getinsa-payma
euroestudios

საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტრო.
საქართველოს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი

კონტრაქტი: ფოთი–გრიგოლეთი–ქობულეთის შემოვლითი გზის მშენებლობა. საერთაშორისო ე–70 სენაკი–ფოთის (შემოვლითი) საავტომობილო გზის ნაწილი – სარფის (თურქეთის რეპუბლიკის საზღვარი) საავტომობილო გზა - ლოტი 2, ეტაპი 3.

მდ.მალთაყვადან მდ.სუფსამდე გზის მშენებლობა-ექპლოატაციის გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში

დანართების ტომი 1- გეოლოგია და გეოტექნიკა

საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და
ინფრასტრუქტურის სამინისტრო
საქართველოს საავტომობილო გზების დეპარტამენტი

კონტრაქტი: ფოთი–გრიგოლეთი–ქობულეთის
შემოვლითი გზის მშენებლობა
საერთაშორისო ე–70 სენაკი–ფოთის (შემოვლითი) საავტომობილო გზის
ნაწილი – სარფის (თურქეთის რეპუბლიკის საზღვარი) საავტომობილო გზა
ლოტი 2 – ეტაპი 3: ფოთი – გრიგოლეთი

ტომი 04

აქტივობა 2 (დეტალური დიზაინი, ლოტი 2 – ეტაპი 3)

საბოლოო ანგარიში

დანართი 3.- გეოლოგია და გეოტექნიკა

პროექტის კოდი: 5100160001-1GE

დოკუმენტის კოდი	შემსრულებელი	დამოწმებულია	თარიღი	ვერსია.
26.12.17_DDL2S3_FR_GEO.00	რაიმონ როდრიგესი	ფელიქს ალონსო	26/12/2017	00

საძიებელი:

1.1. ადგილმდებარეობა 3
1.2. გეოლოგიური ისტორია 3
1.3. ტექტონიკა 4
1.4. ჰიდროგეოლოგია 8
1.4.1. ბუნებრივი ჰიდროგეოლოგიური პირობები 8
1.5. გეომორფოლოგია 12
1.6. ლითოლოგია 14
1.6.1. წინასიტყვაობა 14
1.7. ბუნებრივი საფრთხეები 19
1.8. გეოტექნიკური კვლევა 22
1.9. გეოტექნიკური ჯგუფები 24
1.9.1. წინასიტყვაობა 24
1.9.2. ზონა I. ჯგუფი QD 25
1.9.3. ზონა II. ჯგუფი QC 31
1.9.4. ზონა III. ჯგუფი QP 39
1.10. გეოტექნიკური აღიარების მეთოდოლოგია 39
1.10.1. მექანიკური ჭაბურღილები 39
1.10.2. კარიერი 42
1.10.3. დინამიკური შეღწევა 42
1.11. ნაპირი 43
1.11.1. რბილი ნიადაგის გაუმჯობესების მეთოდები 43
1.11.2. შემოთავაზებული დამუშავება 48
1.11.3. სინგულარული ნაპირების შესწავლა 53
1.11.4. ხრეშის სვეტების დამუშავება 57
1.11.5. კონსოლიდაციის ინსტრუმენტები და კონტროლი და ამოვსება და საყრდენების შეფასება 60
2.1. ხიდი (11+970) 62
2.1.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია 62
2.1.2. საძირკვლის დიზაინი 67
2.2. ხიდი მდინარე კაპარჭაზე (14+750) 71

2.2.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია 71
2.2.2. სტრუქტურების საძირკვლის დიზაინი 75
2.3. მიწისქვეშა 16+145 78
2.3.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია 78
2.3.2. საძირკვლის დიზაინი 84
2.4. ესტაკადა 19+600 87
2.4.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია 87
2.4.2. საძირკვლის დიზაინი 89

1. გეოლოგია და გეოტექნიკა

1.1. ადგილმდებარეობა

საქართველო მდებარეობს ევრაზიის მთიან სამხრეთ კავკასიის რეგიონში, მოქცეულია დასავლეთ აზიასა და აღმოსავლეთ ევროპას, შავი ზღვის და კასპიის ზღვებს შორის. საქართველოს ჩრდილოეთი საზღვარი რუსეთთან მიუყვება კავკასიონის ქედს - საყოველთაოდ ცნობილ საზღვარს ევროპასა და აზიას შორის.

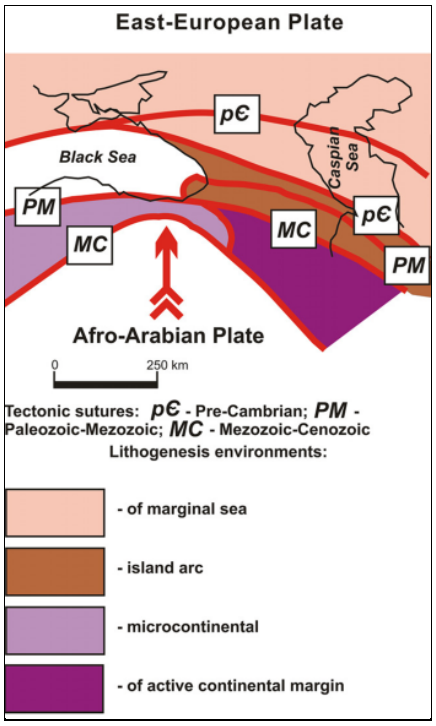
მცირე ფართობის მიუხედავად, საქართველო წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მრავალფეროვანი ტოპოლოგიის მქონე ქვეყანას მის გეოგრაფიულ საზღვრებში. საქართველო ძირითადად მდებარეობს კავკასიონის მთებში და მისი ჩრდილოეთი საზღვარი ნაწილობრივ განსაზღვრულია დიდი კავკასიონის ქედით. მცირე კავკასიონის ქედი, რომელიც პარალელურად მიუყვება თურქეთისა და სომხეთის საზღვრებს და სურამისა და იმერეთის ქედები, რომელიც დიდ კავკასიონს აკავშირებს მცირე კავკასიონთან, წარმოქმნის ბუნებრივ ბარიერს რეგიონში. ფოთს დასავლეთით ესაზღვრება შავი ზღვა; ჩრდილოეთით მდინარეების რიონისა და ხობის მარცხენა შენაკადი და სამხრეთ-აღმოსავლეთით- მდინარე კაპარჭინა და პალიასტომის ტბა.

1.2. გეოლოგიური ისტორია

ფაქტობრივად, საქართველო წარმოადგენს გეოლოგიურ ორგანოს რეგიონალური მასშტაბით, რომელიც შეზღუდულია ღრმა ნაკლოვანებებით და მეზობელი ორგანოებისაგან განსხვავდება თავისი გეოლოგიური სტრუქტურით და შესაბამისად, გეოლოგიური ისტორიით. პირველი რიგის დიდი ტერიტორიები (სუპერ ტერიტორიები) შეიძლება გადარჩეს დიდ გადაადგილებას, მათ შორის არსებითს. ეს „კომპოზიტური“ ანუ „გადაადგილებული“ ტერიტორიები შედგება ორი ან რამდენიმე ქვე-ტერიტორიებისაგან, რომლებიც გაერთიანდა იქამდე, სანამ დაემატებოდა კონტინენტურ საზღვარს.

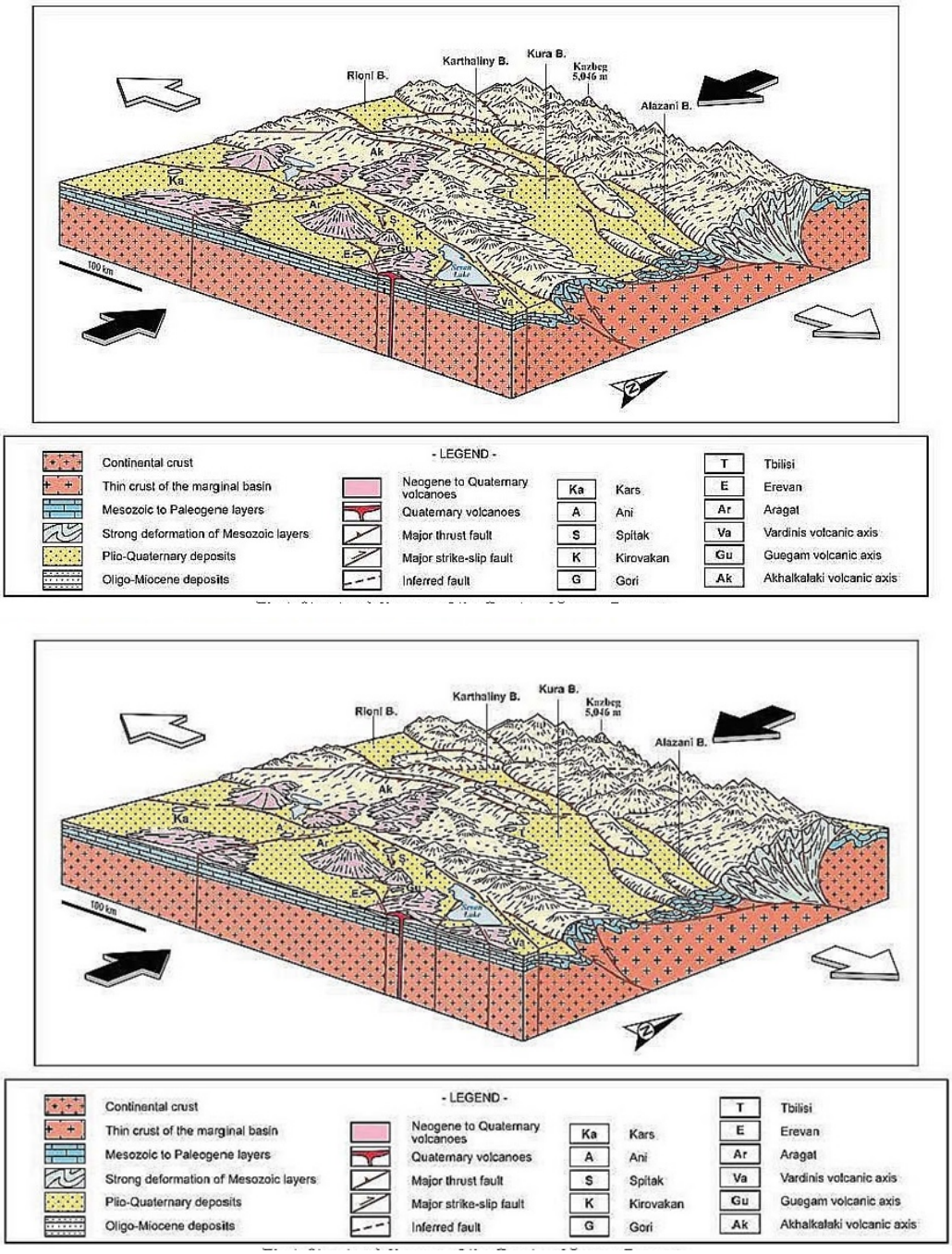
აღმოსავლეთ ხმელთაშუაზღვის მობილური სარტყელი შედგება ხუთი პირველი რიგის ტერიტორიისაგან (იხილეთ ქვემოთ მოცემული სურათი). პალეოზოური,

მეზოზოური და ადრეული კაინოზოური პერიოდების განმავლობაში, ამ ტერიტორიებმაც განიცადეს ჰორიზონტალური გადაადგილება სხვადასხვა მიმართულებით ოკეანის შიგნით, შედეგად მივიღეთ პროტო-, პალეო-, მეზო- და ნეოტიტი. შუა კაინოზოურ პერიოდში ეს ტერიტორიები თანდათანობით მიუერთდა ევროპა-აზიის მიწებს. მოგვიანებით, გვიანი ალპური ოროგენეზის დროს (ნეოგენური-პლიოცენური), ზემოაღნიშნული ტერიტორიები განიცდიდნენ ინტენსიური დეფორმაციებს. ამრიგად, ამ პროვინციის მთელი გეოლოგიური ისტორიის მანძილზე, მისი ჩრდილო საზღვარი იყო აქტიური, მაშინ როდესაც სამხრეთი პასიურობას ინარჩუნებდა.

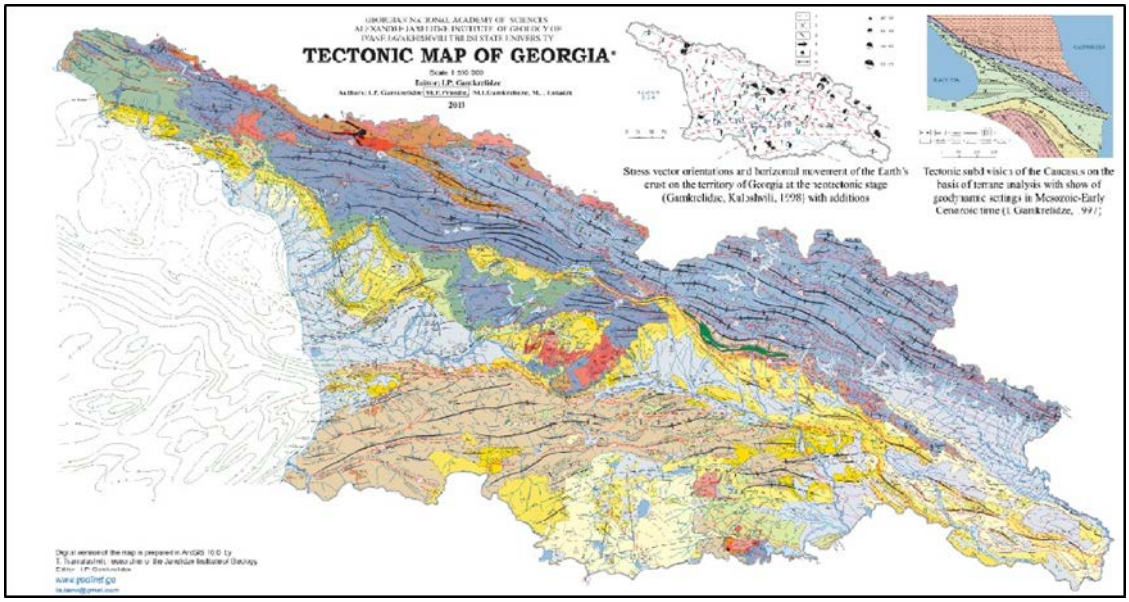


1.3. ტექტონიკა

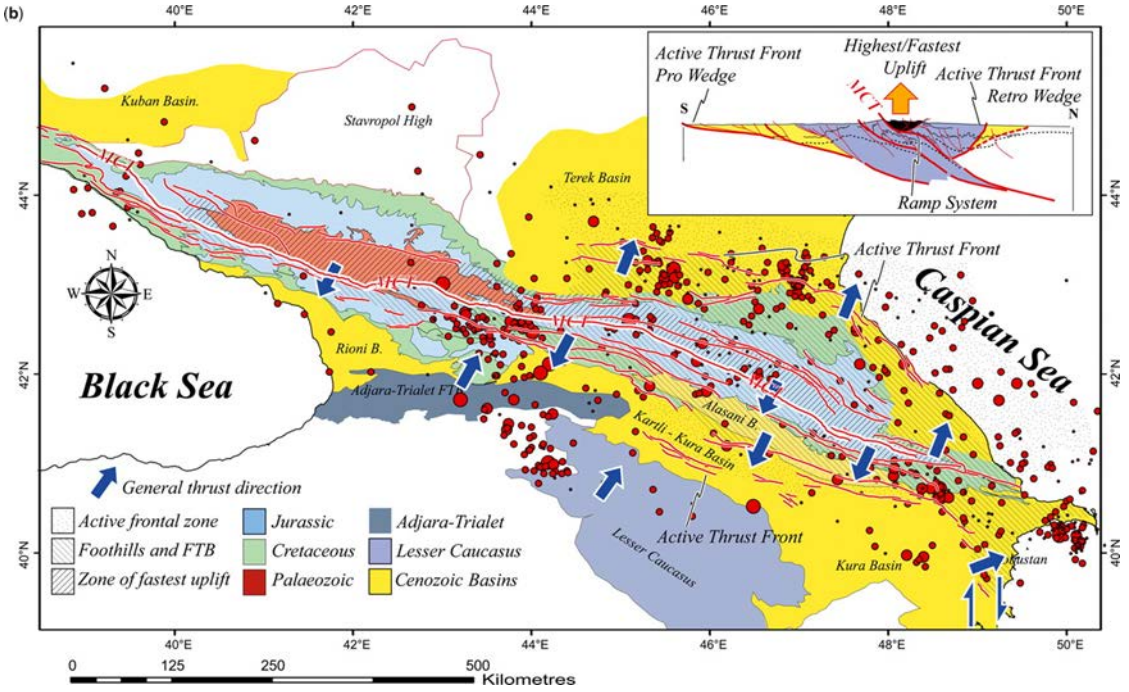
ქვემოთ მოცემული სურათი წარმადგენს საქართველოს ტექტონიკური და მეტალოგენური ზონირების სამგანზომილებიან რუკას. აქ დაფიქსირებულია პირველი სამი რიგის ტერიტორიები. დიდი კავკასიონის ტერიტორია მიეზარდა ევრო-აზიურ დაბლობს ჰერცინულ პერიოდში (გამყრელიძე, 1997).



სურათი 2. მდინარე მტკვრის აუზის მეზოზოური და კაინოზიური ზღვარი ძლიერ არის დეფორმირებული და შეცვლილი სუსტ ბაზალურ «განცალკევებულ» დონეზე (მაიკოპის ფორმირება ,ოლიგოცენი- ქვედა მიოცენური) დიდი კავკასიონის ტექტონიკის მიხედვით (ცარცული პალეოგენის ფლიში). მოდიფიცირებული რებაის და სხვების მიერ (1993).

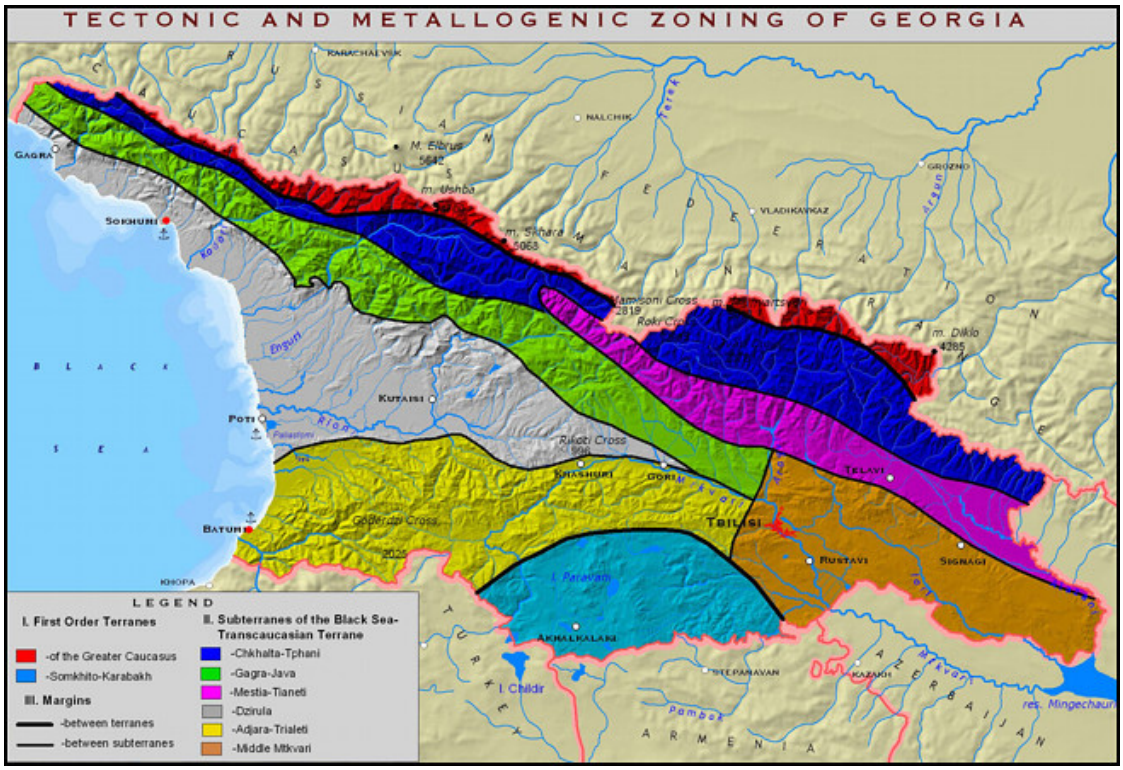


სურათი 3. საქართველოს ტექტონიკური რუკა



ბაიბუტ-სევანური ტერიტორია, რომელსაც თავისი ოფიოლითური კომპლექსები აქვს საქართველოდან სამხრეთის მიმართულებით, წარმოდგენილია სომხეთ-ყარაბაღის ქვეტერიტორიებით - ტიპიური ანდეზიტური კუნძულის რკალით, რომელიც გრძელდება აღმოსავლეთისაკენ და დასავლეთისაკენ ათასობით

კილომეტრის მანძილზე და აქვს გლობალური მოცულობა (თვალჭრელიძე, 1977). შავი ზღვა -ამიერკავკასიის ტერიტორიის სხვადასხვა ქვეტერიტორიები წარმოადგენს ოკეანეების მეზო და ნეოტიტების განსხვავებულ ნაწილებს. ორმა მთავარმა ტექტონიკურმა ელემენტმა ითამაშა გადამწყვეტი როლი აქ მიმდინარე ლითოგენეზისში: პელაგიურმა ოკეანურმა ჩხალთა-ტფანის ტერიტორიამ და ამიერკავკასიის საშუალო მასის სხვადასხვა ნაწილებმა, რომელთაც განიცადეს შედარებით დამოუკიდებელი განვითარება (თვალჭრელიძე, 1984) კონკრეტული ქვეტერიტორიების სახით. ამ საშუალო მასის პალეოზოური დედამიწის ქერქისებრი საძირკველი დაფიქსირებულია ძირულაში, ხრამსა და ლოკის მასივებში (იხილეთ გეოლოგიური რუკა).



დიდი კავკასიონი ძირითადად შედგება პრე-კამბრიული და პალეოზოური ქანებისაგან. უამრავი გამოკვლევის მიხედვით (იხილეთ, მაგალითად, გამყრელიძე, 1957: მილანოვსკი და ხაინი, 1963; გეოლოგია,1964; ადამია, 1974,1977; ბორსუკი, 1977 და ბევრი სხვა) დიდი კავკასიონის შიგნით გრანიტულ-მეტამორფული კომპლექსი

წარმოდგენილია სხვადასხვა კრისტალური ფიქალით და პარაგნეიზით, რომლებიც შეიჭრნენ პალეოზოური გრანიტით. ჰერცინული ტექტოგენეზისის დროს ეს ტერიტორია მიუერთდა ევრო-აზიურ ტერიტორიას (ადამია, 1977; გამყრელიძე, 1997). ქვედაიურული ქანები აქ წარმოდგენილია წყალმარჩხი ზღვის ქვიშიან-არგალური რითმული დანალექებითა და კირქვის ნაწილაკებით.

