



ХИДРЕКС ООД

HYDREX LTD

СПЕЦИАЛНИ ВЗРИВНИ РАБОТИ
И УКРЕПВАНЕ НА ИЗКОПИ



+359892236007

+359892236009

+359892236019



hydrex.office@gmail.com

www.hydrexbg.com


ДОКЛАД

**ТЕМА: „ВЛИЯНИЕ НА ПРОБИВНО-ВЗРИВНИ
РАБОТИ ВЪРХУ ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ В РАЙОНА
НА И.П. И В ЧАСТНОСТ ВЪРХУ
ВОДОИЗТОЧНИЦИТЕ ЗА ПИТЕЙНО-БОТОВО
ВОДОСНАБДЯВАНЕ“**

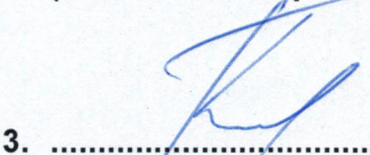
**ОБЕКТ: НАХОДИЩЕ „СТАРАТА КАРИЕРА“, ОБЩ.
СЕПТЕМВРИ, ОБЛ. ПАЗАРДЖИК**

гр.София, Октомври 2021 г.



СЪСТАВИЛИ:

1. 
 (д-р инж. Н. Георгиев)

2. 
 (инж. Г. Евг. Кераджийски)

3. 
 (инж. Г. В. Кираджийски)

4. 
 (проф.д-р инж. Ив.Иванов)

 Секция: МДГЕ Част на проекта: по удостоверение за ПП	КАМАРА НА ИНЖЕНЕРИТЕ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ
	ПЪЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАВОСПОСОБНОСТ
	Регистрационен № 10485
	инж. НИКОЛАЙ ТОДОРОВ ГЕОРГИЕВ Подпис: 
ВАЖИ С ВАЛИДНО УДОСТОВЕРЕНИЕ ЗА ПП ЗА ТЕКУЩАТА ГОДИНА	

 Секция: МДГЕ Част на проекта: по удостоверение за ПП	КАМАРА НА ИНЖЕНЕРИТЕ В ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРОЕКТИРАНЕ
	ПЪЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАВОСПОСОБНОСТ
	Регистрационен № 02189
	инж. ИВАН ПЕТРОВ ИВАНОВ Подпис: 
ВАЖИ С ВАЛИДНО УДОСТОВЕРЕНИЕ ЗА ПП ЗА ТЕКУЩАТА ГОДИНА	

СЪДЪРЖАНИЕ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
1.1. Основание за разработване на настоящия доклад.....	3
1.2. Цел.....	3
1.3. Странични въздействия на взрива	3
2. ХАРАКТЕРНИ ОСОБЕНОСТИ НА ОБЕКТА НА ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРЕДЛОЖЕНИЕ (ИП) [1]	4
2.1. Местоположение на находището, обект на ИП	4
2.2. Скален масив в района на ИП.....	4
2.3. Хидрогеоложки условия	5
2.4. Технология на ПВР при добива на средно- и здрави гранити	6
2.5. Охраняеми обекти в близост до местоположението на ИП, предмет на оценката на въздействие на ПВР	6
3. МЕТОДИЧЕН ПОДХОД	7
3.1. Методика за определяне параметрите на взривно-сеизмичния ефект	7
3.2. Зони на взривно-сеизмично въздействие на взрива	8
4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ВЗРИВНИ РАБОТИ.....	10
5. РЕЗУЛТАТИ ОТ ВЗРИВНО-СЕИЗМИЧНОТО ИЗМЕРВАНЕ.....	13
5.1. Зависимост между приведеното разстояние и масовата скорост на частиците.	16
5.2. Скорост на разпространение на надлъжната вълна в масива.....	17
5.3. Параметри на зоната на активно взривно-сеизмично въздействие (ЗАСВ).....	18
6. ДОПУСТИМИ ВЗРИВНО-СЕИЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ.....	19
7. ПРОГНОЗНИ СТОЙНОСТИ НА ВЗРИВНО-СЕИЗМИЧНИ ВИБРАЦИИ.....	22
7.1. Взривно-сеизмично въздействие върху масива в хоризонтално направление....	22
7.2. Взривно-сеизмично въздействие върху масива в дълбочина	22
8. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ДОПУСТИМИТЕ НИВА НА ВЗРИВНО-СЕИЗМИЧНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ	24
9. ВЪЗМОЖНИ ЗАМЪРСЯВАНИЯ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ОТ ПВР	26
10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	28
10.1. Въздействие на взривно-сеизмичния ефект на взривните работи.....	28
10.2. Възможност за замърсяване на подземните води от ПВР	28
11. БИБЛИОГРАФИЯ.....	29
12. ПРИЛОЖЕНИЯ	30

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основание за разработване на настоящия доклад

Настоящият доклад е разработен в съответствие с Договор от 26.07.2021г. между „ПРОМАТ СТРОЙ“ ЕООД и „Хидрекс“ ООД в отговор на т.1.2. от Становището на Регионалната инспекция по околната среда и водите – Пазарджик от 29.06.2021 г. по отношение на качеството на представен доклад за оценка на въздействието върху околната среда (ДОВОС) на инвестиционно предложение (ИП) „Разработване на находище за строителни материални – гранити в площ „Старата кариера“ в землището на гр. Ветрен, общ. Септември, обл. Пазарджик“.

1.2. Цел

Целта на доклада е да представи **„Оценка на въздействието върху околната среда при „Разработване на находище за строителни материали-гранити в площ „Старата кариера“, общ. Септември, обл. Пазарджик – Влияние на пробивно-взривните работи върху подземните води в района на ИП и в частност върху водоизточниците за питейно-битово водоснабдяване“.**

Задачата е чрез извършване на експериментални пробивно-взривни работи в ограничен обем, теоретико-експериментални изследвания, включващи измерване (регистрация) и анализ да се направи оценка на страничните въздействия на пробивно-взривните работи (ПВР) върху скалния масив в района на ИП, който масив се явява част от подземно водно тяло с код BG3G00000Pt044, върху подземните води в района и в частност върху водоизточниците за питейно-битово водоснабдяване, които да послужат за изготвянето на доклада по ОВОС за разработването на находище „Старата кариера“ по открит начин.

1.3. Странични въздействия на взрива

Основното изискване при извършване на технологични взривни работи при добив на полезни изкопаеми по открит начин е реализирането на максимален взривен ефект, състоящ се в следното:

- Пълно отбиване на скалния масив (без прагове и задигане на хоризонта) с кондиционен зърнометричен състав на взривената минна маса;
- Управление на страничните въздействия на взрива в границите на установените безопасни нива за хората и за околната среда.

Към страничните въздействия, съпътстващи взривните работи, обект на оценка и подлежащи на управление при технологични взривни работи се отнасят:

- Взривно-сеизмичен ефект;
- Генериране на ударно-въздушна вълна (УВВ) / шум;
- Разлитане на отделни скални късове;
- Отделяне на вредни газообразни продукти при взривяване.

В съответствие с целта на настоящия доклад, обект на оценка на въздействието на ПВР върху околната среда са:

- Взривно-сейзмичният ефект;
- Възможност за замърсяване на подземните води от ПВР.

2. ХАРАКТЕРНИ ОСОБЕНОСТИ НА ОБЕКТА НА ИНВЕСТИЦИОННОТО ПРЕДЛОЖЕНИЕ (ИП) [1]

2.1. Местоположение на находището, обект на ИП

Проученото находище се намира в землището на гр. Ветрен, общ. Септември, обл. Пазарджик. Находището е свързано с пътната мрежа чрез около 3 km бетониран път и няколко черни пътища от него. Разположено е върху югозападния склон на възвишение, чиято най-висока точка е 510 m.

Най-близките населени места са (фиг.1):

- гр. Ветрен – 2,3 km;
- с. Виноградец- 2,9 km;
- с. Славовица- 4,2 km.



Фигура 1. Местоположение на находище за строителни материали - гранити „Старата кариера“ и най-близките населени места

2.2. Скален масив в района на ИП

Площ „Старата кариера“ е изградена от гранитите на Вършилския плутон.

Гранитите са средно- до едро-зърнести, сиви до сивобели на места, плътни, здрави, с масивна текстура. Структурата е хипидиоморфнозърнеста, гранитова пойкилитова.. Специфичната плътност на гранитите е 2,7 Mg/m³. От взетите, при проучването на площ „Старата кариера“, образци за петрографски анализ от прокараните сондажи, са определени следните разновидности: гранодиоритовите порфирити, габродиорити и метагабродиорити [2].

Гранодиоритовите порфирити са плътни, здрави, сиви до тъмносиви на места с

розов оттенък. Текстурата им е масивна, а структурата - порфирна и субпорфирна; за основната маса алотриоморфнозърнеста и хипидиоморфнозърнеста.

Габродиоритите са дребнозърнести, плътни, здрави тъмносиви до черни с масивна текстура.

Метагабродиоритите са дребно- до финозърнести плътни, тъмносиви с дребни бели неправилни петънца. Някои пукнатини са запълнени с вторични минерали и железни оксиди и хидроксиди. Границите им с вместилащата скала са резки и отчетливи. Текстурата им е масивна, а структурата - хипидиоморфнозърнеста; вторична лепидобластна.

В гранитите са установени маломощни и неориентирани аплитови жили, изградени от кварц, фелдшпат и малко биотит, както и кварц-епидотови жили. Дебелината им се изменя от 0,5 m до 2 m, а дължината е от 5-10 до 30 m, а посоката най-често е около 290-310°.

2.3.Хидрогеоложки условия

Проученото находище е разположено върху югозападния склон на възвишението Острия връх, като площта му е 227997 m².

Наклонът на склона се изменя от около 5° до 14°. Най-ниската кота на терена е около 400 m, а най-високата – около 523 m. Долната кота на запасите е 415 m.

Общо подземните води в гранитите се явяват привързани главно към регионалната напуканост (съвкупността от всички пукнатини в зоната на изветряването, независимо от техния произход). Формират се за сметка главно на инфилтриращите се атмосферни води. На повърхността те се дренират под формата на извори, разсеяни и съсредоточени с твърде малки дебита (от 0,01 до 3-4 l/s, рядко по-големи). Водите са пресни и имат активен водообмен. По тип те са предимно хидрокарбонатно-калциеви. Минерализацията им се движи от 0,04 до 0,5 g/l.

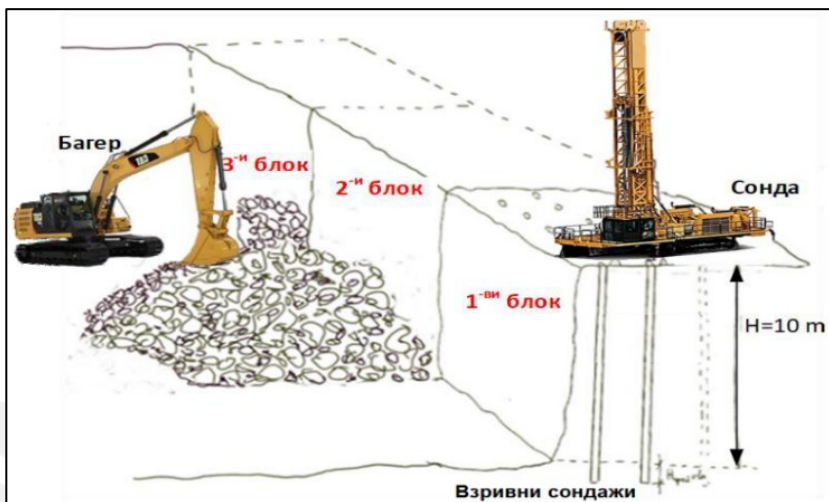
Районът на находището е разположен в югозападната част от подземно водно тяло с код BG3G00000Pt044, в обсега на локално възвишение имащо относително самостоятелно хидрогеоложко развитие, съобразно релефните и геоложки условия. Малката водосборна площ, както и високата степен на изветряне и относително големия наклон на склоновете благоприятстват бързото оттичане на падналите валежи надолу към локалния ерозионен базис. Формират се главно спорадични, ненапорни води, с относително дълбоко положение на водното ниво и посока на движение на югозапад.

