință a mai multor factori hidrologici și hidraulici ce influențează bilanțul hidrologic zonal: schimbările climatice manifestate prin reducerea precipitațiilor, reducerea drastică a pierderilor din rețeaua de alimentare cu apă datorată îmbunătățirii rețelei de distribuție a apei potabile în zona studiată, precum și prezența unor sisteme de epuizment presupuse.

Scăderea nivelului apei din lac afectează grav flora și fauna locală, precum și întregul peisaj al parcului.



Opțiunea recomandată prin studiul de fezabilitate presupune:

- Realibilitatea forajului F1 care a furnizat apă în sistemul de irigații – curățare, deznisipare, instalare pompă submersibilă, refacere instalație hidraulică foraj, etc – și utilizarea acestuia pentru suplimentarea necesarului apă din lacul Circului.
- Deznisiparea forajului F2 care furnizează apă în Lacul Circului.
- Realizare foraj în acviferul Colentina (20 m) – FC - realizare cabina si put forat pentru irigații spatii verzi (Q = 4.1 l/s) – instalații hidraulice cap foraj, pompă submersibilă etc.
- Realizare gospodărie de apă (rezervoare îngropate – aproximativ 2 x 5 mc) și stație de pompare pentru sistemul de irigații.
- Aducțiune pentru sistemul de irigații între puțul forat FC și gospodăria de apă.
- Aducțiune pentru sistemul de alimentare lac.

Valoarea estimată investiției este de:

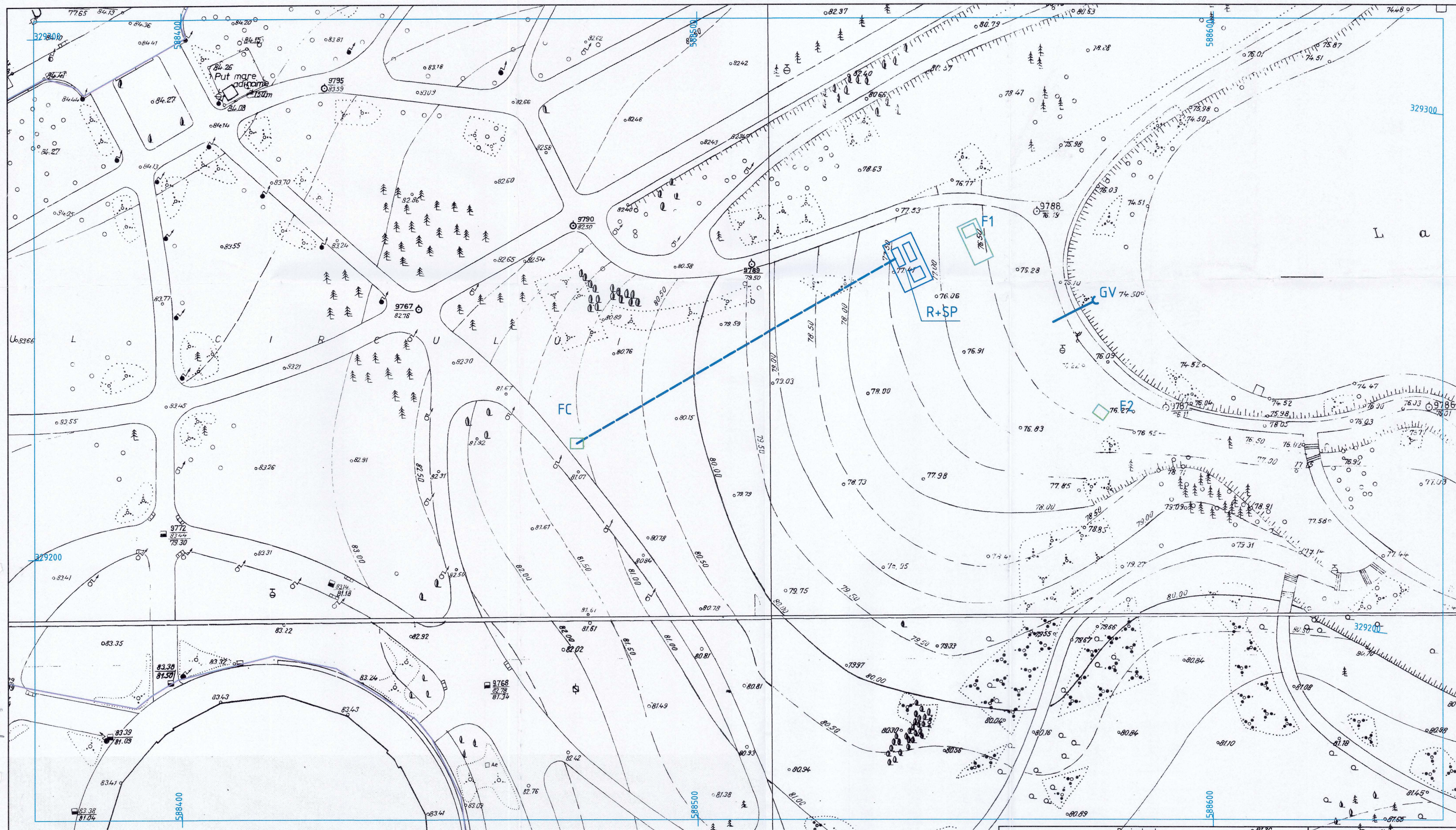
	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
	lei	lei	lei
TOTAL INVESTIȚIE	581,965.83	109,781.40	691,747.23
din care : C+M	388,492.07	73,813.49	462,305.57

Elaborat:

Șef lucrări dr. ing. Bogdan Luca

Șef lucrări dr. Dragoș Găitănu.





LUCRARI PROPUSE - OPTIUNEA 1 - OPTIUNE RECOMANDATA

F1 - reabilitare (Q = 3.0 l/s)

F2 - deznisipare (Q = 3.0 l/s)

FC - realizare cabina si put forat pentru irigatii spatii verzi (Q = 4.1 l/s)

R, SP - Rezervor ingropat (aprox. 2 x 5mc) si statie pompare pentru irigatii spatii verzi

Aductiune pentru sistem irigatii

Aductiune pentru sistem alimentare lac

- gospodarie apa nou propusa

GV - Gura varsare pentru alimentare lac

LUCRARI EXISTENTE

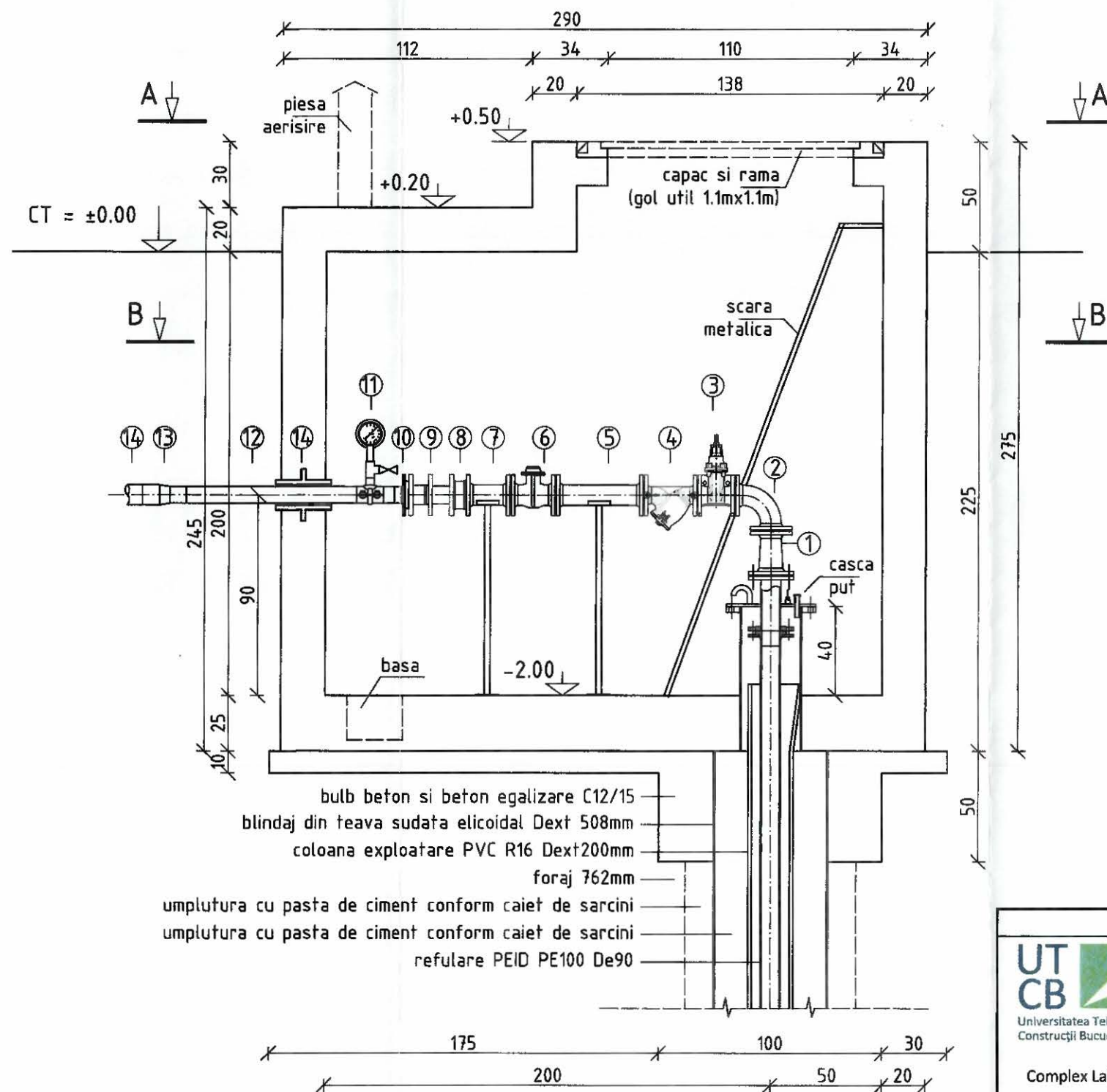
F1 - cabina si put forat pentru irigatii spatii verzi (Q = 3.0 l/s)

(nefunctional la data intocmirii prezentului studiu)

- gospodarie apa existenta

F2 - cabina si put forat pentru alimentare lac (Q = 3.0 l/s)

Proiectant		Beneficiar	
UT CB Universitatea Tehnică de Construcții București		ADMINISTRATIA LACURI, PARCURI SI AGREMENT BUCURESTI	
Bd. Lacul Tei 122-124, 020396 București, Sector 2, România Tel.: +40-21-242.12.08, Tel./Fax: +40-21-242.07.81 secretariat@utcb.ro, www.utcb.ro		CUI 14008314 Soseaua Bucuresti-Ploiesti, nr.88 sector 1, Bucuresti	
Proiect: Studiul de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adancime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului		Faza: SF Contract 11957/06.10.2021	
Amplasament: Parcul Circului de Stat, sector 2, Bucuresti		Plan de situatie	
Sef Proiect	dr. D. Gaitanaru	Data:	2022
Proiectat	dr.ing. B. Luca	Scara:	1:500
Desenat	dr.ing. B. Luca	Format:	A2
		Plansa nr.: SF-02	



Proiectant		Beneficiar	
UTCB Universitatea Tehnică de Construcții București Bd. Lacul Tei 122-124, 020396 București, Sector 2, România Tel.: +40-21-242.12.08, Tel./Fax: +40-21-242.07.81 secretariat@utcb.ro, www.utcb.ro CENTRUL DE CERCETARE INGINERIA APELOR SUBTERANE Complex Laboratoare Colentina, Str. Rascoalei din 1907 nr.5, 022861 Bucuresti , Sector 2 http://ccias.utcb.ro +40-217.964.128		ADMINISTRATIA LACURI, PARCURI SI AGREMENT BUCURESTI CUI 14008314 Soseaua Bucuresti-Ploiesti, nr.8B sector 1, București	
Proiect: Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adancime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului		Faza: SF	Contract 11957/06.10.2021
Amplasament: Parcul Circul de Stat, sector 2, Bucuresti			
Set	Data: 2022	Titlul plansei: Schema cabina put forat FC	
Pro	Scara: 1:25		
Des		Format: A3	Planșa nr.: SF-03

STUDIU GEOTEHNIC

**Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adancime pentru alimentarea
lacului din Parcul Circului**

BENEFICIAR

Administratia lacuri, parcuri si agrement Bucuresti

ÎNTOCMIT DE:

Ing. Oana

SC BABYLON GEOTECHNIC SRL



VERIFICATOR AF:

Dr. Ing. Ioan



2022



BABYLON GEOTECHNIC SRL

Bucuresti, sector 2, str. Agricultorilor nr. 29, corp B camera 3

2022

către:

Administrația lacuri, parcuri și agrement București

Șoseaua București-Ploiești 8B, București

Stimate domn/ Stimate doamnă,

Vă transmitem documentația geotehnică intitulată: Studiu Geotehnic Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adâncime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului Parcul Circului, sector 2, Bucuersti.

Prezenta lucrare este întocmită și verificată conform prevederilor legale (NP07/2014) și reflectă prevederile contractuale din ctr nr. 146.

Vă mulțumim pentru încrederea acordată companiei noastre și vă stăm la dispoziție pentru orice detalii suplimentare.

Cu stimă,

Dana Roti 

Telefon: 07 23.653.964



SINTEZA REZULTATELOR DIN PREZENTUL RAPORT

Nr. Crt	Element	Descriere
1	Descrierea viitoarei construcții	Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adâncime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului
2	Stratificația de ansamblu din amplasament	Stratul I: Umpluturi (resturi din demolari în matrice coezivă, în baza stratului - în amestec cu materiale maloase) cu grosimi de cca. 3.5m ; Stratul II: Complex slab coeziv, alcătuit din argile nisipoase cenusii, plastic vâtoase, care devin plastic consistente sub 3.7m. Acest strat a continuat până în jurul adâncimii de 4.0m. Stratul III: Complex necoeziv, alcătuit din nisipuri și pietrisuri cenusii indusare medie. Acest strat a continuat până în baza forajului (6m).
3	Condiții de teren	terenuri medii sau dificile de fundare
4	Apa subterană	În timpul execuției forajelor, nivelul apei subterane a fost interceptat la adâncimea de 2.90m .
5	Seismicitatea amplasamentului	$a_g = 0,30g$
6	Categoria geotehnică	geotechnical category 2, risc geotehnic moderat
7	Sistemul de fundare recomandat	
8	Presiuni convenționale	300kPa (pentru stratul 3 - nisip cu pietris)



CUPRINS:

Date generale	4
Denumirea și amplasarea lucrării	4
Investitor/Beneficiar	5
Proiectant de specialitate pentru Studiul geotehnic	5
Unități participante la lucrările de investigare a terenului	5
Date tehnice privitoare la sistemele constructive preconizate	6
Date privind terenul din amplasament	6
Date privind zonarea seismică	6
Cadrul geomorfologic, hidrografic și hidrogeologic	8
Date geologice generale	8
Clima zonei și adâncimea de îngheț	9
Istoricul amplasamentului și situația actuală	9
Condiții referitoare la vecinătățile lucrării	9
Prezentarea informațiilor geotehnice	9
Prezentarea lucrărilor de teren efectuate	9
Metodele, utilajele și aparatura folosite	10
Metodele folosite pentru recoltarea, transportul și depozitarea probelor	10
Stratificația pusă în evidență	11
Nivelul apei subterane și caracterul stratului acvifer	12
Evaluarea informațiilor geotehnice	12
Încadrarea lucrării în categoria geotehnică	12
Analiza și interpretarea datelor	13
Adâncimea și tipul de fundare recomandate	14



1. Date generale

Prezenta documentație tehnică s-a întocmit la cererea Beneficiarului, în baza contractului nr. 146 și are ca scop determinarea caracteristicilor pământului de fundare și a condițiilor de teren în vederea proiectării, a execuției și a exploatării construcțiilor preconizate a se realiza în amplasament (Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adâncime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului). În consecință, principalele aspecte care s-au urmărit a fi relevate prin această documentație tehnică se pot rezuma după cum urmează:

- determinarea tipului, stării și proprietăților fizico-mecanice ale straturilor din amplasament în cuprinsul zonei active a viitoarelor fundații;
- semnalarea unor condiții speciale ale amplasamentului;
- stabilirea nivelului apei subterane;
- stabilirea categoriei geotehnice și a riscului geotehnic;
- recomandări privind proiectarea și execuția lucrărilor de construcții, precum și exploatarea construcției proiectate, condiționate de caracteristicile terenului de fundare.

Prezentul Studiu Geotehnic este întocmit având în vedere prevederile normativului NP 074/2014 – Normativ privind întocmirea documentațiilor geotehnice. La faza de studiu geotehnic este obligatoriu a se completa prezentul studiu, cu prospecțiuni de teren în amplasamentul construcțiilor și cu analizele de laborator aferente. Pe baza datelor noi obținute se vor putea detalia/optimiza condițiile de realizare a infrastructurii construcțiilor în discuție.

1.1. Denumirea și amplasarea lucrării

Lucrarea este denumită: “ Studiu Geotehnic Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adâncime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului Parcul Circului, sector 2, Bucuersti”.

Zona de interes este caracterizată de următoarele elemente:

Adresa	Nr Cadastral	Suprafața aproximativă
Parcul Circului, sector 2, Bucuersti	207904	26ha





Figura 1 Plan de amplasare în zonă al amplasamentului, cu poziționarea lucrărilor de prospectare

1.2. Investitor/Beneficiar

Beneficiarul prezentei documentații geotehnice este Administratia lacuri, parcuri si agrement Bucuresti cu sediul în Șoseaua București-Ploiești 8B, București

1.3. Proiectant de specialitate pentru Studiul geotehnic

Prezentul studiu geotehnic a fost întocmit de BABYLON GEOTECHNIC SRL, cu sediul în Bucuresti,sector 2,str.Agricultorilor nr.29, corp B camera 3.

1.4. Unități participante la lucrările de investigare a terenului

Firma	Activitatea prestată în cadrul proiectului
SC BABYLON GEOTECHNIC SRL Str Paroseni nr 71A, Sector 2 0723.833.382 office.geotehnica@gmail.com	• Studiul documentelor de arhivă • Vizita pe teren și identificarea vizuală a condițiilor geotehnice din amplasament • Execuția investigațiilor de teren care au constat din investigații printr-un foraj geotehnic, având adâncimea de 6m (F1), pentru stabilirea caracteristicilor geologice-tehnice și hidrogeologice ale terenului de fundare • Întocmirea fișelor de foraj • Întocmirea prezentului studiu geotehnic
SC BBO GEOTECHNIC SRL Punct lucru:	• Realizare încercări de laborator geotehnic, pe probe tulburate și netulburate. Laboratorul



Str. Paroșeni nr 71A, Sector 2, București 0723.833.382 office.geotehnica@gmail.com	firmei BBCGEOTECHNIC este autorizat gradul II de către ISC. O copie a autorizației este anexată prezentului raport.
---	---

1.5. Date tehnice privitoare la sistemele constructive preconizate

Conform informațiilor primite de la proiectantul lucrării, pe terenul menționat mai sus urmează să se construiască Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adancime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului cu o suprafață construită de cca. .

Sistemul structural este . Sistemul de fundare propus este

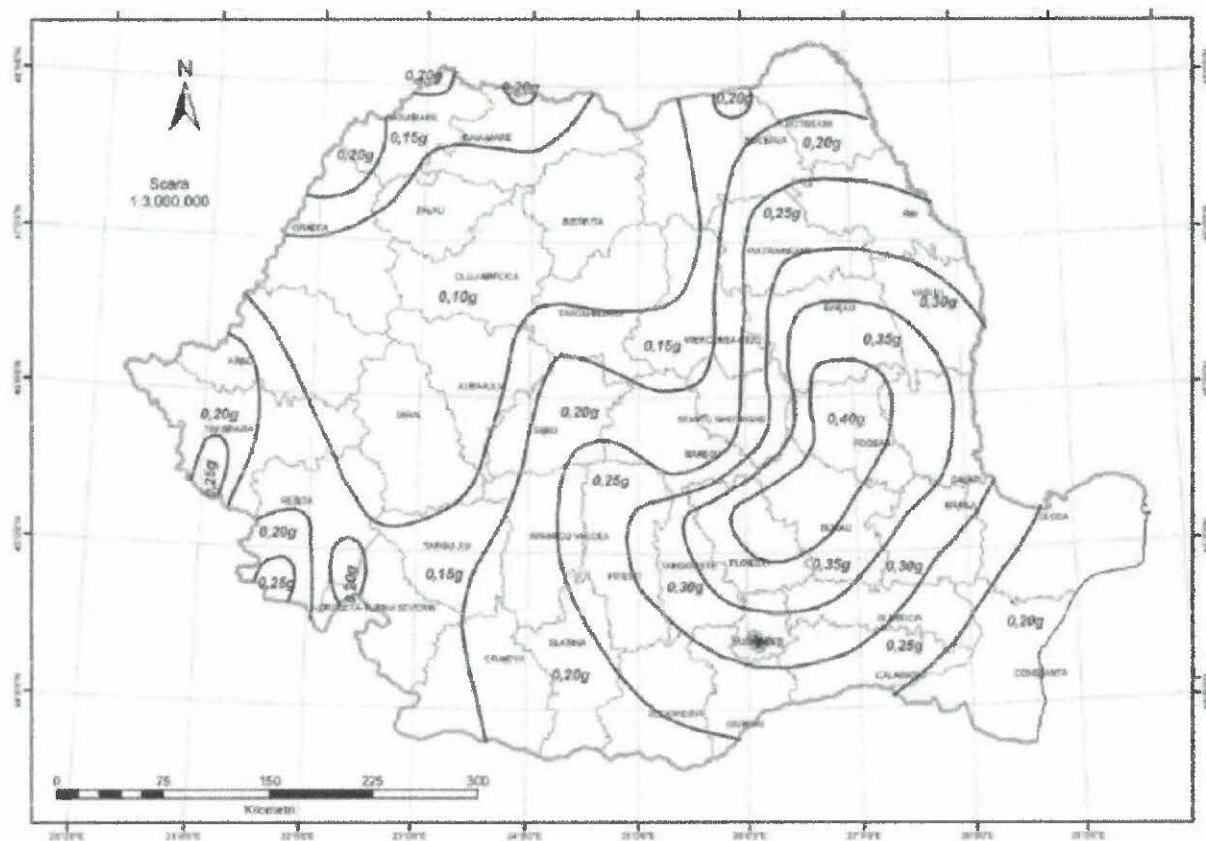
2. Date privind terenul din amplasament

2.1. Date privind zonarea seismică

Perimetrul cercetat se încadrează din punct de vedere seismic, în macrozona de intensitate seismică "81" (conform SR 11.100/1-93: "Zonare seismică - macrozonarea teritoriului României"), iar conform „Codului de proiectare seismică – Partea I – Prevederi de proiectare pentru clădiri” P100-1/2013, amplasamentul cercetat se găsește în zona de hazard seismic cu o valoare a accelerației terenului pentru proiectare $a_g = 0,30$ pentru cutremure având intervalul mediu de recurență $IMR = 225$ ani, 20 % probabilitate de depășire în 50. Această valoare se folosește pentru calculul structurilor la starea limită ultimă. Perioada de control (de colț) a spectrului de răspuns este $T_c = 1.6$ s.

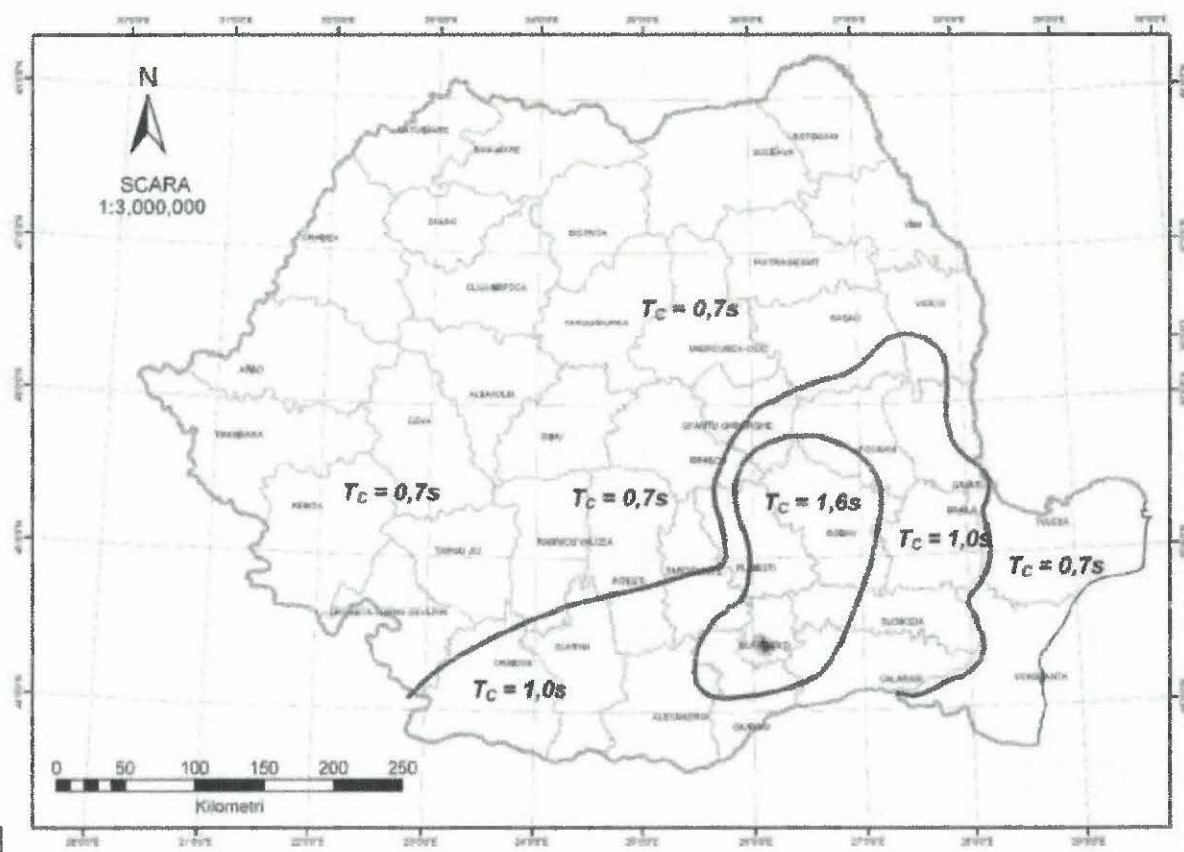
În tabelul de mai jos (Tabelul nr. 1) sunt prezentate valori ale undelor de forfecare V_s (m/s) pentru stratificația caracteristică Bucureștiului.





Zonarea valorilor de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare a_g cu IMR=225 ani si 20% probabilitate de depășire în 50 de ani (P-100-1/2013)





Zonarea teritoriului României în termeni de perioada de control (colț), T_c a spectrului de răspuns (P-100-1/2013).

În tabelul de mai jos (Tabelul nr. 1) sunt prezentate valori ale undelor de forfecare V_s (m/s) pentru stratificația caracteristică Bucureștiului.



Number and name of the Quaternary layer	Depth of upper limit	Density	MOVSP method (7 boreholes) V_s	Down-hole method (11 boreholes) V_s	SCPT method (10 sites) V_s	Down-hole method (10 boreholes) V_s	Refraction profiles (2 sites) V_s	
			CRC 461-Program (2003)	CERES-Projects (2002-2005)	CRC-461-Program (2006)	NATO-SfP-Project 981882 (2006-2008)	CRC 461-Program (2006)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	[m]	[g/cm ³]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
1. Backfill	0	1.75	–	167	–	169	140–175	175–195
2. Upper Clay layer	0.5–5	1.96	–	223	248	252	275–280	230
3. Colentina layer	5–12	2.05	340	254	263	320	315–350	300–345
4. Intermediate Clay layer	10–20	2.02	391	319	296	367	–	360
5. Mostitea sandbank	15–35	2.05	392	350	331	386	–	–
6. Lacustrine layer	35–50	2.14	429	405	–	417	–	–
7. Fratesti layer (A)	00–180	2.05	511	544	–	–	–	–

Tab. 1 - Valori ale undelor de forfecare V_s

2.2. Cadrul geomorfologic, hidrografic și hidrogeologic

Din punct de vedere geomorfologic, perimetrul cercetat se situează în cadrul Câmpului Otopeni – Cernica aparținând Câmpiei Bucureștiului, subunitate a marii unități cunoscute sub denumirea de Câmpia Vlăsiei.

Câmpul Otopeni – Cernica se desfășoară între văile Colentina și Pasărea și reprezintă cca. 40 % din suprafața câmpiei; are o lungime de cca. 35 km și lățimi de 6-8 km. Peste 60% din suprafață se află la o altitudine mai mare de 80 m.

Din punct de vedere hidrogeologic, perimetrul cercetat este situat în cadrul marii unități structurale cunoscute sub denumirea de Depresiunea Valahă, depresiune în care se întâlnesc trei structuri hidrogeologice distincte: acvifere de adâncime, de medie adâncime și freatice.

Acviferele de adâncime sunt localizate în stratele de Frătești. Stratele de Frătești cantonează cel mai dezvoltat acvifer de tip granular cunoscut în țară.

Acvifele de medie adâncime se află cantonate în “nisipurile de Mostiștea” și “complexul marnos”.

“Nisipurile de Mostiștea” se dispun peste depozitele lacustre ale complexului marnos și sunt constituite exclusiv din nisipuri (cu foarte rare intercalații argiloase), având grosimi de 1 ÷ 25 m.



