

საქართველო

შპს “გამა კონსალტინგი”

ნაკრას დამბის და წყალგამტარი გვირაბის
განთავსების ტერიტორიის გეოლოგიური
პირობები

თბილისი 2017

სარჩევი

1.	გეომორფოლოგიური პირობები.....	1
2.	გეოლოგიური პირობები.....	2
3.	სტრუქტურულ გეოლოგიური პირობები.....	5
4.	ტექტონიკური და სეისმური პირობები.....	6
5.	ჰიდროგეოლოგიური პირობები.....	8
6.	საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის შედეგები.....	8
7.	დასკვნები.....	19

დანართები

#	დანართის დასახელება	ფურცლების რაოდენობა
1	ჭაბურღილების ლითოლოგიური სვეტები	42
2	შელწევადობის ტესტები	19
3	ლუჟონის ტესტები	5
4	გეოფიზიკური კვლევები	21

1. გეომორფოლოგიური პირობები

სტრუქტურულ-მორფოლოგიური თავისებურებების, აგრეთვე გეოლოგიური აგებულების, ტექტონიკის და გეოლოგიური განვითარების ისტორიის გათვალისწინებით საკვლევ ტერიტორიაზე გამოყოფილია, გეომორფოლოგიური რაიონები, რელიეფის დამახასიათებელი ტიპებითა და ფორმებით.

მდ. ენგურის წყალშემკრები აუზი მთლიანად მოიცავს ზემო სვანეთის ქვაბულს. აღნიშნული ქვაბული შემოსაზღვრულია ჩრდილოეთიდან კავკასიონის მთავარი წყალგამყოფი ქედით, სამხრეთიდან – ეგრისის (სამეგრელოს) და სვანეთის ქედებით; დასავლეთიდან – კოდორის ქედის აღმოსავლეთი მონაკვეთის, მოგუაშირხას, შტო-ქედით.

სამხრეთი ფერდის ფარგლებში 8 გეომორფოლოგიური რაიონია გამოყოფილი. საკვლევო არეალის ფარგლებში მოქცეულია მხოლოდ 3 გეომორფოლოგიური რაიონი.

1. მაღალმთიანი, ეროზიულ-დენუდაციური რელიეფი ძველი და თანამედროვე გამყინვარებებით, რომელიც განვითარებულია ქვედა და შუა იურულ ტერიგენულ ნალექებში

აღნიშნული ტიპის რელიეფი განვითარებულია კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის იურული ასაკის თიხაფიქლებსა და ქვიშაქვებში. ქანები ინტენსიურად დაშლილი, დანაპრალიანებულია, დარღვეულია შრეებრიობა. რელიეფი გარდიგარდმოდ იკვეთება ციცაბო ფერდობებიანი მდინარეებით. აღნიშნული რელიეფის განლაგება ემთხვევა ქანების მორფოლოგიურ ელემენტებს. რელიეფის ჩამოყალიბებას ხელს უწყობს როგორც ეგზოგენური, ასევე ენდოგენური პროცესები. ტერიტორიაზე გვხვდება ინტენსიური მორენული ნალექები. ასევე მცირე ზომის ტბები, რომლებიც მორენული წარმოშობისაა.

2. მაღალი და საშუალო მთიანი ეროზიული რელიეფი, რომელიც განვითარებულია ბაიოსის პორფირიტულ ქანებში

აღნიშნული ტიპის ქანები განვითარებულია ბაიოსის ვულკანოგენებში, რომლების აგებულია ტუფობრექჩიებით, ტუფოკონგლომერატებით, პორფირიტებით და ტუფებით. აღნიშნული ქანები ძლიერ დისლოცირებული და დანაპრალიანებულია. ასევე ინტენსიურია დიზუნქტიური ტიპის მოქმედებები. მორფოლოგიურად რელიეფი აგებულია დაკბილული, ციცაბო კონუსური და პირამიდული ტიპის ფორმებით. რომელიც განიცდის ძლიერ ტექტონიკურ მოძრაობებს. მასში განვითარებული დაიკები და მარღვები რომლებიც რელიეფში მკაფიოდ არის გამოხატული და ქმნიან ჩანჩქერებს. მდინარის ხეობები აგებულია ლოდნარით, ლოდნარებიც თავის მხრივ ქმნიან საფეხურებს და შესაბამისად ჩანჩქერებს. მაღალმთიანი პეტრომორფული რელიეფი ხასიათდება წაწვეტებული დაკბილული და დანაწევრებული ქედებით. ასევე გვხვდება მყინვარული ფორმები - ცირკევი, კარები, ტროგები და კარული ტბები.

3. მაღალმთიანი ციცაბო, ინვერსიული რელიეფი ძველი და თანამედროვე მყინვარებით

განვითარებული ზედა იურულ და ქვედა ცარცულ ტერიგენულ-კარბონატულ ნალექებში, ამ ნალექებით აგებულია ტერიტორიის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილი, რომელიც ლითოლოგიურად წარმოდგენილია თიხაფიქლებით, მერგელოვანი ფიქლებით, მერგელოვანი კირქვებით და კირქვებით. ეს არის რთული კარსტული ქედებით აგებული რელიეფი, რომლებიც ქმნის კონუსისებრ-

პირამიდულ და დაკბილული მწვერვალების კომპლექსს. ქედები იკვეთებიან მდინარეთა ხეობებით, რომლებიც ქმნიან U-სებრ და კანიონისებრ ხეობებს. ეროზიულ-აკუმლაციურ ხეობებში შემორჩენილია თანამედროვე და ძველი გამყინვარების ფლუვიოგლაციალური და მყინვარული ნალექები.

2. გეოლოგიური პირობები

ზოგადი მიმოხილვა

საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება ევრაზიის ფილისა და ჩრდილოეთით მოძრავი არაბეთის ფილის შეჯახების ზონას კავკასიაში. აქტიური ტექტონიკური მახასიათებლებია: ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულების ნაწევები, რომელთაგან ყველაზე დიდი მიმართულია აფხაზეთის სანაპიროდან (სოხუმი და ოჩამჩირე) დიდი კავკასიონის ქედისკენ და დიდი კავკასიონის ღერძის (ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან სამხრეთ-დასავლეთისკენ) პარალელური ნასხლეტები. დედამიწის ქერქი მთელს ამ ტერიტორიაზე დაყოფილია მრავალ ტექტონიკურ ბლოკად.

გეოლოგიური აგებულება

საპროექტო ტერიტორიები მდებარეობს დიდი კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობის ზონაში, რომელსაც აქვს ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულება.

კავკასია შედგება მთათა ქედებისაგან, რომლებიც კასპიის ზღვიდან აღმოსავლეთით 1100 კმ მანძილზე გრძელდება შავ ზღვამდე. კავკასია მდებარეობს აფრიკა-არაბეთის და ევრაზიის ფილებს შორის, რომლებიც ერთმანეთს უახლოვდებიან. კავკასია, რომელიც მოთავსებულია ოლიგოცენ-ადრეული მიოცენის კონტინენტთაშორისი შეჯახების შედეგად მიღებული შეცოცებების და დანაოჭებულ ზონაში, წარმოადგენს პრე-ჰერცინულ, ჰერცინულ და ალპური მთათაწარმოქმნის რაიონს გამიშვლებული ქანებით. დიდი კავკასიონი ძირითადად სამ ნაწილად იყოფა ჩრდილოეთიდან სამხრეთამდე. ესენია ლაზა-მალკას, მთავარი ქედებისა და სამხრეთ ფერდობების ზონები. მთავარი ქედების ზონა წარმოადგენს დიდი კავკასიონის მთავარ ღერძს. ზოგადად კავკასიის ტექტონიკური ზონა გამოირჩევა შეცოცებებით, რომლებიც იხრება 70°-80°-ით ჩრდილოეთის მიმართულებით.

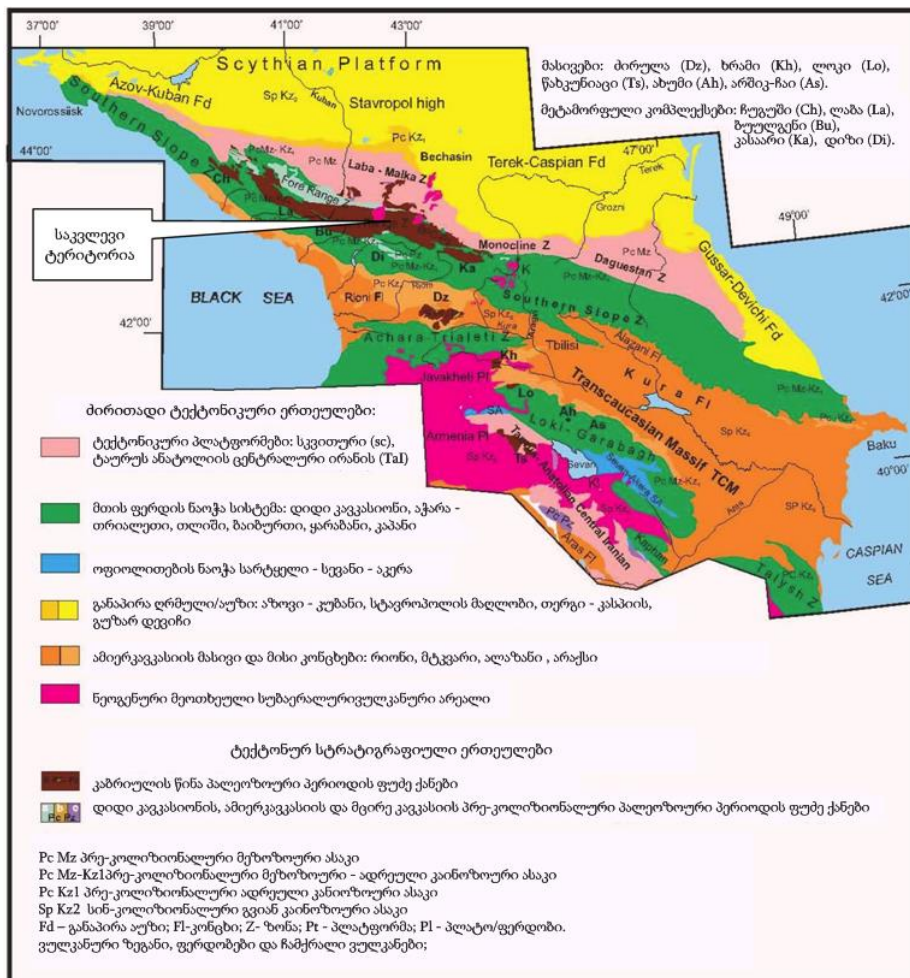
გვიანდელ პროტეროზოულ და მესამეულ პერიოდში კავკასია მოიცავდა თეტისის ოკეანეს, ამ ოკეანის აფრიკის და არაბეთის კონტინენტურ საზღვრებს და კუნძულთა რკალებს ამავე სისტემაში, ღრმულებს კუნძულთა რკალების შიგნით და აუზებს კუნძულთა რკალების გარეთ. კავკასია და კუნძულთა რკალებს გარეთ მდებარე რღმულები, რომლებიც განვითარდა გონდუანას დასავლეთით სუბდუქციის ზონაში, გამოეყო ალპური მთათაწარმოქმნის სარტყლის დანარჩენ ზედა-პრეკამბრიულ-კამბრიულ მთავარ კრისტალურ ნაწილებს. თეტისის ოკეანე გაიხსნა გონდუანას სამხრეთ პერიფერიის ნაწილში და გადაიწია ჩრდილოეთით. თეტისის ოკეანისა და გონდუანას პერიფერიული ზონის ევრაზიის კონტინენტის სამხრეთი საზღვრის გაერთიანება დაახლოებით 350 მილიონი წლის განმავლობაში მიმდინარეობდა. ევრაზიის კონტინენტის საზღვრის ქვეშ სუბდუქციის ზონაში 320-280 მ/წ სიჩქარით წარმოიქმნებოდა აქ გავრცელებული გრანიტოიდული პლუტონი მიკროკლინებით (ადამია და სხვები, 2011 ბ). დიდი კავკასიონის აუზის ჩამოყალიბება დაიწყო დევონურ პერიოდამდე (ადამია, და სხვები, 2011 ა). პალეოზოური ოკეანე, რომელიც მდებარეობდა კავკასიის სამხრეთით, ამ პერიოდისათვის ჯერ სრულად დახურული არ იყო და მეზოზოური თეტისი გადარჩა.

მეზოზოურ და ადრეულ მესამეულ პერიოდებში კავკასია სამხრეთით ბოლოვდებოდა ევრაზიის ფილის აქტიური საზღვრით, ხოლო ჩრდილოეთით – თეტისის რაიონით. მათაა ქედების წარმოქმნა და აფრიკა-არაბეთისა და ევროპის ფილების შეჯახება მოხდა მეოთხეულ პერიოდში (ადამია, და სხვები, 2011 ბ).

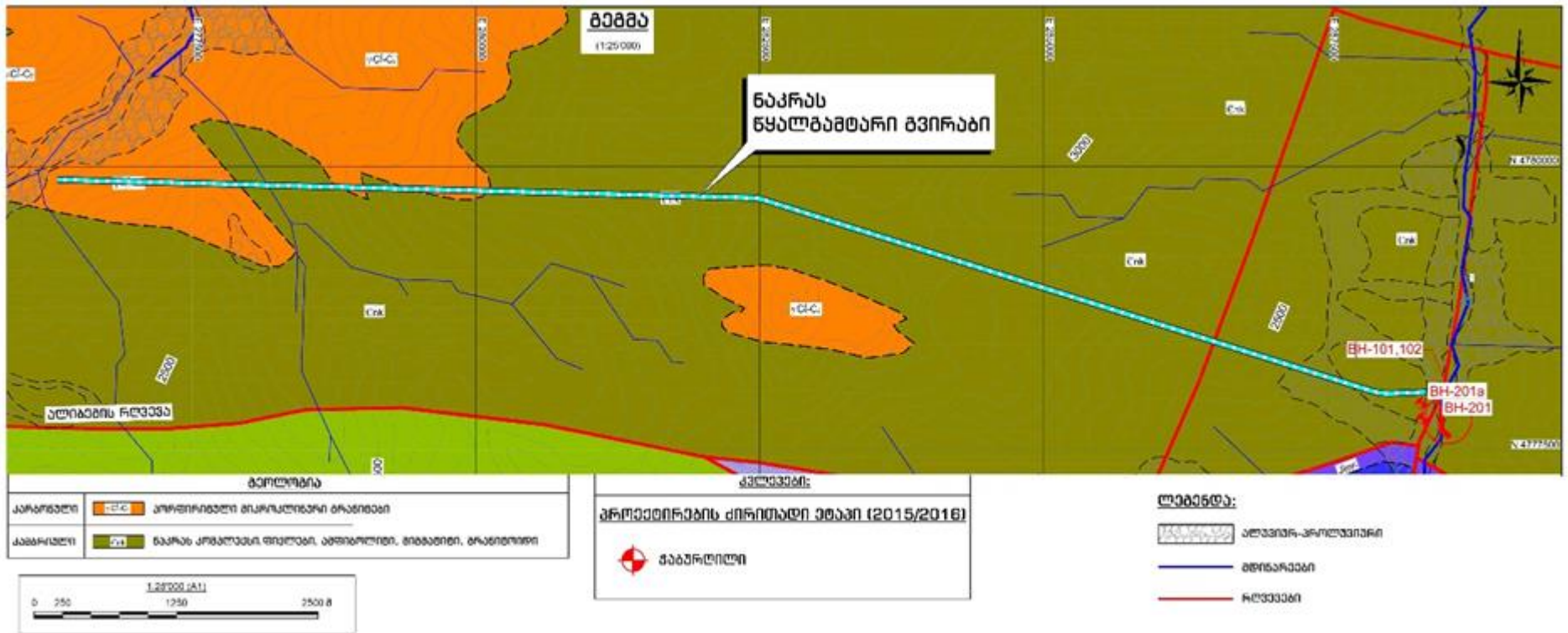
საპროექტო ტერიტორიაზე და მის პერიფერიებში გვხვდება პრეკამბრიულიდან დაწყებული მეოთხეულ პერიოდამდე ასაკის სხვადასხვა ქანები. უშუალოდ საპროექტო ტერიტორიაზე გავრცელებული ძირითადი ქანებია გნეისი, მეტაგრანიტი, მიგმატიტი, S და I ტიპის გრანიტოიდები, ამფიბოლიტი და თიხაფიქალი, რომლებიც მიეკუთვნება პრეკამბრიულ-პალეოზოურ პერიოდს. ამ ნალექებმა განიცადეს მეტამორფიზმი ამფიბოლიტის ფაციესში ჰერცინული მთათაწარმოქმნის დროს და მოხდა მათი გრანიტით ჩაჭრა პალეოზოურ პერიოდში (ადამია, და სხვები, 1983). გნეისი, მიგმატიტი და მსგავსი მეტამორფული ქანები, რომლებიც წარმოადგენენ კავკასიის საფუძველს, დაფარულია ნალექებით, რომლებიც არსებობდა მეჩხერწყლიანი ზღვის პირობებში ორდოვიციულ, სილურულ, დევონურ, კარბონულ, პერმულ და ტრიასულ პერიოდებში, თუმცა ნაკრას წყალმიმღებისა და წყალგამტარი გვირაბის ტერიტორიაზე გვხვდება ძირითადად ნაკრას წყების ქანები, აღნიშნული ნალექების გარეშე.

ნახაზზე 2.1. კარგად ჩანს კავკასიის ტექტონიკური რუკა, ხოლო საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური რუკა მოცემულია ნახ. 2.2-ზე.

ნახაზი 2.1. კავკასიის ტექტონიკური რუკა (ადამია და სხვები. 2010).



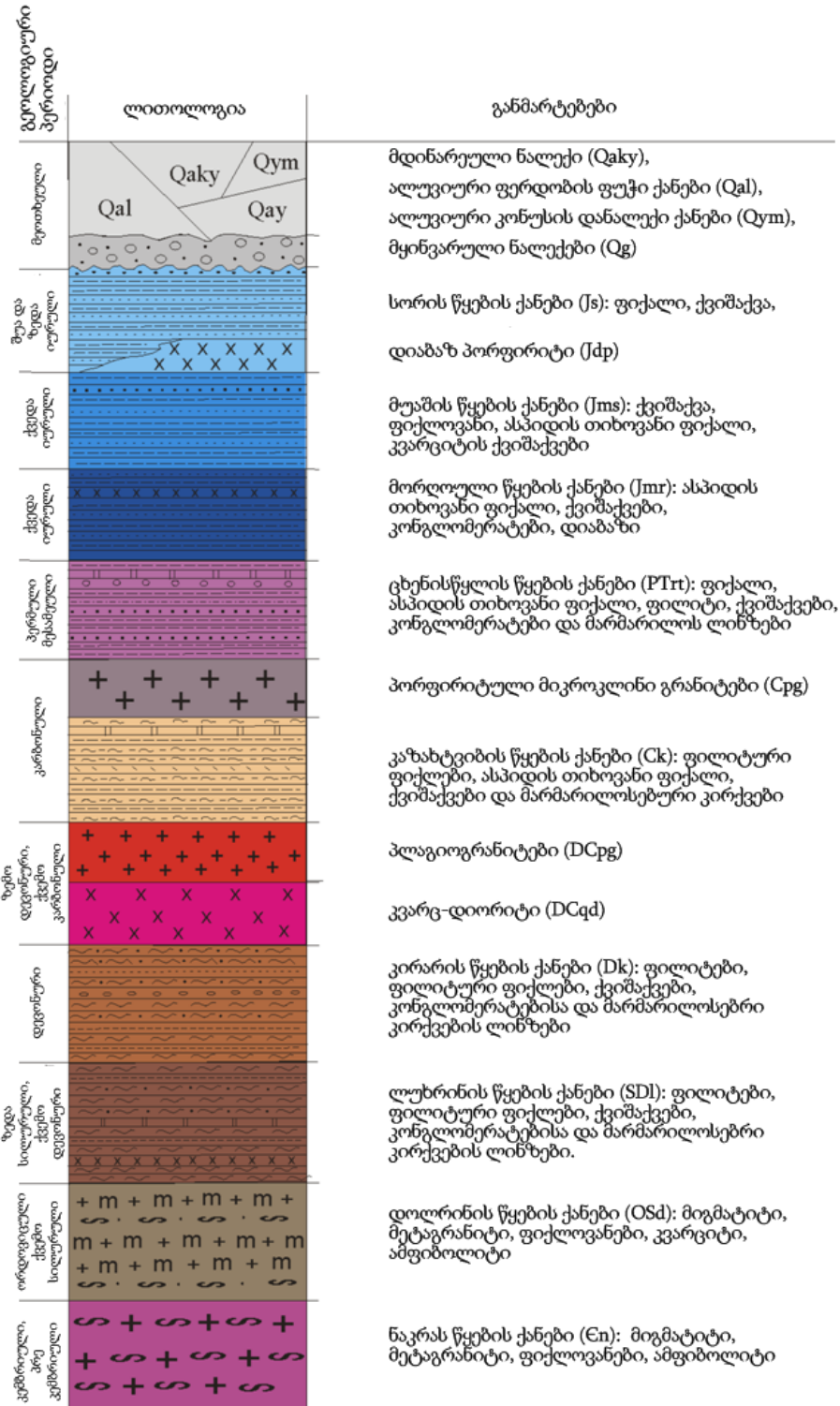
ნახაზი 2.2. საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური რუკა



სტრატეგრაფია

საპროექტო ტერიტორიაზე და მის მახლობლად გვხვდება პრეკამბრიულიდან მეოთხეულ პერიოდამდე ასაკის სხვადასხვა სახის ქანები. ამ ქანების სტრატეგრაფიული სვეტი მოცემულია ნახაზზე 2.3.

ნახაზი 2.3. საკვლევი ტერიტორიის სტრატეგრაფიული სვეტი.



ნაკრას ფორმაცია ითვლება დიდი კავკასიონის ფუძე ქანების უძველეს წარმონაქმნად. აქ მთავარი ქედები წარმოდგენილია გნეისით, მეტაგრანიტით, თიხაფიქალით, ამფიბოლიტით და მიგმატიტით.

გნეისის, მიგმატიტის და თიხაფიქალისაგან შემდგარი დოლრინის ფორმაცია და მეტამორფული ჩანართების, ფილიტის და კვარც-პორფირისაგან შემდგარი გვიანდელი სილურული და ადრეული დევონური პერიოდის ლუხრინის ფორმაცია მოქცეული არიან ნაკრას ფორმაციის ზემოთ. კვარცის დიორიტები და პლაგიოგრანიტები, რომლებიც ეკუთვნის გვიანდელ დევონურ და ადრეულ კარბონულ პერიოდს, კვეთს ამ ფორმაციებს.

დევონური პერიოდის მეტა-დანალექი ქანები აუზში ქმნიან ქირარის ფორმაციას, კარბონული პერიოდის დანალექ ქანებს კი ეწოდება ყაზახთების ფორმაცია, ხოლო კარბონული პორფირიტული მიკროკლინური გრანიტები კვეთს ამ ორივე ფორმაციას. პერმულ-ტრიასულ პერიოდს მიეკუთვნება ცხენისწყალის ფორმაცია, თიხაქვის, ქვიშაქვის, კონგლომერატებისა და დიაბაზისაგან შემდგარი მურღულის ფორმაცია ეკუთვნის ადრეულ იურულ პეიოდს, ასევე ადრეული იურული კლასიკური ქანებისაგან შედგება მუაშის ფორმაცია, ხოლო სორის ფორმაციის ადრეული და შუა იურული პერიოდის ფიქალი, თიხაქვა და ქვიშაქვა დალექილია. შუა იურული დიაბაზური პორფირიტული ქანები კვეთს სხვა იურულ წარმონაქმნებს. მეოთხეული პერიოდის ნალექებს კი წარმოადგენს ნატანი მასალა, ალუვიური მარაო, ზღვის ნალექები, ფერდის ჩამონაშალი და მცინვარული ნალექები.

ნახაზი 2.3.-ზე მოცემული სტრატეგრაფიული სვეტიდან უშუალოდ საპროექტო ტერიტორიაზე გვხვდება:

ნაკრას ფორმაცია (En)

საკვლევ ტერიტორიაზე უძველესი წარმონაქმნი არის ნაკრას ფორმაცია, რომელიც წარმოდგენილია გნეისის, მეტაგრანიტის, თიხაფიქალის, ამფიბოლიტისა და მიგმატიტისაგან. ეს ფორმაცია ითვლება დიდი კავკასიონის ქედების ფუძე ქანებად.

ნაკრას ფორმაცია, რომელიც საპროექტო ტერიტორიაზე შიშვლდება ნაკრას წყალგამტარი გვირაბის გასწვრივ, შედგება ნაცრისფერი, მომწვანო-ნაცრისფერი და კრემისფერი მეტაგრანიტის, გნეისის, გრანიტული გნეისის, მიგმატიტისა და მწვანე, მუქი მწვანე და ყავისფერი ამფიბოლიტისა და თიხაფიქალისაგან. ზედაპირთან ახლოს ნაკრას ფორმაცია არის ძლიერ დანაწევრებული, თუმცა სიღრმეში ის შედგება უფრო ფართო ფრაქციებისა და კარგი ხარისხის ქანებისაგან.

ითვლება, რომ ნაკრას ფორმაცია ეკუთვნის პრეკამბრიულ-კამბრიულ პერიოდს.

პორფირიტული მიკროკლინული გრანიტი (Cpg)

კარბონული პერიოდის მიკროკლინული გრანიტი არის ლითოლოგიური კომპლექსი.

ფორმაცია შიშვლდება ნაკრას წყალგამტარი გვირაბის გასწვრივ და გვირაბის გამოსასვლელთან.

პორფირიტული მიკროკლინული გრანიტი არის თეთრი ფერის, უხეშმარცვლოვანი და ორიენტირებულია მინერალებზე. წარმონაქმნზე განვითარებულია ბზარები. ისინი არ არის ამოვსებული, თუმცა ზოგ ადგილას დაფარულია სილიციუმით და რკინის ოქსიდით. ბზარების ზედაპირი უხეში და დანაოჭებულია. ფორმაცია მიეკუთვნება ძლიერი და მძიმე ქანების კლასს და ქმნის ამ ადგილის მაღალ ტოპოგრაფიას.

ის კვეთს პრეკამბრიულ-კამბრიული მთავარი ქედის ზონას. ამ ფორმაციებთან საზღვარი გამოიკვეთა მეტამორფიზმის პროცესთან დაკავშირებით.

პორფირიტული მიკროკლინული გრანიტი მიეკუთვნება კარბონულ პერიოდს.

ნატანი მასალა (Qal)

ნატანი მასალისგან შემდგარი ფორმაცია წარმოდგება იმ ნალექებისაგან, რომლებიც დაგროვდა ხრეშის, ბლოკების, ქვიშისა და თიხის სახით ვაკე ადგილებში მდ. ნაკრას გასწვრივ. ნატანი მასალა მრავლად არის დალექილი მდ. ნაკრას გასწვრივ ვაკე ადგილებში ალაგ-ალაგ და მისი სისქე აღწევს 700-800 მ-ს. ის წარმოდგარია გნეისის, მეტაგრანიტის, გრანიტის, ამფიბოლიტის, კაჟიანი ფიქალის, კვარციტის, დიორიტის, დიაბაზის, თიხაფიქალისა და ქვიშაქვისაგან. ეს ჩანართები არის მომრგვალებული ან ნახევრად მომრგვალებული, ხოლო იშვიათად – კუთხოვანი. წვრილმარცვლოვანი მასალის პროცენტული მაჩვენებელი აქ შედარებით დაბალია მდინარის კალაპოტის დაქანების გამო, ხოლო იზრდება იმ ადგილებში, სადაც კალაპოტი ნაკლებად დაქანებულია.

ფერდობის ღორღი (Qym)

ფერდობის ღორღი შექმნილია ბლოკების, ღორღის, ქვიშის, ლამის და სხვა მასალის ჩამონაშალისაგან, რომელიც გრავიტაციის ძალით ჩამოდიოდა მთის ფერდზე. ღორღის მასალა იცვლება იმის მიხედვით, თუ რა წარმონაქმნი არსებობს ფერდობზე. ზოგ ადგილას წყალდიდობის მერ მოტანილი ღორღის მასალა წარმოდგება გნეისის, მეტაგრანიტის, გრანიტის, ამფიბოლიტის, კაჟიანი ფიქალის, კვარციტის, დიორიტის, დიაბაზის, თიხაფიქალისა და ქვიშაქვისგან. მარცვლები არის კუთხოვანი, ძირში უხეში, ხოლო ზევით – წვრილი. ისინი განივად არის განლაგებული.

საკვლევ ტერიტორიაზე ეს ფორმაცია გაშიშვლებულია მდ. ნაკრას და მისი შენაკადების მიერ შექმნილი ხეობის ფერდობებზე. საპროექტო ტერიტორიაზე ფერდობის ღორღით დაფარულია მთავარი კლდე 1380-1400 მ სიმაღლეზე. გამყინვარების პერიოდში მაღალ ფერდობებზე არსებულმა მყინვარულმა მასალამ გადმოინაცვლა ძირისკენ და შექმნა მასალა ფერდობის ღორღისათვის.

ფერდობის ღორღის სისქე 10,0 მეტრიდან 45,0 მეტრამდე მერყეობს.

ალუვიური კონუსი (Qay)

ალუვიური კონუსი წარმოადგენს მეოთხეული პერიოდის ახალგაზრდა ნალექებს, რომლებიც დაგროვდა ბლოკების, ხრეშის, ქვიშის და ლამის სახით, სადაც მდ. ნაკრა და მისი შენაკადები გამოირჩევიან მაღალი აბრაზიულობითა და ტრანსპორტირების ხარისხით. მდინარის ზედა განტოტვილი ნაწილიდან ქვევით, რაც უფრო ვშორდებით მის დასაწყისს, ამ მასალის მარცვლების ზომა თანდათან მცირდება.

ისინი გვხვდება მდ. ნაკრას ორივე მხარეს.

ალუვიური კონუსის დიდი ზომის ნალექები წარმოიქმნა მთის წვერზე ქანებისა და მყინვარული ნალექების მაღალი ხარისხის ეროზიისა და ბევრი სხვა მასალის ფერდობიდან მთის ძირში ჩამოტანის გამო.

ალუვიური კონუსის ნალექები გვხვდება მდ. ნაკრას ხეობაში. ის შედგება ღია ყავისფერი, კრემისფერი და ნაცრისფერი გნეისის, გრანიტის და მიგმატიტის ქანებისაგან და გააჩნია კუთხოვანი, ან ნახევრად კუთხოვანი ფორმა იმის მიხედვით, თუ რა შემადგენლობის არის წარმონაქმნი – გნეისური, გრანიტული თუ მიგმატიტური.

მდინარის კალაპოტის ნალექები (Q_{ky})

მდინარის კალაპოტის ნალექები წარმოდგენილია ახალგაზრდა მეოთხეული ნალექებით, რომლებიც ფართოდ არის გავრცელებული მდ. ნაკრასა და მისი შენაკადების გასწვრივ.

კალაპოტის ტერიტორია სიგანეში არის 250-300 მ და ფარავს დიდ ადგილს მდ. ნაკრას გასწვრივ. ფორმაცია შედგება მდინარის ნალექებისგან, როგორც არის ბლოკი, ხრეში, ქვიშა, თიხა და რომლებიც წარმოქმნილია გნეისის, გნეისური გრანიტის, მეტაგრანიტის, მიგმატიტის, ამფიბოლიტის, დიორიტის, დიაბაზის, თიხაფიქალისა და ქვიშაქვისაგან. მათ აქვთ მორგვალეული, ნახევრად მომრგვალეული, ბრტყელი და იშვიათად კუთხოვანი ფორმები. ამ ნალექების მასალის უმეტესი ნაწილი არის უხეშმარცვლოვანი და ბლოკისა და ხრემის ზომის. წვრილმარცვლოვანი მასალა ბევრად ნაკლებად გვხვდება ამ ნალექებში. მდინარის კალაპოტის ნალექები შედგება მდინარის ახალგაზრდა დანალექი ქანებისაგან. მდინარის შედარებით ასაკოვანი ნალექები დაფარულია ახალგაზრდა ნალექებით. საკვლევ ტერიტორიაზე ამ ნალექების სისქე მერყეობს 20-40 მეტრის ფარგლებში.

მცინვარული ნალექები (Q_b)

გვიანდელი პლეისტოცენისა და ჰოლოცენის მცინვარული ნალექები ფართოდ არის გავრცელებული იალბუზის უმაღლესი მწვერვალიდან მის ფერდობებამდე 5642 მ სიმაღლეზე და მდ. ნაკრას ხეობებში.

საპროექტო ტერიტორიის ფარგლებში მცინვარული ნალექები შიშვლდება მხოლოდ ნაკრას წყალგამტარი გვირაბის გასწვრივ და ჩრდილოეთით უმაღლეს მწვერვალზე.

ხეობაში მცინვარული ნალექები არ ჩანს, რადგან დაფარულია ახალგაზრდა ალუვიური ნალექებით.

ისინი შედგება ხრემის, ქვიშისა და ლამის კარგად დახარისხებული და მომრგვალეული და მოპრიალებული მარცვლებისაგან.

