



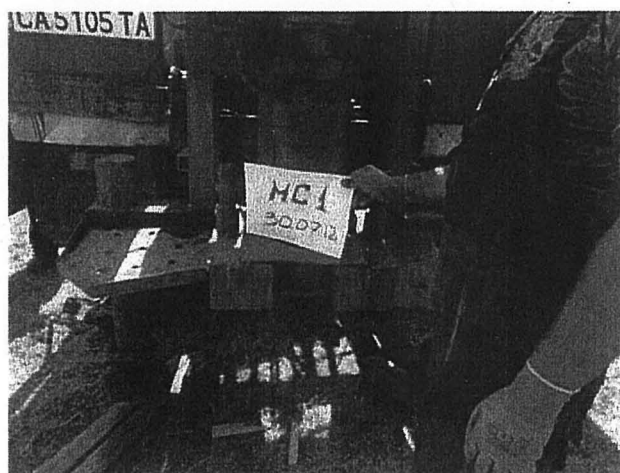
МЕТРОПРОЕКТ Praha a.s.
I.P.Pavlova 1786/2, 120 00 Praha 2



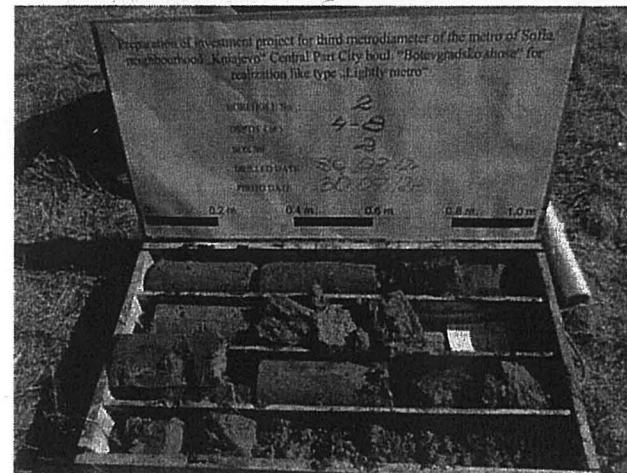
Екология и Геология ООД
1505 ул. Спътник N21, София

ДОКЛАД ЗА ИЗВЪРШЕНО ИНЖЕНЕРНО ГЕОЛОЖКО ПРОУЧВАНЕ

ОБЕКТ: Подготовка на инвестиционен проект за трети метродиаметър на метрото в София „кв Княжево - ЦГЧ - бул. Ботевградско шосе“ за реализация като тип „леко метро“.



ИЗГОТВИЛИ



инж. Л. Ангелов
инж. В. Петров
инж. П. Стойнов
инж. Ася Манчова
инж. В. Методиев
инж. Зл. Ушев



ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

СЪДЪРЖАНИЕ

1	ВЪВЕДЕНИЕ	3
2	ЦЕЛ, ЕТАПИ И ОБХВАТ НА ПРОУЧВАНЕТО	3
3	ИЗПОЛЗВАНИ СТАНДАРТИ И ДОКУМЕНТИ	4
4	МЕТОДИКА И ОБХВАТ НА ПРОУЧВАНЕТО	5
4.1	ПРОУЧВАТЕЛНО СОНДИРАНЕ.....	5
4.2	ПРОВЕЖДАНЕ НА ПОЛЕВИ ОПИТИ (IN SITO).....	7
4.3	ВЗЕМАНЕ НА ПРОБИ И ЛАБОРАТОРНИ АНАЛИЗИ	8
5	ГЕОЛОЖКИ СТРОЕЖ ПО ТРАСЕТО НА ТРЕТИ МЕТРОДИАМЕТЪР ..	9
6	ХИДРОГЕОЛОЖКИ УСЛОВИЯ	33
6.1	РЕГИОНАЛНИ ХИДРОГЕОЛОЖКИ УСЛОВИЯ.....	33
6.1.1	Формиране на хидрогеоложките структури в хода на седиментното развитие на Софийския басейн	34
6.1.2	Литостратиграфски особености на вместващата среда.....	35
6.1.3	Тектоника.....	36
6.2	ЛОКАЛНИ ХИДРОГЕОЛОЖКИ УСЛОВИЯ В РАЗГЛЕЖДАННИЯ МЕТРО УЧАСТЪК	38
6.2.1	Обхват и съдържание на извършените хидрогеоложки проучвания ...	38
6.2.2	Резултати за аналитично определените филтрационни характеристики	38
7	СЕИЗМИЧНОСТ	41
8	УСЛОВИЯ НА ФУНДИРАНЕ	42
9	ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕПОРЪКИ	47
10	ПРИЛОЖЕНИЯ	49

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

СПИСЪК НА ПРИЛОЖЕНИЯТА

Том I

Графични приложения

1. Ситуация с местоположение на проучвателните сондажи по трасето на трети метродиаметър, М 1:7000 – 5 бр. листа;
2. Сондажни колонки, М 1:150 – 25 бр. – 47 бр. листа;
3. Инженерногеоложки профили , Мхор: 1:2500, Мверт:1:250 – 18 бр. листа;

Том II

Снимков материал

Таблични приложения

1. Резултати от проведените стандартни пенетрационни опити (SPT) – 71 бр – 30 бр. листа;
2. Протокол 633/28.09.2012 от лабораторни анализи на земни проби – 328 бр. листа;
3. Протоколи от лабораторни анализи на водни проби – 5 бр. листа.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

1 ВЪВЕДЕНИЕ

Съгласно договор между Българският клон на METROPROJEKT Praha, и „ЕКОЛОГИЯ и ГЕОЛОГИЯ“ ООД е възложено да бъде извършено: „Инженерногеоложко проучване във връзка с Подготовка на инвестиционен проект за трети метродиаметър на метрото в София „кв. Княжево - ЦГЧ - бул. Ботевградско шосе“.

Трасето е с дължина 15.7 km, като 7.2 km е подземно в участъка от km 4+685 до km 11+875, а 8.5 km – надземно, където ще преминава върху естакада. Предвижда се да бъдат построени 19 бр. метростанции, от които 9 бр. подземни.

Проведените инженерногеоложки проучвания са извършени в съответствие със съставено задание от МЕТРОПРОЕКТ ПРАГА АД - КЛОН СОФИЯ относно броя, местоположението и дълбочината на сондажите.

2 ЦЕЛ, ЕТАПИ И ОБХВАТ НА ПРОУЧВАНЕТО

Проведените инженерногеоложки проучвания за изпълнение на Идеиния проект са концентрирани в участъка на подземно (тунелно) строителство и обхващат голяма част от терена, където се предвижда трасето да минава по естакада.

Проучванията са съсредоточени от km 0.0 до km 1+650 и от km 4+850 до km +15+720.

Целта на инженерногеоложки проучвания е да бъдат предоставени данни за условията на фундиране в обхвата на строителство на 19 бр. метростанции както и за по-голямата част от трасето, а именно:

- вида на литоложките разновидности, изграждащи геоложкия строеж на земната основа до максимална дълбочина 42.0 m;
- физичните и якостно-деформационни свойства на установените строителни почви до проучваната дълбочина;
- наличието на подземни води и тяхната агресивност към бетон и корозионна активност към стомана;

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

- наличието на физико-геоложки явления и процеси в обсега на трасето и в непосредствена близост до него, които биха оказали негативно влияние върху експлоатацията на съоръженията.

За изпълнение на инженерногеоложките проучвания са изпълнени следния обем полеви, лабораторни и камерални дейности:

- Отлагане на проучвателните сондажи – 25 бр.;
- Сондажни работи - прокарване на 25 бр. проучвателни ядрови сондажа с обща дължина 689.4 m;
- Провеждане на полеви изпитвания на земната основа по метода „Стандартна пенетрация“ - SPT (Standard Penetration Test) – общо 71 бр.;
- Провеждане на лабораторни анализи на земни проби – 181 бр.;
- Провеждане на лабораторни анализи на водни проби – 10 бр.

Полевите дейности от проучването са извършени през периода 29.07.2012-19.09.2012 г.

3 ИЗПОЛЗВАНИ СТАНДАРТИ И ДОКУМЕНТИ

При съставяне на настоящият геотехнически доклад са съблюдавани изискванията на действащите в страната нормативни документи в областта на строителното проектиране, в частност на инженерногеоложките и хидрогеоложките проучвания:

- Правилник за извършване на инженерногеоложки проучвания за фундиране на сгради и съоръжения, 1988г;
- Норми за проектиране на плоско фундиране”- 1996 г.;
- Норми за проектиране на пилотно фундиране”- 1993 г.;
- “Наредба № РД-02-20-2/ 27.01.2012 г за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони.

Всички лабораторни анализи на земните и скалните проби са извършени съгласно действащи Български държавни стандарти (БДС).

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

4 МЕТОДИКА И ОБХВАТ НА ПРОУЧВАНЕТО

4.1 Проучвателно сондиране

Местоположението на прокараните проучвателни сондажи е съгласувано с представители на МЕТРОПРОЕКТ ПРАГА АД- КЛОН СОФИЯ, като фиксирането им на терена е съобразено с комуникационната натовареност на участъците - транспорт, подземни и надземни комуникации, запазени права за паркиране и др.

За сондажите, разположени на пътните платна, тротоарните настилки, както и тези в близост до спирки на градския транспорт и подлези са съставяни проекти за временна организация на движението, които са съгласувани с КАТ и СО. Изпълнението на сондажите, които попадат в зелени площи са съгласувани със Дирекция „Зелени системи“ към СО.

Координатен регистър на сондажите, прокарани за целите на Идеиния проект и тяхната дълбочина са представени в табл. 1. Общият просондиран метраж е 689.4 m. Местоположението на сондажите е отразено в приложената ситуация – графично приложение № 1.

Табл. 1

№ на сондажа	Местоположение	Дълбочина, m	Координати, Софийска система	
			Y, m	X, m
МС 1	В участъка на Метростанция 19, km 15+590	12.0	38627.2	48738.4
МС 2	В участъка на Метростанция 18, km 15+100	12.0	38557.3	48264.3
МС 3	km 14+810	15.5	38635.8	47995.6
МС 4	В участъка на Метростанция 17, km 14+150	12.0	39256.0	47974.0
МС 5	В участъка на Метростанция 16, km 13+235	12.0	39971.3	48291.2
МС 6	В обхвата на Метростанция 15, km 12+675	12.0	40354.9	47890.4
МС 7	km 12+405	27.0	40562.5	47715.5
МС 8	km 11+880	30.0	41095.5	47719.3
МС 9	В участъка на Метростанция 14, km 11+430	37.3	41448.5	47433.6
МС 10	km 11+000	35.0	41860.8	47461.2
МС 11	В участъка на Метростанция 13,	36.7	42158.4	47372.1

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

№ на сондажа	Местоположение	Дълбочина, m	Координати, Софийска система	
			Y, m	X, m
	km 10+690			
МС 12	km 10+200	35.0	42607.1	47396.3
МС 13	В участъка на Метростанция 12, km 9+980	34.0	42823.9	47456.1
МС 14	В участъка на Метростанция 11, km 8+950	39.5	43401.1	48228.5
МС 15	В участъка на Метростанция 10, km 8+075	41.1	44167.1	48565.5
МС 16	В участъка на Метростанция 9, km 7+320	35.7	44908.5	48463.9
МС 17	km 6+710	30.0	45426.9	48675.6
МС 18	В участъка на Метростанция 8, km 6+425	42.0	45722.9	48682.6
МС 19	km 6+095	30.0	46048.9	48741.7
МС 20	В обхвата на Метростанция 7, km 5+740	39.0	46382.3	48865.7
МС 21	В участъка на Метростанция 6, km 5+075	36.8	46596.2	49450.5
МС 22	km 4+875	37.8	46657.5	49636.7
МС 23	В участъка на Метростанция 2, km 1+620	15.0	50114.5	50212.0
МС 24	В участъка на Метростанция 1, km 0+525	20.0	50441.6	50053.7
МС 25	В участъка на Депо km 0+000	12.0	49512.7	50861.0

Сондирането е извършено с моторни сонда тип УРБ – 2А2, ядково, с диаметър на ядкоприемната тръба (вътрешен) Ø127, Ø108 mm, без използване на промивна течност. По време на сондирането, за предотвратяване обрушването на сондажите е изпълнено обсаждане на целия просондиран интервал с метална прикриваща колона Ø 146 mm. По време на сондирането процента на извадена ядка е между 90 и 100 %.