“Complexul marnos” are grosimi ce variază în limite largi, fiind constituit din argile și argile marnoase cu intercalații lenticulare de nisipuri (uneori prăfoase). Acviferul cantonat în stratele lenticulare de nisipuri are parametri hidrogeologici scăzuți.

Acviferul freatic este cantonat în “pietrișurile de Colentina”, acestea fiind constituite din punct de vedere litologic din pietrișuri mărunte și medii (diam granulei = $3 \div 50$ mm) și nisipuri medii brun-gălbui.

2.3. Date geologice generale

Zona studiată face parte din marea unitate structurală cunoscută sub numele de Platforma Moesică. Formațiunile care iau parte la alcătuirea geologică a acestei unități aparțin Paleozoicului, Mezozoicului și Neozoicului, depuse peste un fundament cutat, constituit probabil din șisturi verzi. Dintre aceste formațiuni, prezintă interes, din punct de vedere geotehnic și hidrogeologic pentru obiectivul studiat, depozitele cuaternare (pleistocene și holocene), ce au grosimi cuprinse între 70 și 350 m și sunt alcătuite local din pământuri argiloase și nisipuri.

Pleistocenul este reprezentat prin toate cele trei etaje: inferior, mediu și superior.

Pleistocenul inferior este dispus peste depozitele Levantinului, stratele sale fiind cunoscute, în literatura de specialitate, sub numele de “Stratele de Frătești”.

“Stratele de Frătești” sunt constituite în partea superioară din nisipuri fine, uneori grosiere, micacee, către bază predominând pietrișurile alcătuite din cuarțite, micașisturi, gresii, calcare, sillexuri și tufuri calcaroase, separate prin strate de argile.

Acest complex este împărțit, la rândul său, în trei orizonturi notate de sus în jos cu A, B și C, cu grosimi de $30,00 \div 50,00$ m fiecare, separate prin strate impermeabile de argile nisipoase cu grosimi de $5,00 \div 25,00$ m.

Pleistocenul mediu este reprezentat printr-o alternanță de marne și argile cenușii și cenușii - vineții, cu rare intercalații subțiri de nisipuri fine, cunoscută sub numele de “complexul marnos”. În zona Municipiului București “complexul marnos” atinge grosimi de $100 \div 120$ m, în cadrul său intercalându-se 2-3 straturi de nisipuri fine, acvifere, care nu prezintă continuitate în dezvoltare și nici debite semnificative exploatabile.

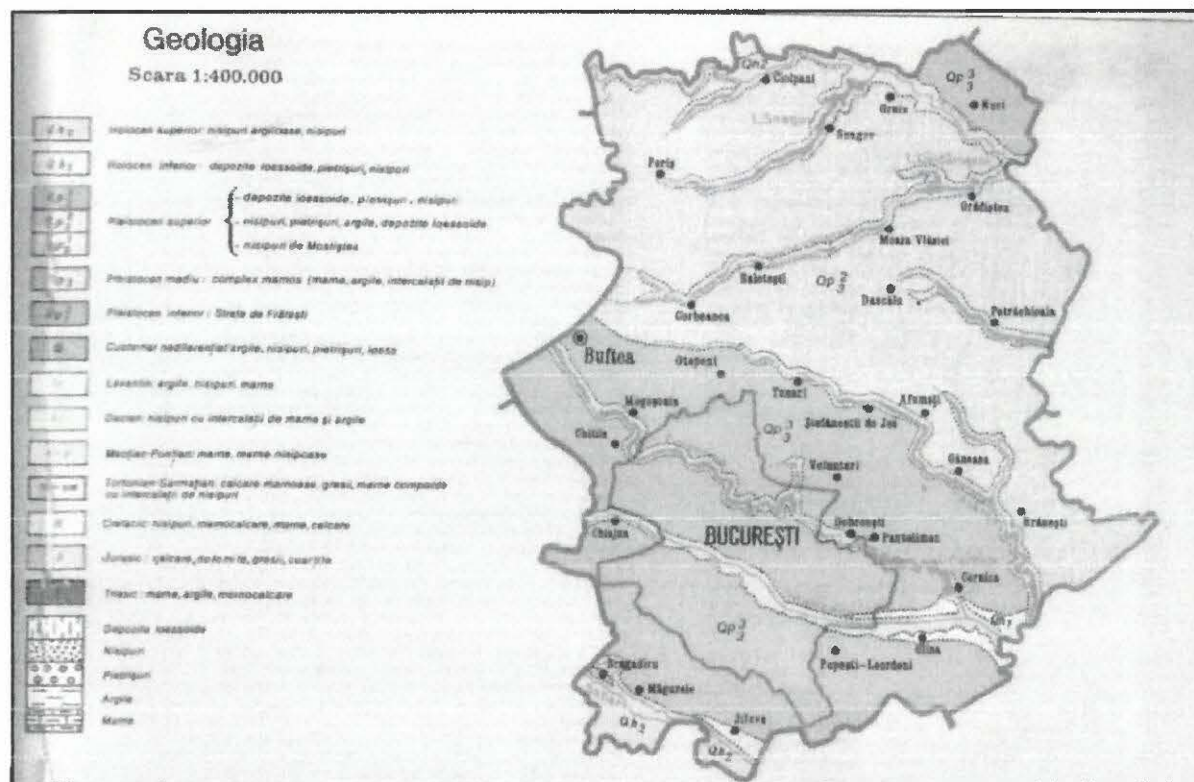
Pleistocenul superior este reprezentat în bază printr-un orizont de nisipuri fine, medii cu grosimi de $8,00 \div 20,00$ m, cu intercalații subțiri grezoase, calcaroase, cunoscut sub numele de “nisipurile de Mostiștea”.

Deasupra acestor nisipuri se întâlnesc o serie de depozite de argile, argile nisipoase uneori cu aspect leosoid de $5,00 \div 10,00$ m grosime, denumite “Depozite Intermediare”.



Peste acestea și uneori direct peste "nisipurile de Mostiștea" se dezvoltă un orizont de pietrișuri și nisipuri cu grosimi de $4,00 \div 8,00$ m, cunoscut sub numele de "Pietrișuri de Colentina", care apar la zi în carierele de pe valea Colentina și pe versantul drept al văii Dâmbovița.

Holocenul este constituit din depozite argiloase - prăfoase loessoide de $2,00 \div 14,00$ m grosime și din depuneri de luncă și de terasă.



Geologia zonei

2.4. Clima zonei și adâncimea de îngheț

Din punct de vedere climatic, amplasamentul cercetat se situează într-un sector cu climă continentală, respectiv în cadrul ținutului climatic al Câmpiei Române. Regimul climatic general se caracterizează prin veri foarte calde, cu cantități medii de precipitații și prin ierni relativ reci, marcate la intervale neregulate, atât de viscole puternice, cât și de încălziri frecvente, care provoacă discontinuitatea în timp și spațiu a stratului de zăpadă.

Temperatura aerului prezintă medii anuale de ordinul a $10^{\circ} - 10,5^{\circ} \text{C}$, cu un ecart pentru valori medii ale lunii iulie de $22^{\circ} - 23^{\circ} \text{C}$ și respectiv pentru luna ianuarie de $-2^{\circ} - -3^{\circ} \text{C}$. Numărul mediu anual al zilelor cu îngheț este de 105.

Precipitațiile atmosferice înregistrează cantități medii anuale de cca. 550 mm, cu valori medii pentru luna iunie de ordinul a cca. $75 \div 80$ mm și pentru luna februarie de cca. 25 - 30 mm.

Stratul de zăpadă are o durată medie anuală de cca. 50 zile, cu grosimi medii decadales ce ating valori maxime de cca. 10 cm.

În privința circulației atmosferice este de remarcat faptul că frecvențele cele mai mari se înregistrează pentru direcțiile NE (20%) și E (20%), urmate de cele din SV(17%) și V(14%). Frecvența medie anuală a calmului este de cca. 10%. Vitezele medii anuale ale vânturilor sunt de ordinul a $2,2 \div 4,5$ m/s.

Conform STAS 6054-77: „Teren de fundare – Adâncimi maxime de îngheț - Zonarea teritoriului României”, în zona cercetată adâncimea maximă de îngheț este de 0.90 m.

2.5. Istoricul amplasamentului și situația actuală

Zona studiată se află în parcul Circului. În acest perimetru sunt date despre existența unor gropi de imprumut și foste zone inundate, umplute ulterior cu materiale antropice.

În prezent amplasamentul este liber de construcții și, din acest punct de vedere, se poate începe executarea lucrărilor de construcții.

2.6. Condiții referitoare la vecinătățile lucrării

Terenul se învecinează cu bulevardul Lacul Tei, la Nord.

3. Prezentarea informațiilor geotehnice

3.1. Prezentarea lucrărilor de teren efectuate

În cadrul limitelor amplasamentului s-a realizat un foraj geotehnic (F1), cu diametrul de 110mm și adâncimea de 6,00m, a cărui poziționare este arătată în figura nr 1.

Stratificația relevată prin lucrările de teren este prezentată în fișa forajului, anexată.

3.2. Metodele, utilajele și aparatura folosite

Forajul a fost sapat, cu o instalație Eijkelkamp Olanda, metodologia de execuție a forajelor geotehnice, precum și modul de prelevare al probelor fiind conforme cu prevederile SR EN 1997 – 2 Eurocod 7: Proiectare geotehnică, Partea 2: investigarea și încercarea terenului în conformitate și Standardul Românesc STAS 1242/4-85 Teren de fundare. Cercetări geotehnice prin foraje executate în pământuri, în care se descriu metodele de lucru aplicabile pentru forajul geotehnic.

3.3. Metodele folosite pentru recoltarea, transportul și depozitarea probelor

Prelevarea probelor netulburate s-a făcut în ștuțuri cu diametrul de 110mm; probele fiind manipulate conform EN ISO 22475-1. După prelevare, ștuțurile au fost sigilate cu parafină la ambele capete, și împachetate în folie de polietilenă.

Probele tulburate au fost prelevate direct din sapa de foraj și depozitate în pungi de polietilenă etanșe.



Fiecare probă prelevată a fost etichetată pentru a se cunoaște adâncimea și forajul din care au fost prelevate.

Dupa recoltarea stutului, s-a curatat exteriorul si interiorul capetelor acestuia, indepartandu-se materialul pe o grosime de 1-3 cm. Dupa curatare, capetele stutului au fost sigilate cu un strat de parafina topita. Dupa parafinare, proba a fost etichetata si depozitata corespunzator.

Depozitarea probelor s-a facut intr-o camera ferita de actiunea directa a factorilor atmosferici, inghet, temperaturi excesive, vibratii sau socuri mecanice. Transportul probelor s-a realizat cu mijloace speciale destinate acestui scop, astfel incat probele sa nu se deterioreze.

Stratificatia terenului a fost stabilita pe baza observatiilor directe, pe baza probelor recoltate și se regaseste in fisele primare ale forajelor geotehnice anexate prezentului raport.

Datele execuției și coordonatele forajelor geotehnice se regăsesc în tabelul de mai jos:

Numar foraj	Easting	Northing	Cota (mdMN)	Adâncime	Data
F1	26 06 40.03	44 27 27.24	78	6	27.06.2022

3.4. Stratificația pusă în evidență

Stratul I: **Umpluturi** (resturi din demolari in matrice coeziva, in baza stratului - in amestec cu materiale maloase) cu grosimi de cca. 3.5m ;

Stratul II: **Complex slab coeziv**, alcătuit din argile nisipoase cenusii, plastic vârtoase, care devin plastic consistente sub 3.7m. Acest strat a continuat până în jurul adâncimii de 4.0m.

Stratul III: **Complex necoeziv**, alcătuit din nisipuri si pietrisuri cenusii indesare medie. Acest strat a continuat până în baza forajului (6m).

3.5. Nivelul apei subterane și caracterul stratului acvifer

În timpul execuției forajelor, nivelul apei subterane a fost interceptat la adâncimea de 2.90m .



4. Evaluarea informațiilor geotehnice

4.1. Încadrarea lucrării în categoria geotehnică

Încadrarea unei lucrări într-o categorie de risc geotehnic sporit impune necesitatea realizării în condiție de exigenta corespunzătoare a investigării terenului de fundare și a proiectării infrastructurii folosind modele și metode de calcul perfecționate spre a se atinge un nivel de siguranță necesar pentru rezistență, stabilitatea și condițiile normale de exploatare a construcției, în raport cu terenul de fundare.

Riscul geotehnic depinde de doua categorii de factori: pe de o parte factorii legați de teren, dintre care cei mai importanți sunt condițiile de teren și apa subterană, iar pe de alta parte factorii legați de caracteristicile construcției respective și de vecinătățile acesteia.

Pentru amplasamentul studiat prin prezenta documentație, factorii analizați și punctajele acordate pentru stabilirea riscului geotehnic sunt redați în tabelul 1

Stabilirea categoriei geotehnice pentru amplasamentul considerat

Nr.cr t.	Factori analizați	Situația existentă	Punctaj
1	Condiții de teren	terenuri medii sau dificile de fundare (medii sunt sub 4m)	3-6
2	Apa subterană	Fără epuizmente/ cu epuizmente normale (epuizmente sub 2.50m)	1-3
3	Categoria de importanță a construcției	Normală (clasa de importanță III)	3
4	Vecinătăți	Fără riscuri	1
5	Caracteristici seismice ale terenului	$a_g = 0,30g$	3
PUNCTAJ TOTAL			14

Pe baza punctajului stabilit prin tabelul de mai sus se poate concluziona că terenul analizat are **categoria geotehnică 2, risc geotehnic moderat**, conform NP074/2014, funcție de cota de fundare .

Conform NP074/2014, *categoria geotehnică 2* include tipuri convenționale de lucrări și fundații, fără riscuri majore sau condiții de teren și de solicitare neobișnuite sau excepțional de dificile.

Structurile din categoria geotehnică 2 impun obținerea de date cantitative și efectuarea de calcule geotehnice pentru a asigura satisfacerea cerințelor fundamentale. În schimb, pot fi utilizate metode de rutină pentru încercările de laborator, investigațiile de teren, proiectarea și execuția lucrărilor.



4.2. Analiza și interpretarea datelor

Valorile parametrilor geotehnici ai pământurilor din succesiunea evidențiată în amplasament și obținute în laborator sunt redată în *tabelul nr.*

Tabel nr.

Parametrul geotehnic	Complex coeziv Argile cafeniu galbui Strat II	Complex necoeziv Nisipuri prafoase, nisipuri argiloase, nisipuri cu rar pietris Strat III
Indicele de consistență, I_c	0.7 - 0.9	
Greutatea vol. în stare naturală, γ_n (KN/m ³)	18 - 20	18-20*
Greutatea vol. în stare uscată, γ_d (KN/m ³)	15 - 17	
Porozitatea, n (%)	35 - 40	
Indicele porilor, e	0.5-0,7	
Gradul de saturație, S_r	0,9 - 1	1
Modulul de deformare edometric, E_{ed} (kPa)	3000 - 8000	15000*
Unghiul de frecare, f°	15*	27-30*
Coeziunea c' (kPa)	10-20*	0-5*

5. Concluzii și recomandări

Prezentul studiu geotehnic se referă la amplasamentul situat în Parcul Circului, sector 2, Bucuersti și tratează aspecte privind stratificația din adâncime și caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor ce se dezvoltă în zona amplasamentului studiat.



Concluziile și recomandările conținute în prezentul studiu geotehnic se bazează pe examinarea directă a amplasamentului, precum și pe rezultatele determinărilor de laborator geotehnic, efectuate pe probele recoltate din forajele executate în amplasamentul cercetat.

Pe baza observațiilor și cercetărilor de teren și laborator efectuate, se constată că în cadrul amplasamentului, terenul de fundare este alcătuit până la cota de cca 3.50m dintr-un strat de umpluturi, sub care se dezvoltă terenul de fundare format dintr-un strat slab coeziv plastic consistent, cu grosimea de cca 0.5m. Sub acest strat coeziv au fost interceptate materiale cu granulozitate din ce în ce mai grosieră (nisip prăfos cu pietriș, pietriș cu nisip) care au continuat până la - 6.00m

Apa subterană a fost interceptată la 2.90m

Conform informațiilor primite de la proiectantul general, pe amplasamentul analizat urmează să se întocmească un Studiu de Fezabilitate pentru forarea unui put de mare adâncime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului.

Se recomandă pe teren îmbunătățit sau direct în stratul 3. Pentru acest strat poate fi considerată o presiune convențională de bază $p_{conv.} = 300\text{kPa}$ (pentru stratul 3 - nisip cu pietriș).

Presiunea convențională de calcul se va determina în proiectare, prin aplicarea corecțiilor de adâncime și de lățime presiunii convenționale de bază, conform NP112/2014.

Recomandări privind calculul fundațiilor

Situațiile de proiectare geotehnică și stările limită care trebuie avute în vedere pentru fundațiile de suprafață sunt precizate în SR EN 1997-1, Secțiunile 2 și 6, cu erata și Anexa Națională asociate.

Conform NP112, pentru proiectarea geotehnică a fundațiilor de suprafață trebuie luate în considerare mai multe situații care pot conduce la stări limită. Aplicabile prezentului proiect, sunt:

- Pierderea stabilității generale;
- Cedarea combinată în teren și în structură;
- Tasările excesive.

Notă: proiectantul, poate analiza și alte situații care pot induce stări limită, după caz.

Conform NP112/2014, alegerea metodei de calcul trebuie aleasă astfel încât rezultatele obținute să asigure îndeplinirea condițiilor privind verificarea terenului de fundare la stări limită. Alegerea metodei de calcul se face ținând seama de următoarele criterii:

- Criterii privind construcția, așa cum sunt definite la pag. 22 din NP112/2014;
- Criterii privind terenul de fundare: în amplasament avem Terenuri Favorabile (TF)

În tabelul I.4 din NP 112/2014 sunt sintetizate criteriile de alegere a metodei de calcul.



Calculul la starea limita de exploatare (calculul tasarii absolute, al deplasarilor si deformatiilor posibile, verificarea criteriului privind limitarea incarcarilor transmise la teren) se va face de catre proiectant, tinand cont de prevederile NP 112/2014.

De asemenea, pentru solutiile de fundare directă, tot în conformitate cu prevederile NP112/2014, la calculul preliminar sau definitiv al terenului de fundare, pe baza presiunilor convenționale trebuie să se respecte și condițiile stipulate pentru:

- a) încărcări centrice:
- b) încărcări cu:
 - o excentricități după o direcție:
 - o excentricități după ambele direcții:

Măsuri referitoare la execuția fundațiilor

În jurul construcțiilor se vor adopta măsuri de preluare și dirijare a apelor de precipitații în exteriorul incintei (trotuare etanșe, burlane, rigole etc.).

Dacă va fi cazul ca fundațiile să ajungă în zona activă a fundațiilor clădirilor învecinate, având în vedere vecinătățile construite, pentru executarea excavațiilor pentru fundații se recomanda realizarea unei incinte cu pereți sprijiniți.

Incinta de lucru: in cazul excavațiilor mai mari de 2m se recomanda ca incinta sa fie delimitata printr-un ecran perimetral vertical cu sprijiniri in interior.

Măsurile necesare referitoare la prezența apei în perioada de execuție a lucrărilor sunt:

- lucrări provizorii de colectare a apei în incinta prin amenajarea unor rigole și șanțuri în cadrul excavațiilor pentru a permite scurgerea apelor din precipitații si amenajarea unor baze pentru epuismnt direct a apei din infiltrații;

Monitorizarea: aceasta activitate va fi organizata astfel incat sa fie cunoscute in orice moment al executiei si apoi in exploatare eventualele deplasari ale elementelor de constructie si ale constructiei in ansamblul sau.

Pe perioada execuției nu se admite stagnarea apelor de precipitații în săpături, fiind necesare măsuri de dirijare sau de evacuare rapidă în exterior.

În jurul construcțiilor se vor adopta măsuri de preluare și dirijare a apelor de precipitații în exteriorul incintei (trotuare etanșe, burlane, rigole etc.)



Recepția și verificarea terenului de fundare se va face în prezența proiectantului și a specialistului geotehnician și se vor întocmi procese verbale de verificare a naturii terenului de fundare.

Conform indicatorului Ts 1981, pământurile în care se vor executa săpături se încadrează în categorii de tărie astfel:

- sol vegetal, poziția 9 din Ts, săpătură manuală "teren mijlociu", săpătură mecanică "teren categoria I";
- praf argilos, poziția 6 din Ts, săpătură manuală "teren mijlociu", săpătură mecanică "teren categoria I";
- praf nisipos argilos, poziția 6 din Ts, săpătură manuală "teren mijlociu", săpătură mecanică "teren categoria I";
- argilă, poziția 27 din Ts, săpătură manuală "teren foarte tare", săpătură mecanică "teren categoria II".

La proiectare, execuție precum și pe toată durata exploatării se vor respecta prevederile din normativele și STAS-urile în vigoare și în mod deosebit cele din:

- C56-85 - Normativ Pentru Verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții și instalații aferente
- C169-88- Normativ privind executarea lucrărilor de terasamente pentru realizarea fundațiilor construcțiilor civile și industriale
- ST016-97 criterii și metode pentru determinarea prin măsurători a tasării construcțiilor-
- C29-77 completat cu C29-85
- P130-99 Normativ privind comportarea în timp a construcțiilor
- NP112-04- Proiectarea structurilor de fundare directă
- P100/1-13- Cod de proiectare seismică p100 partea 1
- STAS 2745-90 Urmărirea tasărilor construcțiilor prin metode topografice
- STAS 9850-89 Verificarea compactării terasamentelor
- STAS 6054-77 Adâncimi maxime de îngheț
- EUROCOD 7 anexa națională SR EN1997-1:2004/NB:2008
- EUROCOD 7 anexa națională SR EN 1997-2:2007/NB:2009
- SR EN ISO 14688-2/2205.

Se vor respecta și prevederile referitoare la normele de protecția muncii în vigoare și în mod deosebit cele din "Regulamentul privind protecția și igiena muncii în construcții", aprobat de MLPAT cu ordinul 9/N/15.03.1993. Această enumerare nefiind limitativă, se va completa cu măsurile specifice condițiilor locale precum și cele din noile reglementări apărute între timp.



Prezentul studiu geotehnic este valabil numai pentru amplasamentul situat în Parcul Circului, sector 2, Bucuresti

Întocmit:

ing. Dana Bana



FORAJ / BOREHOLE: F1

FIȘA SINTETICĂ A FORAJULUI BOREHOLE LOG

DATA/ DATE: 7/25/2022 0:00:00

AMPLASAMENT/ LOCATION: Parcul Circului, Sector 2, Bucuresti[illegible]

Ed N - Edometru pe probe la umiditatea naturală
Ed i - Edometru inundat inițial,
Ed I 300 - Edometru pe probe inundate sub treapta de 300kPa
FD CU - forfecare directă, tip consolidat nedrenat

Intocmit

by: Vasile Musat



Raport de încercări nr. / Tests report no. BBC-CO-F1-P3-3537

Beneficiar / Client:	Administrația lacuri, parcuri și agrement București
Adresa / Address:	Șoseaua București-Ploiești 8B, București
Amplasament / Site:	Parcul Circului, sector 2, București
Foraj / Borehole:	F1
Proba / Sample:	P3
Adâncimea / Depth:	3.0 m
Data / Date:	Iulie / July 2022

Standarde utilizate / Used standards

- granulometrie / grain size analysis: procedura conform / procedure according to STAS 1913.5-85, clasificare conform / classification according to SR-EN 14688/2-2005	- limite de plasticitate / plastic limits: STAS 1913/4-86
- umiditate / moisture content: STAS 1913/1-82	- compresibilitate în edometru / oedometer test: STAS 8942/1-89
- densitate schelet solid / particle density: STAS 1913/2-76	- forfecare directă / direct shear test: STAS 8942/2-82
- densitate naturală / bulk density: STAS 1913/3-76	- permeabilitate / permeability: STAS 1913/6-76
	- CBR: IM-003-96
	- încercarea Proctor / Proctor test: STAS 1913/13-83

Rezultate sintetice / Results briefing

Tip pământ / Soil type: Argila nisipoasă / Sandy clay (sa.CI) - 14688:2005 ARGILA Nisipoasă, cu plasticitate medie / Sandy medium plasticity CLAY (saCI) - 14688:2018

Observatii / Remarks: cenușie cu rar pietris mic, miros mal

Clasificare USCS / USCS: CL sau OL (4b cf. STAS 2914-84)

Clasif. după al compresibilității / Compressibility classification: Pământ cu compresibilitate mare / Soil with high compressibility.

Granulometrie / Grading	
%A / %Cl:	28%
%P / %Si:	36%
%N / %Sa:	32%
%Pi / %Gr:	4%
%B / %Co:	0%
U _n / C _u :	-

Indici / Indices	
γ _{med} :	21.25 kN/m ³
γ _{d med} :	18.28 kN/m ³
γ _{sat} :	21.22 kN/m ³
γ _s :	26.09 kN/m ³ *
w _{med} :	16%
n:	30%
e:	0.43
S _r :	0.97

* valoare estimată / estimated value

Compresibilitate / Compressibility	
M _{2-3 nat} :	8000 kPa
M _{2-3 sat} :	- kPa
p _c :	- kPa
p _n :	- kPa
im ₃ :	- %

Plasticitate și limitele stării de indusare / Plasticity and density limits	
w _L :	38%
w _P :	12%
I _p / PI:	26%
I _c / CI:	0.84
I _A / AI:	0.95
e _{max} :	-
e _{min} :	-

Parametrii rezistenței la forfecare / Shearing strength parameters			
φ:	- °	β:	- °
c:	- kPa	d:	- kPa
φ':	- °	β':	- °
c':	- kPa	d':	- kPa
test:	-		
v:	-		



red by:
i Boti



Parcul Circului, sector 2, București

Determinarea granulozității / Soil grading analysis

procedura conform / procedure according to STAS 1913.5-1985

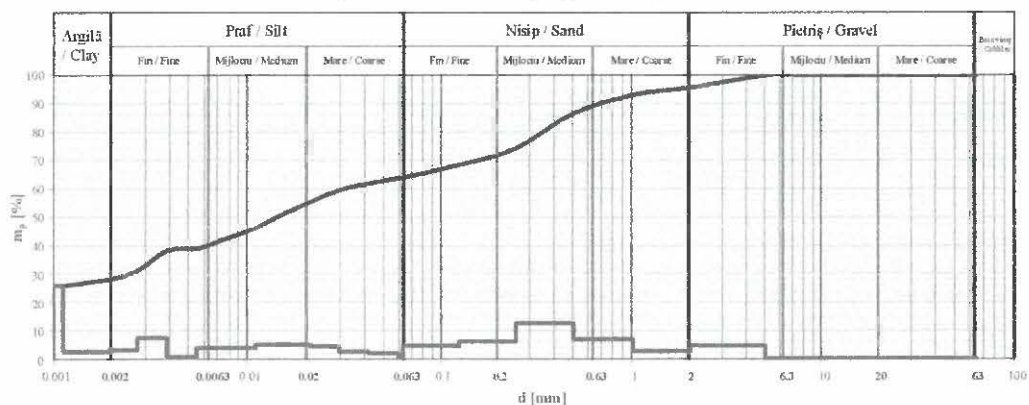
clasificare conform / classification according to SR-EN 14688/2-2018

INFORMATIV: diagrama ternară conform / ternary diagram according to SR EN 14688/2-2005

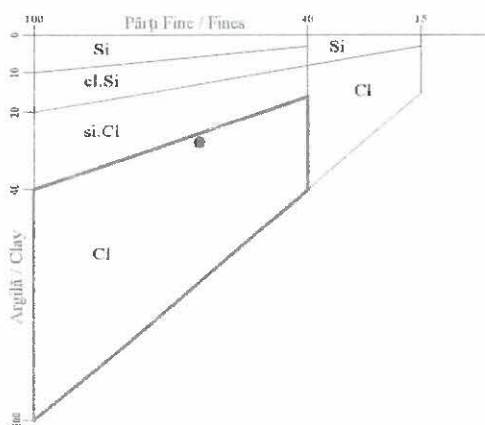
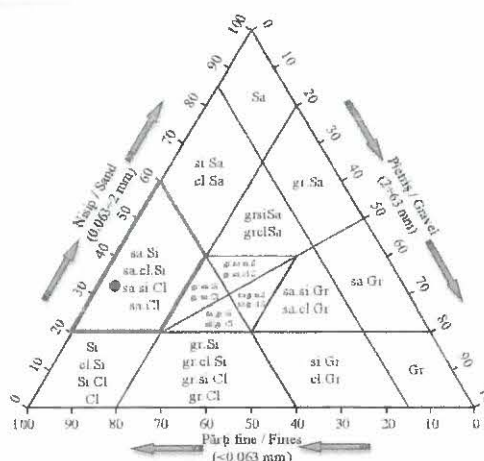
Forajul/Borehole: F1

Proba/Sample: P3

Adâncimea/Depth: 3.0 m



d (mm)	mp (%)
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
20	100.0
10	100.0
8	100.0
5	100.0
2	95.7
1	93.2
0.5	86.5
0.25	74.2
0.125	68.4
0.063	63.9
0.0592	63.7
0.04191	61.9
0.02968	59.5
0.02104	55.4
0.01492	50.6
0.01093	45.9
0.00775	42.3
0.00549	38.7
0.00388	38.1
0.00274	31.0
0.00194	28.0
0.00113	25.7



28% Argila / Clay
 64% Parti fine / Fines
 32% Nisip / Sand
 4% Pietriș / Gravel
 0% Bolovanis / Cobbles