შავი ზღვა-ამიერკავკასიის ტერიტორია გამოყოფილია დიდი კავკასიონის ტერიტორიისაგან დიდი კავკასიონის მთავარი ნაპრალით, რომელმაც ითამაშა ქვევით მოძრავი ზონის როლი ადრეულ იურიულ პერიოდში (ადამია, ბუაძე და შავიშვილი, 1977) და შუა იურიული პერიოდის შემდეგ ოროგენეზისი მოდიფიცირდა ტიპიურ ღრმა ჭრილად. ეს უკანასკნელი გაჯერებულია უამრავი ბაიოსურ-გაბრო-დიაბაზის ნაყარებით. შავი ზღვა-ამერიერკავკასიის ტერიტორიის ცენტრალური ნაწილი დაკავებულია ამიერკავკასიის მედიანული მასის ძირულას გამოვლინებებით. აქ უკვე გამოცხადდა პრე-კამბრიული ოფიოლიტის არსებობა (ტექტონიკა.., 1984). ეს მასივი შედგება პალეოზოური ფიქალისაგან, რომელიც შემოიჭრა უამრავი პალეოზოური და იურიული გაბროების, კვარცის დიორიტებით, გრანიტის მიერ, რომელსაც თან ახლდა პეგმატიტური არხები. პალეოზოური ქანები გადაფარულია წყალმარჩხი წყლის იურიული თიხებით და ცარცული კირქვებით. იმ დროისათვის, როდესაც ძირულას მასივმა დაკარგა დამოუკიდებლობა, მეზოზოური ქანები შეთანხმებულად გადავიდნენ ძირულასა და შუა მტკვრის მიწისქვეშა ტერიტორიებზე.

1.4. ჰიდროგეოლოგია

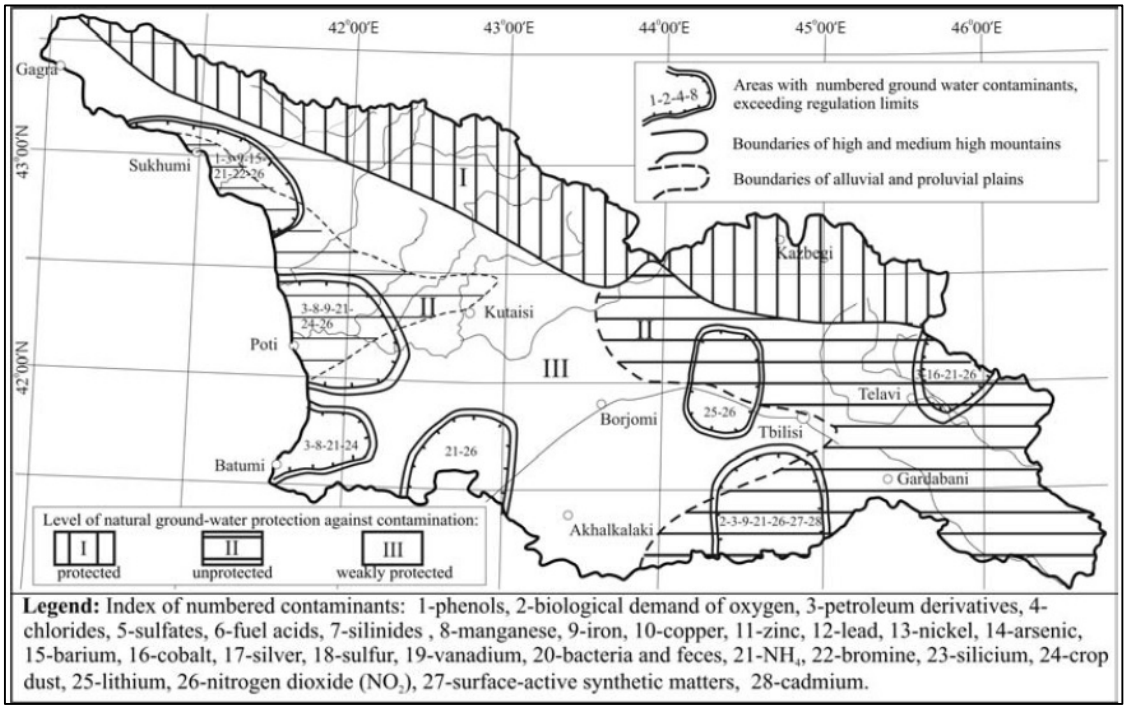
ფოთი-ქობულეთის მაგისტრალი იკვეთება 9 მდინარით, ასევე მრავალი პატარა დეჰიდრატაციის არხით, რომელიც არსებობს ამ რეგიონში. მდინარეების სახელებია: რიონი, მალთაყვა, სუფსა, წყალწმინდა, სეფა, ნატანები, ჩოლოქი, აჭკვა და კინტრიში.

1.4.1. ბუნებრივი ჰიდროგეოლოგიური პირობები

რუკა სურათზე 6 წარმოადგენს მონაცემებს სუფთა წყლის რეზერვების შესახებ. ისინი მიეკუთვნებიან 3 ეკოლოგიური ტიპის: I. ეკოლოგიურად დაცული; II. ეკოლოგიურად დაუცველი და III. ეკოლოგიურად ცუდად დაცული.

ეკოლოგიურად დაცული კატეგორია ძირითადად მოიცავს კავკასიონის ქედის წყლებს. ეს წყლები ძირითადად დაკავშირებულია პირველად კლდეებთან, გადინების მოდულებია 10-35 ლ/ წმ-ერთ კმ2-ზე. ეკოლოგიურად დაუცველი წყლები, რომლებიც წარმოდგენილია კოლხეთის დაბლობის და მტკვარ-ალაზნის ველზე მეოთხეულ ნალექებში ხასიათდება გადინების მოდულებით 2-5 ლ / წმ-ერთ კმ2-ზე. ეკოლოგიურად ცუდად დაცული წყლებში, გადინების მოდულით 5-10 ლ/წმ თითოეულ კმ2 წარმოდგენილია ძირითად და კარბონატული ქანებში, ლავას ფორმირებებისას სამხრეთ დიდი კავკასიონის და ჯავახეთის მთიან ადგილებზე.

ეკოლოგიურად მნიშვნელოვანი ქიმიური ელემენტებისა და ნაერთების ანომალიური კონცენტრაცია წარმოდგენილი საზღვრებით და იქვე განმარტებული რიცხვითი კოდით.



სურათი 6. სუფთა წყლის რეზერვუარები

თანამედროვე ალუვიური დეპოზიტების მიწისქვეშა წყლების წყალშემცველი ჰორიზონტი, რომელიც ვრცელდება მდინარეების რიონის და სუფსის გასწვრივ, სადაც მათი სიგანე მდინარეების განივ კვეთაზე მერყეობს 1 და 2,5 კმ, მნიშვნელოვანია ამ ტერიტორიებისათვის. ამ დეპოზიტების ლითოლოგიური

ხრეშის შემცველობა ძირითადად დამოკიდებულია მდინარეთა ხეობების გეოლოგიაზე, მდინარეების ეროზიულ და აკუმულაციური პოტენციალზე და მათი ფილტრაციის თვისებები დამოკიდებული ხრეშის ზომასა და დეპოზიტების სიმჭიდროვეზე. შესაბამისად, წყლის ფილტრაციის დონე ამ დეპოზიტებზე მერყეობს 1-3 მ-დან 15-20 მ-მდე დღეში. კონკრეტული ჭაბურღილების ამოჭრა ამ საბადოებზე ზოგჯერ აღემატება 5 ლ/წმ, და სადაც დეპოზიტები ძირითადად წარმოდგენილია თიხა- ქვიშიანი შემავსებელზე, კონკრეტული რაოდენობა აღწევს 0.5-1.0 ლ / წმ.

დადგენილია შემდეგი სახის წყალშემცველი ჰორიზონტები:

- I. თანამედროვე ალუვიური კორომებით და კალაპოტის ფორმირებების წყალშემცველი ჰორიზონტი. წყალშემცველი ჰორიზონტის ლითოლოგიური ფორმირებების კორომი და კალაპოტი წარმოდგენილია სხვადასხვა მარცვლოვანი ქვიშით, თიხნარითა და იშვიათად მრგვალი კონგლომერატებით. მისი მოცულობა 10-15მ-ია. წყალშემცველი ჰორიზონტის ხარისხი დამოკიდებულია გრანულომეტრიული შემადგენლობის ქანებზე: რიყის ქვისა და ლოდებისათვის 5-10 ლ/წ., ქვიშების 1-10 ლ / წ., ქვიშიანი მსუბუქი ნიადაგისათვის 1 ლიტრი/წმ.

- ეს წყალშემცველი ჰორიზონტი პირდაპირ ჰიდრავლიკურად უკავშირდება ქვემოთ განლაგებულ წყალშემცველ ქანებს, ძირითადად მეოთხეულ ალუვიურ საზღვაო წყალშემცველ კომპლექსს. ჰორიზონტი საზრდოობს მდინარის წყლებითა და ატმოსფერული ნალექებით.

2. მიწისქვეშა რეჟიმის მჭიდროდ არის დაკავშირებული მდინარე დონის ცვალებადობაზე. როდესაც მდინარის დონე მოიმატებს მიწისქვეშა დონეც იზრდება შესაბამისად და პირიქით.

- II. შავი ზღვის წყალშემცველი ჰორიზონტის თანამედროვე საზღვაო და ალუვიური დეპოზიტები. ეს ჰორიზონტი ვიწრო ხაზად მიუყვება შავი ზღვის სანაპიროს. აღნიშნული ტერიტორია სტრუქტურირებულია სანაპირო ბორცვებით. ქვიშა-წყლის სარგებელი უტოლდება 50მ/დღეში და ქვიშიანი მსუბუქი ნიადაგის ფორმირებების დანაწილება გაცილებით ნაკლებია, რაც გვიჩვენებს, რომ მათი წყალუხვობა ნაკლებია. სიმჭიდროვე შეადგენს 0,05-0,1 ლიტრი/წმ.

- ახალი წყლის ლინზები გვხვდება ქვიშიანი ბორცვების ტერიტორიაზე. ხშირი ნალექის დროს ამ ლინზების განაწილება იზრდება და პირიქით, გვალვის დროს. მიწისქვეშა წყლის ანარეკლი მდებარეობს 1-3 მეტრის სიღრმეზე, საზრდოობს ძირითადად ატმოსფერული ნალექებით, ზღვის გამონადენით ასევე ხმელეთის დაბალი დონის მიმართულებით.

- III. თანამედროვე ჭაობიანი წარმონაქმნების წყალშემცველი ჰორიზონტი. ლითოლოგიურად ის სტრუქტურირდება ქანების რთული კომპლექსით: ქვიშა, ქვიშიანი მსუბუქი ნიადაგი, თიხნარი, თიხები და ტორფი. ეს ქანები თანმიმდევრულად ამოძრავებენ ერთმანეთს და წარმოქმნიან ერთ მთლიან წყალშემცველ ჰორიზონტს. ჰორიზონტის მოცულობა არის 5-30, იშვიათად 50 მეტრი. მოცულობა იზრდება აღმოსავლეთიდან და სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ და ჩრდილო-დასავლეთისაკენ.

- მიწისქვეშა წყლები ძირითადად დაკავშირებულია ქვიშების არსებულ ფენებთან, ისინი განლაგებულია სხვადასხვა სიღრმეზე და არცთუ იშვიათად ხდება მათზე ჰიდრავლიკური წნევის ზემოქმედება. ფილტრაციის დონე მერყეობს 0.05 - 1-3 მ/დღეში. რეჟიმი ძირითადად დამოკიდებულია ატმოსფერული ნალექების ხანგრძლივობასა და რაოდენობაზე.

1.5. გეომორფოლოგია

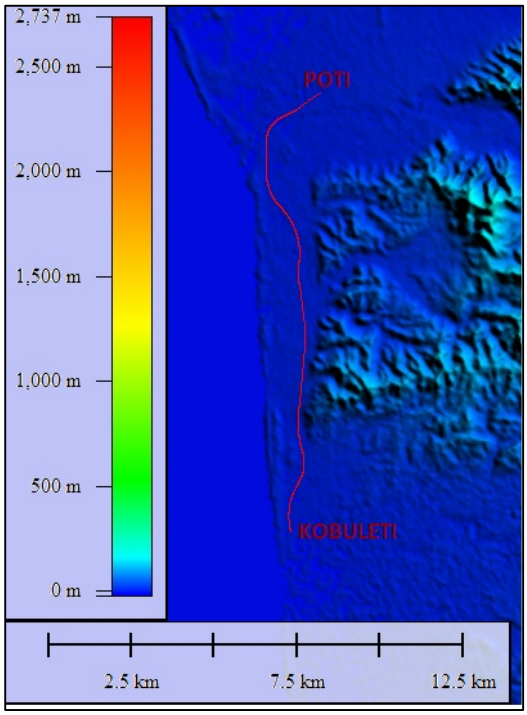
ეს ზონა მდებარეობს კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ კიდეზე, კუმულაციურ ზღვისპირ ვაკეებზე და ნაწილობრივ მდინარე რიონის ტერასებზე. ზედაპირი არის სწორი, თითქმის ბრტყელი, ცოტათი იხრება სანაპიროსაკენ, ნაწილობრივ დაჭაობებულია (მდინარე კაპარჭას ორივე ნაპირი, კალაპოტი და ა.შ).

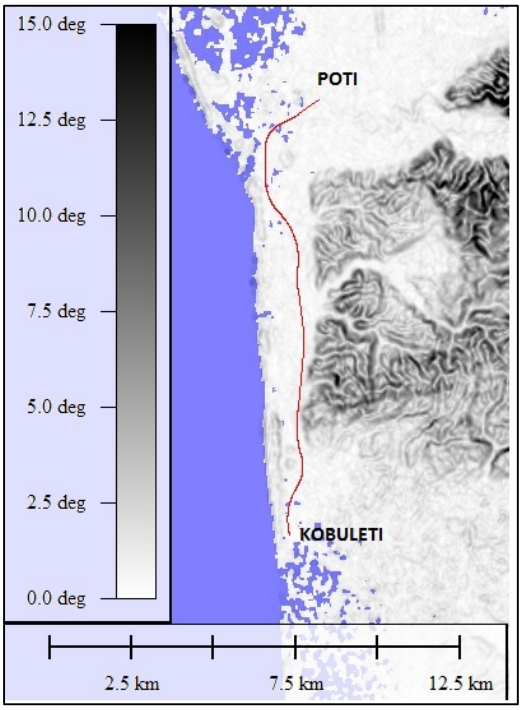
- გამოვლინდა შემდეგი სახის რელიეფი (ლანდშაფტი):

  - I. შავი ზღვის სანაპიროს თანამედროვე ბორცვების ხაზი, რომელიც გადაჭიმულია სანაპიროს ხაზისაკენ, და მოიცავს ქვიშის ბორცვებს (1-3მ სიმაღლე და 30-100მ სიგანე).

  - II.მდინარე რიონის ალუვიური დაბლობი -ზედაპირი არის ბრტყელი, უმნიშვნელოდ (0.0003-0.0005) დასავლეთისაკენ, აბსოლუტური სიმაღლით 0-18 მ.

- III. ალუვიური და ალუვიური საზღვაო დაბლობი, რომელსაც აქვს თითქმის ბრტყელი ზედაპირი, გართულებულია ძველი ნაკადებით (მდინარეებით),განივი დაბლობებით, სუსტი კალაპოტებით და სარწყავი არხებით.





სურათი 7. საპროექტო ტერიტორიის რელიეფი

საკვლევ ტერიტორიას აქვს დაბალი რელიეფი, 500 მეტრზე დაბალი. ამ სურათზე თქვენ ხედავთ საკვლევი ტერიტორიის ბრტყელ რელიეფს სხვა მიმდებარე ტერიტორიებთან შედარებით.

მცირე რელიეფის გამო, მიწის ფერდობებზე გავლენას ახდენს პროექტი და ის არის ქვე-ჰორიზონტალური.

1.6. ლითოლოგია

1.6.1. წინასიტყვაობა

ტერიტორია ძირითადად სტრუქტურირებულია ბოლოდროინდელი (Q4)- ახალი შავი ზღვის, ძველი შავი ზღვის (ჰოლოცენური) და ზედა მეოთხეული Q3- ახალი ევქსინური, სანაპიროს და დელტური ფხვიერი მეოთხეული ნაწილაკებისაგან. რეგიონში შეგროვებული დეპოზიტები უკავშირდება ტრანსგრესიებსა და რეგრესიებს. დეპოზიტების მოგროვება დაახლოებით 30-დან 100 მეტრამდე უკავშირდება ახალ ევქსენურ რეგრესიას, მაგრამ უფრო ახალგაზრდა დეპოზიტები (15 მეტრიდან 30 მეტრამდე) უკავშირდება პონტოს და კოლხურ რეგრესიებს; რაც შეეხება ყველაზე ზემოთ მდებარე შრეს, აქ დეპოზიტების მოგროვება 15.0 მეტრამდე

უკავშირდება ლაზურ ტრანსგრესიებს.

ნიადაგები სტრუქტურირებულია მეოთხეული დეპოზიტებით; მათი სისქე 100 მეტრზე მეტია. ჰოლოცენური დეპოზიტები გენეტიკურად წარმოადგენს საზღვაო დეპოზიტებს, მაგრამ ლითოლოგიურად - შედგება ქვიშისა და ლამისაგან. ბუნებრივი ნიადაგები (განსაკუთრებით ქალაქის საზღვრებში) დაფარულია 0,15-1,3 მეტრის სისქის ტექნოგენური ნიადაგებით (tQIV)- GE 1 (რიყის ქვეში, ხრეში, ქვიშა, სამშენებლო ნარჩენები და სხვა). ლითოლოგიური სექციის ზედა ნაწილში იშვიათად შეინიშნება მტკიცე თიხები. მათი სისქე მერყეობს 0,6-2,5 მეტრის ფარგლებში. თიხები ხასიათდება ადგილობრივი გადანაწილებით. გარდა ზემოაღნიშნული ნიადაგებისა, შეინიშნება რამდენიმე ტიპის სხვადასხვანაირი სიმკვრივის და ზომის ქვიშა.

1.6.1.1. <u>ლითოსტრატიგრაფია</u>

შემდგომში აღწერილია სხვადასხვა ლითოლოგიები, რომელზეც გავლენას ახდენს რამდენიმე ალტერნატივა, რომლებიც ნახსენები ამ კვლევაში.

<u>მეოთხეული. დელტა დეპოზიტები (QD)</u>

ეს წარმონაქმნი მოდის ეროზიისაგან და შეიცავს მასალებს, რომელიც წარმოშობილია კავკასიური რელიეფისაგან. ისინი შედგება ხრეშის, ქვიშისა და სილისაგან. არსებობს დატბორილი ტერიტორიები, ზოგი ტერიტორია კი საერთოდ არ არის დაზიანებული წყლისაგან.

დელტა დეპოზიტების ლითოლოგიური სვეტი ხასიათდება მომწვანო-მონაცრისფრო ტალახიანი თიხისაგან , რომელშიც ფენების სახით წარმოდგენილია მცენარეული ნარჩენები. მის ქვეშ, წვრილი ქვიშა შეინიშნება ნაცრისფერი სახით. აღმოჩენილი იქნა ასევე ხრეშის ფენებიც.

ფოტო 1. სილიანი თიხა ამოღებული BH-6-დან.

ფოტო 2. ნაცრისფერი ქვიშა BH-5-დან.

<u>მეოთხეული.სანაპირო დეპოზიტები (QC)</u>

შედგება საშუალო-წვრილმარცვლოვანი ქვიშისაგან ხრეშის მინარევებით, წარმოქმნის სანაპირო ბარიერებს მიქცევ-მოქცევის გამო.

ფოტო 3. ამოთხრილი ნაცრისფერი ქვიშა ორმოდან-5.

<u>მეოთხეული პალუდალური დეპოზიტები (QP)</u>

ისინი არის წარმონაქმნები, რომლებიც დალექილია მცირე ენერგიის გარემოში, როგორიცაა: ტბები და ამგვარ ანოქსემურ პირობებში, ხელს უწყობს დეგრადაციას და ორგანული ნივთიერებების კონსერვაციას. ისინი ძირითადად ფორმირდება ტორფისაგან. მის ზედაპირზე გავრცელებულია ტორფისა და ნესტის მოყვარული მცენარეები.

ფოტო 4. ხედი ორმოდან-8.

<u>მეოთხეული. ალუვიური დეპოზიტები (Qal)</u>

ეს დეპოზიტების ასოცირდება მდინარის კურსთან, რომელიც ჩაედინება ზღვაში, მაგალითად: მდინარეები რიონი, სუფსა და ნატანები. ისინი ფორმირდება ხრეშის, ქვიშის, სილისა და თიხისაგან.

ფოტო 6. ნაცრისფერი ქვიშა მდინარე სუფსიდან.

ფოტო 5. ხრეში მდინარე ნატანების კალაპოტისა და ტერასებისაგან

<u>**შევსება**</u>

გამოარჩევენ შევსების ორ ტიპს:

- **ინფრასტრუქტურული შევსება (FI).** შეესაბამება სწორხაზოვან ინფრასტრუქტურას, როგორიცაა: გზები, მაგისტრალები ან რკინიგზები.
- **საკონსტრუქციო შევსება (FC).** შეესაბამება იმ ზონებს, რომლებიც გამოყენებულია შენობა-ნაგებობების, ესპლანადების ა.შ. მშენებლობისათვის.

გეოლოგიური ნახაზები მოცემულია დანართ 1-ში.

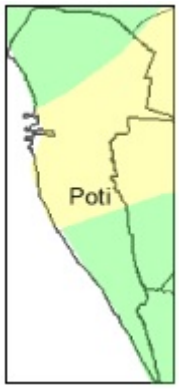
მიწისქვეშა წყლები მერყეობს 0,3-დან 2,0 მეტრის სიღრმემდე.

1.7. ბუნებრივი საფრთხეები

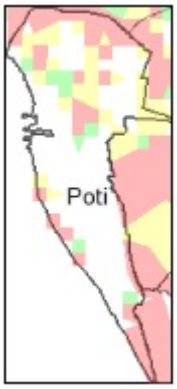
სიმაღლისა და სუსტად განვითარებული სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის გამო, ბევრი მთის სოფელი პრაქტიკულად მოწყვეტილია გარესამყაროს ზამთრის დროს. მთიან რაიონებში ცხოვრებასა და ქონებას სერიოზულ საფრთხეს უქმნის მიწისძვრები და მეწყერები. ყველაზე ბოლოდროინდელი ბუნებრივი კატასტროფები იყო მასიური მეწყერი და ღვარცოფი აჭარაში 1989 წელს, რის გამოც მოხდა ათასობით ადამიანის იძულებით გადაადგილება სამხრეთ-დასავლეთ საქართველოში. და ასევე ორი მიწისძვრა 1991 წელს, რომელმაც გაანადგურა

რამდენიმე სოფელი ჩრდილო-ცენტრალურ საქართველოსა და სამხრეთ ოსეთში. შემდეგ არის ანგარიში, რომელიც ავტომატურად გენერირდება საფრთხეებისა და რისკების მონაცემთა ბაზიდან ქვეყნის მასშტაბით საქართველოში (drm.cenn.org). რუკაზე ნაჩვენებია საფრთხის კლასი (მაღალი, საშუალო და დაბალი), 10 სხვადასხვა სახის ბუნებრივი კატასტროფები ადმინისტრაციული ერთეულისათვის. ეს რუკები გაკეთდა მთელი საქართველოს მასშტაბით, ძირითადად მინიმალური 1 ჰექტარი ფართობით. მაღალი, საშუალო და დაბალი კლასები ფარდობითია. მომავალი მოვლენები, სავარაუდოდ, მოხდება მაღალი საფრთხის კლასში, არ არის მოსალოდნელი საშუალო და ნაკლებად სავარაუდოა, რომ მოხდეს დაბალი კლასებში.