По време на сондирането в инженерногеоложки дневници са отбелязвани:

- номер на сондажа;
- описание на преминалите геолого-литоложки разновидности и техните характеристики - визуално определени: цвят, пластичност, зърнометричен състав;
- Дата на започване и на приключване на сондажните дейности;
- Поява и установяване на водното ниво;
- Данни от SPT опити на съответните дълбочини;

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

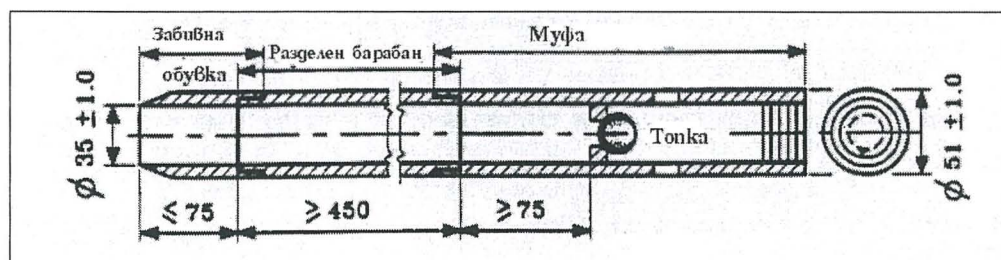
- Взети земни проби и дълбочина на опробване.

Преминатият литоложки разрез по време на сондирането е представен на сондажни колонки М 1:150 - графично приложение № 2 и инженерногеоложки профил-графично приложение № 3.

4.2 Провеждане на полеви опити (in situ)

За установяване на физико-механичните свойства на пясъчливите инженерногеоложки разновидности са използвани полеви методи - Стандартни пенетрационни тестове - SPT (Standard Penetration Test).

При изпълнение опитите е използван стандартен накрайник, който се забива посредством чук с тегло 63,5 kg, спускан от височина 760 mm. Надлъжен разрез на SPT накрайника е представен на фиг. 1 (дименсиите са в mm).



Фиг.1.

В процеса на пенетрационното изследване са отчитани броя удари за проникване на накрайника на уреда на всеки 15 cm до достигане на дълбочина 45 cm под дъното на предварително прокарания сондажен отвор.

В табл. 2 са представени броя на извършените опити във всеки проучвателен сондаж.

Табл. 2

№ на сондажа	Изпълнени стандартни пенетрационни тестове (SPT)	№ на сондажа	Изпълнени стандартни пенетрационни тестове (SPT)
МС 1	2	МС 14	6
МС 2	1	МС 15	4
МС 3	-	МС 16	4
МС 4	2	МС 17	3
МС 5	-	МС 18	7

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

№ на сондажа	Изпълнени стандартни пенетрационни тестове (SPT)	№ на сондажа	Изпълнени стандартни пенетрационни тестове (SPT)
МС 6	-	МС 19	2
МС 7	1	МС 20	2
МС 8	-	МС 21	4
МС 9	2	МС 22	3
МС 10	5	МС 23	3
МС 11	5	МС 24	3
МС 12	4	МС 25	1
МС 13	7		

Интервалите, в които са извършвани опитите в проучвателните сондажи са визуализирани в сондажните колонки (графично приложение №2), а резултатите от проведените опити са представени в таблично приложение №1.

4.3 Вземане на проби и лабораторни анализи

За определяне на физико-механичните показатели на разкритите литоложки разновидности са изследвани 181 бр. земни проби.

Пробите от ядковия материал са опаковани в полиетиленово фолио, облепвани със залепваща лента и надписвани.

Ядковия материал (без взетите проби) е нареждан в дървени сандъци, на които са отбелязвани номерата на сондажа, датата на сондиране и просондираният интервал. Снимковия материал за всеки сондаж е представен в приложение – снимков материал.

Лабораторните изследвания са извършвани по методики описани в БДС.

Протоколи от проведените лабораторни изследвания са представени в таблично приложение №2.

За определяне на агресивността на подземните води са взети и изследвани 10 бр. водни проби. Протоколи от проведените лабораторни изследвания са представени в таблично приложение №3.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

5 ГЕОЛОЖКИ СТРОЕЖ ПО ТРАСЕТО НА ТРЕТИ МЕТРОДИАМЕТЪР

Геоложката основа на проектното трасе е представена от седименти с кватернерна и плиоценска възраст. Преминатите по сондажен път геолого-литоложки разновидности са отразени подробно в съставените сондажни колонки – графично приложение № 2 към настоящия доклад.

На база резултатите от проведените полеви проучвателни дейности - проучвателни сондажи, стандартни пенетрационни опити (SPT) и извършените лабораторни изследвания са поделени следните инженерногеоложки пласта:

КВАТЕРНЕР

ПЛАСТ № 1 – Антропогенен насип, нееднороден. Установен е повсеместно по трасето на третиметродиаметър. Представен е от чакъли с пясъчлив запълнител, пясъчливи и прахови глини с чакълести включения и строителни отпадъци (бетон, тухли).

В участъците на пътните платна насипите изграждат конструкцията на пътя и са покрити с асфалтови и тротоарни настилки.

Установената дебелина на насипните материали в сондажите е представена в табл. 3, графични приложения № № 2 и 3.

Табл. 3

Сондаж №	МС2	МС3	МС4	МС5	МС6	МС7	МС8	МС9
Дебелина на насипа, m	0.8	0.8	0.9	2.4	2.7	4.2	3.3	1.0

Табл. 3 - продължение

Сондаж №	МС10	МС11	МС12	МС13	МС14	МС15	МС16	МС17
Дебелина на насипа, m	0.5	3.5	2.0	1.8	1.4	1.6	2.2	2.0

Табл. 3 - продължение

Сондаж №	МС18	МС19	МС20	МС21	МС22	МС23	МС24	МС25
Дебелина на насипа, m	1.8	2.6	3.0	2.0	2.6	-	2.2	-

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Пласт 1 е непригоден като земна основа за фундиране на фундаменти на естакадата и се отнася към група “Б”, съгласно НППФ, с категория на разработване IV - “тежки земни почви”.

Съгласно правилник за извършване на строителни работи, препоръчителния временен наклон при ненатоварен откос на дълбочина до 3,0 m е 53° (1:0,75).

При натоварен откос на дълбочина до 3,0 m препоръчителният откос се изменя както следва:

- при статичен товар – 45° (1:1);
- при динамичен товар – 39° (1:1.25).

Препоръчителен временен наклон при ненатоварен откос на дълбочина от 3.0 до 6,0 m – 34° (1:1.5).

Пласт № 1 е непригоден като земна основа за извършване на обратни засипки.

ПЛАСТ № 2 – Почвен слой – установен е в сондажи №№ МС1, МС2, МС3, МС4, разположени в участъка на кв. Овча купел - от km 14+150 до km 15+730. Към пласта са причислени и черните глини (смолници), които са богати на хумус и тяхното образуване е свързано с почвообразователните процеси. Тяхната дебелина достига до 1.0-1.5 m.

В участъка на Депото и Метростанция 2 – сондажи МС25 и МС23, установеният почвен слой е с дебелина 0.3 m.

Пласт № 2 е непригоден като земна основа за фундиране на естакадата.

ПЛАСТ № 3 – Глинести и глинесто-пясъчливи свързани почви. Към пласта са причислени установените по време на проучвателното сондиране прахови, прахово-пясъчливи и чакълести глини.

С по-голяма дебелина (над 2.0 m) кватернерните глинести разновидности от пласта са установени в сондажи МС3, МС4, МС6, МС8, попадащи в участък от km11+880 до km 14+810. Долнището на пласта заляга на дълбочина 4.5-6.6 m и в следващата фаза на проектиране е необходимо да бъдат подробно изследвани като вероятна земна основа за фундиране на опорите на естакадата.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

В участъка на тунелно строителство строителните почви от пласта имат отношение към укрепителните конструкции на изкопите за метростанциите. В централната градска част строителните почви от пласта са иззети.

В сондажи МС 24 и МС 25 прокарани в зоната на Метростанция 1 и Депото, кватернерните прахови и прахово-песъчливи глини се явяват като прослойки с дебелина до 2.0 m в чакълесто-песъчливите отложения (пласт 4) и имат второстепенно значение към условията на фундиране на опорите на естакадата.

За характеризиране на строителните почви от пласта за взети и изследвани 7 бр. ненарушени проби.

Минималните, максималните и средните (характеристични стойности) на показателите, характеризиращи физичните свойства, както и коефициентът на вариация са представени в табл. 4.

Табл. 4

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V, %
Обемна плътност $\rho_n, g/cm^3$	1,86	2,10	1,97	0,080	4,0
Специфична плътност $\rho_s, g/cm^3$	2,61	2,73	2,67	0,048	1,8
Обемна плътност на скелета $\rho_d, g/cm^3$	1,57	1,79	1,63	0,077	4,7
Обем на порите n	0,32	0,42	0,39	0,031	8,1
Коефициент на порите e	0,47	0,73	0,64	0,079	12,4
Водно съдържание $W, \%$	16,10	25,12	20,63	3,227	15,6
Граница на протичане $W_l, \%$	31,77	60,02	45,35	11,696	25,8
Граница на източване $W_p, \%$	14,92	25,74	20,64	3,997	19,4
Показател на пластичност $I_p, \%$	14,49	35,95	24,71	8,024	32,5
Показател на консистенция I_c	0,57	1,17	0,95	0,183	19,2
Степен на водонасищане S_r	0,67	0,98	0,87	0,102	11,7

От зърнометричните криви на анализирани проби се вижда, че по състав фракцията <0.005 mm (глина) варира в широки граници – от 18 до 56 %, средно 37 %.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Праховата фракция варира от 30 до 56 %, средно 45 %, а сумата от средните стойности на фракциите „пясък“ и „чакъл“ е 18 %.

По показател на консистенция I_c , изследваните проби се характеризира като средно до твърдопластични. По степен на водонасищане S_r , се определят като „влажни“ и „много влажни“. По показател на уплътненост (обемна плътност на скелета), изследваните проби се отнасят към средно до силно уплътнените.

За определяне на деформационните характеристики на глинестите разновидности, които са установени като прослойки в чакълесто-песъчливите отложения (МС24 и МС25) са изследвани 3 бр. проби. Получените резултати са представени в табл. 5.

Табл. 5

ЛАБОРАТОРЕН НОМЕР	5096	5094	5091
ПРОУЧВАТЕЛНА ИЗРАБОТКА	МС 25	МС 24	МС 24
ДЪЛБОЧИНА, m	8.8 - 9.0	16.0 - 16.3	5.0 - 5.2
ВЕРТИКАЛНО НАТОВАРВАНЕ	КОМПРЕСИОННИ МОДУЛИ M [MPa]		
$\sigma = 0,1MPa$	7,0	7,5	4,7
$\sigma = 0,2MPa$	11,9	12,8	8,2
$\sigma = 0,3MPa$	13,8	18,4	9,1

За определяне на якостните показатели на глините от посочените в табл. 5 сондажи и интервали са проведени. едноплоскостни срязвания в условия на консолидирано недренирано състояние. Получени са следните характеристични стойности:

- Тъгъл на вътрешно триене $\varphi - 21^\circ$;
- Кохезия $C, -24.0$ kPa.

Пласт 3 се отнася към група “Б”, съгласно НППФ, с категория на разработване III - “средно земна почва”.

Съгласно правилник за извършване на строителни работи, препоръчителния временен наклон при ненатоварен откос на дълбочина до 3,0 m е 76° (1:0.25).

При натоварен откос на дълбочина до 3,0 m препоръчителният откос се изменя както следва:

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

- при статичен товар – 63°(1:0.5);
- при динамичен товар –63° (1:0.5).

Препоръчителен временен наклон при ненатоварен откос на дълбочина от 3.0 до 6,0 m– 56 ° (1:0.67).