36% Praf / Silt

Un = -
 I_A = 0.95
 I_p = 0.27

Descriere / Description: ARGILĂ Nisipoasă, cu plasticitate medie / Sandy medium plasticity CLAY (saCIM) - cenușie cu rar pietriș mic, miros mal

Intocmit / Made by:
 Teh. Vasile Musat

Data / Date:
 Iulie / July 2022

at / Approved by:
 Șef Laborator, dr. ing. Ioan Boti





Parcul Circului, sector 2, Bucuersti

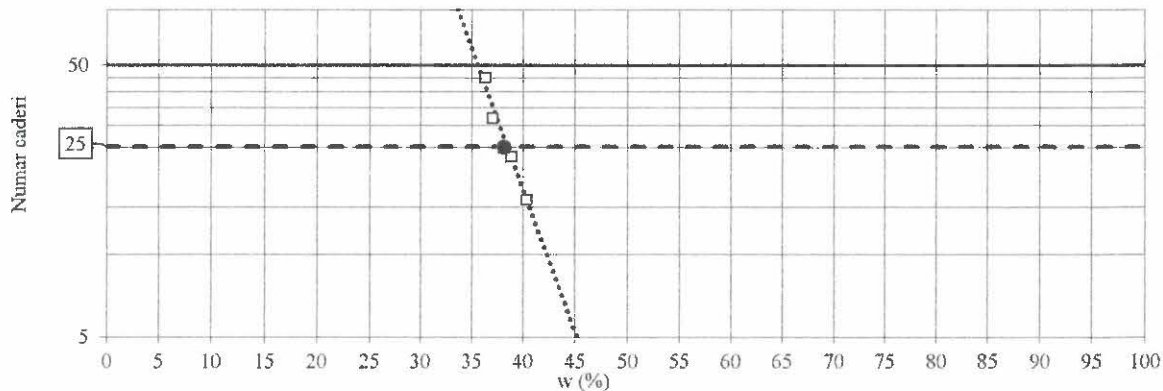
Determinarea indicilor simpli si a limitelor Atterberg /
Simple indices and Atterberg limits assessment

conform / according to STAS 1913/1-82, 1913/2-76, 1913/3-76, 1913/4-86

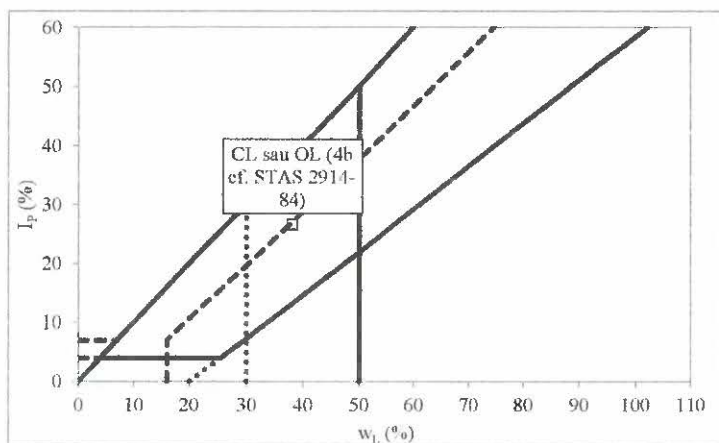
Forajul/Borehole: F1

Proba/Sample: P3

Adâncimea/Depth: 3.0 m



Nr. căderi / Flits	Limita de curgere / Liquid limit - w _L %				Limita de framantare / Plastic limit - w _p %			Umiditate naturală / Moisture content w %			
	45	32	23	16				Capsule / Capsules		Edo nat	Edo sat
Proba umeda / Natural Sample A	15.7	15.6	14.3	10.2	1.7	1.6		46.3	41.9	84.9	
Proba uscata / Dry sample B	11.5	11.4	10.3	7.2	1.5	1.4		40.2	36.0	73.0	
w % = (A-B)/Bx100	36.3	37.1	38.9	40.4	12.0	11.2		15.1	16.3	16.2	
w % mediu / average						11.6			15.9		



Densitatea scheletului solid / Particle density										
Picno Nr.	m _{picno} (g)	V _{picno} (cm ³)	m _{pic+apa} (g)	m _{pamant} (g)	m _{pr+ap} (g)	temp (°C)	ρ _w ^t (g/cm ³)	ψ _w [-]	ρ _s (g/cm ³)	γ _{s med} (kN/m ³)

Determinarea lui e _{max} și e _{min} / e _{max} and e _{min} determination				
	m ₃ [g]	m ₃ [g]	m ₃ [g]	V cm ³
afanat / loose	N/A	N/A	N/A	N/A
	e _{max} [-]	N/A	n _{wet} =	N/A
indesat / dense	N/A	N/A	N/A	N/A
	e _{min} [-]	N/A	n _{min} =	N/A

σ_{c2μm}: 28.00 %

w_p: 11.59 %

w_L: 38.17 %

USCS: CL sau OL (4b cf. STAS 2914-84)

I_p: 26.58 %

I_c: 0.84

I_A: 0.95

w_{med}: 15.88 %

γ_{med}: 21.25 kN/m³

γ_{d med}: 18.28 kN/m³

Intenit / Made by:
Teh. Vasile Musat

ed by:
Sef laborator, dr. ing. Ioan Boti



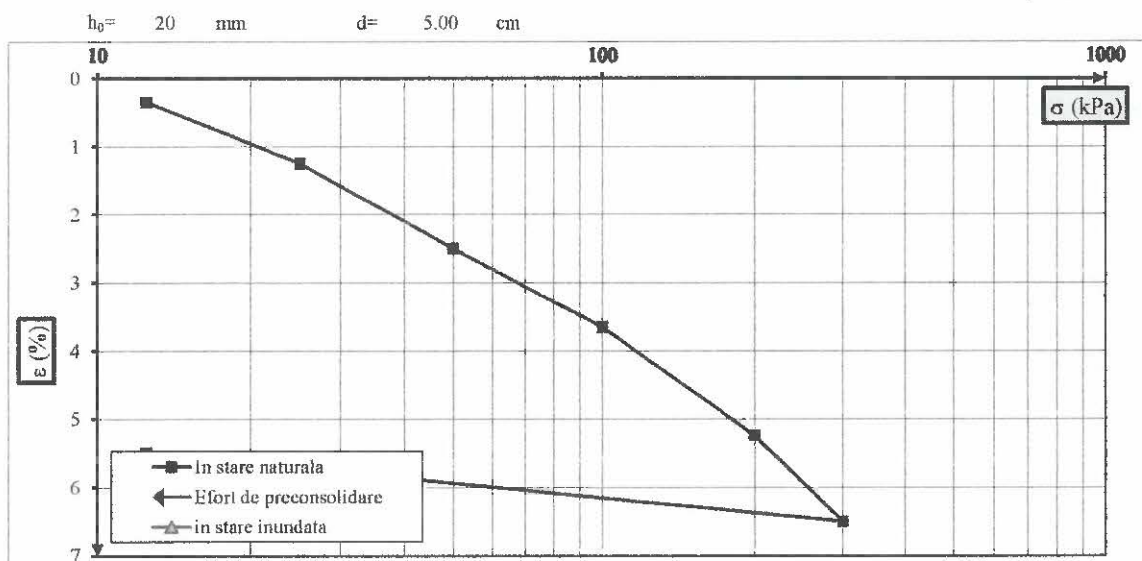
Parcul Circului, sector 2, București

Raport de încercare - Încercarea de compresibilitate /
Test Report - Compressibility test
conform / according to STAS 8942/1-89

Forajul/Borehole: F1

Proba/Sample: P3

Adâncimea/Depth: 3.0 m



	natural / natural		inundat / saturated	
	Initial	Final	Initial	Final
m (g)	84.88	77.72		
m _d (g)	73.03	73.03		
V (cm ³)	39.19	36.64		
w (%)	16.23	6.42		
p (g/cm ³)	2.17	2.12		
ρ _d (g/cm ³)	1.86	1.99		
ρ _s (g/cm ³)	2.66	2.66		
n (%)	29.95	25.08		
e (-)	0.43	0.33		
S _r	1.00	0.51		

Presiune de umflare liberă / Swelling pressure

$p_{0.1} = - \text{ kPa}$

Efort de preconsolidare / Preconsolidation stress

$p_c = - \text{ kPa}$

Tasarea spec. la umezire / Spec. settlement when moist

$i_{m3} = - \%$

Indicele de compresie / Compression index

$C_c = 0.101$

Indicele de umflare / Swelling index

$C_s = -$

Treapta de încărcare / Load Step σ (kPa)	natural / natural		inundat / saturated		Treapta de încărcare / Load Step σ (kPa)	natural / natural		inundat / saturated		Treapta de încărcare / Load Step σ (kPa)
	Tasarea în stare naturală / Settlement in natural state (mm)	Tasarea în stare inundată / Settlement in saturated state (mm)	ϵ_{nat} natural / ϵ_{nat} natural (%)	ϵ_{sat} inundat / ϵ_{sat} saturated (%)		$E_{ed, nat}$ / $E_{ed, nat}$ (kPa)	$E_{ed, sat}$ / $E_{ed, sat}$ (kPa)	$E_{ed, nat}$ / $E_{ed, nat}$ (kPa)	$E_{ed, sat}$ / $E_{ed, sat}$ (kPa)	
12.5	0.070		0.35	-	12.50	2000	4348	-	-	12.5
25	0.250		1.25	-	25.00					25
50	0.500		2.50	-	50.00					50
100	0.730		3.65	-	100.00					100
200	1.050		5.25	-	200.00					200
300	1.300		6.50	-	300.00	6250	8000	-	-	300
-			-	-	-					-
12.5	1.100		5.50	-	12.50					12.5
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-	-	-	-	-	-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-
-			-	-	-					-

Elaborat de:
M. Musat

Data / Date:
Iulie / July 2022

Probat / Approved by:

Se Laborator, dr. ing. Ioan Bot



Raport de incercari nr. / Tests report no. BBC-CO-F1-P4-3538

Beneficiar / Client:	Administratia lacuri, parcuri si agrement Bucuresti
Adresa / Address:	Șoseaua București-Ploiești 8B, București
Amplasament / Site:	Parcul Circului, sector 2, Bucuresti
Foraj / Borehole:	F1
Proba / Sample:	P4
Adancimea / Depth:	4.0 m
Data / Date:	Iulie / July 2022

Standarde utilizate / Used standards

- granulozitate / grain size analysis: procedura conform / procedure according to STAS 1913.5-85, clasificare conform / classification according to SR-EN 14688/2-2005	- limite de plasticitate / plastic limits: STAS 1913/4-86
- umiditate / moisture content: STAS 1913/1-82	- compresibilitate in edometru / oedometer test: STAS 8942/1-89
- densitate schelet solid / particle density: STAS 1913/2-76	- forfecare directa / direct shear test: STAS 8942/2-82
- densitate naturala / bulk density: STAS 1913/3-76	- permeabilitate / permeability: STAS 1913/6-76
	- CBR: IM-003-96
	- incercarea Proctor / Proctor test: STAS 1913/13-83

Rezultate sintetice / Results briefing

Tip pamant / Soil type: Argila nisipoasa / Sandy clay (sa.Cl) - 14688:2005ARGILA Nisipoasa, cu plasticitate medie / Sandy medium plasticity CLAY (saCIM) - 14688:2018

Observatii / Remarks: cenusie

Clasificare USCS / USCS: CL sau OL (4b cf. STAS 2914-84)

Clasif. dpdv al compresibilitatii / Compressibility classification: Pamant cu compresibilitate foarte mare / Soil with very high compressibility.

Granulometrie / Grading	
%A / %Cl:	35%
%P / %Si:	39%
%N / %Sa:	25%
%Pi / %Gi:	1%
%B / %Co:	0%
U _n / C _u :	-

Indici / Indices	
γ _{med} :	20.82 kN/m ³
γ _{d,med} :	16.97 kN/m ³
γ _{sat} :	20.40 kN/m ³
γ _s :	26.09 kN/m ³ *
w _{med} :	21%
n:	35%
e:	0.54
S _r :	1.00

Compresibilitate / Compressibility	
M _{2-3, nat} :	- kPa
M _{2-3, sat} :	2545 kPa
p _c :	- kPa
p _u :	- kPa
im ₃ :	- %

* valoare estimata / estimated value

Plasticitate si limitele starii de indesare / Plasticity and density limits	
w _L :	46%
w _p :	13%
I _p / PI:	33%
I _c / CI:	0.74
I _A / AI:	0.95

Parametrii rezistentei la forfecare / Shearing strength parameters						
ϕ :	-	°	M.T.T.	β :	-	°
c :	-	kPa		d :	-	kPa
ϕ' :	-	°		β' :	-	°
c' :	-	kPa		d' :	-	kPa
test: -						
v: -						



Sef laborator, dr. ing. Ioan Boti



Parcul Circului, sector 2, Bucuersti

Determinarea granulozității / Soil grading analysis

procedura conform / procedure according to STAS 1913.5-1985

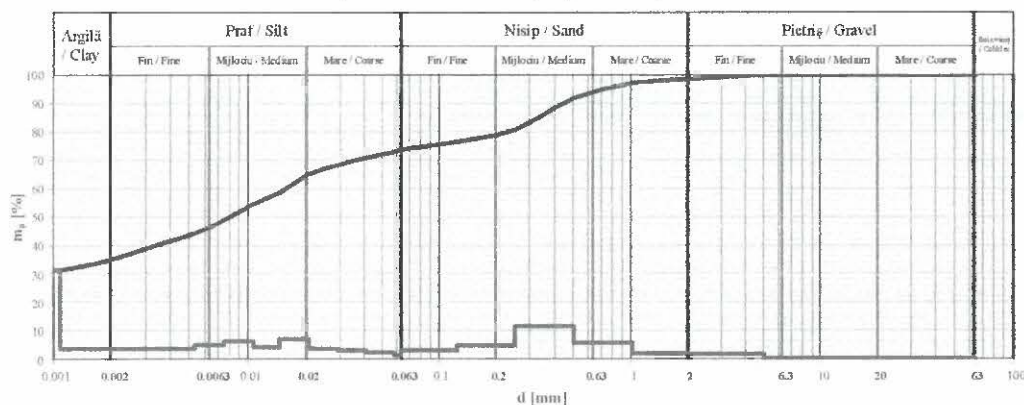
clasificare conform / classification according to SR-EN 14688/2-2018

INFORMATIV: diagrama ternară conform / ternary diagram according to SR-EN 14688/2-2005

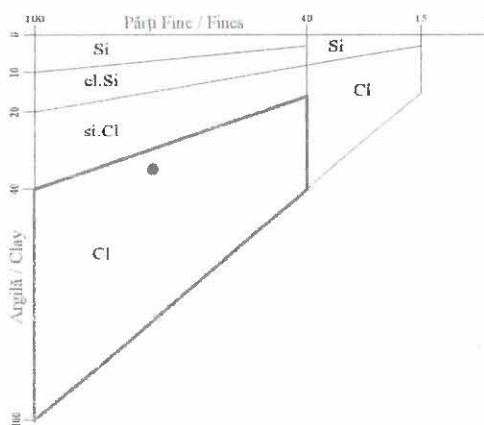
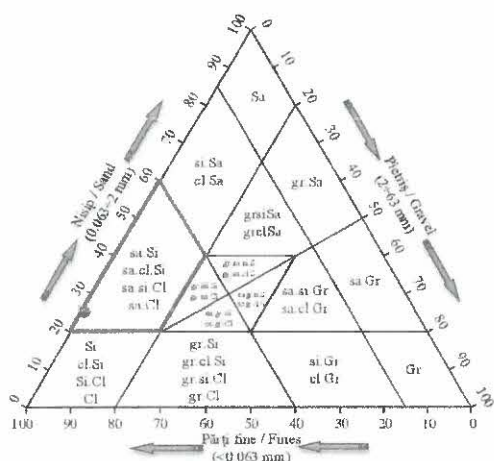
Forajul/Borehole: F1

Proba/Sample: P4

Adâncimea/Depth: 4.0 m



d (mm)	mp (%)
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
63	100.0
20	100.0
10	100.0
8	100.0
5	100.0
2	98.6
1	97.2
0.5	91.9
0.25	80.8
0.125	76.4
0.063	73.7
0.0578	72.8
0.04092	70.9
0.02898	68.2
0.02053	65.0
0.01457	58.5
0.01067	54.6
0.00752	48.7
0.00533	44.1
0.00378	40.9
0.00268	37.6
0.0019	34.3
0.0011	31.1



74% Părți fine / Fines
 25% Nisip / Sand
 1% Pietris / Gravel
 0% Bolovanis / Cobbles

35% Argila / Clay
 39% Praf / Silt

Un = -
 I_A = 0.95
 I_p = 0.33

Descriere / Description: ARGILA Nisipoasa, cu plasticitate medie / Sandy medium plasticity CLAY (saCIM) - cenușie

Intocmit / Made by
 Teh. Vasile Mărușat

Data / Date:
 15 2022

/ Approved by:
 Șef laborator, dr. ing. Ioan Boti





Parcul Circului, sector 2, Bucuersti

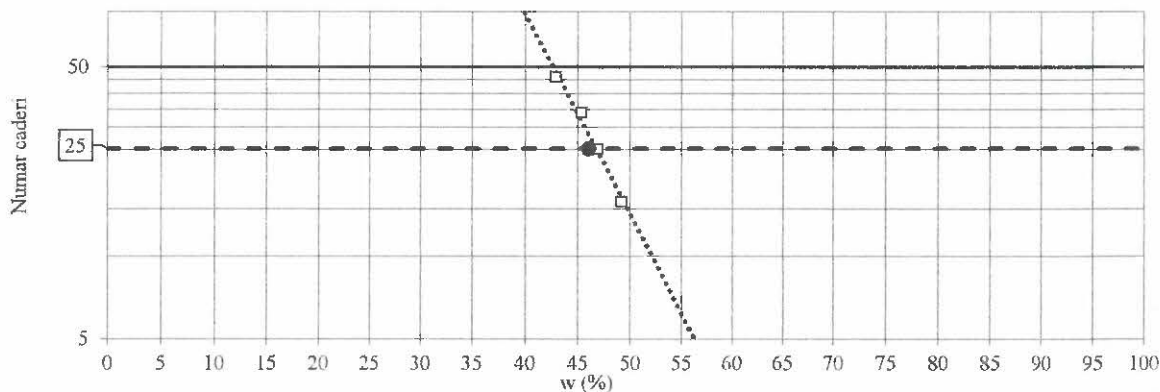
Determinarea indicilor simpli si a limitelor Atterberg /
Simple indices and Atterberg limits assessment

conform / according to STAS 1913/1-82, 1913/2-76, 1913/3-76, 1913/4-86

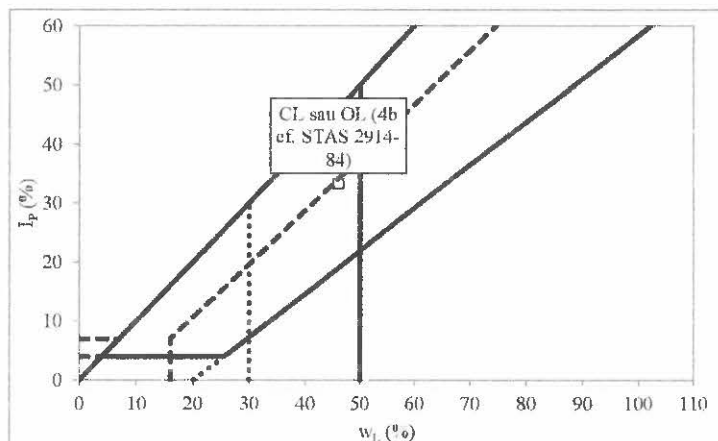
Forajul/Borehole: F1

Proba/Sample: P4

Adancimea/Depth: 4.0 m



Nr. căderi / Hits	Limita de curgere / Liquid limit - w_L %				Limita de framantare / Plastic limit - w_p %		Umiditate naturala / Moisture content w %		
	46	34	25	16			Capsule / Capsules		Edo sat
Proba umeda / Natural Sample A	12.2	14.5	12.8	10.7	1.8	1.7	40.3	39.3	163.3
Proba uscata / Dry sample B	8.6	10.0	8.7	7.2	1.6	1.5	33.3	32.6	133.2
$w \% = (A-B)/B \times 100$	42.9	45.4	46.8	49.2	13.1	12.5	21.1	20.6	22.7
$w \%$ mediu / average					12.8		21.5		



Densitatea scheletului solid / Particle density										
Picno Nr.	m_{picno} (g)	V_{picno} (cm ³)	$m_{pic+apa}$ (g)	m_{pamant} (g)	m_{p+a+p} (g)	temp (°C)	ρ_w^t (g/cm ³)	ψ_w [-]	ρ_s (g/cm ³)	γ_s med (kN/m ³)

Determinarea lui e_{max} si e_{min} / e_{max} and e_{min} determination				
	m_3 [g]	m_3 [g]	m_3 [g]	V [cm ³]
afanat / loose	N/A	N/A	N/A	N/A
	e_{max} [-]	N/A	n_{max} [-]	N/A
indesat / dense	N/A	N/A	N/A	N/A
	e_{min} [-]	N/A	n_{min} [-]	N/A

w_{200} : 35.00 %

w_p : 12.81 %

w_L : 46.07 %

USCS: CL sau OL (4b cf. STAS 2914-84)

I_p : 33.26 %

I_c : 0.74

I_A : 0.95

w_{med} : 21.47 %

γ_{med} : 20.82 kN/m³

$\gamma_{d med}$: 16.97 kN/m³

Intaritat / Made by:
Teh. Vasile Miron

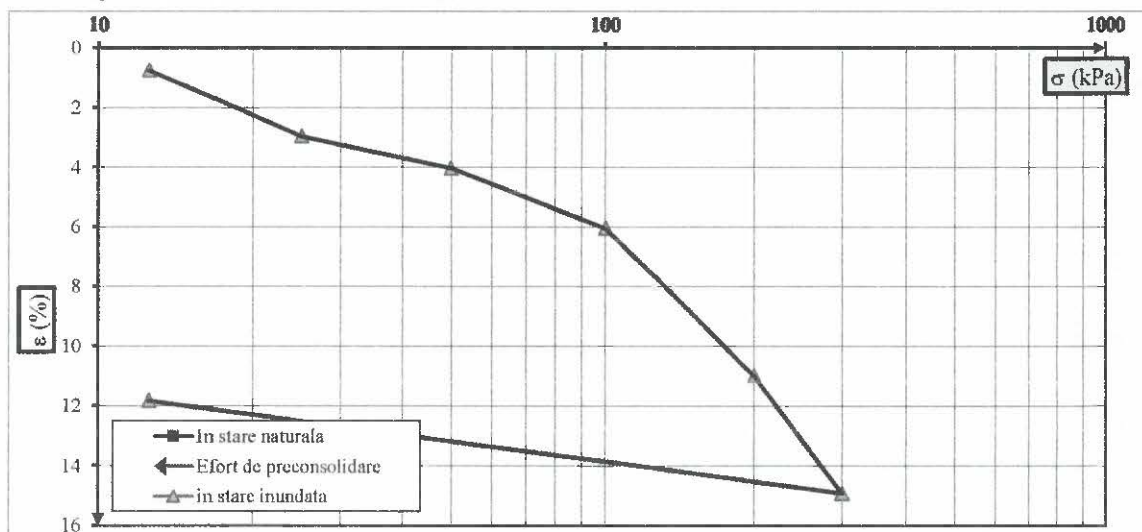
Data / Date:
Iulie / July 2022

approved by:
Sef laborator, dr. ing. Ioan Boti

Raport de încercare - Încercarea de compresibilitate /
Test Report - Compressibility test
conform / according to STAS 8942/1-89

Probu/Sample P4

Adancimea/Depth 4.0 m

$$h_0 = 20 \text{ mm} \quad d = 7.00 \text{ cm}$$


	natural / natural		inundat / saturated	
	Initial	Final	Initial	Final
m (g)			163.33	160.11
m _d (g)			133.15	133.15
V (cm ³)			76.97	65.48
w (%)			22.67	20.25
ρ (g/cm ³)			2.12	2.45
ρ_d (g/cm ³)			1.73	2.03
ρ_s (g/cm ³)			2.66	2.66
n (%)			34.97	23.55
e (-)			0.54	0.31
S _i			1.00	1.00

$$p_{H_2} = \quad \text{kPa}$$
$$p_c = \quad \text{kPa}$$
$$i_{m3} = \quad \quad \quad \%$$
$$C_c =$$
 $C_s =$ [illegible]

Data / Date:
Julie / July 2022

robot / Approved by:
or, dr. ing. Ioan Boti



Raport de incercari nr. / Tests report no. BBC-CO-F1-P5-3539

Beneficiar / Client:	Administratia lacuri, parcuri si agrement Bucuresti
Adresa / Address:	Șoseaua București-Ploiești 8B, București
Amplasament / Site:	Parcul Circului, sector 2, Bucuersti
Foraj / Borehole:	F1
Proba / Sample:	P5
Adancimea / Depth:	5.0 m
Data / Date:	Iulie / July 2022

Standarde utilizate / Used standards

- granulozitate / grain size analysis: procedura conform / procedure according to STAS 1913.5-85, clasificare conform / classification according to SR-EN 14688/2-2005	- limite de plasticitate / plastic limits: STAS 1913/4-86
- umiditate / moisture content: STAS 1913/1-82	- compresibilitate in edometru / oedometer test: STAS 8942/1-89
- densitate schelet solid / particle density: STAS 1913/2-76	- forfecare directa / direct shear test: STAS 8942/2-82
- densitate naturala / bulk density: STAS 1913/3-76	- permeabilitate / permeability: STAS 1913/6-76
	- CBR: IM-003-96
	- incercarea Proctor / Proctor test: STAS 1913/13-83

Rezultate sintetice / Results briefing

Tip pamant / Soil type:	Nisip cu pietris / Sand with gravel (gr.Sa) - 14688:2005NISIP cu Pietris, cu uniformitate medie / Gravelly medium graded SAND (grSaM) - 14688:2018
Observatii / Remarks:	cenusiu

Clasificare USCS / USCS: -
Clasif. dpdv al compresibilitatii -
Compressibility classification:

Granulometrie / Grading	
clasificatie dupa / classif. According to SR-EN 14688/2-2005	%A / %Cl: 0%
	%P / %Si: 4%
	%N / %Sa: 61%
	%Pi / %Gr: 35%
	%B / %Co: 0%
	U _n / C _u : 6.5649

Indici / Indices	
γ _{med} :	- kN/m ³
γ _{d med} :	- kN/m ³
γ _{sat} :	- kN/m ³
γ _s :	26.09 kN/m ³ *
w _{med} :	12%
n:	-
e:	-
S _r :	-

* valoare estimata / estimated value

Compresibilitate / Compressibility	
M _{2-3 nat} :	- kPa
M _{2-3 sat} :	- kPa
P _c :	- kPa
P _a :	- kPa
im ₃ :	- %

Plasticitate si limitele starii de indesare / Plasticity and density limits	
w _L :	-
w _P :	-
I _p / PI:	-
I _c / CI:	#####
I _A / AI:	-
e _{max} :	-
e _{min} :	-
C _u :	-

Parametrii rezistentei la forfecare / Shearing strength parameters						
ϕ :	-	°	M.T.T.	β :	-	°
c :	-	kPa		d :	-	kPa
ϕ^t :	-	°		β^t :	-	°
c^t :	-	kPa		d^t :	-	kPa
Mohr-Coulomb						
test: -						
V: -						

Sef laborator, dr. ing. Ioan Boti

Determinarea granulozitatii / Soil grading analysis

procedura conform / procedure according to STAS 1913.5-1985

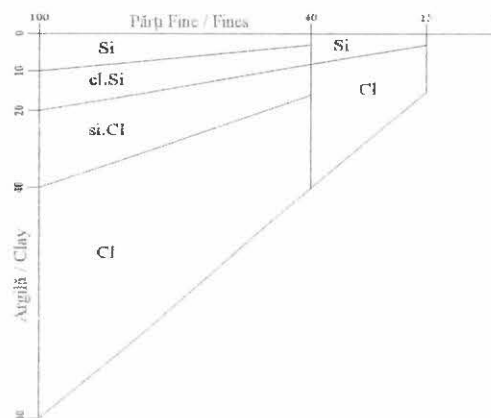
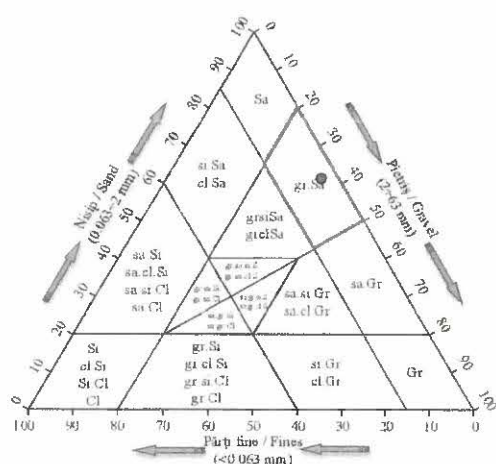
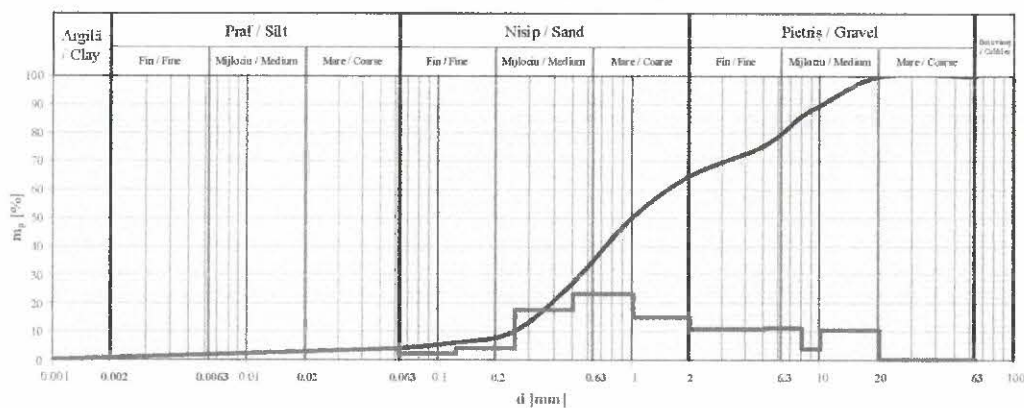
classificare conform / classification according to SR-EN 14688/2-2018

INFORMATIV: diagrama temara conform / ternary diagram according to SR EN 14688/2-2005

Forajul/Borehole FI

Proba/Sample P5

Adaltecmea/Depth 5.0 m

[illegible]

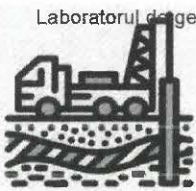
0%	Argila / Clay		
4% Particulate / Fines			
61% Nisip / Sand			
35% Pietris / Gravel			
0% Bolovanis / Cobbles			
	4%	Praf / Silt	$U_n = 6.56$ $I_A = \text{####}$ $I_p = \text{N/A}$

Descriere / Description: NISIP cu Pietris, cu uniformitate medie / Gravelly medium graded SAND (grSaM) - cenusu.

