

ЕЛАБОРАТ

од геотехнички истражни работи и лабораториски испитувања за временна мини депонија на локација во Ново Коњско-Гевгелија



Скопје,
Јануари 2017

НАЗИВ НА

ГРАДБА/ОБЈЕКТ: **ГЕОТЕХНИЧКИ ИСТРАЖУВАЊА**

НАЗИВ НА ПРОЕКТ:

**ЕЛАБОРАТ ОД ГЕОТЕХНИЧКИ ИСТРАЖНИ РАБОТИ И
ЛАБОРАТОРИСКИ ИСПИТУВАЊА ЗА ВРЕМЕНА МИНИ
ДЕПОНИЈА НА ЛОКАЦИЈА ВО НОВО КОЊСКО -
ГЕВГЕЛИЈА**

ИНЖЕНЕРСКА

ОБЛАСТ /

КАТЕГОРИЈА:

ГЕОТЕХНИКА “А”

ВИД НА ПРОЕКТ:

ГЕОТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

ИНВЕСТИТОР:

United Nations Development Programme (UNDP)

ПРОЕКТАНТ:

**Д.Г.П.У. “ГЕИНГ Кребс унд Кифер Интернешнл и др. “
ул. “Мирче Оровчанец” бр. 1/1-1, Скопје**

РЕВИДЕНТ

ТЕХНИЧКИ БРОЈ НА

ПРОЕКТ:

ИГР_174_12/16

МЕСТО И ДАТА:

Скопје, Јануари 2017

Директор на Сектор Геотехника,

Управител,

СОДРЖИНА:

А. Општ дел

Б. Текстуален дел

В. Графички дел

А. Општ дел

Врз основа на членовите 15 и 18 од Законот за градење, (Службен весник на Р. Македонија бр. 130/09), односно пречистен текст на (Службен весник на Р. Македонија бр. 39/12) како и врз основа на останатите важечки закони, правилници, стандарди и нормативи го донесувам следното:

РЕШЕНИЕ

Вработениот се одредува како одговорен проектант од градеништвото за изработка на:

ЕЛАБОРАТ

Од геотехнички истражни работи и лабораториски испитувања за времена мини депонија на локација во Ново Коњско - Гевгелија

ОБРАЗЛОЖЕНИЕ

Вработениот се одредува за одговорен проектант, бидејќи ги исполнува условите од Законот за градење.

Управител,

м-р Драган Димитриевски

ПОТВРДА

за извршена внатрешна контрола - контрола на квалитет

Д.Г.П.У. "ГЕИНГ Кребс унд Кифер Интернешнл и др." Д.О.О. - Скопје, потврдува дека е извршена внатрешна контрола - контрола на квалитет на:

ЕЛАБОРАТ

Од геотехнички истражни работи и лабораториски испитувања за времена мини депонија на локација во Ново Коњско - Гевгелија

Внатрешна контрола - контрола на квалитетот извршил:

Управител,

м-р Драган Димитриевски

Во изработката на *“Елаборатот од геотехнички истражни работи и лабораториски испитувања за времена мини депонија на локација во с.Ново Коњско – Гевгелија”*, учествуваа:

Внатрешна контрола:

Б. Текстуален дел

СОДРЖИНА

Б. ПРОЕКТЕН ДЕЛ

1. Вовед	1
2. Видови на истражувања.....	1
2.1. Теренски истражувања.....	1
2.1.1. Инженерскогеолошко картирање на теренот.....	2
2.1.2. Истражни работи	2
2.2. Лабораториски испитувања.....	4
3. Геолошки карактеристики на теренот	6
3.1. Геоморфолошки карактеристики на теренот.....	6
3.2. Геолошки карактеристики на теренот	7
3.3. Основни сеизмотектонски карактеристики на теренот	8
3.4. Хидрогеолошки карактеристики на теренот	9
3.5. Инженерско – геолошки карактеристики на теренот	11
4. Испитување на водопропусноста - ВДП	11
5. Геотехнички профил на локацијата	13
5.1. Физичко-механички карактеристики на материјалите и нивна класификација.....	13
6. Услови за ископ.....	18
8. Заклучоци и препораки.....	19

В. ГРАФИЧКИ ДЕЛ

Ред.бр.	Наслов на прилог	Прилог. Бр.
1.	Орентационо комуникациона карта (М 1:300 000)	1.1
2.	Геолошка карта на пошироката област, (М 1:100 000)	1.2
3.	Хидрогеолошка карта на пошироката област, (М 1:200 000)	1.3
4.	Сеизмолошка карта на пошироката област, (М 1:200 000)	1.4
5.	Инженерскогеолошка карта, (М 1:1000)	2.1
6.	Хидрогеолошка карта (М 1:1000)	2.2
7.	Поединечни профили на истражни дупнатини (М 1:100)	3.1 ÷ 3.6
8.	Надолжни геотехнички профили, (М 1:100)	4.1 ÷ 4.2
9.	Попречни геотехнички профили, (М 1:100)	5.1 ÷ 5.3
10.	Лабораториски испитувања	6
11.	RMR систем Bieniawski (1989)	7.1
12.	Hoek and Brown classification	7.2
13.	Испитување на ВДП	8.1-8.5
14.	Прилог фотографии	9
15.	Извештај од тестирање на анализи од подземна вода	10

1. ВОВЕД

Врз основа на Понудата со архивски број 03-3757/1 од 21.12.2016 склучена помеѓу Инвеститорот Програма за развој на Обединетите Нации - УНДП и ДГПУ Геинг Кребс унд Кифер Интернешнл и др. ДОО – Скопје, извршени се геомеханички, инженерскогеолошки, хидрогеолошки и лабораториски испитувања за предметната локација предвидена за изработка на времена мини депонија на локација во Ново Коњско-Гевгелија.

Теренските и кабинетските работи се извршени во месец Декември 2016/Јануари 2017 година, по методологија која е во склад со техничката регулатива, широко применувана во земјата и странство, потоа Македонските стандарди, како и упатства и препораки од техничка литература.

Целта на извршените истражувања и испитувања е утврдување на геолошката градба на околниот терен со посебен осврт на инженерско-геолошките, хидрогеолошките карактеристики, морфолошките својства на теренот, како и одредување на геомеханичките параметри на застапените материјали на локацијата предвидена за изградба на времената мини депонија.

Резултатите од овие истражувања и испитувања се прикажани преку соодветни графички прилози, табеларни прегледи и дијаграми, додека нивната интерпретација е дадена во текстуалниот дел.

2. ВИДОВИ НА ИСТРАЖУВАЊА

Видот и обемот на теренските и лабораториските истражувања и испитувања се работени согласно постоечката техничка и законска регулатива, како и врз база на актуелните стандарди и прописи, дефинирани и одредени за ова ниво на истражувања.

Пред отпочнување со теренските истражни работи извршено е рекогносцирање на теренот на целата локација предвидена за изградба на времена мини депонија, а со цел запознавање на инженерскогеолошката, хидрогеолошката и геотехничката проблематика.

Сите резултати од теренските истражувања и лабораториски испитувања соодветно се анализирани и проектирани во Елаборатот, а осврт кон применетите методи, обемот, видот и методологија се прикажани подолу.