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели и „Норми за проектиране на плоско фундиране”, 1996 г., за Пласт 3 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 6:

Табл. 6

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 3
Изчислително натоварване Ro (MPa)	0.2
Обемно тегло (kN/m ³)	19.7
Компресионен модул, MPa	8.0
Модул на обща деформация Eo	16.0
Кохезия С (kPa)	24.0
Ъгъл на вътрешно триене φ°	21.0

ПЛАСТ № 4 – Пластът е представен предимно от дребни до средни чакъли, с кафяв до жълтокафяв глинесто-песъчлив запълнител. Песъчливата и глинестата фракции се променят незакономерно както в хоризонтално, така и във вертикално направление. Визуално определен, петрографският състав на чакълестите късове е предимно от андезит и пясъчници. Късовете са изветрели в различна степен.

Кватернерните чакъли в разреза образуват издържан пласт за цялото трасе, с изключение на участъците където са иззети. Долницето на пласта е маркираща граница, отделяща кватернерните от плиоценските седименти в интервала от km. 5+700 до km + 15+700 и заляга на максимална дълбочина 4.0 m.

В участъка на MC23, MC24 и MC25 чакълите изграждат незаливна алувиална тераса, като долницето на пласта е преминало в сондаж MC24 на дълбочина 16.4 m

За характеризирание на зърнометричния състав на чакълесто-песъчливите отложения са взети и изследвани б бр. нарушени проби от сондажи MC23, MC24 и MC25. Съгласно БДС 676/85 г. пробите от пласта се класифицират като: „чакълест“ и „глинест“ пясък, „среден“ и „дребен“ чакъл.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За полево определяне на якостните и деформационни показатели са проведени 7 бр. стандартни пенетрационни теста SPT. В таблица 7 са представени резултатите за показателите относителна плътност, ъгъл на вътрешно триене и модул на обща деформация, получени при обработка на данните от пенетрационните опити.

Табл. 7

Сондаж №	Nspt	Относителна плътност (%)	Ъгъл на вътрешно триене (°)	Модул на обща деформация Eo (MPa)
MC 23	71,8	100.00	44,5	68,5
MC 23	41,9	56,49	37,6	16,76
MC 23	66,8	55,12	40,7	29,7
MC 24	40,9	94,45	39,7	18,3
MC 24	28,9	47,53	38,0	13,0
MC 24	55,8	52,49	40,1	24,9
MC 25	105,7	100.00	44,5	103,4
Средна стойност	58,8	72,3	40,7	39,2

В съответствие с получените лабораторни резултати, полево определените яккостно-деформационни показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 8:

Табл. 8

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 4
Изчислително натоварване Ro (MPa)	0.3
Обемно тегло (kN/m ³)	22.0
Модул на обща деформация Eo	39.2
Ъгъл на вътрешно триене φ°	40.7

ПЛИОЦЕНСКИ СЕДИМЕНТИ

Както най характерна особеност на плиоценските седименти се явява тяхната честа фащиална промяна, свързана с непостоянство в състава, свойствата и цвета на литоложките разновидности, както във вертикална, така и в хоризонтална посока и редуването им в разрез.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Изхождайки от различията, обусловени от цвета, състава и свойствата на седиментите от различни нива на плиоцена могат да се отделят 2 инженерногеоложки комплекса.

ГОРЕН ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОЖКИ КОМПЛЕКС (ЖЪЛТОКАФЯВ)

Литоложките разновидности от жълтокафявия комплекс са отлагани при изплитняването на езерния басейн при по-променливи и по динамични условия на седиментация в сравнение с тези на долния инженерногеоложки комплекс. Наличието на жълти и ръждиви оцветявания, освен на вторично окисляване при изветрителните процеси и влиянието на подземните води след осушаване на басейна се дължи и на окислителни процеси при самите условия на образуване.

В настоящото инженерногеоложко проучване са отделени 4 инженерногеоложки разновидности, отнасящи се към горния (жълтокафяв) комплекс:

ПЛАСТ № 5 – Прахови глини. Установени са в 14 бр. от прокараните проучвателни сондажи:

- В източната надземна част от трасето са установени в сондажи №№ МС1, МС2, МС3, МС4 и МС 5, където залягат непосредствено под кватернерните седименти и образуват сравнително издържан пласт. Горницето на пласта зяляга непосредствено под кватернерните седименти а долницето не е преминато до дълбочина 12.0 m в сондажи МС 2, МС3 и МС5. Поради голямото отстояние между сондажите (до 900 m), непрекъснатост на пласта в участъка от km 13+235 (МС6) до km. 15+590 (МС1) в този етап на проучване не може категорично да се установи. Между сондажи МС5 и МС6 съществува тектонска граница, за което свидетелства разката смяна на литоложките разновидности, причислени към двата инженерногеоложки комплекса на плиоцена - жълтокафявия и сивозеления. До навлизане на трасето в подземната част (km 11+880) праховите глини не са установени (сондажи МС 6, МС7 и МС8) – графични приложения №№ 2 и 3;

- В подземната част от трасето – от km 4+685 до km 11+875 праховите глини от горния инженерногеоложки комплекс на неогена са установени в 8 от

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

14 бр. сондажа, попадащи в този участък. С по-голяма дебелина от 3.0 m строителните почви са установени в сондажи МС 16 и МС 22;

- В западната надземна част от трасето праховите глини не са достигнати посредством сондажи МС23, МС24 и МС25 до дълбочина до 20 m, където кватернерните алувиални седименти са със значителна дебелина.

За охарактеризиране на физичните показатели на установените прахови глини от комплекса са използвани лабораторните изследвания за 26 земни проби. Минималната, максималната и средната стойност на основните показатели, характеризиращи физичните свойства на инженерногеоложката разновидност са представени в табл. 9. Определени са и средноквадратичното отклонение както и коефициентът на вариация.

Табл. 9

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична (средна) стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V, %
Обемна плътност $\rho_n, g/cm^3$	1,71	2,02	1,90	0,084	4,42
Специфична плътност $\rho_s, g/cm^3$	2,55	2,74	2,64	0,053	2,00
Обемна плътност на скелета $\rho_d, g/cm^3$	1,28	1,72	1,53	0,123	8,04
Коефициент на порите e	0,55	1,14	0,74	0,158	21,33
Водно съдържание W, %	17,48	37,98	24,11	4,768	19,77
Граница на протичане W _l , %	35,06	69,42	49,24	8,105	16,46
Граница на източване W _p , %	14,31	37,68	24,65	5,449	22,10
Показател на пластичност I _p , %	17,63	38,32	24,59	5,851	23,80
Показател на консистенция I _c	0,42	1,40	1,00	0,223	22,35
Степен на водонасищане S _r	0,71	1,00	0,88	0,059	6,72

Въз основа на извършените лабораторни анализи могат да се направят следните заключения за по-важните физични показатели, характеризиращи пласта:

- По показател I_c, изследваните проби се класифицират в „меко-“, „средно-“ и „твърдопластчина“ консистенция;

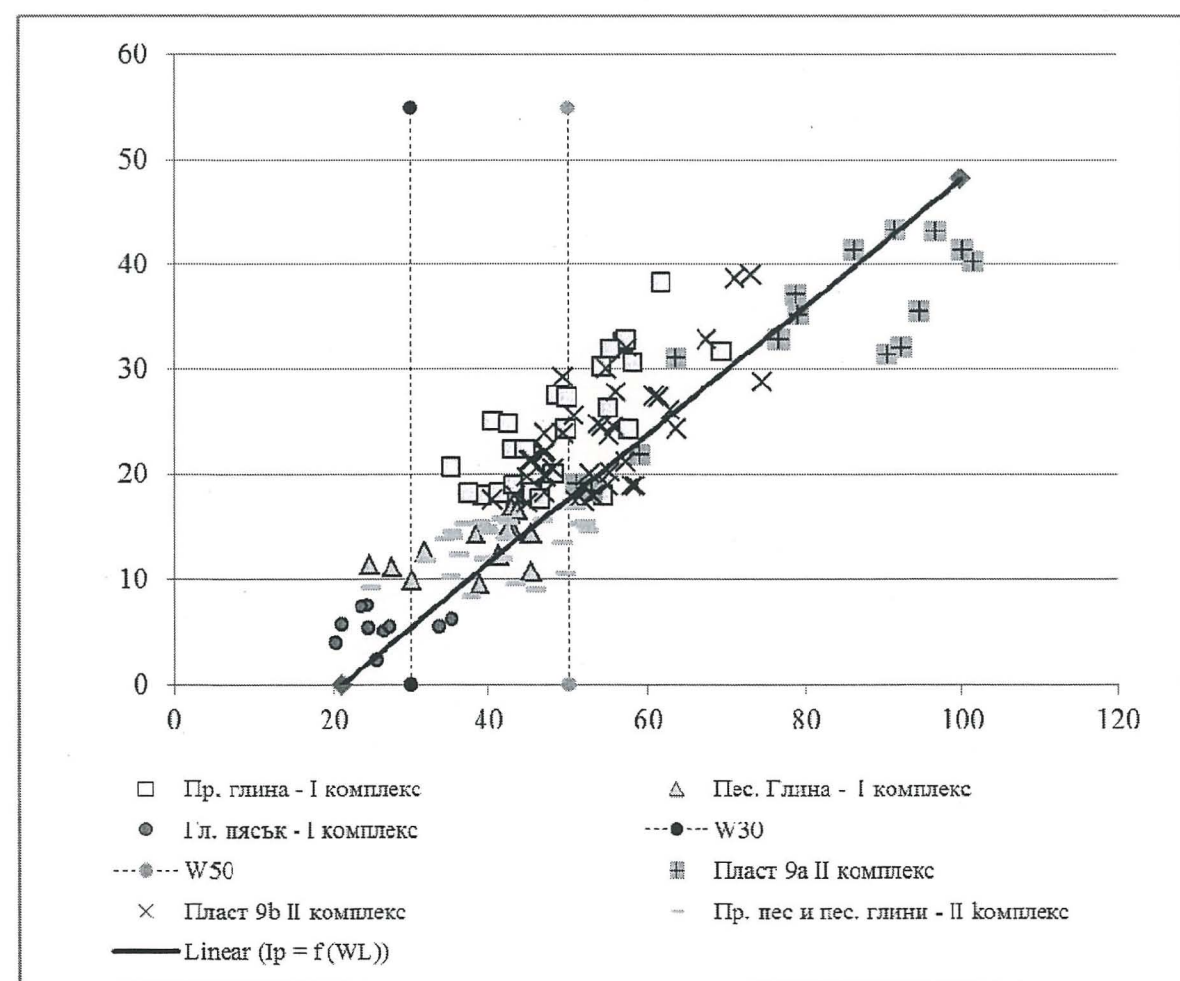
ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

- По степен на водонасищане S_r , пробите се характеризират като „влажни“, „много влажни“ и „водонаситени“;
- По показател на уплътненост (обемна плътност на скелета), изследваните проби преобладаващо се отнасят към средно уплътнените.

От определения зърнометричен състав се вижда, средната стойност на фракцията <0.005 (глина) е 38.0 %, а на праховата - 46 %. Песъчливата фракция варира от 0.0 до 25.0 %, а средната стойност е 12 %.

Съгласно диаграмата на Казаграде по пластичност, праховите глини от пласт 5 попадат в участък, който ги характеризира като: „глини без органични останки, със средна и висока пластичност“.



Фиг. 2 - Диаграма на пластичност по Казаграđe

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За определяне на якостните показатели в лабораторни условия са проведени 17 бр. едноплоскостни срязвания в условия на консолидирано-недренирано състояние на почвените образци. Получени са следните характеристични (нормативни) стойности:

- Ъгъл на вътрешно триене $\varphi - 22.3^\circ$;
- Кохезия $C, - 43.8 \text{ kPa}$.

За определяне на деформационните характеристики на пласта са изследвани 14 бр. проби. В таблица 10 са представени осреднени стойности за получените компресионни модули.

Табл. 10

Вертикален товар σ [MPa]	Компресионен модул M [MPa]
0.1	5.8
0.2	9.0
0.3	11.0

По време на проучвателното сондиране е проведен пенетрационен опит (SPT) в сондаж МС1. Получените показатели след обработка на данните са представени в табл. 11 и таблично приложение № 1.