Intocmit / Made by
Teh. Vasile Musat

Data / Date:
Iulie / July 2022

Sef Laborator, dr. ing. Ioan Boti



Parcul Circului, sector 2, București

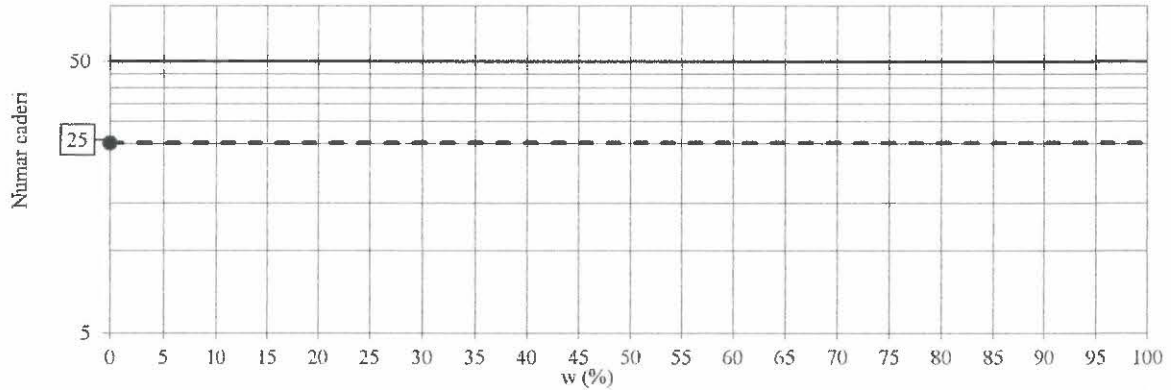
Determinarea indicilor simpli și a limitelor Atterberg /
Simple indices and Atterberg limits assessment

conform / according to STAS 1913-1-82, 1913-2-76, 1913-3-76, 1913-4-86

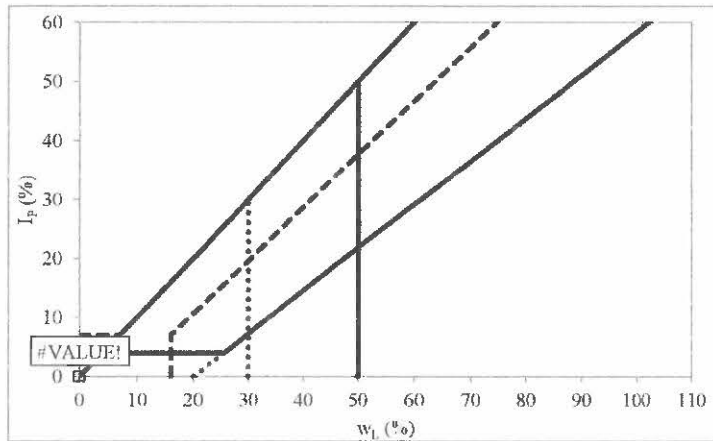
Forajul/Borhole: F1

Proba/Sample: P5

Adâncimea/Depth: 5.0 m



Nr. căderi / Hits	Limita de curgere / Liquid limit - w_L %				Limita de frământare / Plastic limit - w_p %			Umiditate naturală / Moisture content w %			
	1	1	1	1	0.0	0.0	0.0	Capsule / Capsules		Edo nat	Edo sat
Proba umedă / Natural Sample A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	577.8	462.5		
Proba uscată / Dry sample B	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	513.8	417.5		
$w \% = (A-B)/B \times 100$	#DIV/0!	#####	#####	#####	#####	#DIV/0!		12.5	10.8		
w % mediu / average								11.6			



Densitatea scheletului solid / Particle density

Picno Nr.	$m_{p,mo}$ (g)	$V_{p,mo}$ (cm ³)	$m_{p,rapa}$ (g)	$m_{p,umant}$ (g)	$m_{p,ra+p}$ (g)	temp (°C)	ρ_{yt} (g/cm ³)	ψ_w [-]	ρ_s (g/cm ³)	γ_s med (kN/m ³)

Determinarea lui e_{max} și e_{min} /
 e_{max} and e_{min} determination

	m_3 [g]	m_3 [g]	m_3 [g]	V cm ³
afanat / loose	N/A	N/A	N/A	N/A
	e_{max} [-]	N/A	n_{max} %	N/A
indesat / dense	N/A	N/A	N/A	N/A
	e_{min} [-]	N/A	n_{min} %	N/A

$d < 2_{\mu m}$: #N/A %
 w_p : ##### %
 w_L : ##### %
USCS: #VALUE!

I_p : ##### %
 I_c : #####
 I_A : #####

w_{med} : 11.63 %
 γ_{med} : N/A kN/m³
 γ_d med: N/A kN/m³

Intenit / Made by

Data / Date:
Iic / July 2022

approved by:
Sef laborator, dr. ing. Ioan Boti

Numele și prenumele verificatorului atestat
Dr. Ing. BOȚI IOAN
Adresa: București, Aleea Petre Antonescu nr. 2
Telefon: 0723-833.382

SERIA H nr. 09103

REFERAT

Nr. 317 / 10.08.2022

Privind verificarea de calitate la cerința – Af – DE REZISTANȚA ȘI STABILITATEA
TERENURILOR DE FUNDARE A CONSTRUCȚIILOR ȘI MASIVELOR DE PĂMÂNT
Faza: STUDIU GEOTEHNIC

1. Date de identificare:

- Nume proiect: Studiu Geotehnic pentru obiectivul " (Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adancime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului)"
- Proiectant specialitate ptr. studiul geotehnic: BABYLON GEOTECHNIC SRL
- Beneficiar: Administratia lacuri, parcuri si agrement Bucuresti
- Amplasament: Parcul Circului, sector 2, Bucuresti
- Data prezentării proiectului pentru verificare: 10.08.2022

2. Caracteristicile principale ale proiectului și ale construcției:

1. În temeiul reglementărilor tehnice „Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții”, indicativ NP074-2014; NP120/2010 NP 125/2010 H.G. 766/2007; P100-1/2013; GT006-97; GT019-98; NP112-2014; STAS 3950-81; STAS 2745-90; EUROCOD 7 cu anexa nationala (1-5 ENV 1994-1999); s-a verificat documentația geotehnică privind amplasamentul menționat mai sus
2. PUZ pentru cladire tip hala, parter, clasa de importanță: normală.

Elementele principale care se regăsesc în studiul geotehnic:

Nr. Crt	Element	Descriere
	Descrierea viitoarei construcții	Studiu de fezabilitate pentru forarea unui put de mare adancime pentru alimentarea lacului din Parcul Circului
1	Stratificația de ansamblu din amplasament	Stratul I: Umpluturi (resturi din demolari in matrice coeziva, in baza stratului - in amestec cu materiale maloase) cu grosimi de cca. 3.5m ; Stratul II: Complex slab coeziv, alcătuit din argile nisipoase cenusii, plastic vâtoase, care devin plastic consistente sub 3.7m. Acest strat a continuat până în jurul adâncimii de 4.0m. Stratul III: Complex necoeziv, alcătuit din nisipuri si pietrisuri cenusii indesare medie. Acest strat a continuat până în baza forajului (6m).
2	Condiții de teren	terenuri medii sau dificile de fundare
3	Apa subterană	În timpul execuției forajelor, nivelul apei subterane a fost interceptat la adâncimea de 2.90m .
4	Seismicitatea amplasamentului	$a_g = 0,30g$
5	Categoria geotehnică	categoria geotehnică 2, risc geotehnic moderat
6	Sistemul de fundare	

	recomandat	
7	Presiuni conventionale	300kPa(pentru stratul 3 - nisip cu pietris)

3. Documente ce se prezintă la verificare:

1. STUDIU GEOTEHNIC, întocmit de BABYLON GEOTECHNIC SRL, cuprinde: Piese scrise, 32 pagini; Fișele forajelor, cu rezultatele analizelor de laborator .
2. Rezultatele clasificării de bază, privind parametrii geotehnici obținuți din investigarea terenului de fundare.
3. Exigențele care trebuie realizate și metodele de proiectare sunt precizate în studiul geotehnic corespunzător Categoriei Geotehnice 2, cu risc geotehnic moderat.

4. Concluzii asupra verificării:

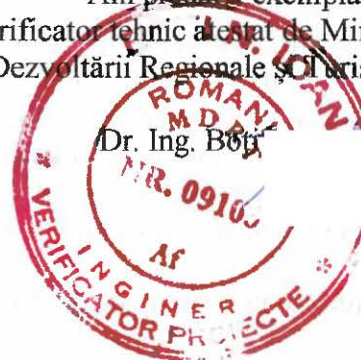
1. În urma verificării documentatiei geotehnice, se consideră STUDIUL GEOTEHNIC menționat mai sus, corespunzător din punct de vedere al cerințelor de rezistență și stabilitatea terenurilor de fundare a construcțiilor și masivelor de pământ la exigența - Af - semnându-se și ștampilându-se conform prevederilor legale.

Am primit 3 exemplare
Beneficiar

.....

Am predat 3 exemplare
Verificator tehnic atestat de Ministerul
Dezvoltării Regionale și Construcțiilor

.....



UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI
CENTRUL DE CERCETARE INGINERIA APELOR SUBTERANE

**STUDIU HIDROGEOLOGIC PENTRU
DEFINIREA, PRIN MODELARE
MATEMATICĂ, A OPTIUNILOR DE
CONTROL A NIVELULUI APEI DIN LACUL
CIRCULUI ȘI ASIGURAREA SURSEI
PENTRU IRIGAȚII ÎN PARCUL CIRCULUI DIN
MUNICIPIUL BUCUREȘTI**

Beneficiar: ADMINISTRAȚIA LACURI, PARCURI ȘI AGREMENT BUCUREȘTI

Prestator: Universitatea Tehnică de Construcții București

Elaborat: Prof. univ. dr. ing. Radu Constantin Gogu

Responsabil contract: Șef lucrări dr. Dragoș Găitănari

București, 2021



Cuprins

I. INTRODUCERE.....	5
1.1 Localizarea amplasamentului.....	6
1.2 Scopul și tema studiului hidrogeologic	6
2 CONDIȚII GEOLOGICE ȘI HIDROGEOLOGICE ÎN ZONA ORAȘULUI BUCUREȘTI.....	7
2.1 Condiții geologice și geomorfologice generale	7
2.2 Considerații geologice și hidrogeologice cu privire specială asupra zonei Parcului Circului din Municipiul București	9
3 ELABORAREA MODELULUI DE CURGERE A APEI SUBTERANE ÎN VEDEREA EVALUĂRII IMPACTULUI INTRODUCERII A DOUĂ NOI PUȚURI DE EXPLOATARE A CELOR DOUĂ ORIZONTURI ACVIFERE COLENTINA ȘI MOSTIȘTEA.....	11
3.1 Modelul hidrogeologic conceptual.....	11
3.2 Apele de suprafață.....	12
3.3 Sistemul acvifer	12
3.4 Precipitațiile	17
3.5 Rețeaua de alimentare cu apă	18
3.6 Rețeaua de canalizare	20
3.7 Infrastructura subterană de transport și fundațiile adânci ale clădirilor	21
3.7.1 Rețeaua de metrou	21
4 CALIBRAREA MODELULUI HIDROGEOLOGIC.....	24
4.1 Descrierea situației existente	24
4.2 Procesul de calibrare	25
5 SIMULAREA COMPORTAMENTULUI ACVIFER, PRIN MODELARE MATEMATICĂ, ÎN URMA SUPLIMENTĂRII DEBITELOR DE EXPLOATARE PENTRU STRATELE ACVIFERE COLENTINA ȘI MOSTIȘTEA	28
5.1 Analiza amplasamentului puțurilor de exploatare propuse	28
5.2 Scenariul nr. 1: Suplimentarea debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostiștea) cu 355mc/zi din stratul acvifer Colentina, la care se adaugă debitul de 230 mc/zi pompat prin din stratul acvifer Mostiștea - Condiții regim ploios	29
5.3 Scenariul nr. 2: Suplimentarea debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostiștea) cu 355mc/zi din stratul acvifer Colentina, la care se adaugă debitul de 230 mc/zi (pompat prin din stratul acvifer Mostiștea - Condiții de regim secetos	32
6 PROPUNERI DE LUCRĂRI	34
7 CONCLUZII.....	36
8 BIBLIOGRAFIE	37



ANEXA 1 – Secțiune hidrogeologică în zona Parcul Circului.....	38
ANEXA 2 – Harta piezometrică pentru acviferul Colentina în condițiile de regim ploios 2018.....	39
ANEXA 3 – Harta piezometrică pentru acviferul Mostiștea în condițiile de regim ploios 2018	40
ANEXA 4 – Scenariul nr. 1 - harta piezometrică pentru acviferul Colentina în condițiile de regim ploios 2018.....	41
ANEXA 5 – Scenariul nr. 1 - harta piezometrică pentru acviferul Mostiștea în condițiile de regim ploios 2018.....	42
ANEXA 6 – Scenariul nr. 2 - harta piezometrică pentru acviferul Colentina în condițiile de regim ploios 2018.....	43
ANEXA 7 – Scenariul nr. 2 - harta piezometrică pentru acviferul Mostiștea în condițiile de regim ploios 2018.....	44
ANEXA 8 – Localizarea forajelor propuse	45



Studiu hidrogeologic pentru definirea, prin modelare matematica, a optiunilor de control a nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații în Parcul Circului din Municipiul București

Contract nr. 11957/2021



STUDIU HIDROGEOLOGIC PENTRU DEFINIREA, PRIN MODELARE MATEMATICĂ, A OPTIUNILOR DE CONTROL A NIVELULUI APEI DIN LACUL CIRCULUI ȘI ASIGURAREA SURSEI PENTRU IRIGATII ÎN PARCUL CIRCULUI DIN MUNICIPIUL BUCUREȘTI

I. INTRODUCERE

Prezentul studiu hidrogeologic face obiectul **Contractului nr. 11957/2021**, încheiat între **Administrația Lacuri Parcuri și Agreement București (ALPAB)**, cu sediul în Șoseaua București-Ploiești, nr. 8B și **Universitatea Tehnică de Construcții București Centrul de Cercetare Ingineria Apelor Subterane (UTCBC-CIAS)**, și are ca obiectiv stabilirea, prin modelare matematică, a debitelor de exploatare a apei subterane din zona Parcul Circului, București Sector 2, în vederea pentru îmbunătățirii opțiunilor de control al nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații pentru Parcul Circului.

Lacul Circului este parte integrantă a parcului cu același nume amplasat în cartierul bucureștean Ștefan cel Mare, parc ce se află în administrarea ALPAB (Administrația Lacuri, Parcuri și Agreement București).

Lacul situat în mijlocul parcului, în vecinătatea Circului de Stat, este un lac alimentat de stratul acvifer Colentina. Acest lac are o suprafață de 0,75 ha, circumferința malului lacului măsurând circa 350m.

Nivelul de exploatare normală al lacului este de aproximativ 75,00 mdMN (www.alpa.ro). Până la demararea studiului prezent au existat foarte puține măsurători ale nivelului apei în lac.

În situații extreme în care nivelul menționat mai sus scade accentuat, lacul este alimentat cu apă (până la restabilirea cotei de exploatare) dintr-un sistem de două puțuri amenajat în incinta parcului (două puțuri localizate la o distanță de aproximativ 25 m unul față de celălalt, unul funcțional și unul nefuncțional). Conform modelului geologic local, acest sistem de puțuri extrage apă subterană din stratul acvifer Mostiștea, adâncimea puțurilor fiind de aproximativ 55-60 m. Acest sistem de puțuri alimentează lacul în perioadele secetoase cu un debit zilnic de aproximativ 360 mc/zi.

Există o conexiune hidrolică directă a lacului Circului cu stratul acvifer Colentina, lacul alimentându-se natural din acest strat acvifer. Variațiile de nivel în lacul Circului sunt în legătură directă cu ciclul hidrologic zonal și cu sistemul acvifer urban. În consecință un studiu al comportamentului sistemului acvifer din zona limitrofă lacului trebuie făcută ținând cont de analiza variației de nivel a apei din lacul Circului, cu care acesta prezintă o legătură hidrolică directă. Studiul propus presupune modelarea matematică a acestui sistem acvifer, al cărui comportament hidrolic este parametrizat pe date reale obținute pe baza măsurătorilor din teren și pe baza datelor conexe ce descriu comportamentul hidrolic al elementelor de infrastructură urbană existente în zona analizată.

Tema de cercetare are o singură etapă. În prezentul raport, este prezentat modelul hidrogeologic urban al zonei studiate. Sunt discutate scenariile principale de analiză, pe baza cărora a fost definit un set de concluzii preliminare ce se regăsesc în Capitolul 7. Concluziile finale au fost definite în urma unei analize a datelor hidrologice și hidrogeologice pe ultimii 5 ani, analizând pentru fiecare an încheierea ciclului hidrologic anual. Pe baza acestor date, modelul hidrogeologic dezvoltat s-a calibrat iar scenariile de analiză dezvoltate înglobează simularea comportamentului mediului acvifer. Astfel s-au definit soluțiile de exploatarea apei subterane necesare pentru îmbunătățirii opțiunilor de control al nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații pentru Parcul Circului.



1.1 Localizarea amplasamentului

Zona de studiu se întinde pe o suprafață de aproximativ 12 km² (Figura 1), având ca limite următoarele zone (Figura 1):

- N : Lacurile râului Colentina: L. Floreasca, L. Tei și L. Plumbuita;
- S : Bulevardul Dacia;
- E : Șoseaua Colentina și Lacul Colentina;
- V : Bulevardul Aviatorilor.

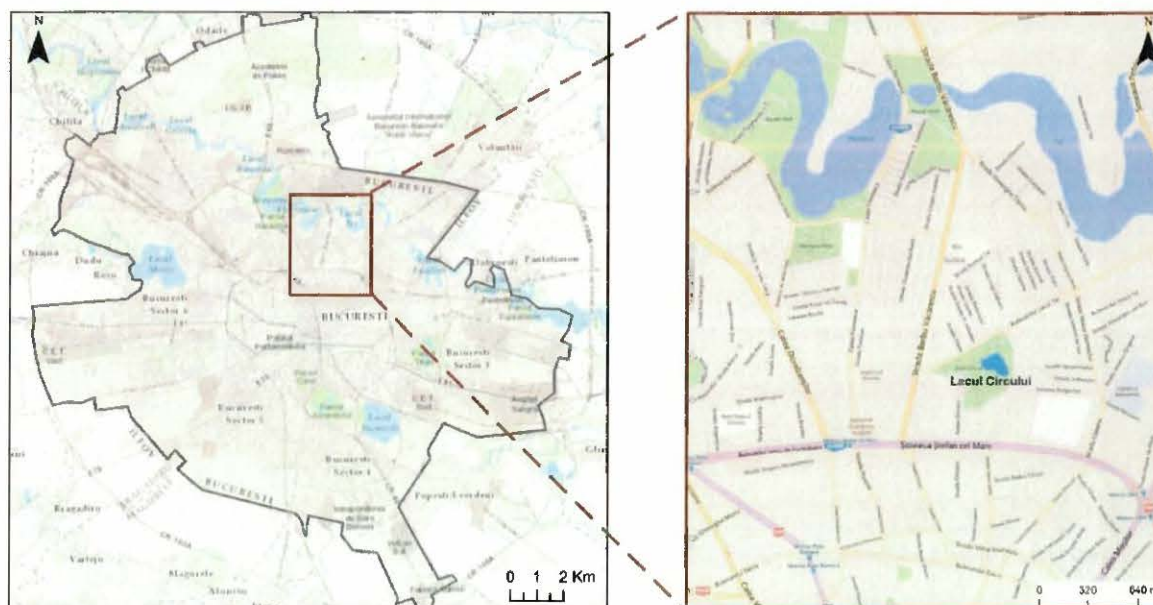


Figura 1 Localizarea zonei de studiu

1.2 Scopul și tema studiului hidrogeologic

Conform cerinței contractului, s-a analizat posibilitatea îmbunătățirii sistemului de alimentare cu apă în Parcul Circului, în vederea asigurării cerinței de apă pentru activitățile de irigații precum și de control al nivelului lacului.

În vederea asigurării cantității necesare de apă pentru irigații, soluția propusă de beneficiar a fost realizarea unui puț ce urmează a exploata stratul acvifer Colentina cu debit de 355 mc/zi, ceea ce reprezintă cerința de apă conform autorizației de gospodărire a apelor nr 793B din 19.11.2020, care indică un debit de 351,90 mc/zi.

În vederea asigurării unui control mai riguros al nivelului lacului din Parcul Circului, soluția propusă de beneficiar a fost suplimentarea debitului exploatat în prezent prin realizarea unui puț ce urmează a exploata stratul acvifer Mostiștea cu debit de 230 mc/zi. Acest debit reprezintă un debit suplimentar, față de cel exploatat în prezent, care este 360 mc/zi. Conform autorizației de gospodărire a apelor nr 793B din 19.11.2020, cerința de apă în vederea asigurării nivelului lacului din Parcul Circului este de 586,50 mc/zi.



În consecință, pe modelul hidrogeologic realizat s-a propus simularea suplimentării debitului exploatat în prezent din sistemul acvifer urban și anume extragerea unui debit de 355mc/zi din stratul acvifer Colentina și respectiv un debit suplimentar de 230 mc/zi din stratul acvifer Mostitea ce se adaugă la debitul de exploatare existent, însumând un debit total de 590 mc/zi din acest strat acvifer.

Comportamentul sistemului acvifer s-a considerat necesar a fi simulat în condițiile unui sezon ploios și în condițiile unui sezon secetos.

2 CONDIȚII GEOLOGICE ȘI HIDROGEOLOGICE ÎN ZONA ORAȘULUI BUCUREȘTI

2.1 Condiții geologice și geomorfologice generale

Din punct de vedere geomorfologic zona studiată este amplasată în Câmpia Bucureștiului, subunitate a Câmpiei Vlăsiei. Cea mai mare parte din arealul studiat aparține zonei de terasă a râului Colentina în care cota trenului variază între 80 - 85 metri dar și zonei de luncă (Calea Floreasca, Parcul Verdi, Parcul Tei) unde cota terenului variază între 75 - 80 metri.

Din punct de vedere geologic zona studiată aparține Platformei Moesice, ce este alcătuită dintr-un soclu format în principal din șisturi cristaline și o cuvertura sedimentară alcătuită din formațiuni sedimentare paleozoice, mezozoice, terțiare și cuaternare.

În zona Municipiului București, depozitele cuaternare sunt reprezentate la partea inferioară de un "orizont inferior de nisipuri și pietrișuri" (Liteanu, 1952) cunoscute sub numele de Stratele de Frățești ce aparțin Romanianului superior - Pleistocenului inferior (Figura 2).

În Pleistocenul mediu într-un regim fluvial-lacustru, creat datorită unui proces de subsidență în care au alternat ambianța de lac de mică adâncime și cea de câmpie, s-a depus o succesiune de marne și argile cu intercalații nisipoase cu aspect lenticular. Aceste depozite au fost descrise de Liteanu (1952) sub numele de Complexul marnos fiind redefinite ulterior ca Formațiunea de Coconi (Alexeeva și colab., 1983).



Vârsta		Adâncime (m)	Grosime (m)	Litologie	Unități hidrostratigrafice	
Perioade	Epoca					
QUATERNAR	Holocen	qh ₁	0-15	5-10	Loess, argilă, umplutură	Depozite superficiale
		qh ₂	4-25	5-25	Pietriș și nisip	Formațiunea de tip Colentina
		qp ₁ ²	15-30	5-10	Argilă, silt	Depozite intermediare
		qp ₁ ¹	20-50	10-20	Nisip cu lentile de argilă	Formațiunea de tip Mostiștea
	Pleistocen	qp ₁ ¹	45-100	20-120	Marnă, argilă, silt	Complexul marnos
NEOGEN	Pliocen	qp ₁ ² - r ₀	70-200	15-115	A B C Nisipuri și pietrișuri cu lentile de argilă	Stratele de Frătești

Figura 2 Coloana stratigrafică sintetică a formațiunilor cuaternare din zona Municipiului București

În Pleistocenul superior, într-un regim fluvial-deltaic a fost depus un "banc gros de nisipuri" denumit Nisipurile de Mostiștea (Liteanu, 1952) datorită aflării acestora în mai multe puncte din lungul văii Mostiștea. Sedimentele depuse au o granulometrie foarte variată: de la nisipuri fine la nisipuri groiere cu intercalații de pietrișuri mărunte și resturi de material lemnos.

După depunerea Nisipurilor de Mostiștea a urmat un regim mixt lacustru cu porțiuni exondate în care s-a depus o formațiune argiloasă-prafoasă cu intercalații de nisipuri fine, cunoscută sub numele de "depozite intermediare" (Liteanu, 1952).

În ultima parte a Pleistocenului este depus de râurile Argeș, Colentina și Dâmbovița "bancul superior de nisipuri cu pietrișuri" (Liteanu, 1952) cunoscut sub numele de Pietrișurile de Colentina, anterior menționat. Aceste depozite sunt alcătuite din nisipuri și pietrișuri în bază iar la partea superioară sedimentele devin mai fine. Acest mod de sedimentare sugerează faptul că depunerea Pietrișurilor de Colentina s-a realizat într-un regim torențial.

Deasupra Pietrișurilor de Colentina, într-un regim eolian, s-a depus o succesiune de loessuri și paleosoluri de vârstă holocenă. Aceste depozite sunt alcătuite din argile, prafuri, nisipuri fine și prezintă grosimi diferite de la 1-2 metri ajungând în unele locuri la aproximativ 25 de metri.



2.2 Considerații geologice și hidrogeologice cu privire specială asupra zonei Parcului Circului din Municipiul București

În cadrul unui studiu elaborat anterior de UTCB – CCIAS pentru ALPAB având ca obiectiv evaluarea și monitorizarea impactului urban (al infrastructurilor urbane) asupra mediului acvatic reprezentat de lacul din Parcul Circului (UTCB-CCIAS, 2014), a fost realizat modelul geologic pentru zona Parcului Circului. Acesta a luat în considerare informațiile litologice obținute de la 32 de foraje aflate în zona de studiu (marcate cu triunghiuri albastre în Figura 3A) cu adâncimi cuprinse între 12 m și 63 m.

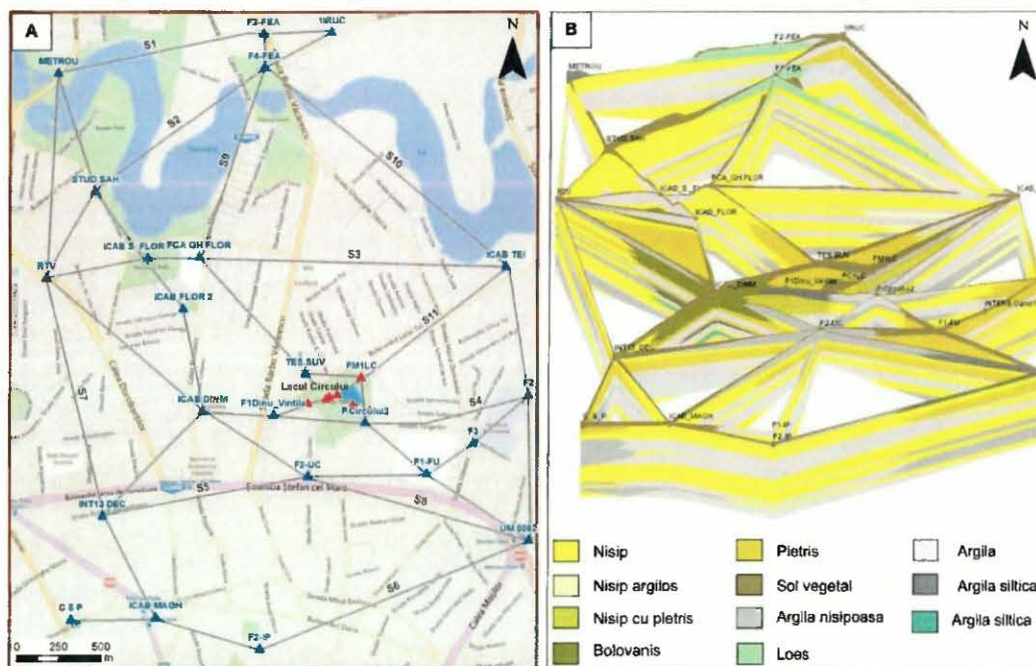


Figura 3 (A) Harta cu poziționarea forajelor și a secțiunilor geologice, (B) Reprezentare 2d a secțiunilor geologice interpretate litostratigrafic

În funcție de distribuția forajelor menționate anterior au fost definite și interpretate din punct de vedere litostratigrafic 11 secțiuni geologice (Figura 3 B). Din aceste secțiuni s-a extras informația referitoare la limitele ce definesc principalele unități hidrostratigrafice. Această informație a fost interpretată în vederea obținerii hărților structurale reprezentate de culcușul și coperișul principalelor acvifere (orizontul acvifer localizat în *Pietrișurile de Colentina* și orizontul acvifer localizat în *Nisipurile de Mostiștea*).