3. სტრუქტურულ გეოლოგიური პირობები

კავკასია შეიქმნა ოლიგოცენ-ადრეულ მიოცენის პეიოდში აფრიკა-არაბეთისა და ევროპის კონტინენტების შეჯახების შედეგად როგორც მთაგრეხილების სიტემა, რომელსაც გააჩნია შეცოცებათა სტრუქტურა და შიგნით მიმართული ნაოჭები. საკვლევ ტერიტორია მდებარეობს დიდი კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ ფერდობზე, სადაც რღვევას აქვს ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთ მიმართულება.

კავკასიის ტექტონიკური ზონები, რომელთაც აქვთ თითქმის ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთ მიმართულება, ერთმანეთისაგან გამოიყოფა შეცოცებით, რომელიც 700-800 მ-ით გრძელდება ჩრდილოეთის მიმართულებით. ადრეული მიოცენის პერიოდში კავკასიაში დაიწყო დანაოჭება და მისი სამხრეთისაკენ ორიენტირება კონტინენტაშორისი შეჯახების შედეგად.

ამ რეგიონში წარმონაქმნები და სტრუქტურები განლაგებულია დას-ჩრდ-დას-სამხ-სამხ-აღმოსავლეთი მიმართულებით. იზოკლინიკური ნაოჭები დახრილია ჩრდილოეთისაკენ, ფართოდ არის გავრცელებული რღვევები.

საკვლევ ტერიტორიაზე არის მრავალი შესხლეტვა და შეცოცება, რომელთაც აქვთ დას-ჩრდ-დას-აღმ-სამხ-აღმოსავლეთი ან დასავლეთ-აღმოსავლეთი მიმართულება. საპროექტო ტერიტორიის ჩრდილოეთ ნაწილში არსებული პრეკამბრიულ-ადრეული პალეოზოური მეტამორფული ფუძე მიმართულია იურული პერიოდის წარმონაქმნებისაკენ ამ შესხლეტვა-შეცოცებების გამო. ამას გარდა, ალიბეგის შესხლეტვა, რომელიც ამ რაიონში წარმოადგენს ყველაზე ტექტონიკურ ხაზს, დაქანებულია დას-ჩრდ-დასავლეთ-აღმ-სამხ-აღმოსავლეთით, ან დასავლეთ-აღმოსავლეთით, ხოლო კავკასიის მთავარი შეცოცება ანტიკლინის ორივე ბოლოზე კვეთს წარმონაქმნებს და მიმართავს მათ სამხრეთისაკენ. ჩრდ.-დასავლეთ-ჩრდ.-აღმოსავლეთ მიმართულებით კონცენტრირებული შრეები განვითარებულია მეტამორფულ ფუძეში, რომელიც შედგება გნეისის, გრანიტული გნეისის, მეტაგრანიტის, ამფიბოლიტისა და თიხაფიქალისაგან.

საკვლევ ტერიტორიაზე უდიდესი გეოლოგიური სტრუქტურა არის სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულების ანტიკლინი, რომელიც მდებარეობს კავკასიის დანაოჭებისა და შეცოცების სარტყელში. სილურულ-დევონური წარმონაქმნები მდებარეობს ანტიკლინის სამხრეთით და ჩრდილოეთით. ანტიკლინი წარმოადგენს ამ წარმონაქმნთა ფუძეს და ქმნის იზოკლინურ ნაოჭებს ჩრდილოეთის მიმართულებით.

ბზარები გვხვდება ყველა გეოლოგიურ წარმონაქმნზე და დამოკიდებულია საკვლევ ტერიტორიის ტექტონიკაზე. იმის მიხედვით, თუ როგორი შეცოცებაა, კავკასიის ყველა სარტყელსა და ტექტონიკურ ზონაში საპროექტო ტერიტორიაზე ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ გვხვდება მრავალი შეცოცება და შესხლეტვა, რომლებსაც აქვთ დას.-ჩრდ.-დასავლეთ-აღმ.-სამხ.-აღმოსავლეთი მიმართულება და დახრილობა ჩრდილოეთისაკენ.

გარდა შესხლეტვისა და შეცოცებისა, ბევრი ნაწევი და ირიბი რღვევა დაიკვირვება საპროექტო ტერიტორიაზე. იმის გამო, რომ ისინი დაფარულია ნიადაგის ფენით, ფერდობის ღორღით, ნატანი მასალით, ალუვიური მარაოთი და ა.შ., ამ რღვევების დანახვა შეუძლებელია. შესაბამისად, ისინი რუკაზე აღნიშნული არ არის.

აფრიკა-არაბეთის ფილა ჩრდილოეთისაკენ მიიწევს და ევრაზიის ფილას უახლოვდება წელიწადში 20-30 მმ-ით. ეს ჩრდილო-სამხრეთ მიმართულების მოძრაობა აისახება სამხრეთ კავკასიის ოფიოლიტური ნაკერის ზონაში. კავკასიაში ენერჯის დიდი რაოდენობა არის დაგროვილი.

4. ტექტონიკური და სეისმური პირობები

ე. გამყრელიძის (2000წ) სქემის მიხედვით საპროექტო ტერიტორია საკვლევ ტერიტორია შედის ალპური ოროგენეზისის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში, რომელშიც გამოიყოფა ორი ტექტონიკური ერთეული:

- კავკასიონის მთავარი ქედის ანტიკლინორიუმი .
- კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭა სისტემა,

ამ ორ ტექტონიკურ ერთეულს შორის საზღვარი გამოყოფილია „მთავარი შეცოცებით“. კავკასიის რეგიონი ალპურ-ჰიმალაების სარტყელის ერთ-ერთი ყველაზე ახალგაზრდა და სეისმურად აქტიური სეგმენტია. ის მსოფლიოში, ყველაზე დიდი კონვერგენციული დეფორმაციის ზოლის ნაწილს წარმოადგენს. დეფორმაციები და მასთან დაკავშირებული სეისმურობა გამოწვეულია არაბეთისა და ევრაზიის ფილების შეჯახებით. სამხრეთით მას ესაზღვრება საქართველოს ბელტი.

უშუალოდ საკვლევი ტერიტორია ტერიტორიული დარაიონების მიხედვით შედის შავი ზღვა-ცენტრალური ამიერკავკასიის ტერიტორიის ფარგლებში, ხოლო ტექტონიკური დარაიონების მიხედვით კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ჩხალთა-ლაილის სტრუქტურულ ზონში. ეს ზონა ჩრდილოეთიდან და სამხრეთიდან შემოფარგლულია სიღრმული რღვევებით. სამხრეთით ჩხალთა-ლაილის ზონა გაგრა-ჯავის ზონისგან გამოყოფილია რაჭა-სვანეთის სიღრმული რღვევით. დასავლეთით ზონა ვიწროვდება და გადის ტერიტორიიდან. აღმოსავლეთით ასევე ვიწროვდება და მოქცეულია რაჭა-სვანეთის და ლახამულა-გომის რღვევებს შორის. გარდა ამისა საკვლევი ტერიტორია იკვეთება მრავალრიცხოვანი სამხრეთ-დასავლური და ჩრდილო-აღმოსავლური გარდიგარდმო რღვევებით.

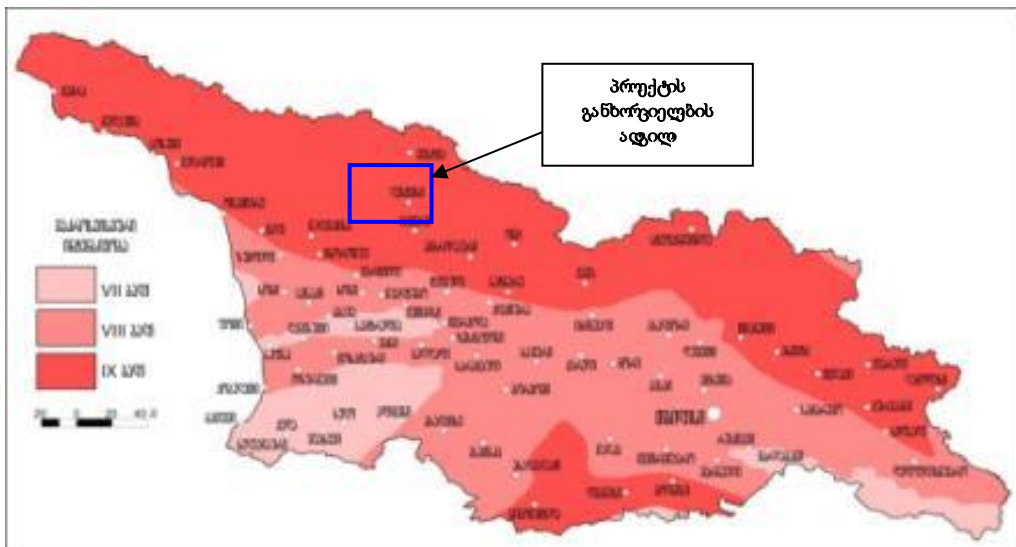
ჩხალთა-ლაილის ზონა წარმოადგენს კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭა ზონის გეოსინკლინალის ყველაზე უფრო ღრმა ნაწილს, სადაც გამოიყოფა ორი ქვეზონა: დასავლეთი ნაწილში გამოიყოფა ლაილის ქვეზონა, ხოლო აღმოსავლეთით - ხიდაშლების ქვეზონა. მათ შორის საზღვარი მერიდიანულია და გადის სოფ.სასაშზე.

ლაილის ქვეზონა. ტექტონიკურად საკმაოდ რთული აგებულებისაა (3500 მ). იგი აგებულია დიზის სერიის ძლიერ დისლოცირებული და მეტამორფული ქანებით, რომელიც სვანეთის ტერიტორიაზე შემოფარგლულია ორი კულისისიბური საერთოკავკასიური მიმართულების გავრცელებით. ქვემო სვანეთის და ზემო სვანეთის შორის დიზის სერიაში გამოდის სუბგანედური დაბიერი-ჭვიბერის სინკლინორიუმი ფრთები აგებულია ბაზალტური ფორმაციით, ხოლო გულში ლიასური ასაკის თიხაფიქლებითა და ქვიშაქვებით. ზემო სვანეთის ანტიკლინორიუმი ნაოჭები გულში გართულებულია საერთოკავკასიური მცირე ზომის რღვევებით. ქვემო სვანეთის ანტიკლინორიუმი სუბგანედური მიმართულებისაა. ფრთები და გული კი გართულებულია მცირე ზომის რღვევებით.

ხიდაშლების ქვეზონა. ხასიათდება წყნარი ტექტონიკური აგებულებით და წარმოადგენს ზონის აღმოსავლეთ ნაწილს. მის ფარგლებში გამოდის გოლდაშ-აწალარის ანტიკლინური ნაოჭი, სადაც შიშვლდება დიზის სერიის ყველაზე ახალგაზრდა წარმონაქმნები.

საქართველოს სეისმური საშიშროების რუკის მიხედვით (ნახ. 4.1.), საკვლევი ტერიტორია ნაკრა #2864 მიეკუთვნება 9 ბალიანი მიწისძვრების ზონას სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი 0,43-ის ტოლია (სამშენებლო ნორმების და წესები - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09)).

ნახაზი 4.1. საქართველოს სეისმური რუკა



5. ჰიდროგეოლოგიური პირობები

საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით, საპროექტო ტერიტორია სვანეთის ნაპრალოვან-წყალწნვეიანი სისტემის რაიონს მიეკუთვნება, რომელიც, თავის მხრივ, კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთი ფერდობის ნაოჭა ზონის წყალწნვეიანი სისტემების ოლქის შემადგენელი ნაწილია.

ნაპრალოვანი წყლების სვანეთის წყალწნვეიანი სისტემა კოდორის, სამეგრელოს, სვანეთისა და ლეჩხუმის ქედებს აერთიანებს ზ.დ. 3500 მ-ის სიმაღლემდე. აღნიშნული არეალი ძირითადად აგებულია პალეოზოური და მეზოზოური ასაკის ვულკანოგენური და ტერიგენული მეტამორფული ქანებითა და თიხაფიქლებით. მათი ნაოჭები გართულებულია გრძივი ტექტონიკური რღვევებით, რომლებსაც თან ახლავს ქანების ინტენსიური მსხვრევის ზონები. აქტიური წყალცვლის ზონებში ამ ქანების წყალუხვობა სხვადასხვაგვარია. ქანების ინტენსიური ნაპრალიანობისა და მსხვრევის ზონასთან დაკავშირებული წყაროების დებიტი 5 ლ/წმ-ს აღწევს.

აღნიშნულ რაიონში გრუნტის წყლების მინერალიზაცია დაბალია, დაახლოებით, 0.4 გ/ლ-მდე.

ქიმიური შედგენილობით ეს წყლები უმთავრესად ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანია. ღრმა ცირკულაციის მინერალური წყლების გამოსავლები დაკავშირებულია ტექტონიკურ რღვევებსა და ანტიკლინების თაღებთან. მათი დამახასიათებელი ნიშან-თვისებაა დაბალი ტემპერატურა (7-12°C).

საერთო მინერალიზაციის ფართო საზღვრებში (0.3 -18 გ/ლ) ცვალებადობა (ბავარის, მუაშის, ხოჯალისა და სხვ. მინერალური წყაროები). მინერალური წყაროები გამოირჩევიან ნახშირმჟავას მაღალი შემცველობით (2.5 გ/ლ-მდე) და ქიმიური შედგენილობის მრავალფეროვნებით.

6. საინჟინრო გეოლოგიური კვლევის შედეგები

ნაკრას დამბის ღერძის ადგილას, მარჯვენა სანაპიროზე (დასავლეთით), გაყვანილი იქნა ერთი ჭაბურღილი BH-102, ხოლო წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელის გასწვრივ - ორი ჭაბურღილი BH-101 და BH-201. დამატებით გაიბურღა ჭაბურღილი BH-201a ალტერნატიული წყალმიძღების ტერიტორიაზე. ჭაბურღილების საერთო სიღრმე 328 მეტრია. ჭაბურღილების აღწერა მოცემულია როგორც ქვევით, ასევე უფრო დეტალურად დანართ 1-ში. ჭაბურღილებში ჩატარდა 24 შეღწევადობის ტესტი (დანართი 19), ხოლო ჭაბურღილებში BH-201 და BH-201a 4 ლუჟონის ტესტი (დანართი 3).

ჭაბურღილების დეტალური აღწერილობა მოცემულია ცხრილში 6.1. კოორდინატთა ზონა - 38.

ცხრილი 6.1. ჭაბურღილების კოორდინატები და სიღრმე

მდებარეობა	ჭაბურღილის №	სიღრმე (მ)	კოორდინატები	
			X	Y
დამბის ღერძი	BH-102	55.20	4777831	288463
წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელი	BH-101	56.00	4777825	288403

წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელი	BH-201	105.00	4777786	288335
ალტერნატიული წყალმიმღების ტერიტორია	BH-201a	112.00	4777920	288327

ჭაბურღილების აღწერა

ჭაბურღილი BH-101

მდებარეობა	: წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელი
სიღრმე	: 56.00 მ
კოორდინატები X	: 4777825
Y	: 288403
სიმაღლე	: 1530 მ

ჭაბურღილი BH-101 მდებარეობს წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელში. მისი სიღრმეა 56 მ.

BH-101 ჭაბურღილზე გვხვდება შემდეგი წარმონაქმნები:

0.00 მ - 2.00 მ - ნაცრისფერი, მუქი ყავისფერი და შავი, წვრილმარცვლოვანიდან მსხვილმარცვლოვანამდე, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი ქვიშიანი **ხრეში**. ქვიშა არის საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, სუსტად კუთხოვანი. საშუალოდ დახარისხებული. (**კოლუვიონი**).

2.00 მ - 5.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, მუქ ლაქებიანი, ნარინჯისფერი კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი ხრეშიანი **კენჭნარი და კაჭარი**. ხრეში კუთხოვანი, სუსტად კუთხოვანი და მსხვილია. კაჭრის სიგრძე <350 მმ. მასალა წარმოშობით გრანიტული და მეტამორფულია. სუსტად და საშუალოდ დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

5.00 მ - 7.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფრამდე, მონარინჯისფრო ყავისფერი კუთხოვანი საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი **ხრეში** საშუალო კენჭნარის შემცველობით. კენჭნარი კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანია. მასალა წარმოშობით გრანიტული და მეტამორფულია. საშუალოდ დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

7.00 მ - 8.10 მ - ძლიერ მტკიცე, ნაცრისფერი და ღია ნაცრისფერი, აჭრელებული და ლაქებიანი მუქი ნაცრისფერი **კაჭარი**. მასალა გნეისურია. ნაპრალები: მჭიდროდ განთავსებული, ტალღოვანი და ბრტყელი, უხეში სუსტად გამოფიტული. (**კოლუვიონი**)

8.10 მ - 14.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, ნაცრისფერი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი წვრილიდან საშუალომარცვლოვანამდე ხრეშიანი **ქვიშა** კენჭების მცირე შემცველობით. ხრეში კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილიდან საშუალომარცვლოვანამდეა. კენჭები მომრგვალებული და სუსტად მომრგვალებულია. სუსტად და საშუალოდ დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

14.00 მ - 15.50 მ - მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, ლაქებიანი ნაცრისფერი მონარინჯისფრო, მოწითალო, ყავისფერი კუთხოვანი საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი **ხრეში** კენჭების დიდი შემცველობით. კენჭები მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

15.50 მ - 16.00 მ - ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი, წვრილიდან მსხვილმარცვლოვნამდე მცირედ ხრეშიანი **ქვიშა**. ხრეში სუსტად კუთხოვანი და წვრილმარცვლოვანია. კარგად დახარისხებულია. (**ალუვიონი**)

16.00 მ - 19.10 მ - მკვრივი და ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერ ზოლებიანი, ნაცრისფერ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი ხრეშიანი **კენჭნარი**. ხრეში კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

19.10 მ - 20.00 მ - ძლიერ მტკიცე, ღია ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი **კაჭარი**. ნაპრალები: საშუალო და მჭიდროდ განლაგებული, 20 და 45°, ტალღოვანი და ბრტყელი, უხეში, სუსტად გამოფიტული. მასალა მეტამორფული წარმოშობისაა. (**კოლუვიონი**)

20.00 მ - 20.75 მ - ძლიერ მკვრივი, მუქი ყავისფერი, შავი, სუსტად კუთხოვანი, მსხვილმარცვლოვანი ქვიშიანი **ხრეში**. ქვიშა სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. საშუალოდ დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

20.75 მ - 21.50 მ - მტკიცე და ძალიან მტკიცე, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი ნაცრისფერი **კაჭარი**. ნაპრალები: მჭიდროდ განთავსებული, 60°, ბრტყელი, უხეში, სუსტად და საშუალოდ გამოფიტული. მასალა მეტამორფული წარმოშობისაა. (**კოლუვიონი**)

21.50 მ - 22.90 მ - მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, მცირედ ხრეშიანი **ქვიშა**. ხრეში კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ და საშუალომარცვლოვანია. საშუალოდ და კარგად დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

22.90 მ - 26.00 მ - მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, ნაცრისფერ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო წითელი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, წვრილიდან მსხვილმარცვლოვნამდე, მცირედ ქვიშიანი **ხრეში** საშუალოდ კენჭნარის შემცველობით. ქვიშა სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. კენჭები სუსტად კუთხოვანი და მომრგვალებულია. ცუდად დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

26.00 მ - 28.00 მ - მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, ნაცრისფერ ლაქებიანი, ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, საშუალოდან მსხვილმარცვლოვნამდე, ხრეშიანი **ქვიშა** კენჭების მცირე შემცველობით. ხრეში სუსტად კუთხოვანი, წვრილ და საშუალომარცვლოვანია. კენჭები კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანია. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

28.00 მ - 29.00 მ - მტკიცე და ძლიერ მტკიცე, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი, ნაცრისფერ ზოლებიანი, მონარინჯისფრო წითელი **კაჭარი**. ნაპრალები: მჭიდროდ და საშუალოდ განლაგებული, 45 და 60°, ბრტყელი, უხეში, სუსტად და საშუალოდ გამოფიტული. მასალა მეტამორფული წარმოშობისაა. (**კოლუვიონი**)

29.00 მ - 32.40 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი**. ხრეში კუთხოვანი და საშუალოდან მსხვილმარცვლოვნამდეა. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

32.40 მ - 35.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მოწითალო ყავისფერი, ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, მცირედ ლამიანი **ქვიშა**. არაპლასტიკური. კარგად დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

35.00 მ - 36.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, მცირედ ხრემიანი **ქვიშა**. ხრემი სუსტად კუთხოვანი და წვრილმარცვლოვანია. კარგად დახარისხებული. (ალუვიონი)

36.50 მ - 37.30 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, მუქ ნაცრისფერ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი **ხრემი** საშუალოდ კენჭნარის შემცველობით. კენჭები სუსტად დამრგვალებულია. საშუალოდ დახარისხებული. (ალუვიონი)

37.30 მ - 39.80 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული ხრემიანი **კენჭნარი**. ხრემი სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (ალუვიონი)

39.80 მ - 41.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, მუქი ნაცრისფერი, სუსტად მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ და საშუალომარცვლოვანი, მცირედ ლამიანი **ქვიშა**. არაპლასტიკური. კარგად დახარისხებული. (ალუვიონი)

41.00 მ - 44.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, მუქ ნაცრისფერ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანი ხრემიანი **კენჭნარი**. ხრემი სუსტად კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (ალუვიონი)

44.00 მ - 44.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, საშუალოდ მსხვილმარცვლოვანამდე, მცირედ ლამიანი **ქვიშა**. არაპლასტიკური. კარგად დახარისხებული. (ალუვიონი)

44.50 მ - 50.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერ ლაქებიანი და ზოლებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი ხრემიანი **კენჭნარი და კაჭარი**. ხრემი სუსტად კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრი სიგრძეში <300 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

50.00 მ - 50.70 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი, საშუალოდ მსხვილმარცვლოვანამდე ხრემიანი **ქვიშა**. ხრემი სუსტად კუთხოვანი, წვრილ და საშუალომარცვლოვანია. საშუალოდ და კარგად დახარისხებული. (ალუვიონი)

50.70 მ - 56.00 მ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერ ლაქებიანი და ზოლებიანი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი ხრემიანი **კენჭნარი და კაჭარი**. ხრემი სუსტად კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. კაჭარი სიგრძეში <350 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

ჭაბურღილი BH-102

მდებარეობა	: დამბის ღერძი
სიღრმე	: 55.20 მ
კოორდინატები X	: 4777831
Y	: 288463
სიმაღლე	: 1521 მ

ჭაბურღილი BH-102 გაყვანილ იქნა ნაკრას დამბის ღერძის ადგილას, მარჯვენა სანაპიროზე (დასავლეთით).

BH-102 ჭაბურღილზე გვხვდება შემდეგი წარმონაქმნები:

0.00 მ - 2.50 მ - მკვრივი-ძალიან მკვრივი, შავი, მუქი ყავისფერი, ნაცრისფერი, მცირედ ორგანული ნივთიერების შემცველი, საშუალო-მსხვილმარცვლოვანი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი ქვიშა კენჭების მცირე შემცველობით. ხრეში წვრილ და საშუალომარცვლოვანი და სუსტად კუთხოვანია. კენჭები სუსტად კუთხოვანია. ორგანული მასალა წარმოქმნილია ფესვებისა და მცენარეების ნარჩენებისგან. ცუდად დახარისხებული. (კოლუვიონი)

2.50 მ - 5.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, მომწვანო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი ხრეშიანი კენჭნარი. ხრეში კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. შემავსებელი მუქი ყავისფერი ქვიშა/მტვერი, არაპლასტიკური. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (ალუვიონი)

5.00 მ - 6.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, ნაცრისფერი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, ქვიშიანი ხრეში. ქვიშა კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

6.00 მ - 8.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, მომწვანო ყავისფერი, შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, მსხვილმარცვლოვანი ხრეში კენჭების საშუალო შემცველობით. კენჭები კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

8.00 მ - 9.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, ნაცრისფერი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ-მსხვილმარცვლოვანი ხრეშიანი ქვიშა კენჭების მცირე შემცველობით. ხრეში კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ-მსხვილმარცვლოვანია. კენჭები კუთხოვანია. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

9.50 მ - 13.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, თეთრი, სუსტად კუთხოვანი ხრეშიანი კენჭნარი/კაჭარი. ხრეში კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრების სიგრძე <300 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

13.50 მ - 14.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, თეთრი, მომრგვალებული-სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი კენჭნარი. ხრეში სუსტად დამრგვალებული, მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ და კარგად დახარისხებული. წვრილი მასალა გადარეცხილია. (ალუვიონი)

14.00 მ - 17.00 მ - ძლიერ მტკიცე, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, თეთრ ლაქებიანი, მონარინჯისფრო წითელი კაჭარი, შემდგარი გნეისური მასალით. ნაპრალები: მჭიდროდ განლაგებული, 30°, ტალღოვანი, უხეში, საშუალოდ გამოფიტული. (კოლუვიონი)

17.00 მ - 20.00 მ - მკვრივი, ყავისფერი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, მომწვანო ყავისფერი, კუთხოვანი, წვრილ-მსხვილმარცვლოვანი სუსტად ხრეშიანი ქვიშა კენჭების მცირე შემცველობით. ხრეში სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, წვრილ-მსხვილმარცვლოვანია. კენჭნარი მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. (ალუვიონი)

42.00 მ - 42.80 მ - ძლიერ მტკიცე, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი **კაჭარი** შემდგარი გრანიტული მასალისგან. ნაპრალები: მჭიდროდ და საშუალოდ განთავსებული, 45°, ბრტყელი, უხეში, სუსტად გამოფიტული. (**ალუვიონი**)

42.80 მ - 48.50 მ - ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, მუქი ნაცრისფერი, თეთრ ზოლებიანი, ღია ნაცრისფერი, მომრგვალებული-სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი** კაჭრის საშუალო შემცველობით. ხრეში სუსტად მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრების სიგრძე <300 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. წვრილი მასალა გადარეცხილია. (**ალუვიონი**)

48.50 მ - 49.10 მ - ყავისფერი, ნაცრისფერი, მუქი ნაცრისფერი, შავი, მომწვანო ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, წვრილ და საშუალომარცვლოვანი, ქვიშიანი **ხრეში** კენჭების მცირე შემცველობით. ქვიშა სუსტად კუთხოვანი და სუსტად მომრგვალებული, წვრილ და საშუალომარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. (**ალუვიონი**)

49.10 მ - 50.00 მ - ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი, ნაცრისფერი, მომრგვალებული-სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი**. ხრეში სუსტად მომრგვალებული და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ და კარგად დახარისხებული. წვრილი მასალა გადარეცხილია. (**ალუვიონი**)

50.00 მ - 54.50 მ - ძლიერ მტკიცე, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი და ზოლებიანი, მუქი ნაცრისფერი **კაჭარი** შემდგარი გრანიტული მასალისგან. ნაპრალები: ძლიერ მჭიდროდ და მჭიდროდ განთავსებული, 20°, ბრტყელი, უხეში, სუსტად გამოფიტული. (**ალუვიონი**)

54.50 მ - 55.20 მ - ძლიერ მტკიცე, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი და ზოლებიანი, მუქი ნაცრისფერი **კაჭარი** შემდგარი გრანიტული მასალისგან. ნაპრალები: ძლიერ მჭიდროდ და მჭიდროდ განთავსებული, 20°, ბრტყელი, უხეში, სუსტად გამოფიტული. (**ალუვიონი**).

ჭაბურღილი BH-201

მდებარეობა	: წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელი
სიღრმე	: 105.00 მ
კოორდინატები X	: 4777786
Y	: 288335
სიმაღლე	: 1534 მ

ჭაბურღილი BH-201 მდებარეობს წყალგამტარი გვირაბის შესასვლელში. მისი სიღრმეა 105 მ.

BH-201 ჭაბურღილზე გვხვდება შემდეგი წარმონაქმნები:

0.00 მ - 0.20 მ - ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ და საშუალომარცვლოვანი, მტვრიანი, ქვიშიანი **ხრეში**. ქვიშა საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, სუსტად კუთხოვანია. საშუალოდ დახარისხებული. (**ნიადაგის ნაყოფიერი ფენა**)

0.20 მ - 8.00 მ - მკვრივი და ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი-მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი** კაჭრის საშუალო შემცველობით. კაჭრების სიგრძე <500 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

8.00 მ - 15.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მომწვანო შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, მსხვილმარცვლოვანი **ხრეში** კენჭების საშუალო და კაჭრის მცირე შემცველობით, შემავსებელი - ქვიშა. კენჭები კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანია. კაჭრების სიგრძე <300 მმ. ქვიშა სუსტად კუთხოვანი, საშუალო-მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

15.50 მ - 23.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი-მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი ხრეშიანი **კენჭნარი** კაჭრის მცირე შემცველობით, ქვიშის/ლამის შემავსებლით. ხრეში კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. ქვიშა სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრები სიგრძეში < 400 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. არაპლასტიკური და ძალიან მცირე პლასტიკურობის. (კოლუვიონი)

23.00 მ - 26.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, მოყვითალო ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი** კაჭრის დიდი შემცველობით. ხრეში სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრების სიგრძე <400 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. (კოლუვიონი)

26.50 მ - 30.50 მ - ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერი, ღია ნაცრისფერი, ყავისფერი, სუსტად მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ-მსხვილმარცვლოვანი **ხრეში** კენჭებისა და კაჭრის მცირე შემცველობით. კენჭნარი სუსტად კუთხოვანია. კაჭრების სიგრძე <300 მმ. ცუდად დახარისხებული. (ალუვიონი)

30.50 მ - 35.75 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, ღია ნაცრისფერი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი **ხრეში** კენჭნარის საშუალო და კაჭრის მცირე შემცველობით. კენჭნარი კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანია. კაჭრების სიგრძე <300 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

35.75 მ - 39.10 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი **კაჭარი** კენჭების საშუალო შემცველობით. კაჭრების სიგრძე <1.2 მ. კენჭები სუსტად კუთხოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

39.10 მ - 45.80 მ - ძლიერ მკვრივი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, მოწითალო ყავისფერი, მომწვანო შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი ხრეშიანი **კენჭნარი**. ხრეში კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

45.80 მ - 48.30 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი **კაჭარი**. კაჭრების სიგრძე <400 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. კარგად დახარისხებული. (კოლუვიონი)

48.30 მ - 54.90 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, მოწითალო ყავისფერი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი**. ხრეში კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

54.90 მ - 59.00 მ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი** კაჭრის მაღალი შემცველობით. ხრეში სუსტად კუთხოვანი და

მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

59.00 მ - 66.00 მ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი კენჭნარი კაჭარის საშუალო შემცველობით. კაჭრების სიგრძე <250 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ და ძალიან დახარისხებული. (კოლუვიონი)

66.00 მ - 81.50 მ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, ნაცრისფერი, მონარინჯისფრო ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, ხრემიანი კენჭნარი კაჭრის მაღალი შემცველობით. ხრემი სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

81.50 მ - 92.00 მ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, ხრემიანი კენჭნარი კაჭრის საშუალო შემცველობით, ქვიშის მცირე შემავსებლით. ხრემი სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრების სიგრძე <600 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

92.00 მ - 93.00 მ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერ ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ყავისფერი, ხრემიანი კაჭარი. კაჭრების სიგრძე <350 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ და კარგად დახარისხებული. (კოლუვიონი/ძირითადი ქანები)

93.00 მ - 95.65 მ - სუსტად და ზომიერად მტკიცე, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, თეთრი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი (ჰიდროთერმული შეცვლა). ნაპრალები: 20 და 45°, იშვიათად 60°, ძლიერ მჭიდროდ-საშუალოდ განთავსებული, უხეში საფეხურებრივი და ბრტყელი, ტალღისებრი, სუსტად გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

95.65 მ - 98.30 მ - სუსტი და საშუალო სიმტკიცის, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, მომწვანო ნაცრისფერი, თეთრი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი (ჰიდროთერმული კონტაქტური შეცვლა). ნაპრალები: 30 და 70°, მჭიდროდ და საშუალოდ განთავსებული, უხეში საფეხურებრივი და ბრტყელი, ტალღისებრი, სუსტად გამოფიტული. ზოგიერთ ადგილას გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

98.30 მ - 99.40 მ - საშუალოდ მტკიცე და მტკიცე, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, თეთრი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი (ჰიდროთერმული შეცვლა). ნაპრალები: 45 და 60°, იშვიათად 20°, მჭიდროდ და საშუალოდ განთავსებული, უხეში და გლუვი, ბრტყელი, ტალღოვანი, სუსტად გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

99.40 მ - 102.50 მ - სუსტი და ზომიერად მტკიცე, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, მომწვანო ნაცრისფერი, თეთრი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი (ჰიდროთერმული კონტაქტური შეცვლა). ნაპრალები: 30°, ძლიერ მჭიდროდ და მჭიდროდ განთავსებული, უხეში, საფეხურისებრი, ტალღოვანი, სუსტად და საშუალოდ გამოფიტული. ძირითადად გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

102.50 მ - 103.70 მ - სუსტი და ზომიერად მტკიცე, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, მოყვითალო ნაცრისფერი, თეთრი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი (ჰიდროთერმული კონტაქტური შეცვლა). ნაპრალები 30 და 70°, ძალიან მჭიდროდ და მჭიდროდ განთავსებული, უხეში, საფეხურებრივი, ტალღოვანი, სუსტად და საშუალოდ გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

103.70 მ - 105.00 მ - მტკიცე და ძალიან მტკიცე, მუქი ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, თეთრი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი **კრისტალური ფიქალი** (ჰიდროთერმული შეცვლა). ნაპრალები: 30 და 70°, იშვიათად 45°, მჭიდროდ და საშუალოდ განთავსებული, უხეში და გლუვი, ბრტყელი, ტალღოვანი, სუსტად გამოფიტული. (**ძირითადი ქანები**)

ჭაბურღილი BH-201a

მდებარეობა	: ალტერნატიული წყალმიმღების ტერიტორია
სიღრმე	: 112.00 მ
კოორდინატები X	: 4777919
Y	: 288327
სიმაღლე	: 1561 მ

ჭაბურღილი BH-201a მდებარეობს ალტერნატიულ წყალმიმღების ტერიტორიაზე. მისი სიღრმეა 112 მ.