2.1. Теренски истражувања и испитувања

Како прва фаза, во делот на геотехничките истражувања и испитувања, извршена е инженерскогеолошка и хидрогеолошка проспекција на теренот со цел да се добие увид во моменталната состојба како на микролокацијата така и на околниот терен, да се согледаат основните геолошки, инженерскогеолошки и хидрогеолошки карактеристики.

За добивање на геотехничките карактеристики на теренот во функција од длабочина изведен е одреден вид и обем на истражни работи со цел да се изврши макроскопска идентификација на застапените материјали и да се утврди нивниот просторен распоред и меѓусебен однос на одделните литолошки членови и дефинирање на физичко-механичките карактеристики на откриените материјали во лабораториски услови.

За изработка на овој Елаборат применети се следните теренски истражни работи:

- Инженерскогеолошка и хидрогеолошка проспекција на теренот;
- Инженерскогеолошко и хидрогеолошко картирање на теренот;
- Дупчење на истражни дупнатини;
- Изведба на SPT тест;
- Изведба на теренско ВДП Lugeon и Lefranc;
- Картирање и фотографирање на истражни дупнатини;
- Земање на оптимален број на репрезентативни примероци од регистрираните материјали за лабораториски испитувања;

2.1.1. Инженерскогеолошко и хидрогеолошко картирање на теренот

Деталното инженерскогеолошко картирање на теренот е основна теренска метода за дефинирање на составот и склопот на теренот. Со инженерско-геолошкото картирање, покрај собирањето на податоци за геолошко-генетските карактеристики се врши и детално картирање на сите видливи изданоци и следење на геолошките граници на основните карпи на теренот. Покрај ова во текот на инженерскогеолошкото картирање согледувани се покриеноста на теренот, комуникациските врски и останати параметри кои се значајни за изградба на депонија.

Резултатите од извршеното инженерскогеолошко картирање на теренот се прикажани на инженерскогеолошката и хидрогеолошката карта (1:1000), Прилог бр. 2.1 и 2.2 а како помошна постоечка стручна и техничка графичка документација користена е основната геолошка карта-Лист Кожуф К 34-93 изработена од страна на Геолошки завод – Скопје, 1960 – 1961 год.

2.1.2. Истражни работи

Истражните работи на предметната локација извршени се во месец Декември 2016 год. и Јануари 2017 год. Дупчењето на теренот е извршено со машинско ротационо дупчење на 6 (шест) истражни дупнатини со поединечна длабочина од ИД-1/П-1 (15.0 m'), ИД-2/П-2 (15.0 m'), ИД-3 (8.00 m'), ИД-4 (8.00), ИД-5 (8.00) и ИД-6/П-6 (15.00) или вкупно 69.00 m'. Во 3 од истражните дупнатините поточно во ИД-1/П-1, ИД-2/П-2 и ИД-6/П-6 вградени се и пиезометарски конструкции за следење на осцилациите на нивото на подземна вода.

Јадрото од дупнатините е вадено во 100% форма, сложувано во сандачи и макроскопски картирано на лице место со примена на сите теренски идентификациони опити. Истражните дупнатини се така распоредени со цел да

се добие целосен приказ на целата локација предвидена за изградба на мини депонијата.

Распоред на истражните работи е прикажан на Инженерскогеолошката карта (Прилог бр. 2.1).

По картирањето на материјалите извршено е селектирање на репрезентативни примероци, кои уредно спакувани и обележани се однесени во геомеханичка лабораторија за понатамошни испитувања.

Табела бр. 1 Основни податоци на истражни работи

Дупнатина	Длабочина (m)	ППВ (m)	НПВ (m)	Координати	Број на земени примероци
ИД – 1/П-1	15,00	/	11.60	X =4 558 173 Y =7 622 560	3
ИД – 2/П-2	15,00	/	9.50	X=4 558 091 Y=7 622 522	2
ИД - 3	8,00	/	/	X=4 558 091 Y=7 622 458	1
ИД – 4	8,00	/	/	X=4 558 145 Y=7 622 414	1
ИД – 5	8,00	/	/	X=4 558 207 Y=7 622 472	2
ИД – 6/П-6	15,00	/	12.80	X=4 558 194 Y=7 622 526	2

Во текот на истражното дупчење извршени се опити на стандардна динамичка пенетрација (SPT тест). Пенетрацијата е извршена со помош на конус, кој се набива со удари од тег од 0.635 kN со височина на паѓање од 76.30 cm се до продирање на конусот од 30.4 cm.

Во случаите кога се применува конус наместо цилиндар, бројот на ударите (N) се корегира со коефициент 0.7 така да:

$$N' = 0.7 * N$$

Доколку корегираниот број на удари е $N' > 15$, сондирањето е под нивото на подземна вода и материјалот е ситнозрн песок, се извршува дополнителна корекција на бројот на удари по изразот на Terzaghi и Pech:

$$N'' = 15 + 0.5 * (N' - 15)$$

За случаите кога не е достигнато стандардно продирање од 30.4 cm, бројот на ударите се определува според изразот:

$$N_{kor} = 30.4 * N' / e$$

e – длабочина на продирање на конусот (цилиндар)

Модулот на стисливост е определен преку опитите на стандардна динамичка пенетрација (SPT), и е пресметан по изразот на Šuklje:

$$M_v = c_1 + c_2 * N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

2000 < c₁ < 4000 и 400 < c₂ < 800

Основните податоци од извршените стандардни опити на динамичка пене-трација се прикажани во Табела бр. 2

Табела бр.2 Преглед на изведени **SPT**- тестови

Дупнатина	Длабочина	Продирање на конусот	Број на удари	Корегиран број на удари				Збиеност	Агол	Модул на стисливост
Бр.	(m)	(cm)	N	N'	N''	N _{kor}	N _{def}	/	φ [°]	Mv (kPa)
Д-1	2.00 ÷ 2.30	30	30	21	/	21	21		34	18396
	4.00 ÷ 4.15	15	30	21	/	42	42		39	33292
Д-2	2.00 ÷ 2.11	11	30	21	/	58	58		42	44125
	4.00 ÷ 4.08	8	30	21	/	80	80		44	59360
	6.00 ÷ 6.06	6	30	21	/	106	106		45	77980
Д-3	2.50 ÷ 2.60	10	30	21	/	64	64		43	48188
Д-4	3.00 ÷ 3.10	9	30	21	/	71	71		44	53153
Д-5	2.00 ÷ 2.24	24	30	21	/	27	27		35	22120
	4.00 ÷ 4.11	11	30	21	/	58	58		42	44125
	6.00 ÷ 6.09	9	30	21	/	71	71		44	53153
Д-6	2.00 ÷ 2.12	12	30	21	/	53	53		41	40740
	5.00 ÷ 5.08	8	30	21	/	80	80		44	59630

2.2. Лабораториски испитувања

По извршеното геотехничко картирање на откриените материјали на “лице место” и земањето на репрезентативни примероци од истите, а со цел да се потврди теренската идентификација и класификација, како и да се дефинираат физичко-механичките карактеристики на материјалите застапени на испитуваната локација, извршени се следните лабораториски испитувања над пореметени и полупореметени примероци:

Резултатите од извршените геомеханички испитувања се прикажани преку соодветни дијаграми, нумерички и табеларно.