მიწისძვრის საშიშროების რუკა (ფოთი)

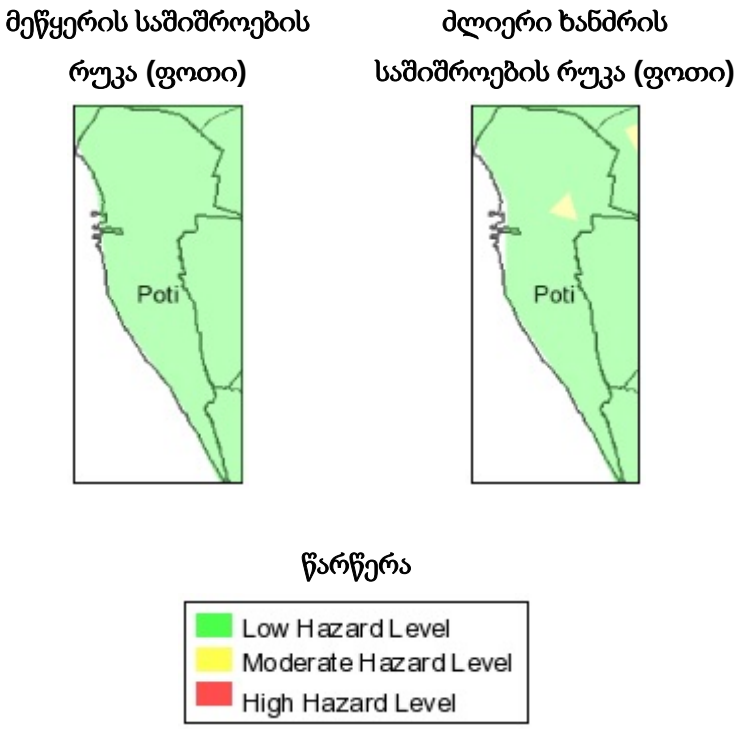


წყალდიდობის საშიშროების რუკა(ფოთი)



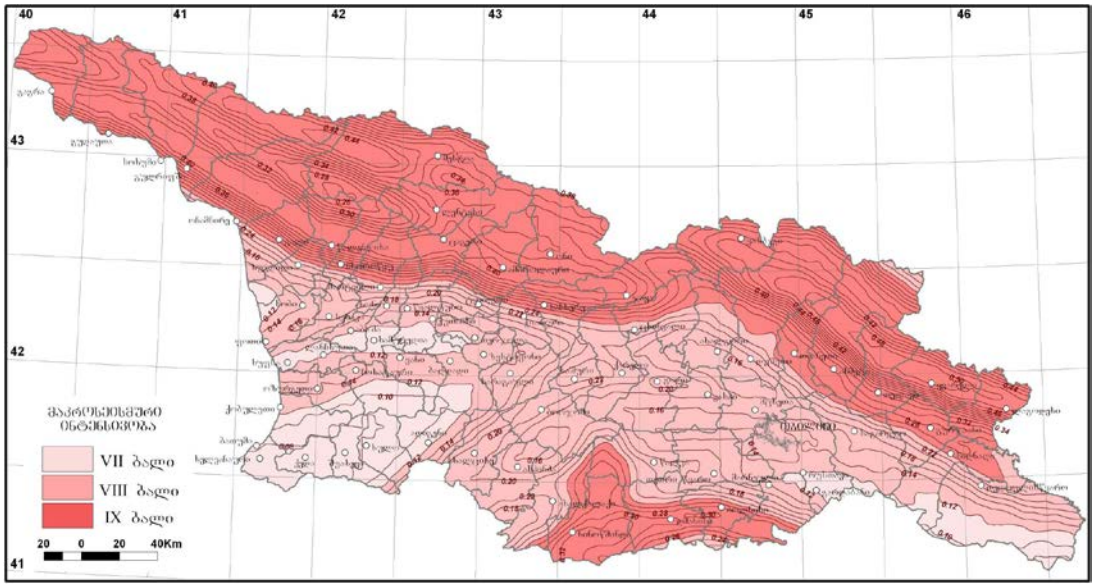
ღვარცოფის საშიშროების რუკა (ფოთი)

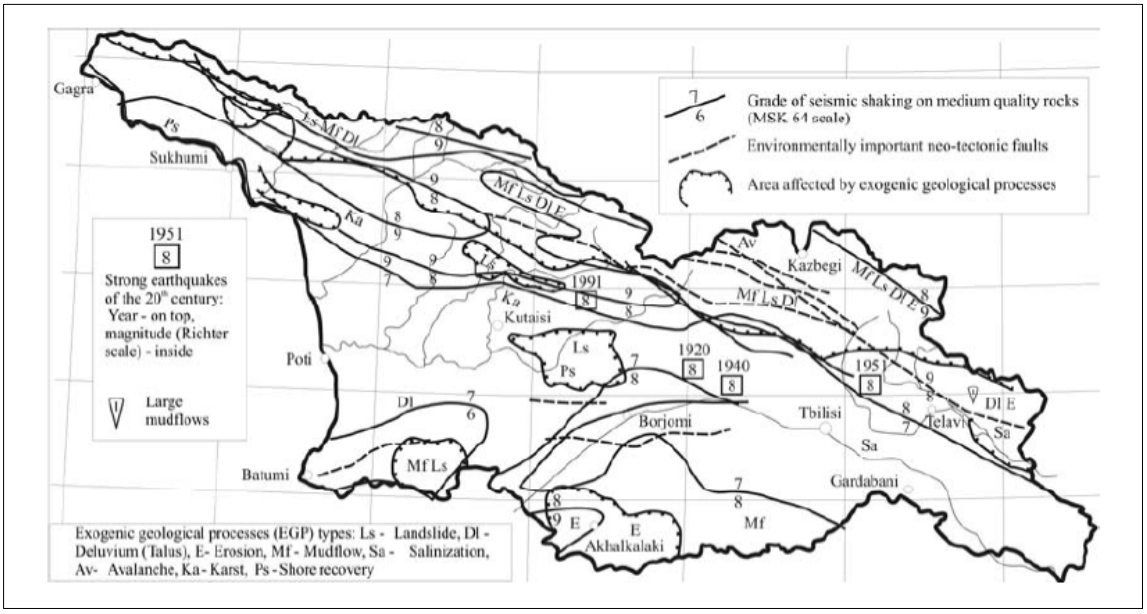
კლდის ჩამოშლის საშიშროების რუკა (ფოთი)



სურათი 8. ბუნებრივი საფრთხეები ფოთში

ფოთი იკავებს მე-8 ადგილს სეისმური რეგიონის შკალაზე საქართველოს სეისმური რეგიონალიზაციის სქემის მიხედვით (სამშენებლო ნორმები და წესები „სეისმომედეგობის კონსტრუქცია -– pn 01.01-09).





I. Not perceptible	Not felt, registered only by seismographs. No effect on objects. No damage to buildings.
II. Hardly perceptible	Felt only by individuals at rest. No effect on objects. No damage to buildings.
III. Weak	Felt indoors by a few. Hanging objects swing slightly. No damage to buildings.
IV. Largely observed	Felt indoors by many and felt outdoors only by very few. A few people are awakened. Moderate vibration. Observers feel a slight trembling or swaying of the building, room, bed, chair etc. China, glasses, windows and doors rattle. Hanging objects swing. Light furniture shakes visibly in a few cases. No damage to buildings.
V. Fairly strong	Felt indoors by most, outdoors by few. A few people are frightened and run outdoors. Many sleeping people awake. Observers feel a strong shaking or rocking of the whole building, room or furniture. Hanging objects swing considerably. China and glasses clatter together. Doors and windows swing open or shut. In a few cases window panes break. Liquids oscillate and may spill from fully filled containers. Animals indoors may become uneasy. Slight damage to a few poorly constructed buildings.
VI. Strong	Felt by most indoors and by many outdoors. A few persons lose their balance. Many people are frightened and run outdoors. Small objects may fall and furniture may be shifted. Dishes and glassware may break. Farm animals may be frightened. Visible damage to masonry structures, cracks in plaster. Isolated cracks on the ground.
VII. Very strong	Most people are frightened and try to run outdoors. Furniture is shifted and may be overturned. Objects fall from shelves. Water splashes from containers. Serious damage to older buildings, masonry chimneys collapse. Small landslides.
VIII. Damaging	Many people find it difficult to stand, even outdoors. Furniture may be overturned. Waves may be seen on very soft ground. Older structures partially collapse or sustain considerable damage. Large cracks and fissures opening up, rockfalls.
IX. Destructive	General panic. People may be forcibly thrown to the ground. Waves are seen on soft ground. Substandard structures collapse. Substantial damage to well-constructed structures. Underground pipelines ruptured. Ground fracturing, widespread landslides.
X. Devastating	Masonry buildings destroyed, infrastructure crippled. Massive landslides. Water bodies may be overtopped, causing flooding of the surrounding areas and formation of new water bodies.
XI. Catastrophic	Most buildings and structures collapse. Widespread ground disturbances, tsunamis.
XII. Very catastrophic	All surface and underground structures completely destroyed. Landscape generally changed, rivers change paths, tsunamis.

1.8. გეოტექნიკური კვლევა

კვლევის მასშტაბურობის გეოტექნიკური აღიარებისათვის შემუშავდა გეოტექნიკური კამპანია (წინა ფაზებზე განხორციელებული კვლევების

გათვალისწინებით), რომელშიც აპირებენ ჭაბურღილების, კარიერების გაკეთებას და დინამიურ შეღწევას. გეოტექნიკური აღიარებები არის შემდეგნაირი:

აღიარება	კოორდინატი X	კოორდინატი Y
BH-241	223707.56 m E	4664383.74 m N
BH-226	227889.262 m E	4665807.846 m N
Dp-223	227868.604 m E	4665802.574 m N
P-221	228392.221 m E	4663865.867 m N
Dp-225	228366.234 m E	4663879.328 m N
BH-228	228372.365 m E	4663854.278 m N
BH-229	228385.090 m E	4663890.065 m N
DP-234	229605.148 m E	4660332.708 m N
DP-233	229476.779 m E	4660693.034 m N
P-225	229174.242 m E	4661543.638 m N
აღიარება	**კოორდინატი X**	**კოორდინატი Y**
BH-236	229601.112 m E	4660346.087 m N
BH-237	229914.606 m E	4659608.944 m N
Dp-235	229770.226 m E	4659978.514 m N
P-226	229779.220 m E	4659983.459 m N
DP-230	229070.182 m E	4661873.936 m N
P-223	228626.069 m E	4662817.288 m N
Dp-227	228534.254 m E	4663207.027 m N
BH-232	228558.003 m E	4663211.537 m N
DP-229	228968.920 m E	4662107.176 m N
BH-235	229045.330 m E	4661865.152 m N
BH-234	229059.999 m E	4661896.778 m N
DP-231	229043.087 m E	4661892.535 m N
BH-226 BIS	227811.743 m E	4666100.802 m N
P-8	229593.739 m E	4660390.788 m N
Dp-55	229352.049 m E	4660998.029 m N
BH-51	229362.422 m E	4661024.121 m N
Dp-51	230776.415 m E	4658623.153 m N
Dp-50	231861.569 m E	4658666.169 m N

P-51	231823.755 m E	4658666.934 m N
P-52	231444.800 m E	4658606.255 m N
DP-232	229344.761 m E	4661075.761 m N
BH-230 BIS	228531.858 m E	4663656.467 m N
Dp-63	227815.811 m E	4665940.815 m N
P-5	227853.113 m E	4665947.489 m N
BH-52	228678.068 m E	4662788.520 m N
Dp-56	228831.937 m E	4662313.448 m N
P-58	228813.850 m E	4662340.992 m N
Dp-57	228670.229 m E	4662762.242 m N
BH-240	231523.925 m E	4658611.848 m N
P-219	228051.470 m E	4665066.162 m N
P-218	227946.578 m E	4665557.146 m N
BH-227	227924.781 m E	4665549.885 m N
Dp-239	231149.072 m E	4658580.973 m N
P-227	230188.636 m E	4659112.665 m N
აღიარება	**კოორდინატი X**	**კოორდინატი Y**
Dp-236	230172.653 m E	4659099.160 m N
Dp-240	232400.505 m E	4658709.875 m N
Dp-226	228476.712 m E	4663510.751 m N
Dp-224	228164.986 m E	4664565.191 m N
P-220	228177.127 m E	4664568.880 m N
BH-230	228502.641 m E	4663515.593 m N
BH-231	228502.896 m E	4663357.791 m N
P-222	228526.637 m E	4663361.147 m N

1.9. გეოტექნიკური ჯგუფები

1.9.1. წინასიტყვაობა

გეოტექნიკური თვალსაზრისით გამოვლენილი იქნა ხუთი ზონა, რომელთაგან თითოეულს აქვს მსგავსი მახასიათებლები როგორც გეოლოგიურად, ისე გეოტექნიკურად:

1.9.2. ზონა I. ჯგუფი QD

- ლითოლოგია. დელტა დეპოზიტების ლითოლოგიური სვეტი ხასიათდება მომწვანო-ნაცრისფერი თიხის არსებობით მცენარეულ ნარჩენებთან ერთად. მის ქვეშ შეინიშნება ნაცრისფერი წვრილი ქვიშის არსებობა. ასევე აღმოჩენილ იქნა ხრეშიც.
- გეოტექნიკური აღიარება. კვლევის მასშტაბურობის გეოტექნიკური აღიარებისათვის შემუშავდა გეოტექნიკური კამპანია რომელშიც აპირებენ ჭაბურღილების, კარიერების გაკეთებას და დინამიურ შეღწევას. გეოტექნიკური აღიარებები არის შემდეგნაირი:

აღიარება	კოორდინატი X	კოორდინატი Y
Dp-50	231861.569 m E	4658666.169 m N
Dp-51	230776.415 m E	4658623.153 m N
P-51	231823.755 m E	4658666.934 m N
P-52	231444.800 m E	4658606.255 m N
BH-240	231523.925 m E	4658611.848 m N
Dp-239	231149.072 m E	4658580.973 m N
Dp-240	232400.505 m E	4658709.875 m N

სამივე ალტერნატივისას გაკეთებული ჭაბურღილების შედარებითი კვლევისას, შესაძლებელია ზონების შეფასება, სადაც დაბალი SPT დარტყმები აღწევს დიდ სიღრმეებს. ასევე DCPT ტესტების გათვალისწინებით მიღებული შედეგებია:

Borehole	_SAMPLE	Zi	Zf	N1 60	PK
BH-240	SPT(C)	0,50	0,95	4	20+520
BH-240	SPT(C)	3,00	3,45	5	20+520
BH-240	SPT(C)	4,50	4,95	1	20+520
BH-240	SPT(C)	6,00	6,45	3	20+520
BH-240	SPT(C)	9,00	9,45	1	20+520
BH-240	SPT(C)	12,00	12,45	9	20+520
BH-240	SPT(C)	15,00	15,45	9	20+520
BH-240	SPT(C)	18,00	18,45	12	20+520
BH-240	SPT(C)	21,00	21,45	17	20+520
BH-240	SPT(C)	24,00	24,45	21	20+520
BH-240	SPT(C)	27,00	27,45	21	20+520
BH-240	SPT(C)	29,50	29,95	21	20+520

	1. DCPT -50	1. DCPT -51
0,15	5	3
0,30	9	5
0,45	22	6
0,60	25	6
0,75	15	6
0,90	4	7
1,05	3	8
1,20	4	11
1,35	7	11
1,50	12	11
1,65	12	12
1,80	15	9
1,95	14	14
2,10	17	11
2,25	12	14
2,40	13	15
2,55	17	16
2,70	14	12
2,85	11	12
3,00	9	14
3,15	10	11
3,30	7	7
3,45	8	7
3,60	8	8
3,75	6	9
3,90	6	10
4,05	5	11
4,20	5	12
4,35	6	9
4,50	7	9
4,65	8	12
4,80	8	15
4,95	9	15
5,10	11	13
5,25	10	12
5,40	12	11
5,55	9	13
5,70	8	14
5,85	12	17
6,00	13	14
6,15	14	12
6,30	15	12
6,45	11	13
6,60	11	11
6,75	16	15
6,90	15	15
7,05	16	11
7,20	11	12
7,35	12	13
7,50	14	14
7,65	12	14
7,80	13	13
7,95	14	16
8,10	14	15
8,25	15	14
8,40	16	14
8,55	16	17
8,70	12	17
8,85	14	15
9,00	13	15
9,15	17	16
9,30	16	17
9,45	18	14
9,60	18	15
9,75	18	17
9,90	20	17
10,05	19	18
10,20	17	18
10,35	13	20
10,50	14	19
10,65	13	19
10,80	12	20
10,95	15	18
11,10	17	18
11,25	18	17
11,40	19	17
11,55	20	16
11,70	21	16
11,85	23	17
12,00	25	17
12,15	27	18
12,30	24	18
12,45	23	16
12,60	20	16
12,75	23	17
12,90	23	19
13,05	25	21
13,20	25	20
13,35	26	23
13,50	27	22
13,65	28	24
13,80	27	23
13,95	22	25
14,10	25	24
14,25	22	23
14,40	22	22
14,55	24	24
14,70	25	24
14,85	27	25
15,00	29	26
15,15	26	22
15,30	28	24
15,45	29	24
15,60	31	25
15,75	31	25
15,90	33	26
16,05	32	27
16,20	34	27
16,35	33	25
16,50	35	25
16,65	30	26
16,80	30	26
16,95	31	27
17,10	32	28
17,25	35	28
17,40	37	30
17,55	37	30
17,70	38	29
17,85	39	30
18,00	38	31
18,15	40	32
18,30	38	34
18,45	37	37
18,60	41	37
18,75	43	39
18,90	44	39
19,05	40	40
19,20	42	42
19,35	44	42
19,50	43	43
19,65	45	43
19,80	46	45
19,95	47	44

PD System	DP-239 DPSH	DP-240 DPSH
Final Depth (m)	23,0	23,0
0,0	4	7
-0,2	5	5
-0,4	5	4
-0,6	1	2
-0,8	0	1
-1,0	0	0
-1,2	1	1
-1,4	0	0
-1,6	0	0
-1,8	0	0
-2,0	0	0
-2,2	0	0
-2,4	0	1
-2,6	0	1
-2,8	0	3
-3,0	0	2
-3,2	0	3
-3,4	0	2
-3,6	1	2
-3,8	0	2
-4,0	1	3
-4,2	2	2
-4,4	6	3
-4,6	10	3
-4,8	5	3
-5,0	2	2
-5,2	2	3
-5,4	8	4
-5,6	14	4
-5,8	14	5
-6,0	15	4
-6,2	16	5
-6,4	11	5
-6,6	5	6
-6,8	10	6
-7,0	14	5
-7,2	12	5
-7,4	11	6
-7,6	13	6
-7,8	14	6
-8,0	10	6
-8,2	13	6
-8,4	12	7
-8,6	7	7
-8,8	7	6
-9,0	6	7
-9,2	4	7
-9,4	3	8
-9,6	3	8
-9,8	8	7
-10,0	7	8
-10,2	8	10
-10,4	11	29
-10,6	14	30
-10,8	12	26
-11,0	11	23
-11,2	12	21
-11,4	10	20
-11,6	8	20
-11,8	6	20
-12,0	8	20
-12,2	7	17
-12,4	10	10
-12,6	12	9
-12,8	19	10
-13,0	18	13
-13,2	18	16
-13,4	19	33
-13,6	16	35
-13,8	14	48
-14,0	16	46
-14,2	15	43
-14,4	15	44
-14,6	13	47
-14,8	14	36
-15,0	17	37
-15,2	13	42
-15,4	13	36
-15,6	15	35
-15,8	18	38
-16,0	15	29
-16,2	18	27
-16,4	18	30
-16,6	18	32
-16,8	15	35
-17,0	21	35
-17,2	20	32
-17,4	20	27
-17,6	23	22
-17,8	25	23
-18,0	27	21
-18,2	27	22
-18,4	23	25
-18,6	28	23
-18,8	29	24
-19,0	29	24
-19,2	30	31
-19,4	31	32
-19,6	30	30
-19,8	32	29
-20,0	30	29

დაბალი კომპაქტურობა-თანმიმდევრულობის მიწის სისქე მერყეობს 0 მეტრიდან 6 მეტრს შორის.

დელტა დეპოზიტებს აქვს აშკარად განსხვავებული ორი ტიპის ნაწილაკები. ერთის მხრივ ესენი არის მასალა მარცვლოვანი ფრაქციით (QDs), რომლებიც ძირითადად ფორმირდება ქვიშით და მეორეს მხრივ მას აქვს წვრილმარცვლოვანი ფრაქცია, რომელიც ფორმირდება ლამითა და თიხებით (QDc). საბოლოოდ, ის არის მასალა, რომელიც ფორმირდება მცენარეული ნარჩენებით (QDp).

