



Г Е О Х И Д Р О  
**ГХИ**  
И Н Ж Е Н Е Р И Н Г



Друштво за градежништво, инженеринг и други услуги  
"ГЕОХИДРОИНЖЕНЕРИНГ" ДООЕЛ-СКОПЈЕ

## ЕЛАБОРАТ

ОД ИЗВРШЕНИТЕ ГЕОМЕХАНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И  
ИСПИТУВАЊАНА ЛОКАЦИЈА ЗА ИЗРАБОТКА НА ОСНОВЕН ПРОЕКТ  
ЗА ИЗГРАДБА НА **ДЕПОНИЈА – СВ. НИКОЛЕ**

Скопје, Март 2017



Друштво за градежништво, инженеринг и други услуги  
**"ГЕОХИДРОИНЖЕНЕРИНГ" ДООЕЛ-СКОПЈЕ**

## **ЕЛАБОРАТ**

ОД ИЗВРШЕНИТЕ ГЕОМЕХАНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И  
ИСПИТУВАЊАНА ЛОКАЦИЈА ЗА ИЗРАБОТКА НА ОСНОВЕН ПРОЕКТ  
ЗА ИЗГРАДБА НА **ДЕПОНИЈА – СВ. НИКОЛЕ**

Автор на Елаборатот

Управител;

м-р Стојанче Николов, дипл. инж. геолог Јован Тодоровски

Скопје, Март 2017

<b>ИНВЕСТИТОР</b>	ЕПТИСА
<b>ИЗВЕДУВАЧ</b>	“ГЕОХИДРОИНЖЕНЕРИНГ“ ДООЕЛ-Скопје
<b>ОБЈЕКТ</b>	ДЕПОНИЈА – СВ. НИКОЛЕ
<b>НАСЛОВ НА ПРОЕКТОТ</b>	ЕЛАБОРАТ ОД ИЗВРШЕНИТЕ ГЕОМЕХАНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊАНА ЛОКАЦИЈА ЗА ИЗРАБОТКА НА ОСНОВЕН ПРОЕКТ ЗА ИЗГРАДБА НА <b>ДЕПОНИЈА – СВ. НИКОЛЕ</b>
<b>ДАТУМ</b>	Март, 2016 год.
<b>НОСИТЕЛ НА ЗАДАЧАТА</b>	М-р Стојанче Николов, дипл. инж. геолог
<b>СОРАБОТНИЦИ</b>	Антонио Костов, дипл. инж. геотехничар Никола Богатиновски, дипл. инж. Геолог Петре Пасков, дипл. инж. Геолог Цаца Николова, дипл. инж. технолог
<b>УПРАВИТЕЛ</b>	ЈОВАН ТОДОРОВСКИ

## **ПРИЛОЗИ**

1. Топографска карта на истражниот простор 1:25000 .....	1
2. Прегледна геолошка карта 1:100000.....	2
3. Инженерскогеолошка карта 1:1000 .....	3
4. Поединечни профили на истражните бунари 1:100 .....	4.1-4.2
5. Надолжни профили 1:1000.....	5
6. Гранулометриски состав .....	6.1-6.2
7. Атербергови граници .....	7
8. Прокторов опит.....	8.1-8.2
9. Индекс на јакост (PLT) .....	9
10. Параметри на карпести материјали (ROCLAB) .....	10.1-10.2
11. Фотодокументација .....	11.1-11.5



## 1. ВОВЕД

Врз основа на прифатена понуда од страна на К2 Консалтинг, како Нарачател и “ГЕОХИДРОИНЖЕНЕРИНГ”, ДООЕЛ – Скопје како Изведувач, за потребите за изработка на потребната техничка документација како подлога за проектирање на депонија на цврст отпад с. Мечкуевци-општина Свети Николе, извршен е одреден обем на геолошки, хидрогеолошки и геотехнички истражувања и испитувања.

Целта на изработка на овој Елаборат е врз основа на теренските истражувања и лабораториските испитувања, да се дефинираат условите на теренот како природна конструктивна целина, односно да се предвидат сите можни видови на интеракција на природната средина и идната депонија. Задачата која е поставена при изработка на Елаборатот е, да се дефинираат составот, карактеристиките и состојбата на почвените и карпестите материјали во склоп на теренот во услови пред изведба на објектот и интеракцијата на теренот и депонијата во идниот период.

Во оваа фаза на проектирање и истражување, анализирана е морфологијата, геолошката градба, структурно-тектонските и хидрогеолошките карактеристики на теренот, со дефинирање на основните параметри на издвоените литолошки членови потребни за фазата за проектирање на депонијата (прилог бр. 3,4 и 5).

При изработка на Елаборатот користена е ситуација на просторот предвиден за идната депонија 1:1000 (прилог бр. 3), на која се нанесени истражните бунари, литологијата (геолошкиот склоп) на теренот. Врз основа на изведените истражни бунари проектирани се геолошки профили на кој е прикажан геолошкиот склоп на теренот во мерка 1:100 (прилог бр. 5).

Севкупните истражувања и испитувања се извршени со цел да се дефинираат карпестите материјали од геолошки/геомеханички аспект (вид на карспести маси, нивна дебелина, просторен распоред и физичко-механички карактеристики), како и евентуалната појава и ниво на подземна вода, водопропусливост на средината и т.н. Потребните активности се изведени во текот на месец Март, 2017 год., додека изработката на топографската подлога е изведена од страна на Нарачателот на работите.

При изработка на Елаборатот, користена е база на знаења од геолошките и геотехничките науки, со примена на современите методи на интерпретација на податоците, сопственото искуство од истражувања на низа објекти од ваков вид и стандардизирани методи на истражување и испитување.

Добиените резултати од изведените истражни работи и лабораториските испитувања се прикажани во вид на графички прилози и табели, а интерпретацијата на добиените резултати е дадена во текстуалниот дел на овој Елаборат.

## 2. МЕТОДОЛОГИЈА НА ИСТРАЖУВАЊЕ И ИСПИТУВАЊЕ

При истражувањето и испитувањето на теренот на локацијата предвидена за изградба на депонијата “Свети Николе” со вкупна површина од  $227\,066\text{ m}^2=0,227066\text{ km}^2$ , применета е вообичаената методолошка постапка која претставува синтеза на повеќе фази:

- преглед на постојната геолошка документација (ОГК на Р. Македонија 1:100 000 со соодветен толкувач за лист Штип К34-81);
- проспекција на локацијата со цел да се добие увид за состојбата на теренот, како и да се програмира оптималниот обем и вид на истражувања и испитувања;
- теренски истражни работи;
- лабораториски испитувања;

- кабинетска работа (средување на добиените податоци и резултати, нивна анализа и обработка со изготвување на Елаборатот).

## 2.1. Припремни работи

За успешна реализација на поставената задача најнапред во кабинет проучена е достапната документација претходно изготвена за теренот, кој е цел на истражувањата. Припремени се подлоги, топографска основа во мерка 1: 25 000 за локацијата на депонијата и пошироката околина (лист Немањица) и геодетска снимка на локацијата на депонијата во мерка 1: 000 добиена од Нарачателот. Анализирани се постојните геолошки основи и тоа ОГК за лист Штип К34-81 во мерка 1:100 000 со Толкувач од каде се добиени првични информации за геолошкиот склоп на теренот со опис на застапените литолошки единици.

## 2.2. Теренски истражувања

Теренските истражувања се состоеа во:

- детално геолошко картирање на локацијата во размер 1:1000;
- изведба на истражни бунари;
- картирање и фотографирање на истражните бунари;
- теренски опити за одредување на водопропусноста на средината;
- селектирањена репрезентативни примероци и земање на оптимален број на пробиза лабораториски испитувања.

Во табела 1 е прикажан табеларен преглед на видот и обемот на истражувања и испитувања направени во месец март 2017 год.

**Табела 1.** Преглед на изведени истражувања и испитувања.

<b>Позиција</b>	<b>Вид на работи</b>	<b>Обем на работи</b>	<b>Методологија на изведба</b>
1	Инженерскогеолошко картирање	22.7066 ha	Детално картирање
2	Ископ на истражни бунари	9	Рачен ископ
3	Картирање на истражните бунари	9	Детален опис
4	Земање на репрезентативни примероци за лабораториски испитувања	17	Избор на репрезентативни примероци
5	Теренско определување на VDP	3	Стандардна постапка
6	Гранулометриски состав	3	Стандардна постапка
7	Атербергови граници (дијаграм на пластичност)	2	Стандардна постапка
8	Лабораториско определување на VDP	1	Стандардна постапка
9	Прокторов опит (Proctor)	2	Стандардна постапка
10	Определување на индекс на јакост ( $I_s$ )	10	Препораки на ISRM
11	Впивање на вода	3	Стандардна постапка

### 2.2.1. Детално геолошко картирање

Деталното геолошко картирање на теренот во мерка (1:1 000) опфаќа површина од 227 066 m<sup>2</sup>=0,227066 km<sup>2</sup> и тоа е основната теренска метода за дефинирање на составот и склопот на теренот во хоризонтален правец. За дефинирање на геолошкиот склоп во длабина, извршен е рачен ископ на 9 (девет) бунари со различна длабина на изведба. Со изведбата на бунарите и нивното картирање, дефинирана е дебелината на делувилните творби и основната карпеста маса, а исто така и земени се оптимален број на проби за потребните лабораториски испитувања. Во текот на геолошкото картирање регистрирани се сите морфолошки и хидрогеолошки структури. Покрај картирањето на истражните бунари, извршено е и детално геолошко картирање на предметната локација предвидена за идната депонија, при што е применета методата на напречно профилирање, и следење на сите откриени граници помеѓу литолошките единици и нивно расчленување.

### 2.2.2. Ископ на истражни бунари

Изведбата на истражните бунари е со цел да се изврши дефинирање на геомеханичкиот профил на локацијата, односно да се утврди просторниот распоред на застапените материјали и нивната моќност, да се земаат соодветни примероци за определување на нивните физичко-механички карактеристики, како и да се утврдат сите аспекти кои би дале прилог кон поцелосно дефинирање на теренот како средина за депонирање на отпаден материјал.

На предметната локација изведени се 9 (девет) истражни бунари со длабина на ископ од min. 0.7 до max. 1.8 m, така што вкупната длабина на изработка на истражни бунари изнесува 11.0 m. Ископот на истражните бунари е изведен рачно, со дијаметар на ископ од Ø800 mm до Ø1000 mm.

При изведбата на бунарите не е регистрирана појава на процедурни води.

Локациите, односно распоредот на истражните бунари е прикажан на прилог бр. 3, додека основните податоци за длабините на истражните бунари, нивните апсолутни коти и координати на терен, литолошкиот состав на средината, нивото на подземна вода и бројот на земени примероци се прикажани на единечните профили. прилог бр. 4.1-4.2, додека во табела 2, се прикажани основните параметри за секој бунар и бројот на земените проби.

**Табела 2.** Основни податоци за истражните бунари.

Истражна дупнатица	Длабина [m]	ППВ и НПВ [m]	Апсолутна кота на терен	Координати		Број на земени примероци
				Y	X	
Б-1	1.7	/	596,8	7 590837	4 641 880	1
Б-2	0.8	/	592,5	7 590792	4 641725	1
Б-3	1.0	/	587,8	7 590710	4 641516	/
Б-4	1.5	/	601,5	7 590 684	4 641 892	/
Б-5	1.0	/	608,8	7 590 596	4 641 761	/
Б-6	1.5	/	599,5	7 590 510	4 641 637	/
Б-7	0.7	/	605,2	7 590 545	4 641 928	10
Б-8	1.0	/	610,2	7 590 453	4 641 788	3
Б-9	1.8	/	599,5	7 590 340	4 641 613	2
<b>Вкупно:</b>	<b>11.0 m</b>					<b>17</b>

### 2.2.3. Картирање на истражните бунари

По изведбата на бунарите, извршено е геолошко и геомеханичко картирање и фотографирање на истите. Поединечните профили на бунарите се дадени на прилог бр. 4.1-4.2. Посебно внимание е посветено за состојбата на карпестите маси, нивната свежина или степен на распаднаост, појава на дисконтинуитети со нивен детален опис доколку ги има и други потребни параметри за класификација на карпестите маси.

### 2.2.4. Теренско одредување на водопропусливост (VDP)

Во фазата на изведба на бунарите, во теренски услови изведени се 3 (три) опити за одредување на водопропусливост (VDP) на карпестите маси по методот на А.К. Болдирева кој е добар за одредување на VDP во раскопи и рачно изработени бунари.

На одредената локација за изработка на идната депонија изработени се девет истражни бунари, а во три истражни бунари изведени се и опити за одредување на водопропусливоста на карпестата маса по методата на А.К. БОЛДИРЕВА.

Суштината на оваа метода се состои во следното. Во самата карпа за која се одредува коефициентот на филтрација, во дното на изведениот бунар се изработува ископ, со колку што е можно поправилан облик, во кој ќе се врши налевање на вода. Водата постојано се налева се додека за одредено ниво, не се постигне константно количество на вода. Потоа се одредува количината на вода "Q" која понира во единица време. Овде треба да се земе во предвид дека хидрауличниот градиент е еднаков на единица. Самиот коефициент на филтрација се одредува со формулата

$$k = \frac{Q}{F}$$

Каде е:

Q – количина на вода која понира во единица време

F - површина на дното од ископот низ кој се врши филтрација

Со овој метод се добиваат повисоки вредности за коефициентот на филтрација, бидејќи при неговото одредување не се зимаат во обзир бочните инфилтрации. Со оваа метода се добиваат многу добри резултати, особено кај карпестите маси кај кои, влијанието на капиларните сили е мало.

Во **ИБ-2** со координати  $y = 7590792$ ,  $x = 4641725$  изработен до 0.8 m во длабина со картирањето утврдени се следните карпести маси:

Од 0.0 m до 0.3 m – кафејава глиновита прашина со слабо присуство на песок и ситен чакал, како и присуство на самци од андезитски бречи со големина до 0.4 m;

Од 0.3 m до 0.8 m – андезитски бречи зафатени со процесот на површинско распаѓање (деградирање) поради влијанието на надворешните фактори.

На дното на овој истражен бунар кој е рачно изработен, изработено е вдлабнување со дијаметар од 20 cm и длабина до 10 cm во андезитската бреча. Тестот е започнат во 11 часот. Во ископот се налеани 2.8 литри вода до висина од 10 cm и оставено да мирува 15 min. Откако е извршено заситувањето на подлогата, налеано е минимално количество на изгубената (впиената) вода од 20 ml, при што е продолжено со набљудувањето на губитокот на вода во интервали од 15 min. Бидејќи во три последователни интервали, односно во времетраење од 45 min не е регистриран губиток на вода, односно снижување на нивото на водата, опитот е сметан за завршен. Од извршениот опит на ВДП (водопропусност) може да се заклучи дека на испитаната локација основната карпеста маса (андезитска бреча) е практично водонепропусна.

Во **ИБ-3** со координати  $y = 7590710$ ,  $x = 4641516$  изработен до 1.0m во длабина со картирањето утврдени се следните карпести маси:

Од 0.0m до 0.2 m – кафејава глиновита прашина со слабо присуство на песок и ситен чакал;

Од 0.2m до 1.0m – сиво бели андезитски бречи зафатени со процес на распаѓање (деградирање) поради повременото присуство на површинските води.

На дното на овој истражен бунар кој е рачно изработен, изработено е вдлабнување со дијаметар од 18cm и длабина до 30cm во андезитската бреча. Тестот е започнат во 12 часот и 30 min. Во овој простор наелеани се 2.5lit. вода до висина од 10cm и оставено да мирува 15 min. Откако е извршено заситувањето на подлогата, наелеано е минимално количество на изгубената (впиената) вода од 15 ml. Бидејќи во три последователни интервали, односно во времетраење од 45 min не е регистриран губиток на вода, односно снижување на нивото на водата, опитот е сметан за завршен. Од извршениот опит на ВДП (водопропусност) може да се заклучи дека на испитаната локација основната карпеста маса (андезитска бреча) е практично водонепропусна.

Во **ИБ-8** со координати  $y = 7590453$ ,  $x = 4641788$  изработен до 1.0 m во длабина со картирањето утврдени се следните карпести маси:

Од 0.0 m до 0.3 m – кафејава глиновита прашина со слабо присуство на песок и ситен чакал;

Од 0.3 m до 1.0 m – сиво бело жолтеникави андезитски бречи зафатени со процес на површинско распаѓање (деградирани) до фаза на глиновита прашина со содржај на песок.