По време на проведените огледи и картировки в района на проучване не се установи наличие на извори, а по време на сондирането също няма регистрирани водопритоци. Възможно е поява на временни извори и покачване на водно ниво след продължителни валежи.

Хидрогеоложките условия са благоприятни за разработка на находището. В находището няма опасност от оводняване, поради добрата дренираност на масива и ниската кота на местния ерозионен базис –380 m.

2.4.Технология на ПВР при добива на средно- и здрави гранити

В ИП е предвидено добивът на средно здрави и здрави скали да се осъществява посредством ПВР [3], състоящи се в пробиване, зареждане с ВВ и взривяване на взривни сондажи при височина на работните стъпала $H = 10\text{ m}$ (фиг.2). За иницирирането и управлението на взривния процес се предвижда използването на съвременна неелектрическа система на взривяване, на основата на предаване на иницириращия импулс по вълновод.



Фигура 2. Схема на технологията на добива с прилагане на ПВР [3]

2.5.Охраняеми обекти в близост до местоположението на ИП, предмет на оценката на въздействие на ПВР

Обектите, свързани с опазването на подземните води, за които следва да се извърши оценката по въздействие на ПВР, са следните:

- Подземно водно тяло с код BG3G00000Pt044 – масивът, в който се локализира ИП
- Локален ерозионен базис с кота 380 m в района на ИП
- Баталийското дере, на разстояние 350* m от ИП
- Напоителен канал, на разстояние 975* m от ИП

* Най-близкото разстояние до границите на проектите добивни работи, посочени в ИП.

Напоителният канал е включен в експертния инженерингов анализ, тъй като той е най-близката до ИП строителна конструкция за транспорт на повърхностни води, нарушаването на която би ги пренасочила и към подземните води, от една страна. От друга страна, действащата нормативна база има значително по-високи изисквания към опазването на строителните обекти на повърхността, поради тяхната по-висока чувствителност към взривно-сеизмичните натоварвания, в сравнение със самия масив под тях.

В предоставената от Възложителя информация [1,2,3], освен горепосочените охранявани обекти, в района на ИП на разстояние до 2 km от концесионния контур на ИП, както и в дълбочина, до локалния ерозионен базис, няма други установени източници на вода (извори, сондажи за вода, кладенци, и други

подземни източници на вода, включително за питейно-битови нужди).

3.МЕТОДИЧЕН ПОДХОД

3.1.Методика за определяне параметрите на взривно-сеизмичния ефект

Оценката на взривно-сеизмичното въздействие се основава на общоприетата методика в световната взривна практика (вкл. заложена и в софтуерното приложение на специализираните сеизмографи) [4,5,6] основана на взаимовръзката между въздействието на взрива (сеизмичен ефект) с количеството взривено взривно вещество (ВВ) и разстоянието до охраняваните обекти, изразени с т.н. „приведено разстояние“, както следва:

- *Определяне на “приведено разстояние” (SD)*

1) Отношението на разстоянието от взрива към квадратния корен на масата на заряда е основа за установяване и анализ на нивото на страничното въздействие на взрива, дефинирано като понятието „Приведено разстояние“. То се обуславя от факта, че ударната вълна предизвикана от рязкото увеличаване на налягането на газообразните продукти на взрива, създава напрежение, което въздейства върху скалния масив с генериране на взривно-сеизмични вибрации в зоната на разрушаване (т.н. „активно взривно-сеизмично въздействие“), които провокират остатъчни деформации в масива (в близката зона), с отдалечаване от мястото на взрива - еластични деформации (в далечната зона) и това въздействие на взрива се разпространява и разсейва концентрично във всички посоки.

2) Действителната стойност на приведеното разстояние зависи от мерните единици, използвани в уравнението,

$$SD = R / Q^r, \quad (1)$$

където:

R - разстоянието и

Q - маса на заряда

$$r = 1/2$$

3) За определянето на зависимостта между приведеното разстояние и масовата скорост на частиците е необходим определен минимален обем измерени данни, за да се получи статистически издържан израз, който да покаже тази зависимост, която е от вида:

$$V = K.(SD)^{-n}, \quad (2)$$

където:

V - е върховата масова скорост на частиците (максималната стойност на взривно-сеизмичните вибрации),

K – коефициент, характеризиращ условията на взривяване, представлява скоростта, пресичаща оста, т.е. V, когато SD = 1. ,

SD - приведено разстояние,

n – степенен показател, характеризиращ затихването на взривно-сеизмичното въздействие във функция от разстоянието. Определя наклона на кривата, т.е. отрицателната експонента на разпада.

- **Алгоритми**

1) Линейна регресия се използва за намиране на уравнението на права линия от вида:

$$y = a + bx,$$

където:

наклонът **b** се изчислява от израза,

$$b = \{ \sum (x_i * y_i - n * \bar{x} * \bar{y}) \} / \{ \sum (x_i^2 - n * \bar{x}^2) \}$$

a се изчислява от израза,

$$a = \bar{y} - b * \bar{x}$$

Коефициентът на корелация **r** се получава чрез израз,

$$r = \{ \sum (x_i * y_i - n * \bar{x} * \bar{y}) \} / [\{ \sum (x_i^2 - n * \bar{x}^2) \} \{ \sum (y_i^2 - n * \bar{y}^2) \}]^{1/2}$$

и стандартното отклонение се оценява с

$$s = [\{ \sum (y_i^2 - n * \bar{y}^2) - \sum (x_i * y_i - n * \bar{x} * \bar{y})^2 / \sum (x_i^2 - n * \bar{x}^2) \} / n]^{1/2}$$

В уравненията по-горе, **n** е броят точки (или събития PPV, SD двойки) **x_i** и **y_i** са *i*-та променлива в множеството *i* = 1 до *n*, а **x** и **y** са средни стойности или всяка от променливите в дадения набор.

2) Линията на доверие се основава на „Правилото на Чебишев“ - при нормално разпределение, приблизително 68% от данните лежат в рамките на едно стандартно отклонение от средната стойност, докато 95% от данните са рамките на две стандартни отклонения. Целта за постигане на висока степен на достоверност, за изчисляване/прогнозиране нивото на въздействие се използва зависимостта, установена за обхват 95%.

Контролът на взривно-сеизмичното въздействие се осъществява на база на измерването му със специализирана апаратура и сравнението на получените стойности с действащите норми.

Поддържане на нивата на въздействие (управлението) на взривно-сеизмичния ефект при взривните работи в допустимите норми се осъществява чрез:

- Прогнозирането му в процеса на проектиране на ПВР, въз основа на определената зависимост между наблюдаваното въздействие, разстоянието до охранявания обект и масата на заряда от взривно вещество, взривявано в един интервал на закъснение;
- Мониторинг и периодични измервания на тези въздействия със специализирана апаратура, анализ на резултатите и при необходимост, актуализация на математическа зависимост и корекция на параметрите на ПВР.

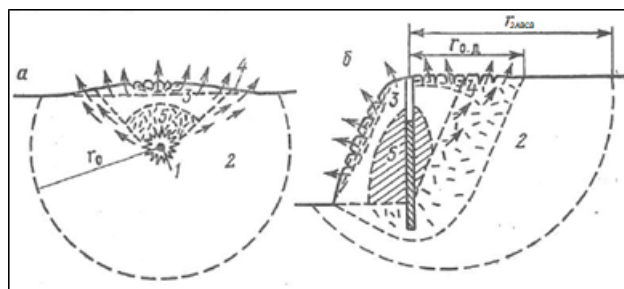
3.2.Зони на взривно-сеизмично въздействие на взрива

Ще бъде анализирано сеизмичното въздействие на взрива в така наречените зони на: *активно взривно-сеизмично въздействие; близка и далечна зона на*

сеизмичното действие на взрива:

а. Зона на активно взривно-сеизмично въздействие на взрива (ЗАВССВ)

Изследвания в лабораторни и в реални условия на действието на взрива в скална среда при взривяване на сферичен и удължен заряд [7] са установени някои общи закономерности при формирането на сеизмичните вълни, генерирани от взрива. Счита се, че зоната 2 на еластично-напрегнатото състояние (фиг.3) оказва значително влияние на параметрите на възникващите вибрации в зона 3 (зона на неуправляемо разрушаване).



Фигура 3. Схема на действие на взрива на заряд от ВВ: а) на средоточен заряд; б) на удължен заряд в работно стъпало: 1-зона на смачкване; 2- зона на еластично-напрегнато състояние; 3-зона на неуправляемо разрушаване на масива; 4 – зона на остатъчните деформации.

Размерът $r_{завзв}$ е пропорционален на масата на взривявания заряд в един интервал на закъснение:

$$r_{завзв} = 5.8.Q^{0.38}, m \quad (3)$$

където: Q – маса на заряда от ВВ, взривяван в един интервал на закъснение;
Радиусът на зоната 4 (фиг.) с остатъчни деформации $r_{од}$ е в рамките на (0.5-0.6) от радиуса на ЗАВССВ. От гледна точка на охрана на масива извън контурите на добивните работи в ИП, за изчисляването на този параметър приемаме максималната стойност на коефициента:

$$r_{од} = 0.6. r_0, m \quad (4)$$

б. Определяне ръководната скорост на вибрации на охранявани строителни конструкции в близката и далечната зона

Определянето на ръководната скорост на вибрации за охраняваните обекти в близката и далечната зона на сеизмичното въздействие на взрива се използва методика [4], която отчита редица характерни фактори за условията на взривяване, като: скорост на разпространение на надлъжната вълна в масива, отстояние от взрива, периодичност на взривяванията, състояние на охранявания обект:

$$V_p = V_0.K_d.K_t.K_k, mm/s \quad (5)$$

където: V_0 – некоригирана вертикална върхова скорост на вибрации, $V_0 = C_p/65$, mm/s;

C_p – скорост на разпространение на надлъжната вълна, измерена в масива, m/s;

K_d – фактор отчитащ разстоянието (R) от мястото на взрива до охранявания

обект за скали:

- в близката зона - $R < 350 \text{ m}$ - $K_d = 2,57 \cdot R^{-0,42}$ – в случая това е зоната с бързо затихване на амплитудата на скоростта на вибрации.
- за далечната зона - $R \geq 350 \text{ m}$ - $K_d = 0,22$ – в тази зона затихването остава относително постоянно и значително по-бавно в сравнение с близката зона.

K_t – отчита периодичността на въздействие: $K_t = 1$ при еднократни взривявания, $K_t = 0,75$ при технологични взривявания на кариери и мини;

K_k – фактор на качеството на конструкцията на охранявания обект: $K_k = K_b \cdot K_m$

K_b – конструкция на обекта (отнесен към 4 класа);

K_m – отчита вида на строителния материал (отнесен към 4 класа).

в. Опазване на масива от остатъчни деформации вследствие на въздействието на взрива

Неработните откоси и стъпала в кариерите и откритите мини трябва да запазят устойчивостта си за дълъг период от време (5 – 10 и повече години). В тази връзка, една от основните задачи, при добива на полезни изкопаеми по открит начин, е да не се допусне натрупване на остатъчни деформации в масива, който ги изгражда.