Табл. 11

Nspt	Дълбочина (m)	Недренирана стойност C_u kPa	Компресионен модул, MPa	Модул на обща деформация, MPa
25.9	7.75	96.6	11.7	25.4

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели, полевите проучвания и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., за Пласт 5 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 12:

Табл. 12

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 5
Изчислително натоварване R_0 (MPa)	0.23
Обемно тегло (kN/m^3)	1.90
Компресионен модул, MPa	9.0
Модул на обща деформация E_0	18.0
Кохезия C (kPa)	43.8
Ъгъл на вътрешно триене φ°	22.3
Недренирана кохезия C_u (kPa)	96.6

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

ПЛАСТ № 6 - Глина пясъчлива до прахово-пясъчлива жълтокафява, с тънки пясъчливи прослойки. Установени са в 9 бр. от прокараните проучвателни сондажи (общо 25):

- В източната надземна част от трасето, готрницето на пласта е установено на дълбочина 11.6 m, а долницето не е преминало;
- В подземната част от трасето – от km 4+685 до km 11+875 пясъчливите и прахово-пясъчливите глини от горния инженерногеоложки комплекс на неогена са установени в 7 от 14 бр. сондажа, попадащи в този участък. С по-голяма дебелина, строителните почви са установени в сондажи МС22;
- В западната надземна част от трасето са достигнати посредством сондажи МС24 на дълбочина до 15.4-16.4 m

За охарактеризиране на физичните показатели пласта са използвани резултатите от лабораторните изследвания за 14 бр. земни проби. Минималната, максималната и средната стойност на основните показатели, характеризиращи физичните свойства на инженерногеоложката разновидност са представени в табл. 13. Определени са и средноквадратичното отклонение както и коефициентът на вариация.

Табл.13

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична (средна) стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V, %
Обемна плътност $\rho_n, g/cm^3$	1,74	2,08	1,91	0,095	5,00
Специфична плътност $\rho_s, g/cm^3$	2,58	2,71	2,65	0,037	1,38
Обемна плътност на скелета $\rho_d, g/cm^3$	1,36	1,80	1,56	0,130	8,33
Коефициент на порите e	0,51	0,94	0,71	0,137	19,24
Водно съдържание W, %	15,62	31,90	22,92	4,429	19,32
Граница на протичане W _l , %	24,66	45,48	38,52	6,750	17,52
Граница на източване W _p , %	13,28	34,81	25,28	5,776	22,84
Показател на пластичност I _p , %	9,57	16,85	13,24	2,382	17,99
Показател на консистенция I _c	0,76	2,04	1,18	0,318	26,81
Степен на водонасищане S _r	0,73	0,91	0,85	0,047	5,50

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Въз основа на извършените лабораторни анализи могат да се направят следните заключения за по-важните физични показатели, характеризиращи пласта:

- По показател I_c, изследваните проби се класифицират в „средно-“ и „твърдопластчина“ консистенция;
- По степен на водонасищане S_r, пробите се характеризират като „влажни“ и „много влажни“;
- По показател на уплътненост (обемна плътност на скелета), изследваните проби преобладаващо се отнасят към средно уплътнените.

От определения зърнометричен състав се вижда, средната стойност на фракцията <0.005 (глина) е 21 %, на праховата - 57 %, а на пясъчливата 21 %.

Съгласно диаграмата на Казагранде по пластичност, пясъчливите глини от пласт 6 попадат в участък, който ги характеризира като: „глини без органични останки, със средна пластичност“.

За определяне на якостните показатели в лабораторни условия са проведени 10 бр. едноплоскостни срязвания в условия на консолидирано-недренирано състояние на почвените образци. Получени са следните характеристични (нормативни) стойности:

- Тъгл на вътрешно триене $\phi - 29.8^\circ$;
- Кохезия C, – 53.3kPa.

За определяне на деформационните характеристики на пласта са изследвани 6 бр. проби. В таблица 14 са представени осреднени стойности за получените компресионни модули.

Табл. 14

Вертикален товар σ [MPa]	Компресионен модул M [MPa]
0.1	5.9
0.2	10.4
0.3	12.6

По време на проучвателното сондиране е проведен пенетрационен опит (SPT) в сондаж МС1. Получените показатели след обработка на данните са представени в табл. 15 и таблично приложение 1.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 15

Nspt	Дълбочина (m)	Недренирана стойност C_u kPa	Компресионен модул, МРа	Модул на обща деформация, МРа
30.9	7.75	113.4	13.9	30.3

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели, полевите проучвания и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., за Пласт 5 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 16:

Табл. 16

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 6
Изчислително натоварване R_0 (МРа)	0.23
Обемно тегло (kN/m^3)	19.1
Компресионен модул, МРа	10.4
Модул на обща деформация E_0	20.8
Кохезия C (kPa)	53.3
Ъгъл на вътрешно триене ϕ°	29.8
Недренирана кохезия C_u (kPa)	113.4

ПЛАСТ № 7 – Глинести пясъци, ръждивокафяви, ръждиви, преобладаващи на места в пясъчливи глини. Разпространението им е пространствено неиздържано, под формата на изклиняващи прослойки със значителна дебелина до 3-4 m, с изключение на сондаж МС 17, където установената дебелина на пласта е 10.9 m..

За охарактеризиране физичните свойства на строителната почва са използвани лабораторните резултати от 10 бр. земни проби. Минималната, максималната и средната стойности на получените физични показатели са представени в табл. 17.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 17

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична (средна) стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V , %
Обемна плътност ρ_n , g/cm^3	1,86	2,10	1,95	0,065	3,34
Специфична плътност ρ_s , g/cm^3	2,60	2,70	2,66	0,036	1,34
Обемна плътност на скелета ρ_d , g/cm^3	1,52	1,81	1,64	0,088	5,37
Обем на порите n	0,31	0,43	0,39	0,034	8,79
Водно съдържание W , %	14,50	24,27	19,38	3,318	17,12
Граница на протичане W_L , %	20,33	35,21	26,22	4,603	17,56
Граница на източване W_p , %	15,29	29,03	20,72	4,683	22,60
Показател на пластичност I_p , %	2,38	7,54	5,50	1,444	26,27
Показател на консистенция I_c	0,48	2,68	1,32	0,591	44,67
Степен на водонасищане S_r	0,71	0,93	0,82	0,072	8,82

От зърнометричните криви на анализирани проби се вижда, че по състав фракцията <0.005 mm (глина) е средно 13 %. Праховата фракция варира в широко граници от 13 до 55 %, средно 28 %. Процентното съдържание на пясък е в границите от 16 до 76 %, средно 56 %. Средното процентно съдържание на чакъл е 2%.

Съгласно БДС 676/85 г. анализирани проби се класифицират като: „глинест пясък“ и „прахов глинест пясък“.

По време на проучвателното сондиране е изпълнен стандартен пенетрационен тест (SPT). Получените резултати са представени в табл. 18, таблично приложение № 1.

Табл. 18

Nspt	Относителна плътност (%)	Ъгъл на вътрешно триене ($^\circ$)	Модул на обща деформация E_0 (МРа)
67.8	62.9	30.0	21.2

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., за Пласт 9 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 19:

Табл. 19

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 7
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.22
Обемно тегло	19.5
Модул на обща деформация E_0	21.2
Ъгъл на вътрешно триене φ°	30.0

ПЛАСТ № 8 – Разнозърнести пясъци, на места с единични дребни чакъли, слабо заглинени, сбити. Установени са в 14 бр. от прокараните проучвателни сондажи (общо 25):

- В източната надземна част от трасето, не са установени;
- В подземната част от трасето – от km 4+685 до km 11+875 са установени в 13 от 14 бр. сондажа, попадащи в този участък (не са установени в сондаж МС20). Въпреки значителното си площно разпространение, не се установява закономерност в заложеността на пласта. Горницето се установява на дълбочина от 2.8 до 15.3 m, а долницето от 4.3 до 20.8;
- В западната надземна част от трасето са достигнати посредством сондажи МС24 на дълбочина до 16.4 m.

За охарактеризиране на зърнометричния състав на пясъците са използвани лабораторните изследвания за 9 бр. проби. Съгласно БДС 676/85 г. те се класифицират като: „дребен“, „среден“, „едър“ и чакълест пясък.

За полево определяне на якостните и деформационни показатели са проведени 22 бр. стандартни пенетрационни теста SPT. В таблица 20 са представени резултатите за показателите относителна плътност, ъгъл на вътрешно триене и модул на обща деформация, получени при обработка на данните от пенетрационните опити.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 20

	Nspt	Относителна плътност (%)	Ъгъл на вътрешно триене ($^\circ$)	Модул на обща деформация E_0 (МПа)
Средна стойност	47.6	71.2	38.8	25.7

В съответствие с получените лабораторни резултати, полево определените якостно-деформационни показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 21:

Табл. 21

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 8
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.25
Обемно тегло (kN/m^3)	21.6
Модул на обща деформация E_0	25.7
Ъгъл на вътрешно триене φ°	38.8

СИВОЗЕЛЕН КОМПЛЕКС НА НЕОГЕНА

ПЛАСТ № 9 – Прахови глини, сиви, сивозелени, тъмно-сивозелени до маслено зелени.

Установени са почти изцяло по трасето на трети метродиаметър. Изключение правят участъците:

- от km 0.0 до km 1+620 (сондажи с номера №№ МС 23, МС24 и МС 25) – графични приложения №№ 2 и 3.
- от km 13+235 (МС5) до km. 15+590 (МС1) - кв.Овча купел, където до проучваната дълбочина – 12.0-15.0 m не са установени– графични приложения №№ 2 и 3.

За характеризирание на физичните показатели на пласта са използвани резултатите от 56 бр. лабораторни анализа на проби от пласта. В резултат на извършените анализи, глините от пласт 9 могат да бъдат поделени на две групи:

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Пласт 9а – Прахови глинни с високи граници на пластичност, характерни за типичните прахови глинни от долния инженерногеоложки комплекс на неогена. Строителните почви от тази група са с малка степен на уплътненост „ ρ_{dcp} “ = 1.16 g/cm³, ниска средна стойност за обмната плътност „ ρ_n “ 1.63 g/cm³, което създава усещане за лека почва. Коефициента на порите „ e “ е по-голям от 1.0 и достига до максимална стойност 1.50. Отличават се с много високо водно съдържание – до 61.4 %. По показател на консистенция се класифицират като твърдопластични.

Съгласно диаграмата на Казагранде по пластичност, глините от пласт 9а попадат в участък, който ги характеризира като: „глини с органични останки“.

Пласт 9б - прахови глинни със сравнително висока средна стройност за показателя „обемна плътност“ - $\rho_n = 1.81$ g/cm³, средно уплътнени – „ ρ_d “ = 1.49 g/cm³, средна стойност на коефициент на порите „ e “ - по-малък от 1.0 и максимално водно съдържание 34.2 %.

Съгласно диаграмата на Казагранде по пластичност, глините от пласт 9б попадат в участък, който ги характеризира като: „глини без органични останки, със средна и висока пластичност“.

Различията във физичните свойства в двете разновидности на праховите глинни са представени в табл. 22

Табл. 22

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	ПЛАСТ 9а			ПЛАСТ 9б		
	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична стойност	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична стойност
Обемна плътност ρ_n , g/cm ³	1,47	1,78	1,63	1,76	1,97	1,87
Специфична плътност ρ_s , g/cm ³	2,38	2,68	2,53	2,44	2,75	2,62
Обемна плътност на скелета ρ_d , g/cm ³	0,95	1,33	1,16	1,33	1,67	1,49
Коефициент на порите e	1,01	1,50	1,20	0,56	0,98	0,76
Водно съдържание W , %	27,49	61,39	41,32	16,85	34,20	24,14
Граница на протичане W_l , %	51,04	101,55	81,05	40,64	74,69	54,01
Граница на източване W_p , %	32,02	61,26	47,45	20,12	45,87	30,45
Показател на пластичност I_p , %	18,39	43,29	33,60	17,24	39,03	23,56
Показател на консистенция I_c	0,79	2,03	1,18	0,91	1,81	1,25
Степен на водонасищане S_r	0,56	1,00	0,87	0,70	1,00	0,86

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	ПЛАСТ 9а			ПЛАСТ 9б		
	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична стойност	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична стойност
ЗЪРНОМЕТРИЧЕН СЪСТАВ						
Чакъл, %	0,00	0,34	0,02	0,00	17,42	1,01
Пясък, %	0,13	24,40	9,39	0,00	33,72	9,16
Прах, %	33,16	71,56	54,78	26,43	79,88	57,58
Глина, %	14,08	60,89	35,81	13,23	71,34	32,26
Коефициент на разнорънност U						

За определяне на якостните показатели в лабораторни условия са проведени 35 бр. едноплоскостни срязвания консолидирано недренирано състояние. Получени са следните характеристични стойности:

- Ъгъл на вътрешно триене ϕ – 24.7°;
- Кохезия C , –54.2 kPa.