На дното на овој истражен бунар кој е рачно изработен, изработено е вдлабнување со дијаметар од 25 cm и длабина до 10 cm во деградирана андезитска бреча, но релативно доста тешка за рачно копање. Во овој простор наелеани се 3.1 lit. вода до висина од 10 cm и оставено да мирува 15 min. Откако е извршено заситувањето на подлогата, наелеано е минимално количество на изгубената (впиената) вода од 30 ml. Бидејќи во три последователни интервали, односно во времетраење од 45 min не е регистриран губиток на вода, односно снижување на нивото на водата, опитот е сметан за завршен. Од извршениот опит на ВДП (водопропусност) може да се заклучи дека на испитаната локација основната карпеста маса (андезитска бреча) е практично водонепропусна.

Според извршените опити на ВДП добиениот коефициент на филтрација е во рангот на  $k=6.1-6.3 \times 10^{-5} \text{ l/cm}^2$ .

**Напомена:** За одредување на водопропустливоста на скаменети карпести маси се користи методата на "Lugeon" т.е метода на одредување на коефициент на филтрација со втиснување на вода под притисок. Бидејќи на истражната локација не беше предвидено истражно дупчење, не е користна Лижоновата метода за одредување на ВДП која дава најмеродавни податоци за водопропусноста на карпестите маси.

### **2.2.5. Земање на оптимален број на проби за анализа**

Од изведените истражни бунари, земени се оптимален број на проби т.е. селектирани се 17 (седумнаесет) репрезентативни почвени и карпести примероци, за лабораториски испитувања на физичко-механичките карактеристики на застапените литолошки единици.

Притоа, секоја проба е спакувана во соодветна најлонска кеса и одбележана со соодветна етикета во која е внесено: датата кога е земена пробата, истражниот бунар од каде што е земена пробата и за какви лабораториски испитувања е наменета.

Сите овие податоци исто така се внесени и забележани во теренскиот дневник со соодветен опис.

### **2.3. Лабораториски испитувања**

Покрај теренските истражувања, извршени се и соодветни лабораториски испитувања врз селектираните почвени и карпести примероци од истражните бунари, со цел да се дефинираат физичко-механичките карактеристики на застапените литолошки единици. Извршени се следните лабораториски испитувања во согласност со важечките стандарди:

- Определување на природна влажност ..... MKTC CEN ISO/TS 17892-1: 2010
- Определување на гранулометриски состав ..... MKTC CEN ISO/TS 17892-4: 2010
- Определување на Атербергови граници ..... MKTC CEN ISO/TS 17892-12: 2010
- Определување на водопропусност ..... MKTC CEN ISO/TS 17892-11: 2010
- Прокторов опит ..... MKC EN 13286-2: 2007
- Впивање на влага кај скаменети карпи..... MKS EN 13755
- Определување на индекс на точката јакост ... Според препораки на ISRM

Сите добиени резултати од извршените лабораториски испитувања се прикажани во соодветни графички прилози бр. 6–9.

### **2.4. Кабинетска обработка на податоците со изготвување на Елаборат**

Сите собрани податоци од теренските истражувања и лабораториските испитувања се детално анализирани, а добиените резултати се презентирани во Елаборатот преку изработените прилози и текстуалниот дел. Основна цел на ваквиот преглед е да се укаже на сите физички и технички потешкотии на кои ќе се најде при изведувањето на самиот објект, да се добие пореална претстава за средината во која ќе се изведуваат градежните работи, нејзината стабилност и други физичко-механички карактеристики.

## **3. ГЕОЛОШКИ И ТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИСТРАЖНИОТ ТЕРЕН**

Во склоп на анализите превземени за проектирање на депонијата, соодветно внимание е посветено и кон дефинирање на геолошките и тектонските карактеристики на истражниот терен. Во теренскиот дел од работите, како и при обработката на вкупниот фонд на податоци, земен е во предвид фактот дека треба да се добие увид во следните аспекти кои се значајни за проектирањето и тоа:

- основни геотектонски карактеристики на теренот;
- основни сеизмотектонски карактеристики на истражуваниот простор;
- главни геоморфолошки и хидролошки карактеристики на локацијата;
- основни геолошки карактеристики на теренот;
- современи геолошки процеси;
- структурно-тектонски склоп.

Гореспоменатите аспекти се анализирани врз основа на геолошкото, инженерскогеолошкото и хидрогеолошкото картирање на теренот, како и сите теренски и лабораториски истражувања и испитувања. Имено, како основна подлога е изработена геолошка карта во

мерка 1:1000, со приказ на сите позначајни геолошки елементи на теренот во хоризонтална проекција (прилог бр. 1).

Исто така, извршена е интерпретација на просторните и меѓусебните односи меѓу констатираните геолошки единици во вертикален пресек, што е прикажано на геолошки профили во мерка 1:1000 (прилог бр. 5).

### **3.1. Основни геотектонски карактеристики на теренот**

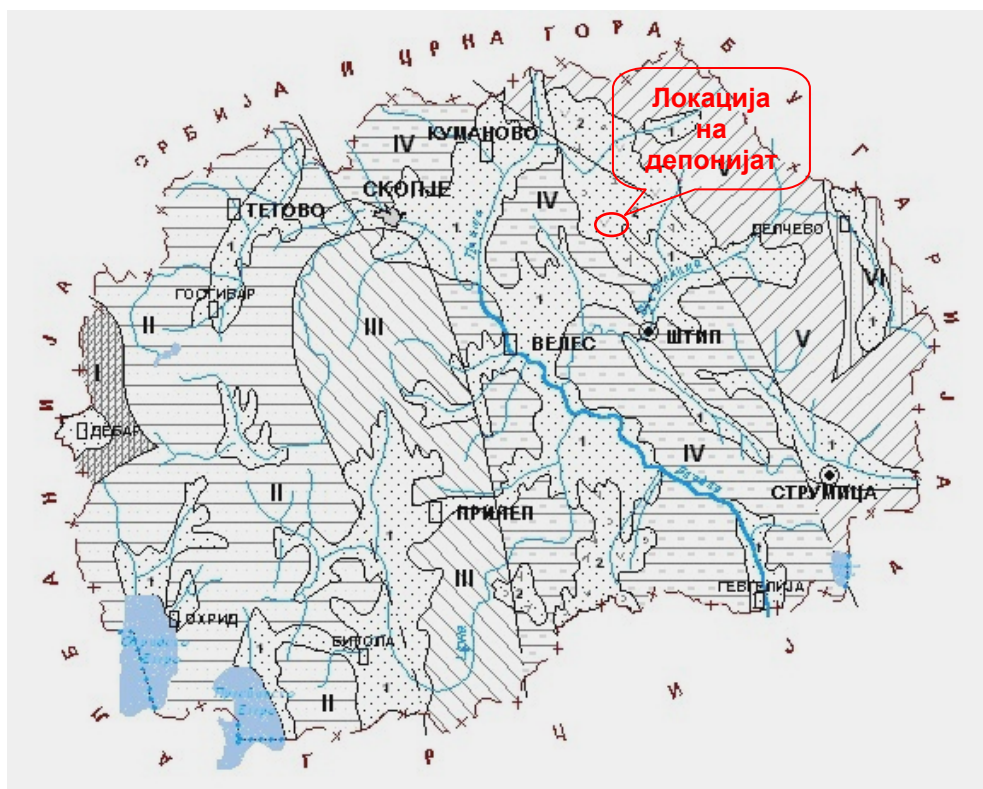
Согласно на фактот дека геолошкиот развој на поширокото подрачје влијаел на геолошките карактеристики и на истражниот терен, во продолжение се прикажани најважните аспекти. Врз основа на критериумот на разгледување на проблемот од пошироко кон потесно подрачје, за истакнување се следните најважни факти:

Депонијата е лоцирана во склоп на геотектонската единица - Вардарската зона која претставува геотектонска единица од I ред во Р. Македонија, односно локацијата е во ободниот дел на неогената Кратовско-Злетовска вулканска област. Местоположбата на ова геотектонска единица во релација со останатите геотектонски единици е прикажана на слика 1 (М. Арсовски, 1997);

Од сложените тектонски процеси кои придонеле за развојот на оваа зона за предметната локација за депонија се значајни фазите на херцинската и алписката орогенеза;

Со современите геолошки процеси во квартал и холоцен, преку ерозионите процеси и активноста на речните суводолини, формирана е генералната геоморфолошка состојба на теренот, која се карактеризира со формирање на пролувијални седименти, а на падините делувијални наслаги.

Сите фази на геолошкиот развој имале крајно влијание врз формирањето на денешната состојба на теренот, што се манифестира во денешниот рељеф на ова локација за депонија.



- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| I – Цукали-Краста зона                | V – Српско-Македонски масив            |
| II – Западно-Македонска зона          | VI – Краиштинска зона                  |
| III – Пелагониски хорст – антиклиниум | 1 – Неотектонски депреси               |
| IV – Вардарска зона                   | 2 – Неоген квартерни вулкански области |

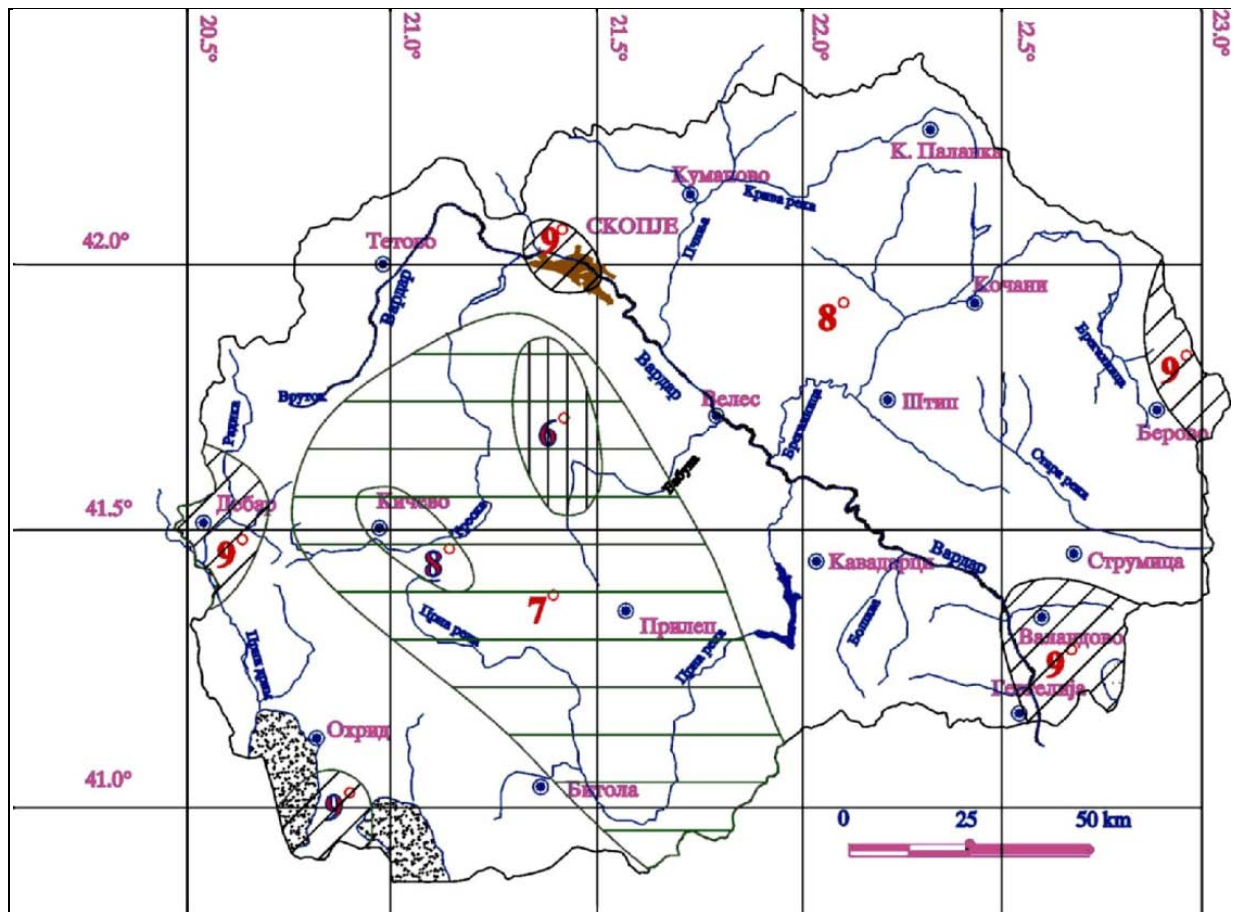
**Слика 1.** Местоположба на геотектонски единици во Р. Македонија (М. Арсовски, 1997).

### 3.2. Основни сеизмотектонски карактеристики на теренот

Во корелација со геолошкиот развој на теренот и геолошките процеси се и сеизмотектонските карактеристики на просторот. Глобално, локацијата на депонијата “Св. Николе” се наоѓа во зона со констатирани магнитуди на случените земјотреси до  $M=4.0$  (слика 2). Според Ј. Јанчевски (1987 год.), овие зони се поврзани со регионални дислокации кои се потенцијално сеизмоактивни.

Според постојната сеизмолошка карта на Р. Македонија, за повратен период од 500 години (која се препорачува за примена според Eurocode 8 за сеизмички анализи сè до донесување на национален документ), може да се констатира дека локацијата на депонијата е лоцирана во подрачја со интензитет  $I = VIII^{\circ}$  MCS (скала по Mercalli, Cancani и Sieberg), слика бр. 2. Според постојните критериуми, за ваков очекуван интензитет на земјотрес, за евентуални потреби од динамички анализи се препорачува да се усвои коефициент на сеизмичност  $K_h = 0.2-0.25$ .