Големината на деформациите в масива се определя с отношението на максималната масова скорост V към скоростта на разпространение на надлъжната вълна C_p [8]:

$$\varepsilon = \frac{V}{C_p}, \quad (6)$$

Установено е, че на границата на ЗАСВ [8] са регистрирани деформации $\varepsilon = 0,00016$, и в тази връзка за безопасно взривяване в разглеждания случай е прието при:

$$V \leq 0,0001 \cdot C_p. \quad (7)$$

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ВЗРИВНИ РАБОТИ

В изпълнение на Договора, на 28.09.2021 г., в присъствието на представител на КОС-МВР, бе извършено експериментално взривяване в границите на концесионната площ на ИП по предварително изготвен Проект за ПВР, одобрен и съгласуван в съответствие с изискванията на действащата нормативна база.

Експерименталните ПВР бяха изпълнени в района на проектния добивен блок № 4 (122) на ИП между проучвателни сондажи №№ С-9 и С-10, където се предвижда добив на здрави гранити с ПВР и дебелината на изветрелия слой на повърхността е минимална (Прил. 1 а и Прил. 1 б).

За целите на теоретико-експерименталните работи бяха предварително пробити 7 броя тестови взривни сондажи. По време на изпълнението на експерименталните взривявания, зареждането и взривяването на сондажите се проведе непосредствено след паднал обилен дъжд в района, при който взривните сондажи бяха частично запълнени с вода и почвата в района бе мокра (табл. 1).

Таблица № 1

Етап	Сондаж	Фактическа дълбочина	Височина воден стълб	Маса на заряда
	№	m	m	kg
1	ТС1	13.7	6.4	5бр.х1.26
	ТС2	13.7	7.0	5бр.х1.26
2	1	9.9	1.2	16.7
	2	10.1	1.7	16.7
	3	9.8	1.5	16.7
	4	10.1	1.4	16.7
	5	10.1	1.4	16.7

Координатите за местоположението на взривните сондажи и позицията на геофоните на сеизмографите са точно заснети от геодезист с помощта на GPS (Прил.2).

При оразмеряването на взривните работи в проекта бе предвидено изследването на въздействието на взрива на зарядите да протече в условия на „камуфлет“ – без разрушаване и изхвърляне на разрушен скален материал към откритата повърхност.

Оводнените взривни сондажи, мокрият масив и взривяването на зарядите от ВВ на камуфлет гарантират, че резултатите от измерването са получени при максимално възможно сеизмично въздействие на взрива.

Експерименталното взривяване се проведе на 2 етапа:

Етап 1 – Регистриране на параметрите на взривно-сеизмичното въздействие чрез генериране на многоточкови взривни импулси в реалния скален масив от взривяването на разсредоточени маломощни заряди.

Взривните работи се проведеха при следната последователност: Проверка на състоянието и измерване фактическата дължина на двата 15 m сондажи. Изготвяне на разсредоточените заряди от ВВ, състоящи се от по 5 бр. междинни заряди всеки. Всеки междинен заряд е с маса 1,26 kg и е съставен от по 3 бр. бустери тип D5-450 (с маса 420 g), производство на „Дунарит“, Русе (фиг.4). По време на зареждането стриктно се следяха и измерваха параметрите на зарядите: местоположение на зарядите в сондажите по височина, дължина на междинните и горната забивка. Маркиране на вълноводите на зарядите за гарантиране на правилната им последователност на взривяване. Поставяне на определените в проекта места на сеизмографите и включване в режим „готов за запис“. Взривяване на двата тестови взривни сондажи;



Фигура 4.Изготвяне на междинен заряд от 3 броя бустери тип D5-450

Етап 2 – Регистриране на параметрите на сеизмичното въздействие на взрива, генериран от група заряди, по модела на технологичните взривявания, предвидени при бъдещата експлоатация на ИП.

Взривните работи се проведеха при следната последователност: Преместване на сеизмографите на определените позиции за запис на втората група заряди (5 бр. взривни сондажи с дълбочина 10 m). Проверка на състоянието и измерване фактическата дължина на сондажите. Поради наличието на вода в сондажите, зарядите бяха изградени във форма „гирлянд“ с една нишка ДШ и водоустойчиво патронирано емулсионно ВВ тип “Powergel Magnum“, производство на „ОрикаМед“, Панагюрище, с маса на заряда в един сондаж 16,7 kg (Фиг.5). По време на зареждането, точно се следяха и се записваха всички необходими за изследването параметри: дължина на заряда, дължина на забивката, масата на заряда. Свързване на взривната мрежа, включване на сеизмографите за запис и последващо взривяване на зарядите.



Фигура 5.Заряд-„гирлянд“ от патронирано емулсионно ВВ тип Powergel MAGNUM

За регистрирането на стойностите на страничното въздействие на взрива са използвани 2 броя специализирани сеизмографи тип MiniMate Plus серия III (фиг. 6), производство на фирма Instantel, Канада. Всеки от сеизмографите е комплектуван с един три-аксиален геофон и един микрофон. Двата сеизмографа са калибрирани от оторизиран представител на Instantel през м.ноември.2019 г.



Фигура 6. Сеизмограф тип MiniMate Plus

Софтуерното приложение към сеизмографите позволява изготвяне на протокол за всяко регистрирано събитие с подробна информация за получените резултати, графично представяне на сеизмограмите и местоположението на тези стойности спрямо избран от повече от 25 международни стандарти с допустимите стойности на вибрации. За ЕС най-предпочитаният норматив е немският стандарт DIN 4150, който се ползва и при измерванията с посочената апаратура (Фиг. 7, 8).

5. РЕЗУЛТАТИ ОТ ВЗРИВНО-СЕЙЗМИЧНОТО ИЗМЕРВАНЕ

От изпълнените експериментални взривявания в реален скален масив в контурите на концесионната площ на ИП, специализираната взривно-сейзмична апаратура е регистрирала записи и за двете взривявания (Етап 1 и Етап 2). Протоколите със записите на параметри на взривно-сейзмичните събития, регистрирани от апаратурата, са представени на фиг. 7 и фиг. 8. От геодезическите замери и измерванията на дължината на зарядите и забивката, са определени точните разстояния от всеки заряд в сондажите до геофона на сеизмографа (Прил. 3).

Date/Time Vert at 16:50:41 September 28, 2021
 Trigger Source Geo: 1.250 mm/s, Mic: 130.0 pa.(L)
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 3.25 sec (Auto=1Sec) at 1024 sps
 Job Number: 1

Serial Number BE13186 V 10.72-8.17 MiniMate Plus
 Battery Level 6.3 Volts
 Unit Calibration November 14, 2019 by Datum Monitoring
 File Name O186J6BA.SH0

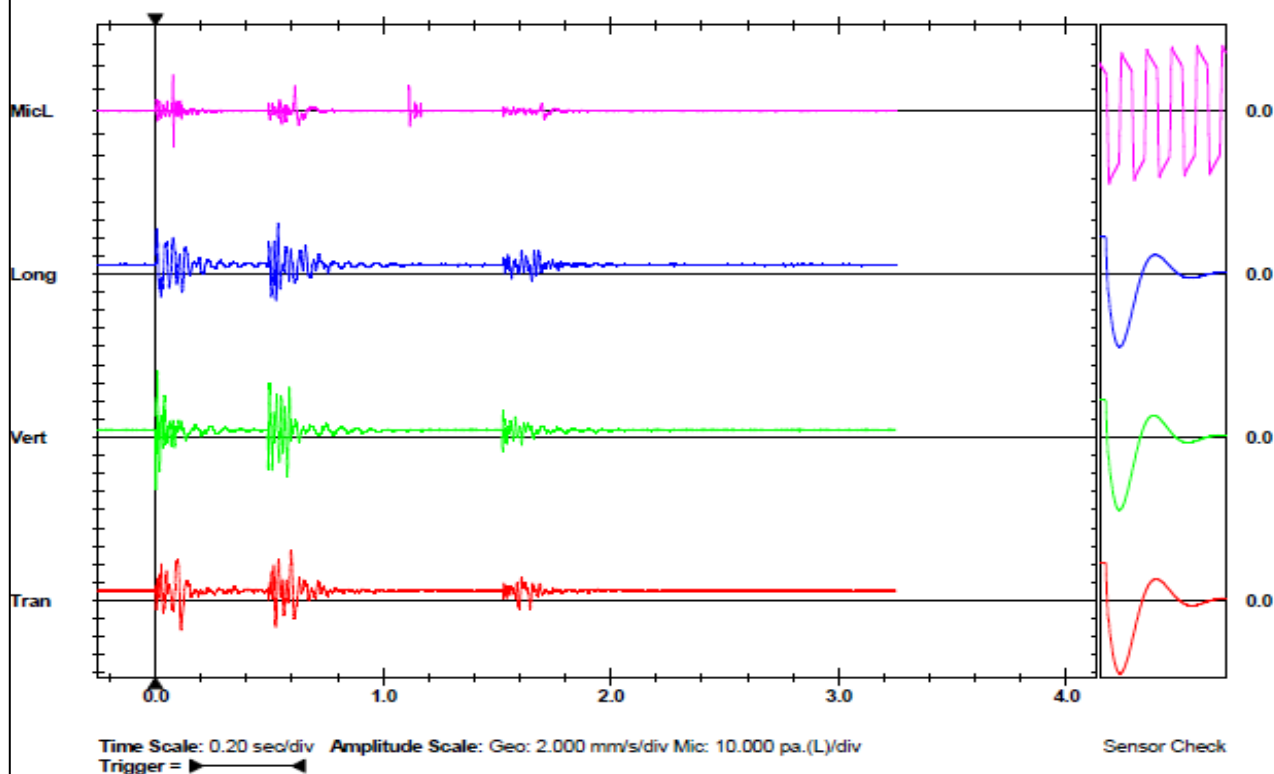
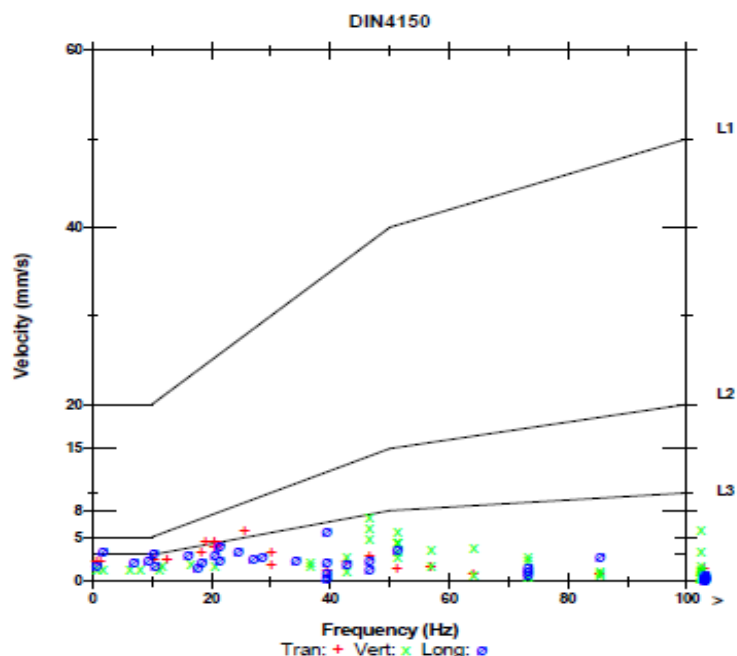
Notes
 Location: STARATA KARIERA, OBL. SEPTEMVRI
 Client: PROMAT STROI EOOD
 User Name: HYDREX LTD
 General: Control and monitoring