BH-201a ჭაბურღილზე გვხვდება შემდეგი წარმონაქმნები:

0.00 მ - 1.00 მ - ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ და საშუალომარცვლოვანი, ლამიანი, ქვიშიანი **ხრეში** კენჭებისა და ორგანული ნივთიერებების მცირე შემცველობით. ქვიშა საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი, სუსტად კუთხოვანია. კენჭები კუთხოვანია. მასალა მეტამორფული წარმოშობისაა. ორგანული მასალა წარმოდგენილია მცენარეებითა და ფესვებით. საშუალოდ დახარისხებული. (**ნიადაგის ნაყოფიერი ფენა/კოლუვიონი**)

1.00 მ - 2.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, ნაცრისფერი, შავი, კუთხოვანი, ქვიშიანი **ხრეში** კენჭნარისა და კაჭრის საშუალო შემცველობით. ქვიშა კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. კენჭები კუთხოვანია. კაჭრების სიგრძე <300 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

2.00 მ - 9.80 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, ნაცრისფერი, მუქი ნაცრისფერი, მომწვანო შავი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი და კაჭარი**. კენჭები კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანია. კაჭრების სიგრძე <250 მმ. ხრეში სუსტად კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

9.80 მ - 12.60 მ - ძლიერ მკვრივი, ყავისფერი, მუქი ყავისფერი, ღია ნაცრისფერი-მუქი ნაცრისფერი, კუთხოვანი და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ-საშუალომარცვლოვანი, ლამიანი, ქვიშიანი **ხრეში** კენჭების საშუალო შემცველობით. კენჭები სუსტად კუთხოვანია. ქვიშა სუსტად კუთხოვანი და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. არაპლასტიკური. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (**კოლუვიონი**)

12.60 მ - 16.00 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, შავი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, ხრეშიანი **კენჭნარი** კაჭრის საშუალო შემცველობით, ლამიანი ქვიშის შემავსებლით. ხრეში სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. კაჭრების სიგრძე <200 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. დაბალ პლასტიკური. (**კოლუვიონი**)

16.00 მ - 20.60 მ - ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ყავისფერი, სუსტად მომრგვალებული და სუსტად კუთხოვანი, წვრილ-მსხვილმარცვლოვანი, ქვიშიანი **ხრეში** კენჭებისა და

საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი. კაჭრების სიგრძე <400 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. (კოლუვიონი)

86.00 მმ - 96.50 მმ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერ ზოლებიანი, მუქი ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, შავი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, იშვიათად სუსტად მომრგვალებული ხრემიანი კენჭნარი. ხრემი სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანია. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

96.50 მმ - 100.50 მმ - მიჩნეულია, როგორც ძლიერ მკვრივი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერ ზოლებიანი და ლაქებიანი, მუქი ნაცრისფერი, სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი ხრემიანი კენჭნარი კაჭრის საშუალო შემცველობით. ხრემი სუსტად კუთხოვანი და კუთხოვანი, საშუალო და მსხვილმარცვლოვანი. კაჭრების სიგრძე <350 მმ. მასალა გრანიტული და მეტამორფული წარმოშობისაა. ცუდად და საშუალოდ დახარისხებული. (კოლუვიონი)

100.50 მმ - 101.80 მმ - მტკიცე, საღი, ღია ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, მომწვანო ნაცრისფერი, თეთრი ლაქებიანი და ზოლებიანი, მუქი ნაცრისფერი, მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი და პეგმატიტი/აპლიტი. ნაპრალები: 30°, ძალიან მჭიდროდ-საშუალოდ განლაგებული, უხეში, საფეხურებრივი და ტალღოვანი, სუსტად და საშუალოდ გამოფიტული. (ძირითადი ქანი)

101.80 მმ - 104.90 მმ - ძლიერ მტკიცე, საღი, მუქი ნაცრისფერი, მომწვანო ნაცრისფერ ზოლებიანი, ღია ნაცრისფერი, მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი. ნაპრალები: 10-20°, მჭიდროდ-ფართოდ განლაგებული უხეში და გლუვი, ბრტყელი, სუსტად და საშუალოდ გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

104.90 მმ - 108.50 მმ - საშუალო სიმტკიცის და მტკიცე, საღი, მუქი ნაცრისფერი, მომწვანო ნაცრისფერი, აჭრელებული და ზოლებიანი, ღია ნაცრისფერი, მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი. ნაპრალები: 20-დან 30° და 70°, მჭიდროდ და საშუალოდ განლაგებული უხეში, ბრტყელი და ტალღოვანი, სუსტად გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

108.50 მმ - 112.00 მმ - საშუალოდ სუსტი-მტკიცე, საღი და სუსტად გამოფიტული, მუქი ნაცრისფერი, ნაცრისფერი, თეთრი, აჭრელებული და ზოლებიანი, ღია ნაცრისფერი, მსხვილმარცვლოვანი კრისტალური ფიქალი (ჰიდროთერმული შეცვლა). ნაპრალები: 30, 45 და იშვიათად 70°, სუბჰორიზონტალური, მჭიდროდ და საშუალოდ განთავსებული, უხეში, ბრტყელი და ტალღოვანი, სუსტად გამოფიტული. (ძირითადი ქანები)

7. დასკვნები

1. მორფოლოგიურად რაიონი წარმოდგენილია მაღალმთიანი, ეროზიულ-დენუდაციური რელიეფით, ძველი და თანამედროვე გამყინვარებებით.
2. საკვლევი ტერიტორია ძირითადად აგებულია პრეკამბრიულ-კამბრიული პერიოდის ნაკრას ფორმაციის (Єп) ქანებით: გნეისი, მეტაგრანიტი, თიხაფიქალი, ამფიბოლიტი და მიგმატიტი.
3. საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით, საპროექტო ტერიტორია მიეკუთვნება სვანეთის ნაპრალოვან-წყალწნევიანი სისტემის რაიონს.






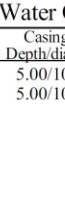
4. ე.გამყრელიძის ტექტონიკური სქემის მიხედვით (2000 წ) საკვლევ ტერიტორია შედის ალპური ოროგენეზისის ნაოჭა სისტემის ფარგლებში;
5. საქართველოს სეისმური საშიშროების რუკის მიხედვით, საკვლევ ტერიტორია ნაკრა #2864 მიეკუთვნება 9 ბალიანი მიწისძვრების ზონას სეისმურობის უგანზომილებო კოეფიციენტი 0,43-ის ტოლია (სამშენებლო ნორმების და წესები - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09)).
6. პროექტირების ძირითად ეტაპისთვის განხილულია დამბის მოწყობა უწინდელი ადგილმდებარეობიდან (პროექტირების დეტალური ეტაპი) 621 მ-ით ზევით (ჩრდილოეთით), რისი მიზეზიც რეგიონში არსებული რღვევების ნაკლები გავრცელება, შესაბამისად საშიში გეოდინამიკური მოვლენების წარმოქმნის ნაკლები საშიშროებაა. ჰიდრაულიკური თვალსაზრისით კი ნაკრასა და ნენსკრას ხეობებს შორის წარმოიქმნება უფრო მაღალი დაწნევა.

დანართები

**დანართი 1 - ჭაბურღილების
ლითოლოგიური სვეტები**

**ჭაბურღილი
BH-101**

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-101	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/7/2016 Finish 6/14/2016	Ground Level (m) 1529.74	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288402.82 4777825.23		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 1 of 6	

RUN DETAILS				STRATA				Fracture	Spacing	Instrument/ Backfill
Depth [m]	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
0.00										
2.00	87 0			1527.74		(2.00)	50 for 200mm (12.10/ 8.8,34) (2.0)	1.30 - 2.00 Infills of slightly silty SAND.	Grey dark brown black fine to coarse angular & subangular sandy GRAVEL. Sand is medium & coarse subangular. Medium sorted. (COLLUVIUM)	
3.50	92 0					(3.00)	40 for 110mm (14.11/ 7.33) (3.5)	2.00 - 2.35 CPT	Very dense grey light grey spotted dark stained orange angular & subangular gravelly COBBLES & BOULDERS. Gravel is angular & subangular coarse. Boulders are <350mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)	
5.00	90 0			1524.74		(2.00)		3.50 - 3.76 CPT		
6.50	71 0					(2.00)			Very dense grey light grey orangish brown angular medium & coarse GRAVEL with medium cobble content. Cobbles are angular & subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)	
8.00	95 0			1522.74		(1.10)			Very strong grey light grey streaked & spotted dark grey BOULDER of gneiss material. Joints: closely spaced 30° undulating & planar rough slightly weathered. (COLLUVIUM)	
9.50	55 0			1521.64		(8.10)	25 for 0mm (25/ 25) (8)	8.00 - 8.00 CPT 8.00 Permeability Test (constant head) No.1: K=5.2882E-05	Very dense brown dark brown black grey angular & subangular fine to coarse gravelly SAND with low cobble content. Gravel is angular & subangular fine to coarse. Cobbles are rounded & subrounded. Poorly & medium sorted. (ALLUVIUM)	

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS		
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks			
07-06-16	18.00	5.00	-	5.00/103	Start drilling 16:00. PQ Dry	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 56m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 17m; HQ size (ID:89mm) down to 45m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 17m; HQ csg (ID:78mm) at 45m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 5 x Lefranc tests were carried out. Borehole was back filled with arising. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken).		
08-06-16	08.30	5.00	-	5.00/103				
All dimensions in metres Scale 1:62.5						Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-101	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/7/2016 Finish 6/14/2016	Ground Level (m) 1529.74	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288402.82 4777825.23		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 2 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	SPT (Casing)(Water)	Detail			
11.00	67 0		11.00-11.11 SPT D	1515.74		(5.90)	0 for 0mm (16,9/ 0) (11)0		Very dense brown dark brown black grey angular & subangular fine to coarse gravelly SAND with low cobble content. Gravel is angular & subangular fine to coarse. Cobbles are rounded & subrounded. Poorly & medium sorted. (ALLUVIUM) (continued)		
12.50	65 0					12.50-12.95 SPT D	14.00	N=40 (6,13/ 7,8,12,13) (12.5)0			
14.00	61 0			1514.24		(1.50)			Dense grey light grey spotted grey orangish reddish brown angular medium & coarse GRAVEL with high cobble content. Cobbles are rounded & subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (ALLUVIUM)		
15.50	60 0			1513.74		(0.50)			Brown dark brown subangular fine to coarse slightly gravelly SAND. Gravel is subangular fine. Well sorted. (ALLUVIUM)		
17.00	60 0			1510.64		(3.10)	N=33 (7,6/ 4,7,11,11) (17)0	17.00 - 17.45 CPT 17.00 Permbability Test (constant head) No.3: K=5.2413E-05	Dense & very dense light grey grey streaked grey stained orangish brown subangular & angular gravelly COBBLES. Gravel is angular coarse. Material is of granitic & metamorphic origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		
18.50	79 0					19.10	(0.90)	25 for 0mm (25/ 25) (18)0	18.50 - 18.50 CPT		
20.00	98 0			1509.74		(0.90)			Very strong light grey streaked and spotted dark grey BOULDER. Joints: medium & closely spaced 20 & 45° undulating & planar rough slightly		

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
09-06-16	10.00	14.00	7.50	14.00/103	17m: reduce to HQ	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 56m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 17m; HQ size (ID:89mm) down to 45m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 17m; HQ csg (ID:78mm) at 45m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 5 x Lefranc tests were carried out. Borehole was back filled with arisings. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken).	
10-06-16	08.15	20.00	6.20	20.00/78			

Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	--	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-101	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/7/2016 Finish 6/14/2016	Ground Level (m) 1529.74	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288402.82 4777825.23		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 3 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	SPT (Casing/Water)	Detail			
21.50	71 0			1508.99		(0.75) 20.75		21.50 Permeability Test (constant head) No.4: K=1.0915E-04	weathered. Material is of metamorphic origin. (COLLUVIUM) Very dense dark brown black subangular coarse sandy GRAVEL. Sand is subangular coarse. Medium sorted. (ALLUVIUM)		
				1508.24		(0.75) 21.50				Strong & very strong light grey spotted grey BOULDER. Joints: closely spaced 60° planar rough slightly & moderately weathered. Material is of metamorphic origin. (COLLUVIUM)	
23.00	68 0			1506.84		(1.40) 22.90		23.00 - 23.45 CPT	Dense brown dark brown black angular & subangular medium & coarse slightly gravelly SAND. Gravel is angular & subangular fine & medium. Medium & well sorted. (ALLUVIUM)		
24.50	73 0					(3.10) 26.00	N=33 (10,15/ 14,7,5,7) (23)()			Dense brown dark brown grey spotted grey stained organish red subangular & angular fine to coarse slightly sandy GRAVEL with medium cobble content. Sand is subangular coarse. Cobbles are subangular & rounded. Poorly sorted. (ALLUVIUM)	
26.00	77 0			1503.74		(2.00) 28.00		26.00 - 26.45 CPT 26.00 Permeability Test (constant head) No.5: K=7.6479-05	Dense brown dark borwn grey spotted grey subangular and angular medium to coarse gravelly SAND with low cobble content. Gravel is subangular fine & medium. Cobbles are angular & subangular. Poorly & medium sorted. (ALLUVIUM)		
27.50	44 0			1501.74		(1.00) 29.00				Strong & very strong light grey spotted grey streaked grey stained orangish red BOULDER. Joints: closely & medium spaced 45 & 60° planar rough slightly & moderately weathered. Material is of metamorphic origin. (COLLUVIUM)	
29.00	99 0			1500.74		(1.00) 29.00		29.00 - 29.29 CPT	Strong & very strong light grey spotted grey streaked grey stained orangish red BOULDER. Joints: closely & medium spaced 45 & 60° planar rough slightly & moderately weathered. Material is of metamorphic origin. (COLLUVIUM)		
	61 0					(1.00) 29.00	50 for 170mm (16,9/ 22,21,7) (29)()				

Daily Progress and Water Observations					GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
11-06-16	08.15	26.00	6.00	26.00/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 56m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 17m; HQ size (ID:89mm) down to 45m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 17m; HQ csg (ID:78mm) at 45m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 5 x Lefranc tests were carried out. Borehole was back filled with arisings. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken).
						Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	--	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-101	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/7/2016 Finish 6/14/2016	Ground Level (m) 1529.74	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288402.82 4777825.23		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 4 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill	
Depth (m)	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thickness)	SPT (Casing/Water)	Detail			Main
30.50						(3.40)			Very dense light grey grey spotted grey stained orangish brown subangular gravelly COBBLES. Gravel is angular medium to coarse. Material is of granitic & metamorphic origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)		
32.00	49 0			1497.34		32.40	25 for 0mm (25) (32)0	32.00 - 32.05 CPT			
33.50	53 0		33.50-33.95 SPT D			(2.60)	N=52 (7,11/ 11,18,16,7) (33.5)0		Very dense brown reddish brown grey subangular & subrounded medium & coarse slightly silty SAND. Non plastic. Well sorted. (ALLUVIUM)		
35.00	79 0			1494.74		35.00					
36.50	73 0			1493.24		(1.50)			Very dense brown dark brown black grey subangular & subrounded medium & coarse slightly gravelly SAND. Gravel is subangular fine. Well sorted. (ALLUVIUM)		
38.00	87 0			1492.44		(0.80)			Very dense grey dark grey spotted grey stained orangish brown subangular and subrounded medium & coarse GRAVEL with medium cobble content. Cobbles are subrounded. Medium sorted. (ALLUVIUM)		
39.50	81 0			1489.94		(2.50)	25 for 0mm (20,5/ 25) (38)0	38.00 - 38.10 CPT	Very dense light grey grey spotted grey stained orangish brown subangular & subrounded gravelly COBBLES. Gravel is subangular coarse. Material is of granitic & metamorphic origin. Poorly & medium sorted. (ALLUVIUM)		

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
12-06-16	08.15	35.00	-	35.00/78	Water Strike. Artesian. Positive water pressure.	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 56m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 17m; HQ size (ID:89mm) down to 45m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 17m; HQ csg (ID:78mm) at 45m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 5 x Lefranc tests were carried out. Borehole was back filled with arisings. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken).	
						Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-101	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/7/2016 Finish 6/14/2016	Ground Level (m) 1529.74	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288402.82 4777825.23		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 5 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/	Backfill
Depth W.L.	TCR ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	SPT (Casing)(Water)	Detail				
41.00	60 0			1488.74	(1.20)	41.00			Very dense grey dark grey subrounded & subangular fine & medium slightly silty SAND. Non plastic. Well sorted. (ALLUVIUM) (continued)			
42.50	87 0				(3.00)	44.00	25 for 0mm (12.13/ 25) (41)0	41.00 - 41.11 CPT	Very dense grey dark grey spotted grey stained orangish brown subrounded & subangular gravelly COBBLES. Gravel is subangular medium & coarse. Material is of granitic & metamorphic origin. Poorly & medium sorted. (ALLUVIUM)			
44.00	28 0			1485.74	(0.50)	44.00			Very dense brown dark brown subangular & subrounded medium to coarse slightly silty SAND. Non plastic. Well sorted. (ALLUVIUM)			
45.00	77 0			1485.24	(4.50)	44.50	50 for 100mm (12.13/ 18.32) (44)0	44.00 - 44.24 CPT	Very dense grey spotted & streaked dark grey stained orangish brown subangular & angular gravelly COBBLES & BOULDERS. Gravel is subangular medium & coarse. Boulders are <300mm in length. Material is of granitic & metamorphic origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)			
47.00	60 0				(5.50)	50.00						
48.50	57 0											
50.00	48 0			1479.74		50.00						

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
13-06-16	08.30	42.50	-	42.50/78	Artesian. Positive water pressure.	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 56m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 17m; HQ size (ID:89mm) down to 45m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 17m; HQ csg (ID:78mm) at 45m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 5 x Lefranc tests were carried out. Borehole was back filled with arisings. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken).	
						Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	
All dimensions in metres Scale 1:62.5			Client Salini Impregilo, Georgia			Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-101	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/7/2016 Finish 6/14/2016	Ground Level (m) 1529.74	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288402.82 4777825.23		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 6 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/ Backfill
Depth Wl.	TCR ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	SPT (Casing)(Water)	Detail			
51.50	87 0			1479.04		(0.70) 50.70			Very dense brown dark brown grey subangular medium to coarse gravelly SAND. Gravel is subangular fine & medium. Medium & well sorted. (ALLUVIUM) Inferred as very dense grey spotted & streaked dark grey stained orangish brown subangular & angular gravelly COBBLES & BOULDERS. Gravel is subangular medium & coarse. Boulders are <350mm in length. Material is of granitic & metamorphic origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)		
53.00	69 0					(5.30)					
54.50	51 0										
56.00	77 0			1473.74		56.00					
									End of hole at 56m.		

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
14-06-16	08.30	53.00	-	53.00/60	Artesian. Positive water pressure. 45m: reduce to NQ Artesian. Positive water pressure. End of hole. As of 17-06-16 water level recorded was 2.38magl.	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 56m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 17m; HQ size (ID:89mm) down to 45m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 17m; HQ csg (ID:78mm) at 45m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 5 x Lefranc tests were carried out. Borehole was back filled with arisings. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	
14-06-16	13.00	56.00	-	56.00/60			

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze
--	--	---	------------------------------------

ჭაბურღილი
BH-102

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-102	
Job No PO 4100620139	Date Start 5/27/2016 Finish 6/5/2016	Ground Level (m) 1521.14	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288463.398 4777830.6386		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 1 of 6	

RUN DETAILS				STRATA				Fracture	Spacing	Instrument/	Backfill
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main		
0.00	72 0		2.00-2.14 SPT D	1518.64		(2.50)	50 for 50mm (25, 50) (2)0		Dense to very dense black dark brown grey slightly organic medium to coarse angular & subangular gravelly SAND with low cobble content. Gravel is fine & medium subangular. Cobbles are subangular. Organic material derives from rootlets roots and plant debris. Poorly sorted. (COLLUVIUM)		
2.00	72 0										
3.50			5.00-5.39 SPT D	1516.14		(2.50)	50 for 240mm (5,19/ 17,14,12,7) (5)(3.0)		Very dense grey light grey greenish brown subangular gravelly COBBLES. Gravel is angular & subangular coarse. Dark brown sand/silt infilling non-plastic. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (ALLUVIUM)		
5.00	78 0										
6.50	89 0		8.00-8.42 SPT D	1515.14		(1.00)	N=56 (13,12/ 11,14,14,17) (8)(3.0)	8.00 Permeability Test (constant head) No.1: K=4.2823E-04	Very dense brown dark brown black grey angular & subangular sandy GRAVEL. Sand is angular & subangular coarse. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)		
8.00	87 0										
9.50	100 0			1513.14		(2.00)			Very dense grey light grey greenish brown black angular & subangular coarse GRAVEL with medium cobble content. Cobbles are angular & subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		
				1511.64		(1.50)			Very dense brown dark brown black grey angular & subangular fine to coarse gravelly SAND with low cobble content. Gravel is angular & subangular fine to coarse. Cobbles are angular. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)		

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
27-05-16	18.00	6.50	-	6.50/103		Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 55.2m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 20m; HQ size (ID:89mm) down to 49.1m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 20m; HQ csg (ID:78mm) at 49.1m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 2 x Lefranc & 1 x falling head permeability tests were carried out. Open ended black HDPE pipe (ID:75-77mm/OD:90mm) was installed down to EOH. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	
28-05-16	09.00	6.50	3.00	6.50/103			
All dimensions in metres Scale 1:62.5			Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used	Boart Longyear Delta 520	
					Logged By Levan Ivanidze		

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-102	
Job No PO 4100620139	Date Start 5/27/2016 Finish 6/5/2016	Ground Level (m) 1521.14	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288463.398 4777830.6386		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 2 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/	Backfill	
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION						
							SPT (Casing/Water)	Detail	Main				
11.00	77 0		11.00-11.33 SPTD			(4.00)	50 for 180mm (6,12/ 12,29,9) (11)(3.0)		Very dense grey light grey white subangular gravelly COBBLES/BOULDERS. Gravel is angular & subangular coarse. Boulders are <300mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)				
12.50	79 0												
14.00	78 0				1507.64		13.50						
14.00			14.00-14.09 SPTD	1507.14		(0.50)	25 for 0mm (19,6/ 25) (14)(3.0)		Very dense grey light grey white rounded to subangular gravelly COBBLES. Gravel is subrounded coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & well sorted. Fines washed out. (ALLUVIUM)				
15.50	73 0						(3.00)		Very strong grey light grey white stained orangish red BOULDER of gneiss material. Joints: closely spaced 30° undulating rough moderately weathered. (COLLUVIUM)				
17.00	38 0				1504.14		17.00						
17.00			17.00-17.36 SPTD			(3.00)	N=50 (25 24,12,6,8) (17)(3.0)	17.00 Permeability Test (falling head) No.2. K=8.9065E-08	Dense brown grey light grey greenish brown angular fine to coarse slightly gravelly SAND with low cobble content. Gravel is subangular & subrounded fine to coarse. Cobbles are rounded & subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (ALLUVIUM)				
18.50	72 0												
20.00	71 0				1501.14		20.00						

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
29-05-16	09.00	12.50	3.00	12.50/103	Reduce to HQ	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 55.2m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 20m; HQ size (ID:89mm) down to 49.1m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 20m; HQ csg (ID:78mm) at 49.1m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 2 x Lefranc & 1 x falling head permeability tests were carried out. Open ended black HDPE pipe (ID:75-77mm/OD:90mm) was installed down to EOH. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	
30-05-16	09.00	14.00	3.00	14.00/103			
31-05-16	09.00	20.00	3.00	20.00/103			

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------








UNPAF1 PULAKI LOURE SP1 WELL3NPPFGEUNGAFFRUGJFJ FULUJGJ1 Z20110

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-102	
Job No PO 4100620139	Date Start 5/27/2016 Finish 6/5/2016	Ground Level (m) 1521.14	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288463.398 4777830.6386		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 3 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/	Backfill
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION					
							SPT (Casing/Water)	Detail	Main			
21.50	85 0		20.00-20.45 SPT D			(2.60)	N=70 (4.6/ 32,13,24.1) (20)(3.0)		Dense brown grey dark grey light grey greenish grey angular & subangular fine & medium sandy GRAVEL with low cobble content. Sand is subangular medium. Cobbles are rounded & subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (ALLUVIUM)			
23.00	79 0			1498.54		22.60			Very strong grey light grey dark grey BOULDER of granitic gneiss material. Joints: closely spaced 20" planar rough slightly & moderately weathered. (ALLUVIUM)			
24.50	80 0		23.00-23.30 SPT D	1497.94		23.20	50 for 200mm (22.3/ 17,13,20) (23)(2.8)		Very dense brown grey dark grey light grey black greenish grey subangular & subrounded fine & medium sandy GRAVEL with low cobble content. Sand is subangular medium. Cobbles are subrounded & subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (ALLUVIUM)			
26.00	83 0					(3.10)						
27.50	72 0		26.00-26.37 SPT D	1494.84		26.30	50 for 170mm (11.10/ 12,10,28) (26)(2.8)	26.00 Permbability Test (constant head) No.3. K=1.4017E-04	Very dense brown dark brown dark grey black subangular & subrounded fine to coarse gravelly SAND. Gravel is subangular fine. Medium & well sorted. (ALLUVIUM)			
29.00	63 0					(2.60)						
	68 0		29.00-29.40 SPT D	1492.24		28.90	50 for 250mm (9,12,20.9) (29)(2.8)					

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
01-06-16	09.00	23.00	2.80	23.00/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 55.2m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 20m; HQ size (ID:89mm) down to 49.1m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 20m; HQ csg (ID:78mm) at 49.1m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 2 x Lefranc & 1 x falling head permbaility tests were carried out. Open ended black HDPE pipe (ID:75-77mm/OD:90mm) was installed down to EOH. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	
02-06-16	09.00	26.00	2.80	26.00/78			
All dimensions in metres Scale 1:62.5		Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520		Logged By Levan Ivanidze	

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-102	
Job No PO 4100620139	Date Start 5/27/2016 Finish 6/5/2016	Ground Level (m) 1521.14	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288463.398 4777830.6386		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 4 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/	Backfill
Depth Wl.	TCR (% ROD)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION					
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main			
30.50	97 0					(4.20)			Very dense brown grey dark grey light grey black greenish grey subangular & subrounded fine to coarse sandy GRAVEL with low cobble content. Sand is subangular & subrounded fine & medium. Cobbles are rounded & subrounded. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (ALLUVIUM) (continued)			
32.00	71 0		32.00-32.28 SPT D	1488.04		33.10	50 for 130mm (9.16' 22.28) (32)(3.0)					
33.50	100 0			1487.04		(1.00)			Very dense brown grey dark grey light grey black rounded & subrounded medium & coarse GRAVEL with high cobble content. Cobbles are rounded & subrounded. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & well sorted. (ALLUVIUM)			
35.00	90 0			1486.14		(0.90)		35.00 - 35.00 CPT	Very strong grey white light grey dark grey streaked grey BOULDER of gneiss material. Joints: intact. (ALLUVIUM)			
36.50	97 0			1483.94		(2.20)	25 for 0mm (25' 25) (35)(3.0)		Very dense brown dark brown dark grey black greenish grey subangular & subrounded fine to coarse sandy GRAVEL with low cobble content. Sand is subangular & subrounded fine & medium. Cobbles are subangular & subrounded. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (ALLUVIUM)			
38.00	75 0					(4.80)	50 for 230mm (10.15' 20.13,16.1) (38)(3.0)	38.00 - 38.36 CPT	Very dense grey light grey white rounded to subangular gravelly COBBLES. Gravel is subrounded coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & well sorted. Fines washed out. (ALLUVIUM)			
39.50												

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
03-06-16	09.00	33.50	3.00	33.50/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 55.2m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 20m; HQ size (ID:89mm) down to 49.1m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 20m; HQ csg (ID:78mm) at 49.1m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 2 x Lefranc & 1 x falling head permeability tests were carried out. Open ended black HDPE pipe (ID:75-77mm/OD:90mm) was installed down to EOH. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.
All dimensions in metres Scale 1:62.5		Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520		Logged By Levan Ivanidze

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-102	
Job No PO 4100620139	Date Start 5/27/2016 Finish 6/5/2016	Ground Level (m) 1521.14	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288463.398 4777830.6386		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 5 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/	Backfill
Depth (m)	TCR (ROD) (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thickness)	DESCRIPTION					
WL						SPT (Casing)(Water)	Detail	Main				
41.00	88 0					25 for 0mm (25) (39.5)(3.0)	41.00 - 41.50 CPT	Very dense grey light grey white rounded to subangular gravelly COBBLES. Gravel is subrounded coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & well sorted. Fines washed out. (ALLUVIUM) (continued)				
42.50	87 0			1479.14		(0.80)		Very strong grey light grey speckled dark grey BOULDER of granitic material. Joints: closely & medium spaced 45° planar rough slightly weathered. (ALLUVIUM)				
44.00	85 0			1478.34		(5.70)		Grey light grey dark grey white streaked light grey rounded to subangular gravelly COBBLES with medium boulder content. Gravel is subrounded & subangular medium & coarse. Boulders are <300mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium. Fines washed out. (ALLUVIUM)				
45.50	56 0					(0.60)		Brown grey dark grey black greenish grey subangular & subrounded fine & medium sandy GRAVEL with low cobble content. Sand is subangular & subrounded fine & medium. Cobbles are subangular & subrounded. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (ALLUVIUM)				
47.00	60 0					(0.90)						
48.50	95 0			1472.64		(0.60)						
49.10	98 0			1472.04		(0.90)						
50.00	74 0			1471.14		(0.90)						

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
04-06-16	09.00	41.00	0.00	41.00/78	Water Strike. Artesian positive water pressure. Reduce to NQ. Artesian positive water pressure ejecting ~5m into the air.	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 55.2m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 20m; HQ size (ID:89mm) down to 49.1m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 20m; HQ csg (ID:78mm) at 49.1m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 2 x Lefranc & 1 x falling head permeability tests were carried out. Open ended black HDPE pipe (ID:75-77mm/OD:90mm) was installed down to EOH. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the core barrel itself.	
05-06-16	09.00	49.10	0.00	49.10/78			
All dimensions in metres Scale 1:62.5			Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze	

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-102	
Job No PO 4100620139	Date Start 5/27/2016 Finish 6/5/2016	Ground Level (m) 1521.14	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288463.398 4777830.6386		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 6 of 6	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing/Water)	Detail	Main		
51.50	26 ()							Grey light grey white spotted grey rounded to subangular gravelly COBBLES. Gravel is subrounded coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & well sorted. Fines washed out. (ALLUVIUM)			
53.00	63 ()					(4.50)		Brown light brown grey black greenish grey subangular & subrounded medium & coarse gravelly SAND. Gravel is subangular & subrounded fine & medium. Medium & well sorted. (ALLUVIUM)			
54.50	67 ()			1466.64		54.50					
55.20	99 ()			1465.94		(0.70) 55.20		Very strong grey light grey speckled & streaked dark grey BOULDER of granitic material. Joints: very closely & closely spaced 20° planar rough slightly weathered. (ALLUVIUM) End of hole at 55.2m.			

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam	Remarks		
05-06-16	18.20	55.20	0.00	55.20/60	Artesian positive water pressure. End of hole. As of 17-06-16 water level recorded was 3.6magl and flowing at 2.7l/s.	Borehole advanced through alluvial/colluvial granular soils down to 55.2m using continuous rotary wireline coring techniques. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 20m; HQ size (ID:89mm) down to 49.1m; NQ size (ID:71mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 20m; HQ csg (ID:78mm) at 49.1m; NQ csg (ID:60mm) was set at the end of hole. 2 x Lefranc & 1 x falling head permeability tests were carried out. Open ended black HDPE pipe (ID:75-77mm/OD:90mm) was installed down to EOH. CPT = Cone Penetration Test (no sample taken). Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to problems with the core barrel disassembly and blockage within the bore barrel itself.	