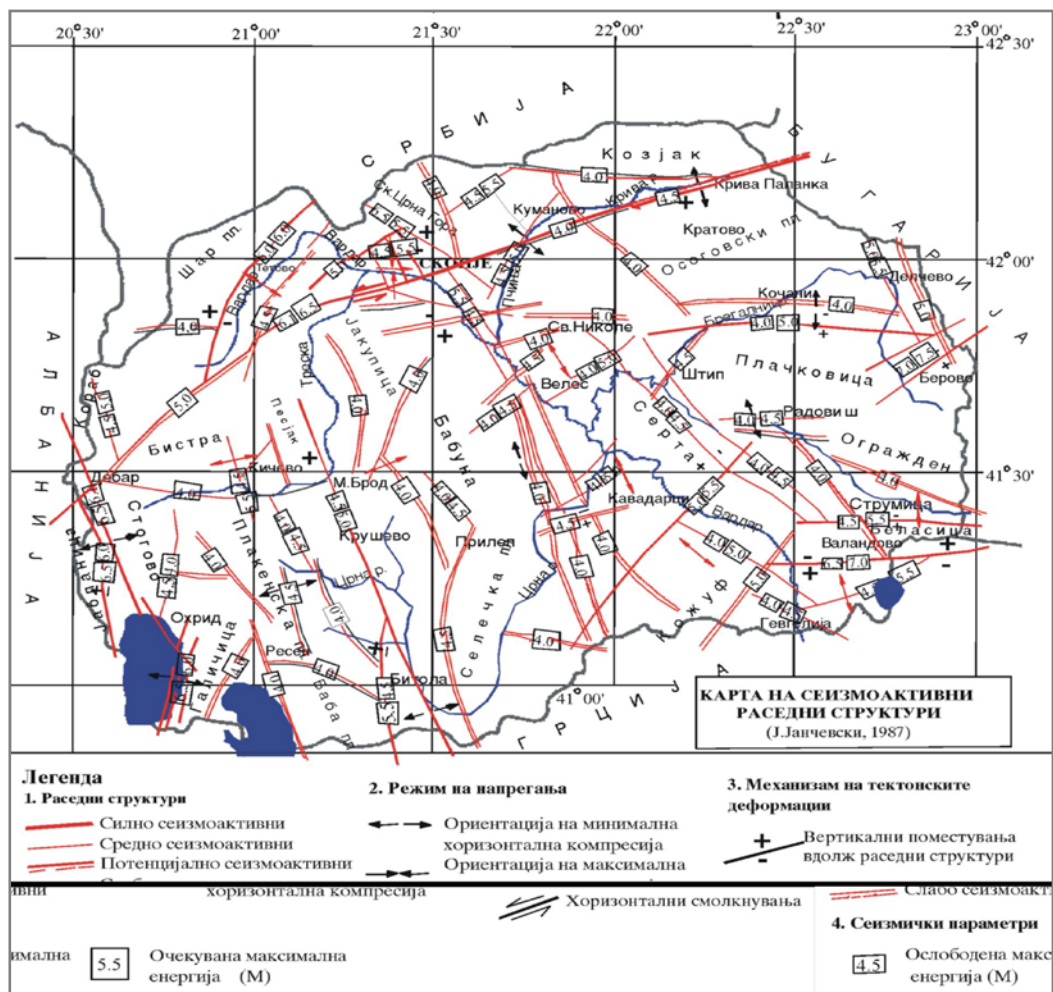




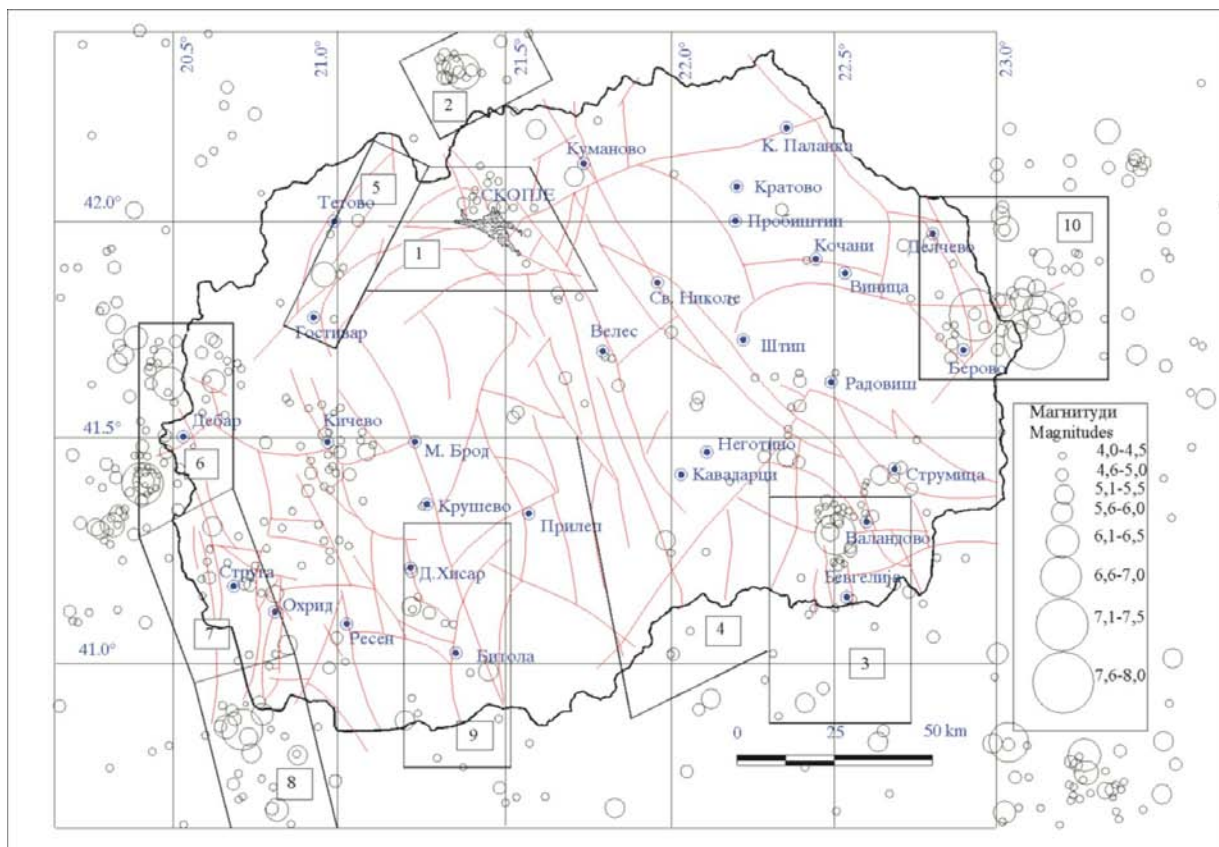
**Слика2.КартанаинтензитетинаМакедонијазаповратенпериодод500години**

Очигледно е дека од посебно значење можат да бидат појавите на современи ендогени движења, што треба да се има во предвид при проектирањето на депонијата.

Според картата за сеизмоактивни структури во Р. Македонија (Ј. Јанчевски, 1987) локацијата на депонијата се наоѓа во зона каде вдоль раседни дислокации е регистрирана ослободена максимална енергија 4.0 (слика бр. 3).



**Слика 2.** Карта на сеизмоактивни структури во Р. Македонија (Ј. Јанчевски, 1987).



Слика 3. Карта со епицентрите во Р. Македонија М. Арсовски 1997 год.

### 3.3. Главни геоморфолошки и хидролошки карактеристики на истражниот терен

Истражуваната локација за депонија претставува ридски терен изграден од вулкански карпи каде најниска надморска висина изнесува 584 m.nv во источниот дел на локацијата и највисока надморска висина од 626m.nv во западниот до југозападниот дел од локацијата за депонија. Во глобала овој терен се карактеризира со релативно благ пад од запад-северо запад кон исток-југо исток.

Во поглед на хидролошкиот дел на самата локација предвидена за депонија нема водени текови. Водени текови се констатирани покрај источната граница на оваа локација каде протекува реката Клобуч со околу 0,4 l/s , а која во летните сушни периоди најверојатно пресушува. Во јужниот дел на локацијата за депонија покрај самата граница, се наоѓа суводолица низ која најверојатно протекува вода, само во периодите на врнежи од дожд. Самите овие водотеци, независно од тоа дали се со постојан или повремен карактер, во иднина ако не се превземат соодветни мерки ќе бидат транспортни места за исцедокот од одпадот, а со тоа и носители на загадувањето на околината.

### 3.4. Основни геолошки карактеристики на теренот

Просторната положба на застапените литогенетски единици, односно нивната распространетост во хоризонтален правец, утврдена е преку детално геолошко, инженерскогеолошко и хидрогеолошко картирање, со методот на напречно профилирање на теренот, додека вертикалната распространетост на литолошките членови е утврдена со помош на истражните бунари.

Во пошироката околина на теренот каде во иднина треба да биде изработена депонијата за цврст отпад се издвоени повеќе литогенетски единици, од различна геолошка старост и со различни својства и значење за изведба на објектот. Врз основа на проучувањето на регионалната геологија може да се констатира дека на поширокото подрачје се застапени следните единици: горна зона на флиш: глинци и песочници (<sup>4</sup>E<sub>3</sub>),

андезитски туф ( $\Theta$ ), андезитски бречи ( $\omega'$ ), бигрови варовници (PI, Q), аугит-хорнбленда-биотит андезити ( $\alpha ah$ ), игнимбрити од андезитски состав ( $\Theta a$ ), хорнбленда-аугит андезити ( $\alpha ha$ ), супесок, суглина и чакал, пролувиум (pr) и алувиум (al). Што се однесува до локацијата одредена за депонија е изградена од андезитски бречи, многу малку во источниот дел има туф и делувиялни наслаги (d)

- Горна зона на флиш: глинци и песочници ( ${}^4E_3$ )

Горната зона на флиш е изградена од глинци и песочници, застапени западно и јужно од предметната локација. Седиментите од горната зона на флишот се карактеризираат со исклучиво сива боја, со поголема застапеност на глинците во однос на песочниците. Се карактеризираат со остри долни граници, присуство на текстури: траги на течење, влечење и втиснување. Исто така застапена е градиција, ламинација и поретко коса слоевитост.

Песокливите глинци се најзастапени членови кои се појавуваат во вид на поголеми банци (3-4 m), а се појавуваат и во потенки слоеви, најчесто помеѓу слоевите на песочници. Најчесто се сиви, сиво-виолетови и сиво-зелени. Изградени се од глиновита материја која е преставена од илитски тип на глина и дендритис од: кварц, фелдспат, мусковит и тешки минерали (гранат, турмалин, металични минерали, сфен, рутил и др.).

Песочниците според минералниот состав во најголем дел одговараат на субграуваки и грауваки. Изградени се од кварц и лискун, помалку фелдспад, парчиња кварцит, рожњаци, песокливи глини и лискунски шкрилци. Обично се плочести, поретко банковити, со сива боја. Се карактеризираат со ситнозрн и среднозрн состав, поврзани со карбонатен цемент од порен тип. Тексурата е различна, се појавуваат траги на течење, кусо всекување, ламинација и градициони слоеви, а поретко се појавуваат траги на влечење.

Алевролитите се изградени од карбонатна материја, фино измешана со глина и дендрит, наместа е присутен и лимонит. Дендритот е претставен со кварц, лискун и ситни парчиња од карбонат.

Лапорците се чести членови на секвенцата, обично ги претставуваат горните делови над грубозрниот материјал. Се појавуваат во заедница со калкаритите, алевролитите и лапоровидните варовници. По боја се сиви. Процентот на карбонатот се движи околу 52%, но често варира.

- Андезитски туф ( $\Theta$ )

Андезитските туфови имаа широко распространување во анализираниот терен и лежат над горната зона на флишот. Нивниот состав и структура зборува дека се таложени во водена средина, поради што наместа добиваат изразена стратификација. Големината на парчињата кои влегуваат во нивниот состав варираат од милиметри до неколку десетина сантиметри. По боја се сиво-бели, жолтеникави и розеникави, силно се распаднати, каолинизирани и лимонитизирани. Долните делови на туфот се со масивен карактер, додека горните делови се со изразена стратификација. Туфовите имаат витрокластична до литокластична, псамитска структура, основната маса е изградена од вулканска пепел и хипидиоморфни зрна на плагиоклас, луспи на лискун, поретко пироксен, амфибол и магнетит. Во основната маса, покрај фенокристали се забележува хлоритска и лимонитска материја.

- Андезитски бречи ( $\omega'$ )

Андезитските бречи лежат непосредно над туфовите. Наместа во истите се среќаваат туфови, игнимбрити, сливови од андезити, како и бигрови варовници, кои зборуваат за повеќефазен вулканизам. Бречите се изградени од необработени парчиња андезит, хаотично расфрлани во основната маса, која е изградена од вулканска пепел и зрна од искршени минерали. Поситнозрните делови од бречите покажуваат кристалокластична и бречеста структура. Парчињата од андезит кои влегуваат во бречите се значително изменети, воглавно се алтеризирани боените состојки.

- Бигрови варовници (PI, Q)

Интересно е појавувањето на бигрови варовници во вулканските карпи, во андезитските бречи и помеѓу бречите и игнимбритите од андезитски состав. Тие се силно изменети и силификувани-опализирани. Се појавуваат во вид на тенки плочи, кои наместа се прекинати, така што го губат својот континуитет, а се појавуваат и во неправилни леќести тела со сиво-жолта боја.

- Аугит-хорнбленда-биотит андезити ( $\alpha ah$ )

Овие андезити се појавуваат исклучиво во андезитските бречи во вид на плочи и сливови, во вид на поголеми и помали маси. Се карактеризираат со холокристалеста структура, а во основата се забележуваат хипидиморфни зонарни плагиокласи (олигоклас-андезин), како и хипидиоморфни и идиоморфни зрна на пироксен (аугит), опализирани зрна на хорнбленда и поретко биотит. Сите минерали се зафатени со алтерација, при што како секундарни минерали се појавуваат секундарен кварц, серицит, калцит, хлорит, лимонит и др. Како акцесорни се појавуваат апатит, сфен, магнетит и циркон. Основната маса е изградена од ситнозрни плагиокласи кои се алтеризирани.

- Игнимбрити од андезитски состав ( $\ominus a$ )

Игнимбритите се појавуваат непосредно над вулканските бречи или преку најгорните бигровити варовници. Игнимбритите се појавуваат во вид на плочи и маси, стратификација ретко се забележува. Бојата им варира сиво-бела до црвеникава и зеленкаста. Често се распаднати и трошни, составени се од фрагменти од андезин и фенокристали од основната маса. Парчињата андезит се појавуваат во неправилни аглести форми, чии димензии се движат од 0,1 до 20 cm, но најчесто 2-5 cm во пречник. Основната маса е стаклеста или слабо искристализирана, со изразена флуидност. По боја се окер од присутната лимонитизација и калцит. Плагиокласите се зонарни (лабрадор-андезин), делумно калцитизирани, биотитот е доста свеж, хорнблендата е калцитска и хлоритизирана.

- Хорнбленда-аугит андезити ( $\alpha ha$ )

Хорнбленда-аугит андезитите се појавуваат преку андезитските бречи и игнимбритите во вид на плочи и помали маси. Тоа се цврсти и свежи карпи со бела, кристалеста, порфирска структура, ситнозрни со школкасто прекршување. По боја се темно-зелени до црни. Изградени се од фенокристали на плагиоклас (олигоклас-андезин), потоа од хипидиоморфни зрна на пироксен (аугит), хорнбленда и биотит кој е доста свеж. Основната маса е хипокристалеста или хиалитска со изразена алтерација, ситнозрна и изградена е од алкален фелдспат и металични минерали. Од акцесорните минерали се појавуваат металични минерали и поретко апатит. Како секундарни минерали се појавуваат монтморионит, каолинит, хлорит, серицит, калцит, лимонит и опалска-калцедонска материја.

- Супесок, суглина и чакал

Овие творби имаат големо распростраение и ги покриваат горно еоценските седименти. Претставени се со глини, суглини и поретко чакали. Најголем дел од материјалот кој послужил за создавање на овие творби, потекнува од палеогените глиновити-песокливи творби.

- Пролувиум (pr)

Пролувијалните творби се појавуваат западно и јужно од предметната локација, изградени се од необработени парчиња од околните терени, помеѓу кои се појавува поситен материјал.

- Делувијални седименти (d)

Претставени од кафеави прашинести глини со слабо присуство на разнотелувиран песок и чакал, со ретко присуство на самци со големина до 40 cm од вулканско потекло.

- Алувиум (al)

Алувијалните седименти се појавуваат по течението на Мечкуевска река, а се изградени од песоци и чакали.

На самата локација за изградба на депонија за цврст отпад и на потесното подрачје застапени се андезитски бречи кои на дел се препокриени со делувиялни творби. Бречите се изградени од необработени парчиња андезит, хаотично расфрлани во основната маса, која е изградена од вулканска пепел и зрна од искршени минерали. Поситнозрните делови од бречите покажуваат кристалокластична и бречеста структура. Парчињата од андезит кои влегуваат во бречите се значително изменети, воглавно се алтеризирани обоените состојки. Самите делувиялни седименти се претставени од кафеави прашиности глини, со слабо присуство на разногранулиран песок и чакал, со ретко присуство на самци со големина до 40 cm од вулканско потекло.

### **3.5. Современи геолошки процеси**

Позначајни современи геолошки процеси на истражниот простор не се констатирани, кои би влијаеле при изградбата како и стабилноста на идната депонија. Од современите процеси може да се издвои процесот на површинско распаѓање, како резултат на кој се створени делувиялните творби кои се со варијабилна дебелина од 0,3 m во повисоките делови од локацијата до 0,8 m во пониските делови т.е. на благите падини. На одредената локација за депонија не се констатирани никакви јаружења ниту пак потенцијални свлекувања на карпестият материјал.

### **3.6. Структурно тектонски склоп**

Во погледна тектонскиот склоп на поширокиот терен, треба да се истакне дека дисјунктивната тектоника е доста изразена. На база на основната геолошка карта во размер 1:100 000 како и од морфологијата на самата локација, овде се претпоставени две раседни структури. Едната претпоставена раседна структура минува во долниот дел на локацијата и има правец на протегање СЗ-ЈИ со N-319° одредено од геолошката карта. Вториот претпоставен расед се наоѓа во источниот краен дел на локацијата за депонија вдоль течението на суводолицата со правец на протегање СИ-ЈЗ т.е. N-21°. Оваа раседна структура во иднина како и водата која протекнува овде во зимските и пролетни периоди би имале голема улога во поглед на загадување на теренот со исцедокот од депонираниот материјал. Бидејќи станува збор за претпоставени раседни структури во андезитски бречи, најверојатно овие карпести маси во длабина се испукани, но како резултат на степенот на истраженост на локацијата не е утврдено испуканоста на карпите, како и бројната застапеност на системите на пукнатините и нивните карактеристики.

## **4. ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА КАРПЕСТИТЕ МАСИ**

Хидрогеолошките карактеристики на карпестите маси се во директна зависност од нивната порозност.