Extended Notes

Microphone Linear Weighting
 PSPL 18.00 pa.(L) at 0.077 sec
 ZC Freq >100 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 20.1 Hz Amp = 585 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	5.588	7.366	5.715	mm/s
ZC Freq	26	47	39	Hz
Time (Rel. to Trig)	0.595	0.009	0.538	sec
Peak Acceleration	0.172	0.437	0.199	g
Peak Displacement	0.494	0.318	0.395	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.2	7.6	7.3	Hz
Overswing Ratio	3.4	3.4	3.8	

Peak Vector Sum 8.329 mm/s at 0.009 sec



Printed: October 8, 2021 (V 10.74)

Format © 1995-2015 Xmark Corporation

Фигура 7. Сеизмограма на взривно-сеизмичния ефект в Етап 1

Date/Time Tran at 17:17:39 September 28, 2021
 Trigger Source Geo: 1.250 mm/s, Mic: 130.0 pa.(L)
 Range Geo: 254.0 mm/s
 Record Time 2.75 sec (Auto=1Sec) at 1024 sps
 Job Number: 1

Serial Number BE13186 V 10.72-8.17 MiniMate Plus
 Battery Level 6.3 Volts
 Unit Calibration November 14, 2019 by Datum Monitoring
 File Name O186J6BC.1F0

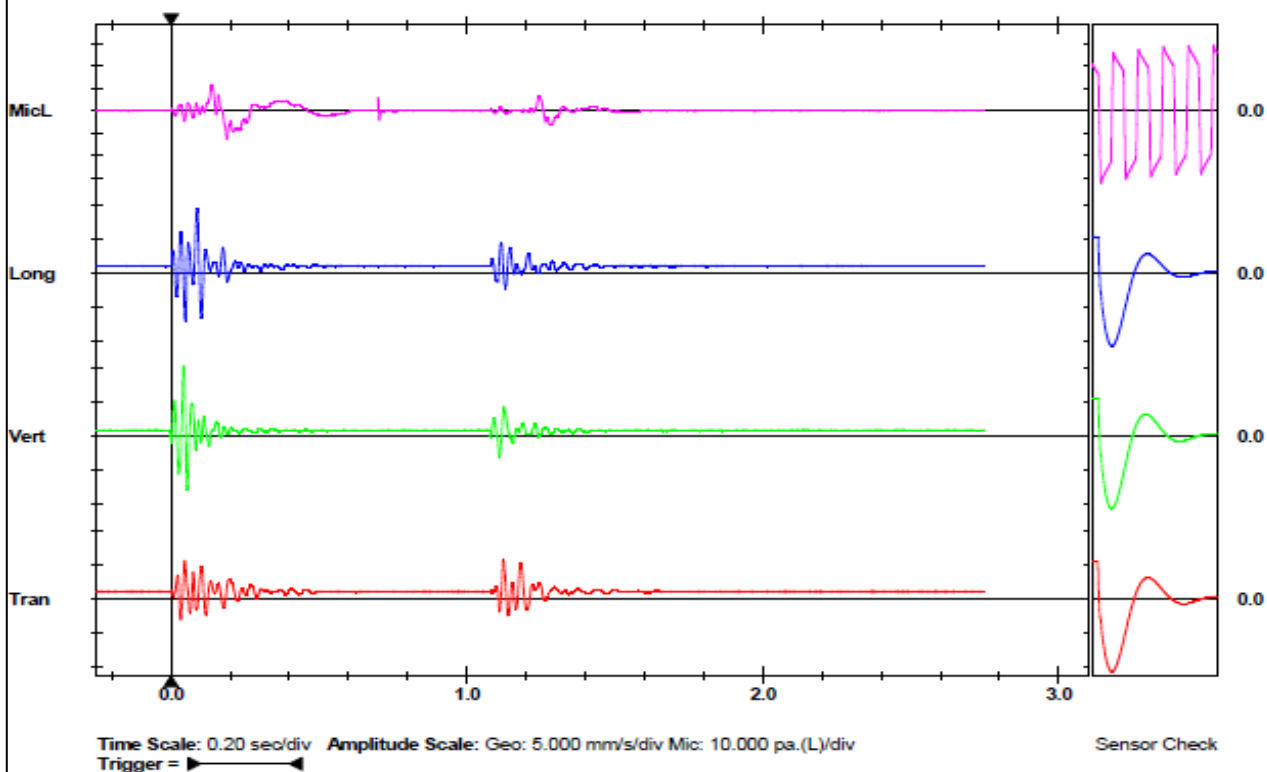
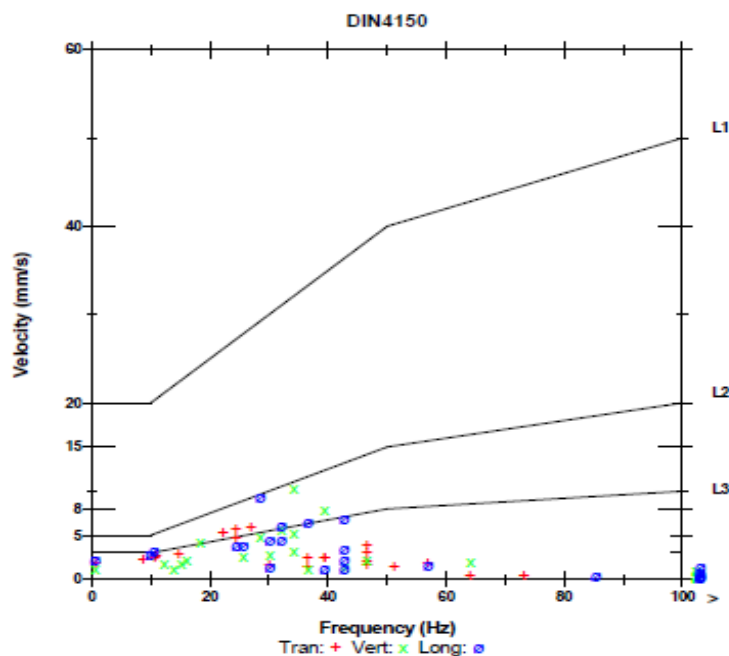
Notes
 Location: STARATA KARIERA, OBL. SEPTEMVRI
 Client: PROMAT STROI EOOD
 User Name: HYDREX LTD
 General: Control and monitoring

Extended Notes

Microphone Linear Weighting
 PSPL 12.75 pa.(L) at 0.188 sec
 ZC Freq 5.3 Hz
 Channel Test Passed (Freq = 20.5 Hz Amp = 568 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	5.842	10.29	9.398	mm/s
ZC Freq	27	34	28	Hz
Time (Rel. to Trig)	1.123	0.042	0.088	sec
Peak Acceleration	0.106	0.278	0.212	g
Peak Displacement	0.445	0.364	0.463	mm
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.3	7.7	7.4	Hz
Overswing Ratio	3.4	3.3	3.8	

Peak Vector Sum 11.41 mm/s at 0.044 sec



Printed: October 8, 2021 (V 10.74)

Format © 1995-2015 Xmark Corporation

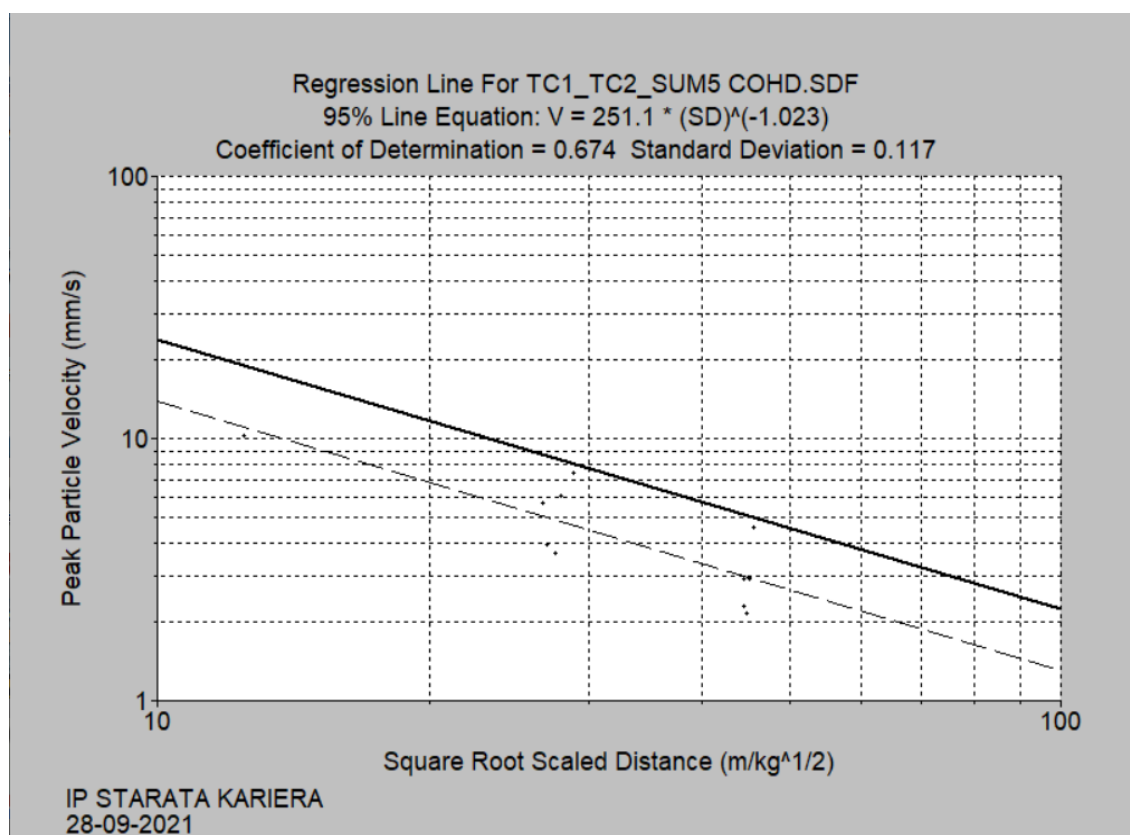
Фигура 8. Сеизмограма на взривно-сеизмичния ефект в Етап2

5.1.Зависимост между приведеното разстояние и масовата скорост на частиците

С помощта на софтуера към сеизмографите, бяха обработени резултатите на регистрираните взривно-сеизмични въздействия на всички заряди от Етап 1 и Етап 2 и е изведена зависимостта на скоростта на вибрациите V от приведеното разстояние SD (т.3.1.в доклада):

$$V = 251,1.(SD)^{-1.023} \quad (8)$$

На фиг. 9 е представена графиката с регистрираните максимални скорости на вибрации, генерирани от взрива на зарядите от двата етапа на експерименталните ПБР с изведената зависимост на V (Peak Particle Velocity) от приведеното разстояние (Scaled Distance).



Фигура 9. Графика на зависимостта на скоростта на вибрации от приведеното разстояние

С пунктир е представена регресионната крива от статистическата обработка на резултатите. Плътната линия е кривата на изведената зависимост. Отместването на тази крива спрямо получената регресионна линия е с цел осигуряване на висока степен на достоверност при изчисляване/прогнозиране нивото на сеизмично въздействие на взрива (т.2.1. в доклада).

Изведената зависимост осигурява обективна основа за:

- Прогнозиране на взривно-сеизмичното влияние на взривните работи в зависимост от разстоянието R и масата на ВВ взривявана в един интервал на закъснение;

- Определяне на допустимата максимална маса на заряда Q , взривяван в един интервал на закъснение, при зададени постоянни стойности на скоростта на вибрации V и на разстоянието до даден обект R ;
- Определяне на разстоянието R от взрива до охраняем обект, при което взривяването на заряд Q в един интервал на закъснение ще генерира зададена скорост на вибрации V .