QDc-ის გეოტექნიკური პარამეტრები შემდეგი სახისაა:

BOREHOLE/PIT	PK	SAMPLE	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION					ATT. LIMITS			MOISTURE CONTENT (%)
						#2 (%)	#0,6 (%)	#0,21 (%)	#0,063 (%)	#0,002 (%)	LL	PL	PI	
BH-240	20+520	SPT(C)	2,8	3,0	QDC	100,0	100,0	97,1	86,7		64	43	20	46,7

ნაწილაკების ზომების დანაწილება (#0,008)	86.7
სითხის ზღვარი	64
პლასტიკურობის ზღვარი	43
პლასტიკურობის ინდექსი	20
ტენიანობა (%)	46.7

QD-ის გეოტექნიკური პარამეტრები შემდეგნაირია:

BOREHOLE/PIT	PK	SAMPLE	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION					ATT. LIMITS			MOISTURE CONTENT (%)	UNCONF. COMPRESSIVE STRENGTH (kPa)	AXIAL STRAIN FAIL. (%)	SHEAR TEST (CD)	
						#2 (%)	#0,6 (%)	#0,21 (%)	#0,063 (%)	#0,002 (%)	LL	PL	PI				c´ (kPa)	Φ´ (deg)
BH-240	20+520	SPT(C)	17,5	17,7	QDS	100,0	92,5	54,4	15,6		23	16	7	16,4	38,7	6,00		
BH-240	20+520	SPT(C)	25,0	25,2	QDS	100,0	94,0	49,3	10,7		22	15	7	15,2	40,4	6,50	8,3	18,5

4

ნაწილაკების ზომის დანაწილება (#0,008)	13.2
სითხის ლიმიტი	22
პლასტიკურობის ზღვარი	15
პლასტიკურობის ინდექსი	7
ტენიანობა (%)	15.8
შეუზღუდავი კომპრესია (კპ/სმ2)	39.5
წანაცვლების ძალა c´ (კპ/სმ2)	8.3
წანაცვლების ძალა ϕ (კპ/სმ2)	18.5

1.9.3. ზონა II. ჯგუფი QC

- ლითოლოგია. სანაპიროს დეპოზიტების ლითოლოგიური სვეტი ხასიათდება მომწვანო-ნაცრისფერი თიხის არსებობით მცენარეულ ნარჩენებთან ერთად. მის ქვეშ შეინიშნება ნაცრისფერი წვრილი ქვიშის არსებობა. ასევე აღმოჩენილ იქნა ხრეშიც.
- გეოტექნიკური აღიარება. კვლევის მასშტაბურობის გეოტექნიკური აღიარებისათვის შემუშავდა გეოტექნიკური კამპანია რომელშიც აპირებენ ჭაბურღილების, კარიერების გაკეთებას და დინამიურ შეღწევას. გეოტექნიკური აღიარებები არის შემდეგნაირი:

აღიარება	კოორდინატი X	კოორდინატი Y
BH-241	223707.56 m E	4664383.74 m N
BH-226	227889.262 m E	4665807.846 m N
Dp-223	227868.604 m E	4665802.574 m N
P-221	228392.221 m E	4663865.867 m N
Dp-225	228366.234 m E	4663879.328 m N
BH-228	228372.365 m E	4663854.278 m N
BH-229	228385.090 m E	4663890.065 m N
DP-234	229605.148 m E	4660332.708 m N
DP-233	229476.779 m E	4660693.034 m N
P-225	229174.242 m E	4661543.638 m N

BH-236	229601.112 m E	4660346.087 m N
BH-237	229914.606 m E	4659608.944 m N
Dp-235	229770.226 m E	4659978.514 m N
P-226	229779.220 m E	4659983.459 m N
DP-230	229070.182 m E	4661873.936 m N
P-223	228626.069 m E	4662817.288 m N
აღიარება	**კოორდინატი X**	**კოორდინატი Y**
Dp-227	228534.254 m E	4663207.027 m N
BH-232	228558.003 m E	4663211.537 m N
DP-229	228968.920 m E	4662107.176 m N
BH-235	229045.330 m E	4661865.152 m N
BH-234	229059.999 m E	4661896.778 m N
DP-231	229043.087 m E	4661892.535 m N
BH-226 BIS	227811.743 m E	4666100.802 m N
P-8	229593.739 m E	4660390.788 m N
Dp-55	229352.049 m E	4660998.029 m N
BH-51	229362.422 m E	4661024.121 m N
DP-232	229344.761 m E	4661075.761 m N
BH-230 BIS	228531.858 m E	4663656.467 m N
Dp-63	227815.811 m E	4665940.815 m N
P-5	227853.113 m E	4665947.489 m N
BH-52	228678.068 m E	4662788.520 m N
Dp-56	228831.937 m E	4662313.448 m N
P-58	228813.850 m E	4662340.992 m N
Dp-57	228670.229 m E	4662762.242 m N
P-219	228051.470 m E	4665066.162 m N
P-218	227946.578 m E	4665557.146 m N
BH-227	227924.781 m E	4665549.885 m N
P-227	230188.636 m E	4659112.665 m N
Dp-236	230172.653 m E	4659099.160 m N
Dp-226	228476.712 m E	4663510.751 m N
Dp-224	228164.986 m E	4664565.191 m N
P-220	228177.127 m E	4664568.880 m N

BH-230	228502.641 m E	4663515.593 m N
BH-231	228502.896 m E	4663357.791 m N
P-222	228526.637 m E	4663361.147 m N

სამივე ალტერნატივისას გაკეთებული ჭაბურღილების შედარებითი კვლევისას, შესაძლებელია ზონების შეფასება, სადაც დაბალი SPT დარტყმები აღწევს დიდ სიღრმეებს. ასევე DCPT ტესტების გათვალისწინებით მიღებული შედეგებია:

Borehole	_SAMPLE	ZNF (m)	Zi	Zf	N1 60	PK
BH-226	SPT	1,80	3,00	3,60	5	11+975
BH-226	SPT	1,80	6,00	6,60	9	11+975
BH-226	SPT	1,80	12,00	12,60	3	11+975
BH-226	SPT	1,80	18,00	18,60	4	11+975
BH-226	SPT	1,80	24,00	24,60	11	11+975
BH-226	SPT	1,80	30,00	30,60	1	11+975
BH-226	SPT	1,80	36,00	36,60	1	11+975
BH-226	SPT	1,80	42,00	42,60	5	11+975
BH-226bis	SPT	2,00	3,00	3,60	4	11+670
BH-226bis	SPT	2,00	6,00	6,60	0	11+670
BH-226bis	SPT	2,00	12,00	12,60	4	11+670
BH-226bis	SPT	2,00	18,00	18,60	11	11+670
BH-226bis	SPT	2,00	24,00	24,60	11	11+670
BH-227	SPT		3,00	3,60	7	12+220
BH-227	SPT		6,00	6,60	3	12+220
BH-227	SPT		12,00	12,60	9	12+220
BH-227	SPT		18,00	18,60	12	12+220
BH-227	SPT		24,00	24,60	9	12+220
BH-227	SPT		30,00	30,60	1	12+220
BH-227	SPT		36,00	36,60	4	12+220
BH-227	SPT		42,00	42,60	11	12+220
BH-227	SPT		45,00	45,60	8	12+220
BH-228	SPT		3,00	3,60	1	13+970
BH-228	SPT		6,00	6,60	11	13+970
BH-228	SPT		12,00	12,60	11	13+970
BH-228	SPT		18,00	18,60	12	13+970
BH-229	SPT		1,50	2,10	11	13+950
BH-229	SPT		4,50	5,10	0	13+950
BH-229	SPT		9,00	9,60	17	13+950
BH-229	SPT		15,00	15,60	12	13+950
BH-229	SPT		21,00	21,60	12	13+950
BH-230	SPT		3,00	3,60	0	14+340
BH-230	SPT		6,00	6,60	7	14+340
BH-230	SPT		12,00	12,60	7	14+340
BH-230	SPT		18,00	18,60	16	14+340
BH-230	SPT		24,00	24,60	8	14+340
BH-230	SPT		30,00	30,60	8	14+340
BH-230	SPT		36,00	36,60	11	14+340
BH-230	SPT		42,00	42,60	15	14+340
BH-230	SPT		45,00	45,60	16	14+340
BH-231	SPT		3,00	3,60	5	14+500
BH-231	SPT		6,00	6,60	11	14+500
BH-231	SPT		12,00	12,60	9	14+500
BH-231	SPT		18,00	18,60	19	14+500
BH-231	SPT		24,00	24,60	13	14+500
BH-231	SPT		30,00	30,60	15	14+500
BH-231	SPT		36,00	36,60	0	14+500
BH-231	SPT		42,00	42,60	13	14+500
BH-231	SPT		45,00	45,60	16	14+500
BH-232	SPT		3,00	3,60	0	14+730
BH-232	SPT		6,00	6,60	7	14+730
BH-232	SPT		12,00	12,60	11	14+730
BH-232	SPT		18,00	18,60	17	14+730
BH-232	SPT		24,00	24,60	13	14+730
BH-232	SPT		30,00	30,60	15	14+730
BH-232	SPT		36,00	36,60	4	14+730
BH-232	SPT		42,00	42,60	15	14+730
BH-232	SPT		45,00	45,60	16	14+730
BH-230BIS	SPT	7,10	3,00	3,60	0	14+250
BH-230BIS	SPT	7,10	6,00	6,60	8	14+250
BH-230BIS	SPT	7,10	12,00	12,60	4	14+250
BH-230BIS	SPT	7,10	18,00	18,60	8	14+250
BH-234	SPT(C)		1,50	1,95	5	16+080
BH-234	SPT(C)		3,00	3,45	8	16+080
BH-234	SPT(C)		5,00	5,45	7	16+080
BH-234	SPT(C)		6,00	6,45	4	16+080

Borehole	_SAMPLE	ZNF (m)	Zi	Zf	N1 60	PK
BH-234	SPT(C)		9,00	9,45	12	16+080
BH-234	SPT(C)		12,00	12,45	13	16+080
BH-234	SPT(C)		15,00	15,45	13	16+080
BH-234	SPT(C)		18,00	18,45	12	16+080
BH-234	SPT(C)		21,00	21,45	15	16+080
BH-234	SPT(C)		24,00	24,45	16	16+080
BH-234	SPT(C)		27,00	27,45	17	16+080
BH-234	SPT(C)		30,00	30,45	17	16+080
BH-234	SPT(C)		33,00	33,45	16	16+080
BH-234	SPT(C)		36,00	36,45	16	16+080
BH-234	SPT(C)		39,00	39,45	16	16+080
BH-234	SPT(C)		42,00	42,45	16	16+080
BH-234	SPT(C)		45,00	45,45	19	16+080
BH-235	SPT(C)		1,70	2,15	8	16+100
BH-235	SPT(C)		3,00	3,45	5	16+100
BH-235	SPT(C)		4,50	4,95	13	16+100
BH-235	SPT(C)		6,00	6,45	4	16+100
BH-235	SPT(C)		9,00	9,45	11	16+100
BH-235	SPT(C)		12,00	12,45	12	16+100
BH-235	SPT(C)		15,00	15,45	9	16+100
BH-235	SPT(C)		18,00	18,45	12	16+100
BH-235	SPT(C)		21,00	21,45	13	16+100
BH-235	SPT(C)		24,00	24,45	12	16+100
BH-235	SPT(C)		27,00	27,50	13	16+100
BH-235	SPT(C)		30,00	30,45	13	16+100
BH-235	SPT(C)		33,00	33,45	12	16+100
BH-235	SPT(C)		36,00	36,45	15	16+100
BH-235	SPT(C)		39,00	39,45	15	16+100
BH-235	SPT(C)		42,00	42,45	15	16+100
BH-235	SPT(C)		45,00	45,45	16	16+100
BH-236	SPT(C)		1,50	1,95	4	17+725
BH-236	SPT(C)		3,00	3,45	7	17+725
BH-236	SPT(C)		4,20	4,65	13	17+725
BH-236	SPT(C)		6,00	6,45	17	17+725
BH-236	SPT(C)		9,00	9,45	3	17+725
BH-236	SPT(C)		12,00	12,45	4	17+725
BH-236	SPT(C)		14,50	14,95	4	17+725
BH-237	SPT(C)		0,50	0,95	5	18+520
BH-237	SPT(C)		3,00	3,45	7	18+520
BH-237	SPT(C)		4,15	4,60	12	18+520
BH-237	SPT(C)		6,00	6,45	13	18+520
BH-237	SPT(C)		9,00	9,45	16	18+520
BH-237	SPT(C)		12,00	12,45	5	18+520
BH-237	SPT(C)		14,50	14,95	4	18+520
BH-51	SPT(C)		3,00		7	17+050
BH-51	SPT(C)		6,00		9	17+050
BH-51	SPT(C)		9,00		11	17+050
BH-51	SPT(C)		12,00		15	17+050
BH-51	SPT(C)		15,00		17	17+050
BH-51	SPT(C)		18,00		20	17+050
BH-51	SPT(C)		21,00		25	17+050
BH-51	SPT(C)		24,00		28	17+050
BH-51	SPT(C)		27,00		29	17+050
BH-51	SPT(C)		30,00		31	17+050
BH-52	SPT(C)		3,00		8	15+080
BH-52	SPT(C)		6,00		9	15+080
BH-52	SPT(C)		9,00		11	15+080
BH-52	SPT(C)		12,00		16	15+080
BH-52	SPT(C)		15,00		16	15+080
BH-52	SPT(C)		18,00		20	15+080
BH-52	SPT(C)		21,00		23	15+080
BH-52	SPT(C)		24,00		24	15+080
BH-52	SPT(C)		27,00		28	15+080
BH-52	SPT(C)		30,00		29	15+080

PD	DP-223	DP-224	DP-225	DP-226	DP-227	DP-229	DP-230	DP-231	DP-232	DP-233	DP-234	DP-235	DP-236
System	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH	DPSH
Final Depth (m)	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
0,0	1	2	22	2	1	4	2	2	3	4	7	7	9
-0,2	2	3	43	2	1	3	3	2	0	4	14	7	25
-0,4	1	7	54	4	9	4	2	2	0	5	15	8	24
-0,6	2	10	28	5	10	2	1	3	0	4	4	6	7
-0,8	1	10	22	4	10	4	0	1	2	1	0	5	7
-1,0	1	8	15	1	8	4	1	0	4	2	0	5	6
-1,2	0	10	12	0	10	3	4	0	3	1	4	5	5
-1,4	0	12	6	0	9	4	4	0	3	4	7	5	5
-1,6	0	12	3	0	6	1	8	1	5	7	5	4	3
-1,8	0	12	5	2	4	0	10	3	5	7	2	4	3
-2,0	3	11	4	2	7	1	9	2	7	6	2	3	5
-2,2	2	11	2	0	3	4	5	8	6	6	6	5	4
-2,4	1	11	1	0	2	3	8	9	4	7	12	4	3
-2,6	1	10	0	0	3	3	13	8	5	7	15	3	4
-2,8	1	8	2	0	3	2	13	9	4	6	17	5	8
-3,0	1	6	3	0	2	5	10	9	4	10	19	5	7
-3,2	1	7	2	0	2	10	9	9	2	10	16	6	6
-3,4	3	6	1	1	2	12	10	8	0	10	14	5	5
-3,6	2	5	1	3	1	11	8	9	3	11	10	7	5
-3,8	3	1	1	3	1	10	8	10	1	9	12	5	6
-4,0	3	0	2	7	2	5	9	8	0	10	12	7	6
-4,2	2	1	1	9	1	2	9	8	0	10	14	7	8
-4,4	2	1	2	8	3	3	4	5	0	11	11	10	11
-4,6	2	3	2	9	4	2	1	1	0	12	8	10	14
-4,8	4	5	1	9	6	0	0	1	0	10	9	10	14
-5,0	2	5	5	10	9	1	1	1	1	8	9	12	13
-5,2	2	8	4	9	11	2	0	0	1	9	10	12	13
-5,4	3	16	7	8	10	2	0	1	5	9	6	14	14
-5,6	3	13	10	8	10	3	1	0	8	10	8	15	14
-5,8	5	19	9	8	9	6	2	1	7	9	6	15	15
-6,0	6	20	11	8	10	5	2	1	9	10	6	15	17
-6,2	5	19	14	9	10	5	0	0	10	11	3	16	17
-6,4	7	19	16	8	10	5	1	1	6	7	2	15	17
-6,6	5	14	13	8	10	8	2	2	11	7	3	14	16
-6,8	5	14	11	10	11	12	2	2	12	8	2	17	14
-7,0	3	13	12	11	10	9	1	2	12	7	3	14	14
-7,2	4	13	12	10	11	8	6	5	10	7	2	14	16
-7,4	4	13	14	12	10	11	12	8	11	3	3	13	17
-7,6	6	12	13	14	11	12	14	10	11	7	3	14	15
-7,8	7	12	12	11	11	12	19	13	10	5	3	17	14
-8,0	6	14	11	10	12	13	14	15	10	4	4	12	12
-8,2	9	13	11	11	8	14	12	10	11	4	3	12	11
-8,4	9	13	13	14	10	10	9	10	9	4	3	11	11
-8,6	11	12	12	13	10	10	7	10	9	3	3	11	11
-8,8	8	13	14	10	14	9	8	9	10	4	4	12	11
-9,0	7	13	14	11	13	10	11	10	7	4	4	13	11
-9,2	10	11	15	11	14	10	12	12	10	5	4	14	10
-9,4	11	12	16	12	10	12	13	14	10	5	4	13	11
-9,6	11	14	17	16	11	11	12	12	11	5	5	14	14
-9,8	11	15	14	19	14	12	9	10	10	4	5	13	13
-10,0	13	16	12	15	14	10	12	10	8	5	6	12	12
-10,2	11	14	12	13	16	10	15	12	4	6	5	11	11
-10,4	8	14	12	16	13	12	11	12	6	7	6	12	18
-10,6	8	12	12	17	11	14	13	12	15	8	5	15	18
-10,8	11	15	15	16	12	12	14	10	8	10	7	17	15
-11,0	12	11	14	15	14	15	12	12	7	11	12	16	15
-11,2	13	11	16	16	17	13	15	14	6	10	7	16	15
-11,4	13	12	18	20	12	13	14	13	6	9	7	18	15
-11,6	14	13	20	20	11	13	14	12	9	9	6	18	16
-11,8	15	12	17	20	11	12	14	13	15	10	8	20	18
-12,0	18	14	16	20	15	14	14	14	13	20	8	18	18
-12,2	19	19	14	16	9	13	13	13	14	15	15	16	16
-12,4	20	19	13	21	11	14	13	14	10	14	16	19	19
-12,6	21	20	17	22	10	14	11	14	8	15	9	21	26
-12,8	21	20	17	21	18	15	11	10	6	14	8	25	25
-13,0	21	16	16	27	20	12	12	12	11	10	9	18	18
-13,2	18	20	14	32	21	12	13	12	10	10	7	20	19
-13,4	19	16	12	32	22	12	11	13	8	9	9	22	17
-13,6	20	17	18	34	30	12	10	12	8	9	10	18	27
-13,8	17	20	14	33	28	10	13	10	7	9	10	23	24
-14,0	20	21	19	23	29	12	21	10	8	12	10	20	21
-14,2	18	15	23	36	25	13	16	12	12	10	10	24	20
-14,4	23	15	23	36	21	18	16	10	14	12	12	25	22
-14,6	21	16	23	31	21	18	15	18	10	12	13	24	21
-14,8	22	22	23	31	20	16	15	16	10	15	18	23	21
-15,0	19	25	20	32	22	15	15	15	15	14	18	25	25
-15,2	23	26	18	29	22	16	15	15	18	16	16	24	21
-15,4	25	26	20	29	21	16	16	14	16	15	18	26	29
-15,6	20	29	20	29	23	18	17	16	17	19	18	25	29
-15,8	21	26	22	26	17	18	19	16	17	20	19	29	27
-16,0	23	29	22	19	18	17	18	15	21	20	18	30	32
-16,2	21	33	24	20	18	16	17	15	17	21	18	31	31
-16,4	22	34	33	20	20	15	16	18	18	20	18	33	31
-16,6	22	34	33	17	22	16	15	16	20	22	18	34	21
-16,8	22	37	33	21	29	12	17	18	17	19	22	30	28
-17,0	22	41	31	18	22	15	18	19	16	18	24	37	36
-17,2	21	42	25	21	23	15	21	18	16	18	25	35	38
-17,4	21	41	23	22	28	18	19	15	17	19	25	35	37
-17,6	24	39	22	30	24	20	16	16	17	20	24	34	38
-17,8	29	37	36	35	25	21	14	15	16	19	25	33	40
-18,0	26	39	21	37	28	20	17	18	18	20	24	35	39
-18,2	27	37	19	36	26	12	16	17	19	20	25	41	38
-18,4	25	39	21	34	24	15	17	18	20	25	25	40	42
-18,6	28	37	26	35	24	16	19	17	18	24	30	33	44
-18,8	26	38	30	34	25	17	15	17	17	23	31	35	42
-19,0	31	40	21	33	25	16	16	20	16	25	30	33	35
-19,2	33	39	23	34	24	19	19	21	17	25	30	35	39
-19,4	33	40	27	34	24	20	21	20	18	24	29	36	41
-19,6	31	38	31	35	21	20	22	23	19	25	31	38	40
-19,8	36	38	30	38	22	20	22	23	21	23	29	41	37
-20,0	32	35	30	35	22	20	23	22	22	20	29	44	44

	1. DCPT -55	1. DCPT -56	1. DCPT -57	1. DCPT -63
0,15	4	6	6	2
0,30	7	7	7	4
0,45	7	9	9	3
0,60	6	9	9	2
0,75	7	6	6	6
0,90	6	7	7	7
1,05	8	8	8	7
1,20	12	9	9	8
1,35	16	17	17	14
1,50	19	16	16	13
1,65	17	19	19	13
1,80	16	18	18	14
1,95	12	16	16	11
2,10	13	10	10	10
2,25	12	12	12	13
2,40	19	12	12	12
2,55	20	17	17	18
2,70	17	19	19	20
2,85	12	23	23	19
3,00	13	18	18	17
3,15	10	14	14	21
3,30	9	13	13	18
3,45	7	12	12	19
3,60	8	10	10	14
3,75	6	7	7	15
3,90	6	7	7	15
4,05	5	8	8	12
4,20	8	6	6	12
4,35	9	9	9	11
4,50	11	9	9	10
4,65	10	11	11	7
4,80	12	9	9	8
4,95	9	12	12	8
5,10	8	13	13	6
5,25	12	13	13	10
5,40	13	13	13	11
5,55	15	13	13	11
5,70	11	15	15	12
5,85	12	16	16	9
6,00	13	16	16	12
6,15	14	16	16	13
6,30	15	17	17	14
6,45	15	18	18	14
6,60	15	20	20	13
6,75	17	20	20	15
6,90	16	21	21	14
7,05	14	24	24	15
7,20	15	20	20	15
7,35	15	20	20	16
7,50	17	19	19	17
7,65	18	21	21	18
7,80	18	21	21	20
7,95	20	20	20	21
8,10	19	21	21	20
8,25	18	20	20	20
8,40	14	21	21	19
8,55	13	22	22	18
8,70	15	24	24	20
8,85	15	23	23	21
9,00	17	24	24	20
9,15	17	23	23	21
9,30	16	23	23	20
9,45	15	22	22	22
9,60	16	22	22	24
9,75	14	23	23	23
9,90	14	23	23	22
10,05	17	23	23	24
10,20	19	23	23	23
10,35	20	25	25	23
10,50	21	24	24	21
10,65	21	25	25	24
10,80	17	25	25	22
10,95	15	25	25	24
11,10	16	24	24	25
11,25	18	25	25	23
11,40	19	25	25	23
11,55	21	25	25	24
11,70	20	25	25	19
11,85	22	28	28	19
12,00	25	25	25	20
12,15	27	22	22	21
12,30	26	25	25	24
12,45	26	25	25	23
12,60	21	25	25	22
12,75	21	26	26	23
12,90	25	24	24	22
13,05	21	24	24	25
13,20	20	25	25	25
13,35	23	21	21	24
13,50	24	24	24	24
13,65	25	22	22	22
13,80	27	25	25	27
13,95	24	27	27	26
14,10	26	27	27	22
14,25	24	26	26	24
14,40	26	21	21	26
14,55	27	21	21	27
14,70	25	23	23	24
14,85	25	24	24	25
15,00	26	25	25	27
15,15	27	26	26	25
15,30	27	24	24	25
15,45	22	22	22	26
15,60	25	26	26	27
15,75	24	25	25	28
15,90	27	25	25	29
16,05	28	26	26	31
16,20	27	27	27	27
16,35	30	22	22	28
16,50	31	25	25	28
16,65	29	25	25	31
16,80	30	24	24	33
16,95	30	27	27	33
17,10	32	27	27	35
17,25	35	29	29	36
17,40	34	29	29	36
17,55	36	29	29	35
17,70	37	31	31	38
17,85	37	30	30	39
18,00	38	32	32	40
18,15	36	33	33	41
18,30	40	34	34	37
18,45	40	34	34	38
18,60	42	35	35	42
18,75	41	38	38	43
18,90	43	34	34	43
19,05	43	36	36	45
19,20	44	37	37	44
19,35	45	38	38	43
19,50	45	40	40	44
19,65	41	41	41	46
19,80	43	41	41	45
19,95	45	42	42	47

დაბალი კომპაქტურობა-თანმიმდევრულობის მიწის სისქე მერყეობს 5,70 მეტრიდან 9 მეტრს შორის.