Литолошките единици кои се застапени на предметната локација, по својата хидрогеолошка функција во склопот на теренот можат да се класифицираат на следниот начин:

- Хидрогеолошки изолатори со меѓузрнска порозност, во кои се класифицирани делувиялните творби кои се претставени со прашиности глини со слабо присуство на песок и чакал;

- Релативни хидрогеолошки изолатори со слабо изразена пукнатинска порозност во кои се класифицирани андезитските бречи

Делувиялните творби како карпести маси со меѓузрнска порозност, како што претходно споменавме се резултат на површинскиот процес на распаѓање на основната карпеста маса, која го изградува самиот терен. Застапени се во површинскиот дел од теренот и се претежно со мала дебелина од неколку десетини cm до приближно 1.0 m. Поради зголемената содржина на ситната прашиносто-глиновита компонента се сврстуваат во групата на хидрогеолошки изолатори. Од извршениот опит на ВДП во лабораторија добиен е коефициент на филтрација  $k=1,55 \times 10^{-8}$  m/s.

Андезитските бречи се класифицираат во групата на хидрогеолошки изолатори со пукнатински тип на порозност, во кои тектонската испуканост не е многу изразена, што може



да се констатира од ретките изданоци на површина од теренот. Карактеристично е дека застапените пукнатини се претежно со мали, метарски димензии и од стиснат тип. Површинските пукнатини кои се со мала големина на отворите од неколку mm, претежно се пополнети со прашиесто-глиновите компонента, поради што нема инфилтрирање на атмосферските врнежи во подземјето или е тоа минимално. Дека се работи за водонепропусна карпеста маса покажуваат и извршените испитувања на ВДП извршени во 3(три) бунари. Испитувањата на ВДП покажаа практична водонепропусност кај андезитските бречи. Кај андезитските бречи коефициентот на филтрација е во рангот на  $k=6,1-6,3 \times 10^{-5} \text{ l/cm}^2$ .

Од андезитските бречи земени се 3(три) примероци за испитување на водовпивање во лабораториски услови. Проба бр. 3 е земена од изданок од површината на теренот, а другите два примерока проба бр. 1 и 2 се земени од бунар ИБ-8. Лабораториските испитувања ги дадоа следните резултати за водовпивање:

Проба бр. 1 12,7 %; Проба бр. 2 14,4% и Проба бр. 3 3,9%

Пробата бр. 3 која е земена од површината на теренот покажа најслабо водовпивање, кое најверојатно се должи на хемискиот состав на примерокот кој поради својата цврстина е со зголемена содржина на силициска компонента (пробата е од андезитски состав).

Кај пробите бр. 1 и 2 впирањето е поголемо од проста причина што се работи за примероци од карпест масив туф кој е попорозен и зафатен со деградациони процеси. Бидејќи на предметната локација не е извршено истражно дупчење не е дефинирана состојбата на карпестата маса во поголема длабина каде се очекува истата да биде посвежа и поцврста, а со самото тоа и уште со поголема водонепропусност која би можела да биде и од рангот на  $10^{-7}$  до  $10^{-9} \text{ l/cm}^2$ .

Во согласност со градацијата на Комисијата за инженерско-геолошко картирање на Интернационалната асоцијација за инженерска геологија, 1979год., ова спаѓа во слабо водопропустлива до целосно водонепропустлива карпеста маса. Така карпестите маси се дефинирани како aquicludes. Поради многу слабата водопропусност или практичната водонепропусност, многуслабата тектонска испуканост и постојна дисконтинуалност од стиснат тип, укажуваат на средина во која нема услови за формирање на подземна издан.

Воколку и би имала таква издан, таа би била на поголема длабина и со многу слаба можност за акумулирање на позначајна количина на подземна вода. Постојниот извор на подземна вода во селото е со издашност од 0.1-0.5 l/s и истиот е во зависност од атмосферските врнежи.

Од хидрогеолошки аспект на истражното подрачје и на база на степенот на истраженост не се констатирани карпести маси кои би имале инфилтрациони способности на база на порозност или испуканост на карпестата маса. И според геолошката градба, геоморфологијата како и хидрогеолошките услови на локацијата за депонија не може да се очекуваат поплави на теренот или некои други оштетувања од реки и хидротехнички објекти.

## 5. ГЕОТЕХНИЧКИ СВОЈСТВА НА ТЕРЕНОТ

Од применетите истражувања и испитувања, може да се констатира дека инженерскогеолошките и геотехничките карактеристики на теренот се дефинирани на квантитативен начин. Сите параметри, со одреден степен на екстраполација се прикажани на надолжниот геотехнички профил, како и на останатите соодветни прилози.

Покрај тоа, на надолжниот профил се дадени физичко-механичките карактеристики на застапените литолошки единици, класификацијата на карпестите маси, како и технологијата на ископ со соодветна категорија. На ваков начин, надолжниот профил е презентираан во форма која е погодна за ефикасно проектирање.

### **5.1. Инженерскогеолошки видови на карпести маси**

Од инженерскогеолошки аспект карпестите маси застапени на локацијата на депонијата, се класифицираат во групата на слабо врзани нескаменети карпести маси (делувијални седименти) и скаменети карпести маси (андезитски бречи).

#### **- Слабо врзани нескаменети карпести маси**

Во оваа група на карпи се категоризирани делувијалните седименти кои се настанати со распаѓање на андезитските бречи, изградени се од слабо песокливо прашинесто-глиновита дробина.

Се појавуваат во површинскиот дел од теренот, покривајќи ја основната карпеста маса. Обично се со мала дебелина од 0,3 до 0,8 m и немаат некое посебно значење за депонијата, бидејќи овој материјал ќе биде одстранет при изработката на градежната јама за идната депонија.

#### **- Врзани скаменети карпести маси**

Овде се класифицирани андезитски бречи каде аглестите парчиња од вулкански карпи (андезити) се цементираны со вулканска пепел (со силициски состав) како врзивно средство. Во горните делови на овие карпести маси поради дејството на атмосферните карпите се зафатени со процес на распаѓање и се трошни, додека во длабина се доста цврсти. Физичко-механичките карактеристики им варираат како во хоризонтален така и во вертикален правец.

Овие карпи имаат променлива јакост и деформабилност, чувствителни се на влага кога се изложени на подолг временски период што доведува до нивно површинско распаѓање.

Овде е важно да се нагласи дека од геотехнички аспект, стабилноста на проектираните ископи ќе биде донекаде условена од висината на ископите како и од ориентацијата на пукнатинските системи кои евентуално би можеле да се појават на одредена длабина како поединечни, а кои со нашите истражувања не се констатирани. Во близина на раседните структури најверојатно испуканоста на карпестата маса би била поизразена и во овој дел е можна инфилтрација на површинските врнежи во длабина.

### **5.2. Степен на испуканост на карпите**

Добро е познато дека дисконтинуалноста има големо влијание врз механичкото однесување, физичко-механичките параметри и можниот начин на лом на цврстите карпести маси. Имајќи го во предвид овој факт, соодветно внимание е посветено на одредувањето на својствата на дисконтинуитетите.

Бидејќи во најголем дел од теренот карпестите маси се покриени со помлади делувијални творби, мерењата за одредување на степенот на испуканост на карпестата маса се направени на откриените изданоци кои се многу слабо застапени.

Мерењата се направени со цел одредување на степенот на испуканост на карпестите маси т.е. одредување на RQD -параметарот според методологијата на Palstrom (1983).

$$RQD = 115 - 3.3 \cdot J_v$$



RQD [%] – квалитет на карпа, пресметана според Palstrom (1983)

$J_v = \sum G_i$  – вкупен број на пукнатини (joints) во единица волумен [ $j/m^3$ ].

$$\sum G_i = G_{p1} + G_{p2} + G_{p3} + \dots + G_{pn}$$

$G_{pi}$  – густина на пукнатини на  $m'$  за секој пукнатински систем

$G_{pi}$  – (на пример  $G_{p1}$  за пукнатински систем 1, итн.)

Густината на пукнатините е пресметана како однос од единица должина и средно растојание помеѓу пукнатините  $G=1/L_s$  ( $p/m'$ )

Со оваа методологија добиена е претстава за степенот на испуканост на карпестите маси, што соодветно е искористен при нивната класификација.

Добиените резултати од извршените мерења за одредување на степенот на испуканост и направените пресметки се дадени во табела бр. 1.

**Табела бр. 1** Резултати од мерења на степенот на испуканост.

Литолошка единица	Мерно место	Густина $G_{p1}$ [ $j/m$ ]	Густина $G_{p2}$ [ $j/m$ ]	Густина $G_{p3}$ [ $j/m$ ]	Усвоено $J_v$ [ $j/m^3$ ]	RQD [%]
Андезитска бреча	M1	2	1	3	6	95,2
	M2	2	2	3	7	91,9

Од приказот на степенот на испуканост може да се оцени дека карпестата маса андезитска бреча тектонски е многу слабо испукана со мал број на пукнатини на метар должен поради што пресметаниот RQD параметар има вредност преку 90 %, што значи дека се работи за многу добра карпа.

Овие анализи ќе послужат како основа за проценка на начинот на ископ, како и за класификација на карпите од геотехнички аспект.

### 5.3. Геотехнички профил на локацијата

Врз основа на теренските истражни работи при кои се идентифицирани видовите на застапените литолошки единици, како и извршените лабораториски испитувања, на предметната локација предвидена за изградба на депонијата, извршено е дефинирање на литолошки единици, при штонивниот вертикален распоред, како и нивната моќност се прикажани на поединечните профили на истражните бунари (прилог бр. 4.1-4.2), врз база на кои се конструирани 3 (три) надолжни геолошки профили на теренот (прилог бр. 5).

#### 5.4. Основни физичко-механички карактеристики на материјалите

##### 5.4.1. Основни физичко-механички карактеристики на почвените материјали

Со теренските истражувања, врз основа на картирањето на истражните бунари, утврден е делувилален материјал во сите истражни бунари со променлива длабина од 0.2 до 1.2 m. Од делувилалниот материјал, од истражните бунари Б-1 и Б-9, земени се соодветни репрезентативни примероци, кои се однесени во соодветна геотехничка лабораторија, каде се извршени соодветни лабораториски испитувања, со цел определување на одредени физичко-механички параметри на испитуваниот материјал. Геомеханичките параметри, добиени преку лабораториските испитувања, се прикажани табеларно во кои се прикажани конкретните нумерички вредности од извршените лабораториски опити, како и на соодветни графички прилози (прилог бр. 6-9).

*Класификација на почвените материјали:*

- **MI (d) – Песокливо-глиновита неорганска прашина**, со умерено нерамномерен состав, со мал содржај на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична ( $I_p = 14.7-17.0$ ), средно пластична до полутврда конзистентна состојба ( $I_c = 0.71-1.07$ ). Регистриран е на самата површина на теренот, е со варијабилна моќност од 0.2 m (Б-3) до 1.2 m (Б-9). Поради фактот што е регистриран како површински материјал и е со мала дебелина, тој ќе биде отстранет при ископот на градежната јама за депонијата.

*Физичко-механички карактеристики на почвените материјали*

Од аспект на збиеноста на овој материјал, извршен е стандарден Прокторов (Proctor) опит, со што е одредена оптималната влажност ( $w_{opt}$ ) при која се постигнува max. збиеност на материјалот т.е. максимална волуменска тежина во сува состојба ( $\gamma_{d,max}$ ), при што нумеричките вредности на истите се прикажани табеларно (табела 4), како и на соодветни графички прилози (прилог бр. 8.1-8.2).

**Табела 3.** Резултати од испитувањана збиеност по стандарден Прокторов опит.

Истражен бунар	Длабина на земен примерок	Вид на материјал	Оптимална влажност $w_{opt}[\%]$	Максимална волуменска тежина во сува состојба $\gamma_{d,max} [kN/m^3]$
<b>СТАНДАРДЕН ПРОКТОРОВ ОПИТ</b>				
Б-1	0.3-0.7	MI (d)	21.0-21.5	14.78
Б-9	0.3-1.2	MI (d)	20.5-21.0	15.55

За определување на филтрационите карактеристики на делувилалниот материјал, извршено е лабораториско испитување на водопрпусноста, при што е добиен коефициентот на филтрација “k”, чија вредност укажува на слабо водопрпусен материјал (табела 5).

**Табела 4. Резултати од испитување на водопропустноста.**

<b>Истражен бунар</b>	<b>Длабина на земен примерок</b>	<b>Вид на материјал</b>	<b>Коефициент на водопропустност <math>k[m/s]</math></b>
<b>ВОДОПРОПУСТНОСТ</b>			
Б-9	0.5-0.62	МI (d)	$1.55 \cdot 10^{-8}$

Усвоени физичко-механички карактеристики:

- **MI (d)** –делувијален материјал, изграден од глиновито-песоклива прашина:

$$\gamma = 17.0-18.5 \text{ kN/m}^3$$

$$w = 26.5-34.0 \%$$

$$w_{op} = 20.5-21.5\%$$

$$\gamma_{d,max} = 14.5-15.6 \text{ kN/m}^3$$

### 5.3.1. Основни физичко-механички карактеристики на карпестите материјали

За дефинирање на физичко-механичките карактеристики на карпестите материјали, извршени се лабораториски испитувања на соодветни монолитни карпести примероци за определување на индексот на јакост при точкасто оптоварување (*PLT – point load test*). Резултатите добиени од извршените опити, презентирани се во табела 5 и 6.

**Табела 5. Волуменска тежина.**

<b>Карпа</b>	<b>Волуменска тежина <math>\gamma [kPa]</math></b>
Андезитска бреча ( $\omega'$ )	21.24

**Табела 6. Резултати од лабораториски испитувања за определување на индексот на јакост при точкасто оптоварување (*PLT – point load test*).**

<b>Вид на карпа</b>	<b>Индекс на точкаста јакост <math>I_{s(50)} [MPa]</math></b>	<b>Јакост на притисок <math>\sigma_p [MPa]</math></b>	<b>Јакост на затегањек <math>\sigma_z [MPa]</math></b>
Андезитска бреча ( $\omega'$ )	0.342	7.527	0.513

Треба да се напомене дека вредностите на јакоста на притисок ( $\sigma_p$ ) и јакоста на затегање ( $\sigma_z$ ) се емпириски, добиени со користење на следните емпириски релации:

$$\sigma_p = 22 * J_{s(50)}$$

$$\sigma_z = 1.5 * J_{s(50)}$$

Каде е:

$J_{s(50)}$  – коригирана вредност на индексот на јакост при точкасто оптоварување за дијаметар од 50 mm.

Усвоените вредности од табела 5 и 6, подоле ќе се користат како влезни параметри за класификација на карпестите маси, како и за проценка на параметрите на јакоста на смолкнување на карпестиот масив.

#### *Класификација на карпести маси:*

За геотехничка класификација на карпестите маси, применет е методот на Bieniawski (RMR-систем), при што во табела 8 се прикажани детални податоци за усвоените вредности на јакоста на притисок ( $\sigma_p$ ), квалитетот на карпата, состојбата и растојанието помеѓу пукнатините, состојбата на подземна вода и вкупниот рејтинг на карпата.

**Табела 7.** Геотехничка класификација на карпестите маси според Bieniawski, 1989.

<b>Параметар</b>	<b>Андезитска бреча</b>
	<b>Бодови (вредност на параметар)</b>
Јакост на притисок ( $\sigma_p$ )	$\sigma_p = 7,5 \text{ MPa}$
Поени	<b>2</b>
Квалитет на карпа - RQD	90 %
Поени	<b>20</b>
Растојание меѓу пукнатини	60mm
Поени	<b>8</b>
Состојба на пукнатини	Брановидни пукнатински површини
Поени	<b>20</b>
Состојба на подземна вода	Целосно суво
Поени	<b>15</b>
Корекција заради ориентација на пукнатини (темели)	Многу повољна
Поени	<b>0</b>
Рејтинг на карпа (RMR)	<b>65</b>
Класа на карпеста маса	<b>II (добра карпеста маса)</b>
GSI	<b>60</b>

Со анализа на резултатите од табела 8, може да се заклучи дека на истражуваниот терен, застапени се добри карпести маси од II категорија на карпи според Bieniawski.

Геолошкиот индекс на јакост (*GSI-geological strength index*), е пресметан според следната формула:

$$GSI = RMR-5$$

*Проценка на јакост на смолкнување и деформабилност на карпест масив*

Општо е познато дека карактеристиките на монолитните делови не се меродавни за механичкото однесување на средината во фаза на ископ и експлоатација. Така, соодветна екстраполација од монолит на масив, за проценка на физичко-механичките параметри на јакоста на смолкнување и деформабилност на карпестиот масив е извршена со користење на познатиот емпириски нелинеарен критериум на лом на *Hoek & Brown*:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)$$

Каде што се:

$\sigma_1, \sigma_3$  –главни максимални и минимални ефективни напрегања;

$\sigma_{ci}$  –еднооксијална јакост на притисок;

$m_b$  –редуцирана вредност на  $m_i$  (материјална константа);

$s, a$  –емпириски константи зависни од геолошкиот индекс на јакост -*GSI* и факторот на пореметеност -  $D$ .