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------

UNAFI PUJART LORE SFI WELL3IMPREGILOKROJUPJ FUJLUGJL 220910

ჭაბურღილი

BH-201

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 1 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing/Instrument/Backfill
Depth (m)	TCR (SCR) (RQD) (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thickness)	DESCRIPTION		
							SPT (Casing)(Water)	Detail	
0.00	61 0			1533.50		0.20			Brown dark brown black angular & subangular fine & medium silty sandy GRAVEL. Sand is medium & coarse subangular. Medium sorted. (TOP SOIL)
2.00	64 0		2.00-2.45 SPT D				N=50 (8,4/ 6,13,16,15) (2)0		Dense & very dense light grey to dark grey brown black angular & subangular gravelly COBBLES with medium boulder content. Boulders are <500mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (COLLUVIUM)
3.50	67 0					(7.80)			
5.00	58 0		5.00-5.18 SPT D				50 for 30mm (10,8/ 50) (5)0		
6.50	25 0								
8.00	71 0		8.00-8.45 SPT D	1525.70		8.00	N=53 (3,9/ 11,10,11,21) (8)(7.5)	8.00 Permeability Test (constant head) No.1: K=4.3108E-05	Very dense brown greenish black angular & subangular coarse GRAVEL with medium cobble & low boulder content & sand infilling. Cobbles are angular & subangular. Boulders <300mm in length. Sand is subangular medium to coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)
9.50									

Daily Progress and Water Observations					GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
16-06-16	18.00	8.00	-	8.00/103	PQ	Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93m bgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.
17-06-16	08.00	8.00	7.50	8.00/103		

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 477786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 2 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing/Water)	Detail	Main	
11.00	45 0		11.00-11.45 SPT D			(7.50)	N=55 (6,8/ 10,15,16,14) (11)(7.5)			
12.50	51 0									
14.00	61 0		14.00-14.00 SPT D				25 for 0mm (25) (14)(7.5)			
15.50	53 0			1518.20		15.50				
17.00	80 0		17.00-17.45 SPT D				N=51 (7,11/ 15,14,12,10) (17)(7.5)	17.00 Permbability Test (constant head) No.2: K=2.0466E-05		
18.50	51 0									
20.00	37 0		18.50-18.85 SPT D			(7.50)	50 for 200mm (8,9/ 14,14,22) (18.5)(7.5)			

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
18-06-16	08.00	15.50	9.00	15.50/103		Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93mbgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.	
18-06-16	18.00	20.00	-	20.00/103			
23-06-16	08.00	20.00	9.00	20.00/103			
All dimensions in metres Scale 1:62.5		Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4		Logged By Levan Ivanidze	

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 3 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
21.50	77 0		21.50-21.58 SPTD	1510.70		25 for 0mm (25) (21.5)(8.8)		Very dense light grey to dark grey brown black angular & subangular gravelly COBBLES with low boulder content and sand/silt infilling. Gravel is angular coarse. Sand is subangular coarse. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. Non & very low plasticity. (COLLUVIUM) (continued)		
23.00	52 0									
24.50	58 0					(3.50)		Very dense light grey yellowish grey subangular & angular gravelly COBBLES with high boulder content. Gravel is subangular & angular coarse. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (COLLUVIUM)		
26.00	95 0									
27.50	68 0		29.00-29.23 SPTD	1507.20		25 for 0mm (25) (26)(9.0)	26.00 Permbability Test (constant head) No.3: K=3.3347E-05 26.00 - 26.02 CPT	Very dense grey light grey brown subrounded & subangular fine to coarse GRAVEL with low cobble & boulder contents. Cobbles are subangular. Boulders <300mm in length. Poorly sorted. (ALLUVIUM)		
29.00	69 0									
	62 0					50 for 160mm (17.29,4) (27.5)(9.0)				

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
24-06-16	08.00	21.50	8.80	21.50/103	Reduce to HQ	Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93m bgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permbability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.	
26-06-16	08.00	23.00	9.00	23.00/103			
27-06-16	08.00	29.00	6.00	29.00/103			

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 4 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
30.50				1503.20		30.50				
32.00	69 0		32.00-32.42 SPTD			(5.25)	50 for 270mm (9,13) 14,14,14,8 (32)(6.0)		Very dense brown light grey angular & subangular coarse GRAVEL with medium cobble & low boulder content. Cobbles are angular & subangular. Boulders <300mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)	
33.50	45 0									
35.00	63 0									
35.00	87 0			1497.95		35.75	25 for 0mm (25) (25) (35)(6.0)	35.00 Permeability Test (falling head) No.4: K=1.9785E-07 35.00 - 35.03 CPT		
36.50									Very dense light grey dark grey brown BOULDERS with medium cobble content. Boulders are <1.2m in length. Cobbles are subangular. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)	
38.00	78 0					(3.35)				
38.00	67 0						25 for 0mm (25) (25) (38)(16.5)	38.00 - 38.02 CPT		
39.50				1494.60		39.10				

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
28-06-16	08.00	38.00	16.50	38.00/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93mbgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.


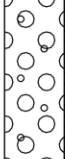




All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 5 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill	
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main		
41.00	67 0								Very dense dark grey brown reddish brown greenish black angular & subangular gravelly COBBLES. Gravel is angular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)		
42.50	29 0				(6.70)	N=46 (13.11/ 10.11,11.14) (41)(16.5)	41.00 - 41.45 CPT				
44.00	62 0					50 for 160mm (20.5/ 29.21) (44)(16.5)	44.00 Permeability Test (constant head) No.5: K=2.3819E-05				
45.50	60 0		44.00-44.27 SPTD								
47.00	93 0			1487.90		45.80			Very dense light grey spotted dark grey brown BOULDERS. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Well sorted. (COLLUVIUM)		
48.50	52 0					(2.50)	25 for 0mm (25) (47)(16.5)	47.00 - 47.00 CPT			
50.00	61 0			1485.40		48.30			Very dense light grey streaked & spotted dark grey brown reddish brown angular & subangular gravelly COBBLES. Gravel is angular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		

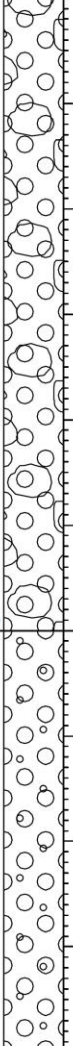
Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
28-06-16	18.00	50.00	-	50.00/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93m and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.
09-07-16	08.00	50.00	8.50	50.00/78		
All dimensions in metres Scale 1:62.5		Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4		Logged By Levan Ivanidze

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 6 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
51.50	49 0					(6.60)			Very dense light grey streaked & spotted dark grey brown reddish brown angular & subangular gravelly COBBLES. Gravel is angular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)	
53.00	91 0									
54.50	51 0			1478.80		54.90		53.00 Permeability Test (constant head) No.6: K=2.3187E-04		
56.00	81 0							Inferred as very dense grey streaked & spotted dark grey brown subangular & angular gravelly COBBLES with high boulder content. Gravel is subangular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		
57.50	60 0					(4.10)				
59.00	73 0			1474.70		59.00				

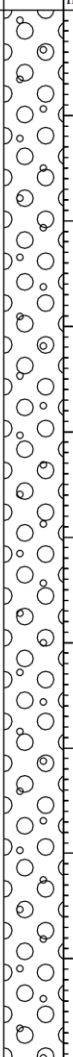
Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
10-07-16	08.00	59.00	8.50	59.00/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93mbgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.
All dimensions in metres Scale 1:62.5		Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4		Logged By Levan Ivanidze

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 7 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing/Instrument/Backfill	
Depth W.L.	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
60.50								Inferred as very dense grey streaked & spotted dark grey brown subangular COBBLES with medium boulder content. Boulders are <250mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & highly sorted. (COLLUVIUM) <i>(continued)</i>		
62.00	53 0							62.00 Permeability Test (constant head) No.7: K=3.5755E-05		
63.50										
65.00	62 0									
66.00	43 0			1467.70			66.00			
66.50									Inferred as very dense light grey streaked & spotted grey orangish brown subangular & angular gravelly COBBLES with high boulder content. Gravel is subangular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)	
68.00	29 0									
69.50	51 0									

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
						Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93m bgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.	
All dimensions in metres Scale 1:62.5			Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used	Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4	
						Logged By Levan Ivanidze	

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 8 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill		
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION					
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main			
71.00	49 0					(15.50)			Inferred as very dense light grey streaked & spotted grey orangish brown subangular & angular gravelly COBBLES with high boulder content. Gravel is subangular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)			
72.50	23 0											
74.00	22 0											
77.00	13 0											
80.00	0 0											
71.00 Permeability Test (falling head) No.8: K=1.0274E-07												

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
11-07-16	08.00	71.00	7.70	71.00/78		Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93m bgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.
13-07-16	08.00	74.00	8.00	74.00/78		
14-07-16	08.00	77.00	8.20	77.00/78		

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 9 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION		
							SPT (Casing)(Water)	Detail	
81.50	16 0			1452.20		81.50	80.00 Permeability Test (constant head) No.9: K=1.9138E-05	Inferred as very dense light grey streaked & spotted grey orangish brown subangular & angular gravelly COBBLES with high boulder content. Gravel is subangular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) <i>(continued)</i>	
83.00	51 0							Inferred as very dense grey streaked & spotted dark grey brown subangular & angular gravelly COBBLES with medium boulder content & little sand infilling. Gravel is subangular coarse. Boulders are <600mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)	
84.50	29 0								
86.00	58 0								
87.50	27 0					(10.50)			
89.00	34 0						89.00 Permeability Test (constant head) No.10: K=1.6741E-05		
	83 0								





Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS		
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks			
						Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93mbgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.		
All dimensions in metres Scale 1:62.5			Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used	Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4		Logged By Levan Ivanidze

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 10 of 11	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill	
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	SPT (Casing/Water)	Detail			Main
90.50	27 0			1441.70		92.00			Inferred as very dense grey streaked & spotted dark grey brown subangular & angular gravelly COBBLES with medium boulder content & little sand infilling. Gravel is subangular coarse. Boulders are <600mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)		
92.00	100 (0) 0			1440.70		(1.00) 93.00			Inferred as very dense light grey spotted dark grey brown gravelly BOULDERS. Boulders are <350mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium & well sorted. (COLLUVIUM/BEDROCK)		
93.50	100 (53) 36					(2.65)			Weak & moderately strong light grey grey white medium & coarse grained CRYSTALLINE SCHIST (hydrothermal alteration). Joints: 20 & 45° occasionally 60° very closely to medium spaced rough stepped & planar undulating slightly weathered. (BEDROCK)	10 (70) 180	
95.00	97 (23) 20			1438.05		95.65			96.50 - 100.20 Lugeon Test No.1		
96.50	100 (35) 16					(2.65)		Weak & moderately strong light grey grey greenish grey white medium & coarse grained CRYSTALLINE SCHIST (hydrothermal contact alteration). Joints: 30 & 70° closely & medium spaced rough stepped & planar undulating slightly weathered. Non intact in places. (BEDROCK)		(NI) 30 (60) 160	
98.00	100 (47) 34			1435.40		98.30				NI (20) 120	
99.50				1434.30		(1.10) 99.40			Moderately strong & strong light grey grey white medium & coarse grained CRYSTALLINE SCHIST (hydrothermal alteration). Joints: 45 & 60° occasionally 20° closely & medium spaced rough & smooth planar undulating slightly weathered. (BEDROCK)	40 (100) 160	

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks		
15-07-16	08.00	92.00	8.00	92.00/78	Rock head at 93m	Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93mbgl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.	
All dimensions in metres Scale 1:62.5		Client Salini Impregilo, Georgia		Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4		Logged By Levan Ivanidze	

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201	
Job No PO 4100620139	Date Start 6/16/2016 Finish 7/16/2016	Ground Level (m) 1533.70	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288334.4798 4777786.3854		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC		Sheet 11 of 11

RUN DETAILS				STRATA								
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			Fracture Spacing	Instrument/ Backfill	
							SPT (Casing/Water)	Detail	Main			
101.00	100 (3) 0					(3.10)		101.00 - 105.00 Lugeon Test No.2		Weak & moderately strong light grey grey greenish grey white medium & coarse grained CRYSTALLINE SCHIST (hydrothermal contact alteration). Joints: 30° very closely & closely spaced rough stepped undulating slightly & moderately weathered. Predominantly non intact. (BEDROCK) <i>(continued)</i>	(NI) 100	
102.50	100 (20) 15			1431.20		102.50						
104.00	100 (19) 8			1430.00		103.70					NI (40) 80	
105.00	100 (40) 35			1428.70		105.00					NI (120) 300	

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam	Remarks	
16-07-16	08.00	104.00	12.70	104.00/78	End of Hole.	
16-07-16	11.00	105.00	-	105.00/78		

Borehole advanced through alluvial/colluvial deposits to 93mbl and into fractured metamorphic/igneous rock using continuous rotary coring techniques to 105m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 29m; HQ size (ID:89mm) to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 29m; HQ csg (ID:78mm) at the end of hole. 8 x Lefranc & 2 x Horslev permeability tests with 2 x Lugeon tests were performed. RFV = Flush; TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. CPT = Cone Penetration Test. Note: some of the finer materials recovered from the core barrel was hand placed into the core boxes due to core barrel problems.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Boart Longyear Delta 520 / Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	--	---	------------------------------------

WPP01120139_0001井孔BH-201 241010



Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Naskra HPP

Boreholes rock cores

Discontinuities description

Date: 22.07.2016 Weather: - Location: Naskra E: 288336 N: 4777787 Elevation: 1545 Borehole n°: 201

Depth (m)	Length of Run (m)	RQD (%)	TCR (%)	Type	Qty	Dipping (degrees)	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water	Comments	
93.5	95.0	1.5	36	100	2	1	44	2	4	10	3	3	2	1	2	
					2	2	49,55	2	4	10	3	3	2	2	2	
					2	1	20	2	3	6	2	2	1	2	2	Silts/sands
					2	2	43,52	2	4	8	2	3	1	2	2	
					2	1	40	2	4	8	3	3	1	2	2	
95.0	96.5	1.46	20	97	2	1	38	3	4	8	3	3	1	1	2	
					2	1	45	3	3	8	3	3	1	1	2	
					2	1	34	3	3	8	2	1	1	1	2	
					2	1	20	2	4	6	2	2	1	1	2	silts
					2	1	52	2	4	6	2	4	3	1	2	silts
					2	1	55	3	4	6	2	4	3	1	2	silts
96.5	98.0	1.5	16	100	2	1	30	2	4	6	2	2	1	2	2	silts
					2	1	20	3	4	8	3	2	1	1	2	
					2	2	27,23	2	4	8	3	2	1	2	2	
					2	1	68	2	3	8	2	4	3	1	2	
98.0	99.5	1.5	34	100	2	1	29	2	4	8	2	3	1	1	2	
					2	1	27	2	4	8	3	3	1	2	2	
					2	2	55,52	3	3	8	2	2	3	1	2	
					2	1	58	4	4	8	3	2	1	1	2	
					2	1	40	3	4	8	2	2	1	1	2	
99.5	101.0	1.5	0	100	2	1	49	3	5	8	3	2	1	1	2	
					2	1	30	3	5	8	2	2	1	1	2	
101.0	102.5	1.5	15	100	2	2	20,37	3	4	8	3	4	1	1	2	
					2	2	44,43	3	4	8	2	4	1	1	2	

*Intervals of intensively fractured zones, ** Intervals of slightly fractured zones

Key:

Type	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water
0. Fault zone	1. Unweathered	1. None	1. Clean	1. Clean	1. Very Rough	1. Stepped	1. Very close spacing (<60 mm)	1. Completely dry
1. Fault	2. Slightly weathered	2. Very Tight (<0.1 mm)	2. Surface staining	2. Very thin (<1 mm)	2. Rough	2. Undulating	2. Close spacing (60-200 mm)	2. Damp
2. Joint	3. Moderately weathered	3. Tight (0.1 to 1 mm)	3. Non-cohesive	3. Moderately thin (1 to 3 mm)	3. Slightly rough	3. Planar	3. Moderate spacing (0.2-0.6 m)	3. Wet (presence of seepage)
3. Cleavage	4. Highly weathered	4. Open (1 to 5 mm)	4. Inactive clay	4. Thin (3 to 10 mm)	4. Smooth		4. Wide spacing (0.6-2 m)	4. Flowing (filling washed out)
4. Schistosity	5. Decomposed	5. Very Open (>5 mm)	5. Swelling clay	5. Moderately thick (10 to 30 mm)	5. Polished		5. Very wide spacing (>2 m)	
5. Shear			6. Cemented	6. Thick (>30 mm)	6. Slickensided			
6. Fissure			7. Chlorite, talc or gypsum					
7. Tension crack			8. Calcite					
8. Foliation			9. Iron Oxide					
9. Bedding			10. Other					

Depth (m)	Length of Run (m)	RQD (%)	TCR (%)	Type	Qty	Dipping (degrees)	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water	Comments	
102.5	104.0	1.5	8	100	2	1	50	2	4	8	2	2	1	2	2	
					2	1	33	3	4	8	3	2	1	1	2	
					2	1	43	2	4	8	2	4	1	2	2	
					2	1	64	2	4	8	3	2	1	2	2	
					2	1	71	1	4	10	3	2	1	2	2	
104.0	105.0	1.0	35	100	2	1	81	1	3	1	-	4	3	2	1	
					2	1	38	1	3	1	-	3	1	2	1	
					2	1	35	1	4	1	-	1	1	1	2	

*Intervals of intensively fractured zones, ** Intervals of slightly fractured zones

Key:

Type	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water
0. Fault zone	1. Unweathered	1. None	1. Clean	1. Clean	1. Very Rough	1. Stepped	1. Very close spacing (<60 mm)	1. Completely dry
1. Fault	2. Slightly weathered	2. Very Tight (<0.1 mm)	2. Surface staining	2. Very thin (<1 mm)	2. Rough	2. Undulating	2. Close spacing (60-200 mm)	2. Damp
2. Joint	3. Moderately weathered	3. Tight (0.1 to 1 mm)	3. Non-cohesive	3. Moderately thin (1 to 3 mm)	3. Slightly rough	3. Planar	3. Moderate spacing (0.2-0.6 m)	3. Wet (presence of seepage)
3. Cleavage	4. Highly weathered	4. Open (1 to 5 mm)	4. Inactive clay	4. Thin (3 to 10 mm)	4. Smooth		4. Wide spacing (0.6-2 m)	4. Flowing (filling washed out)
4. Schistosity	5. Decomposed	5. Very Open (>5 mm)	5. Swelling clay	5. Moderately thick (10 to 30 mm)	5. Polished		5. Very wide spacing (>2 m)	
5. Shear			6. Cemented	6. Thick (>30 mm)	6. Slickensided			
6. Fissure			7. Chlorite, talc or gypsum					
7. Tension crack			8. Calcite					
8. Foliation			9. Iron Oxide					
9. Bedding			10. Other					

ჭაბურღილი

BH-201a

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 1 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture	Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (% ROD)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	SPT (Casing)(Water)	Detail			
0.00	100 0					(1.00)			Brown dark brown black angular & subangular fine & medium silty sandy GRAVEL with low cobble content & low organic content. Sand is medium & coarse subangular. Cobbles are angular. Material is metamorphic in origin. Organic material is plant and rootlets. Medium sorted. (TOP SOIL/COLLUVIUM)		
1.00				1560.06		1.00					
2.00	100 0			1559.06		2.00					
3.00	90 0						50 for 160mm (10,14/ 17,28,5) (2)(0)	2.00 - 2.31 CPT	Very dense brown dark brown grey black angular sandy GRAVEL with medium cobble & boulder Sand is angular coarse. Cobbles are angular. Boulders are <300mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (COLLUVIUM)		
4.00	100 0										
5.00	94 0										
6.00	100 0										
7.50	90 0										
9.50	61 0										
				1551.26		9.80	50 for 200mm (8,10/ 16,21,13) (5)(0)	5.00 - 5.35 CPT	Very dense brown dark brown grey dark grey greenish black angular & subangular gravelly COBBLES & BOULDERS. Cobbles are angular & subangular. Boulders <250mm in length. Gravel is subangular medium & coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly sorted. (COLLUVIUM)		
							50 for 160mm (10,14/ 19,25,6) (7,5)(0)	7.50 - 7.81 CPT			
								8.00 Permeability Test (constant head) No.1: K=1.9607E-04			

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
17-07-16	18.00	2.00	-	2.00/154		Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 2 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill					
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION								
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main						
11.00	81 ()					(2.80)	50 for 225mm (9.77) 17,14,19 (11)(9.2)	11.00 - 11.38 CPT	Very dense brown dark brown light grey to dark grey angular & subangular fine to medium silty sandy GRAVEL with medium cobble content. Cobbles are subangular. Sand is subangular coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Non plastic. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)						
12.50	67 ()			1548.46								12.60			Very dense light grey grey black subangular & angular gravelly COBBLES with medium boulder content with silty sand infill. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <200mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. Low plasticity. (COLLUVIUM)
14.00	67 ()											(3.40)	60 for 230mm (14.11) 15,19,20,6 (14)	14.00 - 14.38 CPT	
15.50	93 ()														
17.00	74 ()			1545.06	16.00			17.00 Permeability Test (falling head) No.2: K=1.2009E-07	Very dense light grey brown subrounded & subangular fine to coarse sandy GRAVEL with low cobble & boulder contents. Sand is subangular medium & coarse. Cobbles are subangular. Boulders <600mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)						
18.50	65 ()		17.00-17.45 SPT D		(4.60)	N=34 (4.4) 6,7,9,12 (17)()									
20.00	93 ()														

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam	Remarks		
19-07-16	09.00	11.00	9.20	11.00/154	Reduce to PQ	Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.	
20-07-16	09.00	18.50	-	18.50/103			

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

P:\PART 03\RE SP-1 WELL\BHPPT\GEU\GIA\TRUJ.GPJ FUJLUSJ1 201610


Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 3 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill	
Depth WL	TCR (% RQD)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main		
21.50	80 ()		20.00-20.45 SPTD	1540.46		20.60	N=40 (5,6/ 8,8,10,14) (20)	23.00 - 23.35 CPT			
						(1.20)					
23.00	93 ()			1539.26		21.80	50 for 200mm (9,13/ 17,21,12) (23)	23.00 - 23.35 CPT			
						(2.20)					
24.50	99 ()			1537.06		24.00	50 for 200mm (9,13/ 17,21,12) (23)	23.00 - 23.35 CPT			
26.00	96 ()						50 for 290mm (15,10/ 13,13,11,13) (26)(16.0)	26.00 Permbility Test (constant head) No.3: K=2.7606E-05			
27.50	29 ()		26.00-26.42 SPTD			(6.00)	50 for 290mm (15,10/ 13,13,11,13) (26)(16.0)	26.00 Permbility Test (constant head) No.3: K=2.7606E-05			
29.00	28 ()						N=33 (6,7/ 8,7,8,(10) (29)				
29.00	65 ()		29.00-29.45 SPTD	1531.06		30.00	N=33 (6,7/ 8,7,8,(10) (29)				

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
21-07-16	11.00	26.00	16.00	26.00/103		Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 4 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
30.50	67 0							Very dense light grey grey streaked dark grey black subangular & angular occasionally subrounded gravelly COBBLES. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		
32.00	43 0					25 for 10mm (²⁵ / ₂₅) (32)(22.5)	32.00 - 32.03 CPT			
33.50	41 0									
35.00	8 0		35.00-35.30 SPT D			50 for 150mm (^{5,13} / _{22,28}) (35)0	35.00 Permeability Test (constant head) No.4: K=13.8232E-04			
36.50	25 0									
38.00	67 0					25 for 70mm (^{9,16} / ₂₅) (38)(21.0)	38.00 - 38.22 CPT			
39.50										

Daily Progress and Water Observations					GENERAL REMARKS	
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
22-07-16	11.30	32.00	22.50	32.00/103		Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.
23-07-16	09.00	36.50	21.00	36.50/103		

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 5 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill	
Depth W.L.	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main		
	65 0			1520.46		40.60					
41.00							25 for 0mm (25) (41)0	41.00 - 41.01 CPT	Very dense light grey grey light brown streaked dark grey black subangular & angular occasionally subrounded gravelly COBBLES with medium boulder content. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <600mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		
42.50	60 0										
44.00	47 0										
45.50	47 0		44.00-44.33 SPT D				50 for 220mm (15,10) 19,15,16 (44)(22.6)	44.00 Permbability Test (constant head) No.5: K=1.0935E-05			
47.00	51 0										
48.50	68 0					(15.60)					
50.00	43 0										

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
24-07-16	08.00	47.00	22.60	47.00/78	Reduce to HQ	Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------


Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 6 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill
Depth W.L.	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
51.50	59 0							Very dense light grey grey light brown streaked dark grey black subangular & angular occasionally subrounded gravelly COBBLES with medium boulder content. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <600mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)		
53.00	67 0							53.00 Permbability Test (constant head) No.6: K=8.5014E-05		
54.50	30 0									
56.00	41 0			1504.86		56.20				
57.50	59 0								Inferred as very dense light grey grey light brown streaked & spotted dark grey subangular & angular gravelly COBBLES & BOULDERS. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <900mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)	
59.00	100 0					(3.90)				
	69 0									

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
						Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 7 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing/Instrument/Backfill	
Depth W.L.	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
60.50	46 0			1500.96		60.10			Inferred as very dense grey streaked & spotted dark grey brown subangular & angular gravelly COBBLES with medium & high boulder content. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM)	
62.00	48 0						62.00 Permbability Test (constant head) No.7: K=1.3356E-05			
63.50	76 0									
65.00	29 0									
66.50	40 0									
68.00	26 0					(17.00)				
69.50										
69.70										

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
25-07-16	09.00	60.50	24.00	60.50/78		Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 8 of 12	

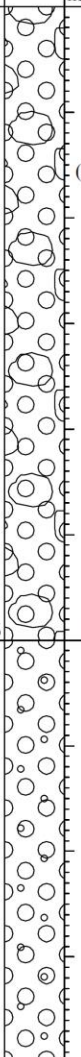
RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill	
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing/Water)	Detail	Main		
71.00	27 ()						71.00 Permeability Test (constant head) No.8: K=9.0063E-05	Inferred as very dense grey streaked & spotted dark grey brown subangular & angular gravelly COBBLES with medium & high boulder content. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Poorly & medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)			
72.50	61 ()										
74.00	62 ()										
75.50	75 ()										
77.00	38 ()			1483.96		77.10					
78.50	53 ()										Inferred as very dense light grey dark grey brown streaked & spotted grey subangular & angular gravelly COBBLES & BOULDERS. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)
80.00	44 ()										

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam	Remarks	
26-07-16	08.30	72.50	22.50	72.50/78		Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

20130729 10:40:10 P:\WELL\BPP\GE\GIA\BPP\G\J_P\101001_201310

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 9 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill	
Depth WL	TCR (SCR) ROD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION				
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main		
81.50	36 0					(8.90)	80.00 Permeability Test (constant head) No.9: K=2.6272E-05	Inferred as very dense light grey dark grey brown streaked & spotted grey subangular & angular gravelly COBBLES & BOULDERS. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Boulders are <400mm in length. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM) (continued)			
83.00	37 0										
84.50	51 0										
86.00	71 0			1475.06			86.00				
87.50	38 0								Inferred as very dense light grey grey streaked dark grey black subangular & angular occasionally subrounded gravelly COBBLES. Gravel is subangular & angular medium & coarse. Material is granitic & metamorphic in origin. Medium sorted. (COLLUVIUM)		
89.00	48 0										
	31 0							89.00 Permeability Test (constant head) No.10: K=1.9682E-05			

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
						Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 10 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/Backfill
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
90.50										
	53 ()					(10.50)				
92.00										
	25 ()									
93.50										
	41 ()									
95.00										
	35 ()									
96.50				1464.56		96.50				
	73 ()									
98.00										
	45 ()					(4.00)				
99.50										
	76 ()									

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
27-07-16	09.00	96.50	22.00	96.50/78		Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

20140811 09:51:10 WELLSITE:GEORGIA/PO4100620139/BH201a

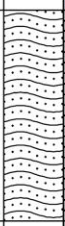
Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 11 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing	Instrument/ Backfill
Depth (m)	TCR (SCR) (RQD) (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thickness)	DESCRIPTION			
WL							SPT (Casing/Water)	Detail	Main	
100.50	0			1460.56		100.50				
101.00	100 (40) 20				+ +	(1.30)			Strong fresh light grey dark grey greenish grey white spotted & streaked dark grey coarse grained CRYSTALLINE SCHIST & PEGMATITE/APLITE. Joints: 30° very closely to medium spaced rough stepped & undulating slightly & moderately weathered. Non-intact in places. (BEDROCK)	(NI) 40 (100) 300
102.50	98 (89) 71			1459.26	+ +	101.80		102.50 - 107.00 Lugeon Test No.1	Very strong fresh dark grey greenish grey streaked light grey coarse grained CRYSTALLINE SCHIST. Joints: 10 to 20° closely to widely spaced rough & smooth planar slightly & moderately weathered. (BEDROCK)	130 (500) 1000
104.00	98 (94) 89				+ +	(3.10)				
105.50	100 (80) 69			1456.16	+ +	104.90			Medium strong & strong fresh dark grey greenish grey dappled & streaked light grey coarse grained CRYSTALLINE SCHIST. Joints: 20 to 30° & 70° closely & medium spaced rough planar & undulating slightly weathered. Non-intact in places. (BEDROCK)	(NI)
107.00	97 (55) 49				+ +	(3.60)				
108.50	100 (47) 47			1452.56	+ +	108.50		108.00 - 112.00 Lugeon Test No.2		80 (200) 300
110.00	100 (28) 17				+ +					(NI) 80 (120)

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
29-07-16	14.00	105.50	22.00	105.50/78	Rock head at 100.5m	Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------

Project Nenskra HPP - Ground Investigation				BOREHOLE No BH-201a	
Job No PO 4100620139	Date Start 7/17/2016 Finish 7/29/2016	Ground Level (m) 1561.06	Co-Ordinates (WGS 84 UTM) 38N 288326.49 4777919.67		
Contractor Well3 Ltd, Georgia			Hole Type RC	Sheet 12 of 12	

RUN DETAILS				STRATA					Fracture Spacing/Instrument/Backfill	
Depth WL	TCR (SCR) RQD (%)	RFV (%)	Sample	Red'cd Level	Legend	Depth (Thick- ness)	DESCRIPTION			
							SPT (Casing)(Water)	Detail	Main	
112.00	97 (25) 13			1449.06		(3.50)			Medium weak to strong fresh & slightly weathered dark grey grey white dappled & streaked light grey coarse grained CRYSTALLINE SCHIST (hydrothermal alteration). Joints: 30 45 & 70° occasionally sub-horizontal closely & medium spaced rough planar & undulating slightly weathered. Non-intact in places. (BEDROCK) (continued)	150 (ND) 70 (130) 200
									End of Hole at 112m.	

Daily Progress and Water Observations						GENERAL REMARKS
Date	Time	Borehole Depth	Water Level	Casing Depth/diam.	Remarks	
29-07-16	17.00	112.00	-	112.00/78	End of Hole.	Borehole advanced through colluvial granular soils down to 100.5m and then into competent & fractured metamorphic & igneous rock using continuous rotary coring techniques to 112m. PQ size core barrel (ID:114mm) was used down to 42m; HQ size (ID:89mm) down to end of hole. PQ csg (ID:103mm) was set at 42m; HQ csg (ID:78mm) was set at the end of hole. 10 x Lefranc, 1 x Horslev & 2 x Lugeon tests were carried out. RFV = Flush (none noted); TCR = Total Core Recovery; SCR = Solid Core Recovery; RQD = Rock Quality Designation. Fracture Spacing column refers to: Minimum (Average) Maximum. NI = Non-Intact. Note: Sand / clay possibly derived from the refluxed material from the hole during drilling.