В лабораторни условия са определени деформационни характеристики на проби от пласт 9. В табл.23 са представени осреднени стойности за получените компресионни модули.

Табл. 23

Вертикален товар σ [MPa]	Компресионен модул M [MPa]
0.1	6.0
0.2	10.2
0.3	12.5

По време на проучвателното сондиране са изпълнени 2 бр. пенетрационни опита (SPT) в пластове 9а и 9б. Получените показатели след обработка на данните са представени в табл. 24 и таблично приложение 1.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 24

Проучвателен сондаж	Пласт	Nspt	Дълбочина (m)	Компресионен модул, МПа	Модул на обща деформация МПа
МС 5	9a	26,919	20,25	12,11	26,4
МС 21	9b	37,886	27,25	17,05	37,15

Получените разлики в деформационните показатели за пластове 9a и 9b съответстват на различията във физичните свойства на двете разновидности на праховите глини, които не са установени в лабораторни условия. В тази връзка в следващата фаза на проектиране, препоръчваме да бъдат предвидени по-голям полеви опити „in situ“.

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., за Пласт 9 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 25:

Табл. 25

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 9
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.28
Обемно тегло	18.0
Компресионен модул, МПа	10.2
Модул на обща деформация E_0	20.4
Кохезия C (кПа)	54.2
Ъгъл на вътрешно триене ϕ°	24.7
Недренирана кохезия C_u (кПа)	290.0

ПЛАСТ № 10 – Песъчливи и прахово-песъчливи глини, сиви

Установени са с проучвателни сондажи №№ 7, 8, 9, 10, 13, 14, 18, 19, 20, 21 на дълбочина под 12.0 m, с изключение на сондаж МС 20 където се установяват в близост до повърхността на терена.

Участъка, в които са установени е от km 5+075 до km 12+405 и попада изцяло в зоната на тунелно строителство — графични приложения №№ 2 и 3.

За характеризирание на пласта са използвани резултатите от 29 бр. лабораторни анализа на проби от пласта. В резултат на извършените анализи са определени, минималната, максималната, средната стойност на основните показатели,

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

характеризиращи физичните свойства на инженерногеоложката разновидност, като са определени и средноквадратичното отклонение и коефициентът на вариация. Данните са представени в табл. 26.

Табл. 26

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична (средна) стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V , %
Обемна плътност ρ_n , g/cm ³	1,81	2,04	1,91	0,056	2,9
Специфична плътност ρ_s , g/cm ³	2,53	2,76	2,66	0,045	1,7
Обемна плътност на скелета ρ_d , g/cm ³	1,37	1,77	1,57	0,096	6,1
Коефициент на порите e	0,47	0,94	0,70	0,107	15,2
Водно съдържание W , %	13,01	31,69	22,07	4,668	21,2
Граница на протичане W_l , %	24,78	52,46	41,75	6,771	16,2
Граница на източване W_p , %	15,53	39,08	28,52	6,277	22,0
Показател на пластичност I_p , %	8,40	16,75	13,23	2,326	17,6
Показател на консистенция I_c	0,54	2,53	1,50	0,458	30,6
Степен на водонасищане S_r	0,67	0,97	0,83	0,081	9,7

Въз основа на извършените лабораторни анализи могат да се направят следните заключения за по-важните физични показатели, характеризиращи пласта:

- Съгласно БДС 676/85 г. изследваните проби се класифицират като: ”прхова песъчлива“ и ”песъчлива“ глина;
- По показател I_c , изследваните проби се класифицират в среднопластична и твърдопластична консистенция;
- По степен на водонасищане S_r , пробите се характеризират като „влажни“ и „много влажни“;
- По показател на уплътненост (обемна плътност на скелета), изследваните проби преобладаващо се отнасят към средно уплътнените.

Съгласно диаграмата на Казагранде по пластичност, глините от пласт 9a попадат в участък, който ги характеризира като: „глини с органични останки“.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За определяне на якостните показатели в лабораторни условия са проведени 20 бр. едноплоскостни срязвания в условия на консолидирано недренирано състояние на почвените образци. Получени са следните характеристични (нормативни) стойности:

- Ъгъл на вътрешно триене $\varphi - 33.2^\circ$;
- Кохезия $C, - 43.3 \text{ kPa}$.

За определяне на деформационните характеристики на пласта са изследвани 18 бр. проби. В табл. 27 са представени осреднени стойности за получените компресионни модули.

Табл. 27

Вертикален товар σ [MPa]	Компресионен модул M [MPa]
0.1	5.5
0.2	10.0
0.3	13.3

По време на проучвателното сондиране са изпълнени 3 бр. пенетрационни опита (SPT). Получените показатели след обработка на данните са представени в табл. 28 и таблично приложение № 1.

Табл. 28

Проучвателен сондаж	Nspt	Дълбочина (m)	Недренирана стойност C_u kPa	Компресионен модул, MPa	Модул на обща деформация, MPa
МС 12	78,763	16,05	242,62	35,44	77,24
МС 12	87,736	17,45	260,56	39,48	86,04
МС 13	29,91	9,55	110,03	13,46	29,33
Средна стойност			204,40	29,46	64,20

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., за Пласт 9 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 29:

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 29

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 10
Изчислително натоварване R_0 (MPa)	0.22
Обемно тегло (kN/m^3)	19.1
Компресионен модул, MPa	10.0
Модул на обща деформация E_0	20.0
Кохезия C (kPa)	43.3
Ъгъл на вътрешно триене φ°	33.2
Недренирана кохезия C_u (kPa)	204

ПЛАСТ № 11 – Глинести и прахови глинести пясъци

Установени са с проучвателни сондажи №№ 7, 12, 16, 19, 20 и 22 на дълбочина под 13.0 m. Имат ограничено разпространение под формата на лещи и неиздържани в план прослойки.

Участъка, в който са установени попада в зоната на тунелно строителство — графични приложения №№ 2 и 3.

За характеризирание на пласта са използвани резултатите от 6 бр. проби. В резултат на извършените анализи са определени, минималната, максималната и средната стойност на основните показатели, характеризиращи физичните свойства на инженерногеоложката разновидност, като са определени и средноквадратичното отклонение и коефициентът на вариация. Данните са представени в табл. 30.

Табл. 30

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична (средна) стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V , %
Обемна плътност ρ_n , g/cm^3	1,79	1,99	1,88	0,705	37,5
Специфична плътност ρ_s , g/cm^3	2,66	2,72	2,68	0,018	0,7
Обемна плътност на скелета ρ_d , g/cm^3	1,44	1,71	1,57	0,595	37,9
Коефициент на порите e	0,55	0,89	0,72	0,293	40,9
Водно съдържание W , %	14,57	27,41	19,59	4,700	24,0

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ФИЗИЧЕСКИ СВОЙСТВА	Минимална стойност	Максимална стойност	Характеристична (средна) стойност	Средно квадратично отклонение σ	Коефициент на вариация, V, %
Граница на протичане W_l , %	21,70	34,66	26,47	4,634	17,5
Граница на източване W_p , %	15,31	28,29	21,13	4,613	21,8
Показател на пластичност I_p , %	3,43	6,60	5,34	1,224	22,9
Показател на консистенция I_c	0,75	1,87	1,31	0,335	25,6
Степен на водонасищане S_r	0,60	0,90	0,75	0,293	39,2

Въз основа на извършените лабораторни анализи могат да се направят следните заключения за по-важните физични показатели, характеризиращи пласта:

- Съгласно БДС 676/85 г. изследваните проби се класифицират като: "Глинест пясък" и „прахов глинест пясък“;
- По показател I_c , изследваните проби се класифицират в среднопластична и твърдопластична консистенция;
- По степен на водонасищане S_r , пробите се характеризират като „влажни“ и „много влажни“;
- По показател на уплътненост (обемна плътност на скелета), изследваните проби преобладаващо се отнасят към средно уплътнените.

От анализа на зърнометричния състав на пясъците е видно, че тези привързани към горния, жълтокав комплекс на плиоцена са по грубозърнести и разнзърнести, в сравнение с тези от долния комплекс. В тази връзка е следващият етап на проектиране е необходимо да бъде изследвана склонността на равнзърнестите и водонаситени пясъци към втечняване под въздействие на динамични товари.

За определяне на якостните показатели в лабораторни условия са проведени 2 бр. едноплоскостни срязвания в условия на консолидирано недренирано състояние на почвените образци. Получени са следните характеристични (нормативни) стойности:

- Ъгъл на вътрешно триене ϕ – 34.3°;
- Кохезия C , – 33.6 kPa.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За определяне на деформационните характеристики на пласта е изследвана проба с лабораторен номер 5079 . В табл.31 са представени осреднени стойности за получените компресионни модули.

Табл. 31

Вертикален товар σ [MPa]	Компресионен модул M [MPa]
0.1	7.4
0.2	12.2
0.3	16.8

В съответствие с получените лабораторни резултати за физико-механичните показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., за Пласт 11 са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 32.

Табл. 32

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 11
Изчислително натоварване R_o (MPa)	0.22
Обемно тегло (kN/m^3)	18.8
Модул на обща деформация E_o	25.0
Ъгъл на вътрешно триене ϕ	30.0

ПЛАСТ № 12 – Дребно до среднозърнести пясъци, на места с единични дребни чакъли, слабо заглинени, сбити. Установени са в 15 бр. от прокараните проучвателни сондажи (общо 25):

- В източната надземна част от трасето - установени са с проучвателен сондаж МС 7 на дълбочина 19.0 m;
- В подземната част от трасето – от km 4+685 до km 11+875 са установени в 13 от 14 бр. сондажа, попадащи в този участък (не са установени в сондаж МС17). Горнището на пласта заляга на дълбочина под 13.0 m;
- В западната надземна част от трасето са достигнати посредством сондажи МС24 на дълбочина 19.0 m.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: - ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За охарактеризиране на зърнометричния състав на пясъците са използвани лабораторните изследвания за 166 бр. проби. Съгласно БДС 676/85 г. те се класифицират като: „дребен“ и „среден“ пясък.

За полево определяне на якостните и деформационни показатели са проведени 27 бр. стандартни пенетрационни теста SPT. В табл.33 са представени резултатите за показателите относителна плътност, ъгъл на вътрешно триене и модул на обща деформация, получени при обработка на данните от пенетрационните опити.

Табл. 33

	Nspt	Ъгъл на вътрешно триене (°)	Модул на обща деформация E ₀ (МПа)
Средна стойност	61.8	39.1	27.7

В съответствие с получените лабораторни резултати, полево определените яккостно-деформационни показатели и "Норми за проектиране на плоско фундиране", 1996 г., са определени следните характеристични (нормативни) стойности – табл. 34:

Табл. 34

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТ 12
Изчислително натоварване R ₀ (МПа)	0.25
Обемно тегло (kN/m ³)	22.0
Модул на обща деформация E ₀	27.7
Ъгъл на вътрешно триене φ°	39.1

6 ХИДРОГЕОЛОЖКИ УСЛОВИЯ

6.1 Регионални хидрогеоложки условия

Подземните води от територията на разглеждане са акумулирани основно в неспоени седименти с кватернерна и плиоценска възраст имащи съответно склонов (пролувиален), речен (алувиален) и езерно-блатен генезис.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Поради разслояването му от глинести прослойки и различната хидравлична свързаност на пясъчните пластовете, в регионален аспект, от хидрогеоложка гледна точка водонаситените плиоценски материали представляват нехомогенен и анизотропен водоносен комплекс, като по характер водите са ненапорни до напорни. Поради неиздържаните водоупори между отделните водоносни пластовете, може да се приеме, че те образуват общ водоносен хоризонт, чиято дебелина варира от 5-10 m до 250-300 m. В много участъци където е хидравлически свързан с кватернерните седименти той се разглежда общо с тях и се означава като кватернер-неогенски водоносен хоризонт.