Преку нелинеарниот критериум на лом според *Hoek & Brown*, во софтверскиот пакет *Roclab*, добиени се вредностите за аголот на внатрешно триење ( $\phi$ ), кохезијата ( $c$ ), глобалната јакост на карпестиот масив ( $\sigma_{cm}$ ), како и модулот на деформабилност на карпестиот масив ( $E_{rm}$ ). Влезните големини за добивање на горенаведените вредности, *GSI* – геолошки индекс на јакост,  $\sigma_{ci}$  - еднооксијална јакост на притисок на непореметен примерок,  $m_i$  - материјална константата која зависи од типот на карпата,  $D$  - фактор на пореметеност и *MR* параметар кој зависи од типот на карпата, се прикажани на прилог бр. 10.1-2, додека добиените резултати од извршените пресметки се дадени во табела 9.

**Табела 8.** Параметри на јакост на смолкнување и деформабилност на масив од 2016 год.

Вид на карпа	$m_b$	$s$	$a$	$\phi$ [°]	$c$ [MPa]	$\sigma_{cm}$ [MPa]	$E_{rm}$ [MPa]
Андезитска бреча ( $\omega'$ )	1.443	0.00303	0.502	40.24	0.157	1.222	451.533

Како меродавни за натамошни анализи, усвоени се следните вредности на физичко-механичките параметри на застапените карпести материјали (табела 10).

**Табела 9.** Усвоени параметри на јакост на смолкнување и деформабилност на масив.

<b>Вид на карпа</b>	<b>Вол. тежина <math>\gamma</math> [kPa]</b>	<b>Агол на внатр. триење на масив <math>\varphi</math> [°]</b>	<b>Кохезија на масив с (kPa)</b>	<b>Јакост на притисок на масив <math>\sigma_{cm}</math> [MPa]</b>	<b>Модул на дефор. на карп. масив <math>E_{rm}</math> [MPa]</b>
Андезитска бреча ( $\omega'$ )	21.0	40.0	155.0	1.200	450.0

## 6. УСЛОВИ ЗА ИСКОП

Делувијалните творби, по актуелните градежни норми GN 200, може да се класифицираат како III категорија на ископ, во која ископот ќе се врши машински. Површински изменетите, меки и трошни андезитски бречи се класифицираат како IV категорија на ископ, и во истите ископот би се вршел со потешко копање, додека посвежите карпести маси во длабина како и партиите збогатени со силициска компонента се класифицираат во V до VI категорија и во нив ископот би се вршел со употреба на пневматски чекани минирање со растресување.

## 7. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ

Врз основа на прифатената Понуда од страна на K2 Консалтинг, како Нарачател и "ГЕОХИДРОИНЖЕНЕРИНГ", ДООЕЛ–Скопје како Изведувач, за потребите за изработка на потребната техничка документација како подлога за проектирање на депонија за цврст отпад во Св. Николе, врз основа на извршените истражувања и испитувања е изработен Елаборат од извршените геомеханички истражувања и испитувања за изработка на Основен Проект за изградба на **Депонија – Св. Николе**.

При тоа врз основа на сите истражувања и анализи сумарно се потенцираат следните заклучоци:

- Сите предвидени активности се извршени во месец Март, 2017 год., при што за детерминација на литолошките членови изведени се вкупно 9 (девет) истражни бунари со длабина на дупчење 0.7 до max. 1.8 m, така што вкупната длабина на изработка на истражни бунари изнесува 11.0 m. Ископот на истражните бунари е изведен рачно, со дијаметар на ископ од  $\varnothing 800$  mm до  $\varnothing 1000$  mm. Извршено е картирање и фотографирање на извадените бунари и селектирани се вкупно 17 репрезентативни примероци за лабораториски испитувања.
- Со истражните работи, не е регистрирано ниво на подземна вода.
- Според постојната сеизмолошка карта на Р. Македонија, за повратен период од 500 години (која се препорачува за примена според Eurocode 8 за сеизмички анализи сè до донесување на национален документ), може да се констатира дека траката на предметната делница е лоцирана во подрачја со интензитет  $I = VIII^{\circ}$  MCS (скала по Mercalli, Cancani и Sieberg). Според постојните критериуми, за ваков очекуван интензитет на земјотрес, за евентуални потреби од динамички анализи се препорачува да се усвои коефициент на сеизмичност  $K_X = 0.2 - 0.25$ .
- На предметната локација за депонија издвоени се две литогенетски единици, од различна геолошка старост и со различни својства и значење за изведба на објектот. Застапени се следните единици: делувијални творби и андезитски бречи.
- Делувијални творби кои се продукт на процесите на површинско распаѓање на основните карпести маси се констатирани се во површинскиот дел од теренот, покривајќи ја основната карпеста маса. Дебелина обично им е мала и испод 1.0 m, а се претставени со прашинеста глина со содржај на песоклива фракција.
- Литолошките единици кои се застапени на предметната локација, по својата хидрогеолошка функција во склопот на теренот можат да се класифицираат на следниот начин:
  - Хидрогеолошки изолатори со меѓузрнска порозност, во кои се класифицирани делувијалните творби кои се претставени со прашинеста глина со содржај на песоклива фракција. Според лабораторискиот опит на ВДП овие творби се карактеризират со слаба водопропусност и со коефициент на филтрација  $k = 1,55 \times 10^{-8}$  m/s.
  - Хидрогеолошки изолатори со пукнатинска порозност во кои се класифицирани андезитските бречи. Извршените теренски опити на ВДП кај овие карпести маси дадоа многу слаба водопропусност која е во рамките на  $k = 6,1 - 6,3 \times 10^{-5}$  l/cm<sup>2</sup>

- Од инженерскогеолошки аспект карпестите маси застапени на локацијата на депонијата, се класифицираат во групата на слабозани нескаменети карпести маси ( делувијалните творби), врзани скаменети карпести маси (андезитски бречи)
- Делувијалните творби, по актуелните градежни норми GN 200, може да се класифицираат како III категорија на ископ, во која ископот ќе се врши машински. Андезитските бречи во површинскиот дел се класифицираат во VI категорија, а во длабина во V-VI категорија во кои ископот би бил делумно машински а делумно со ударен чекан или глатко минирање со растресување.
- Во фаза на изведување на објектот, обврзно е ископот да биде картиран детално од инженерскогеолошки аспект, со цел да се утврди степенот на согласност на прикажаниот геолошки склоп со фактичката состојба на теренот. Доколку се констатираат одредени разлики од прогнозираната состојба преку истражните дбунари, да се извршат потребни прилагодувања на фактичката(утврдена) состојба. Сите прилагодувања да бидат документирани во Проект на изведбена состојба согласно на Законот за градба, а сите други аспекти да бидат исто така во склад со поврзана легислатива.
- Врз основа на сите препораки и заклучоци кои се овде дадени, како и останати критериуми, Проектантот го задржува правото за конечно усвојување на елементите на техничкото решение за фундаирање на објектот.

Изработиле:

м-р Стојанче Николов, дипл инж. геолог

Антонио Костов, дипл. инж. по геотехника

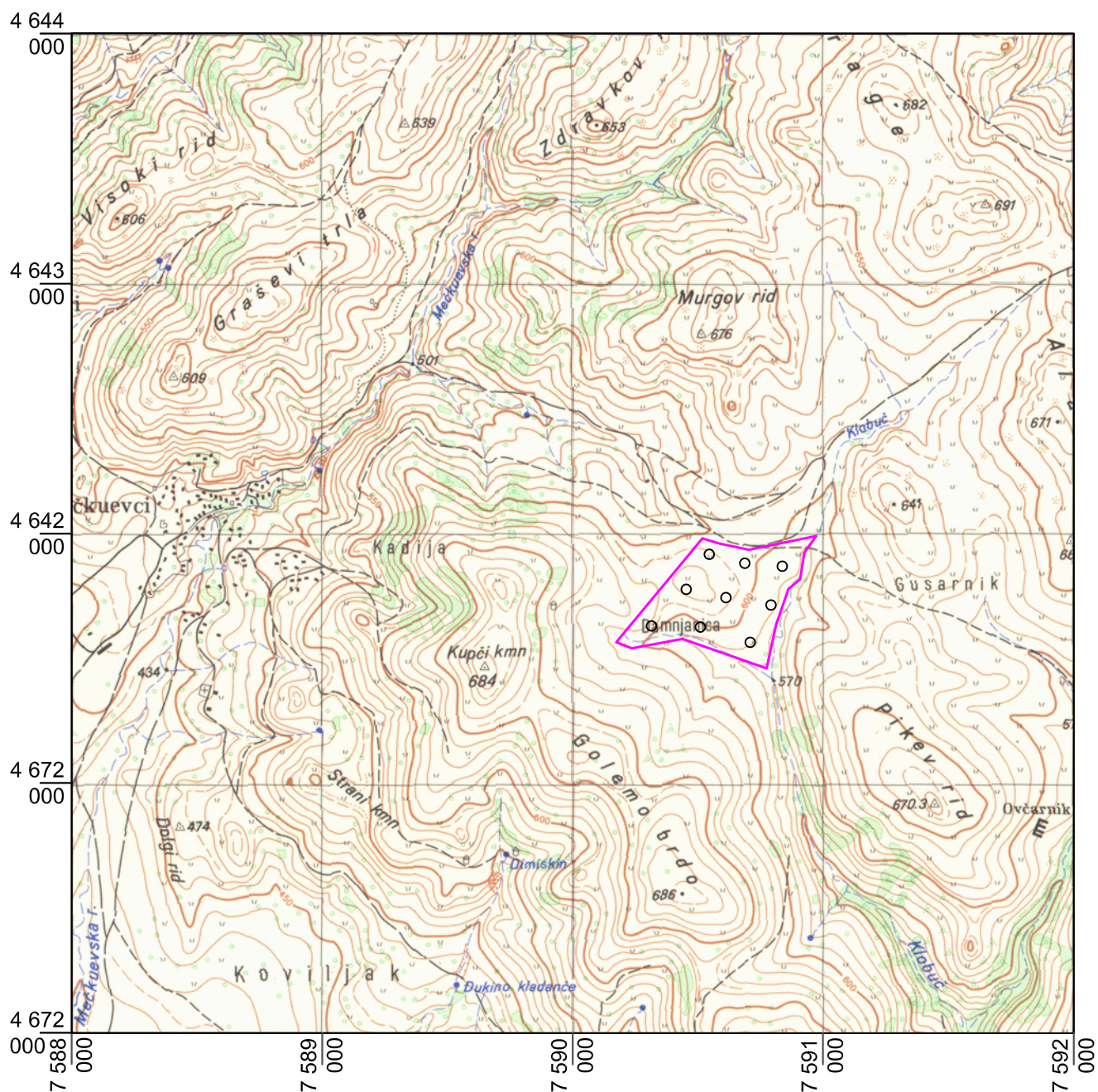
Никола Богатиновски, дипл. инж. геолог



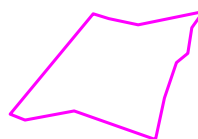
# Топографска карта 1 : 25 000

Локалитет: "с. Мечкуевци", општина Свети Николе

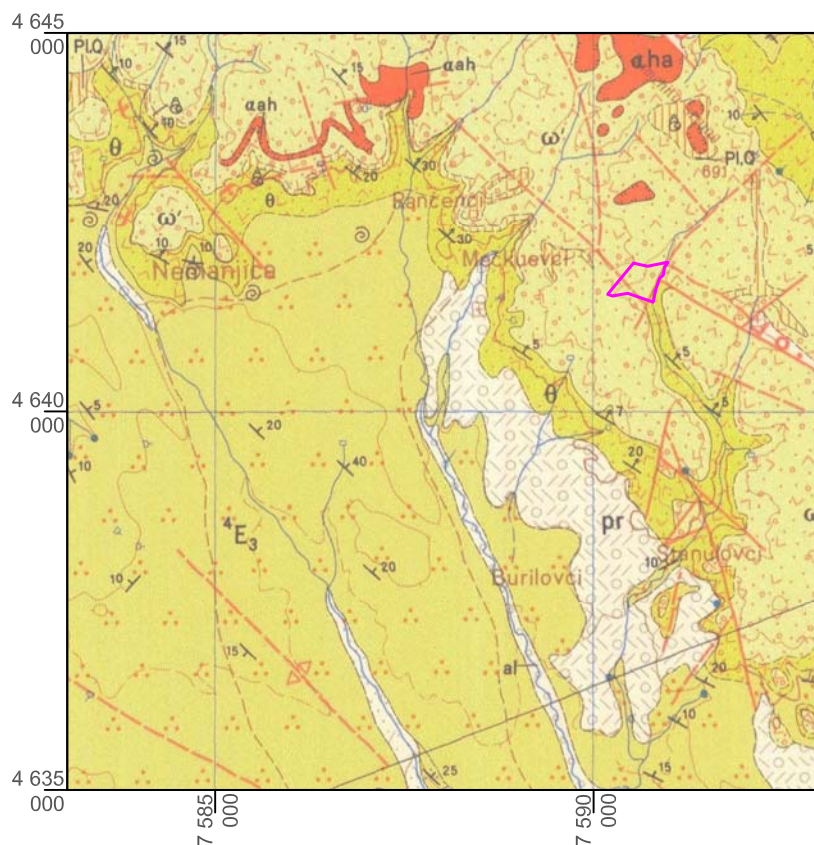
Објект: "Депонија"



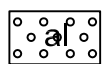
Граница на депонијата



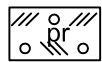
Прегледна геолошка карта на локацијата на депонијата  
во с. Мечкуевци, општина "Свети Николе", со  
вцртани граници на истражен простор  
1 : 100 000



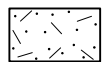
Легенда:



Алувијум



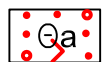
Пролувиум



Супесок, суглина и чакал  
(Квартер воопшто)



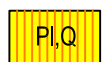
Хорнбленда-аугит андезити



Игнибрит од андезитски состав



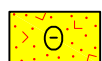
Аугит-хорнбленда-биотит андезити



Бигрови варовници



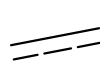
Андезитски бречи



Андезитски туф



Горна зона на флиш: глинци и песочници



Геолошка граница:  
утврдена, претпоставена



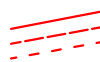
Граница на изливен вулканит:  
утврдена и покриена



Елементи на пад на слој



Елементи на пад на стратификација  
во вулканитите



Расед: утврден, покриен и претпоставен



Оска на антиклинала: претпоставена



Маринска и слатководна макрофауна



Извор, кладенец



Река

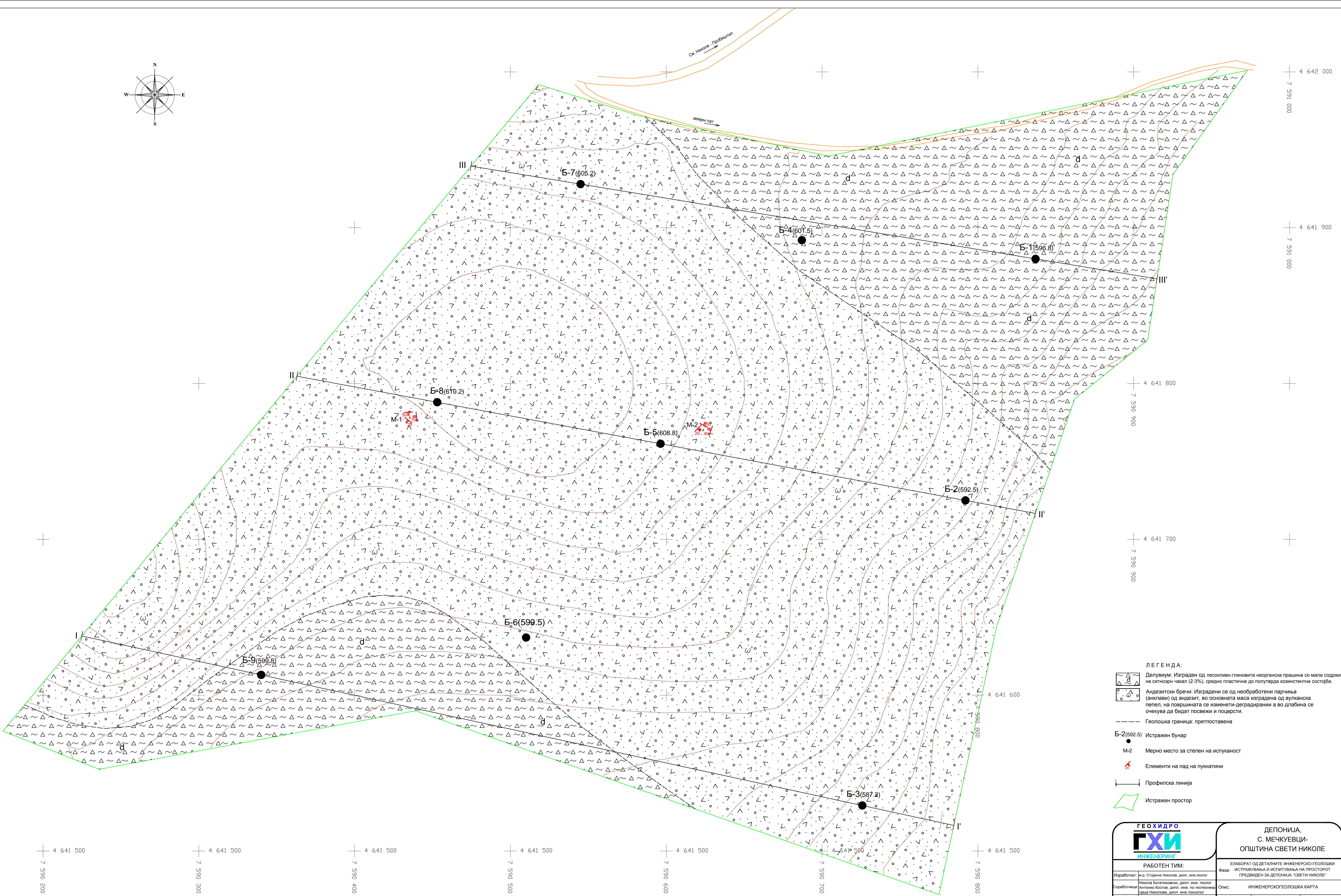
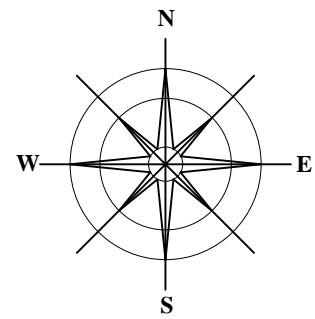