All dimensions in metres Scale 1:62.5	Client Salini Impregilo, Georgia	Method/ Plant Used Mustang 4-F4	Logged By Levan Ivanidze
--	-------------------------------------	---------------------------------------	-----------------------------



Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Nenskra HPP

Boreholes rock cores

Discontinuities description

Date: 30.07.2016	Weather: -	Location: Nakra	E: 0288334	N: 4777920	Elevation: 1562 m	Borehole n°: 201A
------------------	------------	-----------------	------------	------------	-------------------	-------------------

Depth (m)	Length of Run (m)	RQD (%)	TCR (%)	Type	Qty	Dipping (degrees)	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water	Comments	
101	102.5	1.47	71	98	2	1	26	2	4	6	2	3	1	2	3	silts
					2	1	13	2	4	6	2	2	1	2	3	Silts-sands
102.5	104	1.47	89	98	2	1	25	2	4	6	2	2	1	2	2	Silts-clays
104	105.5	1.5	69	100	2	1	60	1	4	7	2	3	1	1	2	chlorite
					2	1	75	1	4	7	2	3	1	2	2	chlorite
105.5	107	1.46	49	97	2	1	25	1	4	1	-	3	1	2	2	
					2	1	75	2	4	7	2	2	1	2	2	chlorite
					2	1	45	2	4	7	2	3	1	2	2	chlorite
107	108.5	1.5	47	100	2	1	75	1	3	7	2	2	1	1	2	chlorite
					2	1	35	1	4	7	2	2	1	2	2	chlorite
					2	2	88,88	1	3	7	2	3	1	1	2	chlorite
					2	1	57	1	4	7	2	1	1	1	2	chlorite
					2	1	32	1	4	1	-	2	1	1	2	
108.5	110	1.5	17	100	2	1	44	2	4	6	2	2	1	2	3	Silts-clays
					2	1	75	2	4	7	2	3	1	1	3	chlorite
					2	1	62	2	4	7	2	3	1	1	3	chlorite
					2	2	56,44	2	4	7	2	2	1	2	3	chlorite
					2	1	60	2	4	7	2	2	1	2	3	chlorite
					2	1	30	2	4	7	2	2	1	2	3	chlorite
110	112	1.95	13	97	2	1	88	2	4	7	2	2	1	1	2	chlorite
					2	1	83	3	4	7	2	2	1	1	2	chlorite
					2	1	52	1	3	7	2	2	1	2	2	chlorite
					2	1	81	2	4	7	2	2	1	1	2	chlorite
					2	1	66	2	4	7	2	2	1	2	2	chlorite

*Intervals of intensively fractured zones, ** Intervals of slightly fractured zones

Key:

Type	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water
0. Fault zone	1. Unweathered	1. None	1. Clean	1. Clean	1. Very Rough	1. Stepped	1. Very close spacing (<60 mm)	1. Completely dry
1. Fault	2. Slightly weathered	2. Very Tight (≤0.1 mm)	2. Surface staining	2. Very thin (≤1 mm)	2. Rough	2. Undulating	2. Close spacing (60-200 mm)	2. Damp
2. Joint	3. Moderately weathered	3. Tight (0.1 to 1 mm)	3. Non-cohesive	3. Moderately thin (1 to 3 mm)	3. Slightly rough	3. Planar	3. Moderate spacing (0.2-0.6 m)	3. Wet (presence of seepage)
3. Cleavage	4. Highly weathered	4. Open (1 to 5 mm)	4. Inactive clay	4. Thin (3 to 10 mm)	4. Smooth	4. Wide spacing (0.6-2 m)	4. Flowing (filling washed out)	
4. Schistosity	5. Decomposed	5. Very Open (>5 mm)	5. Swelling clay	5. Moderately thick (10 to 30 mm)	5. Polished	5. Very wide spacing (>2 m)		
5. Shear			6. Cemented	6. Thick (≥30 mm)	6. Slickensided			
6. Fissure			7. Chlorite, talc or gypsum					
7. Tension crack			8. Calcite					
8. Foliation			9. Iron Oxide					
9. Bedding			10. Other					

Depth (m)	Length of Run (m)	RQD (%)	TCR (%)	Type	Qty	Dipping (degrees)	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water	Comments	
					2	1	68	2	4	7	2	3	1	2	3	chlorite
					2	1	60	1	4	7	2	3	1	2	2	chlorite

*Intervals of intensively fractured zones, ** Intervals of slightly fractured zones

Key:

Type	Weathering	Aperture	Infilling	Infilling thickness	Roughness	Surface shape	Spacing	Water
0. Fault zone	1. Unweathered	1. None	1. Clean	1. Clean	1. Very Rough	1. Stepped	1. Very close spacing (<60 mm)	1. Completely dry
1. Fault	2. Slightly weathered	2. Very Tight (≤0.1 mm)	2. Surface staining	2. Very thin (≤1 mm)	2. Rough	2. Undulating	2. Close spacing (60-200 mm)	2. Damp
2. Joint	3. Moderately weathered	3. Tight (0.1 to 1 mm)	3. Non-cohesive	3. Moderately thin (1 to 3 mm)	3. Slightly rough	3. Planar	3. Moderate spacing (0.2-0.6 m)	3. Wet (presence of seepage)
3. Cleavage	4. Highly weathered	4. Open (1 to 5 mm)	4. Inactive clay	4. Thin (3 to 10 mm)	4. Smooth	4. Wide spacing (0.6-2 m)	4. Flowing (filling washed out)	
4. Schistosity	5. Decomposed	5. Very Open (>5 mm)	5. Swelling clay	5. Moderately thick (10 to 30 mm)	5. Polished	5. Very wide spacing (>2 m)		
5. Shear			6. Cemented	6. Thick (≥30 mm)	6. Slickensided			
6. Fissure			7. Chlorite, talc or gypsum					
7. Tension crack			8. Calcite					
8. Foliation			9. Iron Oxide					
9. Bedding			10. Other					

დანართი 2 - შეღწევადობის ტესტები

ჭაბურღილი
BH-101



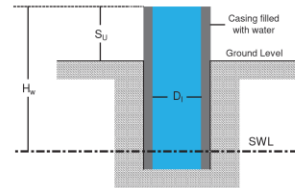
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 8.06.2016
BH No. BH-101
Operator Levan Ivanidze
Test No. 1

SWL (mbgl) 7.00
S_u (m) 0.60
H_w (m) 7.60
D_i (m) 0.103
F 0.2833

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

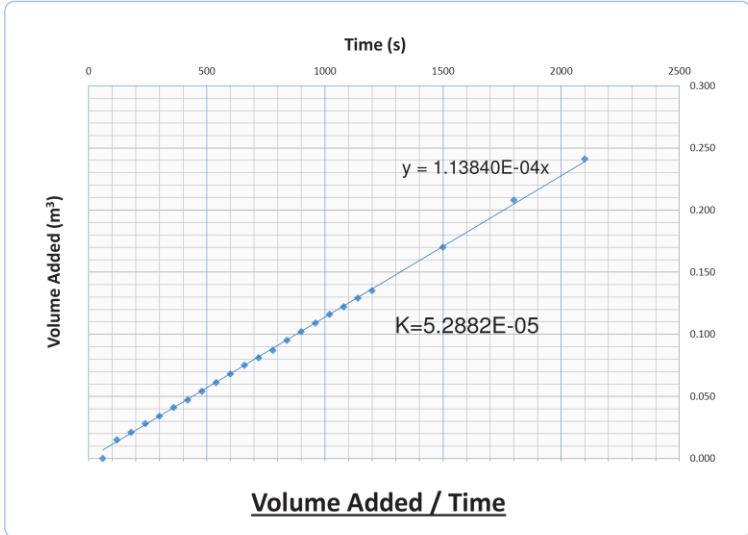
$$F=2.75xD_i$$

$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

$$K=Q/(FxH_w)$$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.009	1.5000E-04	2.6478E-04
120	0.01500	1.2500E-04	5.8067E-05
180	0.02100	1.1667E-04	5.4196E-05
240	0.02800	1.1667E-04	5.4196E-05
300	0.03400	1.1333E-04	5.2647E-05
360	0.04100	1.1389E-04	5.2905E-05
420	0.04700	1.1190E-04	5.1983E-05
480	0.05400	1.1250E-04	5.2260E-05
540	0.06100	1.1295E-04	5.2475E-05
600	0.06800	1.1333E-04	5.2647E-05
660	0.07500	1.1364E-04	5.2788E-05
720	0.08100	1.1250E-04	5.2260E-05
780	0.08700	1.1154E-04	5.1813E-05
840	0.09500	1.1310E-04	5.2536E-05
900	0.10200	1.1333E-04	5.2647E-05
960	0.10900	1.1354E-04	5.2744E-05
1020	0.11600	1.1373E-04	5.2829E-05
1080	0.12200	1.1296E-04	5.2475E-05
1140	0.12900	1.1316E-04	5.2566E-05
1200	0.13500	1.1250E-04	5.2260E-05
1500	0.17000	1.1333E-04	5.2647E-05
1800	0.22800	1.1556E-04	5.3679E-05
2100	0.24100	1.1476E-04	5.3311E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.23906 1.1384E-04 5.2882E-05
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



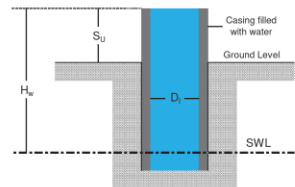
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 8.06.2016
BH No. BH-101
Operator Levan Ivanidze
Test No. 2

SWL (mbgl) 1.40
S_u (m) 0.60
H_w (m) 2.00
D_i (m) 0.103
F 0.2833

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

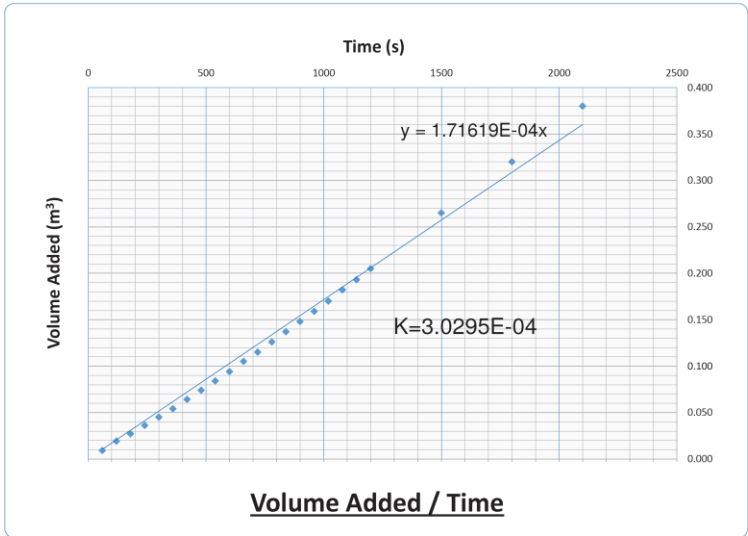
$$F=2.75xD_i$$

$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

$$K=Q/(FxH_w)$$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00900	1.5000E-04	2.6478E-04
120	0.01900	1.5833E-04	2.7949E-04
180	0.02700	1.5000E-04	2.6478E-04
240	0.03600	1.5000E-04	2.6478E-04
300	0.04500	1.5000E-04	2.6478E-04
360	0.05400	1.5000E-04	2.6478E-04
420	0.06400	1.5238E-04	2.6999E-04
480	0.07400	1.5417E-04	2.7214E-04
540	0.08400	1.5556E-04	2.7459E-04
600	0.09400	1.5677E-04	2.7655E-04
660	0.10500	1.5909E-04	2.8083E-04
720	0.11500	1.5972E-04	2.8195E-04
780	0.12600	1.6154E-04	2.8515E-04
840	0.13700	1.6310E-04	2.8790E-04
900	0.14800	1.6444E-04	2.9028E-04
960	0.15900	1.6563E-04	2.9237E-04
1020	0.17000	1.6677E-04	2.9420E-04
1080	0.18200	1.6852E-04	2.9747E-04
1140	0.19300	1.6930E-04	2.9885E-04
1200	0.20500	1.7083E-04	3.0156E-04
1500	0.26500	1.7667E-04	3.1186E-04
1800	0.32000	1.7778E-04	3.1382E-04
2100	0.38000	1.8095E-04	3.1942E-04

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.36040 1.7162E-04 3.0295E-04
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.





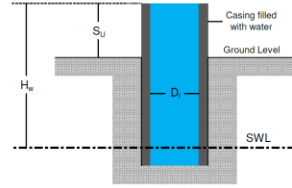
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 9.06.2016
BH No. BH-101
Operator Levan Ivanidze
Test No. 3

SWL (mbgl) 4.50
S_u (m) 0.60
H_w (m) 5.10
D_i (m) 0.103
F 0.2833

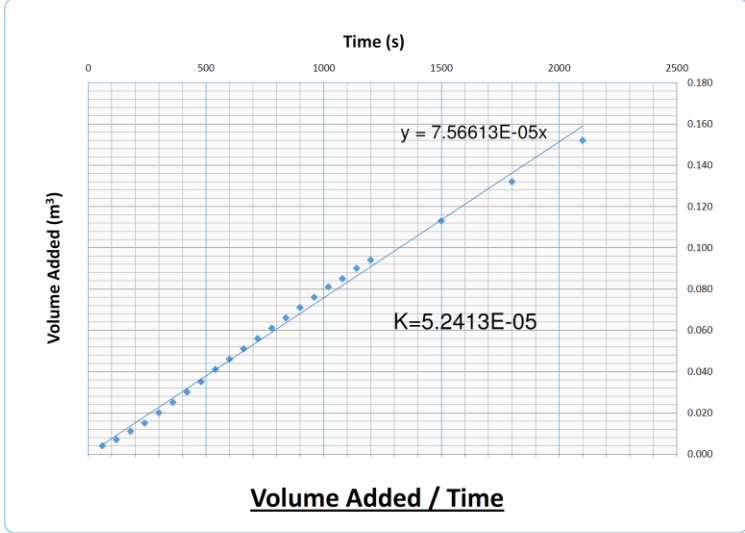
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up, Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

$$F = 2.75 \times D_i \quad Q = \text{volume added} / \text{time} \quad K = Q / (F \times H_w)$$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00400	6.6667E-05	4.6150E-05
120	0.00700	5.8333E-05	4.0381E-05
180	0.01100	6.1111E-05	4.2304E-05
240	0.01500	6.2500E-05	4.3265E-05
300	0.02000	6.6667E-05	4.6150E-05
360	0.02500	6.9444E-05	4.8073E-05
420	0.03000	7.1429E-05	4.9446E-05
480	0.03500	7.2917E-05	5.0476E-05
540	0.04100	7.5926E-05	5.2599E-05
600	0.04600	7.6667E-05	5.3072E-05
660	0.05100	7.7273E-05	5.3492E-05
720	0.05600	7.7778E-05	5.3841E-05
780	0.06100	7.8205E-05	5.4137E-05
840	0.06600	7.8571E-05	5.4391E-05
900	0.07100	7.8889E-05	5.4610E-05
960	0.07600	7.9167E-05	5.4803E-05
1020	0.08100	7.9412E-05	5.4972E-05
1080	0.08500	7.8704E-05	5.4482E-05
1140	0.09000	7.8947E-05	5.4651E-05
1200	0.09400	7.8333E-05	5.4226E-05
1500	0.11300	7.5333E-05	5.2149E-05
1800	0.13200	7.3333E-05	5.0765E-05
2100	0.15200	7.2381E-05	5.0105E-05



Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 | 0.15900 | 7.5714E-05 | 5.2413E-05
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



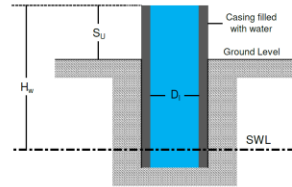
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 10.06.2016
BH No. BH-101
Operator Levan Ivanidze
Test No. 4

SWL (mbgl) 6.00
S_u (m) 0.60
H_w (m) 6.60
D_i (m) 0.078
F 0.2145

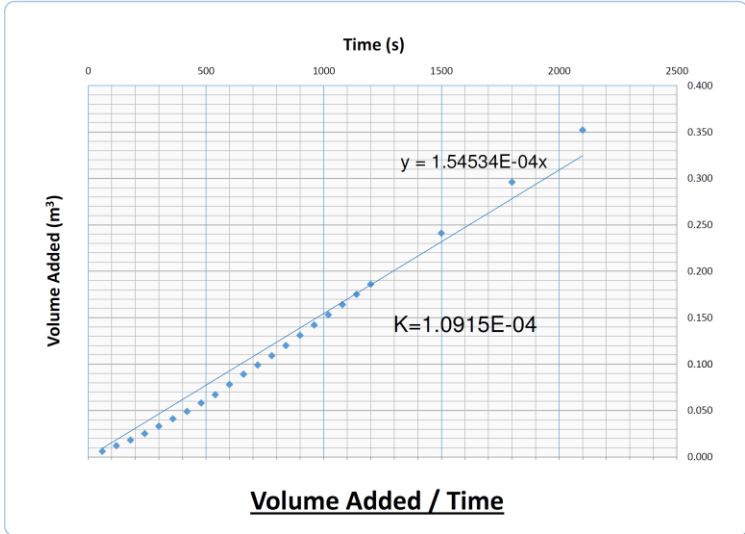
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up, Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

$$F = 2.75 \times D_i \quad Q = \text{volume added} / \text{time} \quad K = Q / (F \times H_w)$$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00600	1.0000E-04	7.0636E-05
120	0.01200	1.0000E-04	7.0636E-05
180	0.01800	1.0000E-04	7.0636E-05
240	0.02500	1.0417E-04	7.3580E-05
300	0.03300	1.1000E-04	7.7700E-05
360	0.04100	1.1389E-04	8.0447E-05
420	0.04900	1.1667E-04	8.2409E-05
480	0.05800	1.2083E-04	8.5352E-05
540	0.06700	1.2407E-04	8.7642E-05
600	0.07800	1.3000E-04	9.1827E-05
660	0.08900	1.3485E-04	9.5252E-05
720	0.09900	1.3750E-04	9.7125E-05
780	0.10900	1.3974E-04	9.8710E-05
840	0.12000	1.4286E-04	1.0091E-04
900	0.13100	1.4595E-04	1.0282E-04
960	0.14200	1.4792E-04	1.0448E-04
1020	0.15300	1.5000E-04	1.0595E-04
1080	0.16400	1.5185E-04	1.0726E-04
1140	0.17500	1.5351E-04	1.0843E-04
1200	0.18600	1.5500E-04	1.0949E-04
1500	0.24100	1.6067E-04	1.1349E-04
1800	0.29600	1.6444E-04	1.1616E-04
2100	0.35200	1.6762E-04	1.1840E-04



Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 | 0.32450 | 1.5453E-04 | 1.0915E-04
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



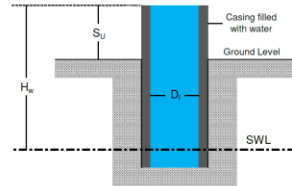
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0100
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 11.06.2016
BH No. BH-101
Operator Levan Ivanidze
Test No. 5

SWL (mbgl) 5.00
S_U (m) 1.00
H_w (m) 7.00
D_i (m) 0.078
Hole Depth (m) 25.00
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_U: Stick Up, Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

$$F = 2.75 \times D_i$$

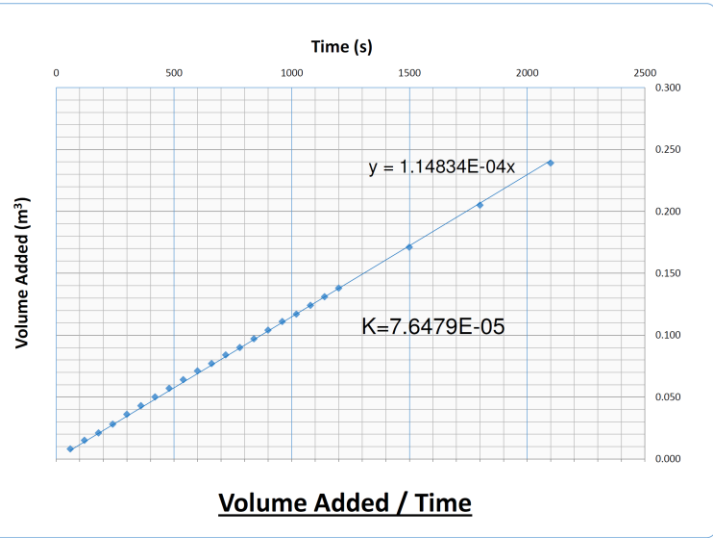
$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

$$K = Q / (F \times H_w)$$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00800	1.3333E-04	8.8800E-05
120	0.01500	1.2500E-04	8.3250E-05
180	0.02100	1.1667E-04	7.7700E-05
240	0.02800	1.1667E-04	7.7700E-05
300	0.03500	1.2000E-04	7.9920E-05
360	0.04300	1.1944E-04	7.9550E-05
420	0.05000	1.1905E-04	7.9286E-05
480	0.05700	1.1875E-04	7.9088E-05
540	0.06400	1.1852E-04	7.8933E-05
600	0.07100	1.1833E-04	7.8810E-05
660	0.07700	1.1667E-04	7.7700E-05
720	0.08400	1.1667E-04	7.7700E-05
780	0.09000	1.1538E-04	7.6846E-05
840	0.09700	1.1548E-04	7.6907E-05
900	0.10400	1.1556E-04	7.6960E-05
960	0.11100	1.1563E-04	7.7006E-05
1020	0.11700	1.1471E-04	7.6394E-05
1080	0.12400	1.1481E-04	7.6467E-05
1140	0.13100	1.1491E-04	7.6532E-05
1200	0.13800	1.1500E-04	7.6590E-05
1500	0.17100	1.1400E-04	7.5924E-05
1800	0.20500	1.1389E-04	7.5850E-05
2100	0.23900	1.1381E-04	7.5797E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.24115 1.1483E-04 7.6479E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



ჭაბურღილი
BH-102



Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0100
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 28/05/2016
BH No. BH-102
Operator Levan Ivanidze
Test No. 1

SWL (mbgl) 3.00
S_U (m) 0.60
H_w (m) 3.60
D_i (m) 0.103
Hole Depth (m) 8.00
F 0.2833

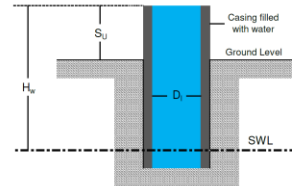
SWL: Static Water level
S_U: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor

Formula:

$$F = 2.75 \times D_i$$

Q = volume added / time

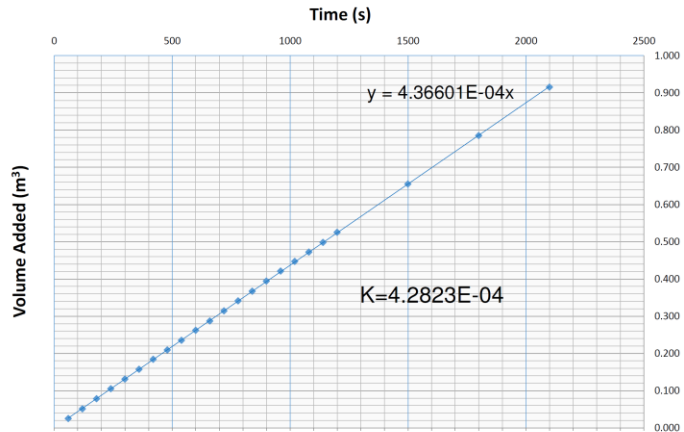
$$K = Q / (F \times H_w)$$



Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.02500	4.1667E-04	4.0862E-04
120	0.05100	4.2500E-04	4.1679E-04
180	0.07800	4.3333E-04	4.2496E-04
240	0.10500	4.3750E-04	4.2905E-04
300	0.13100	4.3667E-04	4.2823E-04
360	0.15700	4.3611E-04	4.2769E-04
420	0.18400	4.3810E-04	4.2963E-04
480	0.20900	4.3542E-04	4.2700E-04
540	0.23500	4.3519E-04	4.2678E-04
600	0.26200	4.3667E-04	4.2823E-04
660	0.28700	4.3485E-04	4.2945E-04
720	0.31400	4.3611E-04	4.2769E-04
780	0.34100	4.3718E-04	4.2873E-04
840	0.36700	4.3690E-04	4.2846E-04
900	0.39400	4.3778E-04	4.2932E-04
960	0.42100	4.3854E-04	4.3007E-04
1020	0.44700	4.3824E-04	4.2977E-04
1080	0.47200	4.3704E-04	4.2859E-04
1140	0.49800	4.3684E-04	4.2840E-04
1200	0.52500	4.3750E-04	4.2905E-04
1500	0.65500	4.3667E-04	4.2823E-04
1800	0.78500	4.3611E-04	4.2769E-04
2100	0.91500	4.3571E-04	4.2730E-04

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.91700 4.3667E-04 4.2823E-04

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



Volume Added / Time



Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

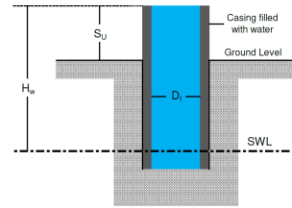
Falling Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 30/05/2016
BH No. BH-102
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 2

Hole Depth (m) 17.00
F 0.2833

SWL (mbgl) 6.50
S_U (m) 0.60
H_w (m) 7.10
D_i (m) 0.103
A (m²) 0.00833
T (sec) 2100

SWL: Static Water level
S_U: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
A: Internal Area of casing
T: Time when h₁/h₀ = 0.37
F: Intake Factor

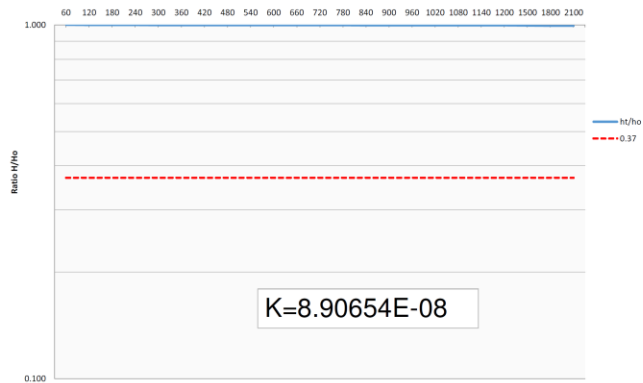


Formula:
Time Lag Method (Horslev) $F=2.75 \times D_i$
General Expression (Horslev) $k = \frac{A}{FT}$ $k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \log_e \frac{H_1}{H_2}$

Time (t) (sec)	Drop in WL (m)	Height of WL above SWL (h) (m)	h ₁ /h ₀
60	0.00100	7.100	1.000
120	0.00300	7.097	1.000
180	0.00700	7.093	0.999
240	0.01000	7.090	0.999
300	0.01200	7.088	0.998
360	0.01300	7.087	0.998
420	0.01400	7.086	0.998
480	0.01500	7.085	0.998
540	0.01600	7.084	0.998
600	0.01700	7.083	0.998
660	0.01800	7.082	0.997
720	0.01900	7.081	0.997
780	0.02000	7.080	0.997
840	0.02200	7.078	0.997
900	0.02400	7.076	0.997
960	0.02500	7.075	0.996
1020	0.02600	7.074	0.996
1080	0.02700	7.073	0.996
1140	0.02800	7.072	0.996
1200	0.02900	7.071	0.996
1500	0.03500	7.065	0.995
1800	0.04000	7.060	0.994
2100	0.04500	7.055	0.994

Horslev General Expression K = 8.90654E-08 m/sec
Horslev Time Lag Method K = #DIV/0! m/sec
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Readings measured from a tape measure and stopwatch. The Basic Time lag method is the most accurate method of measurement of permeability in variable head testing. The General Expression for permeability should be used if the test does not run long enough to reach the 0.37 h₁/h₀ line.

Ratio (h₁/h₀) to (t)



Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

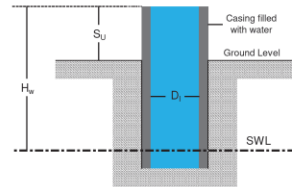
Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 2.06.2016
BH No. BH-102
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 3

Hole Depth (m) 26.00
F 0.2145

SWL (mbgl) 2.80
S_U (m) 0.70
H_w (m) 3.50
D_i (m) 0.078

SWL: Static Water level
S_U: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor

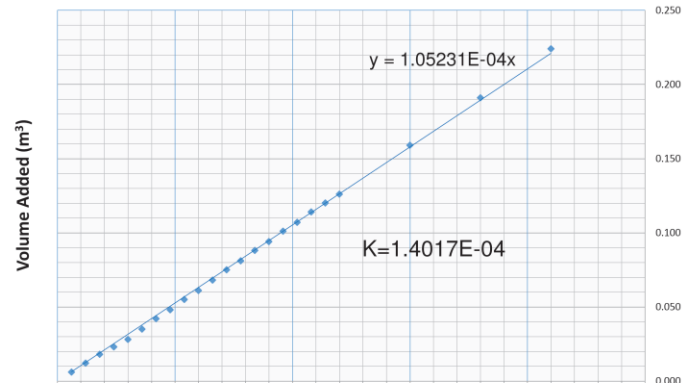


Formula:
 $F=2.75 \times D_i$ $Q = \text{volume added} / \text{time}$ $K = Q / (F \times H_w)$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00600	1.0000E-04	1.3320E-04
120	0.01200	1.0000E-04	1.3320E-04
180	0.01800	1.0000E-04	1.3320E-04
240	0.02300	9.5833E-05	1.2765E-04
300	0.02800	9.3333E-05	1.2432E-04
360	0.03500	9.7222E-05	1.2950E-04
420	0.04200	1.0000E-04	1.3320E-04
480	0.04800	1.0000E-04	1.3320E-04
540	0.05500	1.0185E-04	1.3567E-04
600	0.06100	1.0167E-04	1.3542E-04
660	0.06800	1.0303E-04	1.3724E-04
720	0.07500	1.0417E-04	1.3875E-04
780	0.08100	1.0385E-04	1.3832E-04
840	0.08800	1.0476E-04	1.3954E-04
900	0.09400	1.0444E-04	1.3912E-04
960	0.10100	1.0521E-04	1.4014E-04
1020	0.10700	1.0490E-04	1.3973E-04
1080	0.11400	1.0556E-04	1.4060E-04
1140	0.12000	1.0526E-04	1.4021E-04
1200	0.12600	1.0500E-04	1.3986E-04
1500	0.15900	1.0600E-04	1.4119E-04
1800	0.19100	1.0611E-04	1.4134E-04
2100	0.22400	1.0667E-04	1.4208E-04

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.22999 1.0523E-04 1.4017E-04
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.

Time (s)



Volume Added / Time

ჭაბურღილი

BH-201



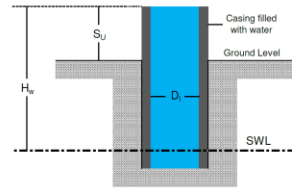
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 17.06.2016
BH No. BH-201
Operator Levan Ivanidze
Test No. 1

SWL (mbgl) 7.50
S_u (m) 0.60
H_w (m) 8.10
D_i (m) 0.103
F 0.2833

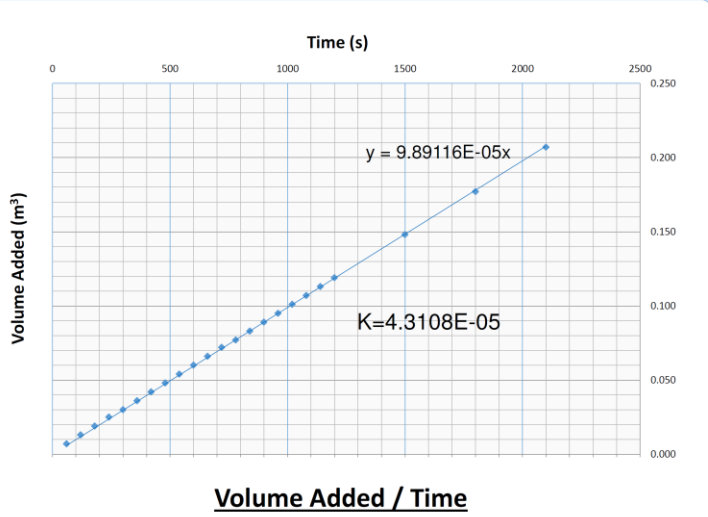
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:
 $F=2.75 \times D_i$ $Q = \text{volume added} / \text{time}$ $K=Q/(F \times H_w)$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00700	1.1667E-04	5.0850E-05
120	0.01300	1.0833E-04	4.7215E-05
180	0.01900	1.0556E-04	4.6007E-05
240	0.02500	1.0417E-04	4.5402E-05
300	0.03000	1.0000E-04	4.3586E-05
360	0.03600	1.0000E-04	4.3586E-05
420	0.04200	1.0000E-04	4.3586E-05
480	0.04800	1.0000E-04	4.3586E-05
540	0.05400	1.0000E-04	4.3586E-05
600	0.06000	1.0000E-04	4.3586E-05
660	0.06600	1.0000E-04	4.3586E-05
720	0.07200	1.0000E-04	4.3586E-05
780	0.07700	9.8718E-05	4.3027E-05
840	0.08300	9.8810E-05	4.3067E-05
900	0.08900	9.8899E-05	4.3102E-05
960	0.09500	9.8958E-05	4.3119E-05
1020	0.10100	9.9202E-05	4.3155E-05
1080	0.10700	9.9074E-05	4.3182E-05
1140	0.11300	9.9123E-05	4.3203E-05
1200	0.11900	9.9167E-05	4.3223E-05
1500	0.14800	9.8667E-05	4.3005E-05
1800	0.17700	9.8333E-05	4.2859E-05
2100	0.20700	9.8571E-05	4.2963E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
 2100 0.20700 9.8905E-05 4.3108E-05
 Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



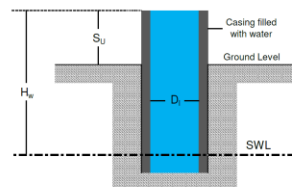
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 18.06.2016
BH No. BH-201
Operator Levan Ivanidze
Test No. 2

SWL (mbgl) 9.00
S_u (m) 0.60
H_w (m) 9.60
D_i (m) 0.103
F 0.2833

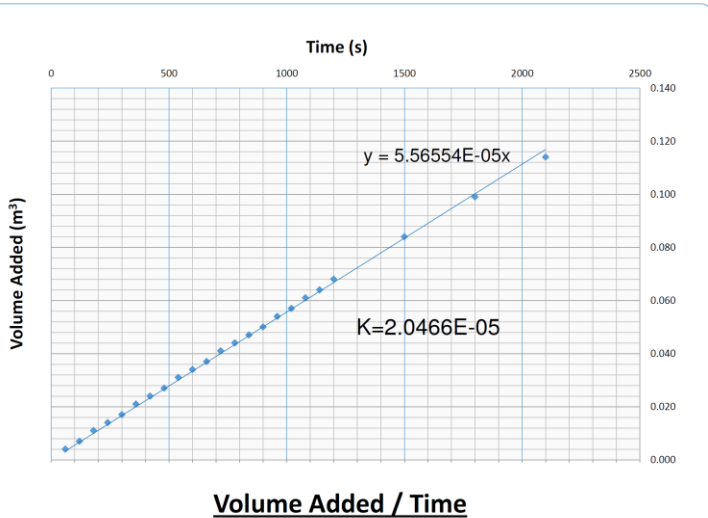
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:
 $F=2.75 \times D_i$ $Q = \text{volume added} / \text{time}$ $K=Q/(F \times H_w)$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00400	6.6667E-05	2.4517E-05
120	0.00700	5.8333E-05	2.1452E-05
180	0.01100	6.1111E-05	2.2474E-05
240	0.01400	5.8333E-05	2.1452E-05
300	0.01700	5.6667E-05	2.0839E-05
360	0.02100	5.8333E-05	2.1452E-05
420	0.02400	5.7143E-05	2.1015E-05
480	0.02700	5.6250E-05	2.0686E-05
540	0.03100	5.7407E-05	2.1112E-05
600	0.03400	5.6667E-05	2.0839E-05
660	0.03700	5.6011E-05	2.0617E-05
720	0.04100	5.6944E-05	2.0942E-05
780	0.04400	5.6410E-05	2.0745E-05
840	0.04700	5.5952E-05	2.0577E-05
900	0.05000	5.5556E-05	2.0431E-05
960	0.05400	5.6250E-05	2.0686E-05
1020	0.05700	5.5882E-05	2.0551E-05
1080	0.06100	5.6481E-05	2.0771E-05
1140	0.06400	5.6140E-05	2.0646E-05
1200	0.06800	5.6667E-05	2.0839E-05
1500	0.08400	5.6000E-05	2.0594E-05
1800	0.09900	5.5000E-05	2.0227E-05
2100	0.11400	5.4286E-05	1.9964E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
 2100 0.11687 5.5652E-05 2.0466E-05
 Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.