5.2. Скорост на разпространение на надлъжната вълна в масива

С цел получаването на конкретен резултат в реалния скален масив на ИП за скоростта на разпространение на надлъжната вълна, в експерименталните взривни работи бе изпълнено едновременно взривяване на първите (дънните) заряди в сондажи TC1 и TC2 в Етап 1 и регистриране от апаратурата на създадените от тях взривно-сеизмични импулси. За минимизиране на грешката от разсейването във времето на инициране на зарядите бяха използвани детонаторите от конектори тип SL-0, които са с най-малко отклонение във времето на взривяване. Детонаторите са от една и съща партида, поради което се счита, че това отклонение е едно и също и за двата заряда. При монтирането на взривната мрежа, стриктно бе следено инициращият импулс към двата детонатора да бъде подаден при една и съща дължина на вълноводите им. Счита се, че полученият резултат е по-достоверен за конкретните условия на експерименталните работи, отколкото определянето на този параметър по аналогия от литературата.

В табл.2 са представени изчислените скорости на разпространение на взривно-сеизмичната вълна в масива по трите компоненти. За нуждите на анализа интерес представлява скоростта по надлъжната компонента (Long), която първа е регистрирана от сеизмографа, респективно представлява скоростта на разпространение на надлъжната вълна C_p в масива.

Таблица № 2

Компон.	Сондаж №	TC1	Разлика	TC2
Long	Време, (s)	0.006836	$\partial_t =$ 0.008789	0.015625
	Разстояние, (m)	$r =$ 20,04		
	Скорост, (m/s)	$C_p =$ 2280		
Vert	Време, (s)	0.008789	$\partial_t =$ 0.010742	0.019531
	Разстояние, (m)	$r =$ 20,04		
	Скорост, (m/s)	$C_v =$ 1866		
Tran	Време, (s)	0.008789	$\partial_t =$ 0.007813	0.016602
	Разстояние, (m)		$r =$ 20,04	
	Скорост, (m/s)		$C_t =$ 2565	

5.3.Параметри на зоната на активно взривно-сеизмично въздействие (ЗАСВ)

В съответствие с представения методичен подход в т.3.2.а) на настоящия доклад, в табл.3 са представени изчисленията по формули (3) и (4), съответно радиуса на ЗАСВ и на зоната на остатъчните деформации при различна маса на заряда от ВВ, взривяван в един интервал на закъснение.

Таблица № 3

Маса на заряда ВВ в един интервал	Радиус на ЗАСВ	Радиус на зоната с остатъчни деформации
Q	$r_{завсв}$	$r_{од}$
[kg]	[m]	[m]
5	10.7	6.4
7	12.1	7.3
9	13.4	8.0
11	14.4	8.7
12	14.9	8.9
15	16.2	9.7
20	18.1	10.9
25	19.7	11.8
30	21.1	12.7
35	22.4	13.4
40	23.6	14.1
45	24.6	14.8
50	25.6	15.4
80	30.7	18.4
100	33.4	20.0
200	43.4	26.1

За целите на анализа и оценката на въздействие на взривните работи върху масива, са определени и физико-механичните характеристики на гранита (табл. 4). Плътността и скоростта на разпространение на надлъжната вълна са параметри, определени конкретно за условията на ИП. Останалите показатели са зададени по литературни данни за гранити [8, 9]. В последният ред е изчислена ръководната (граничната) скорост на вибрации за гранита при получената от анализа на резултатите скорост на разпространение на надлъжната вълна C_p в масива и изчислената гранична деформация на гранита ϵ . Допустимата скорост на вибрации на гранита следва да бъде по-малка от ръководната: $V_{\text{доп.}} < V_p$.

Таблица №4

Физико-механични характеристики на гранита			
Плътност	ρ	kg/m ³	2700
Якост на натиск	σ_n	MPa	117.7-255.0
Якост на опън	σ_o	MPa	2.94
Модул на Юнг	E	MPa	48069
Гранична деформация преди разрушаване	$\epsilon = \sigma_o / E$	-	0,0000612
Скорост на надл. вълна	C_p	m/s	2280
Ръководна скорост на вибрации	$V_p = \epsilon \cdot C_p$	mm/s	139,45

6. ДОПУСТИМИ ВЗРИВНО-СЕЙЗМИЧНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ

Допустимите взривно-сейзмични въздействия за района на ИП са определени за охраняваните обекти, както следва:

1. Напоителен канал

Ръководната скорост на взривно-сейзмични вибрации за опазването на напоителния канал (фиг.10) е изчислена по формула (5).

Таблица №5

Обект	Разстояние	Параметри при $C_p=2280 \text{ m/s}$				V_p
	R	V_0	K_d	K_t	K_k	
	m	mm/s	-	-	-	mm/s
Напоителен канал	975	35.08	0.22	0.75	1.2	6.95

$K_k = K_m K_b$: $K_m = 1.0$ -индустр.констр.; $K_b = 1.2$ -неармиран бетон



Фигура 10. Минимално отстояние на напоителния канал спрямо концесионния контур на ИП

Според немския стандарт DIN 4150¹ [10], допустимата скорост при честота на вибрациите 10 до 50 Hz, в който диапазон са и регистрираните честоти от измерването в реален масив в контурите на ИП (фиг. 9 и фиг.10)

- индустриални конструкции е в границите: $V_{\text{доп}} = 20 \text{ до } 40 \text{ mm/s}$,
- за жилищни сгради е в границите: $V_{\text{доп}} = 5 \text{ до } 15 \text{ mm/s}$,
- за високо чувствителни конструкции: $V_{\text{доп}} = 3 \text{ до } 8 \text{ mm/s}$,

2. Подземно водно тяло (ПВТ), Баталийското дере, локален ерозионен базис

Предвид на това, че в близост до ИП не са установени източници на подземни води (т.2.3.), опазването на тези обекти от вредното взривно-сеизмично въздействие се свежда до задачата, да не се допуснат промени в структурата на скалния масив (ПВТ) извън концесионния контур на ИП, свързани с естествената миграция на повърхностите и подземните води в района. В тази връзка, допустимата скорост на взривно-сеизмични вибрации за опазването на масива извън концесионния контур на ИП следва да е по-ниска от определената такава за граници (табл.4)

$$V_{\text{доп}} < 139,45 \text{ mm/s} \quad (9)$$

¹ Най-широко използваният норматив във взривната практика в ЕС и други страни

3.Откоси на неработните стъпала на кариерата

В табл.6 е изчислена по формула (7) ръководната скорост на вибрации при различно разстояние от мястото на взрива, като за безопасна големина на деформациите в масива е взета стойността на гранична деформация за гранита (табл.4). За нуждите на анализа на въздействие, при изчисленията е отчетен и коефициента K_d на затихването на въздействието (т.3.2.б) с увеличаване на разстоянието от взрива.

Таблица №6

Опазване устойчивостта на откосите на неработните стъпала			
Обект	Зона	Разстояние	$\varepsilon=0.000061$
		R	Vp
		m	mm/s
Откоси на неработни стъпала на кариерата	Активно взривно-сеизмично въздействие	10	136.34
		15	114.99
		20	101.90
		30	85.95
		50	69.35
		75	58.49
		100	51.83
		150	43.72
		200	38.74
		350	30.70

При определянето на безопасното взривно-сеизмично въздействие върху неработните стъпала в кариерата се вземат предвид следните параметри: радиусите $r_{завсв}$ и $r_{од}$ на ЗАСВ (табл.3), ръководната скорост на вибрациите за гранита и разстоянието на неработните стъпала до взрива (табл.6).

7.ПРОГНОЗНИ СТОЙНОСТИ НА ВЗРИВНО-СЕЙЗМИЧНИ ВИБРАЦИИ

За оценката на взривно-сейзмичното въздействие на ПВР върху охраняваните обекти е необходимо да се сравнят допустимите взривно-сейзмични натоварвания за охраняваните обекти с прогнозните въздействия, определени на база получените резултати от регистрираните им стойности от извършените експериментални ПВР в реалния скален масив в контурите на ИП.

За целта с изведената зависимост (8) са изчислени прогнозните скорости на взривно-сейзмичните вибрации при различни разстояния и фиксирана маса на заряда при следните условия:

7.1.Взривно-сейзмично въздействие върху масива в хоризонтално направление

Разглежда въздействието на взривно-сейзмичната вълна, генерирана от енергията на взрива от целия сондажен заряд от ВВ, фронтът на която се разпространява в посока, перпендикулярно на надлъжната ос на сондажа. В случая при изчисленията са взети под внимание следните условия:

- Височина на работните стъпала в кариерата 10m;
- Фиксирана маса на заряда само от един взривен сондаж, взривяван в един интервал на закъснение, (при взривяване на сондажите един-по един);
- Изчисленията са извършени за следните стандартни диаметри на пробивните корони d_k : 76 mm, 89 mm, 102 mm и 110 mm.

Резултатите са представени в табличен вид в Прил.4 и графично за близката зона на въздействие (до 350m), с функционалните зависимости за отделните диаметри на сондажите, на фиг.11 и фиг.12.

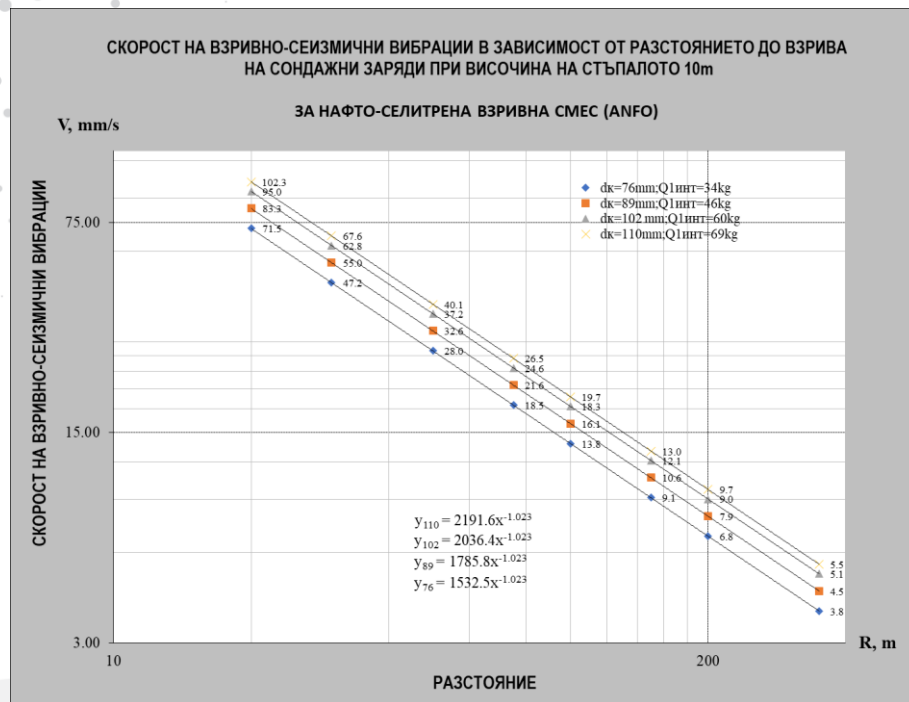
7.2.Взривно-сейзмично въздействие върху масива в дълбочина

Този аспект се отнася за оценката на взривно-сейзмичното въздействие върху ПВТ и локалния ерозионен базис в дълбочина (под концесионната площ на ИП).