Поток



Граници на депонијата





- ЛЕГЕНДА:
- Делувий: Изграден од песоливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.
  - Андезитски бреци: Изградени се од необработени парчиња (анклави) од андезит, во основната маса изградена од вулканска пепел, на површината се изменети-деградирани а во длабина се очекува да бидат посвежи и поцврсти.
  - Геолошка граница: претпоставена
  - Б-2(592.5)** Истражен бунар
  - М-2** Мерно место за степен на испуканост
  - Елементи на пад на пукнатини
  - Профилска линија
  - Истражен простор

<b>ГЕОХИДРО</b> <b>ИНЖЕНЕРИНГ</b>		ДЕПОНИЈА, С. МЕЧКОВЕВЦИ- ОПШТИНА СВЕТИ НИКОЛЕ	
РАБОТЕН ТИМ:		ЕЛАБОРАТ ОД ДЕТАЛНИТЕ ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКИ Фаза: ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА НА ПРОСТОРОТ ПРЕДВИДЕН ЗА ДЕПОНИЈА "СВЕТИ НИКОЛЕ"	
Изработил:	М-р. Стојане Николов, дипл. инж. геолог	Опис:	ИНЖЕНЕРСКО-ГЕОЛОШКА КАРТА
Соработилци:	Никола Божитиновски, дипл. инж. геолог Антонио Костов, дипл. инж. по потпозна Цвета Николова, дипл. инж. технологи	Мерка:	1:1000
Внатр. конт.	Петре Пасков, дипл. инж. геолог	Датум:	Март 2017
		Прилог бр.:	3





## ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛИ НА ИСТРАЖНИ БУНАРИ

ЕЛАБОРАТ ОД ИЗВРШЕНИТЕ ГЕОМЕХАНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА НА ЛОКАЦИЈА ЗА  
ПРОЕКТИРАЊЕ И ИЗВЕДБА НА ДЕПОНИЈА - СВ.НИКОЛЕ

M = 1 : 100

Длабочина [m]	Дебелина [m]	USCS симбол	Шрафура	Н.П.В. [m]	Опис на материјалот	<div><div></div>Непореметена проба</div> <div><div></div>Пореметена проба</div>
Истражен бунар: <b>Б-1</b> Кота на терен: Z = 596.8    Координати:    X = 4 641 880; Y=7 590 837						
0.0						
0.7	0.7	d				<div><div></div>0.3 - 0.7</div>
1.7	1.0	ω'			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	
Истражен бунар: <b>Б-2</b> Кота на терен: Z = 592.5    Координати:    X = 4 641 725; Y=7 590 792						
0.0						
0.3	0.3	d			Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	<div><div></div>0.3-0.6</div>
0.8	0.5	ω'			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	
Истражен бунар: <b>Б-3</b> Кота на терен: Z = 587.8    Координати:    X = 4 641 576; Y=7 590 710						
0.0						
0.2	0.2	d			Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	
1.0	0.8	ω'			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	
Истражен бунар: <b>Б-4</b> Кота на терен: Z = 601.5    Координати:    X= 4 641 892; Y=7 590 687						
0.0						
0.9	0.9	d			Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	
1.5	0.6	ω'			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	
Истражен бунар: <b>Б-5</b> Кота на терен: Z = 608.8    Координати:    X = 4 641 721, Y=7 590 542						
0.0						
0.4	0.4	d			Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	
1.0	0.6	ω'			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	
Истражен бунар: <b>Б-6</b> Кота на терен: Z = 599.5    Координати:    X = 4 641 637; Y=7 590 510						
0.0						
0.5	0.5	d			Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	
1.5	1.0	ω'			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	
Скопје, Март 2017		Картирал: Стојанче Николов Антонио Костов		Обработил: Цаца Николова		Прилог бр. 4/1



## ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛИ НА ИСТРАЖНИ БУНАРИ

ЕЛАБОРАТ ОД ИЗВРШЕНИТЕ ГЕОМЕХАНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА И ИСПИТУВАЊА НА ЛОКАЦИЈА ЗА  
ПРОЕКТИРАЊЕ И ИЗВЕДБА НА ДЕПОНИЈА - СВ.НИКОЛЕ

M = 1 : 100

Длабочина [m]	Дебелина [m]	USCS симбол	Шрафура	Н.П.В. [m]	Опис на материјалот	<div> <div></div> Непореметена проба <div></div> Пореметена проба </div>
---------------	--------------	-------------	---------	------------	---------------------	--

Истражен бунар: **Б-7**

Кота на терен: Z = 605.2 Координати: X = 4 641 928; Y=7 590 545

0.0	0.3	0.3	d		Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	0.3-0.7
0.7	0.4	$\omega'$			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	

Истражен бунар: **Б-8**

Кота на терен: Z = 610.2 Координати: X = 4 641 788; Y=7 590 453

0.0	0.3	0.3	d		Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	0.3-0.8
1.0	0.7	$\omega'$			Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	

Истражен бунар: **Б-9**

Кота на терен: Z = 599.5 Координати: X = 4 641 642; Y=7 590 315

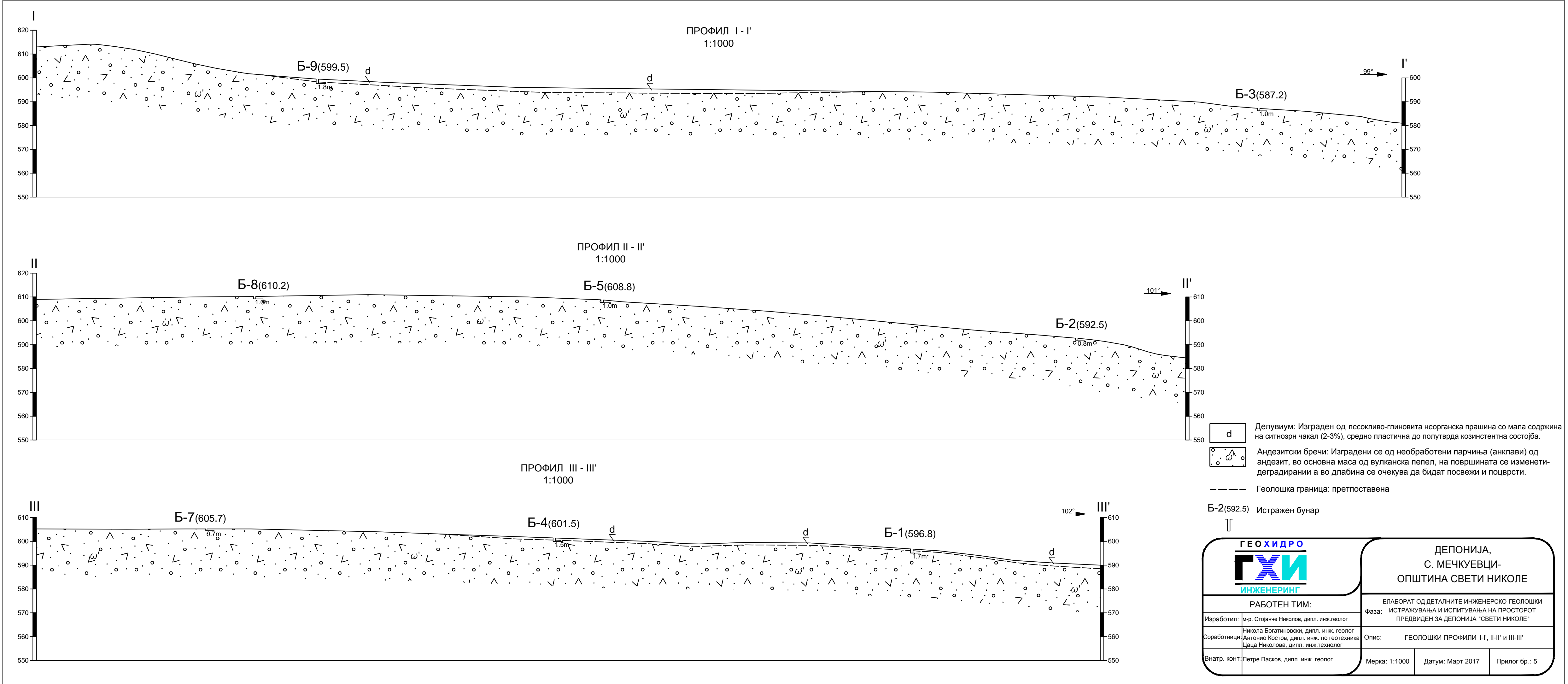
0.0	1.2	d		Песокливо-глиновита неорганска прашина со мала содржина на ситнозрн чакал (2-3%), средно пластична до полутврда козинстентна состојба.	0.3 - 1.2
1.2	0.6	$\omega'$		Андезитска бреча зафатена со процес на распаѓање која постепено преминува во фаза на прашинесто глиновит песок, боја светло кафеаво-жолтоникава.	

Скопје, Март 2017

Картирал: Стојанче Николов  
Антонио Костов

Обработил: Цаца Николова

Прилог бр. 4/2

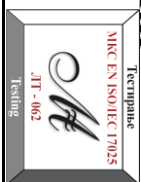




Универзитет „Св. Кирил и Методиј“  
Лабораторија на Градежен факултет - Скопје  
Оддел за геотехника



ГРАНУЛОМЕТРИСКИ  
СОСТАВ  
МКТС СЕН ISO/TS  
17892-4:2010



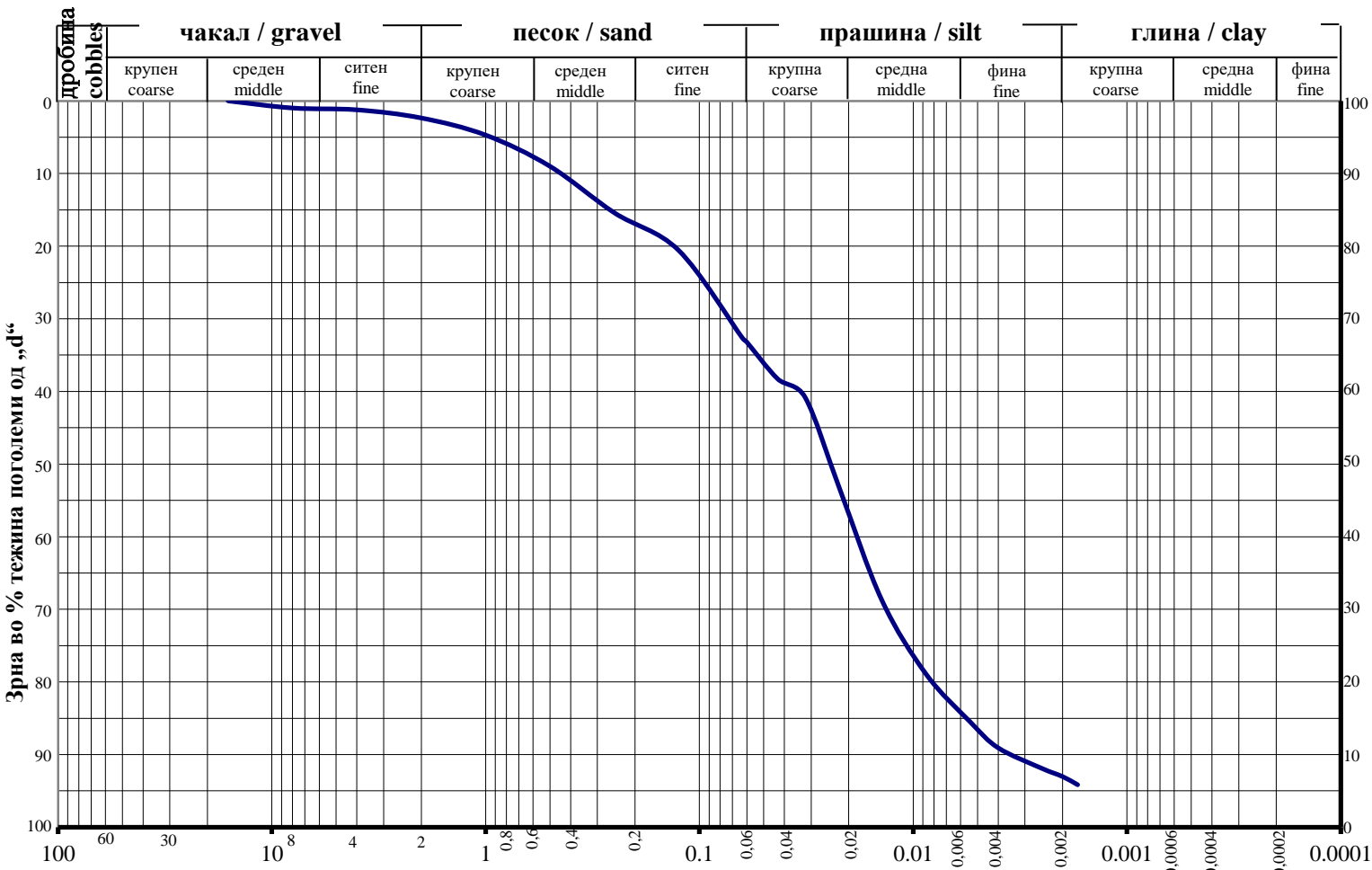
Објект / location: "Депонија" - Св. Николе

Дупнатина / borehole: Б - 1

Длабочина / depth: 0.3 - 0.70

m

„P“ до нитмом вижал % ов виж



$\gamma =$   $\text{kN/m}^3$   $\gamma_d =$   $\text{kN/m}^3$   $w = 33.53\%$   $G_s =$  Дијаметар на зрното во "d" [mm]  
Чакал / gravel = 2.3% Песок / sand = 30.3% Прашина / silt = 60.4% Глина / clay = 7.0%

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
63	100.0
31.5	100.0
20	100.0
16	100.0
8	99.0
6	98.9
4	98.8

$d_{60}$  [mm]=

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
2	97.7
1	95.3
0.6	91.9
0.5	91.0
0.25	84.6
0.2	82.5
0.125	79.4

$d_{30}$  [mm]=

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
0.063	67.4
0.06	66.8
0.043	61.7
0.032	59.2
0.022	46.5
0.014	31.2
0.0087	21.1

$C_u = d_{60}/d_{10} =$

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
0.0054	14.5
0.004	10.9
0.0025	8.1
0.002	7.0
0.0017	5.8
0.0011	0.0
0.001	0.0

$C_z = d_{30}^2 / (d_{10} d_{60}) =$

Во Скопје,  
23/03/2017

Изработил:  
Милорад Ивановски,  
Дипл.инж.геот.

Обработил:  
м-р Седд Абазии,  
Дипл.инж.геот.