Бр.	Опит	Стандард
1.	Определување на содржина на вода	MKTC CEN ISO/TS 17892-1:2010
2.	Определување на волуменска тежина	MKTC CEN ISO/TS 17892-2:2010
3.	Определување на волуменска тежина на цврсти честички	MKTC CEN ISO/TS 17892-3:2010
4.	Определување Гранулометриски состав	MKTC CEN ISO/TS 17892-4:2010
5	Прокторов опит	MKC EN 13286-2:2012
6.	Триаксијален опит	MKTC CEN ISO/TS 17892-9: 2010
7.	Точкаста јакост	ISRM тест метод од 1992

8.	Впивање на влага кај скаменети карпи (U)	MKS B. B8. 010
9.	Определување на содржина на карбонати во почва	MKS. УБ1. 026

Определување на содржина на вода

Содржината на вода на репрезентативните примероци е определена со сушење на истите на температура од 105° C до константна тежина.

Определување на волуменска тежина

Волуменската тежина во природна состојба е определена на примероци со помош на цилиндри со познат волумен за кохерентни материјали, како и со методот на потопување во вода, а за некохерентните материјали преку техничка волуменска тежина.

Определување на волуменска тежина на цврсти честички – Метод на пикнометар

Волуменската тежина на цврсти честички за кохерентните материјали е определена со метод на пикнометар со волумен од 100 cm³

Определување на гранулометриски состав

Гранулометрискиот состав е определен по пат на сеење и ареометрирање како и со комбинација на методите на сеење и ареометрирање, во зависност од видот и јадроста на секој обработен материјал поодделно.

Резултатите се презентирани преку дијаграмите на гранулометриски состав на Прилозите бр. 6.1.1 ÷ 6.1.5.

Опит на Триаксијална компресија

Триаксијалните испитувања се вршени над цилиндрични примероци со димензии 50/100 и 101/202 mm и се изведени како консолидирано недренирани со следење на развојот на порните притисоци, во серии од по три примероци, при константна брзина на деформирање од 0.04 – 0.05 mm/min.

Во зависност од збиеноста и видот на материјалите, како и длабочината од која се земени примероците, применети се ќелиски притисоци од 100, 200, и 400 kPa. При овие опити, главен критериум за определување на параметрите на јакоста се максималните девијатори на ефективните напрегања.

Резултатите од извршените испитувања се презентирани во Прилог бр. 6.2.1 ÷ 6.2.3.

Определување оптимална содржина на вода- збиеност по Проктор

Оптималната влажност е определена на репрезентативните примероци со Proctor -ов опит кој може да биде стандарден и модифициран, во овој случај оптималната влажност е испитувана по двата типа на Proctor-ов опит. Со збивање на примероци на почва со различна содржина на вода, под исти услови на збивање, со мерење на волуменската маса се одредува постигнатата збиеност на почвата.

Резултатите од извршените испитувања се презентирани во Прилог бр. 6.3.

Индекс на јакост на полукаменити и каменити карпести примероци

Вредноста на јакоста на монолитните делови од карпести примероци со неправилна геометриска форма е добиена со помош на дефинирање на индекс на јакост испитуван со Franklin-ова преса за точкасто оптеретување, со примена на препораките за пресметка на овој параметар според ISRM (International Society for Rock Mechanic).

Резултатите за индексот на јакост се прикажани во Прилог бр 6.5.1 ÷ 6.5.4.

Впивање на влага кај скаменети карпи

Впивањето на влага кај скаменети карпи "U", е определувано со потопување на репрезентативните примероци во сад со вода во времетраење од 24 часа.

Резултатите се прикажани во Прилог бр.6.6.

3. ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ИСТРАЖНИОТ ПРОСТОР

Во состав на целокупните анализи за предметниот објект, а со цел добивање на подетални податоци, соодветно внимание е посветено и кон дефинирање на геолошките карактеристики на теренот, согласно на фактот дека геолошкиот развој на поширокото подрачје има влијание на геолошките карактеристики на истражуваната локација, односно и врз геотехничките услови на локацијата предвидена за изградба на мини депонија.

Врз основа на критериумот на разгледување на проблемот од пошироко кон потесно подрачје, во теренскиот дел од работите потребно е да се добие увид во следниве аспекти кои се значајни за проектирањето и тоа:

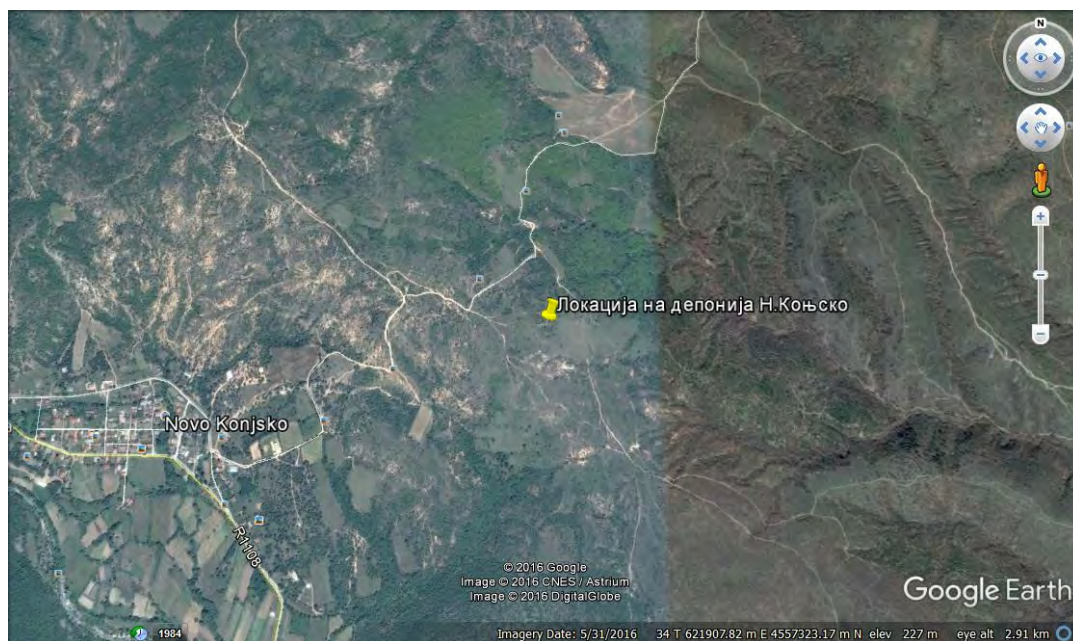
- Геоморфолошки карактеристики;
- Геолошки карактеристики;
- Основни сеизмотектонски карактеристики;
- Хидрогеолошки карактеристики на теренот;
- Инженерскогеолошки видови на карпести маси;

3.1. Геоморфолошки карактеристики на теренот

Во корелација со геолошкиот развој и геолошките процеси кои се одвивале на истражуваниот терен, доаѓаат и геоморфолошките карактеристики на теренот и неговата околина.

Истражуваната локација се наоѓа во близина на селото Н. Коњско-Гевгелија на оддалеченост нешто поголема од 1 km од него движејќи се према североисток.