În zona studiată *Nisipurile de Mostiștea* se prezintă sub forma unui orizont continuu, alcătuit, în principal, din nisipuri, cu granulometrie variată, de la fine la grosiere, nisipuri argiloase cu intercalații lenticulare de argile, argile nisipoase, local argile siltice. În aproape toată zona de studiu (Cartierul Primăverii, Parcul studentesc Tei, Calea Dorobanților, partea de nord a Bulevardului Barbu Văcărescu) Formațiunea de Mostiștea se prezintă sub forma a două sau trei straturi de nisipuri, nisipuri argiloase, pietrișuri separate de una respectiv două lentile de argilă, argilă nisipoasă sau silt argilos dar în anumite zone cum ar fi Stadionul Dinamo și zona Parcului Floreasca acestea se reunesc într-un singur strat.

Din punct de vedere hidrogeologic *Nisipurile de Mostiștea* reprezintă acviferul de medie adâncime din zona Municipiului București. Orizontul argilos (Depozitele Intermediare) care îl acoperă face ca acest acvifer să fie sub presiune.

Din modelul geologic elaborat s-a observat că în zona cartierului Primăverii, Calea Dorobanților, Calea Floreasca și zona Cimitirului Colentina cota culcușului variază între 44 m și 46 m. Cote mai ridicate ale *Nisipurilor de Mostiștea* se găsesc în zona Parcului Circului, mai exact în partea de sud al acestuia (56-54 m) și scad către nord ajungând la valori cuprinse între 42 m și 38 m. Cota coperișul *Nisipurilor de Mostiștea* variază între 64 m și 68 m în zona Parcului Floreasca, Calea Floreasca, Ramuri Tei, Universitatea Tehnică de Construcții și scade către zona Parcului Circului (62 m) ajungând la valori cuprinse între 54 m și 52 în zona Piața Victoriei și Bulevardul Dacia.

În ceea ce privește grosimea *Nisipurilor de Mostiștea*, aceasta variază între 10 m și 14 m în zona Metrou Ștefan cel Mare – Piața Romană, 16-18 m în zona Piața Victoriei și Calea Dorobanților, între 12 m și 20 m în zona Parcul Circului, Bd. Lacul Tei și 24 – 26 m în zona Parcul Verdi, Barbu Văcărescu, Calea Floreasca, Parcul Floreasca, Cimitirul Colentina și Doamna Ghica.

Referitor la valorile de conductivitate hidraulică ale orizontului acvifer *Nisipurile de Mostiștea* acestea variază între 1.5-15 m/zi.

Depozitele intermediare constituie un orizont argilos cu rare intercalații de nisipuri, cu grosimi de la 1 la 14 m. Acestea au aspect lenticular, și sunt puțin dezvoltate pe orizontală. Acest nivel argilos se dispune direct peste *Nisipurile de Mostiștea*, cu excepția câtorva areale (zona parcului Floreasca, Bd. Mircea Eliade, Calea Dorobanților) în care se efilează. În aceste zone în care depozitele intermediare lipsesc, cele două formațiuni acvifere Colentina respectiv Mostiștea se află în comunicare hidraulică directă. Grosimi mai mari ale Depozitelor Intermediare sunt întâlnite în partea de sud a zonei studiate (14 -10.5 metri în zona Piața Victoriei și Bd. Dacia). Acestea scad către zona Ștefan cel Mare la 7,5 - 6 m ajungând în zona Parcul Circului la valori de 3 m grosime.

Pietrișurile de Colentina se dezvoltă sub forma unui orizont continuu, alcătuit din pietrișuri grosiere (în special în zona Stadionului Dinamo și Parcul Circului), pietrișuri și nisipuri cu pietrișuri (în zona Parcul Floreasca, Barbu Văcărescu și Ștefan cel Mare), nisipuri argiloase, nisipuri fine, medii până la grosiere cu lentile subțiri de argila, argile nisipoase (zona Parcului Tei și zona Parcul Floreasca).

În cadrul *Pietrișurilor de Colentina* este cantonat un acvifer cu nivel liber, ce reprezintă acviferul freatic din zona Municipiului București. În zona studiată cota culcușului *Pietrișurilor de Colentina* variază între 70-68 m pe Calea Dorobanților, Sos. Ștefan Cel Mare, cimitirul Colentina, Str. Teiul Doamnei și Str. Ramuri Tei, 67- 65 m în zona stadionului Dinamo, Parcul Circului, Str. Barbu Văcărescu și Calea Floreasca. Coperișul Formațiunii de Colentina este întâlnit la cote cuprinse între 80-82 m în zona Parcului Verdi, Parcul studentesc Tei, 78-80 m în zona Universității Tehnice de Construcții București, Teiul Doamnei și Șos. Ștefan Cel Mare și 74-76 în zona stadionului Dinamo și Parcul Circului. În privința grosimii *Pietrișurilor de Colentina*, aceasta variază între 15 -13.5 m în zona cartierului Primăverii, Parcul Verdi, Parcul studentesc Tei, 10,5 – 12 m în zona stadionului Dinamo, Parcul Floreasca, Calea Dorobanților, 6-9 m în zona Șos. Ștefan cel Mare, Parcul Circului, Bd. Lacul Tei și 4.5 – 7.5 m în zona Lacurilor Floreasca și Tei.

La partea superioară a *Pietrișurilor de Colentina*, se dezvoltă, mai mult sau mai puțin continuu, *Depozitele Superficiale*. În zona studiată acestea sunt reprezentate de loessuri, argile, argile nisipoase, silturi și umpluturi rezultate din urma activităților antropice. Loessul este un depozit de origine eoliană, format, în proporții diferite, din argile, nisipuri, silturi. Acesta se regăsește în partea de nord a zonei studiate având grosimi de 9 -10 m. În zona centrală (zona Parcul Circului, Bd. Lacul tei, Șos. Ștefan cel Mare și Calea Floreasca) Depozitele Superficiale au grosimi cuprinse între 3m și 7 m.

Referitor la valorile de conductivitate hidraulică ale orizontului acvifer *Pietrișurile de Colentina* acestea variază între 8-50 m/zi.



3 ELABORAREA MODELULUI DE CURGERE A APEI SUBTERANE ÎN VEDEREA EVALUĂRII IMPACTULUI INTRODUCERII A DOUĂ NOI PUȚURI DE EXPLOATARE A CELOR DOUĂ ORIZONTURI ACVIFERE COLENTINA ȘI MOSTIȘTEA

Evaluarea impactului celor două puțuri de exploatare a celor două orizonturi acvifere Mostiștea și Colentina este bazată pe un model hidrogeologic urban având la bază modelarea matematică a fenomenului de curgere al apei subterane. Condițiile modelului dezvoltat sunt următoarele:

- Curgere în regim permanent corespunzătoare condițiilor hidrologice ale lunii martie 2018; Alegerea acestor condiții de modelare este datorată singurului set complet de date hidrologice, hidrogeologice și de infrastructură, valabil începând cu luna martie 2018.
- Sistem acvifer: compus din două unități acvifere (Colentina și Mostiștea) separate de un acvitard (Depozitele intermediare);
- Model de curgere **bi-strat, plan orizontal** având curgere pe direcția orizontală în stratele acvifere (Colentina și Mostiștea) și curgere pe direcția verticală în stratul acvitard (Depozitele Intermediare);
- Integrarea numerică a modelului prin Metoda Diferențelor Finite folosind programul de calcul **Modflow** (Harbaugh et al., 2000);
- Calibrarea automată a modelului prin modelare inversă.

3.1 Modelul hidrogeologic conceptual

Modelul hidrogeologic se bazează pe modelul conceptual schematizat în

Figura 4. Tehnicile de modelare precum și datele utilizate în cadrul fiecărei componente ale acestui model conceptual sunt detaliate în secțiunea următoare.

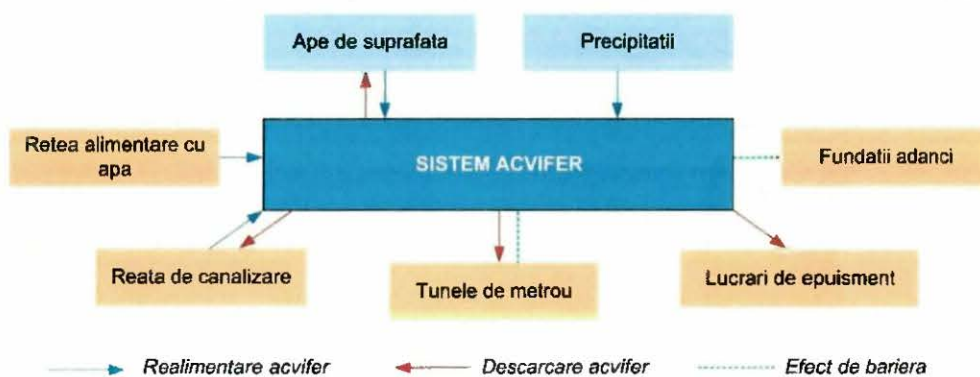


Figura 4 Modelul hidrogeologic urban conceptual pentru zona studiată

Acest model ia în considerare cele mai importante elemente ale ciclului hidrologic urban și anume:

1. Sistemul acvifer: care include cele două unități acvifere superioare (Colentina și Mostiștea) și unitatea de tip acvitard dintre ele (Depozitele Intermediare);



2. Corpuri de apă de suprafață neimpermeabilizate: acestea sunt corpurile de apă de suprafață despre care se presupune că au o legătură hidrolică puternică cu sistemul acvifer studiat. Acestea sunt reprezentate de cele 4 lacuri ale râului Colentina care intră în zona studiată: Herăstrău, Floreasca, Tei și Plumbuita;
3. Realimentarea acviferelor din precipitații;
4. Realimentarea acviferelor din pierderile rețelei de alimentare cu apă;
5. Interacțiunea dintre apele subterane și sistemul de canalizare;
6. Interacțiunea dintre apele subterane și fundațiile adânci;
7. Interacțiunea dintre apele subterane și rețeaua de metrou.

3.2 Apele de suprafață

Din punct de vedere hidrogeologic, interacțiunea dintre un acvifer și apele de suprafață neimpermeabilizate poate fi: (1) de realimentare a apelor subterane; (2) de drenare a apelor subterane și (3) de infiltrație. Primele două moduri reflectă o legătură hidrolică puternică între sistemele care interacționează (ape de suprafață și ape subterane), și pot fi modelate matematic cu ajutorul unei condiții la limită de tip sarcină hidrolică impusă. Infiltrația, poate fi introdusă într-un model hidrogeologic folosind condiția la limită de tip Cauchy.

Pentru corpurile de apă de suprafață neimpermeabilizate din zona de studiu și anume lacurile Herăstrău, Floreasca, Tei, Plumbuita, Circului, au fost considerate primele două tipuri de interacțiune (realimentare/descărcare). Alegerea poate fi justificată de datele măsurate (nivelurile de apă în lacurile neimpermeabilizate și cele subterane) colerate cu condițiile geologice. Aceste valori de nivel au fost folosite în modelul hidrogeologic dezvoltat ca și condiții de margine de tip sarcină hidrolică impusă, pentru stratul acvifer superior (Colentina).

Modelul hidrogeologic elaborat utilizează valorile nivelului apei măsurate în lacurile din zona studiată la data de 14 martie 2018 (cuprinse în Tabel 1).

Tabel 1 Valorile nivelului apelor de suprafață neimpermeabilizate din zona studiată măsurate la data de 14 martie 2018

Lac	Nivelul apei [mdMN]
Floreasca	74.84
Herăstrău	78.72
Plumbuita	68.00
Tei	71.32
Circului	74.42

3.3 Sistemul acvifer

Delimitarea structurilor sistemului acvifer (pentru zona studiată) a fost realizată în urma dezvoltării modelului geologic 3D (Figura 5B) prezentat în secțiunea anterioară. Astfel pe baza secțiunilor

A

Topographic map of the study area around Iași, Romania. The map shows the city of Iași, the Prut River, and various locations marked with numbers and letters. A scale bar indicates 0, 250, and 500 meters. A north arrow is present in the top right corner.

B

3D block diagram of the geological structure. The diagram shows the spatial distribution of different geological units, color-coded according to the legend:

- Depozite superficiale (Surface deposits) - Yellow
- Pietrisurile de Colentina (Colentina sands) - Blue
- Depozitele intermediare (Intermediate deposits) - Orange
- Nisipurile de Mostitea (Mostitea sands) - Light blue
- Stratele de Coconi (Coconi strata) - Green

Această pre-cuantificare se bazează pe estimarea unor valori de conductivitate hidraulică echivalentă verticală și orizontală a unor strate litologice multiple (CCIAS, 2012), folosind ecuațiile 1 și 2. Aceste strate reprezintă de fapt descrierea litologică și granulometrică a forajelor. Cuantificarea este realizată plecând de la valorile medii ale conductivității hidraulice existente pentru rocile clastice din categoriile litologice de bază (Tabel). Astfel se pot estima valori punctuale ale conductivității hidraulice (orizontale pentru unitățile acvifere Colentina și Mostiștea și verticală pentru acvitardul reprezentat de Depozitele intermediare).

$$(K_H)_{eq} = \frac{\sum D_i \times K_i}{\sum D_i} \quad (1)$$

$$(K_V)_{eq} = \frac{\sum D_i}{\sum \frac{D_i}{K_i}} \quad (2)$$

Unde:

- $(K_H)_{eq}$ și $(K_V)_{eq}$ [L/T] este conductivitatea hidraulică orizontală echivalentă respectiv cea verticală echivalentă, determinată pentru pachetul de strate orizontale;
- K_i [L/T] este conductivitatea hidraulică a fiecărui strat i ;
- D_i [L] este grosimea stratului i .

În Tabelul 2 sunt prezentate valori medii ale conductivității hidraulice pentru rocile clastice din categoriile litologice de bază. Valorile ce au ca sursă CCIAS (2012) sunt obținute în urma unei analize statistice a unui set de 647 de teste de performanță.

Tabel 2 Valori medii ale conductivității hidraulice pentru rocile clastice din categoriile litologice de bază corespunzătoare sistemelor acvifere



Material (Română)	Material (Engleză)	K_{medie} [m/day]	Sursă
Bolovaniș	Boulder	233,67	(CCIAS 2012)
Pietriș mare	Coarse Gravel	175,04	
Pietriș mic	Medium Gravel	175,04	
Pietriș	Gravels	175,04	
Nisip grosier	Coarse Sand	62,96	
Nisip mediu	Medium Sand	38,92	
Nisip fin	Fine Sand	20,89	
Nisip	Sand	42,15	(Comunian and Renard 2009)
Silt	Silt	24,88	
Argilă	Clay	0,0036	(Mark and Thackray 2002)
Loess	Loess	0,69	

Forajele a căror descriere litologică a fost folosită în vederea estimării punctuale a conductivității hidraulice reprezintă forajele pe baza cărora a fost elaborat modelul geologic. Aceste foraje au fost grupate în funcție de structura hidrogeologică (Stratele acvifere Colentina și Mostiștea și acvitarul Depozitele Intermediare) pentru care s-au cuantificat valorile de conductivitate hidraulică echivalentă. Valorile de conductivitate hidraulică sunt prezentate în Tabelul 3.

Tabel 3 Valorile de conductivitate hidraulică în puțurile de monitorizare determinate pe baza descrierii litologice (conform metodologiei descrisă în secțiunea anterioară)

Nr. crt.	Identificatorul forajului	X (Stereo 1970)	Y (Stereo 1970)	Colentina	Depozite Intermediare	Mostiștea
				K_h (m/zi)	K_v (m/zi)	K_h (m/zi)
6	F2-FEA	588116.4	331374.1	58.83	0.0036	7.2
7	F2-IP	588105.1	327773.0	55.7	0.0036	-
8	F2-UC	588380.4	328780.0	38.92	0.0036	26.60
9	F4-FEA	588121.4	331174.1	38.92	0.0036	22.07
10	FCA GH.FLOR	587748.6	330064.7	44.8	0.0036	29.01
11	FCA MORARIT	589072.7	329097.1	42.15	-	-
15	ICAB MAGH	587500.4	327958.2	42.15	0.003841419	20.89
17	ICAB TEI	589550.4	330009.1	42.15	0.0036	21.55
21	METROU	586921.8	331144.6	58.83	0.0036	0.0036
22	P.Circului2	588714.0	329096.0	42.15	0.0036	9.48
24	STUD.SAH	587139.0	330449.8	20.89	-	20.97

Pentru realizarea prezentului studiu s-a utilizat sistemul de monitorizare al nivelului apei subterane în perimetrul analizat realizat de ApaNova S.A. în 2014. Acest sistem este compus din foraje de mică și medie adâncime care interceptează cele două structuri acvifere ce au o interacțiune directă cu lacul și

cu infrastructura urbană ("Pietrișurile de Colentina" și "Nisipurile de Mostiștea"). Sistemul este format din 10 foraje de monitorizare, din care 7 foraje sunt funcționale (Tabel 4).

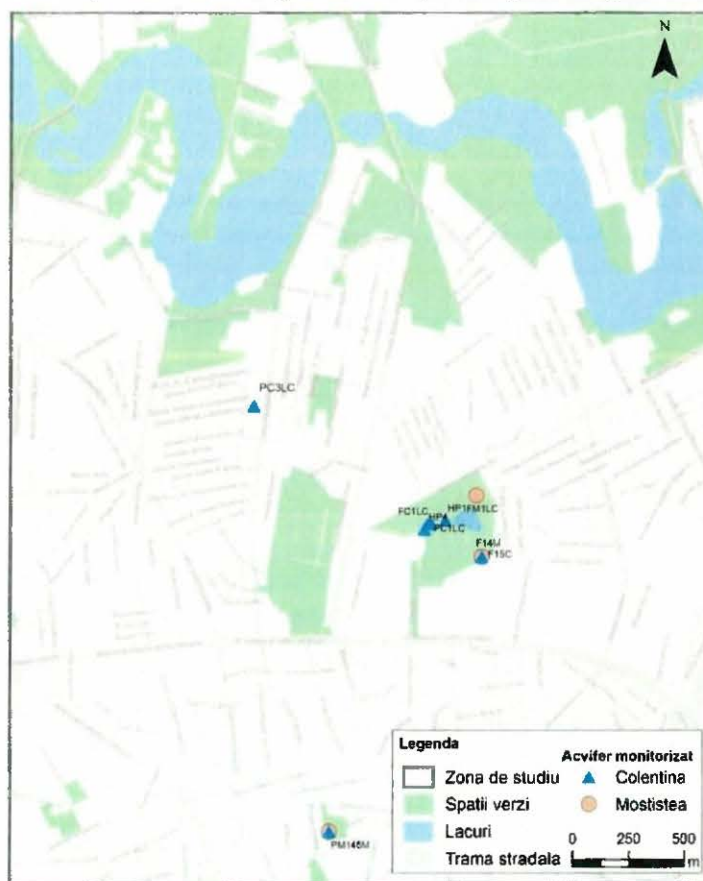


Figura 6 Distribuția spațială a forajelor de măsurare a nivelului apei subterane

Tabel 4 Tabel cu valorile de nivel piezometric al apei subterane măsurate în puțurile de monitorizare, utilizate în procesul de calibrare (măsurători înregistrate la data de 14 martie 2018)

Foraj	Nivel (mdNMN)	Structură acviferă interceptată
FM1LC	71.76	Mostiștea
FC1LC	74.01	Colentina
F15C	79.57	Colentina
PC1LC	nefuncțional	Colentina
HP1	nefuncțional	Colentina
HP4	nefuncțional	Colentina
F14M	73.66	Mostiștea
PC1416	74.76	Colentina

PM1416C	73.67	Colentina
PM146M	73.65	Mostiștea

3.4 Precipitațiile

Estimarea realimentării apelor subterane din precipitații s-a bazat pe bilanțul hidrologic dat de ecuația:

$$P = Q + I_A + F \quad (3)$$

unde: P [L] reprezintă ploaia [L], Q [L] reprezintă șiroirea, I_A [L] este retenția inițială și F [L] este infiltrația.

Datele de precipitații, utilizate pentru estimarea realimentării apelor subterane în orașul București, sunt înregistrările zilnice de precipitații provenite de la stația IMH București (www.en.tutiempo.net) pentru perioada 9 ianuarie – 14 martie 2018 (Figura 7).

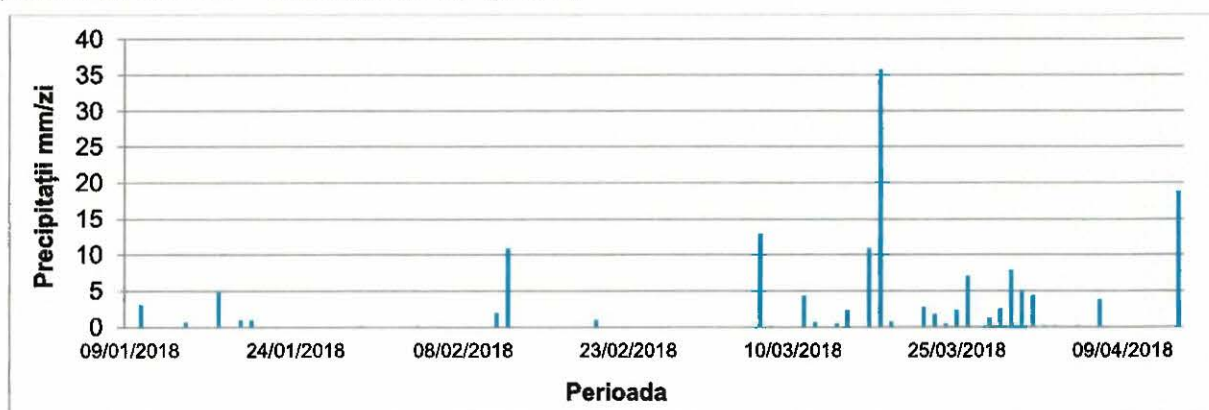


Figura 7 Înregistrările zilnice ale precipitațiilor pentru perioada 9 ianuarie – martie 2018 (Administrația Națională de Meteorologie)

Estimarea realimentării apelor subterane din precipitații a fost realizată folosind modelul Serviciului de Conservare al Solului (SCS) (United States Department of Agriculture 1954).

Mai jos sunt prezentate toate componentele necesare estimării bilanțului hidrologic prezentat în ecuația (4), utilizând modelul SCS. Indiferent de utilizarea terenului (urban sau non-urban), șiroirea și retenția inițială au fost calculate utilizând modelul Serviciului de Conservare al Solului (SCS) (United States Department of Agriculture 1954):

$$\begin{cases} I_A = I_a \\ Q = \begin{cases} \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}; \text{if } P > I_a; \text{ cu: } S = \frac{25400}{CN} - 254 \\ 0; \text{toate celelalte cazuri} \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

Unde, I_a [mm] este retenția inițială utilizată în ecuația bilanțului hidrologic; I_a [mm] este retenția inițială în modelul SCS (considerată de obicei ca fiind egală cu 20% sau 5% din S) S [mm] este retenția potențială maximă după ce începe șiroirea iar CN - reprezintă numărul curbei.

Metoda SCS definește trei condiții, în funcție de gradul de umiditate precedent din sol (AMC): (1) condiția de uscat, (2) condiția normală și (3) condiția de umezeală abundentă. Aceste condiții depind de cantitatea totală de precipitații căzute în timpul a 5 zile precedente și sunt prezentate în Tabel 5.

Tabel 5 Clasificarea SCS a condiției de umiditate precedentă (AMC)

Condiție	Descriere	Precipitații totale căzute în cele 5 zile anterioare	
AMCI	Condiția de uscat	<13mm	<36mm
AMCII	Condiția normală	13 to 28mm	36 to 53mm
AMCIII	Condiția de umezeală abundentă	>28mm	53mm
Sezon		Sezon pasiv	Sezon activ

Numărul curbei este un parametru care depinde de tipul de sol, acoperirea terenului și umezeala anterioară a solului (AMC). În cazul condiției de umezeală normală, notată cu AMCII, valorile numărului curbei (notată CNII) se pot obține din tabelele SCS în funcție de tipul de sol (A, B, C sau D) și acoperirea terenului. Pe de altă parte, CN trebuie calculat folosind ecuațiile (5) pentru condiția de uscat și (6) pentru condiția de aproape umed.

$$CN I = \frac{CN II}{2.281 - 0.01281 \times CN II}$$

$$CN III = \frac{CN II}{0.427 + 0.00573 \times CN II}$$

3.5 Rețeaua de alimentare cu apă

Similar cu marile metropole ale lumii, realimentarea apei subterane în București se realizează majoritar din pierderile rețelei de alimentare cu apă precum și într-o proporție mică din interacțiunea cu rețeaua de canalizare. Rețeaua de distribuție a Bucureștiului este o rețea inelară compusă din: artere, conducte de serviciu, branșamente, vane și hidranți. Din 1847 rețeaua de alimentare cu apă a Municipiului București s-a dezvoltat continuu ajungând în 2013 la 2525 km (sursa SC Apa Nova București SA).

Zona de studiu dispune de un sistem de alimentare cu apă alcătuit din conducte de joasă presiune cu o lungime de aproximativ 180 km (Figura 9B) care sunt alimentate din stația de pompare Nord. Aceasta a fost realizată în timp, etapizat, funcție de gradul de urbanizare a zonei. Astfel, simultan cu construirea blocurilor de locuințe, în această zonă a fost necesar și realizarea rețelelor de apă de înaltă presiune (cu o lungime de aproximativ 27 km, Figura 9A) care să asigure parametri necesari alimentării cu apă potabilă a imobilelor cu regim de înălțime de P+8 ... P+10. Din noiembrie 2004 până în prezent, imobilele branșate la rețelele de înaltă presiune din zona Parcului Circului a Municipiului București, sunt deservite de către stația de repompare Teiul Doamnei, Lacul Tei, Dorobanți precum și stațiile hidrofor Galvani Tei, Barbu Văcărescu, Stefan cel Mare, Alea Circului (Figura 8).



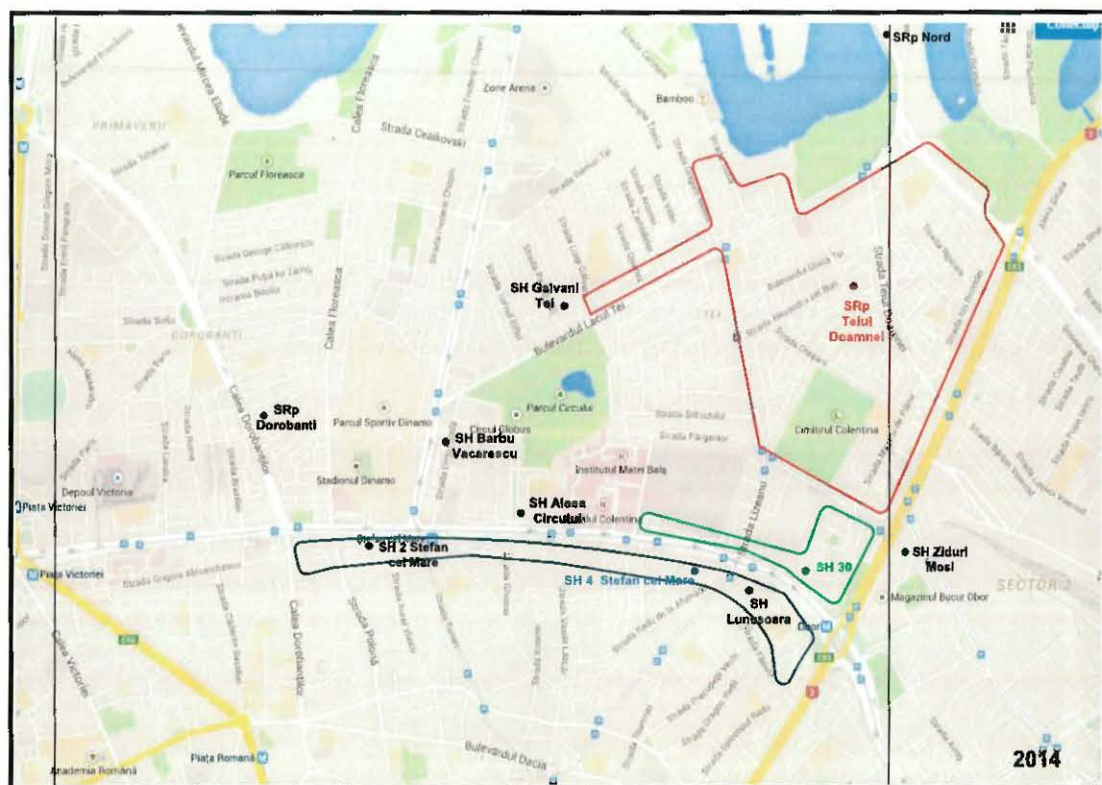


Figura 8 Amplasarea stațiilor de repompare și stațiilor hidrofor care alimentează zona Tei-Colentina (2014)

Pierderile fizice din rețeaua de alimentare cu apă reprezintă o sursă de realimentare a apelor subterane. Debitul corespunzător acestor pierderi, estimate de către S.C. Apa Nova București S.A. au fost utilizate ca și condiție la limită de tip debit impus. Acesta prezintă o distribuție liniară, condiție atribuită acviferului Colentina. Distribuția spațială a acestor debite pentru cele 2 sub-sisteme existente în zona de studiu (conduce de presiune joasă, de înaltă presiune) sunt prezentate în Figura 9.