Одг.инж. на Оддел:  
доц. д-р Јован Бр. Папик,  
Дипл.град.инж.

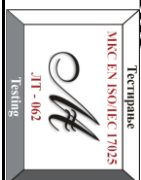
Прилог бр.  
6.1



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“  
Лабораторија на Градежен факултет - Скопје  
Оддел за геотехника



ГРАНУЛОМЕТРИСКИ  
СОСТАВ  
МКТС СЕН ISO/TS  
17892-4:2010

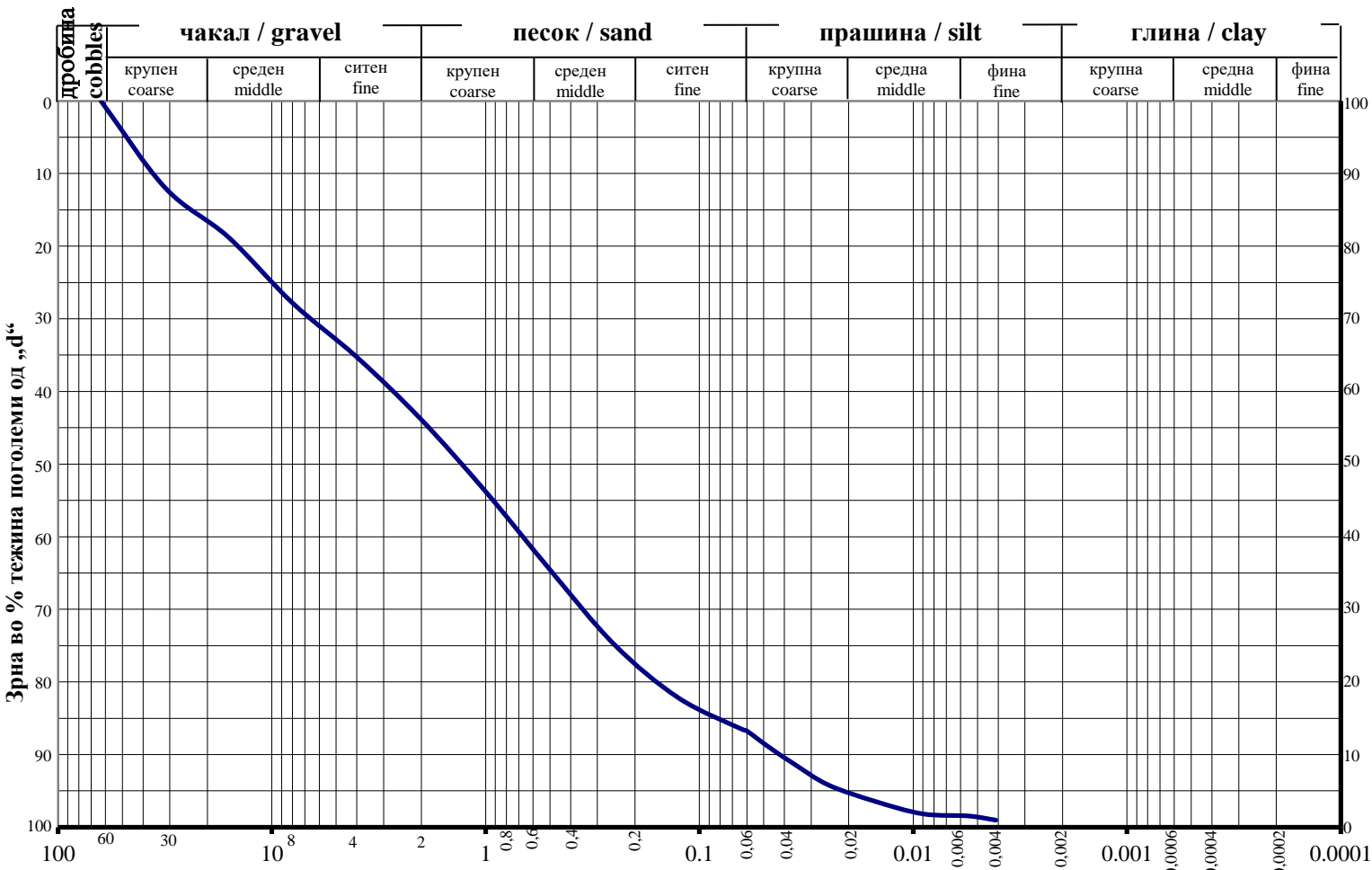


Објект / location: "Депонија" - Св. Николе

Дупнатина / borehole: Б - 2

Длабочина / depth: 00.30 - 0.60 m

„P“ до нитвом вижал % ов виж



$\gamma = \frac{\text{kN/m}^3}{\text{Чакал / gravel} = 43.9\%}$   $\gamma_d = \frac{\text{kN/m}^3}{\text{Песок / sand} = 42.7\%}$   $w = 8.68\%$   $G_s = \frac{\text{Дијаметар на зрното во "d" [mm]}{\text{Прашина / silt} = 13.5\%}$   $\text{Глина / clay} = 0.0\%$

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
63	100.0
31.5	88.0
20	83.0
16	81.3
8	72.2
6	68.5
4	64.7

$d_{60}$  [mm]=

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
2	56.1
1	46.2
0.6	37.6
0.5	35.5
0.25	25.2
0.2	22.2
0.125	17.8

$d_{30}$  [mm]=

$d_{10}$  [mm]=

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
0.063	13.5
0.06	13.3
0.047	11.0
0.036	8.7
0.025	5.8
0.015	3.5
0.009	1.8

$C_u = d_{60}/d_{10} =$

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
0.0055	1.5
0.0041	1.0
0.0025	0.0
0.002	0.0
0.0017	0.0
0.0011	0.0
0.001	0.0

$C_z = d_{30}^2 / (d_{10} d_{60}) =$

Во Скопје,  
23/03/2017

Изработил:  
Милорад Ивановски,  
Дипл.инж.геот.

Обработил:  
м-р Седд Абазии,  
Дипл.инж.геот.

Одг.инж. на Оддел:  
доц. д-р Јован Бр. Папик,  
Дипл.град.инж.

Прилог бр.  
6.2

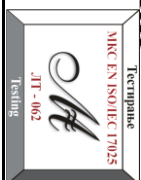




Универзитет „Св. Кирил и Методиј“  
Лабораторија на Градежен факултет - Скопје  
Оддел за геотехника



ГРАНУЛОМЕТРИСКИ  
СОСТАВ  
МКТС СЕН ISO/TS  
17892-4:2010

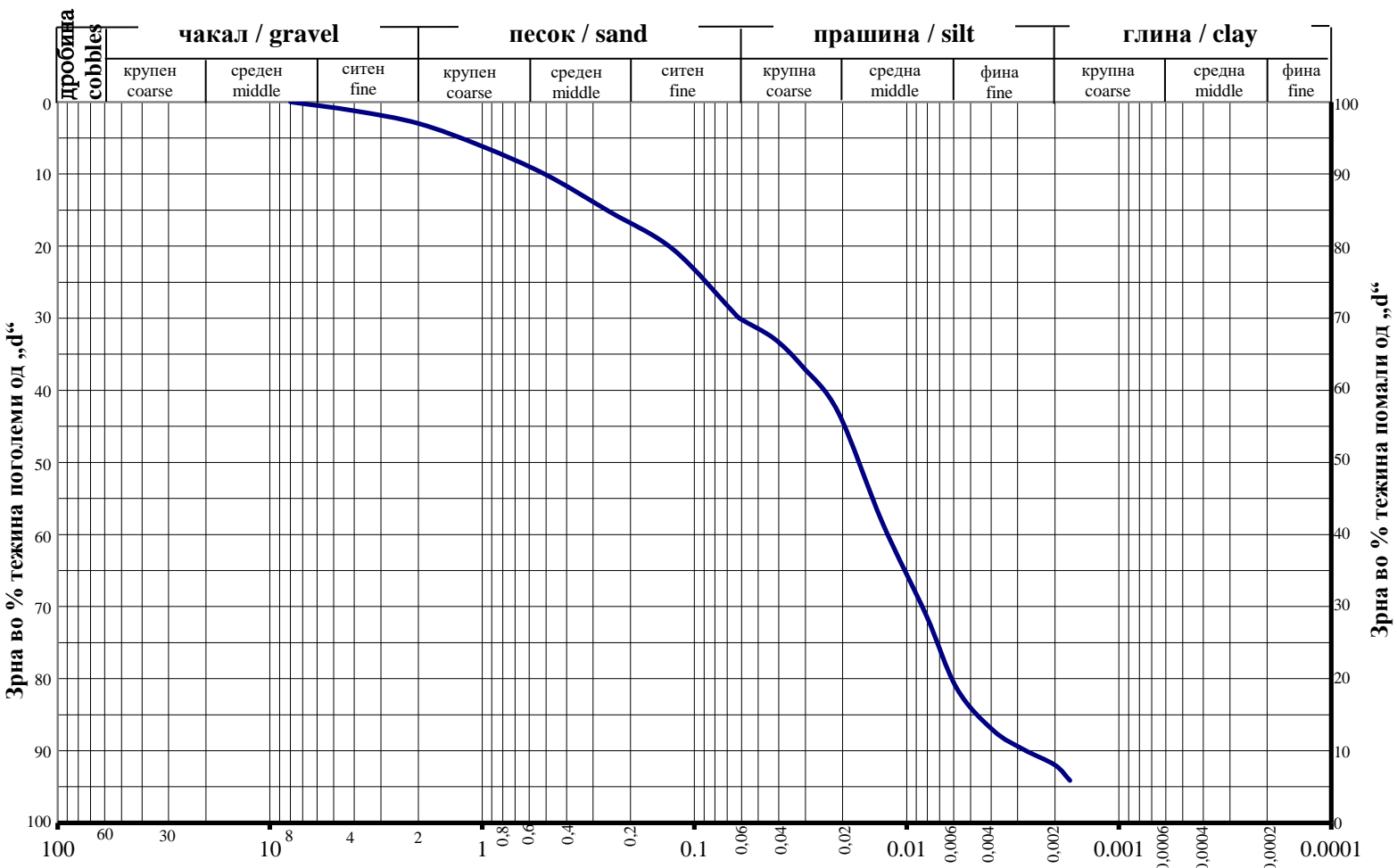


Објект / location: "Депонија" - Св. Николе

Дупнатина / borehole: Б - 9

Длабочина / depth: 0.30 - 1.20

m



$\gamma =$  kN/m<sup>3</sup>  $\gamma_d =$  kN/m<sup>3</sup>  $w = 26,63$  %  $G_s =$  Дијаметар на зрното во "d" [mm]

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
63	100.0
31.5	100.0
20	100.0
16	100.0
8	100.0
6	99.4
4	98.8

$d_{60}$  [mm]=

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
2	97.0
1	93.9
0.6	90.7
0.5	89.9
0.25	84.8
0.2	82.6
0.125	79.5

$d_{30}$  [mm]=

$d_{10}$  [mm]=

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
0.063	70.3
0.059	69.7
0.042	67.2
0.031	63.3
0.021	56.9
0.013	41.6
0.0081	28.9

$C_u = d_{60}/d_{10} =$

Дијаметар / Diameter [mm]	Процент / Percentage [%]
0.0058	18.6
0.0039	12.8
0.0028	10.2
0.002	8.0
0.0017	5.9
0.0011	0.0
0.001	0.0

$C_z = d_{30}^2 / (d_{10} d_{60}) =$

Во Скопје,  
23/03/2017

Изработил:  
Милорад Ивановски,  
Дипл.инж.геот.

Обработил:  
м-р Седд Абазии,  
Дипл.инж.геот.

Одг.инж. на Оддел:  
доц. д-р Јован Бр. Папиќ,  
Дипл.град.инж.

Прилог бр.  
6.3

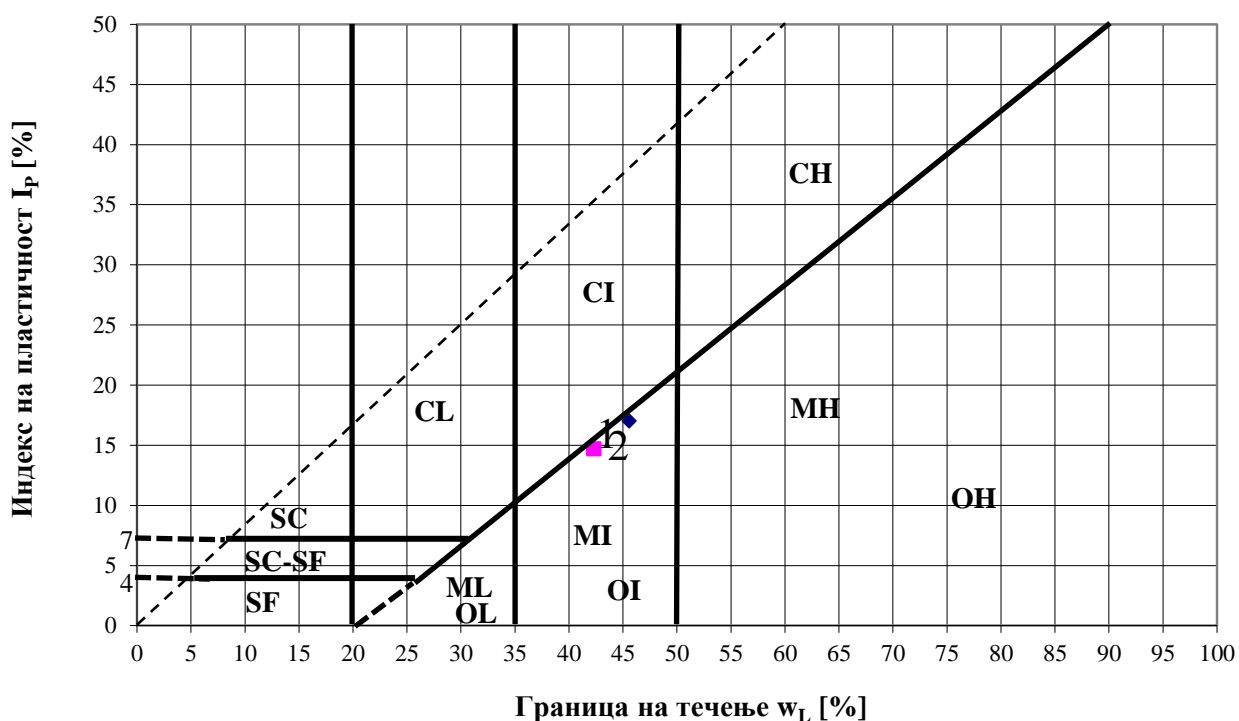


Објект / location: Депонија - Св. Николе

Табела на граници на конзистенција, индекси и ознаки

Точка	Дупнатина (длабочина [m]) Borehole (depth [m])	Граница на течење $w_L$ [%]	Граница на пластичност $w_p$ [%]	Индекс на пластичност $I_p = w_L - w_p$	Природна влажност $w$ [%]	Индекс на конзистенција $I_c = (w_L - w) / I_p$	Индекс на течност $I_L = (w - w_p) / I_p$	Индекс на жилавост $I_z = I_p / I_L$	Ознака според Единствена класификација USCS
1	Б-1 (0.3-0.7)	45.6	28.6	17	33.53	0.71	0.29	58.62	MI
2	Б-9(0.3-1.2)	42.3	27.6	14.7	26.63	1.07	-0.07	-222.77	MI
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Дијаграм на пластичност



Скопје,  
23/03/17

Изработил:  
Милорад Ивановски,  
дипл.инж.геот.

Обработил:  
м-р Сеад Абази,  
дипл.инж.геот.

Одг.инж.на Оддел:  
доц. д-р Јован Бр. Папик,  
дипл.град.инж.