QCC-ის გეოტექნიკური პარამეტრები შემდეგი სახისაა:

BOREHOLE/PIT	PK	SAMPLE	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION					ATT. LIMITS			MOISTURE CONTENT (%)	(MC-WP) / Ip	PARTICLE DENSITY (t/m^3)	BULK DENSITY (t/m^3)	DRY DENSITY (t/m^3)	CARBONATES (%)	ORGANIC MATTER (%)	CHLORIDES (%)	SOLUBLE SULPHATES (%)	PH	UNCONF. COMPRESSIVE STRENGTH (kPa)	AXIAL STRAIN FAIL. (%)	SHEAR TEST (CD)	
						#2 (%)	#0,6 (%)	#0,21 (%)	#0,063 (%)	#0,002 (%)	LL	PL	PI													c´ (kPa)	ϕ´ (deg)
BH-241	11+620	MI	27,0	27,6	QCC	99,6	99,4	95,3	62,7	16,5	31	22	8	25,0	0,33	2,71	1,95	1,56						66,9	4,34	28,3	29,9
BH-241	11+620	MI	39,0	39,6	QCC	100,0	99,8	99,4	94,1	35,2	33	24	10	29,0	0,56	2,72	1,90	1,47						32,5	7,08	21,7	31,0
BH-226 BIS	11+670	SPT	6,0	6,6	QCC										-				35,6	1,5	NO	0,024	8,3				
BH-226 BIS	11+670	MI	15,0	15,6	QCC	100,0	99,1	96,4	77,3	28,8	43	25	18	40,6	0,88	2,70	1,80	1,28						26,8	7,83	4,2	11,3
BH-226 BIS	11+670	MI	27,0	27,6	QCC	100,0	99,7	99,2	54,3	14,5	31	22	10	29,0	0,77	2,70	1,88	1,46						32,8	3,15	28,6	32,7
BH-226 BIS	11+670	MI	33,0	33,6	QCC	99,7	99,3	98,6	79,0	22,9	36	28	8	30,0	0,28	2,70	1,89	1,45						31,6	6,53	22,1	25,4
BH-226 BIS	11+670	MI	39,0	39,6	QCC	99,8	99,4	99,0	77,1	23,3	40	29	11	32,0	0,26	2,71	1,91	1,45						34,7	5,80	28,8	24,2
BH-227	12+220	MI	39,0	39,6	QCC	99,1	96,3	88,7	70,1	19,1	28	28	9	34,7	0,77	2,72	1,88	1,40						18,1	2,10		
BH-230	14+340	MI	33,0	33,6	QCC	97,8	96,7	91,3	73,5	14,9	33	NP	NP	26,5	-	2,71	1,90	1,50						49,6	5,12	48,0	22,3
BH-230	14+340	T	41,0	41,4	QCC	99,2	98,5	94,4	71,8	13,6	34	25	9	25,6	0,03	2,71	1,91	1,52						43,0	4,80	34,0	24,5
BH-230bis	14+250	MI	33,0	33,6	QCC	99,2	97,9	91,0	58,3	4,0	28	NP	NP	25,1	-	2,66	1,98	1,58						38,9	5,17		
BH-231	14+500	T	34,2	34,5	QCC	100,0	100,0	97,0	71,8	15,0	37	27	10	24,8	-0,22	2,71	1,86	1,49						42,7	3,31	34,0	24,7
BH-51	17+050	SPT(C)	3,0	3,3	QCC	99,7			47,3					16,8	-			1,54									
BH-236	17+725	SPT(C)	11,0	11,2	QCC	100,0	100,0	94,6	86,2		71	55	25	58,7	0,16	2,73	1,61	1,01						7,0	46,17	28,6	8,1

ნაწილაკების ზომის დანაწილება(#0,008)	73.3
სითხის ლიმიტი	38
პლასტიკურობის ზღვარი	8
პლასტიკურობის ინდექსი	10
ტენიანობა (%)	31.5
მშრალი სიმკვრივე (ტ/მ3)	1.43
ორგანული მასალა(%)	1.5
შეუზღუდავი კომპრესია (კპ/სმ2)	37
წანაცვლების ძალა c´ (კპ/სმ2)	27.8
წანაცვლების ძალა ϕ (კპ/სმ2)	23.4

QCS-ის გეოტექნიკური პარამეტრები შემდეგი სახისაა:

BOREHOLE/PIT	PK	SAMPLE	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION					ATT. LIMITS			MOISTURE CONTENT (%)	(MC-WP) / Ip	PARTICLE DENSITY (t/m^3)	BULK DENSITY (t/m^3)	DRY DENSITY (t/m^3)	CARBONATES (%)	ORGANIC MATTER (%)	CHLORIDES (%)	SOLUBLE SULPHATES (%)	PH	UNCONF. COMPRESSIVE STRENGTH (kPa)	AXIAL STRAIN FAIL. (%)	SHEAR TEST (CD)	
						#2 (%)	#0,6 (%)	#0,21 (%)	#0,063 (%)	#0,002 (%)	LL	PL	PI													c´ (kPa)	ϕ´ (deg)
BH-241	11+620	MI	4,5	5,1	QCS	95,4	91,4	37,0	12,7	2,2	34	NP	NP	24,7	-	2,66	1,98	1,59						14,6	3,06	39,3	43,4
BH-241	11+620	SPT	6,0	6,6	QCS										-				7,0	4,5	NO	NO	8,5				
BH-241	11+620	MI	15,0	15,6	QCS	96,0	94,6	42,1	14,1	2,4	33	NP	NP	25,8	-	2,66	1,90	1,51						35,4	6,92	24,2	37,1
BH-226 BIS	11+670	MI	1,5	2,1	QCS	99,1	96,7	54,3	24,5	4,7	30	NP	NP	14,7	-	2,66	1,92	1,67								40,0	35,6
BH-226 BIS	11+670	MI	9,0	9,6	QCS	100,0	99,6	85,5	18,3	3,1	29	NP	NP	25,7	-	2,67	1,45	1,15						58,9	5,28	32,3	30,5
BH-226	11+980	MI	1,5	2,1	QCS	99,2	55,9	18,6	8,8		26	NP	NP	14,1	-	2,66	1,54	1,35									
BH-226	11+980	MI	21,0	21,6	QCS	100,0	99,9	85,8	16,8	3,7	28	NP	NP	26,5	-	2,66	1,91	1,51						31,9	2,81		
BH-226	11+980	SPT	36,0	36,6	QCS										-				11,3	4,0	NO	0,040	7,8				
BH-227	12+220	MI	4,5	5,1	QCS	99,2	97,2	29,1	7,4		27	NP	NP	22,1	-	2,66	1,94	1,59						11,8	2,59		
BH-227	12+220	MI	15,0	15,6	QCS	99,1	98,3	85,1	23,8	3,7	31	25	6	25,1	-0,02	2,68	1,72	1,37						35,5	3,48		
BH-227	12+220	MI	27,0	27,6	QCS	99,8	99,6	91,1	29,0	4,8	31	24	7	25,6	0,19	2,69	2,00	1,59						33,6	3,62		
BH-229	13+950	SPT	3,0	3,6	QCS	99,4	98,4	29,5	11,5	2,5	29	NP	NP	42,6	-	2,66	1,70	1,19						11,0	2,89		
BH-229	13+950	MI	9,0	9,6	QCS	99,5	98,2	31,0	12,3	2,7	27	NP	NP	21,9	-	2,67	1,84	1,51		2,5	0,030		8,1				
BH-229	13+950	SPT	12,0	12,6	QCS	98,7	96,8	35,5	14,0	3,1	30	NP	NP	22,4	-	2,67	1,89	1,54						17,9	2,31		
BH-229	13+950	SPT	18,0	18,6	QCS	98,2	92,5	33,9	15,1	3,3	25	NP	NP	25,2	-	2,66	1,86	1,49						22,7	2,31		
BH-228	13+970	SPT	4,5	5,1	QCS	99,4	98,9	40,1	18,1	3,9	31	NP	NP	40,1	-	2,66	1,66	1,18						19,5	2,67		
BH-228	13+970	MI	6,0	6,6	QCS	98,6	96,7	35,4	16,5	2,8	28	NP	NP	37,9	-	2,67	1,77	1,28		4,0	NO		7,9				
BH-228	13+970	SPT	15,0	15,6	QCS	97,2	94,5	25,6	4,6		29	NP	NP	21,2	-	2,66	1,88	1,55						11,2	3,21		
BH-228	13+970	MI	21,0	21,6	QCS	97,6	93,9	25,2	5,6		29	NP	NP	26,3	-	2,66	1,81	1,43						12,2	2,35		
P-221	13+970	MA	1,3	1,7	QCS	100,0	98,3	48,5	14,4		27	20	7	23,6	0,52				2,6	3,1	0,004		7,5				
BH-230	14+340	MI	4,5	5,1	QCS	99,7	91,4	26,7	11,7	2,7	29	NP	NP	25,2	-	2,60	1,93	1,54								24,0	35,8
BH-230	14+340	MI	15,0	15,6	QCS	98,0	88,6	26,5	13,5	3,1	29	NP	NP	26,9	-	2,67	1,97	1,55						36,4	3,35	34,0	36,9
BH-230	14+340	MI	21,0	21,6	QCS	100,0	99,1	88,4	20,8	4,4	27	NP	NP	27,8	-	2,66	1,95	1,53						37,7	3,40	37,0	37,4
BH-230bis	14+250	MI	4,5	5,1	QCS	98,9	96,3	82,2	22,6	3,4	29	NP	NP	23,5	-	2,66	1,94	1,57						14,8	3,80	25,1	35,6
BH-230bis	14+250	SPT	6,0	6,6	QCS	100,0	96,9	80,8	20,7	2,2	29	NP	NP	25,6	-	2,67	1,93	1,54						64,4	3,62		
BH-230bis	14+250	MI	15,0	15,6	QCS	82,3	77,3	28,9	12,0	2,1	28	NP	NP	18,7	-	2,66	2,00	1,68						14,3	2,33		
BH-230bis	14+250	MI	27,0	27,6	QCS	100,0	95,5	83,9	24,4	4,7	27	NP	NP	27,7	-	2,66	1,95	1,53						53,8	3,90	29,7	33,8
BH-231	14+500	MI	4,5	5,1	QCS	100,0	91,6	28,6	13,4	3,4	27	NP	NP	31,1	-	2,67	1,80	3,70						10,1	6,05	17,0	31,0
BH-231	14+500	MI	15,0	15,6	QCS	99,5	93,0	76,8	18,3	4,0	30	NP	NP	25,7	-	2,67	1,63	1,54						10,1	5,22	29,0	36,7
BH-231	14+500	MI	27,0	27,6	QCS	100,0	98,5	84,3	18,7	4,3	28	NP	NP	22,0	-	2,66	1,94	1,59						47,4	3,40	20,0	35,6
P-223	15+050	MA	1,7	2,1	QCS	100,0	96,5	52,1	13,5		NP	NP	NP	7,6	-				7,6	1,9	0,004		8,1				
BH-52	15+080	SPT(C)	3,0	3,3	QCS	99,5			29,2					30,1	-			1,51									
BH-52	15+080	SPT(C)	10,1	10,4	QCS	98,9			29,7					17,8	-			1,52									
BH-52	15+080	SPT(C)	17,4	17,7	QCS	99,7			29,6					18,8	-			1,48									
BH-52	15+080	SPT(C)	23,4	23,7	QCS	99,3			31,0					19,2	-			1,47									
BH-234	16+080	SPT(C)	4,5	5,0	QCS	100,0	97,4	55,9	11,9		NP	NP	NP	16,7	-	2,68	1,75	1,50								0,6	26,9
BH-234	16+080	SPT(C)	13,0	13,2	QCS	100,0	94,8	59,1	20,5		21	15	6	14,7	0,03	2,69	1,79	1,56	12,5	2,8	0,042	0,050	7,9				
BH-234	16+080	SPT(C)	25,0	25,5	QCS	100,0	95,4	59,3	22,0		22	16	6	16,5	0,02	2,68	1,76	1,76						30,6	5,00	7,3	20,5
BH-234	16+080	SPT(C)	44,0	44,2	QCS	100,0	96,8	63,7	21,1		22	15	7	15,2	0,06	2,70	1,82	1,82	11,3	3,4	0,060	0,054	7,8				
BH-235	16+100	SPT(C)	3,5	3,7	QCS	100,0	91,7	43,3	11,6		NP	NP	NP	21,2	-	2,67	1,76	1,45	9,6	1,7			7,7				
BH-235	16+100	SPT(C)	14,5	15,0	QCS	100,0	86,7	32,7	9,2		NP	NP	NP	15,9	-	2,66	1,75	1,51		0,1				7,5	38,23		
BH-235	16+100	SPT(C)	25,0	25,5	QCS	100,0	88,5	36,0	10,7		23	17	6	20,4	0,64	2,69	1,77	1,47						6,5	31,02	0,7	28,9
BH-235	16+100	SPT(C)	36,8	37,0	QCS	100,0	94,1	37,6	12,0		24	17	7	19,3	0,29	2,69	1,74	1,46	9,1	2,7	0,088	0,056	7,7				
P-225	16+450	MA	1,2	1,4	QCS	100,0	94,9	59,2	21,7		NP	NP	NP	23,5	-				1,3	2,4	0,004		6,7				
BH-51	17+050	SPT(C)	12,3	12,5	QCS	99,4			29,9					16,3	-			1,52									
BH-51	17+050	SPT(C)	20,3	20,6	QCS	99,2			31,3					18,9	-			1,47									
BH-51	17+050	SPT(C)	26,2	26,5	QCS	99,1			30,1					14,7	-			1,49									
BH-236	17+725	SPT(C)	2,5	2,7	QCS						NP	NP	NP	14,6	-				9,2	1,5	0,004	0,030	8,4				
BH-236	17+725	SPT(C)	3,8	4,0	QCS	100,0	94,6	49,2	10,5		NP	NP	NP	16,8	-	2,68	1,75	1,50								0,8	29,6
BH-237	18+520	SPT(C)	2,0	2,2	QCS	100,0	97,9	69,1	15,5		NP	NP	NP		-				9,0	2,5	0,004	0,012	7,7				
BH-237	18+520	SPT(C)	7,5	7,7	QCS	100,0	100,0	66,5	24,0		22	16	6	16,4	0,05				5,6	1,7	0,005	0,019	8,6				
BH-237	18+520	SPT(C)	13,0	13,3	QCS	100,0	99,3	45,1	12,6		NP	NP	NP		-												
P-227	19+010	MA	1,9	2,3	QCS	100,0	97,6	51,8	12,9		NP	NP	NP	24,1	-				0,5	3,5	0,003		7,2				

ნაწილაკების ზომის დანაწილება(#0,008)	17.7
სითხის ლიმიტი	27.1
პლასტიკურობის ზღვარი	18.4
პლასტიკურობის ინდექსი	6.33
ტენიანობა (%)	22.4
მშრალი სიმკვრივე (ტ/მ3)	1.55
ორგანული მასალა(%)	2.6
შეუზღუდავი კომპრესია (კპ/სმ2)	26
წანაცვლების ძალა c´ (კპ/სმ2)	22.6
წანაცვლების ძალა ϕ (კპ/სმ2)	33.5

1.9.4. ზონა III. ჯგუფი QP

- ლითოლოგია. ძირითადად ფორმირდება ტორფისაგან. მისი ზედაპირი დაფარულია ტორფისა და ტენის მოყვარული მცენარეებით. ეს ჯგუფი შედის QD და QC ჯგუფში, რადგანაც იგი არის როგორც ინტერპოლაცია დელტას ფორმირებისა და სანაპიროს ფორმირების დროს.

1.10. გეოტექნიკური აღიარების მეთოდოლოგია

1.10.1. მექანიკური ჭაბურღილები

მექანიკური ჭაბურღილები კეთდება ბრუნვით, ნიმუშის უწყვეტი აღდგენით. მიწაში ჭაბურღილის მილის დიამეტრი ყოველთვის იქნება ტოლი ან 101 მმ-ზე მეტი (დიამეტრით, რომელიც უდრის ან მეტია ნიმუშის 84მმ-ზე) და ქანების ჭაბურღილებისათვის, რომელთა პერფორაცია ხდება ჩვეულებრივი სისტემებით, 84 მმ ნიმუშის ტოლი დიამეტრით ან 72 მმ-ზე მეტი დიამეტრით ყველა შემთხვევაში, გამოყენებული იქნება პერფორაციის რამდენიმე დიამეტრი, რომელიც საკმარისია ჭაბურღილის გულში შესაღწევად მინიმალური დიამეტრით.

ჭაბურღილების სტაბილიზაციის მიზნით, მისი პერფორაცია მოხდება წყლის დამატებით და საჭიროების შემთხვევაში, გამოიყენება დამცავი მილი ჭაბურღილის კედლების დასაცავად. არავითარ შემთხვევაში არ მოხდება უფრო ღრმად გაბურღვა ან ნიმუშების ამოღება საცდელი კარიერებიდან, გარდა წინასწარ განსაზღვრულისა. ყველა შემთხვევაში, პერფორაციის ძირი უნდა სათანადოდ გადაირეცხოს

ნიმუშების ან სინჯების აღების ნებისმიერი ოპერაციის დასრულებამდე, რადგანაც არ არის ნებადართული ჭაბურღილის ფსკერზე მუშაობა, სადაც დანალექის სისქე 5 სმ-ს აღემატება. ფსკერის მოსუფთავება ისე უნდა ჩატარდეს, რომ საცდელი ნიადაგის ფსკერი არ შეიცვალოს ამ ოპერაციის შედეგად.

ნიადაგზე, გარდა განსაკუთრებული პირობების ან სხვა გარემოებებისა, პერფორაცია უნდა განხორციელდეს მშრალად. ყველა დანარჩენ შემთხვევაში თანმიმდევრული ნიადაგისათვის სავალდებულოა, რომ არ ჰქონდეს აღდგენის 95%-ზე ნაკლები და ამისათვის გრანულირებული იქნას არანაკლებ 90%-ით.

გრანულირებულ ნიადაგში, სტანდარტული შეღწევადობის ზოგიერთი ტესტი (S.P.T) ჩატარდება 1,5 მეტრიდან 5 მეტრამდე სიღრმის ინტერვალებად, 5 მეტრიანი ინტერვალების შემდეგ და ნებისმიერ დროს, როცა კი ნიადაგის სტრუქტურა შეიცვლება.

უცვლელი მოძრავი ნიმუშები ამოღებული იქნება საბურღი მანქანებით ორმაგი ან სამმაგი მილის მეშვეობით. როდესაც შეუძლებელი გახდება ხარისხიანი ნიმუშების შეგროვება, აღებული იქნება პარაფინის ნიმუში, რომელი შეინახავს მას ხისტ ფორმებში. უცვლელი ნიმუშები, რომელიც დაცულია მექანიკურად ხისტი შეფუთვით, იზოლირებეული იქნება მსგავსი ტენიანობის დასაცავად პარაფინის ან მსგავსი მეთოდებით. ყველა ნიმუშს ექნება სიგრძე, რომელიც უდრის ან აღემატება 25 სმ-ს და დიამეტრი იქნება 60 მმ-ის ტოლი ან მეტი.

კოჰეზიურ ნიადაგებში, შეცვლილი ნიმუშები და და/ან პარაფინის ნიმუშებიდან, აღებული იქნება იმგვარად, რომ ის შეიცავდეს ნიმუშს ან პარაფინის ნიმუშს თითოეული 5.0მ

იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგის მაღალი სიმტკიცე არ იძლევა ნიმუშების აღების საშუალებას, მაშინ არანაირი შეცვლილი საყოველთაო, წარმომადგენლობითი პორცია მიღებული სინჯიდან არ იქნება პარაფინირებული. პარაფინის ნიმუშები სექციებში არასოდეს არ აიღება იქ, სადაც ნიადაგი არ იძლევა ნიმუშების აღების საშუალებას.

როდესაც პერფორაციისათვის გამოიყენება წყალი, წყლის დონე ჭაბურღილში რჩება მუდმივად პიეზომეტრული დონის სიმაღლეზე ან უმნიშვნელოდ ზემოთ. პერფორაციის მექანიზმი იმუშავებს ნელა, როგორც საცდელი S.P.T. მანქანა, შედეგად მივიღებთ მუდმივ წყალს მიწის შესაძლო არსებობის თავიდან არიდების მიზნით.

ყველა შემთხვევაში, ყველა ჭაბურღილის რეალური სიგრძე გამართლებული

იქნება გადაჭრილი მიწის გეოტექნიკური მახასიათებლებზე დაყრდნობით, ისევე, როგორც ტიპოლოგიასა და საძირკვლის შრის მახასიათებლების მიხედვით.

ქანებზე განხორციელდება მბრუნავი პერფორაცია ორმაგი ბატარეის გამოყენებით და ნიმუშების უწყვეტი ამოღებით. პერფორაციის თავები ადაპტირებული იქნება მიწის მახასიათებლებიდან.

ქანებზე პერფორაციული მანევრის სიგრძე აღემატება სამ (3) მეტრს. რბილი ან დანაწევრებული ფორმაციის შემთხვევაში, მისი სიგრძე უნდა აღემატებოდეს 1, 5 (მეტრ-ნახევარ) მეტრს, მისი შემცირება 0,5 მეტრითაც კი დაუშვებელია საჭირო შემთხვევებშიც კი.

როგორც კი მილი მოცილდება და შეწყდება გაბურღვით ნიმუშების აღება, მოხდება სინჯის აღება დიდი სიფრთხილით და მოთავსდება მიზანშეწონილ ინსტრუმენტზე. როგორც კი ამოღებული ნიმუში დაიდება არხზე, მიღებული ნიმუში იქნება საზომი და გათვალისწინებული იქნება , თუ „მას აკლია“ ან თუ ეს ასეა, გათვალისწინებული იქნება მიზეზი. ისინი თანმიმდევრულად ჩალაგდება ყუთში საწყისიდან საბოლოოსაკენ, იქნება სპეციალური გამყოფები განსხვავებული მანევრით შესრულებულ და ამოღებულ ნიმუშებს შორის (S.P.T. შეუცვლელი ნიმუშები, პარაფინის ნიმუშები, ა.შ.) ნიმუშის დაკარგვა დაწერილი იქნება შესაბამის ყუთზე, ასეთის არსებობის შემთხვევაში.

თუ ნიადაგში წყალი არის ერთ-ერთ აღიარებულ ადგილას (ჭაბურღილი, აღიარებული კარიერი, ა.შ.), მაშინ მოხდება წყლის ნიმუშების აღება მისი აგრესიულობის და/ან ხარისხის შესასწავლად იმის გარანტიით, არსებობს თუ არა წყალი ამ მიწაზე. თუ მასზე პერფორაცია ჩატარდება წყლის დამატებით, წყალთან ერთად ნიადაგის ამოღებით, მას დაემატება ჭაბურღილის წყლის ნიმუში.

წყლის ნიმუშებს შეინახავენ საკუთარ კონტეინერებში, პლასტმასის იქნება თუ მინის, რომელიც აღჭურვილია ჰერმეტული თავსახურით. თითოეულ ნიმუშს გაუკეთდება შესაბამისი წარწერა მისი წარმომავლობის მითითებით.

აუცილებელია ყველა ჭაბურღილის პიეზომეტრული დონის ყოველდღიური აღწერა, არა მხოლოდ პერფორაციის დროს, არამედ მისი დასრულების შემდეგაც და სულ მცირე ადგილზე კამპანიის დამთავრებამდე.

თითოეული ჭაბურღილის დასრულების შემდეგ, დგამენ პერფორირებულ მილს, PVC-ს ან გალვანიზებულს პიეზომეტრული დონის გასაზომად და ჭაბურღილის სიღრმეზე შესაძლო ცვლილებების განსახორციელებლად. ამ მილს უნდ ჰქონდეს 60-100 მმ-ის დიამეტრი.

1.10.2. კარიერი

კარიერები კეთდება მექანიკურად, სანამ მისი ქვედა სიღრმე არ მიაღწევს 4.0 მეტრს, გარდა იმ შემთხვევებისა, თუ არ გამოჩნდა ქანები ან თუ ტერიტორია ხასიათდება თავისებურებებით ან წყლის არსებობა უშლის ხელს. ამ ჭაბურღილებს უნდა ჰქონდეთ საჭირო ზომები მათი შემოწმებისა და აღწერილობისათვის, თან უნდა ახლდეს ფერადი ფოტოები, აღებული იქნას შესაძლო ნიმუშები შეცვლილი თუ უცვლელი, ან უნდა ჩატარდეს სხვა კვლევები.

მიღებული იქნება საჭირო ზომები ჭაბურღილის შეცვლის ან წინააღმდეგობის თავიდან ასარიდებლად პიეზომეტრული მილის დამონტაჟებამდე.

იმ შემთხვევაში, თუ ქვედა სიღრმე მიაღწევს 1,50 მეტრს გართულებული ექსკავაციის გამო, რაც გამოწვეულია კარბონატული ან სხვაგვარი შრეების გამო, ჭაბურღილი გათხრა განმეორებით მოხდება უახლოეს ადგილზე.