Коефициентът на филтрация на плиоценските материали варира от 0.1 m/d до над 20 m/d. Водопроводимостите са от 40-50 m²/d до над 350 m²/d, като за източната част на Софийската котловина преобладаващите стойности са 200-400 m²/d, за градската част – средно около 150 m²/d, а за западната част – 100-200 m²/d.

6.1.1 Формиране на хидрогеоложките структури в хода на седиментното развитие на Софийския басейн

Седиментационните процеси през неозойския период от развитието на Софийския басейн са били моделирани основно от тектонските движения и акумулативната дейност на речни и езерни води. Вторичен фактор за седиментационните процеси е бил климата.

Оформянето на Софийския басейн започва през горния миоцен, вероятно в началото на меота, с понижаването на средната и северната части от басейна, отговарящи на най-дълбоките части на сегашния грабен (Каменов, Коюмджиева, 1983).

В края на понта и в началото на дака басейнът се е запълнил и е започнало изплитняването му. Езерните условия постепенно са се променили в езерно-блатни.

През този период са се отложили въглищата на Новиханския член на Лозенецката свита. Той представлява редуване на въглищни и глинесто-песъчливи пластовете – скали с ниска водопроницаемост от хидрогеоложка гледна точка.

Понижаването на басейна, особено на средните и източните му части, е продължило и през плиоцена. Речната система се е развила активно, при което са се натрупвали мощните предимно алувиални седименти на Лозенецката свита.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Янева предполага, че е съществувала добре развита речна мрежа, подобна на съвременната, при която реки са навлизали от всички страни в басейна, като в крайните части са били от типа на разклонящи се речни русла, а в централните постепенно са забавяли скоростта си и са преминавали в меандриращи. Много вероятно е и предположението на Коюмджиева (1983), че водите са се изтичали, както и днес на север, по течението на р. Искър. Тези погребани речни тераси са и основните водопроводящи зони в тялото на плиоценския водоносен комплекс.

Потъването на централните и югоизточни части на басейна е продължило и през дака, особено активно в района по реките Искър и Лесновска. Тук то се е компенсирало от усилена акумулация. Тези два процеса са довели до натрупването на отложения с дебелина превишаваща на места 250 m.

В края на плиоцена или в долния плейстоцен се е проявило доста интензивно движение по разломи, което е засегнало всички неогенски седименти, включително и Лозенецката свита.

6.1.2 Литостратиграфски особености на вместващата среда

Литостратиграфски материалите изграждащи геоложката среда по трасето на метроучастъка се отнасят към : Алувиални материали с холоценска възраст (Alluvial deposits with holocen age) и плиоценски седименти – Лозенецка свита (Pliocen deposits – Losenets formation).

Лозенецката свита (горен неогенски хоризонт – Антонов, Хр., 1956) е развита в целия Софийски грабен с изключение на периферната северна ивица (между с.с. Балша и Локорско), където изклива. На повърхността се разкрива в ръбовите части на басейна, а в централната част се припокрива от кватернерни отложения. Представена е основно от пясъци и глинни и техните производни форми. Пластовете са латерално неиздържани, незакономерно редуващи се в план и разрез. Рядко се срещат пластове набогатени с чакъли, и то основно в пространствата под алувиалните материали на дебелите речни тераси. Долната граница на Лозенецката свита в централните части на котловината е с плътни литифицирани глинни с миоценска възраст - Новиискърска свита

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Кватернерни материали

Централната част на Софийското поле е покрито от кватернерни алувиални (и смесените им форми – алувиално-пролувиални, алувиално-делувиални) образувания с променлива мощност. В района на кв. Левски Г кватернерните материали са представени предимно от алувиални пространствено издържани чакълесто-песъчливи разновидности с дебелина над 10 m. Това са плейстоценски стари речни тераси. В района на кв. Овча купел кватернерните материали са представени основно от пролувиални и алувиално-пролувиални форми. Коефициентите на филтрация са ниски – от порядъка на 1-2 m/d, поради наличието на значително процентно съдържание на глинестата фракция.

6.1.3 Тектоника

Отражението на тектонския елемент като фактор във формирането и движението на водите от плиоценския водоносен комплекс може да се проследи в два аспекта:

- ✓ Тектонското развитие на котловината като фактор при формиране на водоносната среда на плиоценския комплекс;
- ✓ Тектонският строеж като фактор на динамиката на водите от комплекса.

Тектонският строеж на подложката е особено важен с оглед на възможността за наличие на хидравлични връзки (преки или по разломни нарушения) между водите на подложката и плиоценския водоносен комплекс.

Софийската котловина има характер на грабеновидна депресия, стъпаловидно удълбочаваща се към централната си осова част по множество субпаралелни листрични разломи. При нейното формиране, определящо структурообразователно значение са имали и имат ориентираните надлъжно на котловината листрични разломи, довели до пространственото обособяване на листрични призми (Шанов, Цанков, Николов, Бойкова, Куртев, 1998). Последните са допълнително усложнени и разкъсани от напречни и коси разседни и разсед-отседни структури.

В района на гр. София са налице активни дизюнктивни нарушения, обхващащи целия плиоцен и кватернер. Проява на дизюнктивна тектоника са терасните образувания като Лозенецката тераса, терасата в района на храм А. Невски (заградени от север с предполагаеми и съществуващи разседи с посока почти И-З), терасата на

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

“Слатински редут” (кв. Слатина) и др. Друго доказателство за проявената дизюнктивна тектоника са термоминералните извори по линията гр. Банкя - кв. Горна Баня - кв. Княжево - кв. Панчарево. Тези диференциални тектонски движения продължават съществуването си и в момента. Свидетелство за това са отчетените чрез прецизни геодезични измервания движения в участъка между бул. Дондуков и ул. Московска. За период от 40 години е установено задигане на южния участък спрямо северния, като общата денивелация е била около 0.37 m. Последните изследвания на сеизмичната обстановка в Софийската котловина особено по-точната локализация на слабите земетресения също доказва, че тектонските процеси по активни разломни структури с генерално направление СИ-ЮЗ, не са затихнали (Josifov et al. 1996).

В югозападната част на котловината по геофизичен път са установени следните тектонски линии:

- Тектонска линия започваща на около 3 km западно от с. Долни Богров и завършваща североизточно от гр. Елин Пелин;
- Тектонска линия с посока изток-запад разположена на около 2 km северно от с. Казичене;
- Тектонска линия започваща от кв. Банкя, преминаваща през с. Иваняне като в източно направление по-нататък съвпада с регионалната тектонска линия от I ранг, преминаваща северно от Панчарево;
- Тектонска линия започваща от кв. Горна баня и продължаваща на изток на протежение 6 km,;
- Тектонска линия с дългообразна форма, която заедно с посочените по-горе две ограничават най-издигнатата част на простиращия се в североизточна посока андезитен масив;
- Тектонска линия минаваща през кв. Бояна. Простирайки се в източна посока линията завършва на около 1 km североизточно от кв. Драгалевци.

Първите три тектонски линии определят блоковия строеж на андезитния масив залягащ в района на гр. София. С тях са свързани термоминералните извори на Банкя, Горна баня, Овча купел и Софийски минерални бани.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

6.2 Локални хидрогеоложки условия в разглеждания метро участък

6.2.1 Обхват и съдържание на извършените хидрогеоложки проучвания

За определяне на водовместимостните и водопродимостните свойства на геоложката среда, която ще се засегне от трасето на метротрасето и най-вече за охарактеризиране на филтрационните свойства на средата около метростанциите, са направени изчисления за коефициентите на филтрация по направени зърнометрични анализи. За равностепенните разновидности, където е възможно приложението на методиките на Байер (Beyer 1964) и Хазен (Hazen 1893) са определени по аналитични зависимости коефициенти на филтрация. От всичките 181 бр. проби за подобно определение са използвани 27 броя проби, отговарящи на критериите на посочените автори.

Методът на Байер е приложим за почви удовлетворяващи условията: $0.05 \leq d_{10} \leq 0.6$ и $1 \leq U \leq 20$, където U е коефициента на разноразмерност а d_{10} – диаметърът под който частиците са по-малки от 10 % (диаметърът отговарящ на фракция под 10 % по зърнометричната крива). Докато този на Хазен при $U \leq 5$.

6.2.2 Резултати за аналитично определените филтрационни характеристики

Резултатите за коефициентите на филтрация са поместени в табл.35.

Табл.35

Сондаж №	Коефициенти на филтрация, m/d		k ср, m/d	Координати на опробването			Разновидност
	по Байер (Beyer 1964)	по Хазен (Hazen 1893)		X, m	Y, m	Z, m	
МС 7	15.4	17.7	16.6	40562.5	47715.5	556.72	Пласт 12
МС 7	11.9	12.8	12.4	40562.5	47715.5	559.47	Пласт 12
МС 10	12.1	13	12.6	41860.8	47461.2	562.03	Пласт 12
МС 10	13.6	15.5	14.6	41860.8	47461.2	571.93	Пласт 8
МС 11	12.1	13	12.6	42158.4	47372.1	543.25	Пласт 12
МС 11	14.6	16.9	15.8	42158.4	47372.1	554.35	Пласт 12
МС 11	12.5	13.6	13.1	42158.4	47372.1	562.25	Пласт 12
МС 11	14.7		14.7	42158.4	47372.1	563.7	Пласт 8
МС 11	16.6	19.6	18.1	42158.4	47372.1	567.7	Пласт 8
МС 12	40.1	49.1	44.6	42607.1	47396.3	564.57	Пласт 8

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Сондаж №	Коефициенти на филтрация, m/d		k ср, m/d	Координати на опробването			Разновидност
	по Байер (Beyer 1964)	по Хазен (Hazen 1893)		X, m	Y, m	Z, m	
МС 13	8.3	10.1	9.2	42823.9	47456.1	537.73	Пласт 12
МС 13	8.2	10	9.1	42823.9	47456.1	540.28	Пласт 12
МС 13	8.4	10.1	9.3	42823.9	47456.1	551.18	Пласт 12
МС 14	8.2		8.2	43401.1	48228.5	531.47	Пласт 12
МС 14	8.6		8.6	43401.1	48228.5	534.27	Пласт 12
МС 14	8.7		8.7	43401.1	48228.5	538.17	Пласт 12
МС 14	7.7		7.7	43401.1	48228.5	545.47	Пласт 12
МС 15	12.4	15.3	13.9	44167.1	48565.5	531.18	Пласт 9b
МС 15	12.3	13.4	12.9	44167.1	48565.5	533.43	Пласт 12
МС 16	17.4	20.4	18.9	44908.5	48463.9	524.44	Пласт 12
МС 17	8.1		8.1	45426.9	48675.6	529.1	Пласт 7
МС 18	9.1		9.1	45722.9	48682.6	509.99	Пласт 12
МС 18	8.1		8.1	45722.9	48682.6	527.89	Пласт 8
МС 18	12		12	45722.9	48682.6	530.09	Пласт 8
МС 19	8.2		8.2	46048.9	48741.7	504.1	Пласт 12
МС 23	82.8		82.8	49512.7	50860.9	509.84	Пласт 12
МС 23	10.6	13.5	12.1	49512.7	50860.9	513.34	Пласт 4

Трябва обаче да се има в предвид, че получените резултати отразяват филтрационните параметри на средата само за определени по равностепенности разновидности и тяхното значение трябва да се приема локално само за точката на опробване. Въпреки това е направен опит за по-грубо охарактеризиране на отделените ИГР като са използвани получените резултати за “k” от изчисленията въз основа на данните от зърнометричните анализи.

Коефициенти на филтрация по опробвани интервали са поместени в Табл.36.

Табл.36

Разновидност	Брой проби	Коефициенти на филтрация, m/d			Стандартно отклонение
		Среден	Минимален	Максимален	
Пласт 12	17	11.4	7.7	18.9	3.4
Пласт 4	2	47.5	12.1	82.8	50.0
Пласт 7	1	8.1			
Пласт 8	6	18.7	8.1	44.6	13.1
Пласт 9b	1	13.9			

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Във връзка с определяне на геотехническите условия във всички сондажи са измерени статични водни нива. Почти във всеки един от прокараните сондажи установеното стабилизирано статично водно ниво е над зоната на водопроявление, т.е. преминалите водосни хоризонти имат слабо напорен характер. Изключение правят само последните два сондажа МС 24 и МС 25, които преминават основно безнапорни алувиални пластове от чакълесто-песъчливи разновидности. В тях проявеното и установеното водно ниво е без промяна.