Теренот е претежно ридски, со благ наклон, се наоѓа на просечна надморска височина од околу 200-230 метри, слабо пошумен, претежно со нискостеблеста шума. (Прилог бр. 1.1 - Ориентационо-комуникациона карта).



Слика 1. Google снимка на локацијата

3.2. Геолошки карактеристики на теренот

Врз основа на претходно извршени истражувања (Основна Геолошка Карта – ОГК лист Кожуф К 34-105) (Прилог бр. 1.2), инженерскогеолошкото картирање, како и врз база на истражното дупчење и картирањето на материјалите од истражните работи дефинирана е геолошката градба на теренот.

Од геолошки аспект, теренот на локацијата предвидена за изградба на времена мини депонија, генерално е изграден од гранити (γ) и делувијални седименти (d), додека во пошироката околина се јавуваат и габро (v) и дијабази ($\beta\beta$).

Гранити (γ)

Гранитите се јавуваат во вид на поголеми маси или пак како жици и дајкови во рамките на габро-дијабазниот комплекс. Главната маса на гранитот достигнува должина до 10 km, додека во ширина е некаде 5-7 km. Се протега во правец ССЗ. Има среднозрнеста структура, светло сива боја или повремено розеникава во зависност од содржината на црвениот фелдспат. Покрај фелдспатот се јавуваат и биотит, кварц како и плагиокласи. Староста им е одредена како јурска врз база на фактот дека ги пробиваат карпите од габро-дијабазниот комплекс. Микролокацијата за изработка на мини депонијата е во рамките на овој комплекс гранити, меѓутоа површинските делови па до длабина од најмногу 9 m се препокриени со делувијален материјал.

Нормален габро (v)

Нормалниот габро се јавува како дел од габро-дијабазниот комплекс кој зафаќа површина и повеќе од 100 km². Се јавува во пошироката околина на истражниот простор, најчесто заедно со амфиболскиот габро со неодредена граница. Најчесто е свеж и цврст со посветла или потемна зелено-сива боја и тракаста текстура. Има типично габроидна структура. Димензиите на зрната варираат од 0.5-3.0 mm.

Дијабази (ββ)

Дијабазите се јавуваат во пошироката околина на истражниот простор. Се одликуваат со темно зелена боја и хомогена и масивна текстура. Претежно се среднозрнести со големина на зрната под 1 mm. Доста се цврсти и жилави. Како главен минерал се јавува базичниот плагиоклас и аугит. Понекогаш во дијабазите може да се јави кварц при што преминуваат во кварц-дијабази.

Делувијални наслаги (d)

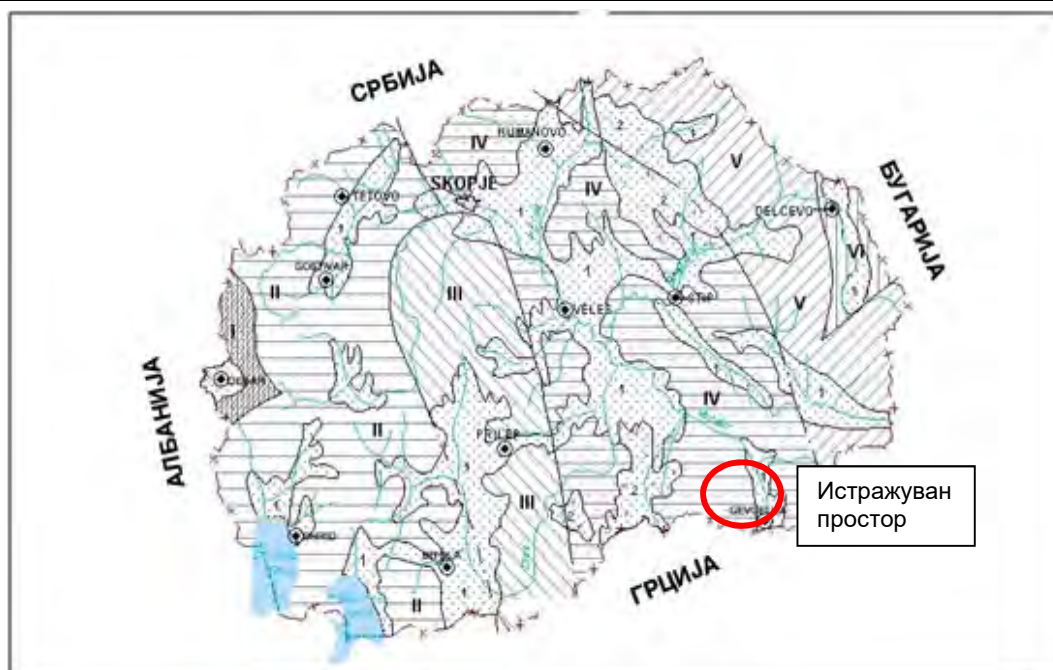
Делувијалните наслаги се издвоени во преодните зони од планинските падини кон котлинскиот дел, како сипари и падински дробини. Претставени со груб и необработен материјал што потекнува од околните карпи, помешан со грубосортиран прашинесто-песоклив, ретко заглинет материјал. Поголемиот дел од истражуваниот терен е препокриен со ваков делувијален материјал до длабочина која варира 3-9 m во зависност од котата на терен, под кој лежат гранитите.

3.3. Основни сеизмотектонски карактеристики на теренот

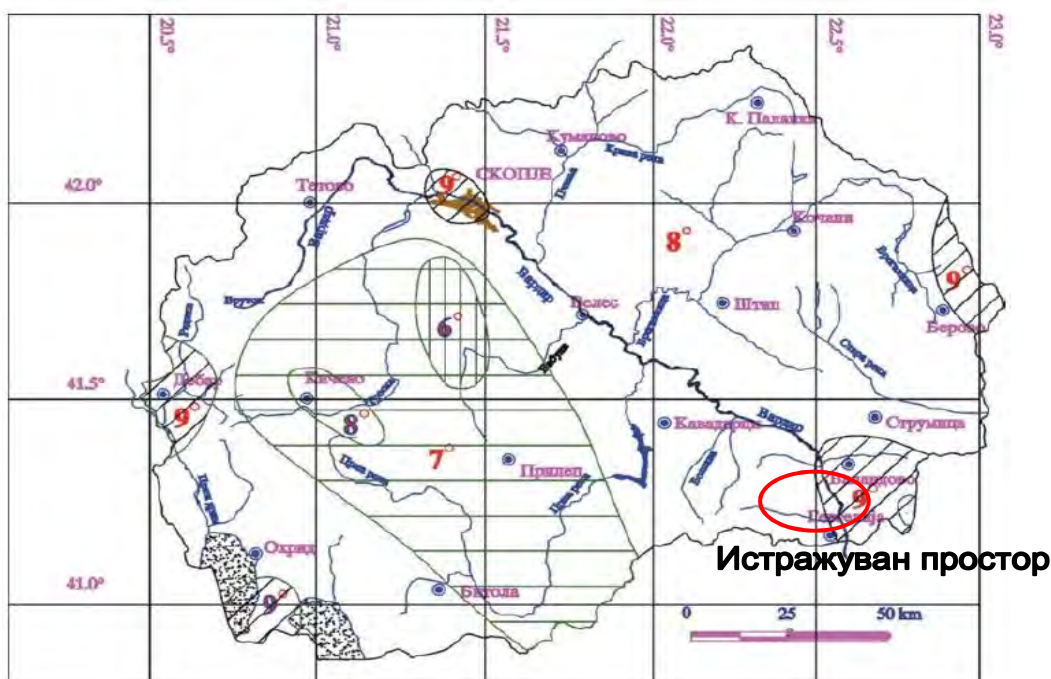
Во корелација со геолошкиот развој на теренот и геолошките процеси, се наоѓаат и сеизмотектонските карактеристики на просторот, кои се доста поволни.