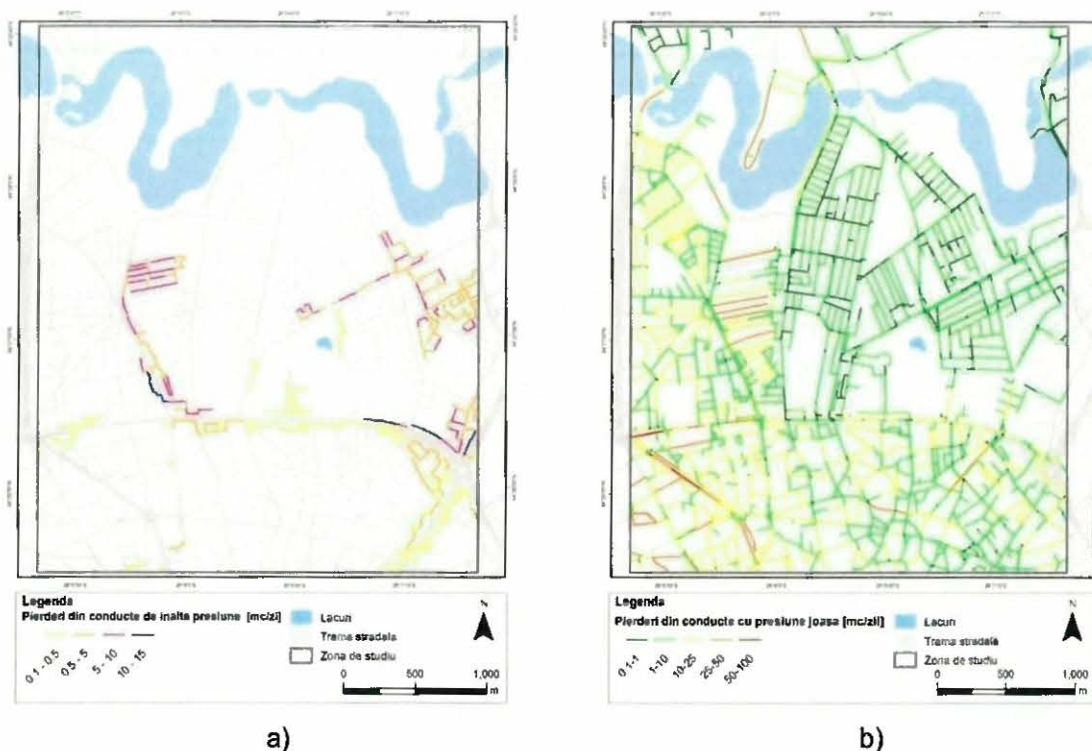


Figura 9 Distribuția pierderilor din rețeaua de alimentare cu apă: A) pierderi din rețeaua de înaltă presiune, B) pierderi din rețeaua de joasă presiune (SC Apa Nova București SA)

3.6 Rețeaua de canalizare

Rețeaua de canalizare a Municipiului București cu o lungime de aproximativ 2200 km din care aproximativ 250 km reprezintă colectoare principale. În studiul prezent au fost luate în considerare doar conductele zonei de studiu ce dețin un diametru mai mare de 400 mm. Acestea însumează o lungime de aproximativ 31,7 km (Figura 10).

Prin intersectarea suprafețelor formațiunilor geologice cu rețeaua de canalizare a zonei de studiu, au fost delimitate conductele poziționate în stratul acvitar (Depozitele Superficiale sau Depozitele Intermediare, Error! Reference source not found.) și cele poziționate în stratul acvifer (Pietrișurile de Colentina Figura 10):

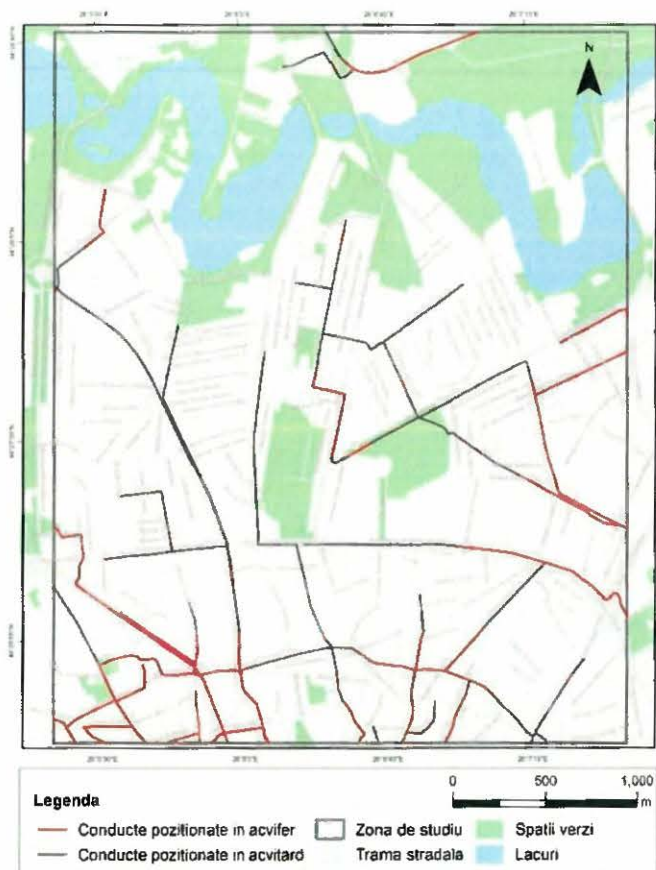


Figura 10 Poziționarea conductelor de canalizare în acvifer/acvitar

3.7 Infrastructura subterană de transport și fundațiile adânci ale clădirilor

Infrastructura subterană blochează total sau parțial curgerea apei subterane, producând fluctuații diferențiate ale nivelului piezometric precum și modificări ale direcției naturale de curgere. Posibilele efecte ale interacțiunii între rețeaua de metrou și apele subterane pot fi: (1) de drenaj (în cazul în care aceste lucrări acționează ca elemente de drenaj) și/sau (2), de barieră (în cazul în care aceste lucrări obstrucționează curgerea apei subterane).

3.7.1 Rețeaua de metrou

Zona de studiu este traversată de un segment de metrou reprezentând linia de metrou M1 (Dristor-Pantelimon) pe al căror trasee se află stații de metrou.

Pentru modelele de curgere plan orizontale efectul de barieră realizat de construcțiile subterane asupra fluxului de curgere se poate cuantifica prin introducerea unei caracteristici hidraulice pentru elementul de infrastructură. Această caracteristică hidraulică se poate defini ca fiind proporțională cu transmisivitatea echivalentă a elementului de infrastructură, noțiune definită de transmisivitatea materialului din care este alcătuit elementul de infrastructură în raport cu dimensiunile sale geometrice.

Figura 11 ilustrează un element de tip barieră având înălțimea b , grosimea a și o conductivitate hidraulică K_b a materialului din care este construită.

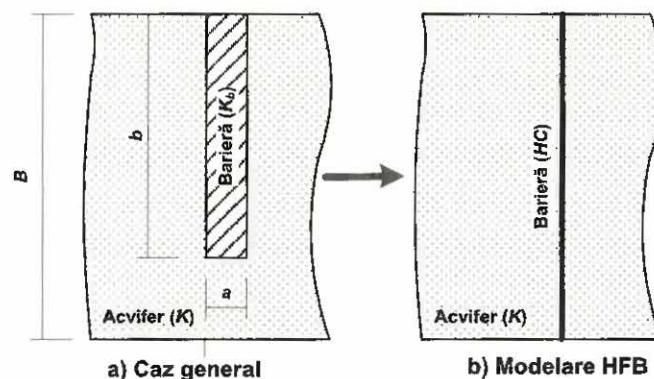


Figura 11 Simularea efectului de barieră în cazul modelării plan-orizontal al fluxului de apă din acvifer, a) caz general și b) modelare în cazul unui element de barieră fictiv cu o caracteristică hidraulică echivalentă (Boukhemacha et al., 2013)

Aceste elemente de tip barieră penetrează un strat acvifer aflat sub-presiune ce deține conductivitatea hidraulică K și grosimea B . Parametrul hidraulic caracteristic (HC) acestui tip de element, utilizat în determinarea efectului de barieră al curgerii apei în acvifer, este dat de relația:

$$HC = \frac{T_{eq}}{a} = \frac{\frac{bK_b + (B-b)K}{B} B}{a} = \frac{bK_b + (B-b)K}{a}$$

Unde,

- T_{eq} este transmisivitatea echivalentă care permite transformarea unei bariere ce penetrează parțial stratul acvifer, într-o barieră fictivă ce penetrează complet stratul acvifer [L^2/T];
- HC este caracteristica hidraulică a barierei fictive ce poate fi folosită în vederea studiului efectului de barieră în cazul modelării plan-orizontal al fluxului de apă din acvifer [L/T].

Distribuția spațială a debitelor infiltrate din sistemul acvifer în tunelele de metrou utilizate pentru elaborarea modelului hidrogeologic sunt prezentate în Figura 13 (debite de infiltrație oferite de către SC Metrorex SA).

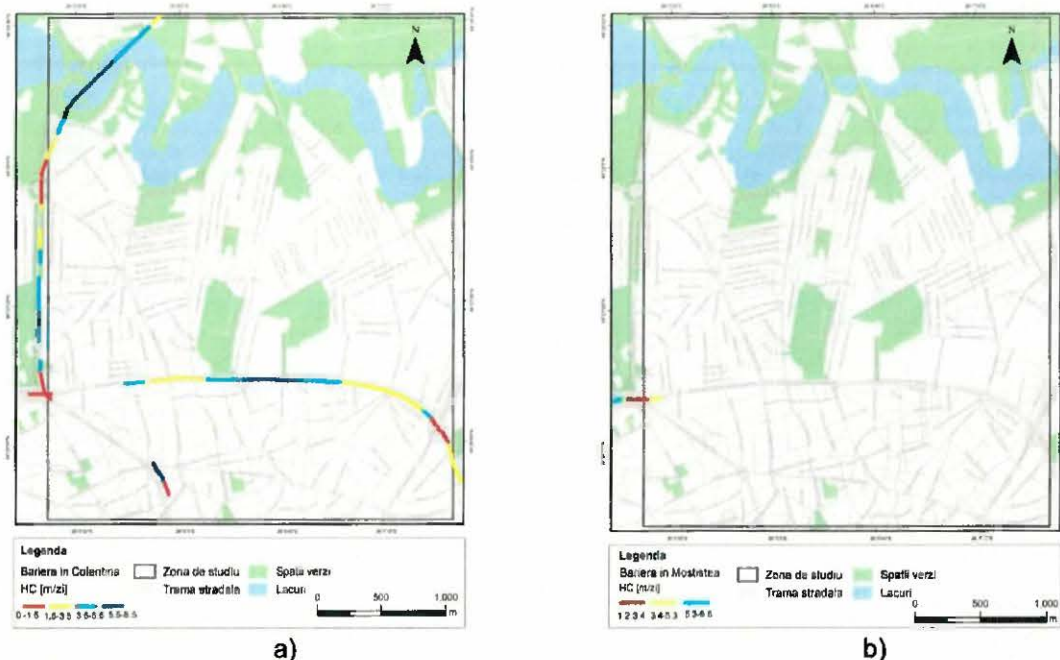


Figura 12 Distribuția spațială a valorilor caracteristicii hidraulice (HC) ale tunelelor de metrou pentru: (a) Segmente de tunel în Formațiunea de Colentina și (b) Segmente de tunel în Formațiunea de Mostiștea

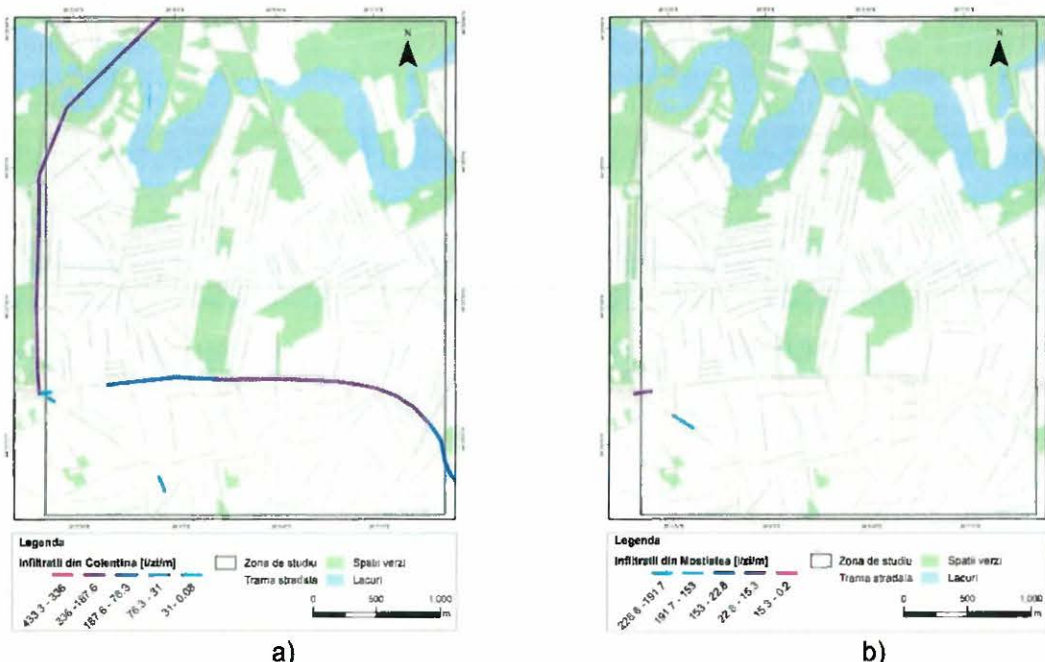


Figura 13 Distribuția spațială a debitelor de infiltrație a apei subterane în infrastructura metroului bazată pe datele obținute de la S.C. Metrex S.A.; (a) Infiltrația în segmentele de tunel localizate în Formațiunea de Colentina și (b) Infiltrația în segmentele de tunel localizate în Formațiunea de Mostiștea

4 CALIBRAREA MODELULUI HIDROGEOLOGIC

În majoritatea cazurilor, cunoașterea cantitativă a proprietăților mediului acvifer este o problemă majoră în elaborarea modelului, datorită cunoașterii insuficiente din punct de vedere cantitativ a geologiei, hidrogeologiei și a parametrilor hidrodispersivi ai mediului studiat. În **cazul cel mai bun valorile parametrilor hidrogeologici sunt cunoscuți numai în anumite zone locale și hidrogeologul trebuie să furnizeze parametri pentru celelalte zone**. La aceasta problemă se adaugă **factorul de scară** prin care un parametru este măsurat la o anumită scară și trebuie utilizat în model la un nivel superior de scară.

Aceste constatări demonstrează obligația de a verifica dacă rezultatele unui model sunt sau nu sunt corespunzătoare în raport cu realitatea. Aceasta procedură se numește **calibrarea modelului**.

În timpul calibrării se determină valorile parametrilor hidraulici (conductivitate hidraulică) și distribuția spațială a acestora pentru zona analizată (pe baza întregului set de date și informații de care se dispune). Pentru cazul particular de interacțiune cu elementele de infrastructură (pentru studiul actual - rețeaua de canalizare) se determină în plus valorile parametrilor hidraulici ce exprimă interacțiunea apei subterane cu aceste elemente (pentru rețeaua de canalizare se determină conductanța hidraulică).

Este necesar să se găsească o perioadă din trecut (istorică) pentru care sunt măsurate condițiile inițiale, solicitările și răspunsul sistemului acvifer. **Comparația între măsurătorile directe și rezultatele modelului nu poate ajunge la o identitate perfectă deoarece un model este numai o aproximare a sistemului real printr-o serie de ipoteze de lucru**. Posibilitățile de calibrare a modelului constau în evaluarea diferenței între măsurători și rezultatele obținute prin procese de tip *trial-and-error* sau *calibrare inversă*. Totuși acest proces este subiectiv și necesită o bună experiență și o analiză corectă din partea hidrogeologului, în vederea obținerii unei calibrări fiabile. **Este important de menționat că pentru zona studiată trebuie să existe o corespondență între acei coeficienți obținuți în baza unei calibrări (conductivitatea hidraulică) a modelului cu cei determinați pe teren (determinați pe baza încercărilor de pompaj)**.

4.1 Descrierea situației existente

În prezent, în Parcul Circului există 2 puțuri de exploatare a sistemului acvifer urban. Ambele puțuri, localizate la o distanță de aproximativ 25 m unul față de celălalt, sunt construite pentru a extrage apă din stratul acvifer Mostiștea. Unul dintre aceste puțuri este funcțional iar celălalt complet ne-funcțional. În afara acestor puțuri sunt un număr de 7 foraje echipate ca și piezometru (Tabel 4). Începând cu anul 2014 s-a realizat de către ApaNova București împreună cu Universitatea Tehnică de Construcții București un număr de 10 foraje echipate ca și piezometru, a căror date au fost achiziționate până în prezent în cadrul unor campanii de măsurători. O parte dintre aceste foraje, deși echipate corespunzător, au fost vandalizate și în consecință au devenit neaccesibile.

Puțul funcțional a fost realizat în vederea alimentării cu apă a Lacului Circului cu scopul de a controla nivelul acestui lac. Acest puț exploatează stratul acvifer Mostiștea cu un debit de 360 mc/zi și apa extrasă se deversează în lac.

Datorită schimbărilor climatice, ce au marcat o tendință majoră în ultimile decade, s-a considerat necesar realizarea simulării comportamentului acvifer în două situații extreme. În vederea identificării acestor situații hidrologice extreme s-a realizat o analiză a datelor hidrologice pe ultimii 5 ani. Astfel s-



au selecționat condițiile de iarnă a anului 2018 pentru a simula un scenariu cu o încărcare hidrică mai mare și respectiv condițiile de vară a anului 2019 pentru a simula un scenariu secetos.

În urma vizitei pe teren, împreună cu reprezentantul beneficiarului, Administrația Lacuri, Parcuri și Agreement București, s-a constatat că apa extrasă din puțul funcțional alimentează lacul cu debitul 360 mc/zi, într-un mod continuu pentru a putea prezerva nivelul acestuia. S-a realizat un test în luna Noiembrie 2021, prin oprirea pompașului timp de 23 de ore și s-a constatat coborârea nivelului lacului cu 4 cm. Din curba de corelație a rezervorului lacului (raportul UTCB către ALPAB din 2014) există un volum total pierdut de 329.17 m³. Dacă considerăm o evapotranspirație medie pentru luna octombrie/noiembrie de 20 mm/lună, suprafața lacului fiind de 8232 m² rezultă, o valoare de 228,6 l/h (0,2286 m³/h). Cunoscând faptul că avem o arie de lacului de 8232 m², rezultă că aproximativ 5,25 mc s-au pierdut în acest interval (23 de ore) posibil prin evapotranspirație.

Astfel infiltrația apei din lac în 23 de ore pe suprafața de 8320 mp este de 329.17 mc infiltrați (14,31 m³/h), rezultând o infiltrație a lacului din Parcul Circului în stratul acvifer Colentina de 3,91 l/s (14,31 m³/h – 0,2286 m³/h).

Acest scenariu de calibrare a avut ca scop modelarea hidrogeologică urbană a situației existente în Parcul Circului și în zonele limitrofe incluzând debitele de exploatare existente, menționate mai sus, pentru stratul acvifer Mostiștea pentru două perioade extreme de tip sezon secetos și ploios. Astfel calibrarea modelului s-a realizat pentru luna Martie 2018 ce corespunde sezonului ploios (Figura 14).

4.2 Procesul de calibrare

În cazul modelului hidrogeologic realizat pentru analiza comportamentului interacțiunii dintre Lacul Circului și sistemul acvifer s-a decis calibrarea modelului în regim permanent pentru perioada corespunzătoare lunii martie 2018. Alegerea acestei date este justificată prin disponibilitatea seturilor de date hidrogeologice și hidraulice :

- nivele piezometrice în cele două strate acvifere (Mostiștea și Colentina) pentru zona studiată; Procesul de calibrare al modelului hidrogeologic se bazează pe nivelele piezometrice ale apei subterane măsurate ce sunt redate în Tabel , măsurate în cadrul unei campanii de măsurători realizate în data de 14 martie 2018.
- nivele ale apei măsurate în lacul din parcul Circului precum și din lacurile din salba Colentina ce mărginesc modelul hidrogeologic în zona de nord (Tabelul 1);
- valorile pierderilor din rețeaua de alimentare cu apă și a interacțiunii canalizării cu sistemul acvifer.

Măsurătorile nivelelor piezometrice realizate în campania de teren desfășurată în luna martie 2018, au fost folosite pentru calibrarea modelului hidrogeologic. Măsurătorile pentru nivelurile apei din lacuri au fost realizate în aceeași perioadă de timp.

Procesul de calibrare **constă în minimizarea diferenței între măsurătorile directe** ale fenomenului (nivele piezometrice măsurate în puțuri și piezometre) și **rezultatele modelului** (nivele piezometrice calculate de model) prin ajustarea datelor de intrare (distribuția conductivității hidraulice și a parametrului conductanță hidraulică – corespunzător conductelor rețelei de canalizare) până la momentul la care modelul reproduce condițiile din măsurători la un nivel de precizie acceptabil (diferență între nivelele piezometrice măsurate și calculate se încadrează într-un anumit ecart).



Suprafața zonei de studiu modelată a fost încadrată într-un dreptunghi cu lungimea $L = 3850$ m și lățimea $I = 3100$ m care a fost discretizat în 30211 de celule cu latura de 20m.

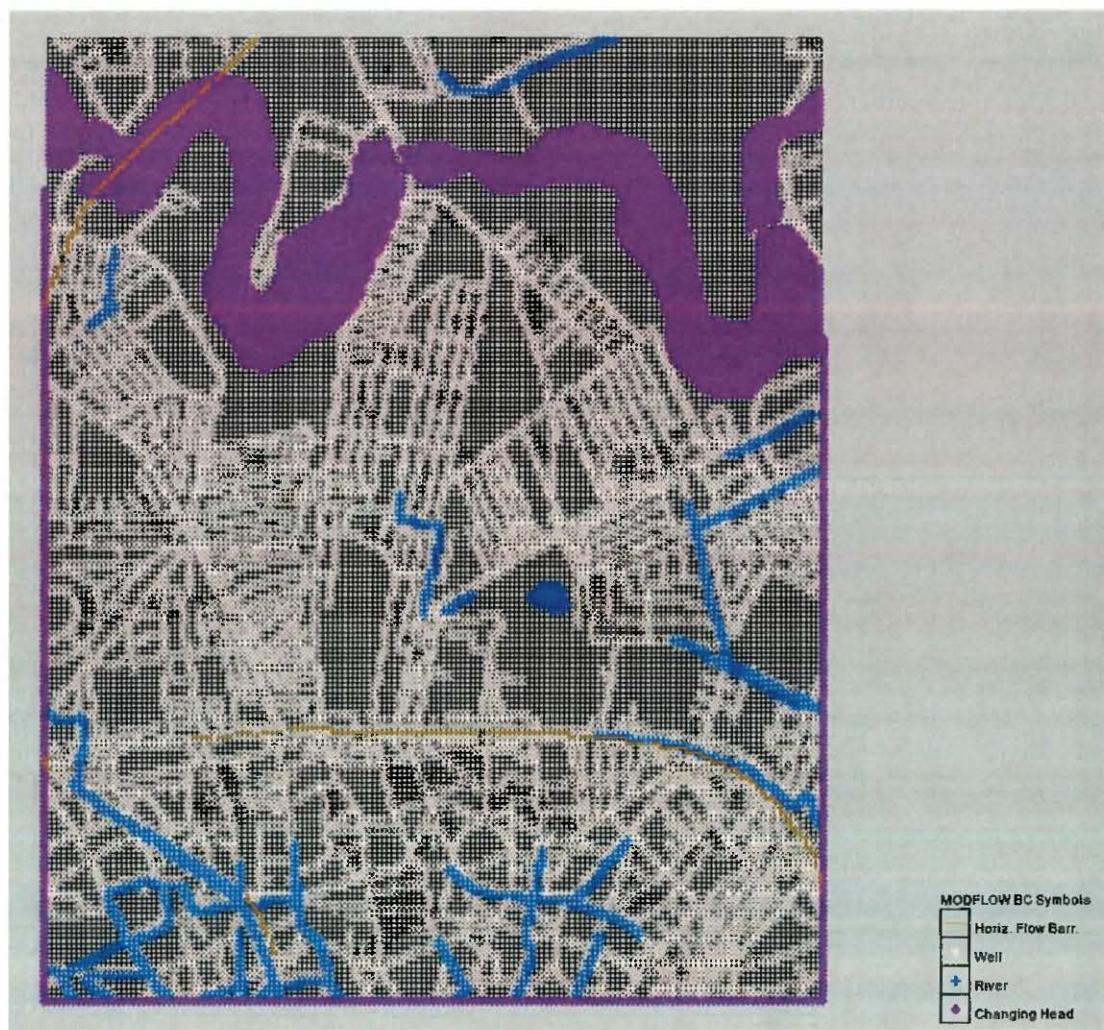


Figura 14 Discretizarea modelului hidrogeologic

4.3. Rezultatele procesului de calibrare. Modelarea hidrogeologică urbană a situației existente în Parcul Circului incluzând debitele de exploatare existente pentru sistemul acvifer Mostiștea

Introducând condițiile hidraulice impuse de întregul set de elemente menționate mai sus, corespunzătoare lunii martie 2018, s-a realizat calibrarea modelului de curgere al apei subterane obținându-se spectrul de curgere ilustrat în Figura 15 și Anexele 2 și 3.



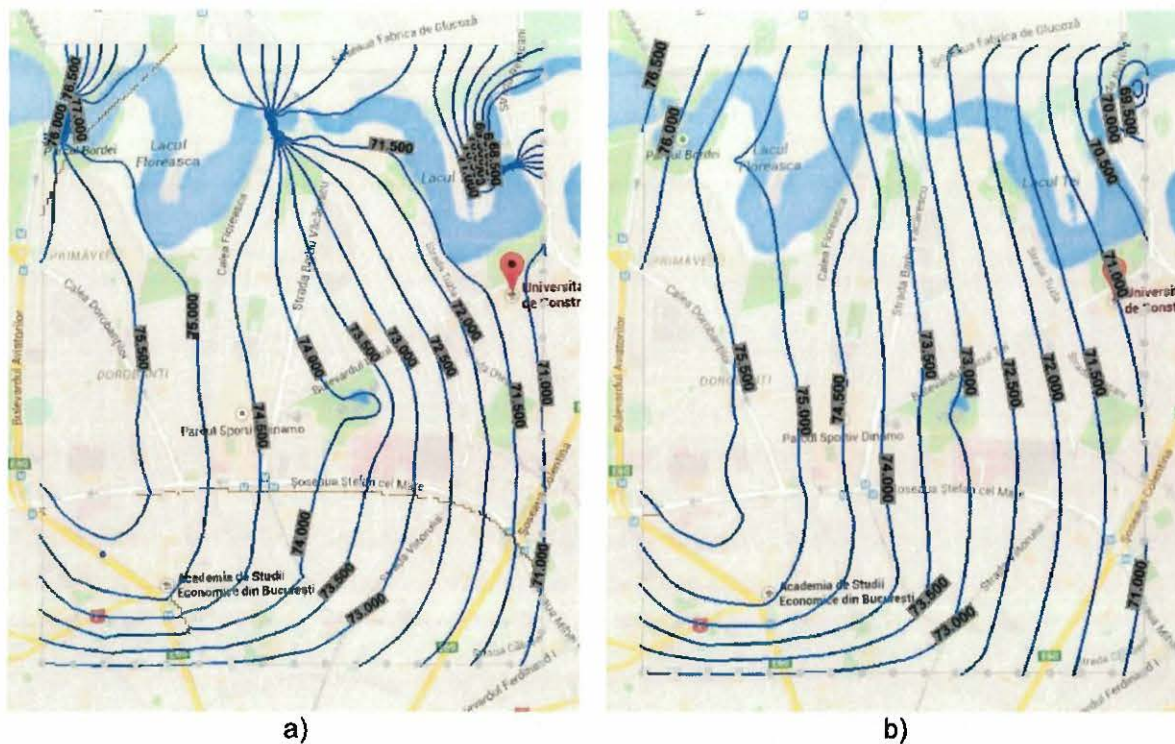


Figura 15 Harta piezometrică pentru acviferul (a) Colentina și (b) Mostiștea în condițiile regim ploios 2018

Tabel 6 Comparare între nivelele piezometrice calculate și măsurate ca rezultat al procesului de calibrare a modelului hidrogeologic elaborat

	Foraj	Nivel piezometric măsurat [mdNMN]	Nivel piezometric calculat [mdNMN]	Diferența dintre val. măsurate și cele calculate [m]
Acvifer Colentina	PC1416	74.76	74.75637	0.00363
	PM1416C	73.7	73.69839	0.00161
	FC1LC	74.01	74.02003	-0.01003
Acvifer Mostiștea	PM146M	73.7	73.69839	0.00161
	FM1LC	73.76	73.7496	0.0104
	F14M	73.66	73.65701	0.00299

Curgerea apei subterane în stratul acvifer Colentina se încadrează în fluxul general de curgere pentru acest strat acvifer (în zona municipiului București), preponderența fluxului de curgere local în zona analizată fiind dinspre V către E.