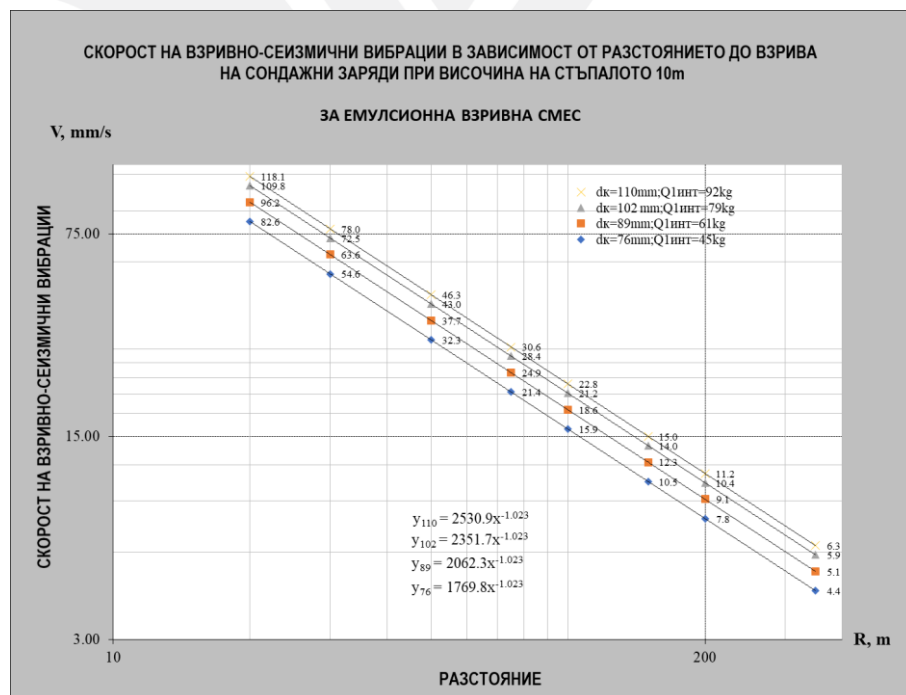
В дълбочина, по надлъжната ос на взривния сондаж, за разлика от въздействието в хоризонтална посока, взривно-сейзмичните вълни се генерират само от дънната част на удължения заряд, съпоставима с еквивалента ѝ по действие на средоточен заряд. В случая, във взривната практика за средоточен заряд се счита удължен заряд с дължина 12-15 пъти диаметъра му. За целите на настоящия анализ, за изчисляване масата на средоточения заряд е приета максималната дължина от 15 пъти диаметъра умножена с линейната маса на удължения заряд:

$$Q_{\text{средот.}} = 15 \cdot d_c \cdot Q_m.$$

Резултатите от изчисленията на $V_{\text{прог.}}$ в дълбочина, също при взривяване на единичен сондажен заряд, са представени в Прил.5.



Фигура 11. Зависимост на прогнозната скорост на взривно-сеизмични вибрации V от разстоянието R до взрива при фиксирана маса на заряда Q в един интервал на закъснение при използване на ВВ тип ANFO



Фигура 12. Зависимост на прогнозната скорост на взривно-сеизмични вибрации V от разстоянието R до взрива при фиксирана маса на заряда Q в един интервал на закъснение при използване на емулсионно ВВ

8. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ДОПУСТИМИТЕ НИВА НА ВЗРИВНО-СЕЙЗМИЧНО ВЪЗДЕЙСТВИЕ

Отрицателно въздействие на взривно-сейзмичния ефект на ПВР върху охраняваните обекти, следва да се очаква в случаите, когато параметрите на това въздействие надвишават допустимите им стойности за конкретния обект.

Изхождайки от условието, взривно-сейзмичното въздействие да не предизвиква промени в структурата на масива (на гранитите) извън концесионния контур на ИП, необходимостта от охрана на откосите в крайния контур на кариерата, както и това, че местоположението на локалния ерозионен базис е на 35m под контурите на ИП в дълбочина, сравнението за възможни вредни въздействия на взривно-сейзмичния ефект на взривните работи е направено при разстояние до 30m от взрива при максималната маса на единичен взривен сондаж, която се получава при зареждане с емулсионно ВВ². За напоителния канал – най-малкото разстояние от крайния контур на добивните работи на ИП до канала е 975 m.

Ръководната скорост на вибрации за гранита на разстояние 30 m от взрива, при изравняване или надвишаване на която се очаква увеличаване на съществуващи и поява на нови микро и макро пукнатини, е:

$$\text{Гранити: } V_{p,30m} = 85,95 \text{ mm/s, (табл.6)}$$

Прогнозната скорост на вибрации $V_{\text{прогн}30m}$, изчислена по формула (8), която е съпоставима с $V_{p,30m}$ при маса на заряда в един интервал на закъснение е:

$$V_{\text{прогн}30m} = 85,69 \text{ mm/s при } Q_{1\text{инт}} = 110 \text{ kg}$$

Параметрите на зоните на активно взривно-сейзмично въздействие при $Q_{1\text{инт}} = 110$ kg са:

$$r_o = 34.6 \text{ m} \quad r_{од.} = 20.8 \text{ m} \quad (\text{формули (3) и (4)})$$

1. Подземно водно тяло, Баталийското дере, неработните стъпала (в хоризонтално направление)

Прегледът на резултатите в таблиците от Прил.4, показват, че при всички от разгледаните диаметри на взривните сондажи, при разстояние 30 m от мястото на взрива, прогнозните скорости на взривно-сейзмичните вибрации, определени на база масата на заряда при височина на стъпалото 10 m, са по-малки от ръководната скорост V_p на гранита.

Най-високата прогнозна стойност $V_{\text{прогн}30m}$, получена при диаметър $dk=110$ mm и заряд от емулсионно ВВ с маса $Q_{110} = 91.6$ kg, е с 10%: по-ниска от V_{p30m} на гранита: $V_{p30m}=85,95 > V_{\text{прогн}30m}=78,01$, mm/s.

² За всички останали изчислени прогнозни скорости на взривно-сейзмични вибрации за разстояние 30 m в Прил.4, въздействията ще са по-ниски.

От практиката е доказано, че при взривяване на взривни полета с площ 1000-3000 m² и всеки сондаж е със самостоятелен, стандартен интервал на закъснение³ на неелектрическата система за взривяване (каквато се предвижда и в ИП), 2-3 до 4-5 сондажни заряда се взривяват с минимален интервал (по-малък от 3-5 ms), при което ефектът се доближава до този на едновременното им взривяване, особено ако те са близко разположени един до друг.

Определените радиуси $r_{завсв}$ и $r_{од}$ на ЗАСВ, при разглеждания случай на взривяване на заряд с маса $Q_{инт} = 110$ kg в един интервал, дават основание, за това, че при приближаване на взривните работи на разстояние 35 m до откосите на неработните стъпала, следва да се вземат следните мерки за опазване на тяхната устойчивост:

а. Намаляване масата на заряда в един интервал на закъснение за намаляване на посочените радиуси на ЗАСВ с приближаване към неработните стъпала: преминаване към по-малък диаметър на сондажите; използване на разсредоточени заряди. Масата на заряда се определя по табл.3, в зависимост от разстоянието на взривните работи до откосите или се изчисляват радиусите на ЗАСВ по формули (3) и (4);

б. Създаване на защитен екран чрез предварително контурно взривяване (предварително екраниране) или

в. Комбинация от двата метода

г. Намаляване обема на взривното поле за минимизиране на негативния ефект на едновременно взривяване на няколко сондажа в един интервал на закъснение от застъпване на стандартните интервали.

В обобщение може да се каже, че изпълнението на мероприятията за опазване устойчивостта на неработните стъпала, напълно удовлетворява изискванията за опазването на масива (на ПВТ) извън контурите на ИП от вредното въздействие на ПВР.

2. Подземно водно тяло, локален ерозионен базис (в дълбочина)

Следвайки логиката на п.т.1 (въздействие в хоризонтално направление), в Прил.5 най-високата стойност на $V_{прогн30m}$ също е при диаметър $dk=110$ mm и средоточен заряд от емулсионно ВВ с маса $Q_{110} = 18,2$ kg. Поради различния механизъм на генериране на взривно-сеизмичното въздействие в дълбочина, сравнението ѝ с V_{p30m} на гранита, тя е 2,5 пъти по-малка: $V_{p30m}=85,95 >> V_{прогн30m}=34,1$ mm/s.

Максималната маса на средоточения заряд, получена при $dk=110$ е $Q_{средот110}=18,2$ kg.

За изземването на запасите от най-долния хоризонт на находището, за опазването на масива извън контура на ИП в дълбочина се препоръчва минимизиране масата на средоточения заряд, съобразно табл.7 или да се изчисли за минималните

³ Всеки сондажен заряд с отделен интервал на закъснение на взривяване е стандартна практика при прилагането на неелектрическата система в кариерите и откритите рудници, тъй като осигурява висока степен на управление на взривния процес, много добро отбиване и раздробяване на взривявания обем масив.

възможни радиуси на ЗАСВ по формули (3) и (4).

3. Напоителен канал (строителна конструкция за пренос на вода)

Най-високата изчислена прогнозна стойност на взривно-сеизмичните вибрации за разстояние 975 m, изчислена по изведената зависимост (8) е $V_{\text{прогн975m}} = 2,22 \text{ mm/s}$, при $d_k=110 \text{ mm}$ и заряд от емулсионно ВВ с маса $Q_{110}=91.6\text{kg}$ (Прил.4). Сравнението ѝ с ръководната скорост за строителната конструкция на канала (табл.5), показва, че тя е 3 пъти по-малка: $V_{p975}=6.95 \text{ mm/s} \gg V_{\text{прогн975m}} = 2,22 \text{ mm/s}$.

Таблица № 7

Тип ВВ	Диаметър на коронката	Маса на заряда ВВ в един интервал	Радиус на ЗАСВ	Радиус на зоната с остатъчни деформации
	d_k	Q	$r_{\text{завсв}}$	$r_{\text{од}}$
	[mm]	[kg]	[m]	[m]
ANFO	110	13.7	15.7	9.4
	102	10.9	14.4	8.6
	89	7.3	12.3	7.4
	76	4.5	10.3	6.2
ЕМУЛСИЯ	110	18.2	17.5	10.5
	102	14.5	16.0	9.6
	89	9.6	13.7	8.2
	76	6	11.5	6.9

Спрямо нормите по DIN4150 (Раздел 6, т.1), изчислената прогнозна скорост на взривно-сеизмични вибрации удовлетворява всички изисквания за безопасно въздействие, включително и за високо чувствителни конструкции (ядрени централи, руини, защитени като културно наследство и др.).

9.ВЪЗМОЖНИ ЗАМЪРСЯВАНИЯ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ОТ ПВР

Съвременните индустриални взривни вещества, които се предлагат у нас за зареждане на взривни сондажи с диаметър до 110 mm са с близък до 0 кислороден баланс, с което е минимизирано отделянето на вредни газове при взривяване.

В ИП се посочва, че технологията на ПВР се състои в пробиване на взривни сондажи, в които се изграждат заряди от амониево-селитрени взривни смеси [3].

Най- широко използваната гранулирана амониево-селитрена взривна смес във взривната практика, известна с популярното название ANFO (от английски Ammonium Nitrate and Fuel Oil), е смес на гранулирана поръозна амониева селитра с дизелово гориво. Сравнително евтина и същевременно достатъчно ефективна при добива на полезни изкопаеми в кариери, открити и подземни рудници, не опасни по газ и прах.

1. Възможни замърсявания от използване на водоразтворими ВВ

Основният недостатък на ANFO е нейната хигроскопичност. Във вода амониевият нитрат (АН) се разтваря и взривната смес губи експлозивните си качества. Разгледано като отделен казус, разтварянето на АН при наличие на вода във взривните сондажи, създава впечатлението за риск от замърсяване на подземните води с нитрати. Същевременно самият производствен процес и правилата за извършване на индустриалните взривни работи не допускат подобен инцидент, поради големите производствени загуби, които следват, като например: компрометиране на направените разходи за подготовката и зареждането на взривното поле, неосъществен добив, необходимост от последващо обезопасяване на полето от отказали (невзривени) взривни материали, негативни административни последици и т.н.