Според геотектонската реонизација на Р. Македонија истражуваниот терен припаѓа во Вардарската зона. Формираните структури и карпести маси во пошироката околина може да се сведат на трите структурни ката од Вардарската зона. Истражниот простор влегува во рамките на средниот структурен кат. Тријаските седименти лежат трансгресивно врз старите структурни форми и го наследуваат стариот палеорељеф. Габродијабазните пробии ги сечат сите постари формации вклучувајќи ги и тријаските.

Според постојната карта на интензитети на Р. Македонија, за повратен период од 500 години (**слика бр.3**) (која се препорачува за примена според **Eurocod 8** се до донесување на национален документ за примена од областа на сеизмиката), може да се констатира дека предметната локација е лоцирана во гранична зона на подрачја со интензитет I=VIII^o, MKS (според скала по Mercalli, Cancani и Zieberg), а за евентуални потреби од динамички анализи се препорачува усвојување на коефициент на сеизмичност **K_h** = 0.2.



Слика бр.2 Геотектонска реонизација на Р. Македонија



Слика бр. 3 Карта на интензитети на Македонија за повратен период од 500 години

3.4. Хидрогеолошки карактеристики на теренот

Врз база на извршеното инженерскогеолошко и хидрогеолошко картирање на теренот, картирањето на јадрото од дупнатините, лабораториските испитувања на анализираните примероци, податоци за појава и ниво на подземна вода, како и други хидрогеолошки параметри кои ја условуваат водо-пропусноста на седиментите на истражниот простор направена е класификација

на карпестите маси од аспект на нивните хидрогеолошки карактеристики. Врз основа на тоа би можело да се каже дека се работи за терен во кој се среќаваат литолошки членови кои имаат различни хидрогеолошки функции. (Прилог бр.1.3 и 2.2)

Аналогно на тоа може да се каже дека на истражуваниот терен се среќаваат материјали кои според своите хидрогеолошки особини можат да се сврстат во групите на хидрогеолошки колектори и хидрогеолошки изолатори.

- **Хидрогеолошки колектори**

Во оваа хидрогеолошка група припаѓаат неврзаните и слабо врзаните седименти претставени од песоци и прашини кои се составен дел од делувијалните седименти. Тие се карактеризираат претежно со слаба до средна водопропусност и мала водоносност. Тоа може да се заклучи и од испитувањето на ВДП каде резултатите кои што се добиени во различните етажи се движат во границите од 10^{-7} до 10^{-5} . (Прилог бр. 8). Единствено деловите каде што доминира песокот и дробината во однос на прашинестата компонента има зголемување на водопропусноста до 10^{-4} , што може да се види од земените проби за гранулометриска анализа (Прилог бр. 6).

Овие седименти се одликуваат со интергрануларна порозност и во нив може да се формира збиен тип на издан со слободно ниво на подземна вода. Во поголемиот дел се однесуваат како релативни хидрогеолошки колектори поради присуството на прашинеста компонента.

- **Хидрогеолошки изолатори**

Во хидрогеолошки изолатори заглинетите делови од делувијалните седименти, како и гранитите кои се јавуваат на истражниот простор на контактот со делувијалните седименти. Во принцип гранитите се претежно водонепропусни карпи, меѓутоа локално, како во овој случај, може да имаат пукнатинска порозност, најчесто плитко, под површината на теренот и во нив може да се формира пукнатински тип на издан кој има ограничено простирање. Во овие делови се однесуваат како релативни хидрогеолошки колектори. Нивото на подземна вода кое е детектирано на овој терен е во рамките на испуканите и раздробени гранити.

Јужно од локацијата каде што ќе се гради мини депонијата се наоѓа една суводолица, меѓутоа таа е надвор од границите на потенцијалната депонија и нема да има влијание на истата.

Нивото на подземна вода се движи во границите од 9,50 -12,80 (мерено во јануари-2017), во зависност од котата на теренот (Прилог бр. 4 и 5 Надолжни и Попречни профили). Може да постајат осцилации во нивото на подземните води, во зависност од количествата на врнежи во тек на време. Потребно да се врши постојан мониторинг на нивото на подземна вода во пиезометрите заради мерење на осцилациите на НПВ како и заради контрола на промените на параметрите на подземните води.

- **Хемиски анализи на примероци од вода**

Од дупнатините ИД-1/П-1, ИД-2/П-2 и ИД-6/П-6 во кои има вградено пиезометарски конструкции земени се 3 примероци од вода (од секој пиезометар

поединечно) за изработка на комплетни физичко-хемиски анализи на вода. Од добиените резултати од анализите може да се заклучи дека :

- Во пиезометарот ИД-1/П-1, согласно законските стручни прописи, во испитаниот примерок постои зголемена содржина на манган и олово како и зголемена потрошувачка на KMnO_4 .

- Во пиезометарот ИД-2/П-2, согласно законските стручни прописи, во испитаниот примерок постои зголемена содржина на железо, манган и никел како и зголемена потрошувачка на KMnO_4 .

- Во пиезометарот ИД-6/П-6, согласно законските стручни прописи, во испитаниот примерок постои зголемена содржина на, манган и олово како и зголемена потрошувачка на KMnO_4 .

Зголемените количини на овие метали во подземните се води се малку над максимално дозволените количини согласно законските стручни прописи во однос на физичко-хемиска анализа на вода. Во текот на работата на депонијата потребно е да се врши постојана контрола на подземните води заради детектирање на евентуални промени на параметрите, односно хемискиот состав на истите и да се превземат соодветни мерки доколку има потреба.

3.5. Инженерско - геолошки карактеристики на теренот

Врз основа на поранешни истражувања, како и врз основа на инженерско-геолошкото картирање на теренот, сите карпести маси кои се застапени на истражуваниот терен се дефинирани и класифицирани од аспект на нивните инженерско-геолошки карактеристики. Имено, на истражуваниот терен и на предметните микролокации застапени се следните видови на карпести маси:

Неврзани карпести маси

Во групата на неврзани карпести маси ќе вброиме дел од делувиялните седименти. Тие се изградени од неврзани прашинести ситнозрни песоци со повремено присуство на фрагменти од матична карпа (најчесто гранити и дијабази). Според Градежните норми Г.Н.200 припаѓаат во III – Категорија, каде ископот може да се врши машински.

Слабо врзани карпести маси

Во групата на слабо врзани карпести маси ќе ги вброиме делувиялните седименти кои се изградени претежно од песокливи прашини и добро збиени заглинети песоци. Според Градежните норми Г.Н.200 припаѓаат во III – Категорија, каде ископот може да се врши машински.