În zona modelată spectrul de curgere pentru stratul acvifer Colentina se încadrează între 68,4 m și 78,2 m (Figura 15). Calibrarea modelului este realizată în condiții optime, diferențele dintre nivelul piezometric măsurat și cel calculat fiind de cel mult 1 cm. Nivelul apei în Lacul Circului, procesul rezultat din modelare are valoarea măsurată de 74.26 m. Valorile conductivităților hidraulice rezultate prin procesul de calibrare al modelului se încadrează în plaja de valori caracteristică pentru acest strat acvifer și anume între de 8...50 m/zi și mai restrâns intervalul 10...30 m/zi.

Pentru stratul acvifer Mostiștea nivelele piezometrice simulate se încadrează între 68,5 m și 78,3 m (Figura 15). Diferențele dintre nivelul piezometric măsurat și cel calculat sunt sub 1 cm. Conductivitățile hidraulice rezultate prin procesul de calibrare al modelului se încadrează în ecartul de valori caracteristice pentru acest strat acvifer și anume între 3 m/zi și 15 m/zi.

5 SIMULAREA COMPORTAMENTULUI ACVIFER, PRIN MODELARE MATEMATICĂ, ÎN URMA SUPLIMENTĂRII DEBITELOR DE EXPLOATARE PENTRU STRATELE ACVIFERE COLENTINA ȘI MOSTIȘTEA

Conform cerinței contractului, s-a analizat posibilitatea îmbunătățirii sistemului de alimentare cu apă în Parcul Circului, în vederea asigurării necesarului de apă pentru activitățile de irigații precum și de control al nivelului lacului.

5.1 Analiza amplasamentului puțurilor de exploatare propuse

Pentru suplimentarea debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostiștea) cu 355mc/zi din stratul acvifer Colentina, la care se adaugă debitul de 230 mc/zi pompat prin din stratul acvifer Mostiștea se propun două locații diferite corespunzătoare celor două puțuri.

În urma analizei în plan precum și a secțiunilor geologice existente (ANEXA 1) locația puțului pentru asigurarea debitului de irigații, ce urmează a extrage apă subterană din stratul acvifer Colentina este propusă în partea estică a clădirii Circului de Stat, aceasta având coordonatele Stereo 1970 X: 588476.6 și Y: 329222.1 (ANEXA 8). Această locație este validată și prin analiza modelului geologic (ANEXA 1). În această secțiune se poate observa că puțul propus a fi realizat accesează stratul de pietrișuri corespunzător acviferului Colentina între adâncimile 8 m și 16 m. În consecință se propune amplasarea filtrelor între 8 m și 14,5 m adâncime ceea ce corespunde unor cote de 72,11 m și 65,61 m, cota gurii forajului fiind la altitudinea 80,61 m.

În urma analizei a secțiunilor geologice existente (ANEXA 1) și a dispunerii în plan, locația puțului pentru asigurarea debitului suplimentar necesar pentru controlul nivelului apei din Lacul Circului, ce urmează a extrage apă subterană din stratul acvifer Mostiștea este propusă în partea de Nord-Est a Parcului Circului, aceasta având coordonatele Stereo 1970 X: 588678.59 și Y: 329363.49 (ANEXA 8). Această locație este validată și prin analiza modelului geologic (ANEXA 1). În această secțiune se poate observa că puțul propus a fi realizat accesează stratul de nisipuri corespunzător acviferului Mostiștea între adâncimile 21 m și 25 m. În consecință se propune amplasarea filtrelor între 21 m și 25 m adâncime ceea ce corespunde unor cote de 60,5 m și 56,5 m, cota gurii forajului fiind la altitudinea 81,5 m.



5.2 Scenariul nr. 1: Suplimentarea debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostistea) cu 355mc/zi din stratul acvifer Colentina, la care se adaugă debitul de 230 mc/zi pompat prin din stratul acvifer Mostistea - Condiții regim ploios

În vederea asigurării cantității necesare de apă pentru irigații, pe modelul hidrogeologic calibrat, s-a simulat extragerea unui debit de 355mc/zi (Figura 17 și 18) din stratul acvifer Colentina. Totodată în vederea asigurării unui control mai riguros al nivelului lacului din Parcul Circului, s-a simulat suplimentarea debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostistea) cu un debit de 230 mc/zi (Figura 17 și 18) pompat prin din același strat acvifer Mostistea. Aceasta secțiune prezintă rezultatele simulării în condiții de regim ploios, ca și sezon de referință fiind aleasă perioada ianuarie - martie a anului 2018.

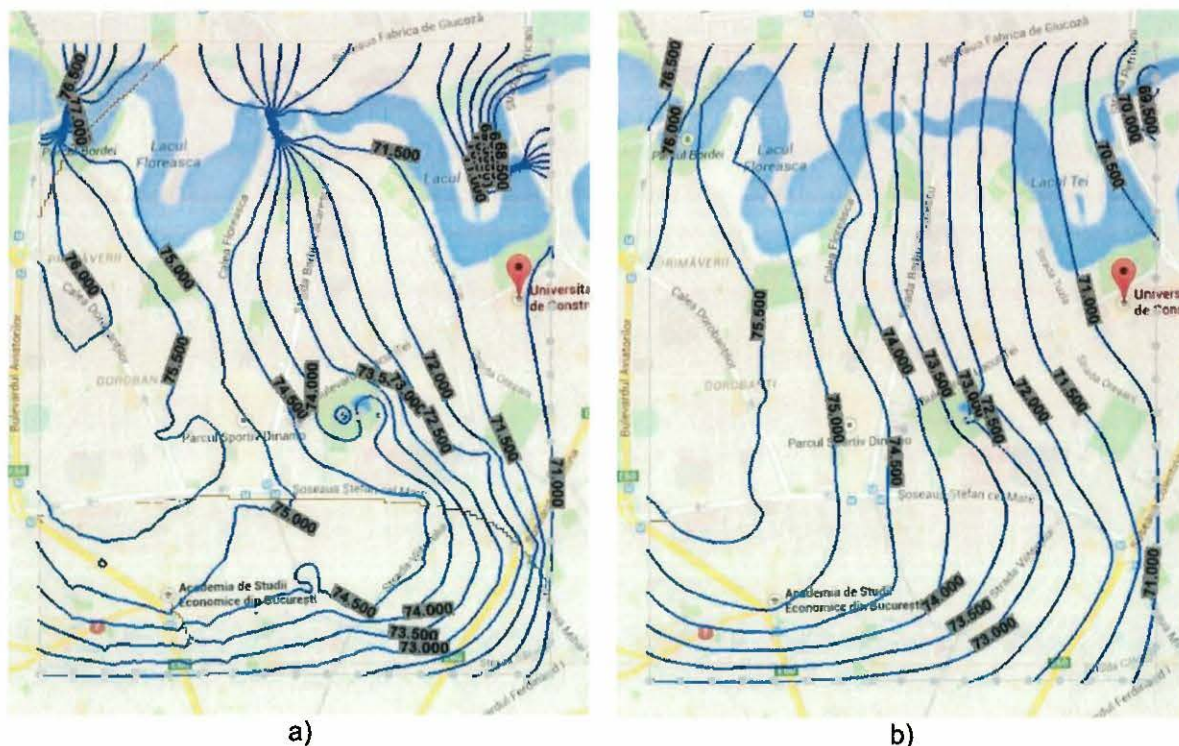
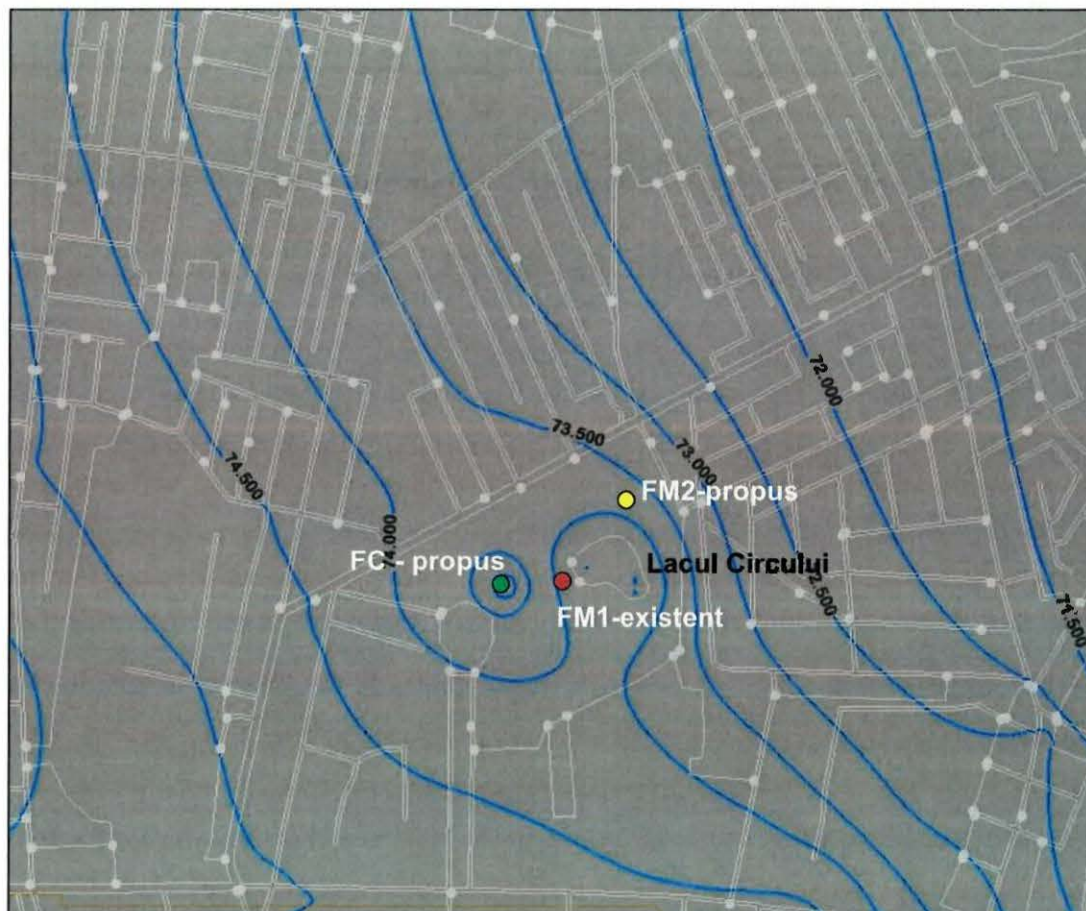


Figura 16 Harta piezometrică pentru acviferul (a) Colentina și (b) Mostistea în condițiile regim ploios 2018 - scenariu 2

În condiții de sezon ploios, în urma activării puțurilor de exploatare a apei subterane se observă perturbații locale minimale ale dinamicii apei subterane ale sistemului acvifer (Figura 16, Figura 17 și Figura 18) atât pentru stratul de Colentina cat și pentru stratul de Mostistea. Se observă foarte clar că aceste perturbații sunt minime și au o influență punctuală, în jurul celor două puțuri noi, acestea neinfluențând dinamica apelor subterane la nivel local.



LEGENDĂ

- Piezometrie acvifer Colentina (scenariu 1)
- FM – foraj existent ce exploatează acviferul Mostiștea (360 mc/zi)
- FM – foraj propus pentru a exploata acviferul Mostiștea (230 mc/zi)
- FC – foraj propus pentru a exploata acviferul Colentina (360 mc/zi)

Figura 17 Distribuția nivelului piezometric pentru acviferul Colentina în zona Parcul Circului (scenariul 1)

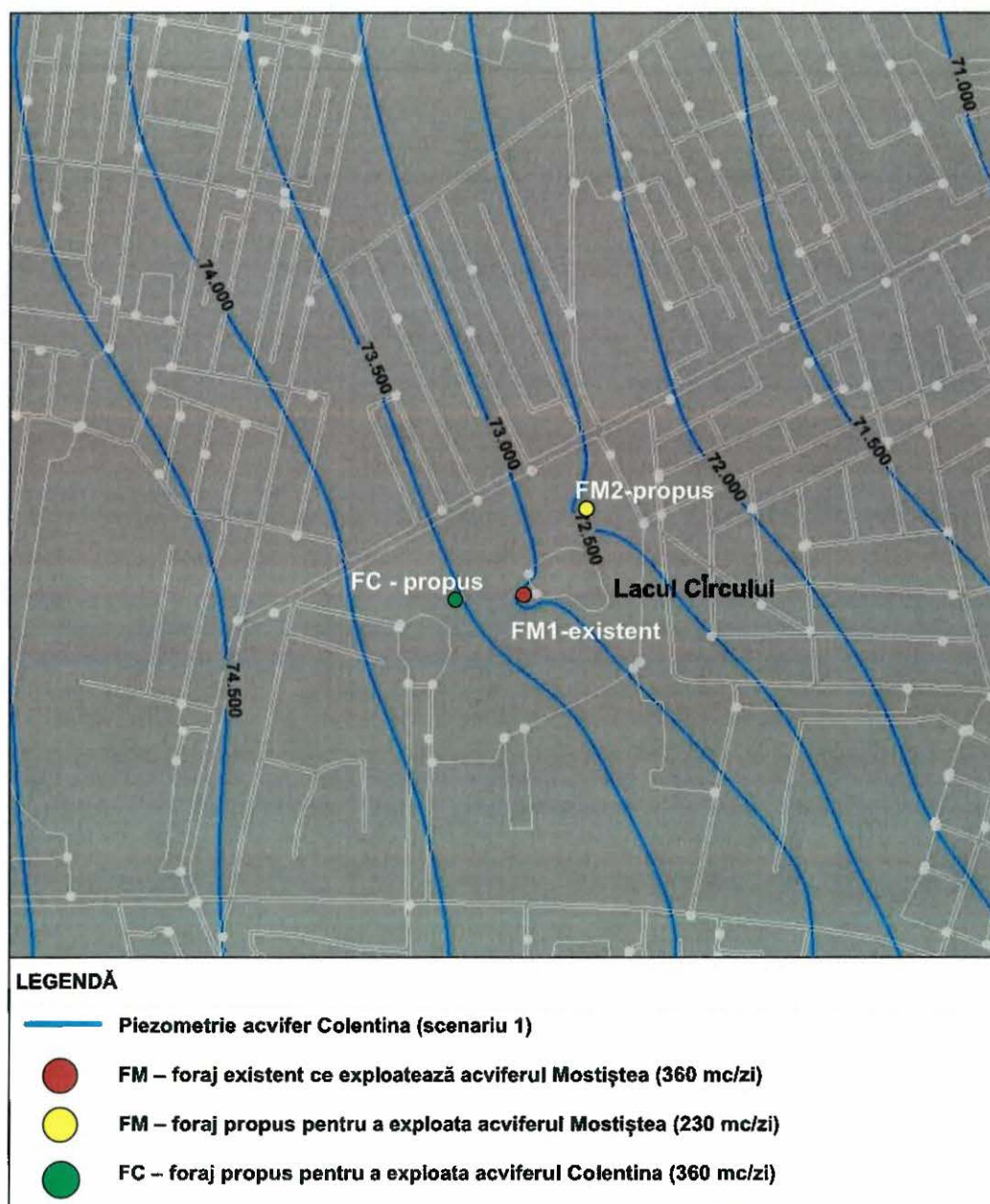


Figura 18 Distribuția nivelului piezometric pentru acviferul Mostiștea în zona Parcul Circului (scenariul 1)

În condiții de sezon ploios, în urma activării puțului de exploatare a apei subterane ce extrage apă din stratul Colentina, raza de influență este de aproximativ 19,58 m (o denivelare de 0,77 m și o conductivitate hidraulică de 12,81 m/zi). În urma activării puțului de exploatare a apei subterane ce extrage apă din stratul Mostiștea, raza de influență este de aproximativ 60,27 m (o denivelare de 1,65 m și o conductivitate hidraulică de 6,21 m/zi). (Calcul realizat cu formula Kusakin)

5.3 Scenariul nr. 2: Suplimentarea debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostistea) cu 355mc/zi din stratul acvifer Colentina, la care se adaugă debitul de 230 mc/zi (pompă prin din stratul acvifer Mostistea - Condiții de regim secetos

Un alt scenariu de simulare, ales ca și condiție extreme, de data aceasta de tip secetă, este scenariul numărul 3 care s-a materializat prin simularea comportamentului sistemului acvifer, în condiții de regim secetos, în cazul suplimentării debitului exploatat în prezent (360 mc/zi din stratul acvifer Mostistea) cu 355mc/zi din stratul acvifer Colentina, la care se adaugă debitul de 230 mc/zi pompă prin din stratul acvifer Mostistea. Sezonul de referință ales, ca și perioadă secetoasă este iulie - septembrie a anului 2019.

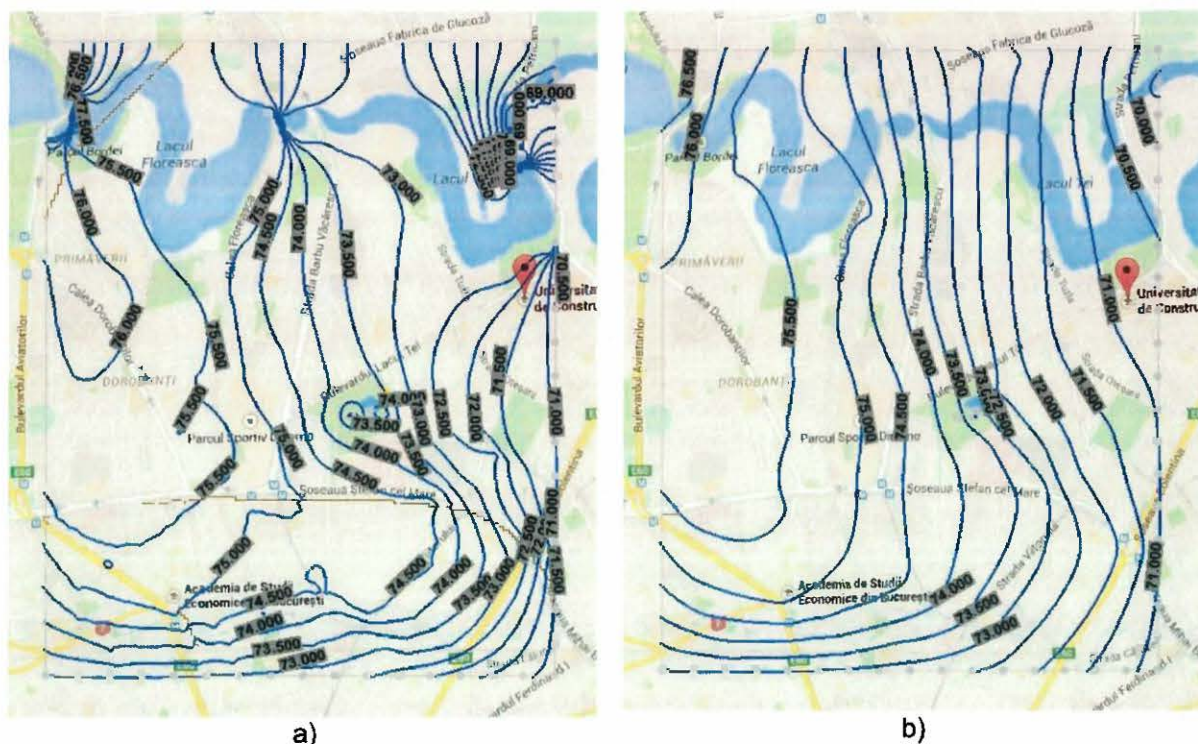


Figura 19 Harta piezometrică pentru acviferul (a) Colentina și (b) Mostistea în condițiile regim ploios 2018 - scenariu 2

În condiții de sezon secetos, în urma activării puțurilor de exploatare a apei subterane se observă perturbații locale minimale ale dinamicii apei subterane ale sistemului acvifer (Figura 19, Figura 20 și Figura 21) atât pentru stratul de Colentina cat și pentru stratul de Mostistea. Se observă foarte clar că aceste perturbații sunt minime și au o influență punctuală, în jurul celor două puțuri noi, acestea neinfluențând dinamica apelor subterane la nivel local.

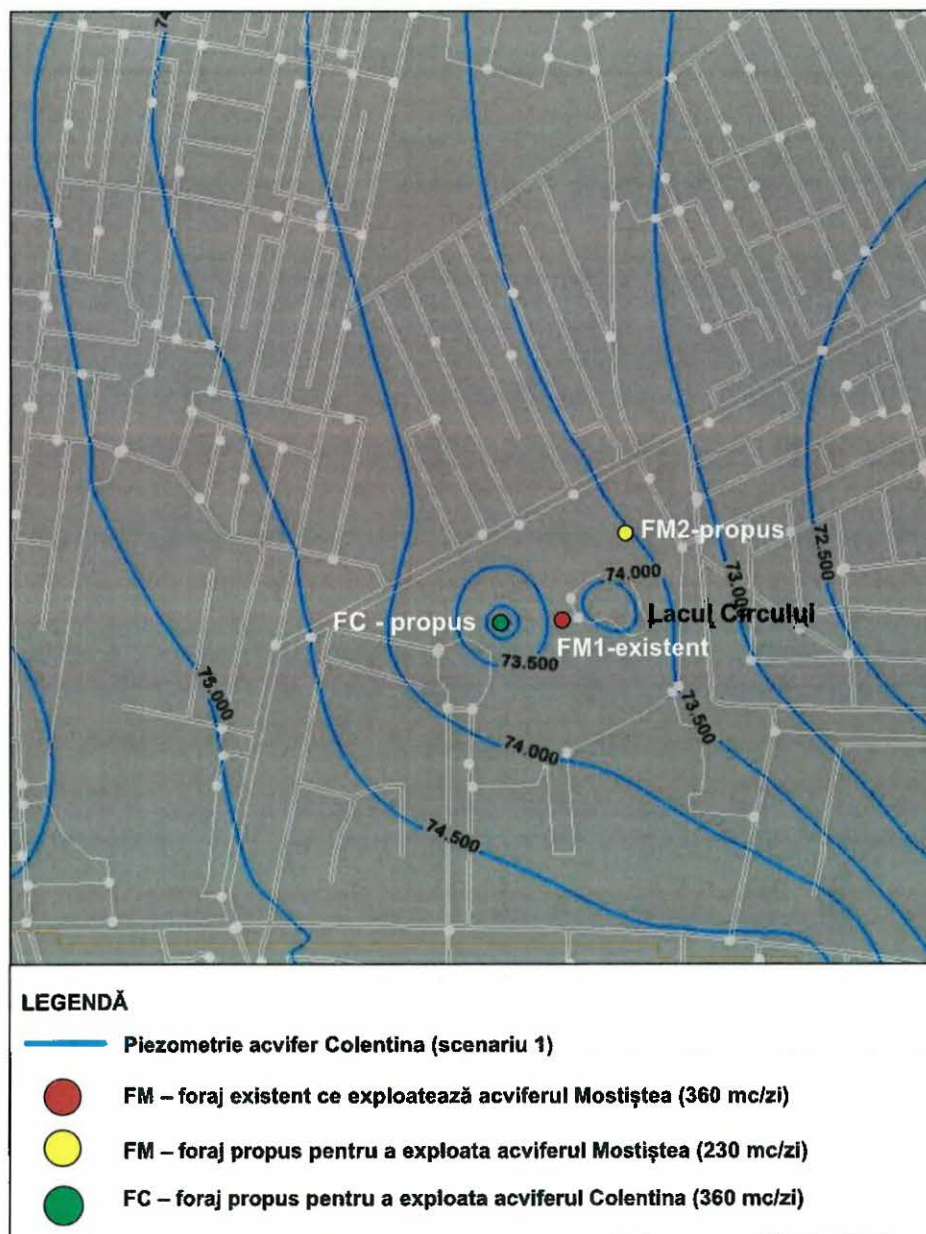


Figura 20 Distribuția nivelului piezometric pentru acviferul Colentina în zona Parcul Circului (scenariul 2)



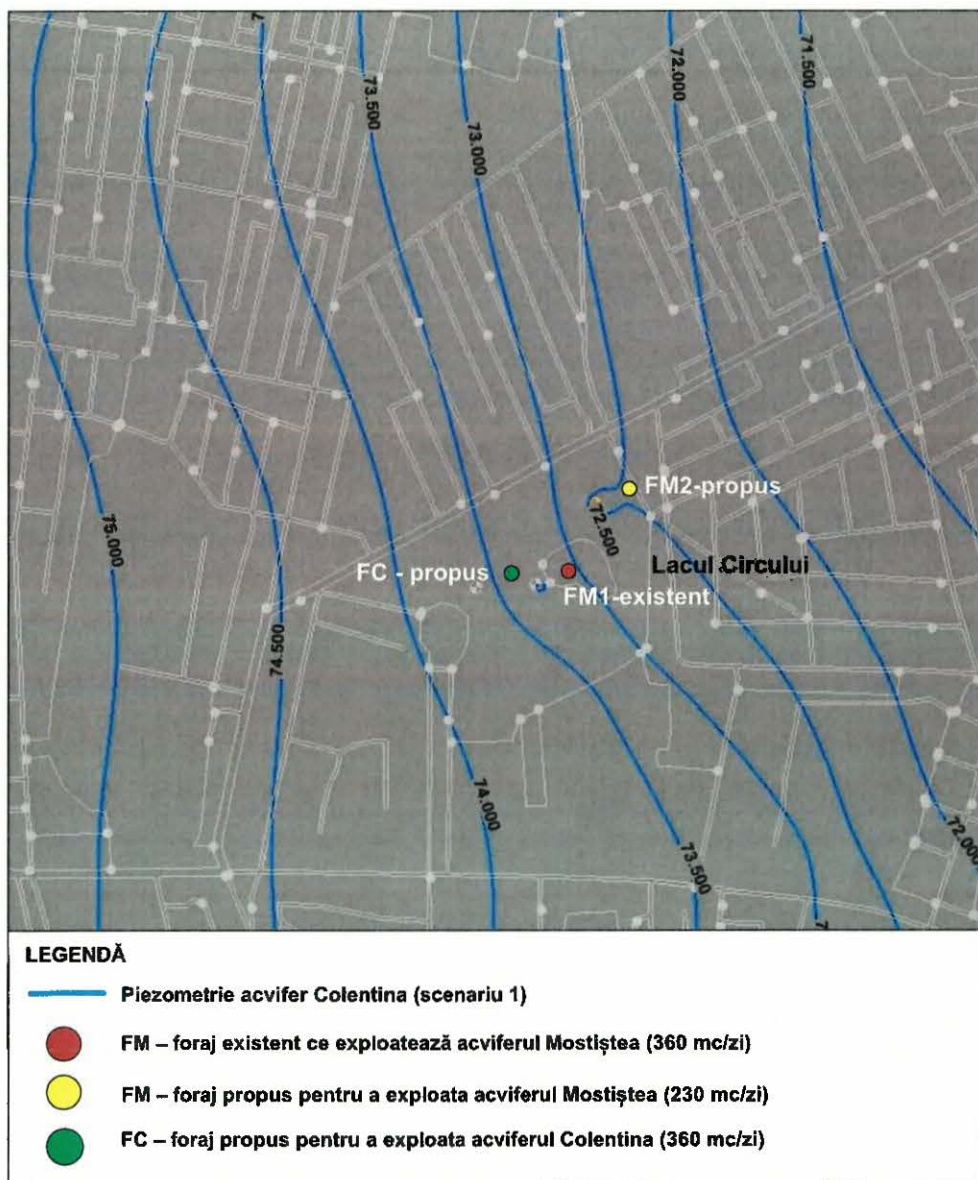


Figura 21 Distribuția nivelului piezometric pentru acviferul Colentina în zona Parcul Circului (scenariul 2)

În condiții de sezon secetos, în urma activării puțului de exploatare a apei subterane ce extrage apă din stratul Colentina, raza de influență este de aproximativ 82,92 m (o denivelare de 2,27 m și o conductivitate hidraulică de 12,81 m/zi). În urma activării puțului de exploatare a apei subterane ce extrage apă din stratul Mostiștea, raza de influență este de aproximativ 21,62 m (o denivelare de 0,85 m și o conductivitate hidraulică de 6,21 m/zi). (Calcul realizat cu formula Kusakin)



6 PROPUNERI DE LUCRĂRI

În urma realizării acestui studiu hidrogeologic în vederea îmbunătățirii, a optiunilor de control a nivelului apei din lacul circului și asigurarea sursei pentru irigații în Parcul Circului din municipiul București, se propune realizarea a două puțuri.

1. În vederea asigurării sursei pentru irigații în Parcul Circului, se propune execuția unui puț cu adâncimea de 20m ce va exploata un debit de 355 mc/zi. Acesta va asigura necesarul de apă prin pompare din stratul acvifer Colentina.

Puțul va fi localizat în apropierea clădirii Circului de Stat, locația având coordonatele Stereo 1970 X: 588476.6 și Y: 329222.1 (ANEXA 8).