В тази връзка, практиката е, преди зареждането на взривното поле, задължително да се проверява състоянието на всеки взривен сондаж. При наличие на вода, сондажите или се отводняват с подходяща механизация или ANFO се заменя с водоустойчиво ВВ. В момента, като водоустойчиви, най-често се ползват емулсионни ВВ, патронирани или с механизирано зареждане.

2. Възможност от замърсяване на подземните води при взривяване на сондажи, запълнени с вода

Зареждането и взривяването на сондажи, запълнени с вода при разработването на находища по открит начин, каквото е ИП, не представлява източник на замърсяване на подземните води. Наличието на вода във взривните сондажи благоприятства за по-ефективно използване на взривната енергия за полезна работа. Същевременно, високата температура на взрива мигновено изпарява водата и тя се отделя в атмосферата, заедно с останалите продукти на взрива. Единственото условие е използването на водоустойчиви ВВ, както е описано в т.1 по-горе.

3. Възможност от замърсяване на подземните води от унищожаване на невзривени заряди чрез водно промиване.

В случаите на отказал, невзривен заряд, в глава четвърта „Ликвидиране на отказали заряди“ на действащия Правилник по безопасност на труда при взривните работи са дадени изисквания и указания за безопасно преодоляване на този проблем. Чл.231, ал.6 на Правилника гласи: *„чрез разтваряне с вода, когато се използват разтворими във вода взривни вещества“*. В случая, в същия този член се съдържат още няколко метода за ликвидиране на невзривени заряди, описани в ал.1, 2, 3, 4 и 5. Към прилагането на разтваряне на ВВ от невзривния заряд следва да се пристъпи, само ако е невъзможно да се приложат методите от предходните алинеи.

10.ЗАКЛЮЧЕНИЕ

10.1.Въздействие на взривно-сеизмичния ефект на взривните работи

Извършените теоретико-експериментални работи и сравнителният анализ на резултатите по отношение на определените допустими нива на взривно-сеизмично въздействие за охраняваните обекти показва, че прилагането на технология на ПВР за добив на гранити в ИП може да се прилага без да има негативно взривно-сеизмично въздействие върху подземното водно тяло (ПВТ) и локалния ерозионен базис, респективно върху подземните води в района на ИП, включително и за питейно-битово водоснабдяване. Акценти:

- *Опазването на устойчивостта на откосите на неработните стъпала на кариерата, чрез управлението на радиуса на зоната на активно взривно-сеизмично въздействие (ЗАВССВ), е достатъчно условие за безопасно взривно-сеизмично въздействие и върху масива на подземното водно тяло (ПВТ);*
- *С приближаване на взривните работи към крайния откос и към дъното (последния добивен хоризонт) на котлована на кариерата, използването на сондажни заряди с по-малък диаметър, гарантира по-ниски стойности на скоростта на взривно-сеизмичните вибрации;*
- *Прилагането на схеми на инициране, при които всеки сондажен заряд се взривява със самостоятелен интервал на закъснение, минимизира взривно-сеизмичния ефект на ПВР (такива схеми са и основно предимство на неелектрическата система за инициране по отношение на по-ефективното отбиване и раздробяване на полезното изкопаемо).*

10.2.Възможност за замърсяване на подземните води от ПВР

Изложеното в раздел 9 на доклада показва, че при изпълнение на технологията на пробивно-взривните работи, замърсяване на подземните води не се очаква. Акценти:

- *При наличие на вода във взривните сондажи, зарядите се изграждат от водоустойчиви ВВ;*
- *При взривяване на заряди в оводнени сондажи на земната повърхност, високата температура на взрива моментално я превръща в газообразно състояние и с останалите газообразни продукти на взрива, излита в атмосферата.*

11. БИБЛИОГРАФИЯ

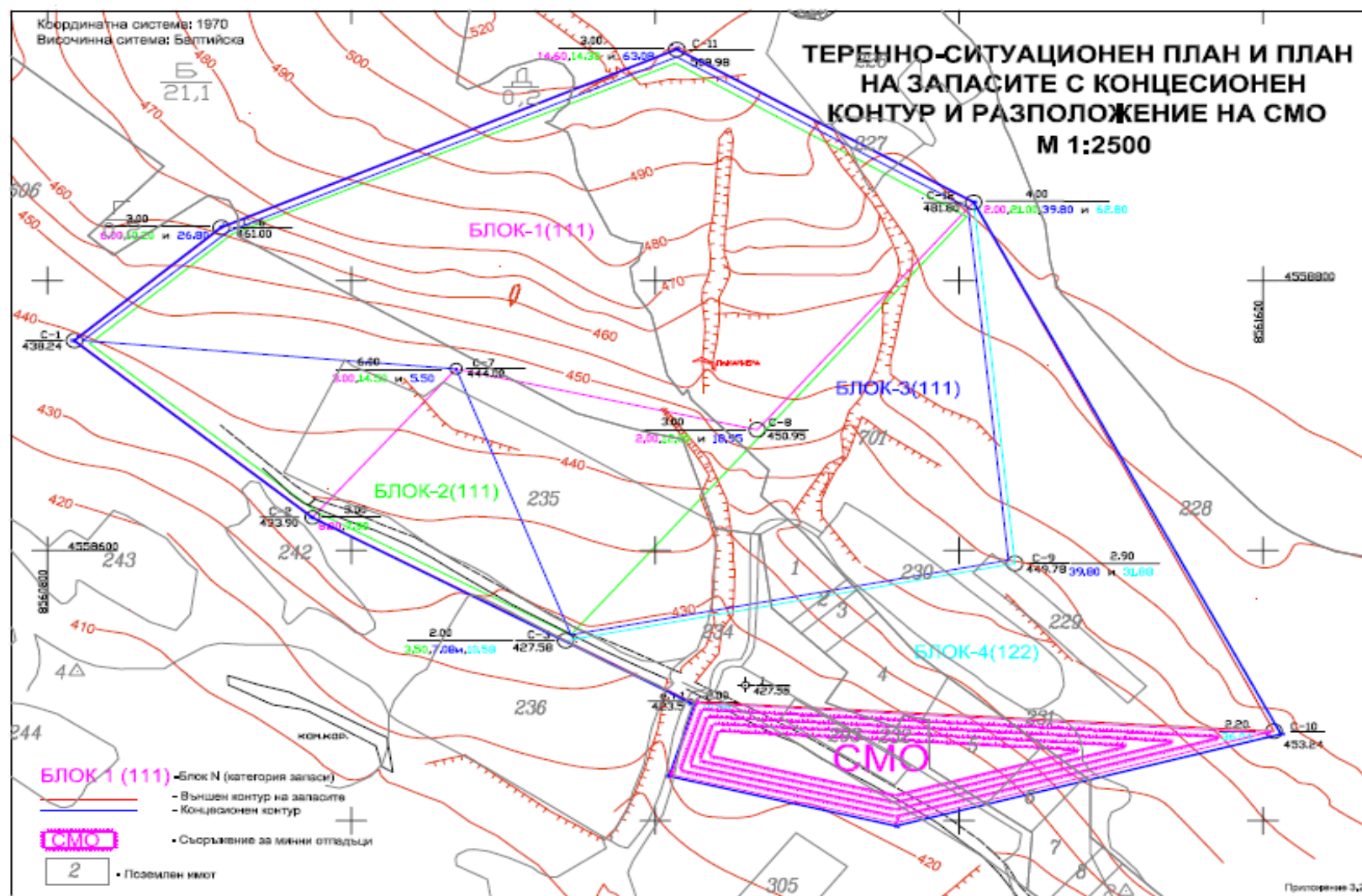
1. Задание за обхват и съдържание на Доклад за ОВОС на инвестиционно предложение „Разработване на находище за строителни материали - гранити в площ „Старата кариера“, общ. Септември, обл. Пазарджик“, възложител „ПРОМАТ СТРОЙ“ ЕООД, 2021;
2. Геоложки доклад за извършените геолого-проучвателни работи на строителни материали - гранити в площ „Старата кариера“, гр. Ветрен, обл. Пазарджик през 2018 - 2019 г., с изчисление на запаси по състояние към 30.08.2019 г., „ПРОМАТ СТРОЙ“ ЕООД, 2019
3. Доклад за оценка на въздействието върху околната среда на инвестиционно предложение „Разработване на находище за строителни материали - гранити в площ „Старата кариера“, общ. Септември, обл. Пазарджик“ на „СОКОЛОВСКИ'С ЕНВИРОНМЕНТ“ ЕООД, 2021
4. И.Иванов, В.Шекерджиев, И.Чолаков, „Актуализация на нормативната база за взривосеизмична защита“, сп. „Минно дело“, 2003/8
5. Blastware“, operation manual, Instantel, Printed in Canada, September 2015. 714U0301 Rev 22
6. D.Siskind, „Vibration from blasting“, Integration Society of Explosive Engineers, Cleveland, OH USA, 2005, ISBN: 1-892396-11-4.
7. В.Богатский, В.Пергамент, „Сейсмическая безопасность при взрывных работах“, Москва, „Недра“, 1978, УДК 622;235.535.2:622.839.45
8. В.Совмен, Б.Кутузов и др., „Сейсмическая безопасность при взрывных работах“, Москва, „Горная книга“, 2012, ISBN 978-5-98672-306-8
9. Модулът на еластичност на различни материали, включително стомана, интернет, <https://top-home-tips.com/8782681-the-modulus-of-elasticity-of-various-materials-including-steel>
10. Hinweise zur Messung, Beurteilung und Verminderung von Erschütterungsimmissionen (Stand 06.03.2018), internet: https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/erschuetterungsleitfaden_veroeffentlicht_stand_2018_1529053753.pdf

12.ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 а ПРОУЧВАТЕЛНИ СОНДАЖИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ КАЧЕСТВЕНИТЕ ХАРАКТЕРИСКИ НА ГРАНИТИТЕ В НАХОДИЩЕТО (ИП)