Цврсто врзани каменити карпести маси

Во рамките на цврсто врзани каменити карпести маси ќе ги вброиме гранитите. Претставници на оваа група се гранитите. Во првите метри од контактот на делувиялот со гранитите, па до длабочина од околу 10-12 m, тие се претежно интензивно раздробени. Во подлабоките делови се делумно испукани до компактни. Според Градежните норми Г.Н.200 припаѓаат во V и VI – Категорија, каде ископот може да се врши со риперување и минирање.

Просторната положба на гореописаните инженерскогеолошки видови на карпести маси, нивниот хоризонтален и вертикален агол на залегање може да се види на Прилог бр. 2 (Инженерскогеолошка карта), Прилог бр. 4 (Надолжни геотехнички профили), и прилог бр. 5 (Попречни геотехнички профили).

4. ИСПИТУВАЊЕ НА ВОДОПРОПУСНОСТА - ВДП

За одредување на степенот на деградирање (физичко – механичко распаѓање) на материјалот и основната карпеста маса во зоната каде што ќе се гради мини депонијата, од една страна и одредување на коефициентот на водопропусност од друга страна, извршено е испитување на водопропусноста во теренски услови (ВДП) по методата на Lefranc (налевање) како и по методата на Lugeon. Во дупнатините ИД-1, ИД-4, ИД-5 и ИД-6 извршено е испитување на водопропусноста по метода на Lefranc (налевање) додека во ИД-2 испитувањето на водопропусноста е извршено по методата на Lugeon.

Како што е гореспоменато, дел од испитувањата на ВДП се вршени според методата на Lefranc односно со методот на налевање, на секции од по 2.0 и 4.0 m, при што секоја од секциите беше соодветно изолирана со помош на колони. Постапката се состои најпрвин во водозаситување на дупнатината се додека нивото на вода во цевката не го достигне врвот на колоната. По достигнувањето на нивото на врвот од колоната, се одржува на константно ниво преку соодветно налевање со вода, при што се мери количината на налеана вода. Количината на налеаната вода се мери на интервали од 1 min, 2 min, 3 min, 5 min, 15 min. Количината на вода кој се инфилтрира во дупнатината се мери со помош на гравиран стаклен сад (мензура) со чија помош и се врши читањето на налеаната вода.

Во ИД-2 бидејќи етажата 10-15 m се наоѓаше во цврста карпа испитувањето на водопропусноста беше извршено по методата на Lugeon. Самата процедура се состои во испитување на водопропусноста во еден дел, односно етажа од истражната дупнатина. Во конкретниот случај испитувањето е изведено во етажата од 10.0-15.0 m. Дупнатината се изолира со користење на пнеуматски пакер кој се дува со помош на компресор, при што тој се шири и на тој начин ја изолира дупнатината во делот каде што се наоѓа. После тоа во испитуваната етажа се уфрла вода под претходно одреден максимален притисок. Мерењето е извршено со 3 различни притисоци 2-4-6 bar како и обратно 6-4-2 bar, секое во интервал од 5 минути. При тоа на водомер се отчитува уфрлената вода.

Во Табела 3.1 и 3.2 се дадени прегледи на зоните каде што беше извршено испитувањето на ВДП како и минималната и максималната вредност на коефициентот на филтрација добиен со методот на Lefranc и Lugeon. Коефициентот на филтрација е во корелацииска зависност со Лижоновата единица и се пресметува по формулата $K_f (m/s) = 1.3 \cdot 10^{-7} Lu$.

Табела бр.3.1 Преглед на опитите за ВДП и коефициентите на водопропусност добиени преку опитите **Le Frank**

Р.Бр.	Дупнатина	Длабочина	min. k [m/s]	max. k [m/s]
1	ИД-1	0,0 – 0,2	$2,11 \cdot 10^{-7}$	$3,29 \cdot 10^{-7}$
2	ИД-4	6,0 – 8,0	$1,47 \cdot 10^{-7}$	$2,21 \cdot 10^{-7}$

3	ИД-5	4,0 – 8,0	$1,13 \cdot 10^{-5}$	$9,86 \cdot 10^{-6}$
4	ИД-6	8,0- 10,0	$1,00 \cdot 10^{-6}$	$9,50 \cdot 10^{-7}$

Табела бр. 3.2 Преглед на опитите за ВДП и коефициентите на водопропусност добиени преку опитите **Lugeon**

Р.Бр.	Дупнатина	Длабочина	Lugeon	kf[m/s]
1	ИД-2	10,0 – 15,0	7,54	$9,80 \cdot 10^{-7}$

Од резултатите во Табелата може да се забележи дека сите добиени коефициенти на водопропусност гравитираат кон вредноста 10^{-5} до 10^{-7} , што укажува на слабоводопрпусен терен.

5. ГЕОТЕХНИЧКИ ПРОФИЛ НА ЛОКАЦИЈАТА

Врз основа на извршените теренски истражувања со детално картирање на материјалите, како и лабораториските испитувања, извршено е дефинирање на литолошките формации и истото соодветно е прикажано на поединечните профили (Прилог бр. 3) како и на надолжниот геотехнички профил на локацијата (Прилог бр. 4).

5.1. Физичко-механички карактеристики на материјалите и нивна класификација

Класификација на почвени материјали

Материјалите регистрирани за време на теренските истражувања, лабораториски се испитани за определување на одредени класификациони, компресиони и носиви карактеристики. Геомеханичките параметри добиени преку лабораториските испитувања на третираните материјали се прикажани преку соодветни графикони, нумерички вредности и табеларни прегледи.

Според литолошкиот состав на теренот извршена е класификација на застапените материјали и одредени се геотехничките карактеристики на истите како што следува:

На предметната локација се изведени 6 истражни дупнатини до истражувана длабочина од 15.00 m, согласно извршената класификација врз основа на теренското картирање и лабораториските испитувања може да се констатира дека се застапени следниве материјали со физичко-механички карактеристики како што се прикажани подолу.

SFc (GP) – песок заглинет, добро збиен, кафеаво до црвенкаста боја и мало присуство на раздробена карпа. Овој материјал е регистриран во дупнатините Д-1 и Д-2 до длабочина од 0.30 до 2.00 m. Според АС класификација спаѓа во групата на SFc. Геотехничките карактеристики на овој материјал се движат во следните интервали:

ρ Mg/m ³	ρ_d Mg/m ³	ω %	ϕ [°]	c kPa
1.825	1.682	8.49	31.23	96.61

SFs (PPR) – песок прашиност, со поголемо присуство на фрагменти во дијагенизирана состојба и раздробена карпа, светло кафеава боја, добро збиен. Во истражната дупнатина Д-5 регистрирано е и мало присуство на карбонати во состав на овој материјал. Според АС класификација спаѓа во групата на SFs. Геотехничките карактеристики на овој материјал се движат во следните интервали:

ρ Mg/m ³	ρ_d Mg/m ³	ω %	ϕ [°]	c kPa
2.190÷2.205	2.067÷2.073	6.00÷6.39	32.76÷34.21	93.81÷95.14

Под овој материјал до крајната истражувана длабочина од 15.00 m во истражните дупнатини Д-1; Д-2; Д-6 регистрирана е матична карпа, гранити интензивно распукани до раздробени γ' .