Данни за водните нива регистрирани в проучвателните изработки са представени в табл. 37.

Табл.37

Сондаж	Местоположение на точката			Водно ниво	
	Y, m	X, m	Кота терен, m	СВН, m	Кота СВН, m
МС 1	38627.2	48738.4	599.20	2.51	596.95
МС 2	38557.3	48264.3	613.81	3.15	611.01
МС 4	39256.0	47974.0	595.85	5.74	590.65
МС 6	40354.9	47890.4	580.60	10.10	570.80
МС 7	40562.5	47715.5	579.42	4.00	575.62
МС 8	41095.5	47719.3	583.76	15.10	568.96
МС 9	41448.5	47433.6	585.70	3.45	582.50
МС 10	41860.8	47461.2	580.33	6.00	574.63
МС 11	42158.4	47372.1	576.60	6.80	570.10
МС 12	42607.1	47396.3	572.92	5.70	567.52
МС 13	42823.9	47456.1	570.88	6.47	564.71
МС 14	43401.1	48228.5	565.37	17.30	548.37
МС 15	44167.1	48565.5	555.33	8.70	546.93
МС 16	44908.5	48463.9	547.34	9.80	537.84
МС 17	45426.9	48675.6	542.00	7.48	534.82
МС 18	45722.9	48682.6	538.69	5.46	533.53
МС 19	46048.9	48741.7	532.65	3.40	529.55
МС 20	46382.3	48865.7	534.15	2.40	532.05
МС 21	46596.2	49450.5	531.33	15.80	515.83
МС 22	46657.5	49636.7	530.33	5.02	525.63
МС 23	49512.7	50860.9	523.24	4.10	519.44
МС 24	50114.5	50212.0	523.00	2.90	520.40
МС 25	50441.6	50053.7	526.00	6.45	519.85

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За определяне на агресивността на достигнатите подземни води са взети 10 бр. водни проби от сондажи №№ МС13, МС14, МС15, МС16, МС17, МС18, МС19, МС20, МС21 и МС22 които са прокарани в участъка на тунелно строителство: - . Лабораторните анализи са извършени в „Евротест Контрол“ ЕАД, съгласно БДС 9075-89 и БДС 15704-83 – таблично приложение № 3.

На база на получените лабораторни резултати могат да се направят следните заключения.

- при $V/C \leq 0.46$ (несулфатоустойчив и сулфатоустойчив цимент) – неагресивна;
- при $V/C 0.46-0.56$ (несулфатоустойчив и сулфатоустойчив цимент) – неагресивна;
- при $V/C 0.56-0.60$ (несулфатоустойчив и сулфатоустойчив цимент) – неагресивна.

По БДС 15704 – 83 г. водата се характеризира с ниска корозионна агресивност по отношение на желязото в зависимост от рН и хлорните йони.

7 СЕИЗМИЧНОСТ

Проучваната площ попада в район с интензивност IX степен по скалата на МШК-64 и при оразмеряване на конструкциите следва да се използва коефициент на сеизмичност $K_s=0,27$.

Въз основа на проведените полеви проучвания е направена оценка на преминалите литоложки разновидности съгласно Наредба № РД-02-20-2/27.01.2012 г. за проектиране на сгради и съоръжения в земетръсни райони на Министерството на регионалното развитие и благоустройството. Получените резултати са представени в табл. 38.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 38

№ на пласта	Литолошко описание	Групи почви
1	Почвен слой;	-
2	Насипи;	-
3	Глинести и глинесто-песъчливи свързани почви	D
4	Чакъли и песъчливи несвързани почви	D
5	Прахови глини, жълто до ръждивокафява	D
6	Глина песъчлива до прахово-песъчлива жълтокафява, с тънки песъчливи прослойки	D
7	Глинести пясъци, ръждивокафяви, ръждиви, прехождащи на места в песъчливи глини	D
8	Разнозърнести пясъци, жълтокавяви, на места с единични дребни чакъли, слабо заглинени, сбити	D
9	Прахови глини, сиви, сивозелени, тъмно-сивозелени до маслено зелени	D
10	Песъчливи и прахово-песъчливи глини, сиви	D
11	Глинести и прахови глинести пясъци, сиви	D
12	Дребно до среднозърнести, пясъци, сиви,	D

8 УСЛОВИЯ НА ФУНДИРАНЕ

В резултат на проведените инженерногеоложки проучвания по трасето на трети метродиаметър (Идеен проект) са получени следните характеристични (нормативни) показатели за отделените пластове (табл.39).

Табл. 39

ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	ПЛАСТОВЕ СЪГЛАСНО ИНЖЕНЕРНОГЕОЛОЖКИ ПРОФИЛ									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Изчислително натоварване, R_0 (МРа)	0.2	0.3	0.23	0.23	0.22	0.25	0.28	0.22	0.22	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	19.7	22.0	19.0	19.1	19.5	21.6	18.0	19.1	18.8	22.0
Модул на обща деформация E_0 (МРа)	16.0	39.2	18.0	20.8	21.2	25.7	20.4	20.0	25.0	27.7
Кохезия C (кРа)	24.0	-	43.8	53.3	-	-	54.2	43.3	-	-
Ъгъл на вътрешно триене ϕ (°)	21.0	40.7	22.3	29.8	30.0	38.8	24.7	33.2	30.0	39.1
Недеренирана кохезия C_u (кРа)	-	-	96.6	113.4	-	-	290	204	-	-

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Посочените по-горе параметри обобщават цялата съвкупност от данни за определените физични, якостни и деформационни показатели на установените пластове по трасето на трети метродиаметър. За проектиране на метростанциите във фаза Идеен проект трябва да се използват характеристиките на строителните почви, които се отнасят за съответните съоръжения. Характеристични стойности на якостните и деформационни показатели за строителните почви за всяка станция са представени в табл. №№ 40 до 56.

Табл. 40

МЕТРОСТАНЦИЯ 19 (Моторен сондаж 1)				
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ				
Пласт №	3	5	6	7
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.2	0.23	0.23	0.22
Обемно тегло γ (kN/m ³)	19.6	19.9	20.8	20.1
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	16.0	16.8-23.6	20.8	25.2
Кохезия C (кПа)	24.0	24.0-48.0	53.3	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	21.0	18.8-28.0	29.8	40.0

Табл. 41

МЕТРОСТАНЦИЯ 18 (Моторен сондаж 2)			
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ			
Пласт №	3	5	7
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.2	0.23	0.22
Обемно тегло γ (kN/m ³)	18.8	19.5-20.2	19.7
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	16.0	15.2-15.8	23.5
Кохезия C (кПа)	24.0	22.0-46.0	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	21.0	18.3-24.0	38.0

Табл. 42

МЕТРОСТАНЦИЯ 17 (Моторен сондаж 4)			
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ			
Пласт №	3	5	7
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.2	0.23	0.22
Обемно тегло γ (kN/m ³)	18.8	18.8-19.7	19.1
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	16.0	13.2-16.8	31.3
Кохезия C (кПа)	24.0	36.0-41.3	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	21.0	20.3-23.75	37.5

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 43

МЕТРОСТАНЦИЯ 16 (Моторен сондаж 5)		
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ		
Пласт №	5	7
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.23	0.22
Обемно тегло γ (kN/m ³)	17.7-18.9	21.0
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	12.6-16.0	21.2
Кохезия C (кПа)	41.30	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	15.6-16.4	30

Табл. 44

МЕТРОСТАНЦИЯ 15 (Моторен сондаж 6)		
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ		
Пласт №	9a	3
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.28	0.2
Обемно тегло γ (kN/m ³)	15.7-16.0	18.8
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	14.6-27.0	16.0
Кохезия C (кПа)	32.0-46.7	24.0
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	14.6-17.7	21.0

Табл. 45

МЕТРОСТАНЦИЯ 14 (Моторен сондаж 9)							
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ							
Пласт №	3	4	5	8	9b	10	12
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.2	0.3	0.23	0.25	0.28	0.22	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	18.8	22.0	17.7	21.6	18.1-19.1	19.6	22.0
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	16.0	25.0	18.0	19.7	18.0-18.2	20.0	32.37
Кохезия C (кПа)	24.0	-	44.0	-	60.0-76.0	58.70	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	21.0	32.0	26.1	35.3	12.4-19.8	34.22	41.02

Табл. 46

МЕТРОСТАНЦИЯ 13 (Моторен сондаж 11)					
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ					
Пласт №	4	5	8	9b	12
Изчислително натоварване R_0 (МПа)	0.3	0.23	0.25	0.28	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	22.0	19.0	20.3-20.6	18.1-18.7	17.6
Модул на обща деформация E_0 (МПа)	25.0	18.0	12.6-14.3	18.0-20.2	26.6
Кохезия C (кПа)	-	43.8	-	40.0-69.3	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	32.0	22.3	38.3-38.5	28.4-32.2	37.5-38.0

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 47

МЕТРОСТАНЦИЯ 12 (Моторен сондаж 13)				
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ				
Пласт №	4	8	10	12
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.3	0.25	0.22	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	22.0	21.6	18.7-19.3	18.7-19.7
Модул на обща деформация Eo (МПа)	25.0	25.7	17.0-20.0	21.0-41.2
Кохезия С (кПа)	-	-	24.6-50.7	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	35.0	38.8	34.0-38.23	38.1-42.0
Недеренирана кохезия Cu (кПа)	-	-	110.03	-

Табл. 48

МЕТРОСТАНЦИЯ 11 (Моторен сондаж 14)						
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ						
Пласт №	3	5	8	9	10	12
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.2	0.23	0.25	0.28	0.22	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	19.7	18.4	21.6	16.3-16.6	18.5-19.0	19.5-20.0
Модул на обща деформация Eo (МПа)	16.0	18.0	25.7	22.0	17.4-24.4	28.0-28.8
Кохезия С (кПа)	24.0	66.7	-	29.3-69.0	24.0-61.2	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	21.0	25.17	38.8	21.3-31.8	31.0-37.6	39.4-40.8

Табл. 49

МЕТРОСТАНЦИЯ 10 (Моторен сондаж 15)						
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ						
Пласт №	4	5	7	8	9a	12
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.3	0.23	0.22	0.25	0.28	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	22.0	17.1-17.9	19.5	24.5	15.0-17.6	17.3-18.4
Модул на обща деформация Eo (МПа)	25.0	18.0	21.2	25.21	16.0-21.8	22.24
Кохезия С (кПа)	-	42.70	-	-	50.7-61.3	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	35.0	28.81	30.0	38.72	16.7-33.0	34.99
Недеренирана кохезия Cu (кПа)					303.91	-

Табл. 50

МЕТРОСТАНЦИЯ 9 (Моторен сондаж 16)						
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ						
Пласт № / Layer №	5	6	7	8	9b	11
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.23	0.23	0.22	0.25	0.28	0.22
Обемно тегло γ (kN/m ³)	18.3-19.4	18.0	19.5	20.1	16.8	17.9
Модул на обща деформация Eo (МПа)	18.0	20.8	21.2	26.2	21.4	27.53
Кохезия С (кПа)	33.3-34.7	53.3	-	-	70.70	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	28.8-29.7	29.8	30.0	40.5	15.64	39.22

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 51

МЕТРОСТАНЦИЯ 8 (Моторен сондаж 18)							
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ							
Пласт №	4	5	6	7	8	9b	12
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.3	0.23	0.23	0.22	0.25	0.28	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	22.0	17.6-18.6	19.3-20.5	19.0	19.0	18.2-19.1	24.5
Модул на обща деформация Eo (МПа)	25.0	20.6	23.2-26.4	13.2	18.0-23.2	19.6-26.2	40.0
Кохезия С (кПа)	-	46.70	28.0-37.3	-	-	29.3-56.0	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	35.0	27.47	36.1-35.7	36.22	39.30	32.6-35.4	41.0