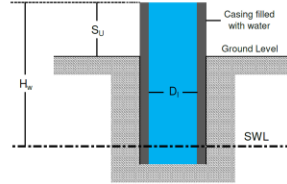
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 26.06.2016
BH No. BH-201
Operator Levan Ivanidze
Test No. 3

SWL (mbgl) 9.00
S_u (m) 0.50
H_w (m) 9.50
D_i (m) 0.078
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_u: Slick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

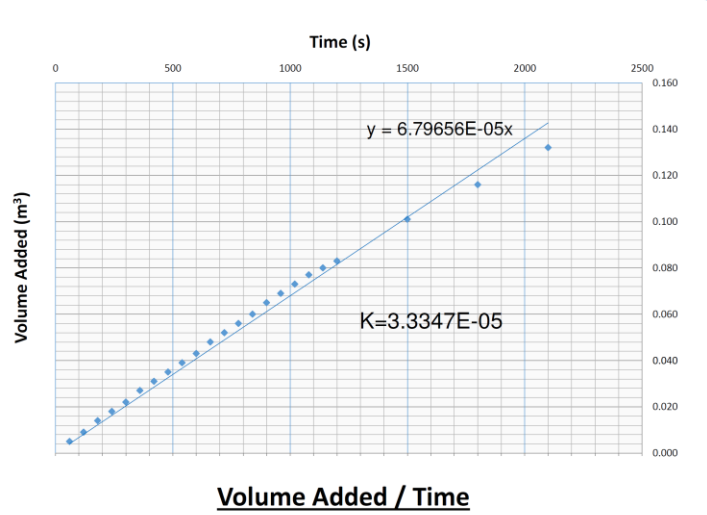
$$F = 2.75 \times D_i$$

$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

$$K = Q / (F \times H_w)$$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00500	8.3333E-05	4.0895E-05
120	0.00900	7.5000E-05	3.6805E-05
180	0.01400	7.7778E-05	3.8168E-05
240	0.01900	7.9000E-05	3.6805E-05
300	0.02200	7.3333E-05	3.5987E-05
360	0.02700	7.5000E-05	3.6805E-05
420	0.03100	7.3810E-05	3.6221E-05
480	0.03500	7.2917E-05	3.5783E-05
540	0.03900	7.2222E-05	3.5442E-05
600	0.04300	7.1667E-05	3.5170E-05
660	0.04800	7.2727E-05	3.5890E-05
720	0.05200	7.2222E-05	3.5442E-05
780	0.05600	7.1795E-05	3.5232E-05
840	0.06000	7.1429E-05	3.5053E-05
900	0.06500	7.2222E-05	3.5442E-05
960	0.06900	7.1875E-05	3.5272E-05
1020	0.07300	7.1569E-05	3.5121E-05
1080	0.07700	7.1296E-05	3.4988E-05
1140	0.08000	7.0175E-05	3.4438E-05
1200	0.08300	6.9167E-05	3.3943E-05
1500	0.10100	6.7333E-05	3.3043E-05
1800	0.11600	6.4444E-05	3.1625E-05
2100	0.13200	6.2857E-05	3.0846E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.14270 6.7952E-05 3.3347E-05
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



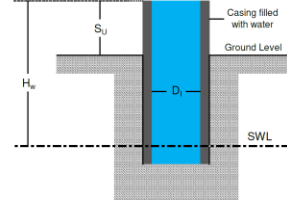
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Falling Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 27.06.2016
BH No. BH-201
Operator levan ivanidze
Test No. 4

SWL (mbgl) 8.70
S_u (m) 0.50
H_w (m) 9.20
D_i (m) 0.078
A (m²) 0.00478
T (sec)

SWL: Static Water level
S_u: Slick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
A: Internal Area of casing
T: Time when h₁/h₀ = 0.37
F: Intake Factor



Formula:

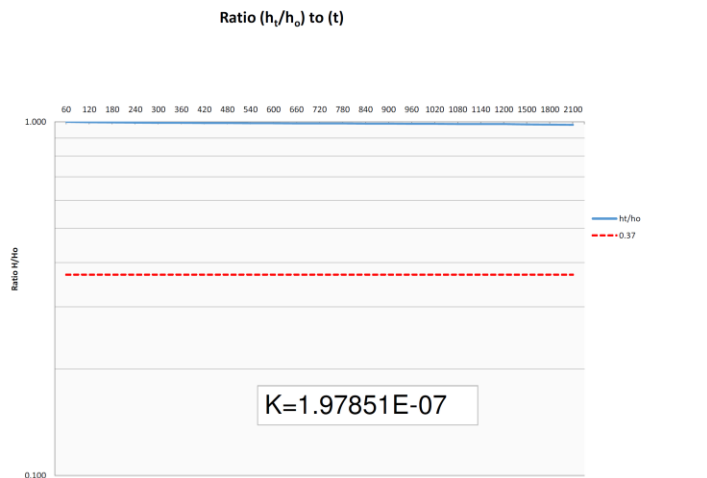
$$F = 2.75 \times D_i$$

$$k = \frac{A}{FT}$$

$$k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \log_{10} \frac{H_1}{H_2}$$

Time (t) (sec)	Drop in WL (m)	Height of WL above SWL (h) (m)	h ₁ /h ₀
60	0.01800	9.200	1.000
120	0.02500	9.175	0.997
180	0.03500	9.165	0.996
240	0.04500	9.155	0.995
300	0.05500	9.145	0.994
360	0.06000	9.140	0.993
420	0.06500	9.135	0.993
480	0.07000	9.130	0.992
540	0.07500	9.125	0.992
600	0.08000	9.120	0.991
660	0.08500	9.115	0.991
720	0.09000	9.110	0.990
780	0.09500	9.105	0.990
840	0.10000	9.100	0.989
900	0.10500	9.095	0.989
960	0.11000	9.090	0.988
1020	0.11500	9.085	0.988
1080	0.12000	9.080	0.987
1140	0.12500	9.075	0.986
1200	0.13000	9.070	0.986
1500	0.14500	9.055	0.984
1800	0.15500	9.045	0.983
2100	0.17000	9.030	0.982

Horslev General Expression K= 1.97851E-07 m/sec
Horslev Time Lag Method K= #DIV/0! m/sec
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Readings measured from a tape measure and stopwatch. The Basic Time lag method is the most accurate method of measurement of permeability in variable head testing. The General Expression for permeability should be used if the test does not run long enough to reach the 0.37 h₁/h₀ line.





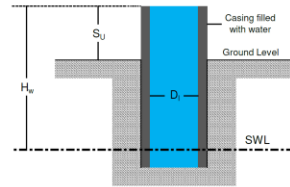
Well 3 Ltd
31 Makushvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 28.06.2016
BH No. BH-201
Operator Levan Ivanidze
Test No. 5

SWL (mbgl) 16.50
S_u (m) 0.50
H_w (m) 17.00
D_i (m) 0.078
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_u: Slick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Formula:

$$F = 2.75 \times D_i$$

$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

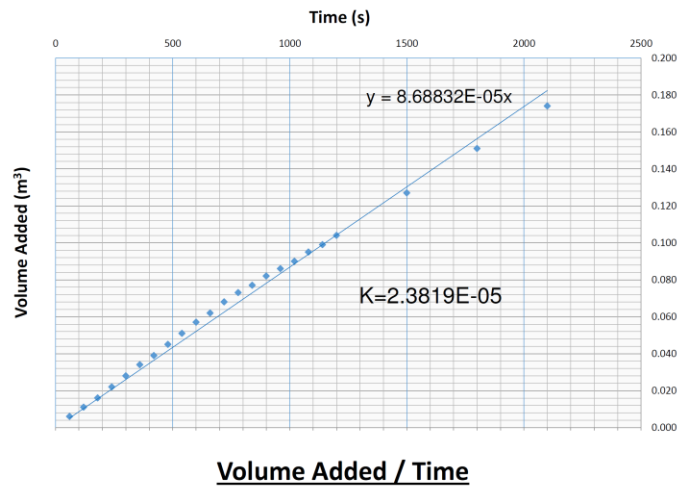
$$K = Q / (F \times H_w)$$

Hole Depth (m) 44.00

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00690	1.0000E-04	2.7424E-05
120	0.01100	9.1667E-05	2.5138E-05
180	0.01500	8.8889E-05	2.4376E-05
240	0.02200	9.1667E-05	2.5138E-05
300	0.02800	9.3333E-05	2.5595E-05
360	0.03400	9.4444E-05	2.5900E-05
420	0.03900	9.2857E-05	2.5465E-05
480	0.04500	9.3750E-05	2.5710E-05
540	0.05100	9.4444E-05	2.5900E-05
600	0.05700	9.5000E-05	2.6052E-05
660	0.06200	9.3939E-05	2.5762E-05
720	0.06800	9.4444E-05	2.5900E-05
780	0.07300	9.3590E-05	2.5666E-05
840	0.07700	9.1667E-05	2.5138E-05
900	0.08200	9.1111E-05	2.4986E-05
960	0.08600	8.9583E-05	2.4567E-05
1020	0.09000	8.8235E-05	2.4197E-05
1080	0.09500	8.7963E-05	2.4123E-05
1140	0.09900	8.6842E-05	2.3815E-05
1200	0.10400	8.6667E-05	2.3767E-05
1500	0.12700	8.4667E-05	2.3219E-05
1800	0.15100	8.3889E-05	2.3005E-05
2100	0.17400	8.2857E-05	2.2722E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.18240 8.6857E-05 2.3819E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



ჭაბურღილი
BH-201a



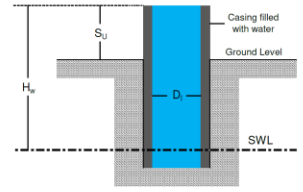
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 18.07.2016
BH No. BH-201A
Operator mariuta gheorghie
Test No. 1

SWL (mbgl) 7.50
S_u (m) 0.50
H_w (m) 8.00
D_i (m) 0.103
F 0.2833

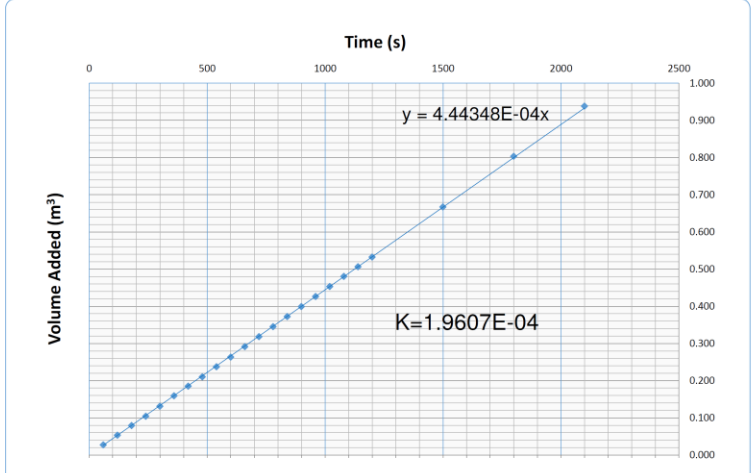
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



Hole Depth (m) 8.00

Formula:
 $F = 2.75 \times D_i$ $Q = \text{volume added} / \text{time}$ $K = Q / (F \times H_w)$

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.02700	4.5000E-04	1.9859E-04
120	0.05300	4.4167E-04	1.9491E-04
180	0.07900	4.3889E-04	1.9368E-04
240	0.10400	4.3333E-04	1.9123E-04
300	0.13100	4.3667E-04	1.9270E-04
360	0.15900	4.4167E-04	1.9491E-04
420	0.18500	4.4048E-04	1.9438E-04
480	0.21000	4.3750E-04	1.9307E-04
540	0.23700	4.3889E-04	1.9368E-04
600	0.26300	4.3833E-04	1.9344E-04
660	0.29100	4.4091E-04	1.9458E-04
720	0.31800	4.4167E-04	1.9491E-04
780	0.34500	4.4231E-04	1.9519E-04
840	0.37200	4.4286E-04	1.9544E-04
900	0.39900	4.4333E-04	1.9565E-04
960	0.42600	4.4375E-04	1.9583E-04
1020	0.45300	4.4412E-04	1.9599E-04
1080	0.48000	4.4444E-04	1.9614E-04
1140	0.50600	4.4386E-04	1.9588E-04
1200	0.53200	4.4333E-04	1.9565E-04
1500	0.66700	4.4467E-04	1.9623E-04
1800	0.80300	4.4611E-04	1.9687E-04
2100	0.93800	4.4667E-04	1.9712E-04



Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
 2100 | 0.93300 | 4.4428E-04 | 1.9607E-04
 Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.

Volume Added / Time



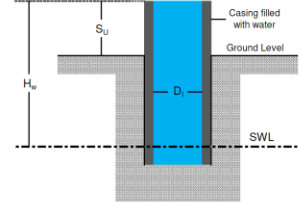
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Falling Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 19.07.2016
BH No. BH-201A
Operator mariuta gheorghie
Test No. 2

SWL (mbgl) 3.50
S_u (m) 0.50
H_w (m) 4.10
D_i (m) 0.103
A (m²) 0.00833
T (sec)

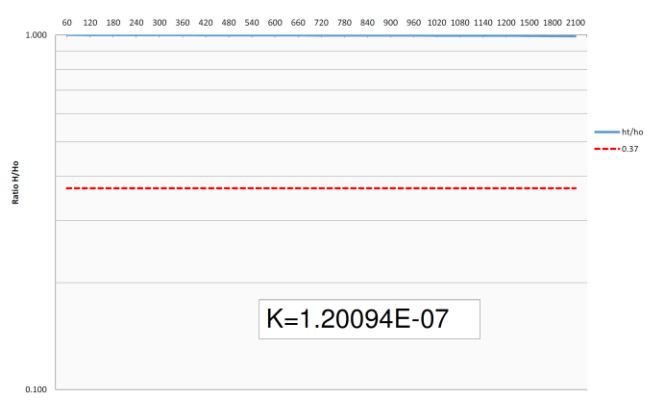
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
A: Internal Area of casing
T: Time when h₁/h₀ = 0.37
F: Intake Factor



Time (t) (sec)	Drop in WL (m)	Height of WL above SWL (h) (m)	h ₁ /h ₀
60	0.00100	4.100	1.000
120	0.00200	4.098	1.000
180	0.00300	4.097	0.999
240	0.00400	4.096	0.999
300	0.00500	4.095	0.999
360	0.00600	4.094	0.999
420	0.00700	4.093	0.998
480	0.00800	4.092	0.998
540	0.00900	4.091	0.998
600	0.01000	4.090	0.998
660	0.01100	4.089	0.997
720	0.01200	4.088	0.997
780	0.01300	4.087	0.997
840	0.01400	4.086	0.997
900	0.01500	4.085	0.996
960	0.01600	4.084	0.996
1020	0.01700	4.083	0.996
1080	0.01800	4.082	0.996
1140	0.01900	4.081	0.995
1200	0.02000	4.080	0.995
1500	0.02500	4.075	0.994
1800	0.03000	4.070	0.993
2100	0.03500	4.065	0.991

Formula:
 $F = 2.75 \times D_i$ $k = \frac{A}{FT}$ $k = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \log_{10} \frac{H_1}{H_2}$

Ratio (h₁/h₀) to (t)



Horslev General Expression K = 1.20094E-07 m/sec
 Horslev Time Lag Method K = #DIV/0! m/sec
 Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Readings measured from a tape measure and stopwatch. The Basic Time lag method is the most accurate method of measurement of permeability in variable head testing. The General Expression for permeability should be used if the test does not run long enough to reach the 0.37 h₁/h₀ line.

K=1.20094E-07



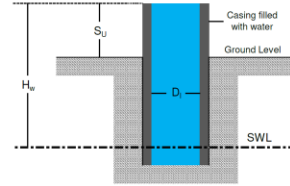
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 21.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 3

SWL (mbgl) 16.00
S_u (m) 1.60
H_w (m) 17.60
D_i (m) 0.103
F 0.2833

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



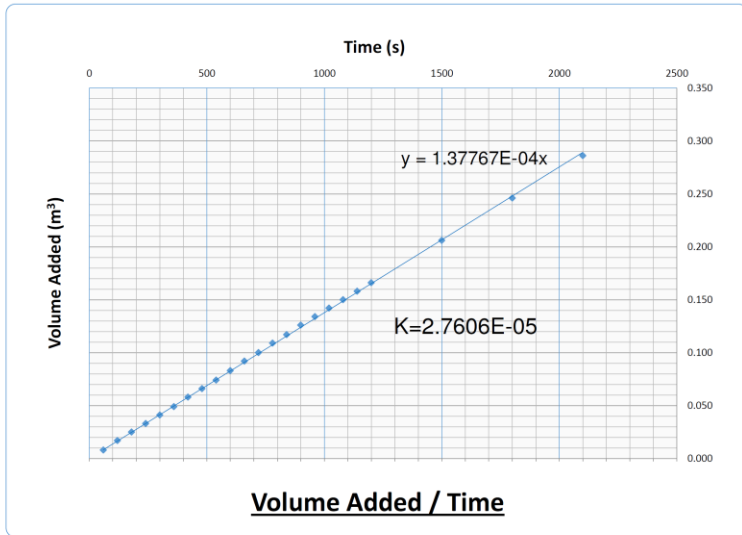
Formula:

$F = 2.75 \times D_i$	$Q = \text{volume added} / \text{time}$	$K = Q / (F \times H_w)$
-----------------------	---	--------------------------

Hole Depth (m) 26.00

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00800	1.3333E-04	2.6746E-05
120	0.01700	1.4167E-04	2.8417E-05
180	0.02500	1.3889E-04	2.7860E-05
240	0.03300	1.3750E-04	2.7582E-05
300	0.04100	1.3667E-04	2.7414E-05
360	0.04900	1.3611E-04	2.7303E-05
420	0.05800	1.3810E-04	2.7701E-05
480	0.06600	1.3750E-04	2.7582E-05
540	0.07400	1.3704E-04	2.7489E-05
600	0.08300	1.3833E-04	2.7749E-05
660	0.09200	1.3939E-04	2.7962E-05
720	0.10000	1.3889E-04	2.7860E-05
780	0.10900	1.3974E-04	2.8032E-05
840	0.11700	1.3929E-04	2.7940E-05
900	0.12500	1.4000E-04	2.8083E-05
960	0.13400	1.3958E-04	2.8000E-05
1020	0.14200	1.3922E-04	2.7926E-05
1080	0.15000	1.3889E-04	2.7860E-05
1140	0.15800	1.3860E-04	2.7802E-05
1200	0.16600	1.3833E-04	2.7749E-05
1500	0.20600	1.3733E-04	2.7548E-05
1800	0.24600	1.3667E-04	2.7414E-05
2100	0.28600	1.3619E-04	2.7319E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.28900 1.3762E-04 2.7606E-05
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



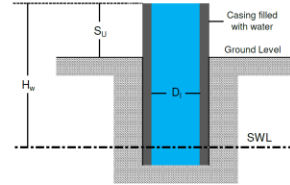
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 22.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 4

SWL (mbgl) 16.50
S_u (m) 0.50
H_w (m) 17.00
D_i (m) 0.103
F 0.2833

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



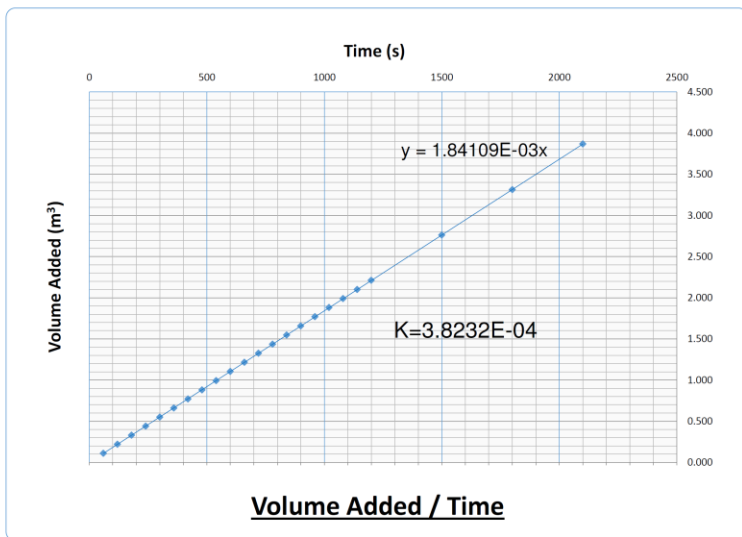
Formula:

$F = 2.75 \times D_i$	$Q = \text{volume added} / \text{time}$	$K = Q / (F \times H_w)$
-----------------------	---	--------------------------

Hole Depth (m) 35.00

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.11000	1.8333E-03	3.8073E-04
120	0.22000	1.8333E-03	3.8073E-04
180	0.33000	1.8333E-03	3.8073E-04
240	0.44000	1.8333E-03	3.8073E-04
300	0.55000	1.8333E-03	3.8073E-04
360	0.66000	1.8333E-03	3.8073E-04
420	0.77000	1.8333E-03	3.8073E-04
480	0.88000	1.8333E-03	3.8073E-04
540	0.99200	1.8370E-03	3.8150E-04
600	1.10300	1.8383E-03	3.8177E-04
660	1.21500	1.8409E-03	3.8231E-04
720	1.32500	1.8403E-03	3.8218E-04
780	1.43500	1.8397E-03	3.8207E-04
840	1.54600	1.8405E-03	3.8222E-04
900	1.65700	1.8411E-03	3.8235E-04
960	1.76900	1.8427E-03	3.8268E-04
1020	1.88000	1.8431E-03	3.8277E-04
1080	1.99000	1.8426E-03	3.8266E-04
1140	2.10000	1.8421E-03	3.8256E-04
1200	2.21100	1.8425E-03	3.8264E-04
1500	2.76100	1.8407E-03	3.8226E-04
1800	3.31300	1.8406E-03	3.8223E-04
2100	3.86800	1.8419E-03	3.8251E-04

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 3.86600 1.8410E-03 3.8232E-04
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.





Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 23.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 5

SWL (mbgl) 22.50
S_u (m) 0.40
H_w (m) 22.90
D_i (m) 0.078
Hole Depth (m) 44.00
F 0.2145

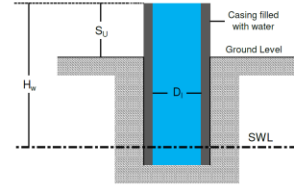
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor

Formula:

$$F = 2.75 \times D_i$$

$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

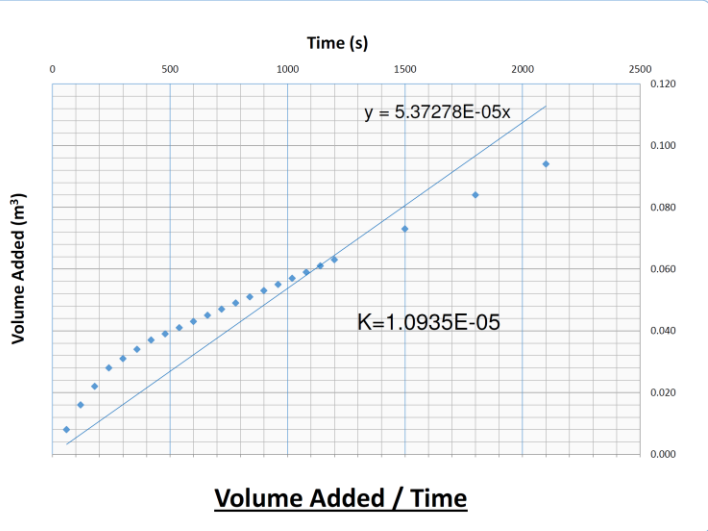
$$K = Q / (F \times H_w)$$



Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00900	1.3333E-04	2.7144E-05
120	0.01600	1.3333E-04	2.7144E-05
180	0.02200	1.2222E-04	2.4882E-05
240	0.02800	1.1667E-04	2.3751E-05
300	0.03100	1.0333E-04	2.1037E-05
360	0.03400	9.4444E-05	1.9227E-05
420	0.03700	8.8095E-05	1.7935E-05
480	0.03900	8.1250E-05	1.6541E-05
540	0.04100	7.5926E-05	1.5457E-05
600	0.04300	7.1667E-05	1.4590E-05
660	0.04500	6.8182E-05	1.3881E-05
720	0.04700	6.5278E-05	1.3289E-05
780	0.04900	6.2821E-05	1.2789E-05
840	0.05100	6.0714E-05	1.2360E-05
900	0.05300	5.8889E-05	1.1989E-05
960	0.05500	5.7292E-05	1.1663E-05
1020	0.05700	5.5882E-05	1.1377E-05
1080	0.05900	5.4630E-05	1.1122E-05
1140	0.06100	5.3509E-05	1.0893E-05
1200	0.06300	5.2500E-05	1.0688E-05
1500	0.07300	4.8667E-05	9.9978E-06
1800	0.08400	4.6667E-05	9.5004E-06
2100	0.09400	4.4762E-05	9.1127E-06

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.11280 5.3714E-05 1.0935E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 24.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 6

SWL (mbgl) 22.00
S_u (m) 0.40
H_w (m) 22.40
D_i (m) 0.078
Hole Depth (m) 53.00
F 0.2145

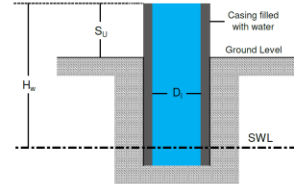
SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor

Formula:

$$F = 2.75 \times D_i$$

$$Q = \text{volume added} / \text{time}$$

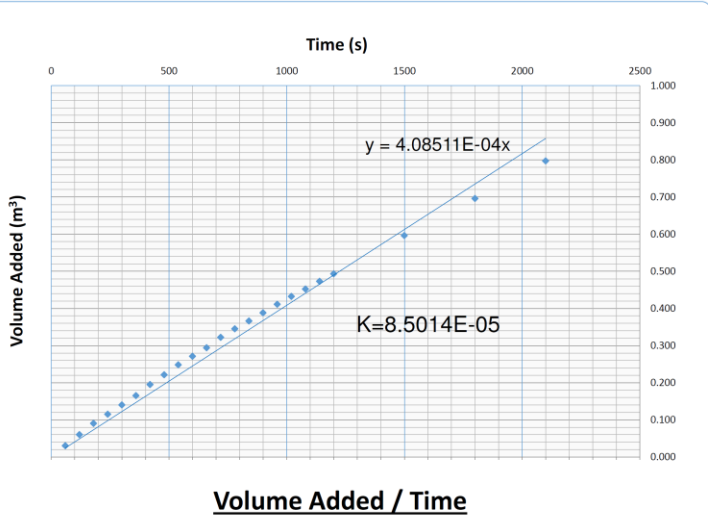
$$K = Q / (F \times H_w)$$



Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.03000	5.0000E-04	1.0406E-04
120	0.06000	5.0000E-04	1.0406E-04
180	0.09000	5.0000E-04	1.0406E-04
240	0.11500	4.7917E-04	9.9727E-05
300	0.14000	4.6667E-04	9.7125E-05
360	0.16500	4.5833E-04	9.5391E-05
420	0.18500	4.4296E-04	9.2630E-05
480	0.22100	4.6042E-04	9.5824E-05
540	0.24800	4.5926E-04	9.5583E-05
600	0.27100	4.5167E-04	9.4003E-05
660	0.29400	4.4545E-04	9.2710E-05
720	0.32200	4.4722E-04	9.3078E-05
780	0.34500	4.4231E-04	9.2055E-05
840	0.36600	4.3571E-04	9.0683E-05
900	0.38800	4.3111E-04	8.9725E-05
960	0.41100	4.2813E-04	8.9104E-05
1020	0.43200	4.2353E-04	8.8147E-05
1080	0.45200	4.1852E-04	8.7104E-05
1140	0.47300	4.1491E-04	8.6354E-05
1200	0.49300	4.1093E-04	8.5805E-05
1500	0.59600	3.9733E-04	8.2895E-05
1800	0.69600	3.8667E-04	8.0475E-05
2100	0.79700	3.7952E-04	7.8988E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.85780 4.0848E-04 8.5014E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.