აღიარებულ ჭაბურღილებზე დიდი რაოდენობის სინჯები იქნება აღებული საჭირო ტესტების დასასრულებლად. თითოეული სინჯის რაოდენობა იქნება საკმარისი სრული ნაწილაკის ზომის ანალიზის ჩასატარებლად, ტესტი ნორმალურ დამცავსა და CBR-ზე. განისაზღვრება გარკვეული რაოდენობა მასალის გრანულების მაქსიმალურ ზომაზე დაყრდნობით. მიჩნეულია, რომ თითოეული სინჯის ზომა სულ მცირე 60 კგ უნდა იყოს წვრილი მასალებისათვის.

1.10.3. დინამიკური შეღწევა

DPSH ტიპის ტესტისათვის გამოიყენება ერთი წრიული 20 სმ-იანი სექციის ბირთვი და 90^0-იანი კუთხე, რომელიც დაკავშირებულია ქვედა ბოლოსთან 32 მმ-იან ძელზე. ჩაქუჩი უნდა იწონიდეს 63,5 კგ-ს და მისი ვარდნის სიმაღლე უნდა იყოს 75 სმ.

ძირითადი ბირთვი, რომელსაც ისინი უნდა იყენებდნენ ნებისმიერი დინამიური შეღწევის ტესტის დროს, უნდა იყოს დამტკიცებული შესაბამისი ნორმით. ამ ორ ტესტში საჭირო დარტყმების რაოდენობა 20 სმ-იანი განვითარებისათვის, იქნება დათვლილი და გათვალისწინებული.

ყველა ტესტი ჩატარდება იქამდე, სანამ არ მიაღწევს თითოეული 20 დარტყმიდან 100 ამოგდებას.

იმ შემთხვევაში, თუ ამოგდება ხდება 2 მეტრ ნაკლებ სიმაღლეზე, ტერიტორიის მახასიათებლებთან შეთანხმებით, ჩატარდება სხვა ტესტი წინა ადგილის

სიახლოვეს. გაზომვის წესების შესაბამისად, ამ ტესტების შედეგები არ იქნება გათვალისწინებული, თუ ამ ორი ადგილის საერთო სიღრმემ არ გადაჭარბა 5 მეტრს.
გეოტექნიკური კამპანია ნაჩვენებია დანართ 3-ში.

1.11. ნაპირი

შემდეგი პარაგრაფები მოიცავს ნაპირების შესწავლას.

მშენებლობამდე ნიადაგის ზედა ფენა უნდა მოცილდეს, რბილი და მასალის საფუძველი მოდის შევსებიდან, განახორციელოს მიწის დატკეპნა სანაპიროზე და დაბალი დონის მიწა შეცვალოს, რათა შეამციროს შესაძლებელი დადაბლება.
რეკომენდირებულია ნაპირების აგება, სადაც გათვალისწინებულია ფერდობი 2H:1V.

1.11.1. რბილი ნიადაგის გაუმჯობესების მეთოდები

დღესდღეობით არსებობს მიწის გაუმჯობესების მრავალი ტექნიკა, რომლებიც ჩვეულებრივ ხორციელდება სპეციალიზებული კომპანიების მიერ. ყველაზე შესაფერისი მეთოდის შერჩევა ხდება კონკრეტული პრობლემის კონკრეტული ფაქტორების გათვალისწინებით, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია (მიტჩელი, 1981):

- გაუმჯობესების გეოტექნიკური მიზანი (ძალა, სიმტკიცე, შეკუმშვა, გამტარიანობა ...).
- ზედაპირის, სიღრმის (მიწის სიღრმე, რომელიც განიხილება კვლევის ფარგლებში, ფართობი დაახლოებით 10 მ ან მეტი) და მთლიანი მოცულობის ნიადაგის დამუშავება;
- ნიადაგის ტიპი და მისი თავდაპირველი თვისებები.
- ხელმისაწვდომი მასალები; მაგალითად, ქვიშა, ხრეში, წყალი, დამატებები.
- ხელმისაწვდომი აღჭურვილობა და ცოდნა.
- გარემო ფაქტორები: ნარჩენების გატანა, ეროზია, წყლის დაბინძურება, ზემოქმედება მიმდებარე ნაგებობებსა და ობიექტებზე.
- ადგილობრივი გამოცდილება და შეღავათები.
- ხელმისაწვდომი დრო.
- ღირებულება.

შესასწავლ ტერიტორიაზე არსებობს ნიადაგის ორი სახეობის გაუმჯობესება: ფხვიერი მარცვლოვანი ნიადაგები და რბილი, დეფორმაციური შეკრული ნიადაგები.

მარცვლოვან ნიადაგებში ჩვენი მიზანია მდგრადობის გაზრდა, მიწისძვრის დროს დეფიციტის შემცირება და ნიადაგის უკეთესი ქცევა (გათხელების შემარბილებელი ღონისძიებები) და თიხის ნიადაგებში, გაუმჯობესება გამტარიანობის გაზრდის გარდა, იზრდება რეზისტენტობა და მცირდება დეფიციტი.

წინამდებარე კვლევაში მიწის გაუმჯობესების შემდეგი მეთოდები უფრო ადეკვატურია:

- ქარხნული დამუშავების ვერტიკალური არხები (PVD)

  ასაწყობი ვერტიკალური არხები (PVD) გამოიყენება, რათა დააჩქაროს შემაკავებელი, დაბალი გამტარიანობის ნიადაგების კონსოლიდაცია რადიალური სადრენაჟო გზით, მოახდინოს წყლის ევაკუაცია სადრენაჟო ბაზაზე.

- წინასწარი დატვირთვა

  წინასწარი დატვირთვა არის ნიადაგის შეკუმშვის აქტი ზედაპირზე გამოყენებული ზეწოლის შედეგად, ვიდრე საბოლოო სტრუქტურული დატვირთვა, რათა გაზარდოს მიწის ძალა და შეამციროს მშენებლობის შემდგომი დასახლებები.

  წინასწარი დატვირთვა ძალიან ხელსაყრელია ინფრასტრუქტურის ნაპირების მშენებლობისთვის, რადგან სანაპირო კეთდება პლატფორმის განთავსების გარეშე და ტოვებს დროს დატვირთვისათვის, ისე, რომ მტკიცე ფენის დამონტაჟების შემთხვევაში დასაშვებია შემდგომი დასახლებები.

  ჩვეულებრივ გადატვირთვა გამოყენებულია მუდმივი მომავალი დატვირთვის ფონზე, რათა შეიქმნას ხანმოკლე დროში საბოლოო ანგარიშსწორება, ვიდრე

გადატვირთვის გარეშე. გარკვეული პერიოდის შემდეგ გადატვირთვა ამოიწურება.

წინასწარი დატვირთვა გამოიყენება რბილი თიხის ნიადაგებში, სადაც კონსოლიდაციის დრო ძალიან მაღალია. ამ მიზეზით, ჩვეულებრივია, გამოყენებულ იქნას წინასწარი დატვირთვა ქარხნული ვერტიკალური დრენაჟის გამოყენებით.

- ხრეშის სვეტები დამზადებული ვიბრაციული ტექნიკით

ქვის ან ხრეშის სვეტების აღსრულებას, როგორც ნაპირების საძირკვლის დამუშავებას, აქვს შემდეგი მიზნები:

● გაზარდოს საძირკვლის წინააღმდეგობა და გადაადგილების უსაფრთხოების კოეფიციენტი.

- დასახლებების შემცირება (საერთო და დიფერენციალური).
- კონსოლიდაციის დაჩქარება.

□გათხელების რისკის შემცირება.

ისინი ხშირად გამოიყენება ინფრასტრუქტურის ნაპირების საძირკვლების დასამუშავებლად, როდესაც სტაბილურობის პრობლემები არსებობს.

ხრეშის სვეტების მშენებლობის რამდენიმე მეთოდი არსებობს, როგორც ვიბრაციული ტექნიკითა, ისე ჩვეულებრივი ბიძების ჩასმის ტექნიკით.

შესწავლილ ტერიტორიაზე უნდა მოხდეს ორი სახის ნიადაგის გაუმჯობესება: ფხვიერი მარცვლოვანი ნიადაგებისა და რბილი, დეფორმაციური შეკრული ნიადაგების.
სტატიკური ჩანაცვლების მიერ ხრეშის სვეტების აღმართვა (ბოძების ჩასმის მეთოდების მსგავსად) არ ამჭიდროვებს ფხვიერი მარცვლების ნიადაგებს სვეტების გარშემო; ამიტომ არ არის რეკომენდებული ამ ნიადაგებში.

მნიშვნელოვანია ხრეშის სვეტების შესრულება ვიბრაციის მეთოდებით.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ფხვიერი მარცვლების ნიადაგის დამუშავებისათვის და კარგია თანაბარი ნიადაგებისათვის.

ხრეშის სვეტები ძალიან ეფექტურია სეისმური ზონების მარცვლოვან ნიადაგზე გათხელების თავიდან ასაცილებლად. ხრეშის სვეტების დამონტაჟებული ვიბრაციული ტექნიკის მიერ შესანიშნავი ელემენტია, რადგან ისინი იკვრებიან მათი მონტაჟის დროს, მარცვლოვან ნიადაგებს მცირე თიხისა და თხრილის შემცველობით, ხელს უწყობენ მიწისძვრის დროს წარმოქმნილი ინტერსტიციული წნევის გაფრქვევას და აძლიერებენ, შთანთქამენ წარმოქმნილი სტრესის შემადგენელ ნაწილს. ეს გადაჭარბება აძლევს ხრეშის სვეტებს გამორჩეულ უპირატესობებს სეისმური პრობლემების დამუშავებისას სხვა დამუშავებებთან შედარებით რომლებიც მხოლოდ დენსიფიკაციას, სადრენაჟო სისტემას ან გამაგრებას უზრუნველყოფს.

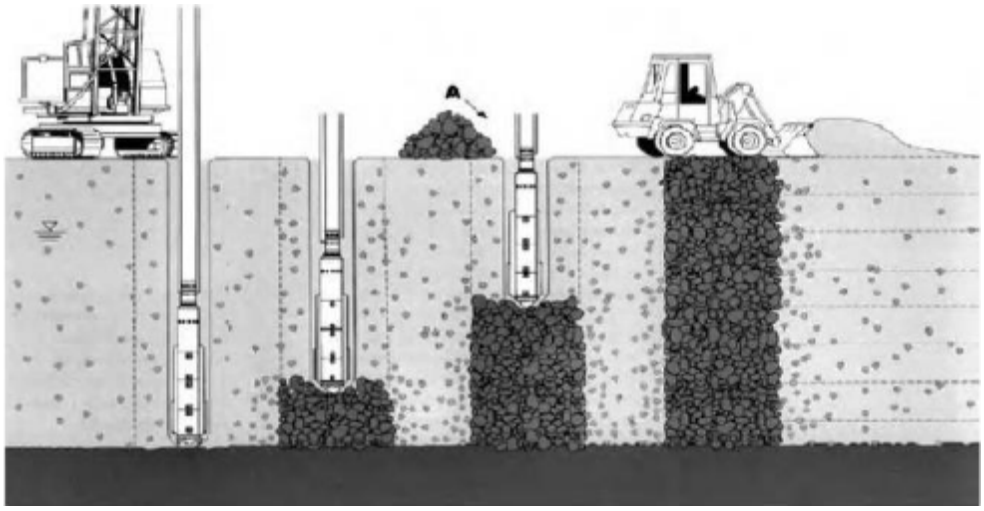
ხრეშის სვეტები წარმოშობა ნიადაგის ვიბრო ვაკუუმირების დროს. როგორც კი წვრილი ნიადაგის პროცენტული მაჩვენებელი იზრდება, ვიბრატორის გარშემო წარმოიქმნება სიცარიელე, რაც აუცილებელია მარცვლოვანი მასალისა და კომპაქტური გარე ზონის შექმნისთვის. როდესაც წვრილი ნიადაგის შემცველობა მაღალია (> 15%), ვერ ხერხდება ვიბრაციით შემჭიდროება, და სიცარიელე ივსება ხრეშით, რომელიც კომპაქტურად არის შედგენილი. ხრეშის შეკუმშვისას შეიძლება მოხდეს სვეტების შორის გარკვეული დენსიფიკაცია, თუ ნებართვა ზომიერია (წმიდა ნიადაგის შემცველობა 18% -ზე ნაკლებია) ან ინტერსტიციული წნევის გარდამავალი ზრდა შეინიშნება, სვეტების შორის ნებისმიერი დენსიფიკაციის გარეშე, დაბალი გამტარიანობის მქონე ნიადაგებისათვის (ხ.ა. ალონსო, 2014) .

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს რამდენიმე სამშენებლო ტექნიკა, ყველა მათგანი პრინციპი იგივეა. პირველი, ცილინდრული ხვრელი იქმნება ღრმა ვიბრატორის მეშვეობით. ხრეში მოთავსდება ღრუს ბოლოში ხელახლა გადაადგილებისა და ვიბრატორის გადანაწილების მეშვეობით ხრეშის ქვეშ, რომელიც შედგება კომპაქტური გრამის მასისგან, რომლის დიამეტრი უფრო მეტია, ვიდრე თავდაპირველი ხვრელი. ეს პროცესი განმეორდება მანამ, სანამ არ მოხდება ხრეშის სვეტის ჩამოყალიბება.

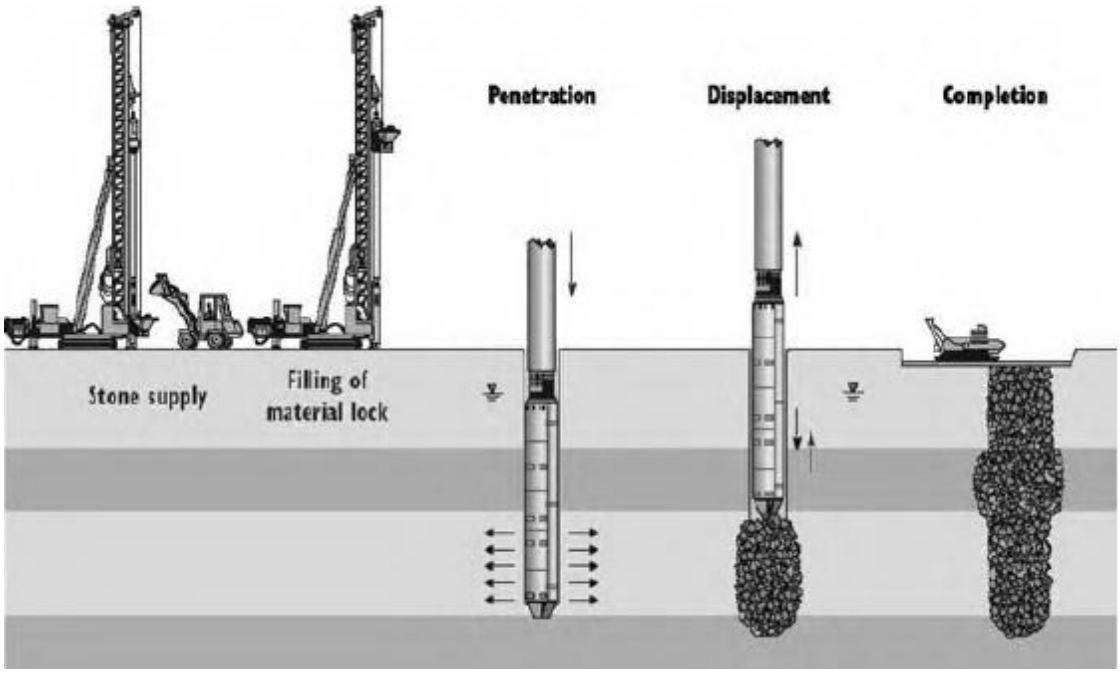
ხრეშის სვეტები და ნიადაგი ქმნიან ინტეგრირებულ მასალას, რომელსაც ნაკლებად აქვს შეკუმშვა და უფრო დიდი წანაცვლების წინააღმდეგობა. ნიადაგის გაუმჯობესება მიღწეულია გრავირებული სვეტების (ინკლუზიების) მშენებლობით, დაბალი ტემპერატურის მქონე ნიადაგებით და მაღალი შეკუმშვის მქონე ნიადაგებით, ზოგადად, უფრო მეტ ძალის ფენის მიღწევას (თუმცა მათი დატოვება მოტივტივე მდგომარეობაში შესაძლებელია).

ყველაზე გავრცელებული ვიბრო-გადაადგილების სამშენებლო მეთოდებია "სველი ზედა საკვები მეთოდი" (სურათი 1) და "მშრალი ქვედა კვების მეთოდი" (სურათი 2). სველი მეთოდი თანდათან იცვლება მშრალ მეთოდით, წყალში უარყოფითი ზემოქმედების შედეგად (მიწოდების, სადრენაჟო არხების, აუზების და საბოლოო განკარგვის დადგენა) და სამუშაო ზედაპირის დატბორვის გამო.

რეკომენდირებულია vibro- გადაადგილების მშრალი ქვედა მეთოდი.



სურათი 1. სველი ზედა კვების მეთოდი (რახუ და სონდერმანი, 2005)



სურათი 2. ვიბრო გადაადგილების მშრალი ქვედა კვების მეთოდი (რახუ და სონდერმანი, 2005)

1.11.2. შემოთავაზებული დამუშავება

საძირკვლის ნაპირების დამუშავება გაანალიზდა საწყის ეტაპზე აღწერილი ასპექტების გათვალისწინებით. საძირკვლის დამუშავების ძირითადი ფაქტორი იყო მათი სტაბილურობა.

ზოგადად, ნაპირების დამუშავება რბილი ნიადაგებზე მათი სიმაღლის მიხედვით დიფერენცირებულია:

ა) ნაპირის სიმაღლე 2 მეტრზე ნაკლები

ხელმისაწვდომი ინფორმაციით, რეკომენდირებულია სანაპიროების საძირკვლის გაკეთება შემდეგი კრიტერიუმების დაცვით:

- წინა 0,5 მეტრიანი ამოთხრის დასრულება. გათხრები უნდა ჩატარდეს იმ ზონაში, რომელიც დაფარულია ნაპირებით პლუს პერიმეტრის მოხრილობა უტოლდება სიგანეს სანაპიროს სიმაღლესთან მიმართებაში.

- მარცვლოვანი მასალის ჩაყრა, წვრილი გრანულებით დაახლოებით 300მმ-იან შრეებში 20 და 200მმ შორის და მისი დაწნეხვა ძლიერი გორგოლაჭის საშუალებით ამ მასალის ჩასმის მიზნით ქვედა ფხვიერ ნიადაგში, სანამ არ მივაღწევთ ჩაყრილი მასალის სტაბილურობას და სანამ წვრილი გრანულები ნიადაგზე არ გამოჩნდება მარცვლოვანი მასალის სახით.

- გეოტექსტილის განკარგვა ფილტრის ფუნქციით წინა დონეზე, გრანულოვანი ნიადაგის ფენის გაფართოებით სულ მცირე 300 მმ სისქეზე, სადაც წვრილი ქვიშის შემცველობა 25%-ზე ნაკლებია (#0,080მმ <25%), დატკეპნილი იმავე კრიტერიუმებით, როგორც ნაპირი.

- ნაპირების გაკეთება და კონტროლი

  - ნარჩენების შემცირების მიზნით, რეკომენდირებულია არ გაფართოვდეს ქვე-საბაზისო, საბაზისო და ზედაპირული შრეები, სულ მცირე 3 თვე სანაპიროზე გაფართოების შემდგომ და ნარჩენების გადამოწმება მოხდეს აპარატურის მეშვეობით.

ბ) ნაპირის სიმაღლე 2-5 მეტრამდე

ხელმისაწვდომი ინფორმაციით, რეკომენდირებულია სანაპიროების საძირკვლის გაკეთება შემდეგი კრიტერიუმების დაცვით:

• წინა 0,5 მეტრიანი ამოთხრის დასრულება. გათხრები უნდა ჩატარდეს იმ ზონაში, რომელიც დაფარულია ნაპირებით პლუს პერიმეტრის მოხრილობა უტოლდება სიგანეს სანაპიროს სიმაღლესთან მიმართებაში.

- შერჩეული გრანულოვანი ნიადაგის 50 სმ-ით გაფართოება წვრილი შემცველობით, რომელიც ნაკლებია 5% -ზე(#0,080მმ < 5 %).

- როდესაც საძირკვლის ნიადაგს აქვს სილისა და თიხის შემცველობა 35% -ზე მეტი, PVD-ის განლაგება (წინასწარ შევსებული ვერტიკალური გადინება). ზოგადად მოსალოდნელია PVD-ების მოწყობა, სამკუთხა, ტოპოგრაფიული მასის ნიშნების, სივრცეში 1.5 მ (1 PVD 1.95 კვ / მ). დამუშავება ასევე ვრცელდება გარედან ბოლო ნაპირზე, რომლის სიგანე სიგანით ნაპირის

ნახევარი სიმაღლეა. ფთილები მიაღწევს Q1b ჭერის დონეზე, რომელიც განიხილება შემდეგ სექციებში თითოეულ ერთეულზე, რომელშიც კვლევა გაყოფილია.

• გეოტექსტილის ფენის დადება გამყოფი ფუნქციით და ფილტრის სახით წინა დონეზე

- 30 სმ სისქის სადრენაჟო ფენის განლაგება, რომელიც არის გამტარი და წყლიანი სტაბილური მასალისაგან (ნიადაგის მასალა წვრილი შემცველობით 5% -ზე ნაკლები (# 0,080 მმ <5%)). ეს ფენა უნდა დრენირებულ იქნეს პერიფერიულად.

- ნაპირებზე, კიუვეტებთან ახლოს განისაზღვრა წინასწარი დატვირთვით დამუშავება. რეკომენდირებულია, რომ წინასწარი დატვირთვა გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით (წონის თანაფარდობა სანაპიროს წინასწარი დატვირთვის დროს და ერთხელ მუშაობისას) 1.3 და სულ მცირე ერთი 1,0 მეტრის სუპერ- აწევა მიწის სიმაღლიდან ზემოთ.

- ნაპირებისა და დასახლების კონტროლი:

  - o როდესაც ნაპირი მიაღწევს 3 მეტრ სიმაღლეს, საძირკვლის კონსოლიდაცია ნებადართული გახდება სულ მცირე 1 თვიანი პერიოდის მანძილზე და გაანალიზდება მუშაობის განვითარება, შეფასდება კონსოლიდაციის ხარისხი ასაოკას მიერ განსაზღვრული კრიტერიუმის შესაბამისად (ნიადაგები და საძირკვლები, 1978), რომელიც აღწერილია ამ პარაგრაფებში, არ გაგრძელდება სანაპიროს მშენებლობა მისი სტაბილურობის დასადგენად და მიაღწევს კონსოლიდაციის ხარისხის 70%-ს.

  - o მოგვიანებით გააგრძელებს ნაგავსაყრელის მშენებლობას 3 მ სიმაღლეზე, რათა მიაღწიოს დაგეგმილ მთლიან სიმაღლეს (სანაპირო და შესაძლო დატვირთვა).

- საბოლოო სიმაღლე ან დამუშავება გაგრძელდება, სანამ დანარჩენი დასახლებები ნაკლებია 5 სმ-ზე.

- კონსოლიდაციის ან წინასწარი დატვირთვის პერიოდის განმავლობაში, ინჟინერ-დირექტორს შესაძლებლობა ექნება შეცვალოს დატვირთვის ეტაპების განმავლობა, გამოიყენოს ინტერვალები, და თუ სათანადოდ მიიჩნევს, გაზარდოს მისი ხანგრძლივობა ან დაასრულო წინასწარი დატვირთვის პროცესი.

- ნებისმიერ შემთხვევაში, წინასწარი დატვირთვა უნდა ჩატარდეს სულ მცირე ერთი თვე ყველა სექციაში.

- წინასწარი დატვირთვის სამუშაო განხორციელდება ფაილების აღსრულებამდე და ნებისმიერ კონკრეტულ სამუშაომდე სანაპიროზე.