ρ Mg/m ³	J_s MPa	ϕ [°]	c kPa
2.349÷2.457	0.16÷0.34	22.92	114.0

како и делумно испукани до компактни означени со γ .

ρ Mg/m ³	J_s MPa	ϕ [°]	c kPa
2.645÷2.674	0.90÷1.09	38.95	268.0

Во лабораториските испитувања на јакосните параметри (триаксијална компресија), при прикажувањето на резултатите егзистира голема вредност на кохезијата која е непримарна за ваков вид на материјали и истата е резултат на начинот на прикажување на резултатите со права анVELOпа на лом. Вредноста за кохезијата која би се користела во понатамошните анализи и пресметки ќе биде редуцирана.

Усвоени физичко-механички карактеристики на материјалите

- **SFc** - делувијален покривач од заглинето прашиности песоци со мало присуство на фрагменти од матична карпа:
 $\rho = 1.800 \text{ Mg/m}^3$
 $W_{pr} = 8.50 \%$
 $\phi = 30.00^\circ$ (Триаксијален опит)
 $c = 12.00 \text{ KN/m}^2$ (Триаксијален опит)
- **SFs** - делувијален покривач од прашиности песоци со присуство на фрагменти во дијагенизирана состојба и од матична карпа:

- $\rho = 2.200 \text{ Mg/m}^3$
 $W_{pr} = 6.20 \%$
 $\varphi = 33.00^\circ$ (Триаксијален опит)
 $c = 8.00 \text{ KN/m}^2$ (Триаксијален опит)
 $M_v = 18396 \div 77980 \div 11012 \text{ kPa}$ (модул на стисливост, SPT)
 $K = 2.30E-05 - 3.29E-07$ (водопропусност по метода на Lefranc)
 $W_{opt} = 8.10 \%$ (оптимална влажност)
 $\gamma_{dmax} = 2.190 \text{ Mg/m}$ (волуменска тежина во сува состојба)
- γ' - матична карпа- испукани до раздробени гранити;
 $\rho = 2.394-2.457 \text{ Mg/m}^3$
 $J_s = 0.16 - 0.34 \text{ MPa}$ (Точката јакост)
 $K = 1.00E-06 - 9.50E-07$ (водопропусност по метода на Lefranc)
 - γ - делумно испукани до компактни гранити;
 $\rho = 2.546-2.674 \text{ Mg/m}^3$
 $J_s = 0.90 - 1.09 \text{ MPa}$ (Точката јакост)
 $K = 9.80E-07$ (водопропусност по метода на Lugeon)

Испитувањата за одредување на карактеристиките на карпата се вршени врз примероци добиени од дупнатините.

Класификација на карпести материјали

На истражуваната локација со деталното инженерскогеолошко картирање на теренот, како и со истражните дупнатини, детектирани се цврсто врзани каменети карпести маси гранити (γ). На контактот на делувиумот овие гранити се интензивно распукани до распаднати па до длабочна од 10-12 m.

За целосно согледување на состојбата на карпестиот масив направена е класификација на карпестите маси според Bieniawski, RMR систем, која се темели на бодирање при што за различни параметри се дадени различни нумерички вредности во зависност од нивната важност за класификацијата на карпестите маси. (Прилог бр. 7.1 и 7.2)

Согласно направената категоризација според RMR може да се констатира дека гранитите припаѓаат во III и IV категорија, односно слаба карпеста маса за испуканите и раздробени гранити и поволна карпеста маса за делумно испуканите до компактни гранити.

Табела бр. 4 RMR класификација на застапените карпести маси според Bieniawski (1989)

ПАРАМЕТАР	Вид на карпа и бодови	
	Интензивно испукани до распаднати гранити (γ')	Делумно испукани до компактни гранити (γ)
Едноаксијална јакост на притисок	(1 ÷ 5 MPa) → 1	(25 ÷ 50 MPa) → 4
Квалитет на карпа (RQD) Rock Quality Designation	(<25%) → 3	(50% ÷ 75%) → 13
Средно растојание помеѓу пукнатини	60 ÷ 200 m → 8	0.2 ÷ 0.6 m → 10
Состојба на пукнатини	10	20
Услови на подземна вода	10	10
Корективни поени заради ориентација на пукнатини	-5	-5
Рејтинг на карпеста маса (RMR) – Rock Mass Rating	37	52
Геолошки индекс на јакост (GSI) – Geological Strength Index	32	47
Класа на карпеста маса според RMR	IV класа	III класа

Од извршената класификација на карпите според параметарот RMR може да се заклучи дека интензивно испуканите до распаднати гранити (γ') припаѓаат во IV класа на слаба карпеста маса со RMR = 37 додека делумно испуканите до компактни гранити припаѓаат во III класа, односно поволна карпеста маса со RMR = 52.

Геолошкиот индекс на јакост (GSI – Geological Strength Index) е пресметан според следната формула:

$$GSI = RMR - 5$$

Точкаста јакост (PLT)

Испитувањето на индексот на јакост (J_s) е извршено со помош на апарат за точкасто оптоварување и истиот е пресметан според следната формула:

$$J_s = P/D_e^2 \text{ [MPa]}$$

Треба да се напомене дека добиените резултати за примероците со неправилен облик согласно препораките на Меѓународното друштво за механика на карпи (ISRM) се корегираат до вредност $J_{s(50)}$.

Определувањето на корегираната вредност на индексот на јакост е извршено со користење на следните формули:

$$J_{s(50)} = F \cdot J_s$$

$$F = (D_e/50)^{0.45}$$

$$D_e = (4A/\pi)^{0.5} ; A = W_a \cdot D$$

$$W_a = (W_1 + W_2)/2$$

Јакоста на притисок, преку средната корегирана вредност на индексот на јакост, пресметана е според следната корелативна зависност:

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

Табела бр. 5 Основни физичко-механички параметри на монолитните делови на карпите.

Истражна дупнатина	Интервал на земен примерок [m]	Вид на карпа	Волуменска тежина ρ [kN/m ³]	Индекс на јакост J_s [MPa]	Индекс на точката јакост $J_{s(50)}$ [MPa]	Јакост на притисок преку корелација $\sigma_p = 22 \cdot J_{s(50)}$ [MPa]
ИД-1	11.20-11.80	γ'	24.07	0,22	0,20	4,40
ИД-2	8.80-15.00	γ	26.60	1,01	1,13	25,08
ИД-3	3.30-8.00	γ'	23.35	0,15	0,15	3,30
ИД-6	7.00-10.00	γ'	24.57	0,33	0,34	7,48

• Проценка на јакост на смолкнување на карпест масив

Заради т.н. „ефект на размер“, карактеристиките на монолитните делови од карпестата маса не се меродавни за механичкото однесување на карпестата средина од аспект на дозволената носивост, очекуваните деформации, како и глобалната стабилност. Според тоа, за соодветна екстраполација од монолит на масив, резултатите од класификацијата на карпестите маси се искористени за проценка на јакоста на смолкнување и деформабилноста на масивот. Оваа екстраполација е направена со помош на емпирискиот нелинеарен критериум на лом според Hoek & Brown:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_p \left(mb \frac{\sigma_3^2}{\sigma_p^2} + s \right)^a$$

$$m_b = m_i * \exp\left(\frac{GSI-100}{28-14D}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI-100}{9-3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} (e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$$

σ_1, σ_3 – главни нормални напрегања;

σ_p – јакост на притисок;

GSI – геолошки индекс на јакост поврзан со класификацијата на Bieniawski;

m_b, s, a – емпириски константи зависни од GSI;

D – фактор на пореметеност на масивот.