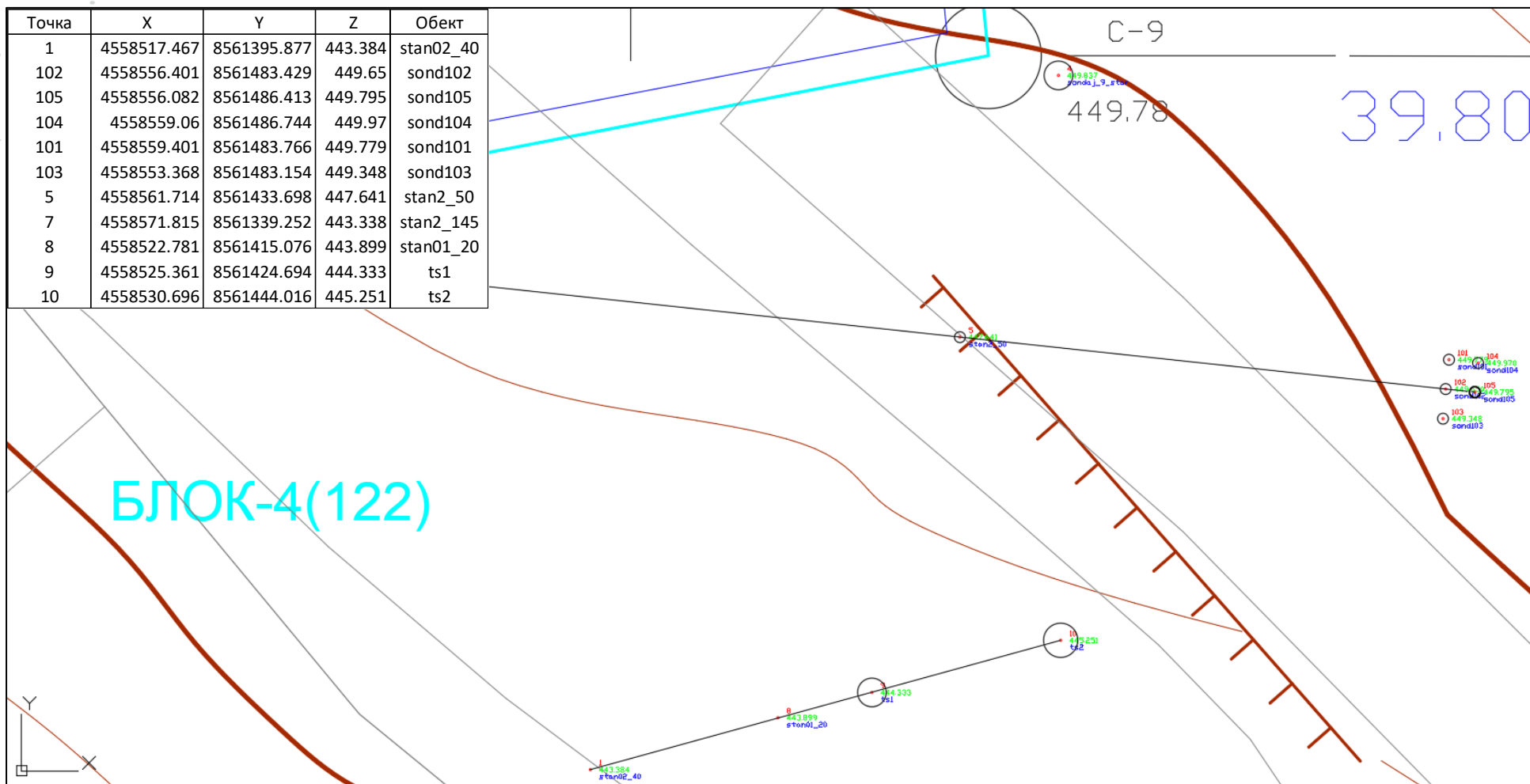
Съставяне на проби от сондажната ядка			
Проба №	Сондаж	От m	До m
Проба 1 Изветрели гранити	C-1	3,00	7,30
	C-2	3,00	19,00
	C-6	3,00	9,00
	C-7	6,00	9,00
	C-8	3,00	5,00
	C-11	3,00	17,60
	C-12	4,00	6,00
Проба 2 Слабо изветрели гранити	C-1	7,30	24,00
	C-3	2,00	5,50
	C-6	9,00	19,20
	C-7	9,00	23,50
	C-8	5,00	17,00
	C-11	17,60	31,90
	C-12	6,00	27,00
Проба 3 Здрави гранити	C-3	5,50	13,00
	C-6	19,20	46,00
	C-7	23,50	29,00
	C-8	17,00	36,00
	C-9	2,90	35,00
	C-10	2,20	39,00
Проба 4 Здрави гранити	C-11	31,90	48,00
	C-12	27,00	67,00
Проба 5 Здрави гранити	C-11	48,00	95,00

ПРИЛОЖЕНИЕ № 16 ТЕРЕННО-СИТУАЦИОНЕН ПЛАН - МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ НА ПРОУЧВАТЕЛНИТЕ СОНДАЖИ И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОТО ВЗРИВНО ПОЛЕ



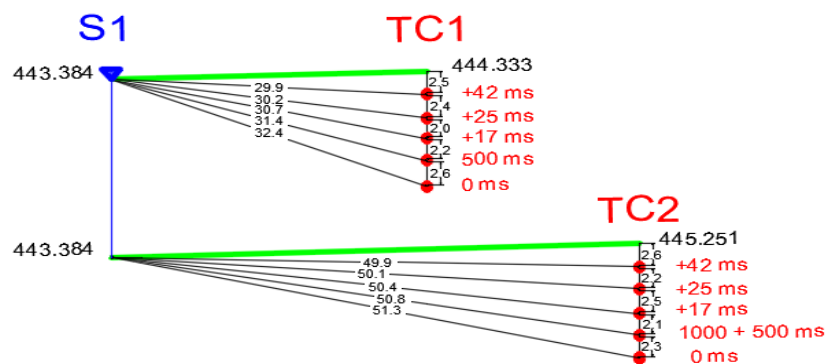
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2 КООРДИНАТИ НА МЕСТОПОЛОЖЕНИЕТО НА УСТИЯТА НА ВЗРИВНИТЕ СОНДАЖИ И ГЕОФОНИТЕ НА СЕИЗМОГРАФИТЕ

Точка	X	Y	Z	Объект
1	4558517.467	8561395.877	443.384	stan02_40
102	4558556.401	8561483.429	449.65	sond102
105	4558556.082	8561486.413	449.795	sond105
104	4558559.06	8561486.744	449.97	sond104
101	4558559.401	8561483.766	449.779	sond101
103	4558553.368	8561483.154	449.348	sond103
5	4558561.714	8561433.698	447.641	stan2_50
7	4558571.815	8561339.252	443.338	stan2_145
8	4558522.781	8561415.076	443.899	stan01_20
9	4558525.361	8561424.694	444.333	ts1
10	4558530.696	8561444.016	445.251	ts2



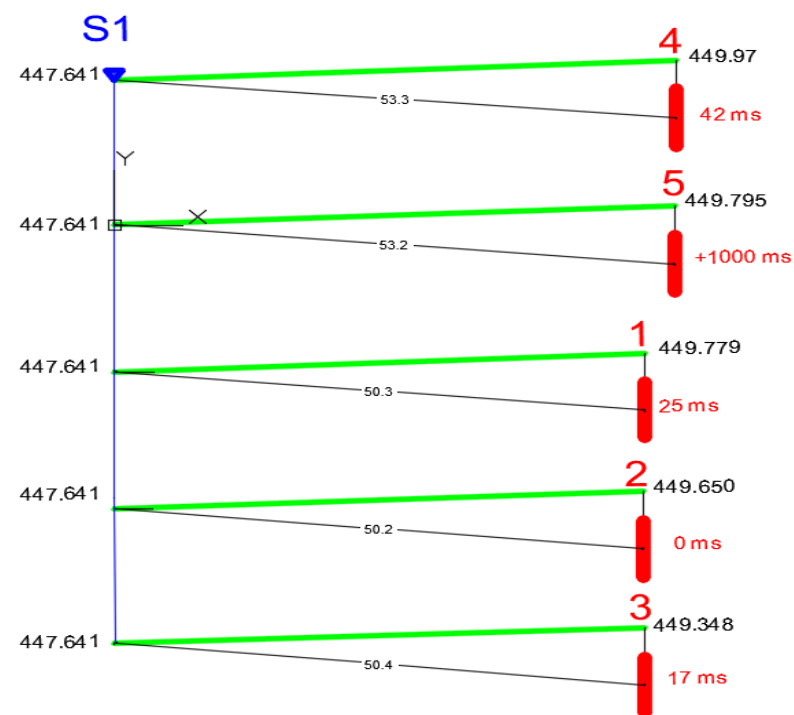
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3 ФАКТИЧЕСКИ РАЗСТОЯНИЯ ОТ ЗАРЯДИТЕ ДО ГЕОФОНА НА СЕИЗМОГРАФА

ЕТАП 1



Етап	Сондаж	Фактическа дълбочина	Височина воден	Маса на заряда
	№	m	m	kg
1	TC1	13.7	6.4	56р.x1.26
	TC2	13.7	7.0	56р.x1.26
2	1	9.9	1.2	16.7
	2	10.1	1.7	16.7
	3	9.8	1.5	16.7
	4	10.1	1.4	16.7
	5	10.1	1.4	16.7

ЕТАП 2



ПРИЛОЖЕНИЕ № 4 ПРОГНОЗНА СКОРОСТ НА ВЗРИВНО-СЕЙЗМИЧНИ ВИБРАЦИИ ОТ ВЗРИВА НА ЕДИНИЧЕН СОНДАЖЕН ЗАРЯД С УВЕЛИЧАВАНЕ НА РАЗСТОЯНИЕТО

ANFO						
Диаметър на проб. корона			76 mm	89 mm	102 mm	110 mm
Маса на заряда в 1 сонд., kg*			34	46	60	69
R	K	n	V _{пор} [mm/s]			
20	251.1	-1.023	71.52	83.35	95.04	102.28
30	251.1	-1.023	47.24	55.05	62.77	67.56
50	251.1	-1.023	28.01	32.64	37.22	40.06
75	251.1	-1.023	18.50	21.56	24.59	26.46
100	251.1	-1.023	13.78	16.06	18.32	19.71
150	251.1	-1.023	9.10	10.61	12.10	13.02
200	251.1	-1.023	6.78	7.90	9.01	9.70
350	251.1	-1.023	3.83	4.46	5.09	5.47
500	251.1	-1.023	2.66	3.10	3.53	3.80
1000	251.1	-1.023	1.31	1.52	1.74	1.87

ЕМУЛСИОННО ВВ						
Диаметър на проб. корона			76 mm	89 mm	102 mm	110 mm
Маса на заряда в 1 сонд., kg*			45	61	79	92
R	K	n	V _{пор} [mm/s]			
20	251.1	-1.023	82.60	96.25	109.76	118.12
30	251.1	-1.023	54.55	63.57	72.49	78.01
50	251.1	-1.023	32.35	37.70	42.99	46.26
75	251.1	-1.023	21.37	24.90	28.39	30.56
100	251.1	-1.023	15.92	18.55	21.15	22.77
150	251.1	-1.023	10.51	12.25	13.97	15.04
200	251.1	-1.023	7.83	9.13	10.41	11.20
350	251.1	-1.023	4.42	5.15	5.87	6.32
500	251.1	-1.023	3.07	3.58	4.08	4.39
1000	251.1	-1.023	1.51	1.76	2.01	2.16

* Масата на сондажните заряди е изчислена при височина на стъпалото 10 m при преудълбаване 0,33.W. Линията на най-малко съпротивление W е приета по усреднени данни.

**ПРИЛОЖЕНИЕ № 5 ПРОГНОЗНА СКОРОСТ НА ВЗРИВНО-СЕЙЗМИЧНИ
ВИБРАЦИИ ОТ ВЗРИВА НА ЕДИНИЧЕН СРЕДОТОЧЕН ЗАРЯД С
УВЕЛИЧАВАНЕ НА РАЗСТОЯНИЕТО**

ANFO Средоточен заряд - $Q_m \cdot 15 \cdot d$						
Диаметър на проб. корона			76 mm	89 mm	102 mm	110 mm
Маса на заряда в 1 сонд., kg			4.5	7.3	10.9	13.7
R	K	n	$V_{\text{прог}}$ [mm/s]			
20	251.1	-1.023	25.35	32.30	39.82	44.71
30	251.1	-1.023	16.75	21.34	26.30	29.53
50	251.1	-1.023	9.93	12.65	15.60	17.51
75	251.1	-1.023	6.56	8.36	10.30	11.57
100	251.1	-1.023	4.89	6.23	7.67	8.62

ЕМУЛСИОННО ВВ Средоточен заряд - $Q_m \cdot 15 \cdot d$						
Диаметър на проб. корона			76 mm	89 mm	102 mm	110 mm
Маса на заряда в 1 сонд., kg			6.0	9.6	14.5	18.2
R	K	n	$V_{\text{прог}}$ [mm/s]			
20	251.1	-1.023	29.28	37.31	45.99	51.64
30	251.1	-1.023	19.34	24.64	30.37	34.10
50	251.1	-1.023	11.47	14.61	18.01	20.22
75	251.1	-1.023	7.57	9.65	11.90	13.36
100	251.1	-1.023	5.64	7.19	8.86	9.95

Q_m – линейна маса на заряда, kg/m
 d – диаметър на сондажа, m