- კონტროლი

გ) ნაპირის სიმაღლე 5 მეტრზე ზემოთ

ხელმისაწვდომი ინფორმაციით, რეკომენდირებულია სანაპიროების საძირკვლის გაკეთება შემდეგი კრიტერიუმების დაცვით:

• წინა 0,5 მეტრიანი ამოთხრის დასრულება. გათხრები უნდა ჩატარდეს იმ ზონაში, რომელიც დაფარულია ნაპირებით პლუს პერიმეტრის მოხრილობა უტოლდება სიგანეს სანაპიროს ნახევარ სიმაღლესთან მიმართებაში.

- შერჩეული გრანულოვანი ნიადაგის 50 სმ-ით გაფართოება წვრილი შემცველობით, რომელიც ნაკლებია 25% -ზე(#0,080მმ < 25 %).

- ხრეშის სვეტების შესრულება, როგორც ეს განსაზღვრულია მე -2 თავში. მნიშვნელოვანია ხრეშის სვეტების შესრულება ამ პროცედურასთან, რომელიც შეამცირებს მიმდებარე ქვიშიან ნიადაგებსა და მარცვლოვანი სვეტების შევსებას. ეს იძლევა მიწისძვრის დროს ქვიშის ნიადაგების ქცევის გაუმჯობესების საშუალებას.

- გეოტექსტილის ფენის დადება გამყოფი ფუნქციით და ფილტრის სახით წინა დონეზე

    - სადრენაჟო ფენის განთავსება შევსების საძირკველში, რომელიც შედგება 50 მმ-ით მდგრადი და წყლიანი სტაბილური მარცვლოვანი ნიადაგით, სადაც წვრილი ნიადაგის შემცველობა 5%-ზე ნაკლებია (# 0,080 მმ <5%), რომელიც შეკუმშული იყო მაქსიმუმი 95% სიმკვრივემდე, რომელიც შეესაბამება მოდიფიცირებული პროქტორის ტესტირებას, ოპტიმალური პროქტორისთვის არანაკლებ 1 პუნქტით გამოუყენებელი კომპოზიციის ტენიანობით.

    - ნაპირის გაკეთება

    - დასახლების კონტროლი წინა სექციაში მითითებული კრიტერიუმების შესაბამისად

როდესაც ნაპირი მიაღწევს 5 მეტრ სიმაღლეს, საძირკვლის კონსოლიდაცია ნებადართული გახდება სულ მცირე 1 თვიანი პერიოდის მანძილზე და გაანალიზდება მუშაობის განვითარება, შეფასდება კონსოლიდაციის ხარისხი ასაოკას მიერ განსაზღვრული კრიტერიუმის შესაბამისად (ნიადაგები და საძირკვლები, 1978), რომელიც აღწერილია ამ პარაგრაფებში, არ გაგრძელდება სანაპიროს მშენებლობა მისი სტაბილურობის დასადგენად და მიაღწევს კონსოლიდაციის ხარისხის 70%-ს.

განისაზღვრა საძირკვლის დამუშავება სიმაღლეებისათვის, სიმაღლე 5 მეტრზე მეტი, 80 მმ დიამეტრის ხრეშის სვეტების გათვალისწინებით, რომელიც ითვალისწინებს 1 სვეტს თითოეულ 7$მ^2$-ზე, ნაპირის სიმაღლეებისათვის 8-10 მეტრამდე, და 1 სვეტს თითოეული 5 $მ^2$-ზე ნაპირებისათვის, რომელთა სიმაღლე 8-დან 10 მ-მდეა, ფარავს ნაპირის საძირკვლის ზედაპირს და აქვს პერიმეტრი 0,5 • H (H = ნაპირის სიმაღლე).

ხრეშის სვეტის დამუშავება ძალიან ხელსაყრელია, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს

დაბალი სიმკვრივის გაჯერებული ქვიშიანი შრეების გათხელების რისკი დაბალი წმინდა მიწის შემცველობით.

საყრდენების საძირკველში რეკომენდირებულია დამუშავების დენსიფიკაცია 1 სვეტი ყოველი 5 მ ^{2}-ით გათვალისწინებით.
მილებთან სიახლოვეს ნაპირებისათვის განსაზღვრულია წინასწარი დატვირთვა წინა სექციაში განმარტებული კრიტერიუმების შესაბამისად.

1.11.3. სინგულარული ნაპირების შესწავლა

ქვემოთ მოცემულ ქვეთავებში მოცემულია სინგულარული ნაპირების ანალიზი ნიადაგის საძირკვლის გათვალისწინებით დამუშავების გარეშე და შემოთავაზებული სტაბილიზაციის ანალიზი.

1.11.3.1. <u>ნაპირები კვანძიდან 11+450 (განშტოება 2. ღერძი 172)</u>

ეს ნაპირები არის 9 მეტრის სიმაღლის.
DPSH DP-221 და DP-222 და ჭაბურღილები BH-225 და BH-226bis ხელმისაწვდომია ამ ნაპირების სტაბილიზაციის შესწავლისათვის.
ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ჭაბურღილების სქემატურ სექციას.

Borehole	_SAMPLE	Zi	Zf	N1 60
BH-225	SPT(C)	1,50	1,95	13
BH-225	SPT(C)	3,00	3,45	5
BH-225	SPT(C)	4,50	4,95	7
BH-225	SPT(C)	6,00	6,45	11
BH-225	SPT(C)	9,00	9,45	16
BH-225	SPT(C)	12,00	12,45	20
BH-225	SPT(C)	14,55	15,00	15
BH-226bis	SPT	3,00	3,60	4
BH-226bis	SPT	6,00	6,60	0
BH-226bis	SPT	12,00	12,60	4
BH-226bis	SPT	18,00	18,60	11
BH-226bis	SPT	24,00	24,60	11

ამ ნაპირის საძირკვლის შესწავლისათვის გათვალისწინებულ იქნა შემდეგი გეოტექნიკური პროფილი:

- 0 – 0,2: ნიადაგის ზედა ფენა

- 0,2 – 4,5მ: ფხვიერი ქვიშა, რბილი შლამიანი თიხა და ტორფის დონეები.
  მოცულობითი სიმკვრივე = 14,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 1
  Su = 30კპა

- 4,5 – 9მ: რბილი შლამიანი თიხა და ტორფის დონეები.
  მოცულობითი სიმკვრივე = 14,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 1
  Su = 30kPa

- 9 – 13მ: ფხვიერი, საშუალო-წვრილმარცვლოვანი ქვიშა შლამით
  მოცულობითი სიმკვრივე = 14,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 4
  Phi = 28^0

- 13 – 30მ: მტკიცე, დაბალი პლასტიკურობის შლამიანი თიხა წვრილმარცვლოვანი ქვიშით
  მოცულობითი სიმკვრივე = 19,0კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 11
  $N1_{60}$ = 11(წვეროს გამოთვლა)
  Su = 100კპა

- 30 – 40მ: მტკიცე, დაბალი პლასტიკურობის შლამიანი თიხა წვრილმარცვლოვანი ქვიშით
  მოცულობითი სიმკვრივე = 19,0კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 6
  $N1_{60}$ = 6(წვეროს გამოთვლა)
  Su = 75კპა

1.11.3.2. <u>ნაპირები p.k. 12+230 -დან 12+440-მდე</u>

ეს ნაპირები არის 6 მეტრი სიმაღლის.

კარიერი P-218 და ჭაბურღილები BH-227 ხელმისაწვდომია ამ ნაპირების

სტაბილიზაციის შესწავლისათვის.

ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ჭაბურღილების სქემატურ სექციას.

cl1	Borehole	_SAMPLE	Zi	Zf	N1 60
BH-227_Z=3,0	BH-227	SPT	3,00	3,60	7
BH-227_Z=6,0	BH-227	SPT	6,00	6,60	3
BH-227_Z=12,0	BH-227	SPT	12,00	12,60	9
BH-227_Z=18,0	BH-227	SPT	18,00	18,60	12
BH-227_Z=24,0	BH-227	SPT	24,00	24,60	9
BH-227_Z=30,0	BH-227	SPT	30,00	30,60	1
BH-227_Z=36,0	BH-227	SPT	36,00	36,60	4
BH-227_Z=42,0	BH-227	SPT	42,00	42,60	11
BH-227_Z=45,0	BH-227	SPT	45,00	45,60	8

ამ ნაპირის საძირკვლის შესწავლისათვის გათვალისწინებულ იქნა შემდეგი გეოტექნიკური პროფილი:

- 0 – 5.75მ: ძალიან ფხვიერი შლამიანი ქვიშა

მოცულობითი სიმკვრივე = 20კნ/მ3.
N160 = 5

- 5.75 – 7.40მ: ძალიან ფხვიერი შლამიანი თიხა ტორფით

მოცულობითი სიმკვრივე = 14,2კნ/მ3.
N160 = 3

- 7.40 – 48მ: მკვრივი ქვიშა, დაბალი პლასტიკურობის შლამიანი თიხა

მოცულობითი სიმკვრივე = 20კნ/მ3.
N160 = 9

1.11.3.3. <u>ნაპირები p.k. 15+820 -დან 16+360-მდე</u>

DPSH DP-229, DP-230, DP-231 და ჭაბურღილები BH-234 და BH-235 ხელმისაწვდომია ამ ნაპირების სტაბილიზაციის შესწავლისათვის.

Borehole	_SAMPLE	Zi	Zf	N1 60
BH-234	SPT(C)	1,50	1,95	5
BH-234	SPT(C)	3,00	3,45	8
BH-234	SPT(C)	5,00	5,45	7
BH-234	SPT(C)	6,00	6,45	4
BH-234	SPT(C)	9,00	9,45	12
BH-234	SPT(C)	12,00	12,45	13
BH-234	SPT(C)	15,00	15,45	13
BH-234	SPT(C)	18,00	18,45	12
BH-234	SPT(C)	21,00	21,45	15
BH-234	SPT(C)	24,00	24,45	16
BH-234	SPT(C)	27,00	27,45	17
BH-234	SPT(C)	30,00	30,45	17
BH-234	SPT(C)	33,00	33,45	16
BH-234	SPT(C)	36,00	36,45	16
BH-234	SPT(C)	39,00	39,45	16
BH-234	SPT(C)	42,00	42,45	16
BH-234	SPT(C)	45,00	45,45	19
BH-235	SPT(C)	1,70	2,15	8
BH-235	SPT(C)	3,00	3,45	5
BH-235	SPT(C)	4,50	4,95	13
BH-235	SPT(C)	6,00	6,45	4
BH-235	SPT(C)	9,00	9,45	11
BH-235	SPT(C)	12,00	12,45	12
BH-235	SPT(C)	15,00	15,45	9
BH-235	SPT(C)	18,00	18,45	12
BH-235	SPT(C)	21,00	21,45	13
BH-235	SPT(C)	24,00	24,45	12
BH-235	SPT(C)	27,00	27,50	13
BH-235	SPT(C)	30,00	30,45	13
BH-235	SPT(C)	33,00	33,45	12
BH-235	SPT(C)	36,00	36,45	15
BH-235	SPT(C)	39,00	39,45	15
BH-235	SPT(C)	42,00	42,45	15
BH-235	SPT(C)	45,00	45,45	16

ამ ნაპირის საძირკვლის შესწავლისათვის გათვალისწინებულ იქნა შემდეგი გეოტექნიკური პროფილი:

- 0 – 6.00მ: ძალიან ფხვიერი შლამიანი ქვიშა

მოცულობითი სიმკვრივე = 20კნ/მ3.

N160 = 6

- 6.00 – 45.00მ: მკვრივი ქვიშა, დაბალი პლასტიკურობის შლამიანი თიხა

მოცულობითი სიმკვრივე = 20კნ/მ3.
N160 = 14

1.11.4. ხრეშის სვეტების დამუშავება

აუცილებელია განისაზღვროს ნაპირების საძირკვლის დამუშავება სიმაღლეებისათვის, რომლებიც 5 მ-ზე მეტია. დამუშავება შესწავლილია ხრეშის სვეტებთან ერთად განსაზღვრული კრიტერიუმების მიხედვით.

80 სმ დიამეტრის და 15 მ სიღრმის ხრეშის სვეტების გათვალისწინებით, კვლევა ჩატარდა, რომელიც ითვალისწინებს 1 სვეტს თითოეულ 5მ^2-ზე, რომელიც ფარავს ნაპირის საძირკვლის ზედაპირს და აქვს პერიმეტრი 0,5 • H (H = ნაპირის სიმაღლე).

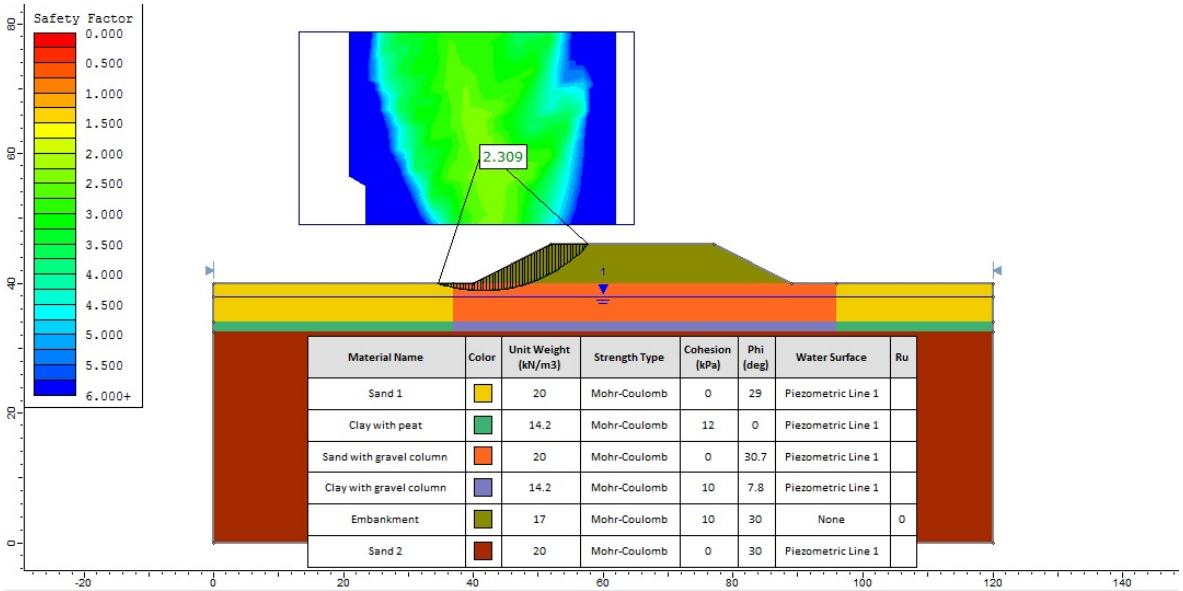
ხრეშის სვეტების მიერ დამუშავებული საძირკვლის სტაბილურობა შემუშავდა შედარებით ჰომოგენურ ნიადაგზე დამუშავებული ნიადაგის გათვალისწინებით, პრიებეს (1978) მიერ შემოთავაზებული მეთოდის მიხედვით, c და ϕ-ის შემდეგი შეწონილი პარამეტრების გათვალისწინებით:

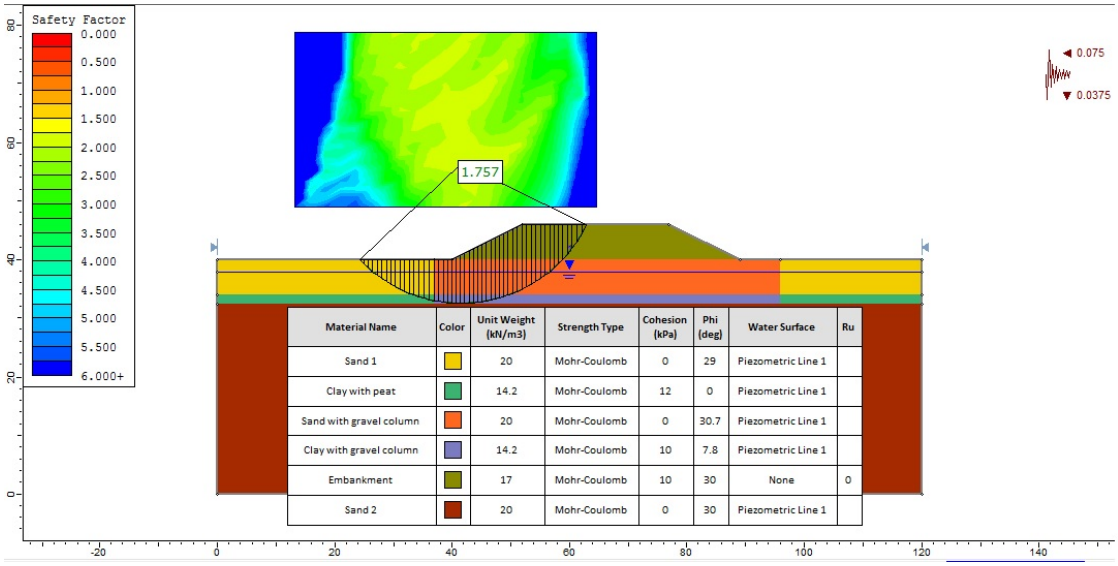
$$tg\ \phi = m * tg\ \phi_g + (1 - m) * tg\ \phi_s$$
$$c = (1 - m) * c_s$$

სადაც ϕ_s და c_s დაუმუშავებელი ნიადაგის რეზისტენტული პარამეტრებია და ϕ_g ხრეშის სვეტების შიდა ხახუნის კუთხე. პარამეტრი m წარმოადგენს რბილი ნიადაგისა და ხრეშის სვეტს შორის სტრესის შედარებით გავრცელებას.

შემდეგი ცხრილი გვიჩვენებს სტაბილურობის გამოთვლის შედეგებს შევსებისათვის, სხვადასხვა სეისმური პირობების გათვალისწინებით.

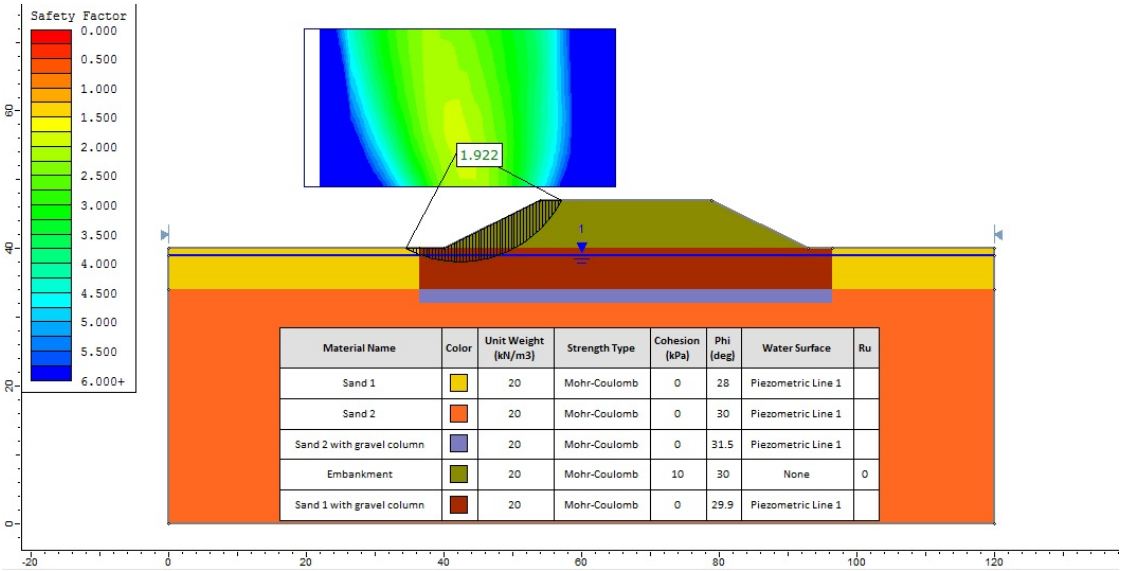
Hip.	Class	Height (m)	Found. surf. per column (m^2)	a_h/g	a_v/g	Security coefficient
R200H01	Short term	6	10	-	-	2,31
R200H01	Earthquake	6	10	0,075	0,0375	1,76

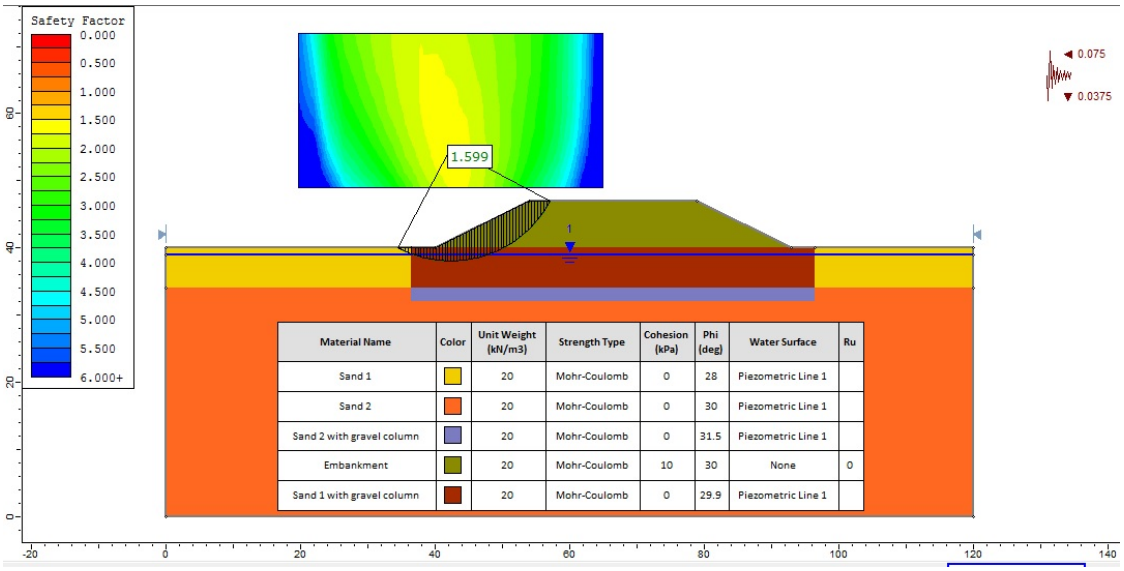




შემდეგი ცხრილი გვიჩვენებს სტაბილურობის გამოთვლის შედეგებს შევსებისათვის, სხვადასხვა სეისმური პირობების გათვალისწინებით.