Табл. 52

МЕТРОСТАНЦИЯ 7 (Моторен сондаж 20)					
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ					
Пласт №	4	9b	10	11	12
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.3	0.28	0.22	0.22	0.25
Обемно тегло (kN/m ³)	22.0	19.4	18.2-19.9	19.9	24.5
Модул на обща деформация Eo (МПа)	25.0	20.4	23.0-32.0	18.8	32.0
Кохезия С (кПа)	-	54.2	37.3-76.0	-	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	35.0	24.7	34.2-40.3	30	40.2

Табл. 53

МЕТРОСТАНЦИЯ 6 (Моторен сондаж 21)						
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ						
Пласт № / Layer №	5	6	7	9b	10	12
Изчислително натоварване Ro (МПа)	0.23	0.23	0.22	0.28	0.22	0.25
Обемно тегло γ (kN/m ³)	20.1	19.4	19.9	17.7-19.7	18.5-19.5	22.0
Модул на обща деформация Eo (МПа)	19.0	22.6	21.2	17.6-20.2	18.8-22.0	29.3
Кохезия С (кПа)	68.0	60.0	-	29.0-30.0	71.5-82.5	-
Ъгъл на вътрешно триене φ (°)	21.31	28.59	30	29.3-32.0	16.4-19.5	39.6
Недеренирана кохезия Cu (кПа)	-	-	-	-	276.25	-

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Табл. 54

МЕТРОСТАНЦИЯ 2 (Моторен сондаж 23)	
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ	
Пласт № / Layer №	4
Изчислително натоварване R_0 (МРа)	0.3
Обемно тегло (kN/m^3)	19.3
Модул на обща деформация E_0 (МРа)	16.8-68.0
Ъгъл на вътрешно триене $\varphi(^{\circ})$	37.6-44.5

Табл. 55

МЕТРОСТАНЦИЯ 1 (Моторен сондаж 24)			
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ			
Пласт №	3	4	6
Изчислително натоварване R_0 (МРа)	0.2	0.3	0.23
Обемно тегло (kN/m^3)	20.0-20.5	24.52	21.0
Модул на обща деформация E_0 (МРа)	16.4	18.29-24.89	25.6
Кохезия C (кРа)	24.0	--	57.30
Ъгъл на вътрешно триене $\varphi(^{\circ})$	29.25	39.74-40.11	39.35

Табл. 56

ДЕПО (Моторен сондаж 25)		
ХАРАКТЕРИСТИЧНИ СТОЙНОСТИ		
Пласт №	3	4
Изчислително натоварване R_0 (МРа)	0.2	0.3
Обемно тегло γ (kN/m^3)	20.5	22.0
Модул на обща деформация E_0 (МРа)	23.8	40.0
Кохезия C (кРа)	24.0	-
Ъгъл на вътрешно триене $\varphi(^{\circ})$	21.0	44.5

9 ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕПОРЪКИ

Проведените инженерногеоложки проучвания за целите на подготовка на инвестиционен проект за трети метрородиаметър на метрото в СОФИЯ „кв Княжево - ЦГЧ - бул. Ботевградско шосе“ за реализация като тип „леко метро“ обхващат изцяло участъка на подземно (тунелно) строителство и голяма част от терена, където се предвижда трасето да минава по естакада.

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“

ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

За установяване на литоложкия строеж на земната основа са прокарани са 25 бр. сондажа с максимална дълбочина 42.0 m, като общият просондиран метраж е 689.4 m. За определяне на физичните, якостни и деформационни характеристики на строителните почви са взети и изследвани 181 бр. проби, извършени са 71 бр. полеви опити – SPT. За определяне на агресивността на водата, са взети и изследвани 10 бр. водни проби от сондажи прокарани в участъка на подземно (тунелно) строителство.

В следващия етап на проектиране е необходимо да бъдат извършени допълнителни проучвания, с които да бъде детайлизиран съставения инженерногеоложки профил, да бъде изследвана склонността на пясъците към протичане, като и да бъде определен водопритока в строителните изкопи, които ще се реализират за строителството на метростанциите.

Съставили:

д-р инж. Васил Петров

инж. Любомир Ангелов

инж. Петър Стойнов

инж. Ася Манчова

инж. Васил Методиев

инж. Златко Ушев

ОБЕКТ: ПОДГОТОВКА НА ИНВЕСТИЦИОНЕН ПРОЕКТ ЗА ТРЕТИ МЕТРОДИАМЕТЪР НА МЕТРОТО В СОФИЯ „КВ КНЯЖЕВО - ЦГЧ - БУЛ. БОТЕВГРАДСКО ШОСЕ“ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ КАТО ТИП „ЛЕКО МЕТРО“
ЧАСТ: ИНЖЕНЕРНОГЕОЛЖКИ И ХИДРОГЕОЛОВКИ ПРОУЧВАНИЯ

Том I

Графични приложения

Графично приложение 1

Ситуация с местоположение на проучвателните сондажи по трасето на трети
метродиаметър, М 1:7000

КАРТА С МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ НА ПРОУЧВАТЕЛНИТЕ ИЗРАБОТКИ ПО ТРАСЕТО НА ТРЕТИ МЕТРОДИАМЕТЪР
М 1:7 000





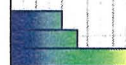


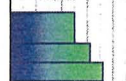
СОНДАЖНА КОЛОНКА

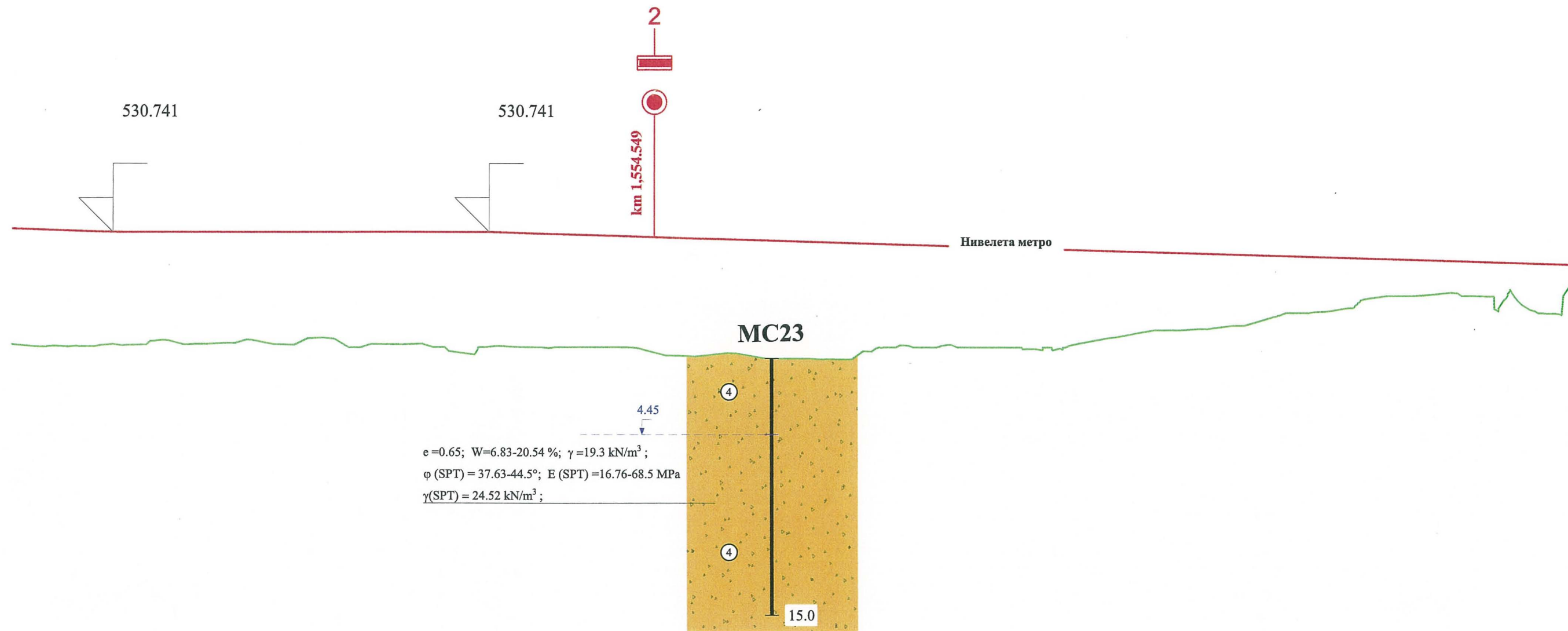
ПРОУЧВАТЕЛЕН СОНДАЖ: МС 23

МАЩАБ: 150

стр. 1 от 1

















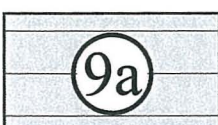

Координатна с-ма	Софийска	Х координата	50860.9	Започнат/завършен	18-19.09.2012	Диаметър на сондиране, mm	146/108	Геолог:	инж. В. Методиев
Височинна с-ма	Балтийска	У координата	49512.7	Сондажна апаратура	УРБ 2A2	Дълбочина на сондиране, m	16.0	Съставил:	д-р инж. В. Петров
Мерни единици	m	Кота терен	523.24	Метод на сондиране	ядково	Дълбочина на обсаждане, m	15	Ръководител:	инж. Л. Ангелов

Дълбочина, m	Кота, m	Литостратиграфски индекс	N на пласта	Дълбочина, m		Дебелина на пл., m	Литоложки разрез	Взета проба		Класификация	Литолошко описание	Ниво на подз. води, m	Изчислително натов. - Ro MPa	Eo, MPa	γ, kN/m ³	φ, %	C, kPa	*Cu, kPa	k, m/d	SPT - Стандартен пенетрационен тест																					
				от	до			ЛабN	Инт., m																																
0	523.0	antr	2	0	0.3	0.3																	Почвен слой																		
1	522.0										Чакъли, средни и едри, заоблени и полузаоблени, с пясъчлив запълнител. От 3.40 m запълнителят става глинесто-пясъчлив.																														
2	521.0																																								
3	520.0																																								
4	519.0	aQp3	4	0.3	8.5	8.2		5087	4.4 - 4.6	едър чакъл		4.1																													
5	518.0																																								
6	517.0													68.5	24.52	44.5																					20	26	46		
7	516.0																																								
8	515.0																																								
9	514.0	aQp3	4	8.5	10.2	1.7		5088	7.2 - 7.4	среден чакъл	Пясък, дребнозърнест, плътен, заглинен, сиво-кафяв с ръждиви петна. На места прослоен от тъки глинести слоеве																														
10	513.0																																								
11	512.0																																								
12	511.0																																								
13	510.0	aQp3	4	10.2	16	5.8		5089	9.8 - 10	среден пясък	Пясък, оводнен, едрозърнест, кафяв. На места набогатен със среден чакъл			19.28																											
14	509.0													16.76	24.52	37.63																									
15	508.0																																								
16														29.73	24.52	40.71																							25	31	36



Кота нивелета метро, м	530.876	530.787	530.741	530.741	530.741	530.741	530.741	530.741	530.741	530.741	530.741	530.690	530.615	530.540	530.465	530.390	530.315	530.240	530.165	530.090	530.015	529.940	529.865	529.790	529.715	529.640	529.565	529.490	529.415	529.340	529.265	529.190	529.115	529.040	528.965	528.890			
Кота терен, м	524.04	524.06	524.13	524.29	524.22	524.32	524.43	524.03	524.17	524.02	523.65	524.01	524.00	524.00	523.81	523.48	523.65	523.34	523.31	523.66	524.13	524.13	524.00	523.91	524.17	524.61	525.00	525.07	525.28	526.00	526.12	526.88	527.01	527.13	526.51	526.00			
Хектометраж	1,2			1,3					1,4				1,5				1,6				1,7				1,8				1,9						2,0				

Условни означения :

	Q - Почвен слой		N2 - Прахови глини с висока и средна пластичност без органични останки
	Q - Насипи		N2 - Песъчливи и прахово-песъчливи глини
	Q - Глинести и глинесто-песъчливи свързани почви		N2 - Глинести пясъци
	Q - Чакъли и песъчливи несвързани почви		N2 - Пясъци
	Q-N2- Прахови глини		Установено водно ниво
	Q-N2 - Песъчливи глини и прахово-песъчливи глини		Метростанция
	Q-N2 - Глинести пясъци		Нивелета на терена
	Q-N2 - Пясъци		Номер на сондажа
	N2 - Прахови глини с висока пластичност и органични останки		Неустановена (предполагаема) граница на литоложките разновидности