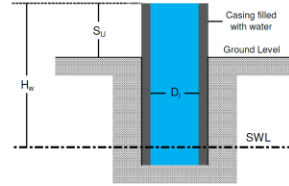
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 25.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 7

SWL (mbgl) 24.00
S_u (m) 0.60
H_w (m) 24.60
D_i (m) 0.078
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



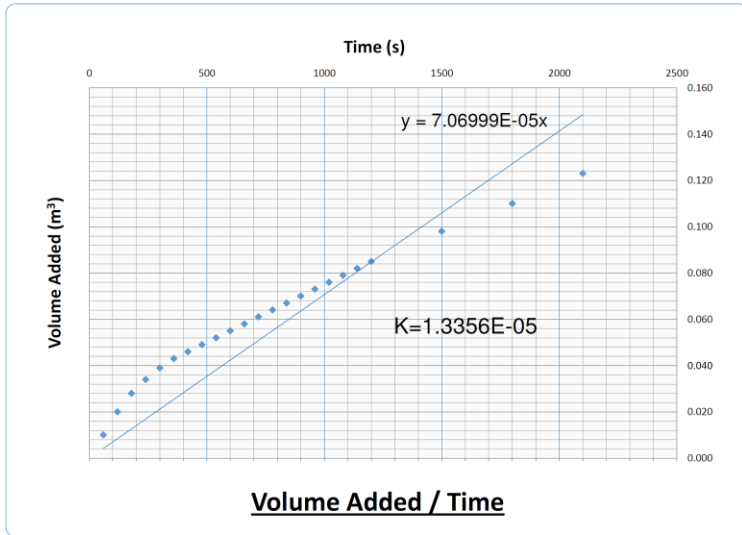
Formula:

$F=2.75x D_i$	$Q = \text{volume added} / \text{time}$	$K=Q/(F \times H_w)$
---------------	---	----------------------

Hole Depth (m) 62.00

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.01000	1.6667E-04	3.1585E-05
120	0.02000	1.6667E-04	3.1585E-05
180	0.02900	1.5556E-04	2.9480E-05
240	0.03400	1.4167E-04	2.6848E-05
300	0.03900	1.3000E-04	2.4637E-05
360	0.04300	1.1944E-04	2.2636E-05
420	0.04600	1.0952E-04	2.0756E-05
480	0.04900	1.0208E-04	1.9346E-05
540	0.05200	9.6296E-05	1.8249E-05
600	0.05500	9.1667E-05	1.7372E-05
660	0.05800	8.7797E-05	1.6654E-05
720	0.06100	8.4722E-05	1.6056E-05
780	0.06400	8.2051E-05	1.5550E-05
840	0.06700	7.9762E-05	1.5116E-05
900	0.07000	7.7778E-05	1.4740E-05
960	0.07300	7.6042E-05	1.4411E-05
1020	0.07600	7.4510E-05	1.4121E-05
1080	0.07900	7.3148E-05	1.3862E-05
1140	0.08200	7.1930E-05	1.3632E-05
1200	0.08500	7.0833E-05	1.3424E-05
1500	0.09800	6.5333E-05	1.2381E-05
1800	0.11000	6.1111E-05	1.1581E-05
2100	0.12300	5.8571E-05	1.1100E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.14800 7.0476E-05 1.3356E-05
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



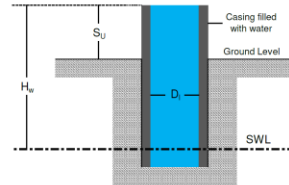
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 25.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 8

SWL (mbgl) 22.00
S_u (m) 0.50
H_w (m) 22.50
D_i (m) 0.078
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



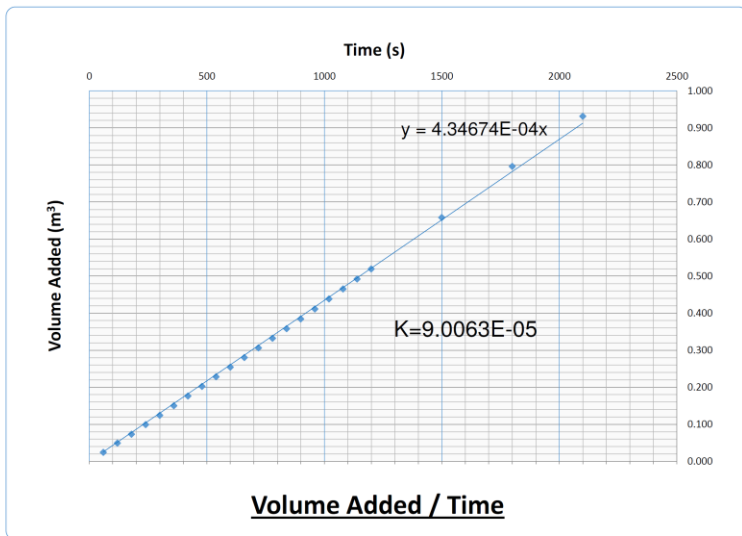
Formula:

$F=2.75x D_i$	$Q = \text{volume added} / \text{time}$	$K=Q/(F \times H_w)$
---------------	---	----------------------

Hole Depth (m) 71.00

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.02400	4.0000E-04	8.2880E-05
120	0.04900	4.0833E-04	8.4607E-05
180	0.07300	4.0556E-04	8.4031E-05
240	0.09900	4.1250E-04	8.5470E-05
300	0.12400	4.1333E-04	8.5643E-05
360	0.15000	4.1667E-04	8.6333E-05
420	0.17600	4.1905E-04	8.6827E-05
480	0.20200	4.2083E-04	8.7197E-05
540	0.22800	4.2222E-04	8.7485E-05
600	0.25400	4.2333E-04	8.7715E-05
660	0.28000	4.2424E-04	8.7903E-05
720	0.30600	4.2500E-04	8.8060E-05
780	0.33200	4.2564E-04	8.8193E-05
840	0.35800	4.2619E-04	8.8307E-05
900	0.38400	4.2667E-04	8.8405E-05
960	0.41100	4.2813E-04	8.8708E-05
1020	0.43800	4.2941E-04	8.8974E-05
1080	0.46500	4.3056E-04	8.9211E-05
1140	0.49200	4.3158E-04	8.9423E-05
1200	0.51900	4.3250E-04	8.9614E-05
1500	0.65800	4.3867E-04	9.0892E-05
1800	0.79600	4.4222E-04	9.1629E-05
2100	0.93100	4.4333E-04	9.1859E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.91290 4.3467E-04 9.0063E-05
Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.





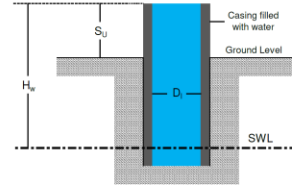
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 26.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 9

SWL (mbgl) 22.50
S_u (m) 0.40
H_w (m) 22.90
D_i (m) 0.078
Hole Depth (m) 80.00
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



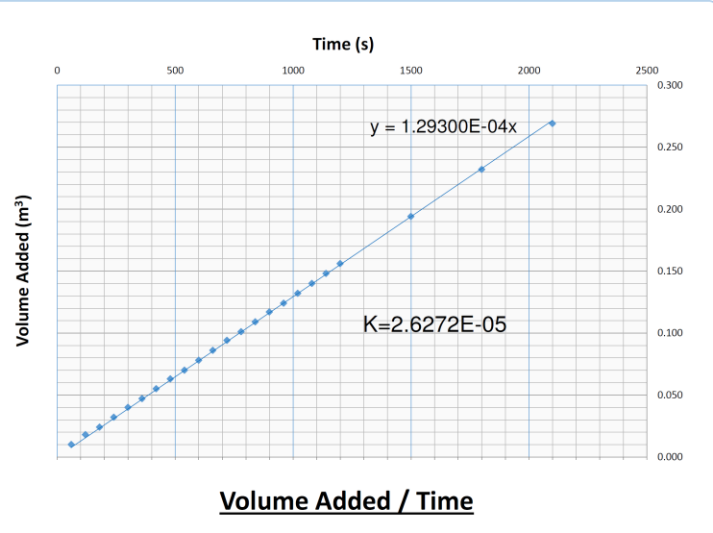
Formula:

$F=2.75xD_i$	$Q=$ volume added / time	$K=Q/(FxH_w)$
--------------	--------------------------	---------------

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.01000	1.6667E-04	3.3930E-05
120	0.01800	1.5000E-04	3.0837E-05
180	0.02400	1.3333E-04	2.7144E-05
240	0.03200	1.3333E-04	2.7144E-05
300	0.04000	1.3333E-04	2.7144E-05
360	0.04700	1.3056E-04	2.6579E-05
420	0.05500	1.3099E-04	2.6659E-05
480	0.06300	1.3125E-04	2.6720E-05
540	0.07000	1.2963E-04	2.6390E-05
600	0.07800	1.3000E-04	2.6466E-05
660	0.08600	1.3030E-04	2.6527E-05
720	0.09400	1.3056E-04	2.6579E-05
780	0.10100	1.2949E-04	2.6361E-05
840	0.10900	1.2976E-04	2.6417E-05
900	0.11700	1.3000E-04	2.6466E-05
960	0.12400	1.2917E-04	2.6296E-05
1020	0.13200	1.2941E-04	2.6346E-05
1080	0.14000	1.2963E-04	2.6390E-05
1140	0.14800	1.2982E-04	2.6430E-05
1200	0.15600	1.3000E-04	2.6466E-05
1500	0.19400	1.2933E-04	2.6330E-05
1800	0.23200	1.2889E-04	2.6239E-05
2100	0.26900	1.2810E-04	2.6078E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.27100 1.2905E-04 2.6272E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.



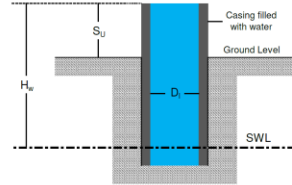
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 26.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 10

SWL (mbgl) 31.50
S_u (m) 0.50
H_w (m) 32.00
D_i (m) 0.078
Hole Depth (m) 89.00
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_u: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



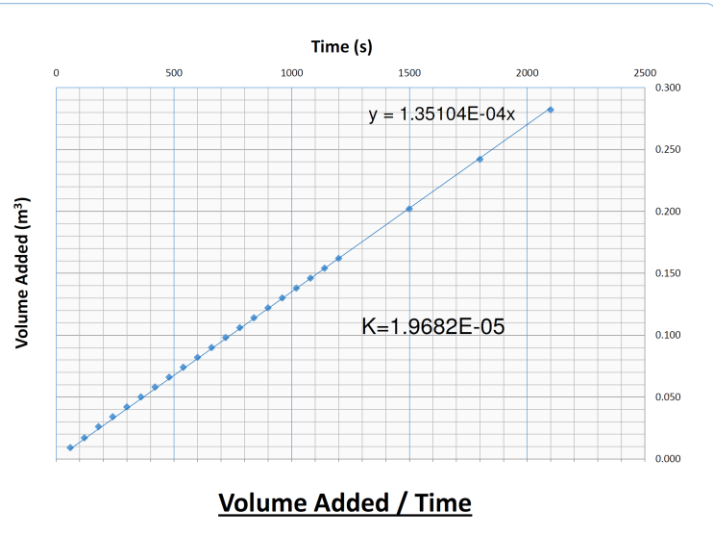
Formula:

$F=2.75xD_i$	$Q=$ volume added / time	$K=Q/(FxH_w)$
--------------	--------------------------	---------------

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00900	1.5000E-04	2.1853E-05
120	0.01700	1.4167E-04	2.0639E-05
180	0.02600	1.4444E-04	2.1044E-05
240	0.03400	1.4167E-04	2.0639E-05
300	0.04200	1.4000E-04	2.0396E-05
360	0.05000	1.3889E-04	2.0234E-05
420	0.05800	1.3910E-04	2.0119E-05
480	0.06600	1.3750E-04	2.0032E-05
540	0.07400	1.3704E-04	1.9965E-05
600	0.08200	1.3676E-04	1.9911E-05
660	0.09000	1.3636E-04	1.9866E-05
720	0.09800	1.3611E-04	1.9830E-05
780	0.10600	1.3590E-04	1.9799E-05
840	0.11400	1.3571E-04	1.9772E-05
900	0.12200	1.3565E-04	1.9749E-05
960	0.13000	1.3542E-04	1.9729E-05
1020	0.13800	1.3529E-04	1.9711E-05
1080	0.14600	1.3519E-04	1.9695E-05
1140	0.15400	1.3509E-04	1.9681E-05
1200	0.16200	1.3500E-04	1.9668E-05
1500	0.20200	1.3467E-04	1.9619E-05
1800	0.24200	1.3444E-04	1.9587E-05
2100	0.28200	1.3429E-04	1.9564E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.28370 1.3510E-04 1.9682E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an inseries analogue flow meter.





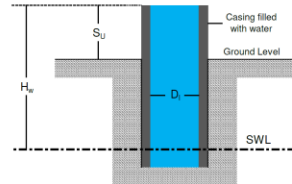
Well 3 Ltd
31 Makashvili Street
Tbilisi 0180
Georgia

Lefranc Constant Head Permeability Field Test Output

Project / Site Nakra HPP
Date 26.07.2016
BH No. BH-201A
Operator Ievan Ivanidze
Test No. 11

SWL (mbgl) 28.50
S_U (m) 0.40
H_w (m) 28.90
D_i (m) 0.078
F 0.2145

SWL: Static Water level
S_U: Stick Up. Length of pipe above ground
H_w: Head of water above water table (SWL)
D_i: Internal casing Diameter
F: Intake Factor



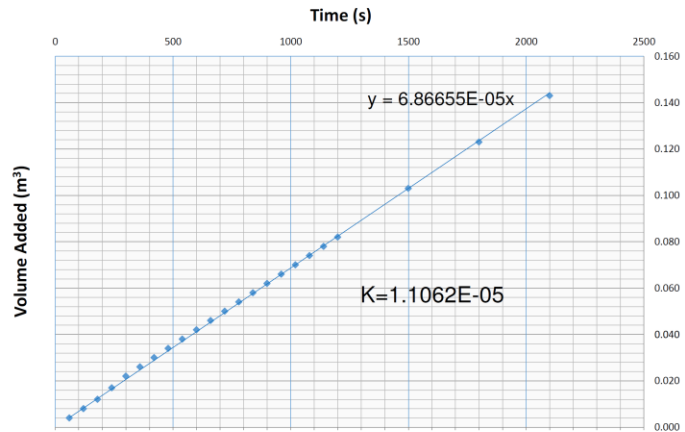
Formula:
 $F = 2.75 \times D_i$ $Q = \text{volume added} / \text{time}$ $K = Q / (F \times H_w)$

Hole Depth (m) 98.00

Time (sec)	Volume Added (m ³)	Rate of Water Flow Q (m ³ /s)	Permeability of Soil K (m/s)
60	0.00400	6.6667E-05	1.0754E-05
120	0.00800	6.6667E-05	1.0754E-05
180	0.01200	6.6667E-05	1.0754E-05
240	0.01700	7.0833E-05	1.1426E-05
300	0.02200	7.3333E-05	1.1830E-05
360	0.02600	7.2222E-05	1.1651E-05
420	0.03000	7.1429E-05	1.1523E-05
480	0.03400	7.0833E-05	1.1426E-05
540	0.03800	7.0370E-05	1.1352E-05
600	0.04200	7.0000E-05	1.1292E-05
660	0.04600	6.9697E-05	1.1243E-05
720	0.05000	6.9444E-05	1.1202E-05
780	0.05400	6.9231E-05	1.1168E-05
840	0.05800	6.9048E-05	1.1138E-05
900	0.06200	6.8889E-05	1.1113E-05
960	0.06600	6.8750E-05	1.1090E-05
1020	0.07000	6.8627E-05	1.1071E-05
1080	0.07400	6.8519E-05	1.1053E-05
1140	0.07800	6.8421E-05	1.1037E-05
1200	0.08200	6.8333E-05	1.1023E-05
1500	0.10300	6.8667E-05	1.1077E-05
1800	0.12300	6.8333E-05	1.1023E-05
2100	0.14300	6.8095E-05	1.0985E-05

Flow Calculated from the Trend Line Equation @ 2100secs
2100 0.14400 6.8571E-05 1.1062E-05

Note: water is added to bring the level to the rim of the casing stickup. All readings are in meters & seconds. Flow readings taken from an in-series analogue flow meter.

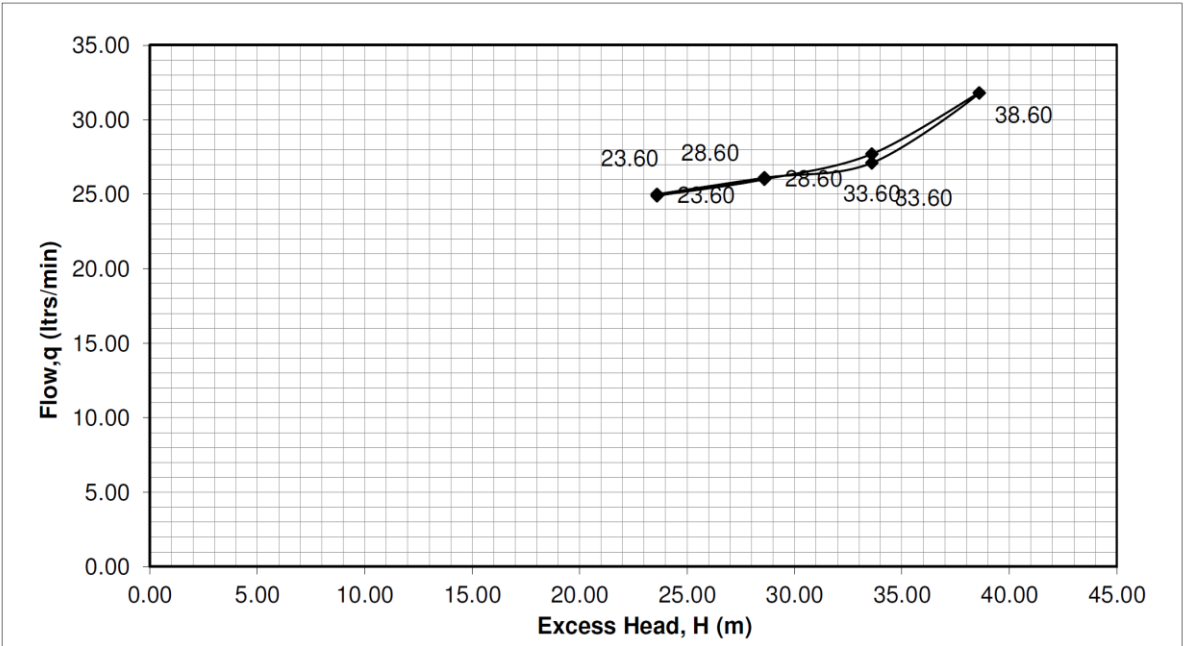


Volume Added / Time

დანართი 3 - ლუჟონის ტესტები

Project:	Nakra Hydroelectric Power Plant Project (Georgia). Lugeon Test Results	
BH No	BH-201	
Sheet	1/1	
Test No	1	
Date	15.07.2016	
Starting time	15:00	
Serial No of flow gauge	N/A	
Weather	san	
Length of casing above GL (m)	0.80	
Length of test section, l (m)	3.70	
Initial ground water level (m) (1)	12.70	
Gauge height above GL (2)	0.9	
Radius of borehole, r (m)	0.039	
Top of test section (m)	96.50	
Bottom of hole at time of test	100.20	

Stage	Flow q (ltrs/min)	Pressure gauge (bars)	Head of water (m)	Excess head, H (m)	Lugeon (ltrs/m/min)	Permeability K (m/s)
	(3)	(4)	(5)	(1)+(2)+(5)		
1	24.90	1.0	10	23.60	28.52	3.45E-06
2	26.00	1.5	15	28.60	24.57	2.97E-06
3	27.70	2.0	20	33.60	22.28	2.70E-06
4	31.80	2.5	25	38.60	22.27	2.69E-06
5	27.10	2.0	20	33.60	21.80	2.64E-06
6	26.10	1.5	15	28.60	24.66	2.98E-06
7	25.00	1.0	10	23.60	28.63	3.46E-06



Remarks

Equation for lugeon: $L = (100/l) * (q/h)$

- l = Length of test section
- q/h = Slope of graph

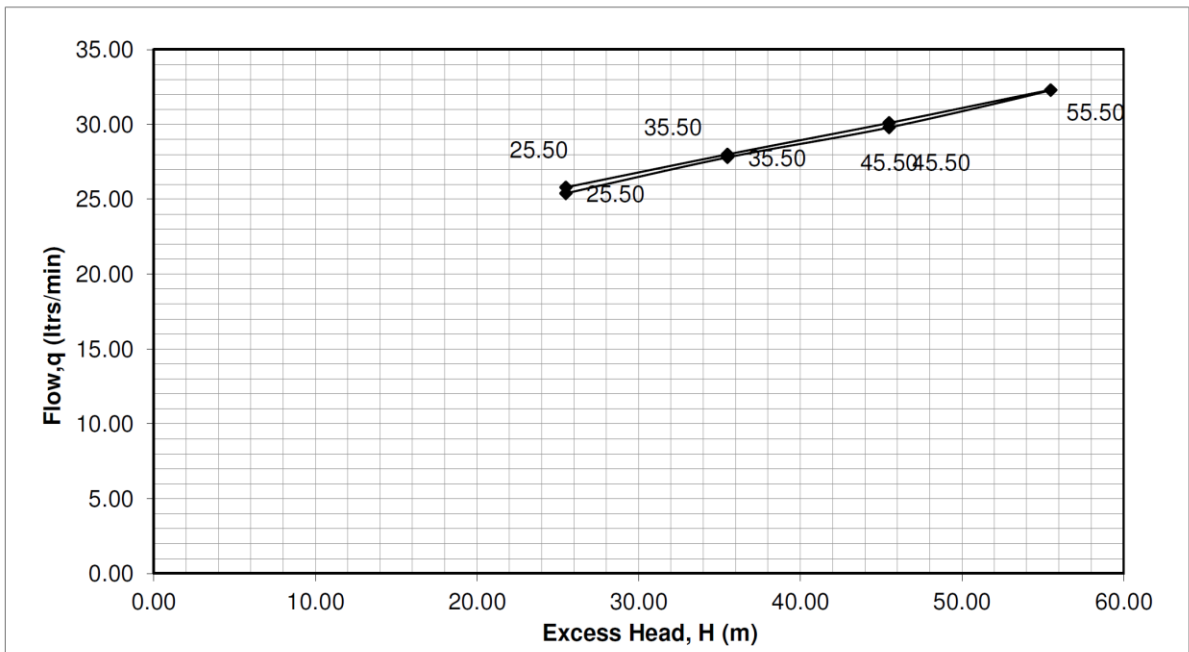
Equation for Permeability: $K = (q/2 * 3,1417 * H * L) * LN(L/r)$

- q = Rate of injection
- H = pressure head
- l = Length of test section
- r = Radius of test section

Excess Head, H (m)	Lugeon Value (ltrs/m/min)
23.60	28.63
28.60	24.66
33.60	21.80
38.60	22.27
33.60	22.28
28.60	24.57
23.60	28.52

Project:	Nakra Hydroelectric Power Plant Project (Georgia). Lugeon Test Results	
BH No	BH-201	
Sheet	1/2	
Test No	2	
Date	16.07.2016	
Starting time	10:30	
Serial No of flow gauge	N/A	
Weather	san	
Length of casing above GL (m)	1.40	
Length of test section, l (m)	4.00	
Initial ground water level (m) (1)	14.00	
Gauge height above GL (2)	1.5	
Radius of borehole, r (m)	0.039	
Top of test section (m)	101.00	
Bottom of hole at time of test	105.00	

Stage	Flow q (ltrs/min)	Pressure gauge (bars)	Head of water (m)	Excess head, H (m)	Lugeon (ltrs/m/min)	Permeability K (m/s)
	(3)	(4)	(5)	(1)+(2)+(5)		
1	25.80	1.0	10	25.50	25.29	3.11E-06
2	28.00	2.0	20	35.50	19.72	2.43E-06
3	30.10	3.0	30	45.50	16.54	2.04E-06
4	32.30	4.0	40	55.50	14.55	1.79E-06
5	29.80	3.0	30	45.50	16.37	2.02E-06
6	27.80	2.0	20	35.50	19.58	2.41E-06
7	25.40	1.0	10	25.50	24.90	3.06E-06



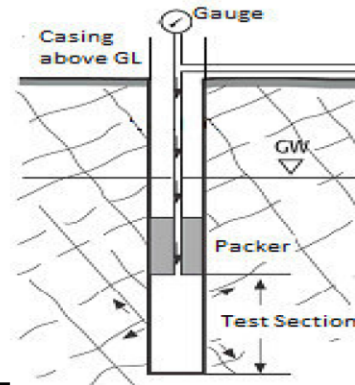
Remarks

Equation for lugeon: $L = (100/l) * (q/h)$
 l = Length of test section
 q/h = Slope of graph

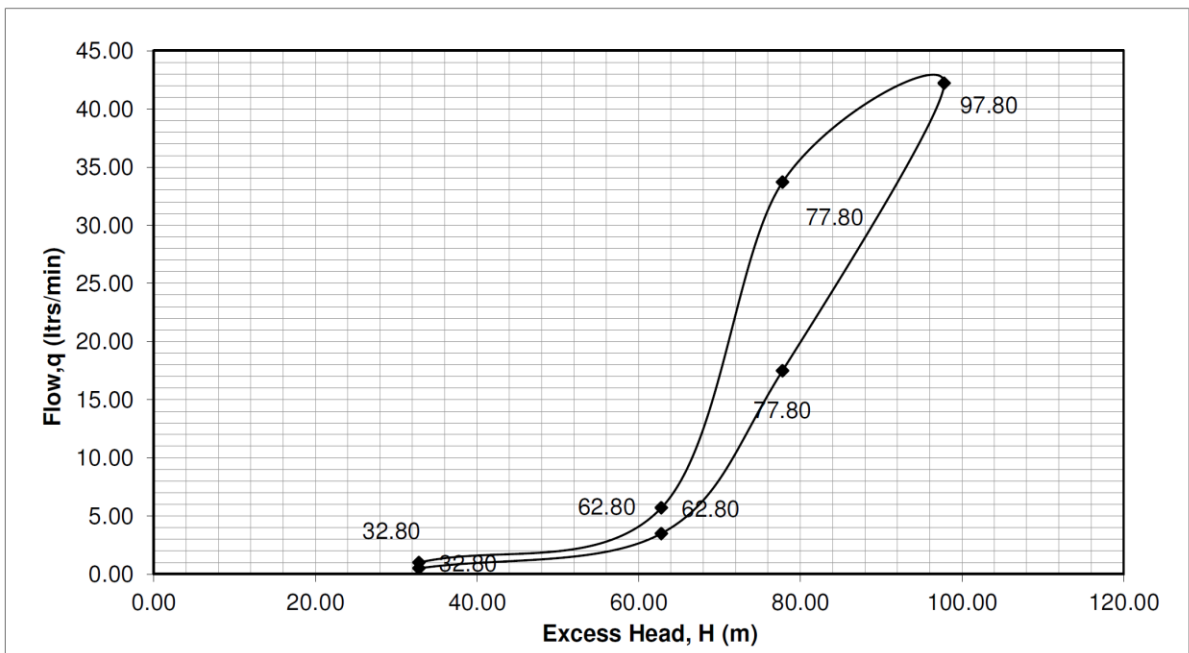
Equation for Permeability: $K = (q/2 * 3.1417 * H * L) * LN(L/r)$
 q = Rate of injection
 H = pressure head
 l = Length of test section
 r = Radius of test section

Excess Head, H (m)	Lugeon Value (ltrs/m/min)
25.50	24.90
35.50	19.58
45.50	16.37
55.50	14.55
45.50	16.54
35.50	19.72
25.50	25.29

Project:	Nakra Hydroelectric Power Plant Project (Georgia). Lugeon Test Results	
BH No	BH-201A	
Sheet	1/1	
Test No	1	
Date	29.07.2016	
Starting time	11:30	
Serial No of flow gauge	N/A	
Weather	san	
Length of casing above GL (m)	0.60	
Length of test section, l (m)	4.50	
Initial ground water level (m) (1)	22.00	
Gauge height above GL (2)	0.8	
Radius of borehole, r (m)	0.039	
Top of test section (m)	102.50	
Bottom of hole at time of test	107.00	



Stage	Flow q (ltrs/min)	Pressure gauge (bars)	Head of water (m)	Excess head, H (m)	Lugeon (ltrs/m/min)	Permeability K (m/s)
	(3)	(4)	(5)	(1)+(2)+(5)		
1	0.50	1.0	10	32.80	0.34	4.28E-08
2	3.50	4.0	40	62.80	1.24	1.56E-07
3	17.50	5.5	55	77.80	5.00	6.31E-07
4	42.20	7.5	75	97.80	9.59	1.21E-06
5	33.70	5.5	55	77.80	9.63	1.21E-06
6	5.70	4.0	40	62.80	2.02	2.55E-07
7	1.00	1.0	10	32.80	0.68	8.55E-08



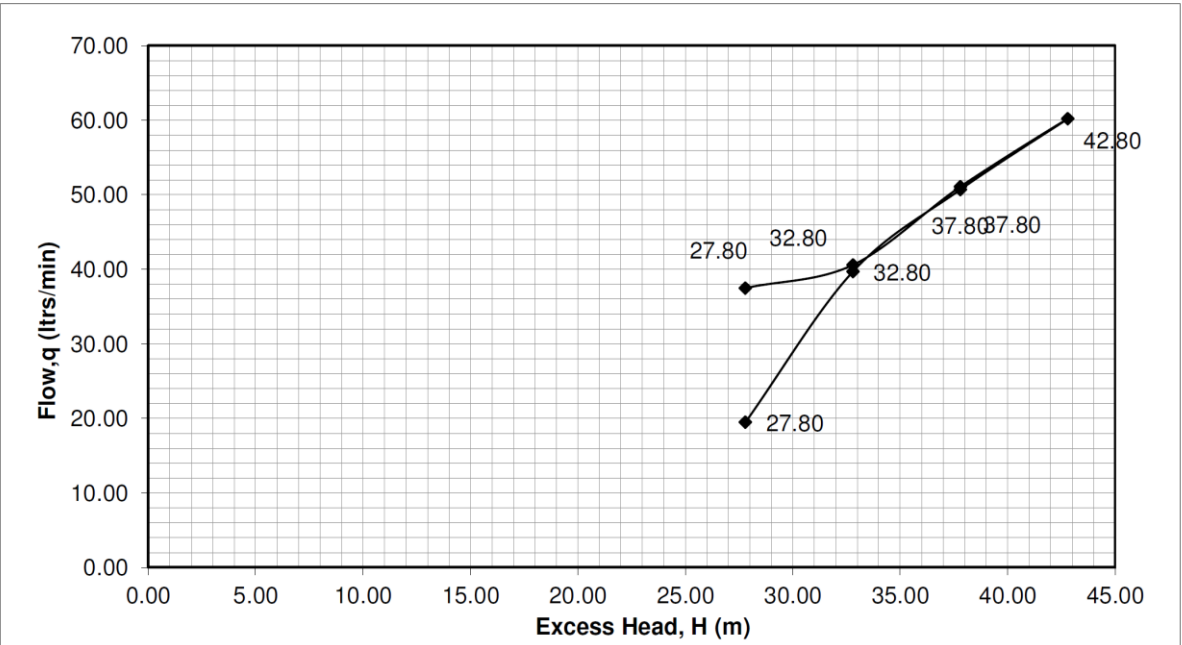
Remarks

Equation for lugeon: $L = (100/l) * (q/h)$
 l = Length of test section
 q/h = Slope of graph

Equation for Permeability: $K = (q/2 * 3,1417 * H * L) * LN(L/r)$
 q = Rate of injection
 H = pressure head
 l = Length of test section
 r = Radius of test section

Project:	Nakra Hydroelectric Power Plant Project (Georgia). Lugeon Test Results	
BH No	BH-201A	
Sheet	1/2	
Test No	2	
Date	30.07.2016	
Starting time	9:30	
Serial No of flow gauge	N/A	
Weather	san	
Length of casing above GL (m)	1.20	
Length of test section, l (m)	4.00	
Initial ground water level (m) (1)	22.00	
Gauge height above GL (2)	0.8	
Radius of borehole, r (m)	0.039	
Top of test section (m)	108.00	
Bottom of hole at time of test	112.00	

Stage	Flow q (ltrs/min)	Pressure gauge (bars)	Head of water (m)	Excess head, H (m)	Lugeon (ltrs/m/min)	Permeability K (m/s)
	(3)	(4)	(5)	(1)+(2)+(5)		
1	37.50	0.5	5	27.80	33.72	4.15E-06
2	40.60	1.0	10	32.80	30.95	3.81E-06
3	51.10	1.5	15	37.80	33.80	4.16E-06
4	60.20	2.0	20	42.80	35.16	4.33E-06
5	50.70	1.5	15	37.80	33.53	4.13E-06
6	39.70	1.0	10	32.80	30.26	3.72E-06
7	19.50	0.5	5	27.80	17.54	2.16E-06



Remarks

Equation for lugeon: $L = (100/l) * (q/h)$
 l=Length of test section
 q/h=Slope of graph

Equation for Permeability: $K = (q/2 * 3.1417 * H * L) * LN(L/r)$
 q= Rate of injection
 H=pressure head
 l=Length of test section
 r=Radius of test section

დანართი 4 - გეოფიზიკური კვლევები

NENSKRA HPP, GEORGIA

(BASIC DESIGN)



Geophysical surveys

Technical report

Seismic refraction and reflection profiles in Nakra site

Author	Project	Phase	Area	WBS	WBE	Doc. Type	Progr.	Revision
O	6768	B	GL	DA	MP	TR	475	000

000	15.11.2016	J. De Luca E. Cannucci	A. M. Baldi
Version	Date	Author	Verified

SGG Studio di Geologia e Geofisica Ltd.

Strada Massetana Romana 56 - 53100 Siena Italy

Tel +39 0577 49276

Fax +39 0577 287254

Email: info@sgg.it

INDEX

LIST OF ATTACHED DRAWING:	1
1 – INTRODUCTION	1
2 – GEOLOGICAL REFERENCES	3
2.1 – GENERAL GEOLOGICAL FRAMEWORK	3
2.2 – GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL	4
3 – TARGET OF THE GEOPHYSICAL PROSPECTING	4
4 – EXECUTED SURVEYS	5
5 – INSTRUMENTATION USE AND PERSONNEL	5
6 – QUALITY STANDARDS	7
7 – INTRODUCTION SEISMICS TESTS ACQUISITION	7
7.1 – SEISMIC REFRACTION	7
7.2 – SEISMIC REFLECTION	8
8 – DATA PROCESSING	9
8.1 – SEISMIC REFRACTION	9
8.2 – SEISMIC REFLECTION	10
9 – SEISMIC INTERPRETATION	15

List of attached drawing:

Name	Title	Scale
O-6768-B-GL-DA-MP-DW-476-000	Plan	1:2000
O-6768-B-GL-DA-MP-DW-477-000	SP13 : hybrid seismic profile	1:2000
O-6768-B-GL-DA-MP-DW-478-000	SP14 : hybrid seismic profile	1:2000
O-6768-B-GL-DA-MP-DW-479-000	SP13-SP14: seismic model	1:2000

1 INTRODUCTION

This report will explain the results of the geophysics surveys performed for the contractor Salini - Impregilo about the Nanskra HPP Dam project on the Nakra side.

The geophysical campaign was made with the execution of seismic refraction and reflection surveys and through HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio) measures on the Nakra area of the dam project.

This report will be explain only the results of the seismic refraction and reflection surveys; HVSR measurements will be discussed in separated technical reports (O-6768-B-GL-DA-MP-TR-106-000). The seismic analysis concerns the geophysical study of Nanskra HPP Dam project (Photo 1.1).





Photo 1.1: a view of Dam area.