Прилог бр.:  
7



Објект: ДЕПОНИЈА - СВ. НИКОЛЕ

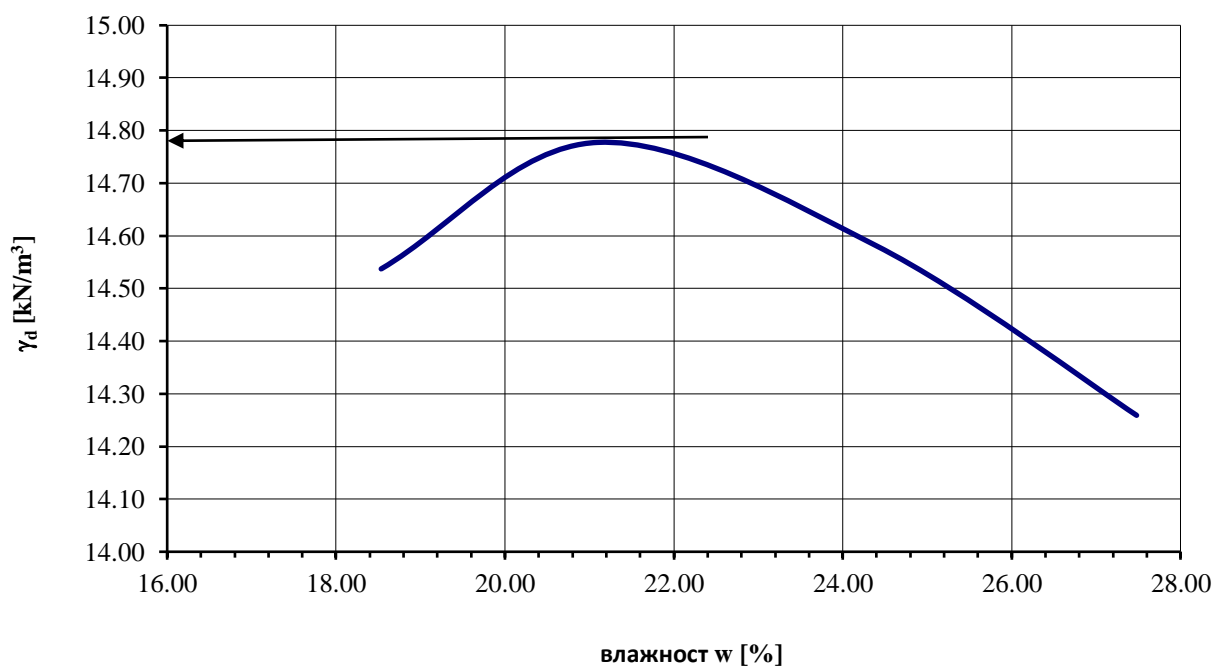
Дупнатаина / Бунар: Б-1

Длабочина: 0.3-0.7 m

Реден број	Маса на влажен примерок	Волумен	Волуменска тежина	Влажнос	Волуменска тежина во сува состојба
	$m_p$ [g]	$V$ [cm <sup>3</sup> ]	$\gamma = m_p/V * 10$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$w$ [%]	$\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	1623.2	942	17.23	<b>18.53</b>	<b>14.54</b>
2	1685.7	942	17.89	<b>21.09</b>	<b>14.78</b>
3	1708.6	942	18.14	<b>24.39</b>	<b>14.58</b>
4	1712.3	942	18.18	<b>27.48</b>	<b>14.26</b>
5					
6					
7					
8					

Сад	Тара (маса на сад)	Маса на примерок и сад	Маса на сув примерок и сад	Маса на сув примерок	Содржина на вода	Влажнос
	$t$ [g]	$m_t$ [g]	$m_a$ [g]	$m_d = m_t - t$ [g]	$m_w = m_t - m_d$ [g]	$w = m_w / m_d * 100$ [%]
1		220.0		185.6	34.4	<b>18.5</b>
2		310.0		256.0	54.0	<b>21.1</b>
3		510.0		410.0	####	<b>24.4</b>
5		450.0		353.0	97.0	<b>27.5</b>

Диаграм на оптимална влажност



$w_{opt} =$  21.0-21.5 %

$\gamma_{d,max} =$  14.78 kN/m<sup>3</sup>





Објект: ДЕПОНИЈА - СВ. НИКОЛЕ

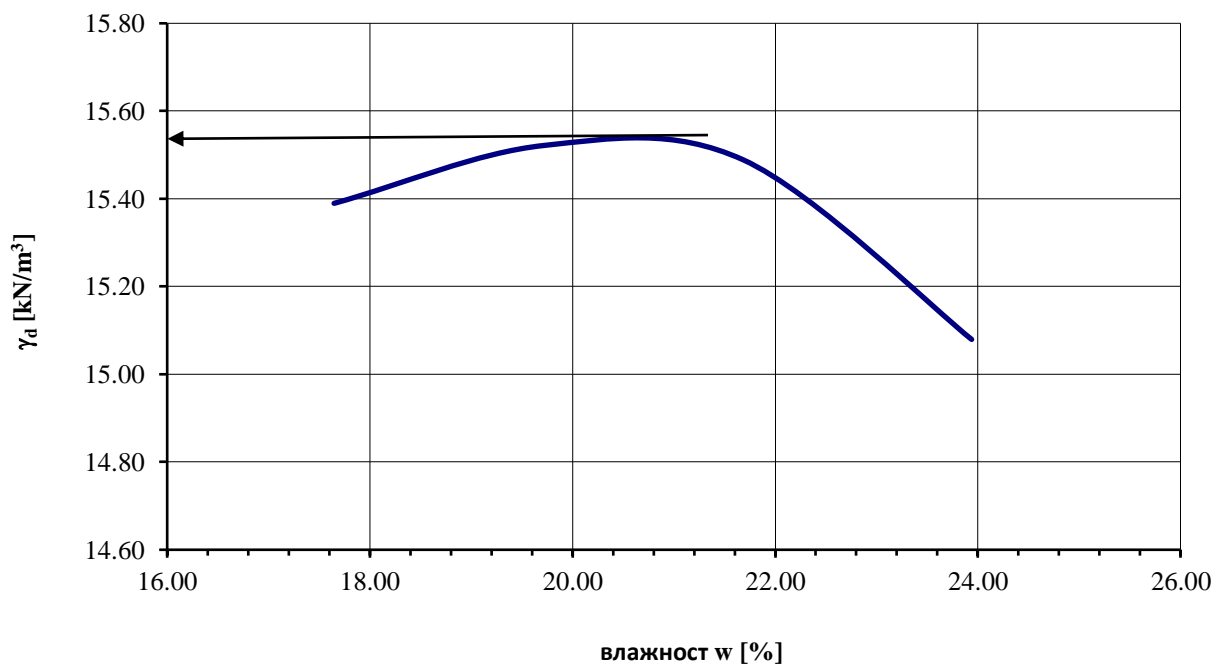
Дупнатаина / Бунар: Б-9

Длабочина: 0.3-1.2 m

Реден број	Маса на влажен примерок	Волумен	Волуменска тежина	Влажнос	Волуменска тежина во сува состојба
	$m_p$ [g]	$V$ [cm <sup>3</sup> ]	$\gamma = m_p/V * 10$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$w$ [%]	$\gamma_d = \gamma / (1 + w/100)$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	1705.5	942	18.11	<b>17.65</b>	<b>15.39</b>
2	1750.4	942	18.58	<b>19.72</b>	<b>15.52</b>
3	1775.4	942	18.85	<b>21.69</b>	<b>15.49</b>
4	1760.5	942	18.69	<b>23.94</b>	<b>15.08</b>
5					
6					
7					
8					

Сад	Тара (маса на сад)	Маса на примерок и сад	Маса на сув примерок и сад	Маса на сув примерок	Содржина на вода	Влажнос
	$t$ [g]	$m_t$ [g]	$m_a$ [g]	$m_d = m_t - t$ [g]	$m_w = m_t - m_a$ [g]	$w = m_w / m_d * 100$ [%]
1		300.0		255.0	45.0	<b>17.6</b>
2		340.0		284.0	56.0	<b>19.7</b>
3		505.0		415.0	90.0	<b>21.7</b>
5		321.0		259.0	62.0	<b>23.9</b>

Диаграм на оптимална влажност



$w_{opt} =$  20.5-21.0 %

$\gamma_{d,max} =$  15.55 kN/m<sup>3</sup>



22.03.2017	Во Скопје,	Изработил:
	Милорад Ивановски,	доц. д-р Игор Пешевски,
	дипл. инж. геот.	дипл. инж. геол.
	Обработил:	Одг. инж. на Оддел:
		доц. д-р Јован Бр. Папик,
		дипл. град. инж.
	Прилог бр.	9

Димензии на примероци / Sample dimensions

N <sup>o</sup>	D <sub>i</sub> [mm]	W <sub>1</sub> [mm]	W <sub>2</sub> [mm]	W <sub>sr</sub> [mm]	p [bar]
1	41,0	66,0	40,0	53,00	4,00
2	36,0	60,0	46,0	53,00	5,00
3	39,0	62,0	54,0	58,00	5,00
4	38,0	56,0	46,0	51,00	8,00
5	38,0	69,0	48,0	58,50	7,00
6	37,0	55,0	40,0	47,50	5,00
7	36,0	56,0	39,0	47,50	4,00
8	35,0	73,0	47,0	60,00	7,00
9	40,0	54,0	40,0	47,00	7,00
10	38,0	58,0	37,0	47,50	7,00

Вредности на јакоста / Strength values

N <sup>o</sup>	D <sub>e</sub> [mm]	J <sub>s</sub> [MPa]	J <sub>s(50)</sub> [MPa]	σ <sub>p</sub> [MPa]	σ <sub>z</sub> [MPa]
1	52,60	0,210	<b>0,214</b>	4,718	0,322
2	49,29	0,298	<b>0,297</b>	6,523	0,445
3	53,67	0,252	<b>0,260</b>	5,717	0,390
4	49,67	0,470	<b>0,469</b>	10,312	0,703
5	53,20	0,359	<b>0,369</b>	8,113	0,553
6	47,30	0,324	<b>0,316</b>	6,952	0,474
7	46,66	0,266	<b>0,258</b>	5,681	0,387
8	51,71	0,380	<b>0,385</b>	8,479	0,578
9	48,93	0,424	<b>0,420</b>	9,238	0,630
10	47,94	0,442	<b>0,433</b>	9,534	0,650
ср.вредност / aver.value			<b>0,342</b>	<b>7,527</b>	<b>0,513</b>



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“  
Лабораторија на Градежен факултет - Скопје  
Оддел за геотехника

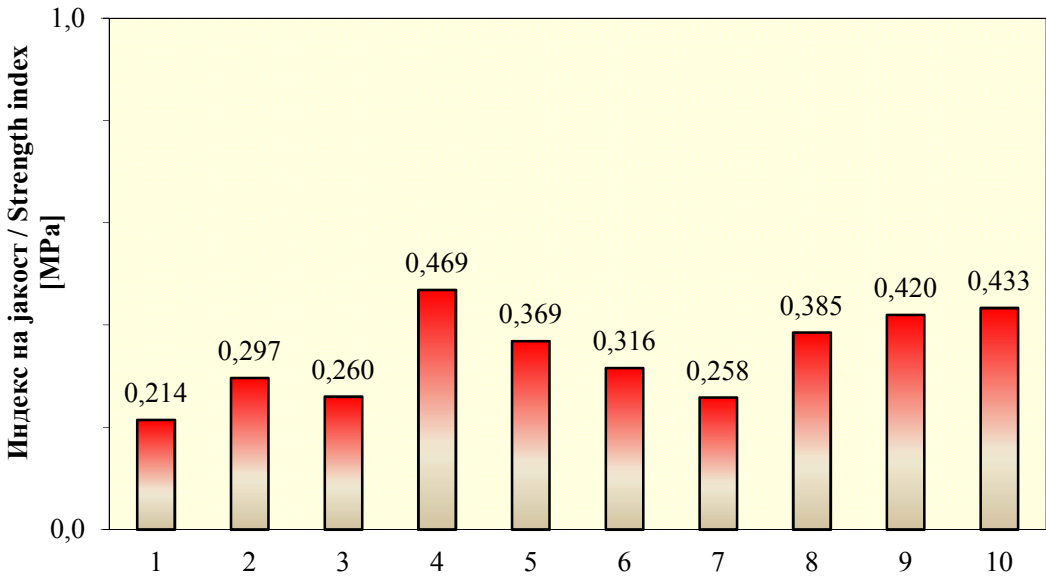


**ИНДЕКС НА ЈАКОСТ ПРИ ТОЧКАСТ ТОВАР**  
**POINT LOAD STRENGTH INDEX**

**ASTM D5731-08**

Проект / Project: Депонија Св.Николе  
Објект / Structure: \_\_\_\_\_  
Мерно место / Gauge point: Б-7  
Длабочина / Depth: 0.30-0.70 m  
Вид на карпа / Rock type: вулканска карпа

$\gamma = 21,24 \text{ kN/m}^3$



Забелешка: Индекс на јакост во сува состојба

**ПРОЦЕНКА НА ПАРАМЕТРИ НА ЈАКОСТ НА СМОЛКНУВАЊЕ И ДЕФОРМАБИЛНОСТ НА  
КАРПЕСТ МАСИВ ПО *HOEK & BROWN***

**- Андезитска бреча( $\omega'$ )**

Hoek Brown Classification

sigci	7.5	MPa
GSI	60	
mi	13	
D	0.7	
Ei	2250	

Hoek Brown Criterion

mb	1.44361	
s	0.00303634	
a	0.502841	

Failure Envelope Range

Application	Custom	
sig3max	0.5	MPa

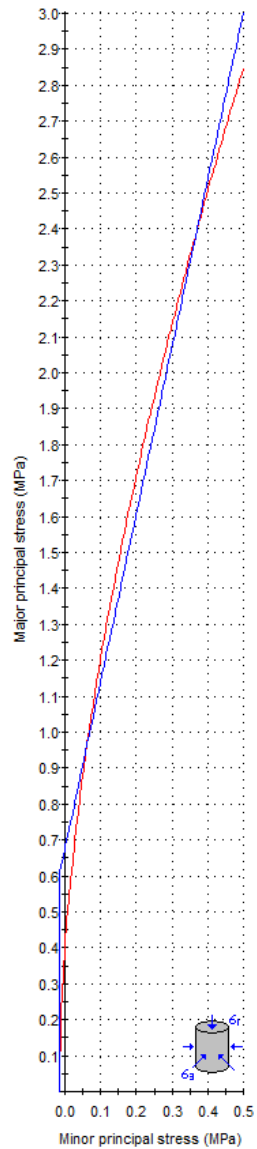
Mohr-Coulomb Fit

c	0.157237	MPa
phi	40.2467	degrees

Rock Mass Parameters

sigt	-0.0157747	MPa
sigc	0.406523	MPa
sigcm	1.22283	MPa
Erm	451.533	MPa

# Analysis of Rock Strength using RocLab



## Hoek-Brown Classification

intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 7.5 MPa  
 GSI = 60  $m_i$  = 13 Disturbance factor (D) = 0.7  
 intact modulus (Ei) = 2250 MPa  
 modulus ratio (MR) = 300

## Hoek-Brown Criterion

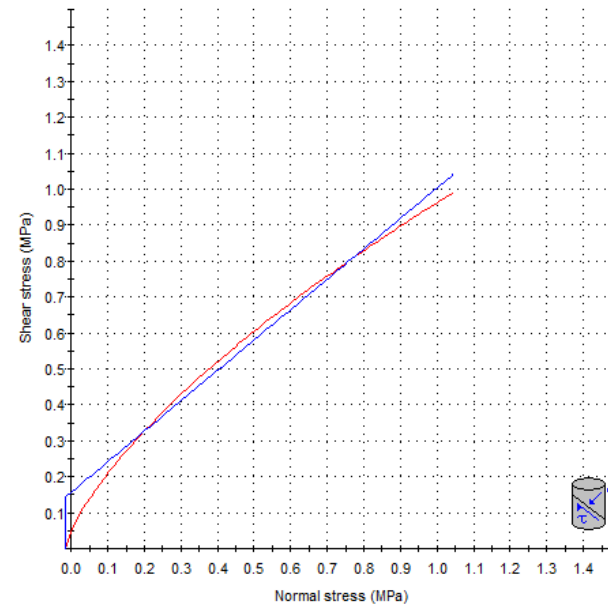
$m_b$  = 1.444  $s$  = 0.0030  $a$  = 0.503

## Mohr-Coulomb Fit

cohesion = 0.157 MPa friction angle = 40.25 deg

## Rock Mass Parameters

tensile strength = -0.016 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.407 MPa  
 global strength = 1.223 MPa  
 deformation modulus = 451.53 MPa







**ФОТОДОКУМЕНТАЦИОНЕН МАТЕРИЈАЛ ОД  
ИСТРАЖНИТЕ БУНАРИ – ДЕПОНИЈА СВЕТИ НИКОЛЕ**



**Слика 1.** Фото од истражен бунар Б-1



**Слика 2.** Фото од истражен бунар Б – 2





**Слика 3.** Фото од истражен бунар Б - 3



**Слика 4.** Фото од истражен бунар Б —4





**Слика 5.** Фото од истражен бунар Б – 5



**Слика 6.** Фото од истражен бунар Б – 6





**Слика 7.** Фото од истражен бунар Б –7



**Слика 8.** Фото од истражен бунар Б –8





**Слика 9.**      *Фото од истражен бунар Б - 9*