- forajul va fi executat până la adâncimea de 20 m și va avea caracter de explorare și exploatare și va capta acviferul cantonat în *Pietrișurile de Colentina*;
- alegerea intervalelor captate și programul de construcție al forajului vor fi stabilite pe baza litologiei întâlnite în timpul săpării găurii de sondă, informații ce vor fi corelate cu investigațiile geofizice;
- forajul va fi echipat cu o coloană de exploatare din PVC, cu fante și diametru adecvate;
- se vor izola prin cimentare stratele superioare celor captate. Premergător acestei operații se va plasa un dop de argilă cu vâscozitate mare sau compactonită de aproximativ 2 m;
- operațiile de decolmatare - dezvoltare - denisipare se vor executa în sistem aer - lift cu pompă Mamouth, la finalul acestora impunându-se clorinarea forajului;
- teste de pompare experimentală se vor efectua cu pompă submersibilă adecvată executându-se inițial un pretest, test de eficiență (minim trei trepte de pompare cu debite progresiv crescătoare) și test de performanță;
- se vor preleva două probe de apă pentru analize fizico-chimice și bacteriologice în vederea stabilirii calității acestora;
- forajul va fi echipat cu cabină de protecție și pompă submersibilă corespunzătoare.
- După finalizarea execuției se va întocmi documentația tehnică a forajului care va cuprinde toate datele privind execuția și definitivarea acestuia (parametri tehnici ai lucrării, adâncime, litologie, intervale captate etc.), rezultatele pomparilor experimentale (niveluri, denivelări, debite specifice, parametri hidrogeologici ai acviferului), rezultatele analizelor chimice și date de exploatare (debit de exploatare, raza de influență, denivelare la exploatare, regim de funcționare).

2. În vederea asigurării controlului nivelului apei din lacul din Parcul Circului, se propune execuția unui puț cu adâncimea de 30 m ce va exploata un debit de 230 mc/zi. Acesta va asigura necesarul de apă prin pompare din stratul acvifer Mostiștea.

Puțul va fi localizat în zona de Nord-Est a parcului, locația având coordonatele X: 588678.59 și Y: 329363.49 (ANEXA 8).

- forajul va fi executat până la adâncimea de 30 m și va avea caracter de explorare și exploatare și va capta acviferul cantonat în Nisipurile de Mostiștea;



- alegerea intervalelor captate și programul de construcție al forajului vor fi stabilite pe baza litologiei întâlnite în timpul săpării găurii de sondă, informații ce vor fi corelate cu investigațiile geofizice;
- forajul va fi echipat cu o coloană de exploatare din PVC, cu fante și diametru adecvate;
- se vor izola prin cimentare stratele superioare celor captate. Premergător acestei operații se va plasa un dop de argilă cu vâscozitate mare sau compactonită de aproximativ 2 m;
- operațiile de decolmatăre - dezvoltare - denisipare se vor executa în sistem aer - lift cu pompă Mamouth, la finalul acestora impunându-se clorinarea forajului;
- teste de pompare experimentală se vor efectua cu pompă submersibilă adecvată executându-se inițial un pretest, test de eficiență (minim trei trepte de pompare cu debite progresiv crescătoare) și test de performanță;
- se vor preleva două probe de apă pentru analize fizico-chimice și bacteriologice în vederea stabilirii calității acestora;
- forajul va fi echipat cu cabină de protecție și pompă submersibilă corespunzătoare.
- După finalizarea execuției se va întocmi documentația tehnică a forajului care va cuprinde toate datele privind execuția și definitivarea acestuia (parametri tehnici ai lucrării, adâncime, litologie, intervale captate etc.), rezultatele pomparilor experimentale (niveluri, denivelări, debite specifice, parametri hidrogeologici ai acviferului), rezultatele analizelor chimice și date de exploatare (debit de exploatare, raza de influență, denivelare la exploatare, regim de funcționare).

7 CONCLUZII

În urma realizării studiului hidrogeologic se observa foarte clar că atât în condiții de sezon secetos cât și în condiții de sezon ploios, în urma activării puțurilor de exploatare a apei subterane, deși se observă perturbații locale minimale ale dinamicii apei subterane ale sistemului acvifer atât pentru stratul de Colentina cât și pentru stratul de Mostiștea, aceste perturbații sunt minime și au o influență punctuală, în jurul celor două puțuri noi. Noile puțuri propuse nu influențează dinamica apelor subterane la nivel local.

În vederea îmbunătățirii, a optiunilor de control a nivelului apei din lacul circului și asigurarea sursei pentru irigații în Parcul Circului din municipiul București, se propune realizarea a două puțuri:

1. În vederea asigurării sursei pentru irigații în Parcul Circului, se propune execuția unui puț cu coordonatele în sistem Stereo '70/ X: 588476.6 și Y: 329222.1 (ANEXA 8) și adâncimea de 20 m. Acesta va exploata un debit de 355 mc/zi și va asigura necesarul de apă prin pompare din stratul acvifer Colentina. Detaliile sunt descrise în Capitolul 6.
2. În vederea asigurării controlului nivelului apei din lacul din Parcul Circului, se propune execuția unui puț cu adâncimea de 30 m ce va exploata un debit de 230 mc/zi. Puțul va fi localizat în zona de Nord-Est a parcului, locația având coordonatele în sistem Stereo '70, X: 588678.59 și Y: 329363.49 (ANEXA 8). Acesta va asigura necesarul de apă prin pompare din stratul acvifer Mostiștea. Detaliile sunt descrise în Capitolul 6.



Studiu hidrogeologic pentru definirea, prin modelare matematica, a optiunilor de control a nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații în Parcul Circului din Municipiul București

Contract nr. 11957/2021

8 BIBLIOGRAFIE

Boukhemacha, M.A., Gogu, C.R. & Bica, I., 2012. FLOW MODELING ASPECTS OF URBAN HYDROGEOLOGICAL SYSTEMS. *Mathematical Modelling in Civil Engineering*, 6(2), pp.5-17.

Boukhemacha, M.A. et al., 2015. A HYDROGEOLOGICAL CONCEPTUAL APPROACH TO STUDY URBAN GROUNDWATER FLOW IN BUCHAREST CITY, ROMANIA. *Hydrogeology Journal*, doi: 10.1007/s10040-014-1220-3.

Boukhemacha, M.A. et al., 2013. HYDRAULIC CHARACTERIZING OF TUNNEL'S BARRIER EFFECT FOR GROUNDWATER FLOW MODELING- APPLICATION FOR BUCHAREST CITY. In *13th SGEM GeoConference on Science and Technologies In Geology, Exploration and Mining*. Albena, 2013.

Liteanu E. (1953) GEOLOGIA ȚINUTULUI DE CÂMPIE DIN BAZINUL INFERIOR AL ARGEȘULUI ȘI A TERASELOR DUNĂRII. Inst. Geol., St.teh.ec., E/2, p.5 – 78, București

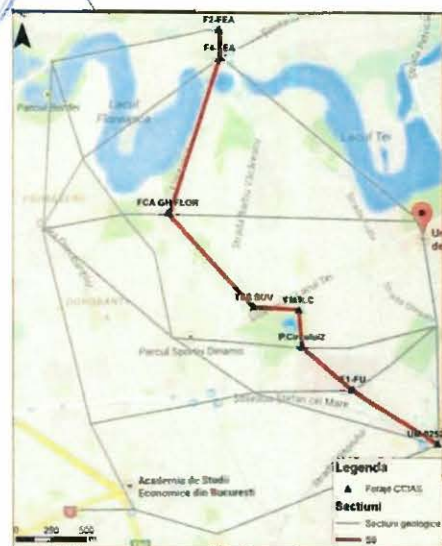
Liteanu E (1952) GEOLOGIA ORAȘULUI BUCUREȘTI. Comitetul Geologic. Studii Tehnice și Economice Seria E – Hidrogeologie

United States Department of Agriculture. National Engineering Handbook. Washington DC: US Department of Agriculture, 1954.

UTCB-CCIAS, Evaluarea și monitorizarea impactului urban (infrastructurilor urbane) asupra mediului acvatic reprezentat de lacul din Parcul Circului, București, 2015



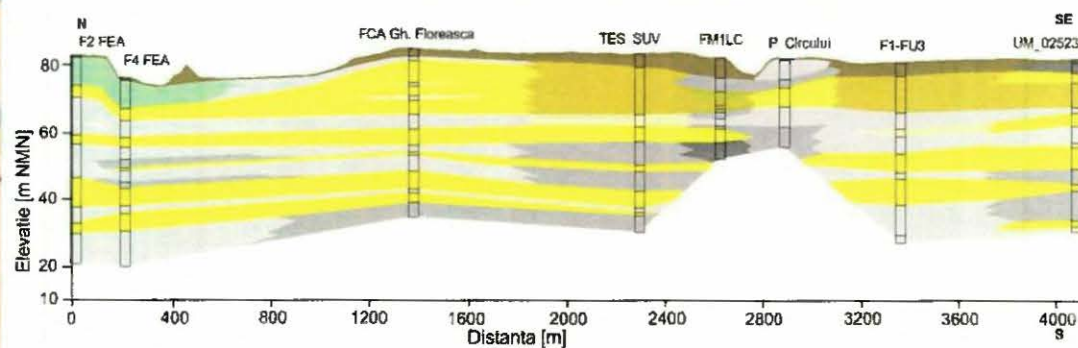
ANEXA 1 – Secțiune hidrogeologică în zona Parcului Circului



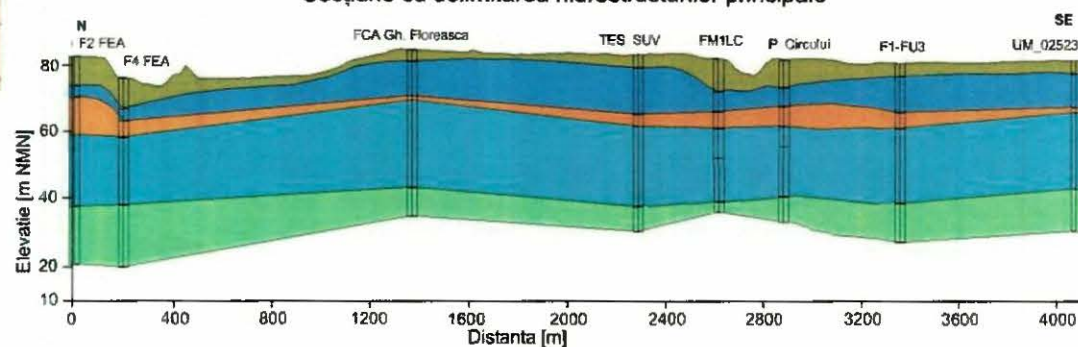
Litologie

Argila	Nisip fin
Argila nisipoasă	Nisip mediu
Argila silțică	Nisip
Silt argilos	Nisip grosier
Loess	Nisip argilos
Sol vegetal	Pietris
Pietris grosier	Nisip cu pietris

Secțiune geologica interpretată pe baza criteriilor litostratigrafice



Secțiune cu delimitarea hidrostructurilor principale



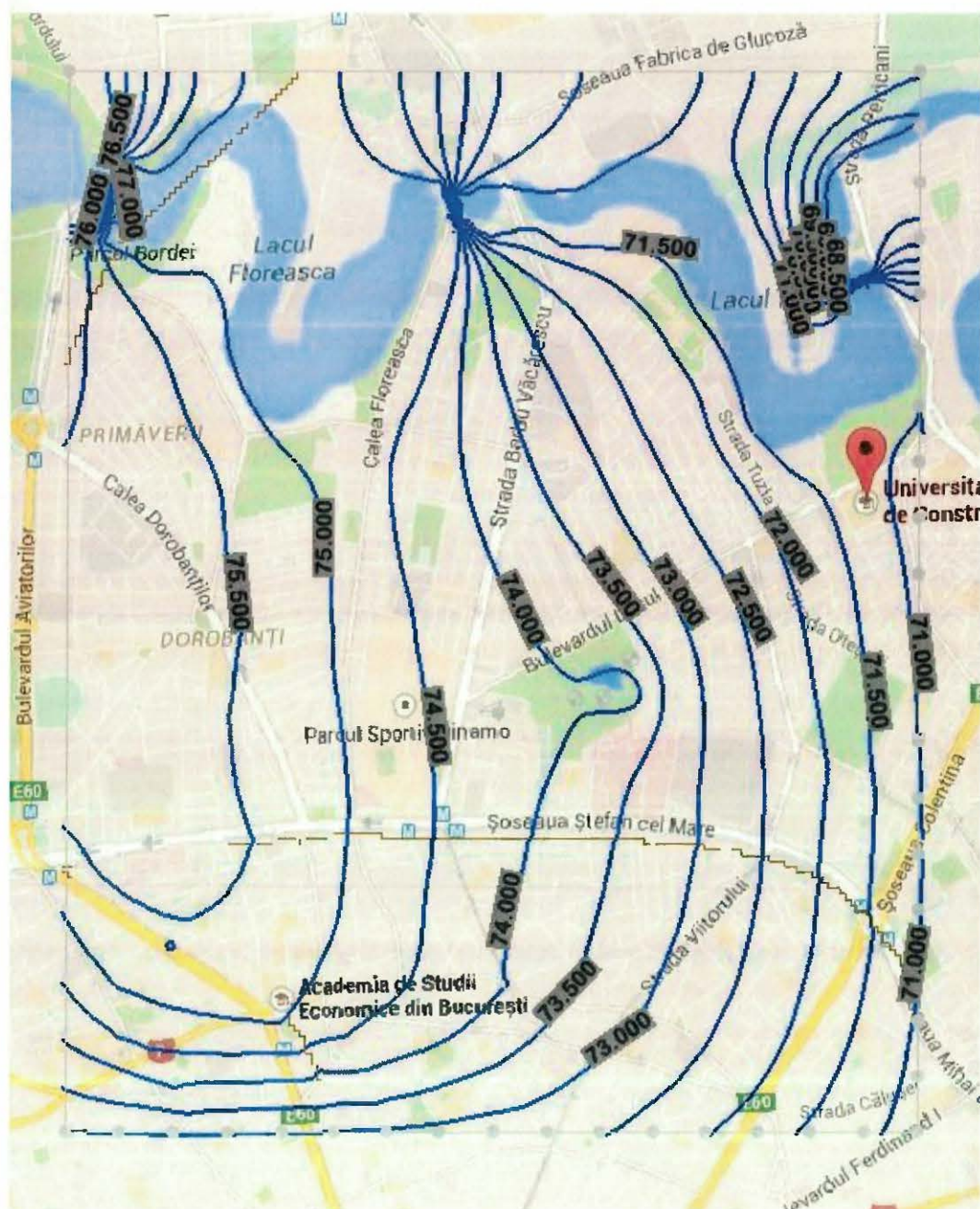
Hidrostructuri

Depozite Superficiale	Depozite Intermediare	Complex mamos
Formatiunea de Colentina	Formatiunea de Mostitea	

Studiu hidrogeologic pentru definirea, prin modelare matematică, a opțiunilor de control a nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații în Parcul Circului din Municipiul București

Contract nr. 11957/2021

ANEXA 2 – Harta piezometrică pentru acviferul Colentina în condițiile de regim ploios 2018



ANEXA 3 – Harta piezometrică pentru acviferul Mostiștea în condițiile de regim ploios 2018

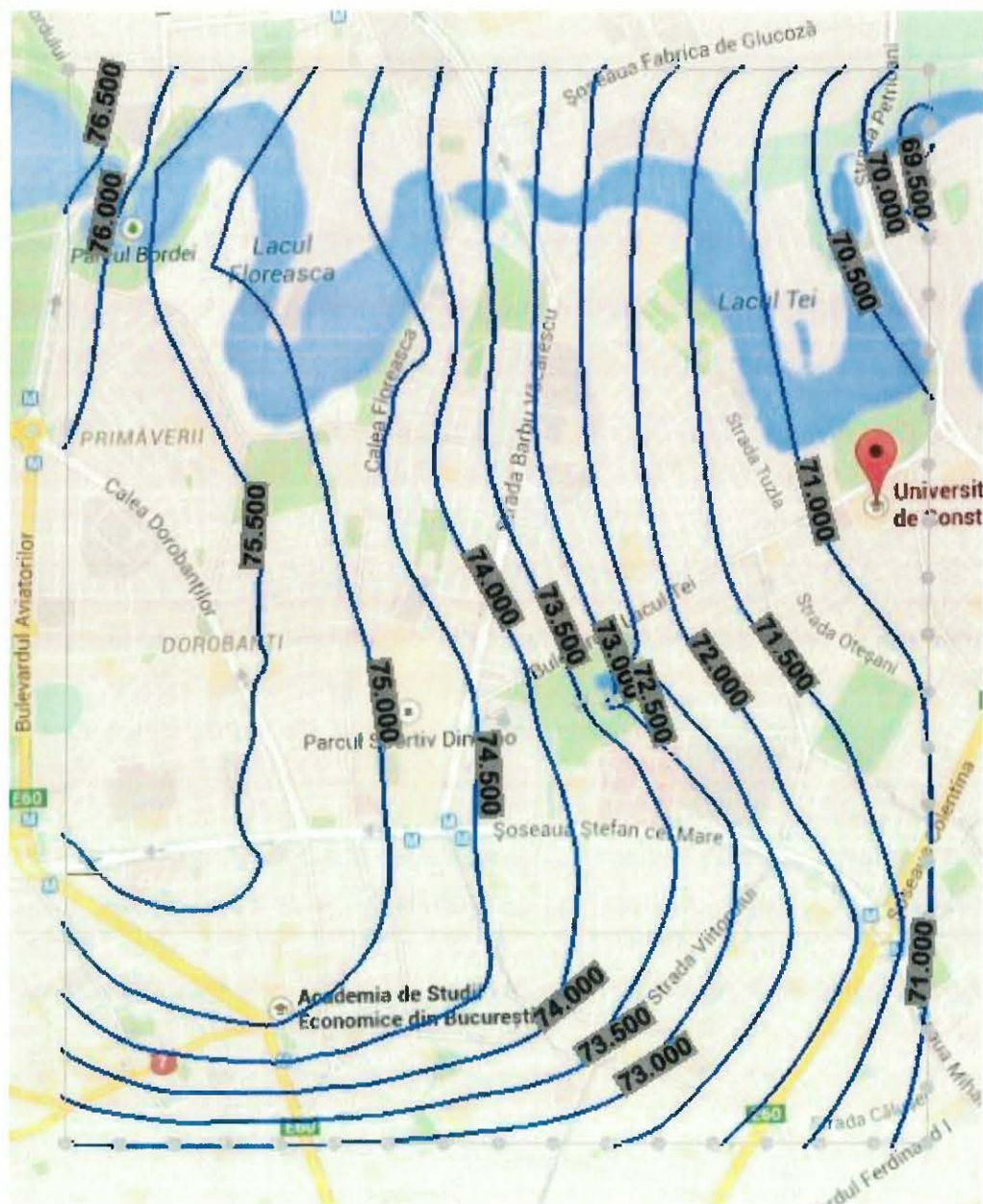


Contract nr. 11957/2021

Studiu hidrogeologic pentru definirea, prin modelare matematica, a optiunilor de control a nivelului apei din Lacul Circului și asigurarea sursei pentru irigații în Parcul Circului din Municipiul București

Contract nr. 11957/2021

ANEXA 5 – Scenariul nr. 1 - harta piezometrică pentru acviferul Mostiștea în condițiile de regim ploios 2018



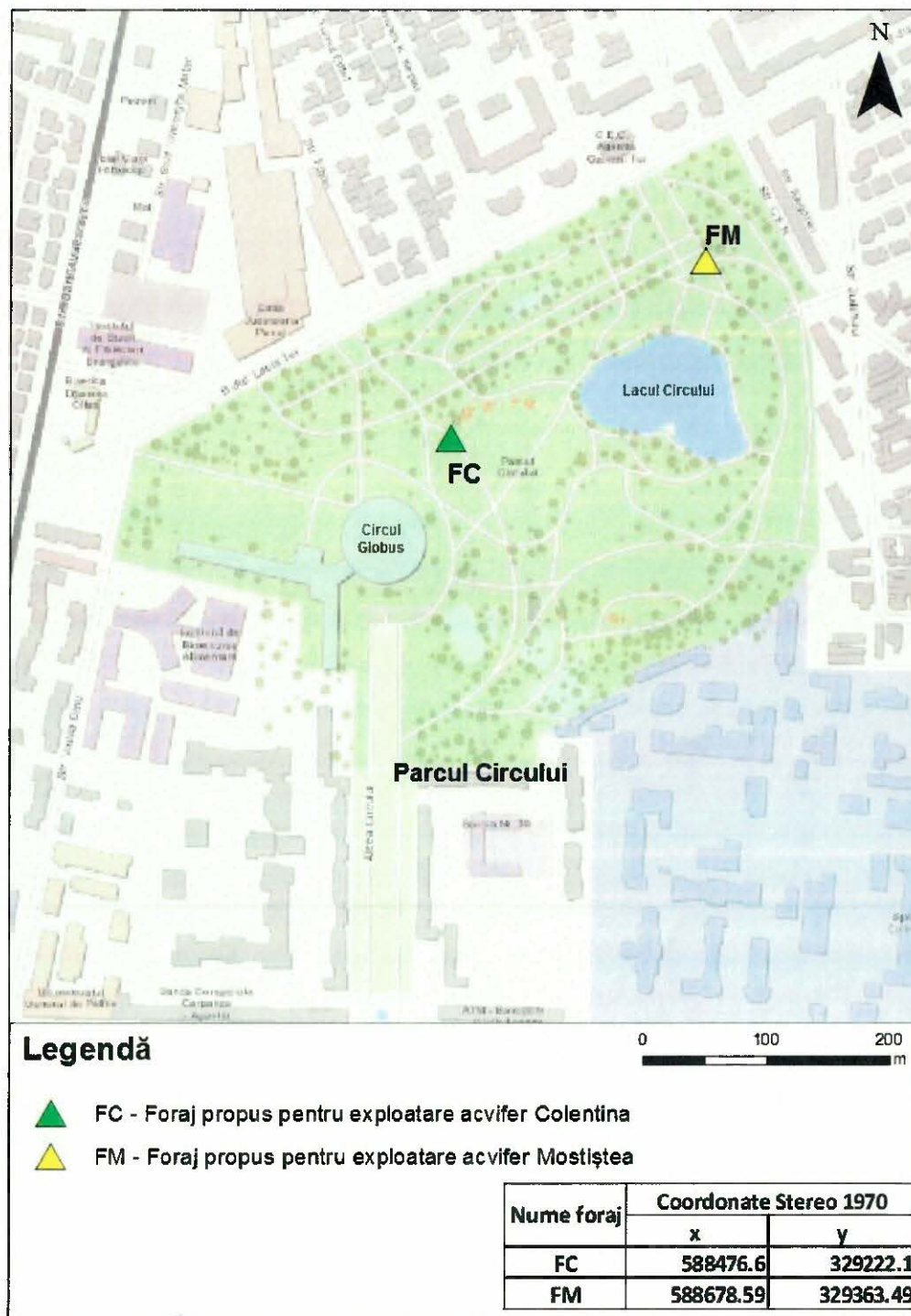
ANEXA 6 – Scenariul nr. 2 - harta piezometrică pentru acviferul Colentina în condițiile de regim ploios 2018



ANEXA 7 – Scenariul nr. 2 - harta piezometrică pentru acviferul Mostiștea în condițiile de regim ploios 2018



ANEXA 8 – Localizarea forajelor propuse



3.3 Costurile estimative ale investiției:

3.3.1 Costurile estimate pentru realizarea obiectivului de investiții.

DEVIZ GENERAL OPȚIUNEA 1 - VARIANTĂ RECOMANDATĂ

NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
CAPITOLUL 1: Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea teritoriului				
1.1	Obtinerea terenului	0.00		0.00
1.2	Amenajarea terenului	5,300.00	1,007.00	6,307.00
1.3	Amenajari pentru protectia mediului si aducerea terenului la starea initiala	7,288.48	1,384.81	8,673.30
1.4	Cheltuieli pentru relocarea/protectia utilitatilor	0.00	0.00	0.00
TOTAL CAPITOL 1		12,588.48	2,391.81	14,980.30
CAPITOL 2: Cheltuieli pentru asigurarea utilitatilor necesare obiectivului de investitii				
2.1	Asigurarea utilitatilor	4,190.88	796.27	4,987.15
TOTAL CAPITOL 2		4,190.88	796.27	4,987.15
CAPITOL 3: Cheltuieli pentru proiectare si asistenta tehnica				
3.1	Studii	46,000.00	8,740.00	54,740.00
	3.1.1. Studii de teren	30,500.00	5,795.00	36,295.00
	3.1.2. Raport privind impactul asupra mediului	10,500.00	1,995.00	12,495.00
	3.1.3. Alte studii specifice	5,000.00	950.00	5,950.00
3.2	Documentatii-suport si cheltuieli pentru obtinerea de avize, acorduri si autorizatii	9,500.00	1,805.00	11,305.00
3.3	Expertiza tehnica	0.00	0.00	0.00
3.4	Certificarea performantei energetice si auditul energetic al cladirilor	0.00	0.00	0.00
3.5	Proiectare	45,050.00	8,559.50	53,609.50
	3.5.1. Tema de proiectare	0.00	0.00	0.00
	3.5.2. Studiu de fezabilitate	0.00	0.00	0.00
	3.5.3. Studiu de fezabilitate/documentatie de avizare a lucrarilor de interventii si deviz general	18,000.00	3,420.00	21,420.00
	3.5.4. Documentatiile tehnice necesare in vederea obtinerii avizelor/acordurilor/autorizatiilor	4,500.00	855.00	5,355.00
	3.5.5. Verificarea tehnica de calitate a proiectului tehnic si a detaliilor de executie	2,050.00	389.50	2,439.50
	3.5.6. Proiect tehnic si detalii de executie	20,500.00	3,895.00	24,395.00
3.6	Organizarea procedurilor de achizitie	364.42	69.24	433.66
3.7	Consultanta	10,932.73	2,077.22	13,009.94
	3.7.1. Managementul de proiect pentru obiectivul de investitii	8,746.18	1,661.77	10,407.96
	3.7.2. Auditul financiar	2,186.55	415.44	2,601.99
3.8	Asistenta tehnica	16,827.38	3,197.20	20,024.58

NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
	3.8.1. Asistenta tehnica din partea proiectantului	11,000.00	2,090.00	13,090.00
	3.8.1.1. pe perioada de executie a lucrarilor	8,800.00	1,672.00	10,472.00
	3.8.1.2. pentru participarea proiectantului la fazele incluse in programul de control al lucrarilor de executie, avizat de catre Inspectoratul de Stat in Constructii	2,200.00	418.00	2,618.00
	3.8.2. Dirigentie de santier	5,827.38	1,107.20	6,934.58
TOTAL CAPITOL 3		128,674.53	24,448.16	153,122.69
CAPITOL 4: Cheltuieli pentru investitia de baza				
4.1	Constructii si instalatii	364,424.22	69,240.60	433,664.83
4.1.1	Terasamente	78,775.62	14,967.37	93,742.98
4.1.2	Constructii	97,119.74	18,452.75	115,572.49
4.1.3	Instalatii hidraulice	124,178.86	23,593.98	147,772.85
4.1.4	Foraj	44,550.00	8,464.50	53,014.50
4.1.5	Instalatii electrice	19,800.00	3,762.00	23,562.00
4.2	Montaj utilaje, echipamente tehnologice si functionale	0.00	0.00	0.00
4.3	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care necesita montaj	0.00	0.00	0.00
4.4	Utilaje, echipamente tehnologice si functionale care nu necesita montaj si echipamente de transport	0.00	0.00	0.00
4.5	Dotari	0.00	0.00	0.00
4.6	Active necorporale	0.00	0.00	0.00
TOTAL CAPITOL 4		364,424.22	69,240.60	433,664.83
CAPITOL 5: Alte cheltuieli				
5.1	Organizare de santier	9,110.61	1,731.02	10,841.62
	5.1.1. Lucrari de constructii si instalatii aferente organizarii de santier	7,288.48	1,384.81	8,673.30
	5.1.2. Cheltuieli conexe organizarii santierului	1,822.12	346.20	2,168.32
5.2	Comisioane, cote, taxe, costul creditului	9,169.01	950.00	10,119.01
	5.2.1. Comisioanele si dobanzile aferente creditului bancii finantatoare			
	5.2.2. Cota aferenta ISC pentru controlul calitatii lucrarilor de constructii	1,895.01		1,895.01
	5.2.3. Cota aferenta ISC pentru controlul statului in amenajarea teritoriului, urbanism si pentru autorizarea lucrarilor de constructii	379.00		379.00
	5.2.4. Cota aferenta Casei Sociale a Constructorilor - CSC	1,895.01		1,895.01
	5.2.5. Taxe pentru acorduri, avize conforme si autorizatia de construire/desiintare	5,000.00	950.00	5,950.00
5.3	Cheltuieli diverse si neprevazute	44,308.10	8,418.54	52,726.64

NR. CRT.	DENUMIREA CAPITOLELOR SI SUBCAPITOLELOR DE CHELTUIELI	VALOARE (fara TVA)	TVA	VALOARE CU TVA
		lei	lei	lei
1	2	3	4	5
5.4	Cheltuieli pentru informare si publicitate	3,000.00	570.00	3,570.00
TOTAL CAPITOL 5		65,587.72	11,669.55	77,257.27
CAPITOL 6: Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste				
6.1	Pregatirea personalului de exploatare	3,000.00	570.00	3,570.00
6.2	Probe tehnologice si teste	3,500.00	665.00	4,165.00
TOTAL CAPITOL 6		6,500.00	1,235.00	7,735.00
TOTAL GENERAL:		581,965.83	109,781.40	691,747.23
din care : C+M		388,492.07	73,813.49	462,305.57

Proiectant,

Șef lucrăm dr. Dragos Găitănaru