Вредностите за аголот на внатрешно триење на масивот (ϕ_m), кохезијата на масивот (c_m) и глобалната јакост на карпестиот масив (σ_{cm}) добиени се преку критериумот на лом според Hoek & Brown (2002), додека модулот на деформација на масивот (E_m) е пресметан по емпирискиот образец на Hoek & Diederichs (2006).

Сите влезни податоци за GSI, јакоста на притисок (σ_p), константата (m_i) и факторот на пореметеност на масивот се прикажани на Прилог бр. 7.1 и 7.2, а добиените резултати од извршените пресметки се дадени во Табела бр. 6

Табела бр. 6 Проценети параметри на јакоста на смолкнување на карпест масив.

Вид на карпа	σ_p [MPa]	GSI	m_i	m_b	s	a	γ [kN/m ³]	ϕ_m [°]	c_m [MPa]	σ_{cm} [MPa]	E_m [MPa]
Гранити (γ)											
γ'	5.0	32	32	0.249	1.2×10^{-5}	0.520	24.04	22.92	0.114	0.593	561.01
γ	25	47	33	0.749	0.0001	0.507	26.59	38.95	0.268	2.797	2103.5

6. УСЛОВИ ЗА ИСКОП

За дефинирање на условите на ископ на застапените материјали на предметната локација, извршена е категоризација на теренот според просечните Градежни Норми ГН 200 и според класификацијата на М. Јовановски од 2001 година ERMR – excavation rock mass system).

Табела бр. 7 Податоци за карактеристични класи на карпести маси според Јовановски **2001** (ERMP-систем)

Карпа	Јакост Is(MPa)	RQD(%)	Состојба на пукнатини	Тврдина по Мосова скала	Волуменска тежина γ (KN/m ³)	Вредност на ERMР и можен метод на ископ, тип и машина за ископ
Испукани гранити (γ)	0.1÷0.7 (5)	10÷25 (8)	Тип 5 (7)	3÷4 (9)	24-27 (12)	(41), IV-категорија (риперување) -D8/D7
Компактни гранити (γ)	1.2÷2.0 (10)	50÷75 (16)	Тип 5 (7)	3÷5 (10)	24-27 (12)	(55), V-категорија (риперување,повремено минирање)-D9/D9G

Според ГН 200, застапени се следните категории:

III категорија за делувијалните седименти;

V и VI категорија за гранитите;

7. ЗАКЛУЧОЦИ И ПРЕПОРАКИ

- Врз основа на Понудата со архивски број 03-3757/1 од 21.12.2016 склучена помеѓу Инвеститорот Програма за развој на Обединетите Нации - УНДП и ДГПУ Геинг Кребс унд Кифер Интернешнл и др. ДОО – Скопје, извршени се геомеханички, инженерскогеолошки, хидрогеолошки и лабораториски истражувања и испитувања на предметната локација предвидена за изработка на времена мини депонија на локација во Ново Коњско-Гевгелија.
- Целта на извршените истражувања и испитувања е утврдување на геолошката градба на околниот терен со посебен осврт на инженерско-геолошките, хидрогеолошките карактеристики, морфолошките својства на теренот, како и одредување на геомеханичките параметри на застапените материјали на локацијата предвидена за изградба на времената мини депонија.
- Истражуваната локација се наоѓа во близина на селото Н. Коњско-Гевгелија на оддалеченост нешто поголема од 1 km од него движејќи се према североисток. Теренот е претежно ридски, со благ наклон, се наоѓа на просечна надморска височина од околу 200-230 метри, слабо пошумен, претежно со нискостеблеста шума.
- Според геотектонската реонизација на Р. Македонија истражуваниот терен припаѓа во Вардарската зона. Според постојната карта на интензитети на Р. Македонија, за повратен период од 500 може да се констатира дека предметната локација е лоцирана во гранична зона на подрачја со интензитет I=VIII^o, MKS (според скала по Mercali, Cancani и Zieberg), а за евентуални потреби од динамички анализи се препорачува усвојување на коефициент на сеизмичност $K_h = 0.2$.
- Врз основа на поранешни истражувања, како и врз основа на инженерскогеолошкото картирање на теренот, сите карпести маси кои се застапени на истражуваниот терен се дефинирани и класифицирани од аспект на нивните инженерскогеолошки карактеристики. Имено, на истражуваниот терен и на предметните микролокации застапени се следните видови на карпести маси

неврзани и слабо врзани карпести маси претставени со делувјални седименти песоци, прашини и глини со фрагменти од матична карпа.

- Од хидрогеолошки аспект, теренот е изграден претежно од слабоводопрпусни до водонепропусни карпести маси. Истражните работи се изведувани во текот на месец декември 2016/јануари 2017 год., така да хидролошко - хидрогеолошките карактеристики на теренот се однесуваат за периодот во кој се изведувани истражувањата;
- Истражните работи на предметната локација извршени се со машинско ротационо дупчење на 6 (шест) истражни дупнатини со поединечна длабочина од ИД-1 (15.0 m'), ИД-2 (15.0 m'), ИД-3 (8.00 m'), ИД-4 (8.00), ИД-5 (8.00) и ИД-6 (15.00) или вкупно 69.00 m'. Во 3 од истражните дупнатините поточно во ИД-1, ИД-2 и ИД-6 вградени се и пиезометарски конструкции за следење на осцилациите на нивото на подземна вода;
- Од материјалот изваден со истражното дупчење и копањето на истражните бунари изработени се лабораториски опити со цел дефинирање на физичко-механичките карактеристики на застапените материјали.
- За карпестите маси се изработени соодветни катергоризации и анализи за добивање на параметри кои се потребни за изработка на решенија за санација на браната. Категоризацијата на карпата е по RMR системот на Bieniawski, а додека за добивање на пресметката за добивање на параметрите е извршена по емпириската метода на Hook и Brown.
- За време на истражните работи изведени се и теренски опити на ВДП по методот на Lefranc и Lugeon. Изведени се вкупно 5 опити со цел да се добие што подобра слика за филтрационите карактеристики средината. Коефициентите на водопрпусност кои што се добиваат со теренските опите се движат во границите од $1,0 \cdot 10^{-5}$ до $1,0 \cdot 10^{-7}$.
- Земени се примероци од вода од пиезометрите во истражните дупнатини ИД-1/П-1, ИД-2/П-2 и ИД-6/П-6 за изработка на 3 комплетни физичко-хемиски анализи. Во текот на работењето на депонијата потребно е да се врши повремена контрола на подземните води заради евентуални промени во параметрите односно хемискиот состав на подземните води.
- Сите податоци дадени во овој Елаборат важат исклучиво за посочената локација;