The seismic refraction and reflection investigations were carried out in one step:

- the step was performed by 29/09/2013 to 4/10/2016

LEGEND

SEISMIC SURVEY:

- SP1 line** Hybride seismic profile (reflection + refraction seismic method)
-  Shot point position
- 7-3**  HVSr measure

SEISMIC IN HOLE:

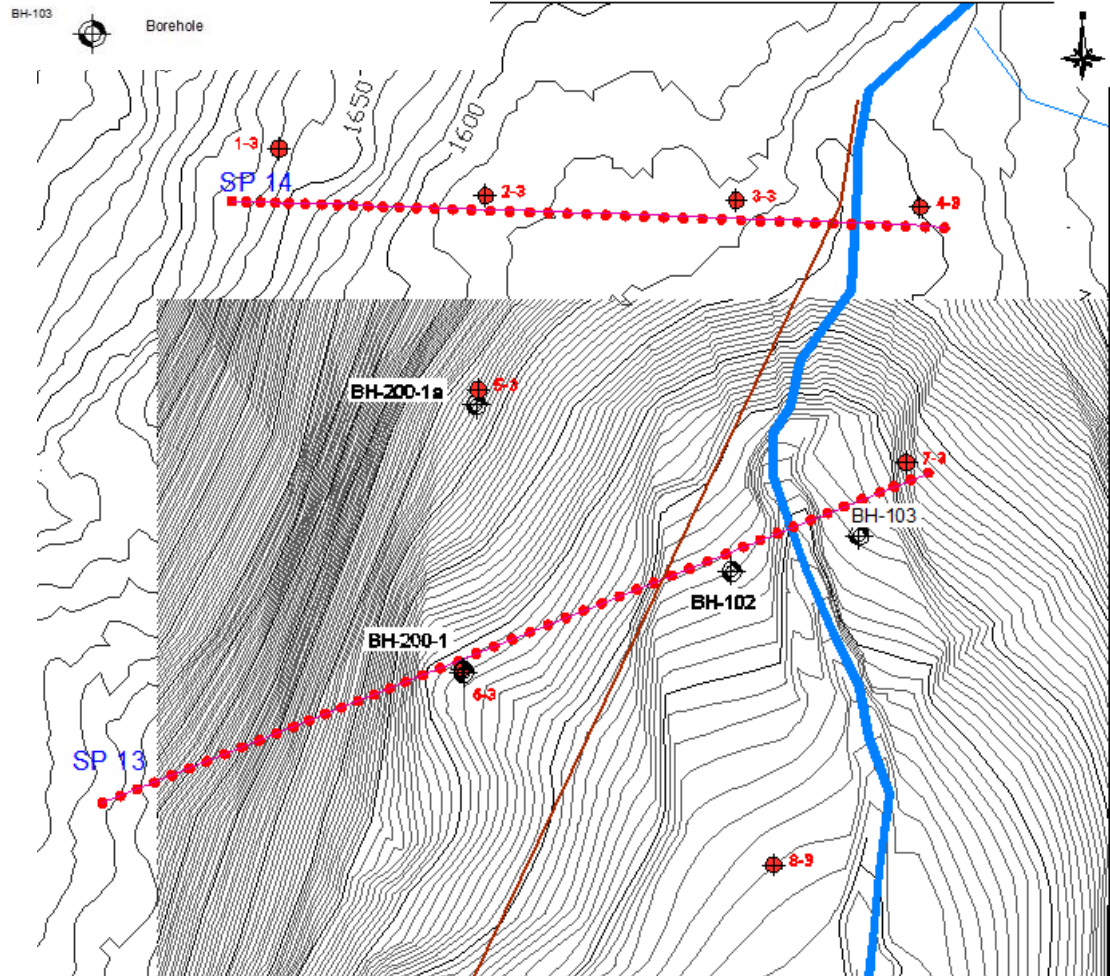


Figure 1.1: plan of geophysical surveys in Nakra side.

The present report describes the investigations carried out in all the phases. The acquisition and interpretative methods of the seismic data, and the prospecting's results will be illustrated in this report under an essentially geophysical criterion.

2 – GEOLOGICAL REFERENCES

2.1 – General geological framework

Nenskra Dam and HEPP project is located on the Nenskra River inside the boundary of Chuberi village of Tita district. The dam axis is nearly 19 km far away at the northeast of Chuberi village and the dam is at the 1.335 meter elevation.

The Nenskra valley is oriented north-south and bordered with the Greater Caucasus range on the north and the Abkhazian range on the west. Most of the area is within a range of altitude from 1000 to 3500 m.

The valley is a typical U shape “alpine” type glacial valley having a general width of 700 - 1000 m; in some places in the lower reaches (at the river Darchi outfall) the valley has a V shape.

The bottom width varies between 50 – 200 m. The slopes of the valleys are concaved almost everywhere and are connected with the slopes of the surrounding mountains. The surface of the Nenskra catchment has a much scarified mountainous relief. There is developed also a network of the side valleys and ravines with very steep slopes. In the upstream part of the river valley, at the bottom of the slopes, rock is overlain with thick talus or colluvial lobes. The mountain peaks Kharikhra (3710.8 m), Magushirkha (3847.7 m), Chingurjari (3497.3), Kuarmashi (3718.8 m), Gvergildashi (3262.3 m), Shtavleri (3994.5 m), and the others are pointed and rocky. There are 21 glaciers with total 15 - 16 km² area in the catchment area. River terraces are encountered almost along the whole valley. In the upper part of the valley the width of the terraces is not more than 20 m, the length is 200 - 300 m. Near the villages Kari and Chuberi the terraces are 300 - 400 m wide. In the alpine and subalpine zones of the river Nenskra, above 2000 m, there are mountain-grassland soils, humus, cord and cord-turf mountain-grassland soils. Below 2000 m prevail thin or medium layers of muck and carbonate soils characterized with intensive erosion and exposed limestones, marls and other carbonate rocks. These soils are used for fruit trees and other plants. There are glacial sediments in the valley floor – depth unknown but guessed at least 20 m in the upper parts of the valley. Rock is a strong jointed granites and gneisses in the upper valley and volcanic – sedimentary rocks in the middle and lower valley – exposed rarely at river elevation at the side of the valley and generally about 80 m above the valley floor on both sides but then rising to steep cliffs for hundreds of meters. On the sides from river up to 80 m are interfingering talus cones and boulder.

2.2 – Geological and geophysical model

Analysing all the geotechnical borehole's information was drafted this subsoil model:

	A	Silty sandy Gravel	Recent Alluvium
	B	Gravel + Silty sandy + Boulder	Recent Colluvium + Alluvium
	C	Gravel + Silty sandy	Old Colluvium + Alluvium
* * * * *			
	D1	Gravel + Pebbles + Boulders	Glacial + Fluvioglacial
	D2	Boulders + Prevalently +	
	E	Gravel + Silty sandy gravel	Colluvium + Glacial
●●●●●			
	F	Silty sandy cobbles	Eluvium
	R1	Fractured rock	Metamorphic rock
	RC	Compact rock	Metamorphic rock

3 – TARGET OF THE GEOPHYSICAL PROSPECTING

The target of the geophysical prospecting was the seismic investigation of the site in terms of:

Seismic refraction

- *Determination of P seismic velocity waves along the study area in order to estimate some mechanical properties of the rock;*
- *Determination of the geometry positions of the geological strata.*

Seismic reflection

- *Determination of structural features of the rock the study area;*
- *Determination of velocity anomalies;*

- *Determination of highly fractured or weakness areas;*
- *Reconstruction of a 3D model of the structural features of the rock defined with the seismic surveys;*
- *Verify the geophysical model with geotechnical data available.*

4 – EXECUTED SURVEYS

SEISMIC METHOD	Name	N° of shot	Quantity
Seismic refraction and reflection P waves	Line SP13	26	480 (m)
Seismic refraction and reflection P waves	Line SP14	23	405 (m)

therefore, they were acquired **885 meters** of seismic refraction and reflection surveys.

5 – INSTRUMENTATION USE AND PERSONNEL

Instrumentation

The geophysical survey has been executed using the following instrumentation (Photo 5.1-5.2):

n°	seismic survey
2	Geometrics Seismograph "GEODE 24 ch" complete with various connector cables
1	Asus laptop computer for field data acquisition
48	Vertical geophones each with 28.0 Hz frequency
4	Seismic cable for geophone connection – step 10 m
1	Digital cable for Geode to PC connection
1	Energizing system: blaster, hammer and a trigger line
3	Transmitter-receiver

According to the "quality system" calendar of this office, all the instrumentation has been checked or calibrated by the "LABORATORIO ACCREDIA – GammaMisura", and accredited to LAT No. 56 (Italian calibration service).



Photo 5.1: Geometrics Seismograph "GEODE 24 ch" complete with various connector cables and Asus laptop



Photo 5.2 : seismic cable and geophone

Personnel

In order to guarantee the best results, the following resources have been involved in data acquisition and interpretation:

- Chief of staff A.M. Baldi
- Prospecting team first step J. De Luca
E. Cannucci
- Prospecting team second step E. Cannucci

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| • Prospecting quality assurance | A.M. Baldi |
| • Data processing & interpretation | A.M Baldi
J. De Luca |
| • Editing | J. De Luca
E. Cannucci |

6– QUALITY STANDARDS

The job has been executed in conformity with the contract and the specific documents have been produced.

The geophysical prospecting has been executed referring to the SP0302 specifics and to the ISO901 instructions.

All the various activities registrations have been recorded on the quality system forms normally exploited in this office.

6 – INTRODUCTION SEISMICS TESTS ACQUISITION

7.1 – Seismic refraction

P wave refraction seismic profiles were been executed with the following acquisition parameters:

- Geophones interval: 10 m
- Shot interval: 10-20 m
- Geophone frequency: 28.0 Hz
- Source: explosive
- Field sampling: 0.25 msec
- Record length: 2000 msec

To achieve project coverage and offset, SGG implemented a fixed string of 48 equally spaced geophones with shot points every 20 meters. Moreover, to achieve the requested investigation depth, some external points of the geophone line was shot.

The P seismic velocity waves allowed estimating the mechanical properties of the rock and a preliminary velocity model for the seismic reflection processing.

7.2 – Seismic reflection

Reflection seismic profile was been executed with the following acquisition parameters:

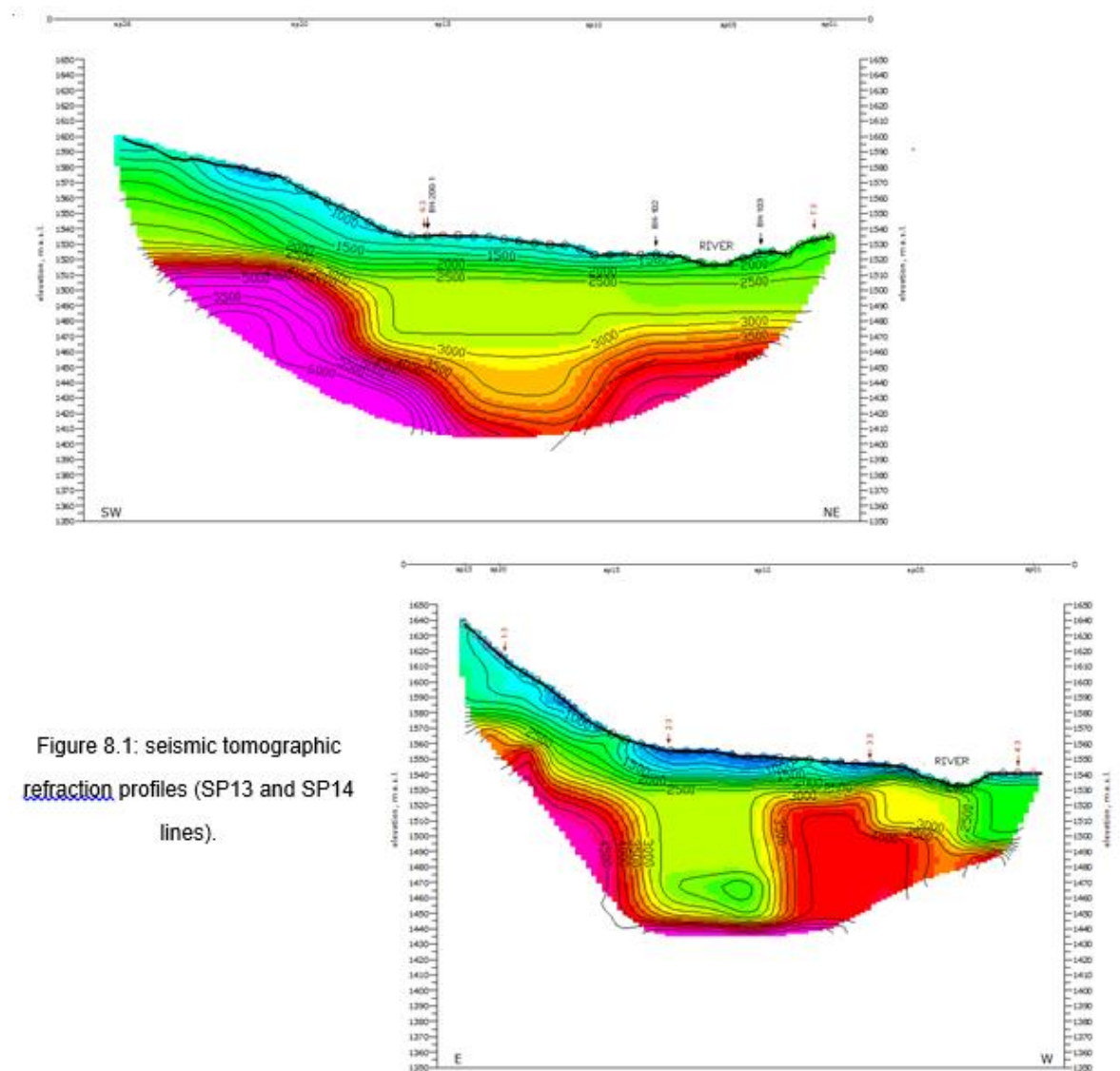
- Geophones interval: 10 m
- Shot interval: 10-20 m
- Geophone frequency: 28.0 Hz
- Source: explosive
- Field sampling: 0.25 msec
- Record length: 2000 msec

To achieve project coverage and offset, SGG implemented a fixed string of 48 equally spaced geophones with shot points every 20 meters. Where is been believed necessary shot points were executed every 10 m. Moreover, to achieve the requested investigation depth, some external points of the geophone line was shot.

8 DATA PROCESSING

8.1 – Seismic refraction

The transit times are associated with the mechanical characteristics of the rocks, the more tenacious a rock is, the higher the seismic speed of the lithotype involved in the passage of the seismic wave. The arrival times were read by means of a specific picking program and later illustrated in tables. This software allows us to see the variations in time in the order of $0.1 \text{ seconds} \times 10^{-3}$. Later, by means of the specific SeisOpt@2D program, the tomographic elaboration of the seismic refraction profile was carried out.



The tomographic method involves the sub-division of the bi-dimensional space into cells, according to a pre-established grid, with the attribution of a determined seismic value to each grid section. Then the program calculates the transit time of the seismic wave through the grids of the model and this value is compared with the experimental one using calculation algorithms repetitively as well as checking the journeys of the seismic rays. By means of subsequent repetitions we obtain seismic speed values for the various cells that satisfy several seismic rays at the same time. The data processing activity is developed by means of an analysis consisting of subsurface modelling on an anisotropic basis, after drafting with repetitive R.T.C. methods and reconstructive tomographic algorithms, this then provides the seismic speed field of the subsurface by means of the subdivision of the space into regular cells. In order to determine the interpretation model, the SeisOpt@2D program uses the “Monte Carlo” controlled inversion method, which is based on advanced modelling, where the models derived from the program’s algorithms are accepted or refused on the basis of statistical criteria.

8.2 – Seismic reflection

The target of conventional seismic reflection survey was to gain a picture of the structural setting in the dam area.

The processing sequence applied to the data is subjected to a data specific analysis to take into account the local geological setting, the morphology of the profiles and access difficulties. However it generally follows a standard sequence of steps.

The implemented standard data processing sequence can be subdivided into three main steps:

- 1) Pre-processing, for data preparation;
- 2) Processing in shot domain, mostly devoted to enhance signal to noise ratio;
- 3) Processing in Common Depth Point (CDP) domain, comprehending velocity analysis, normal move out (NMO) and stack, the very basic data processing operations.

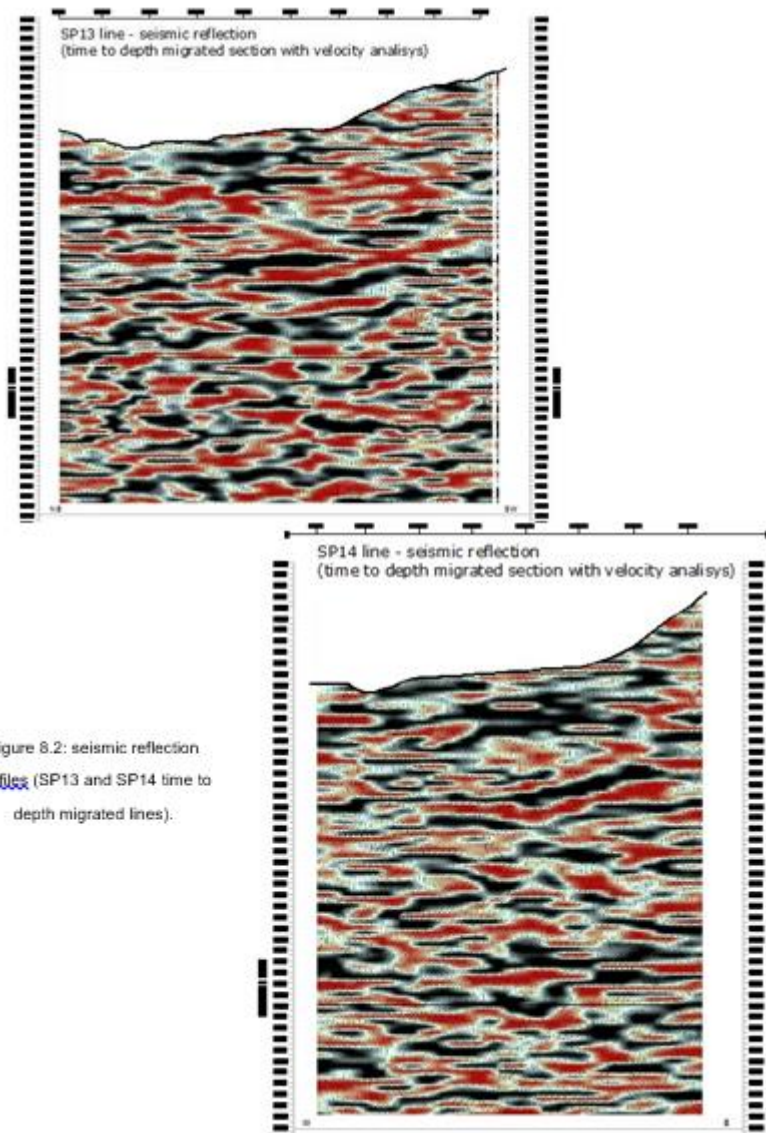


Figure 8.2: seismic reflection profiles (SP13 and SP14 time to depth migrated lines).

In the pre-processing step field data in SEG2 format are transformed into PC-SEG2, standard seismic format, following the operations:

- PC data upload;
- SEG2 -> standard PC-SEG2 data conversion;
- Field geometry input in each trace SEG2 data header;
- First arrival muting in shot domain.

Shot domain data processing step is aimed at increased the quality of each trace, following the operations lists as below:

- Frequency spectrum analysis;
- Pass band frequency filtering 15/20 – 700/750 Hz ;
- Resampling at 0.5 msec ;
- FK domain conversion and filtering ;
- Spiking deconvolution ;
- Offset domain muting (top/bottom or internal mute) ;
- Data sorting in CDP domain.

Frequency spectrum analysis allowed recognizing that seismic reflection signal band is peaked between a minimum of 20 Hz and a maximum of 750 Hz; by applying a pass band filter within this range, it is possible to further reduce the coherent noise with a low apparent velocity (peaking at 15 Hz). This bandwidth allowed a resampling of data from 0.25 msec to 0.5 msec, after a data prefiltering with a high cut of 1500 Hz. This operation significantly decreases trace size, and thus far allows a more rapid processing time. Prefiltering and resampling were performed before pass band frequency filtering. The presence of coherent noise, mostly linked to sites where it was difficult to prepare the shot point, recommended the application of a frequency-wave number domain data conversion, and subsequent high dipping events. Data were successively converted back to the time distance domain. Each trace was subsequently processed with the application of a spiking deconvolution operation, through a specifically designed operator. Operator design is done with a trial and error procedure, the effectiveness of which is controlled by comparing trace autocorrelation before and post deconvolution. Deconvolution operation is aimed at reducing the repetitiveness of each wavelet in the trace and at shortening its wavelength by increasing the frequency content. In the present work a spiking type of deconvolution was used, with an operator of 20 msec and a pre-whitening of 10%. When this procedure is considered to be satisfactory, it is possible to reorganize the data from shot domain grouping to

CDP domain grouping, an operation named as CDP-sorting. CDP is a group of traces pertaining to different shots but sharing the same midpoint between the shot and the receiver (CDP-common depth point or CMP-common mid-point). The number of traces in each CDP depends on coverage: 1200% coverage means that there are 12 traces for each CDP. Now processing is devoted to convert this family of traces into one single final trace for each CDP.

Data processing proceeded as follows:

1. Pre-stack
 - Static corrections;
 - Velocity analysis every 5-10 CDP;
 - Normal Move-Out correction;
 - Muting.
2. Stack
 - CDP summation (Stack).
3. Post-stack
 - Residual static corrections;
 - Migration.

Velocity analysis have been performed every 5 CDP with semblance and CVS (Constant Velocity Stack) techniques, using a velocity interval from 2000 m/s to 7000 m/s. Velocity picking were chosen with a maximum coherency criteria, therefore they correspond to the velocity value that has a maximum amplitude of stacked traces after NMO correction.

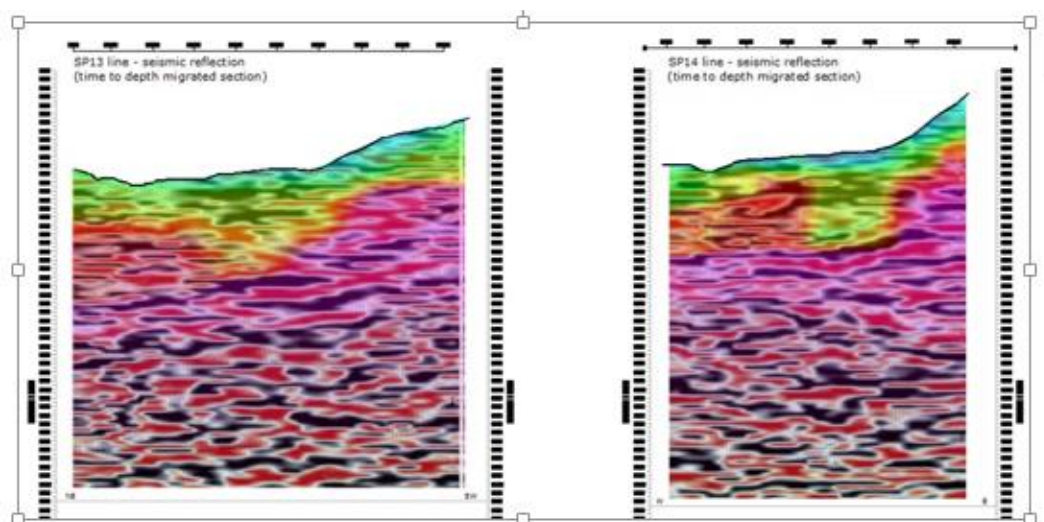


Figure 8.3: seismic reflection profile with velocity analysis
(SP13 and SP14 time to depth migrated line).

The result is a two-way-time velocity function every group of CDP. Therefore all the CDPs are NMO-corrected with the corresponding velocity function and then all the traces in each CDP

become summed up (stacked) in one single trace. A seismic stacked section is produced with all CDP traces. Afterward the stacked section undergoes migration, an operation aimed at focusing the diffracted energy at single reflecting points and at correct the dip of reflecting events. The final products are migrated seismic profiles converted in depth. Seismic data are presented with WigVa variable density and colours.

The waves velocities derived from seismic reflection analysis are average values (RMS Root Mean Square) of each event reflected from the surface and for this reason it is difficult to associate them to geological characteristics. If, however, these RMS values are used to calculate the values of interval velocities for each pair of RMS velocities, then these interval velocities may be considered more consistent with the geology, although still affected by anisotropy of the surface.

The velocity analysis allows defining the trend of seismic velocities and is graphically represented by coloured maps.

The interpretation through the colour maps in this case is limited simply to the definition of areas where the velocities values undergo increases or decreases, without taking into consideration their absolute values. Therefore, the physical characteristics of materials in this case are described in terms of reduction or increase changes of the relative speeds shown along the tunnel axis.

The depth converted section of seismic interpretation has been achieved through the velocity values derived from velocity analysis are averages (RMS root Mean Square) from surface to each reflecting event.

9 – SEISMIC INTERPRETATION

The quality and seismic character of all seismic analysis appear good and sufficient to reach the project targets. The results of the seismic interpretation are reported on these layouts:

O-6768-B-GL-DA-MP-DW-477-000	SP13 : hybrid seismic profile	1:2000
O-6768-B-GL-DA-MP-DW-478-000	SP14 : hybrid seismic profile	1:2000
O-6768-B-GL-DA-MP-DW-479-000	SP13-SP14: seismic model	1:2000

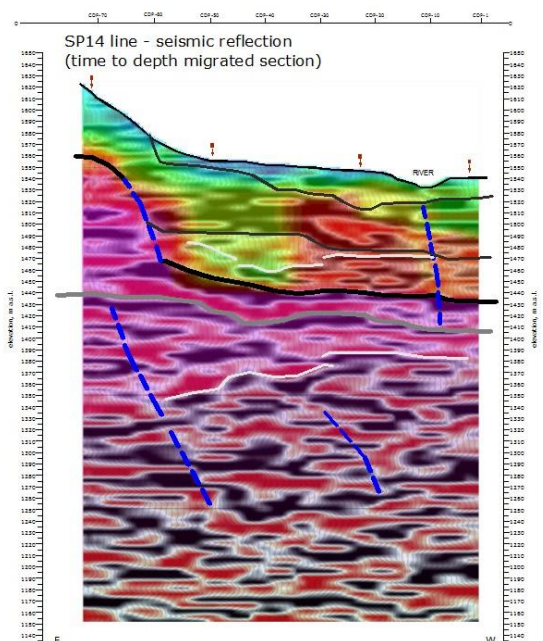
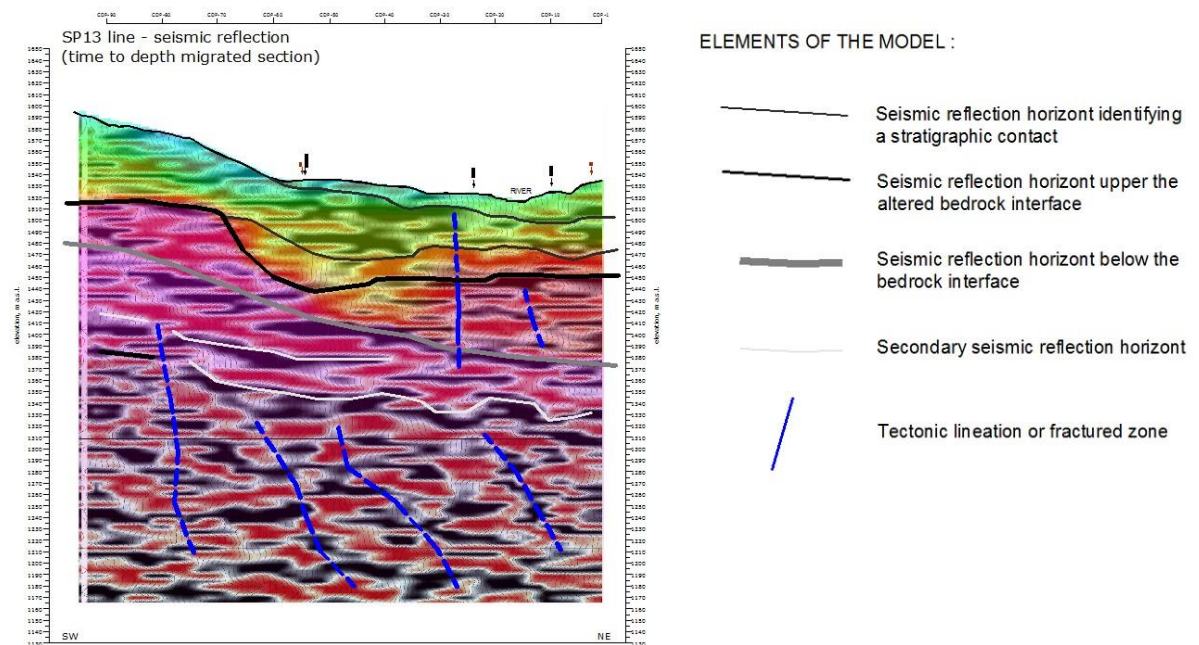


Figure 9.1: seismic interpretation (SP13 and SP14 lines).

The elaboration has enabled us to reconstruct the subsurface in terms of seismic velocity V_p of the different levels detected. In particular, these levels are so defined:

	A	Silty sandy Gravel	Recent Alluvium
	B	Gravel + Silty sandy + Boulder	Recent Colluvium + Alluvium
	C	Gravel + Silty sandy	Old Colluvium + Alluvium
	F	Silty sandy cobbles	Eluvium
	R1	Fractured rock	Metamorphic rock
	RC	Compact rock	Metamorphic rock

Table 9.1: levels identified with the seismic hybrid analysis

The two lines interpreted show coverage sediment with a maximum thickness of 110 meters at the end of SP13 line.

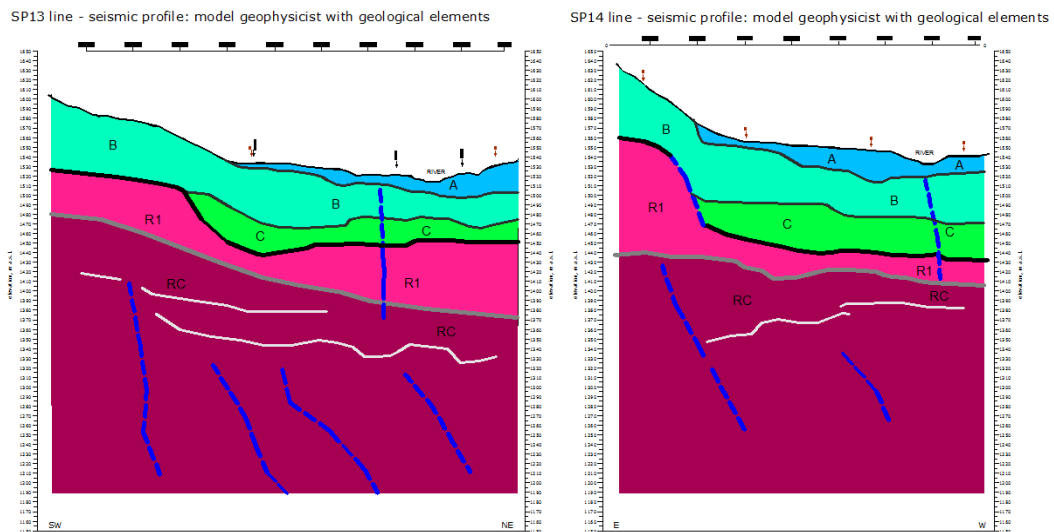


Figure 9.2: seismic model (SP13 and SP14 lines).

This coverage is composed by recent alluvial deposit (element A – maximum thickness about 30 meters) and by colluvial deposit (element B and C).

The interpretation of the seismic refraction and reflection line SP14 highlighted the presence of rocks characterized by low seismic velocity between the shot points n° 10 and n° 15.

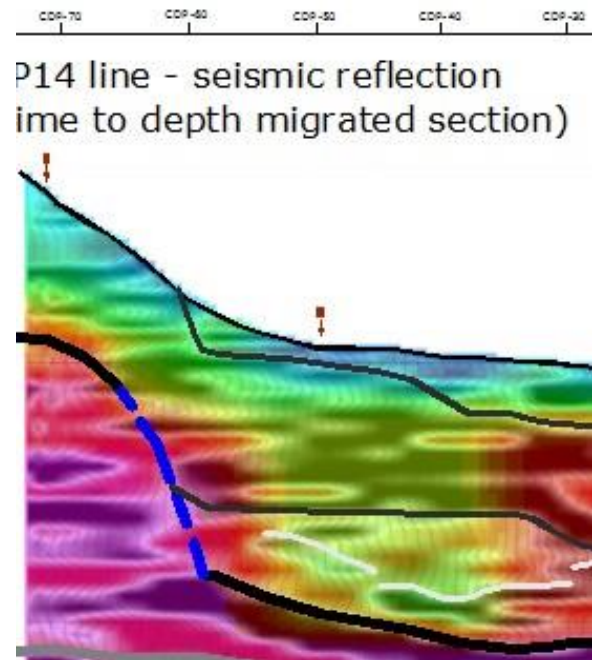


Figure 9.3: view of presence of rocks characterized by low seismic velocity between the shot points n° 10 and n° 15.

The bedrock stratigraphic contact is well described by seismic reflection events and checked by the log BH-200-1 placed near the SP13 line. The shape of bedrock horizon is quite parallel to the topographic surface. This feature is confirmed by the HVSr measurements which are almost homogeneous. Below this horizon is possible to define some vertical discontinuity due to the possible presence of a tectonic element.

November 2016

ANTONIO MARIA BALDI