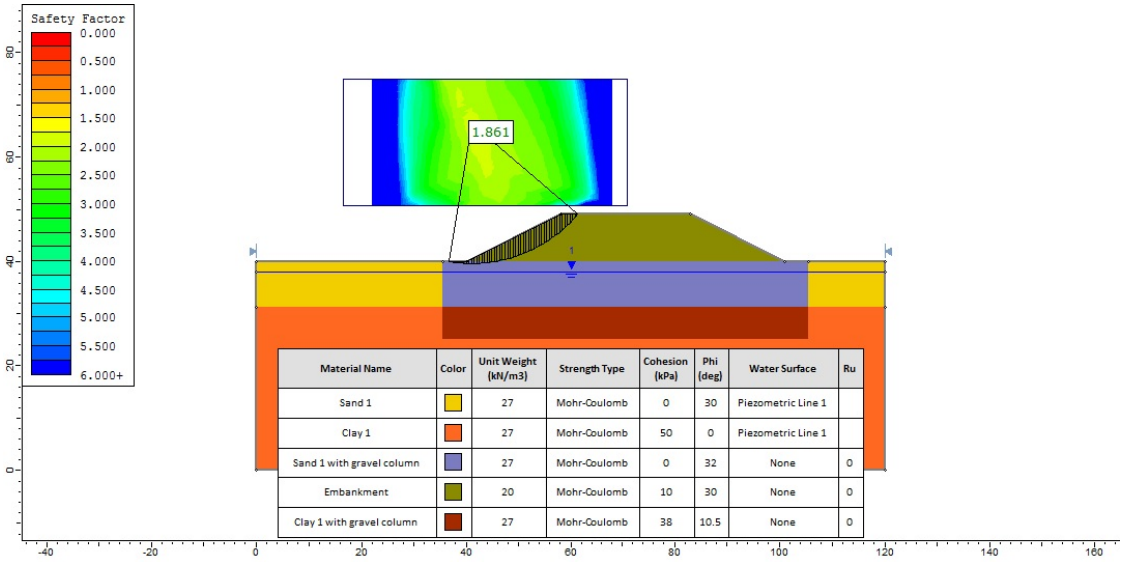
Hip.	Class	Height (m)	Found. surf. per column (m^2)	a_h/g	a_v/g	Security coefficient
R201H01	Short term	7	10	-	-	1,92
R201H01	Earthquake	7	10	0,075	0,0375	1,60

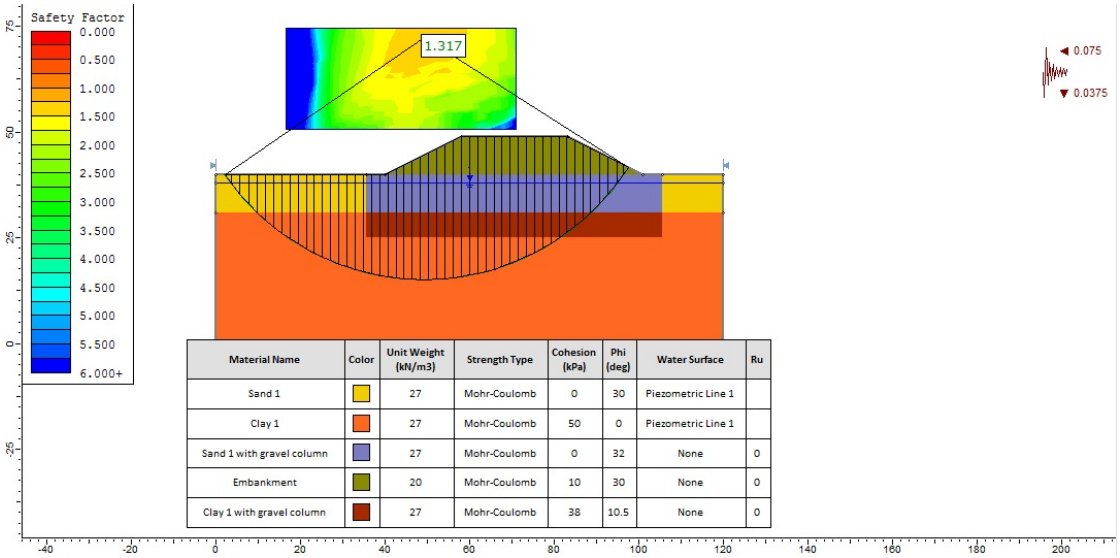




შემდეგი ცხრილი გვიჩვენებს სტაბილურობის გამოთვლის შედეგებს შევსებისათვის, სხვადასხვა სეისმური პირობების გათვალისწინებით.

Hip.	Class	Height (m)	Found. surf. per column (m^2)	a_h/g	a_v/g	Security coefficient
R301H01	Short term	9	7	-	-	1,86
R301H01	Earthquake	9	7	0,075	0,0375	1,32



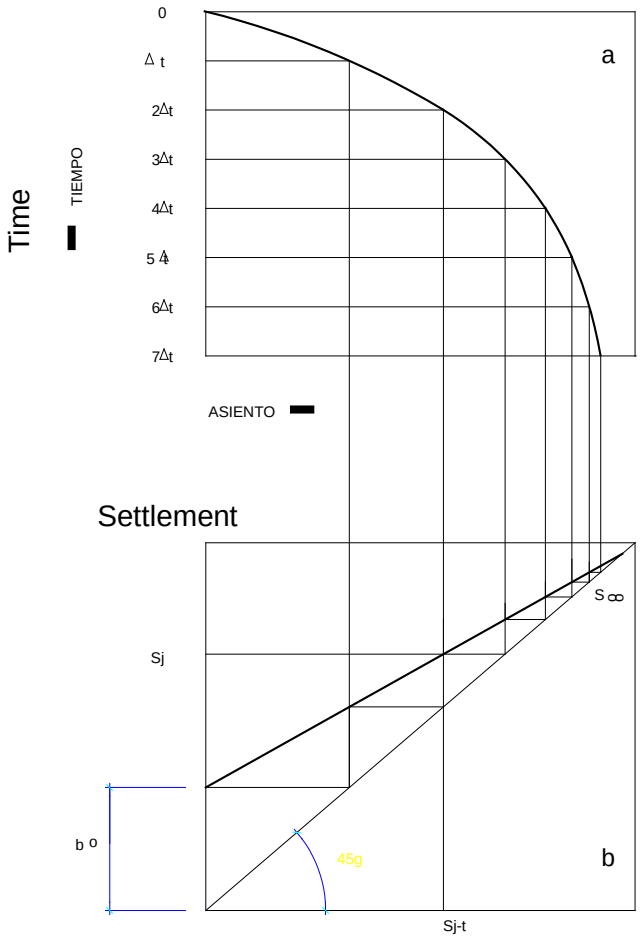


1.11.5. კონსოლიდაციის ინსტრუმენტები და კონტროლი და ამოვსება და საყრდენების შეფასება

კონტროლი სანაპიროების მშენებლობაზე და საყრდენებზე განხორციელდება ფიქსირებული მიმართვებით ბეტონის ელემენტებში და უწყვეტი ხაზით.

მონიტორინგი ინტერსტიციულ ზემოქმედებაზე განხორციელდება დამუშავებულ ბუნებრივ ნიადაგზეც პიეზომეტრების (პნევმატური ან ვიბრაციის) საშუალებით, რომელიც ნიადაგში შეაქვთ სხვადასხვა სიღრმეზე.

კონსოლიდაციის 100% -თან დაკავშირებული მთლიანი ანგარიშსწორება შეიძლება განხილულ იქნეს აპარატურისგან მომუშავე მონაცემების საფუძველზე, მუშაობის ეტაპზე, იმ კრიტერიუმების გათვალისწინებით, რომელიც შემუშავებულია ასაოკას მიერ (ნიადაგები და საძირკვლები, 1978).



ასაოკას გრაფა

ეს მეთოდი ეფუძნება ადგილების წარმოდგენას იმ დროზე დაყრდნობით, რომელიც რეგულარულად ტოვებს შუალედებს ინტერვალით. ეს პროცედურა საშუალებას იძლევა სრულად შეფასდეს მთლიანი ნაპირი, მისი ზომები და შესაბამისად ყოველ წუთში მიღწეული კონსოლიდაციის ხარისხი.

როდესაც ნაპირი მიაღწევს 5 მეტრ სიმაღლეს, საძირკვლის კონსოლიდაცია ნებადართული გახდება სულ მცირე 1 თვიანი პერიოდის მანძილზე და

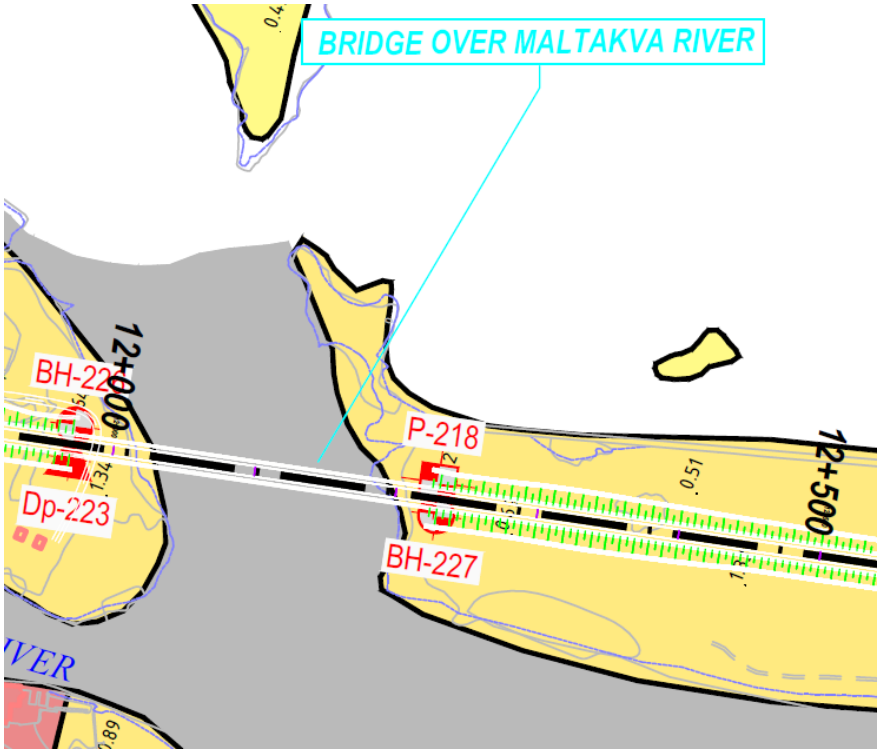
გაანალიზდება მუშაობის განვითარება, შეფასდება კონსოლიდაციის ხარისხი ასაოკას მიერ განსაზღვრული კრიტერიუმის შესაბამისად, რომელიც აღწერილია ამ პარაგრაფებში, არ გაგრძელდება სანაპიროს მშენებლობა მისი სტაბილურობის დასადგენად და მიაღწევს კონსოლიდაციის ხარისხის 70%-ს.

2. სტრუქტურების საძირკვლები

2.1. ხიდი (11+970)

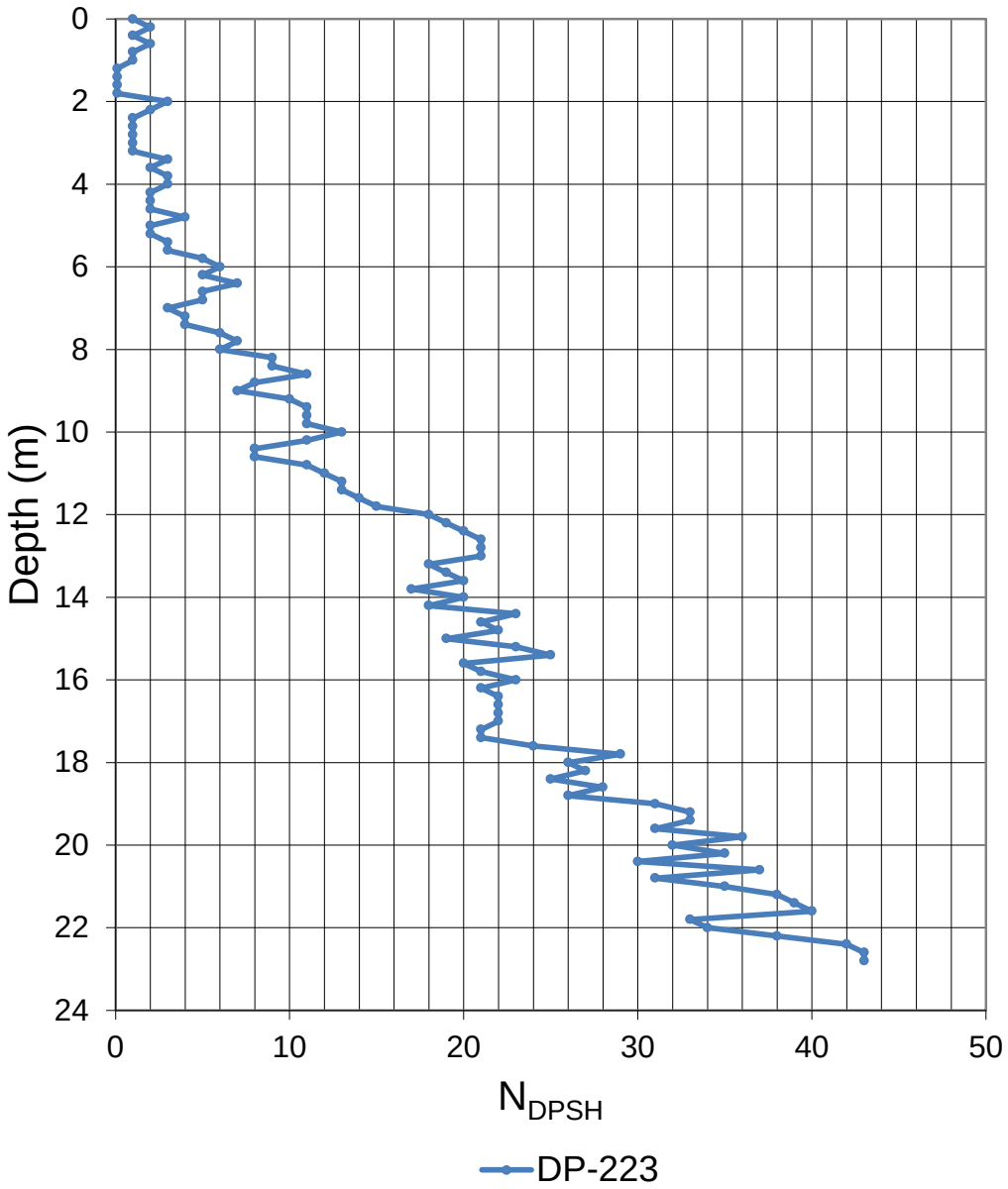
2.1.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია

DPSH DP-223 და ჭაბურღილი BH-226 და BH-227 ხელმისაწვდომია ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის.

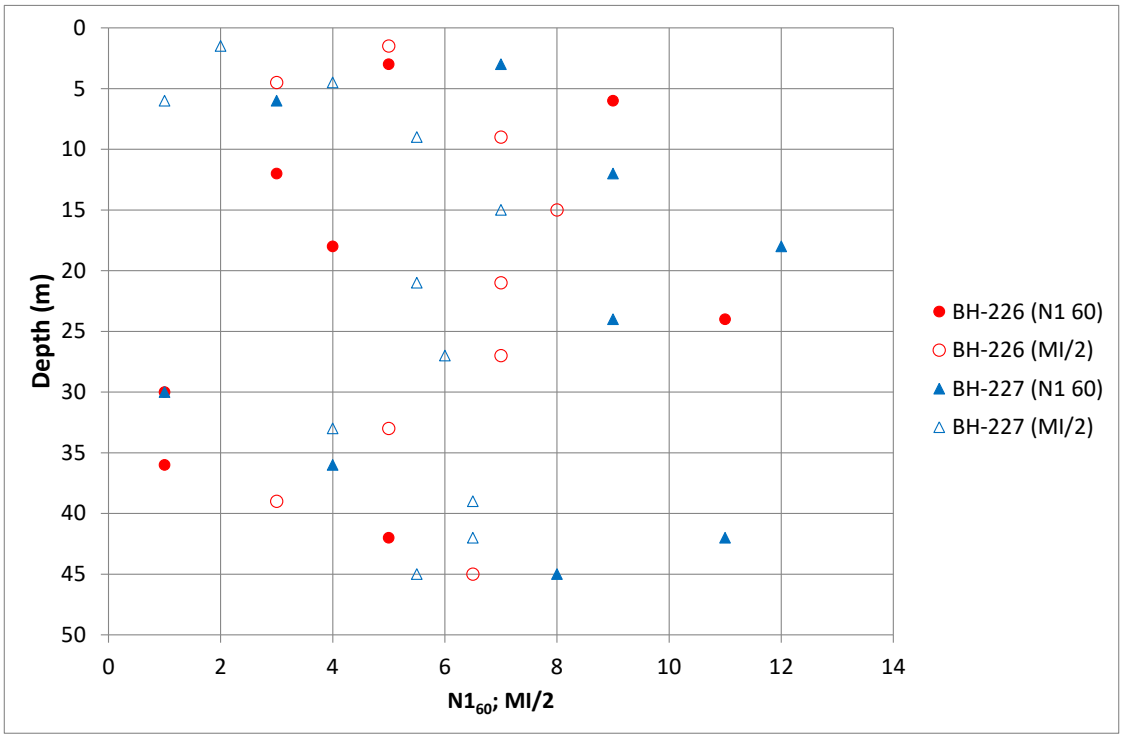


სურათი 3. ადგილმდებარეობის რუკა

ქვემოთ მოცემული სურათები მოიცავს DPSH, ჭაბურღილის SPT ტესტირების შედეგებს და MI/2 მაჩვენებლებს (რომელიც გამოყენებულია SPT მაჩვენებლების ესტრაპოლირებისათვის).



სურათი 4. DPSH შედეგები



სურათი 5. N1$_{60}$ და MI/2

მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ლაბორატორიის ტესტ- შედეგებს:

:

BOREHOLE/PIT	SAMPLE	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	#2 (%)	#0,6 (%)	#0,21 (%)	#0,063 (%)	#0,002 (%)	ATT. LIMITS LL	ATT. LIMITS PL	ATT. LIMITS PI	MOISTURE CONTENT (%)	(MC-WP) / Ip	PARTICLE DENSITY (t/m³)	BULK DENSITY (t/m³)	DRY DENSITY (t/m³)	SATURATION DEGREE (%)	CARBONATES (%)	ORGANIC MATTER (%)	SOLUBLE ORGANIC MATTER (%)	CHLORIDES (%)	SOLUBLE SULPHATES (%)	PH	UNCONF. COMPRESSIVE STRENGTH (kPa)	AXIAL STRAIN FAIL. (%)	SHEAR TEST (CU) c (kPa)	SHEAR TEST (CU) ϕ (deg)
BH-226	MI	1,5	2,1	QCS	99,2	55,9	18,6	8,8		26	NP		14,1	-	2,66	1,54	1,35	38,7										
BH-226	SPT	8,4	8,7	QCP									210,2	-		1,64		-		37,5					71,3	5,71		
BH-226	MI	21,0	21,6	QCS	100,0	99,9	85,8	16,8	3,7	28	NP	NP	26,5	-	2,66	1,91	1,51	92,6		4,0					31,9	2,81		
BH-226	SPT	36,0	36,6	QCS						27			22,1	-	2,66			-	11,3			NO	0,040	7,8	11,8	2,59	37,30	35,00
BH-227	MI	4,5	5,1	QCS	99,2	97,2	29,1	7,4		31	NP		101,1	-	2,66	1,94	1,59	87,4		7,0	1,7	NO		7,5				
BH-227	SPT	6,0	6,6	QCP						25			25,1	-0,02	2,68	1,72	1,37	-							35,5	3,48	26,60	29,70
BH-227	MI	15,0	15,6	QCS	99,1	98,3	85,1	23,8	3,7	24		6	25,6	0,19	2,69	2,00	1,59	99,5							33,6	3,62	30,60	31,00
BH-227	MI	27,0	27,6	QCS	99,8	99,6	91,1	29,0	4,8	31		7	34,7	0,77	2,72	1,88	1,40	100,0							18,1	2,10	28,30	27,70
BH-227	MI	39,0	39,6	QCS	99,1	96,3	88,7	70,1	19,1	28		9																

ცხრილი 1. ლაბორატორიული ტესტი

ქვემოთ მოცემული ცხრილი მოიცავს ჭაბურღილების სქემატურ სექციას.

ჭაბურღილი	Z sup (m)	Z inf (m)	აღწერილობა	$N1_{60}$	$N1_{60}$ (tip. calc.)
BH-226	0,0	0,2	ნიადაგის ზედა ფენა		
BH-226	0,2	5,1	წვრილი ქვიშა ცოტაოდენი შლამით	5	
BH-226	5,1	5,4	შავი წვრილი ქვიშა მცენარეული ნარჩენით (ტორფი)		
BH-226	5,4	8,0	წვრილ-საშუალო შლამიანი ქვიშა რბილი ნაცრისფერი ქვიშით და შლამით	8	
BH-226	8,0	8,9	შავი სილიანი თიხა მცენარეული ნარჩენით (ტორფი)		
BH-226	8,9	29,0	წვრილი-საშუალო ქვიშა შლამით	6	3
BH-226	29,0	48,6	რბილი, დაბალი პლასტიკურობის შლამიანი ქვიშა და წვრილი ქვიშა შლამით	5	3
BH-227	0,0	0,2	ნიადაგის ზედა ფენა		
BH-227	0,2	5,8	წვრილი ქვიშა ცოტაოდენი შლამით	5	
BH-227	5,8	7,4	შავი წვრილი ქვიშა მცენარეული ნარჩენით (ტორფი)		
BH-227	7,4	29,0	წვრილ-საშუალო შლამიანი ქვიშა	8	6
BH-227	29,0	48,0	წვრილ-საშუალო შლამიანი ქვიშა	4	4

ცხრილი 2. ჭაბურღილების სქემატური სექცია

ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის გათვალისწინებულია შემდეგი გეოტექნიკური პროფილი:

- 0 – 0,2: ნიადაგის ზედა ფენა
- 0,2 – 9მ: ქვიშა , რბილი შლამიანი თიხა და ტორფის დონეები.

  მოცულობითი სიმკვრივე = 17კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 5

- 9 – 29მ: წვრილ-საშუალო შლამიანი ქვიშა

  მოცულობითი სიმკვრივე = 18კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 6
  $N1_{60}$ = 3 (წვეროს გამოთვლა)

- 29 – 48მ: რბილი, დაბალი პლასტიკურობის შლამიანი ქვიშა წვრილმარცვლოვანი ქვიშა შლამით

  მოცულობითი სიმკვრივე = 18,0კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 4
  $N1_{60}$ = 4(წვეროს გამოთვლა)

2.1.2. საძირკვლის დიზაინი

ნიადაგის დაბალი გეოტექნიკური მახასიათებლების გამო ხელმისაწვდომ კარიერებში, გადაწყდა, რომ შემუშავდეს ღრმა საძირკველი.

ეს საძირკვლები განლაგებულია განსაკუთრებით დაბალი გეოტექნიკური პირობების მქონე ნიადაგებში. <u>დაგეგმილია, რომ განხორციელდეს ნიადაგის გაუმჯობესება ქვის ან ხრეშის სვეტების მეშვეობით ვიბრაციის ტექნიკის გამოყენებით და წინასწარი ძელების ჩასმით</u> იმისათვის, რომ გაუმჯობესდეს ვერტიკალური ქმედება და განსაკუთრებით კი ჰორიზონტალური ქმედება ზედა მეტრებში და მინიმუმამდე შეამციროს დაბალი სიმკვრივის გამდიდრებული ქვიშიანი ფენის შემცველობის რისკი. ეს უნდა განხორციელდეს შემდეგი კრიტერიუმებით:

- ვიბრაციული გადაადგილების მშრალი ქვედა მეთოდი.
- დამუშავება უნდა მოხდეს 80 სმ-ის დიამეტრის ხრეშის სვეტების მიხედვით, თითოეული 5 მ2-იანი 1 სვეტის დანაწილების გათვალისწინებით, საფარის ზედაპირი და 3 მ-ის პერიმეტრი და 15 მ სიღრმე საფარის ქვემოთ.
- წინასწარ ძელების პოზიცია უნდა განისაზღვროს ისე, რომ ნებისმიერი ძელის პოზიცია არ დაემთხვეს ხრეშის სვეტს.

ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ჩასმული 400 მმ (0,16მ^2 სექციის) გეოტექნიკურ კალკულაციას:

Structure	11+970						
Borehole	BH-226 + BH-227						
Pile width (m):	0,4						
Pile head depth below borehole head level (m):	3,0						
Water table depth (m):	1,0						
Pile tip depth below borehole head level (m):			15,00	21,00	24,00	26,00	28,00
Z_1 (m):	0,00	5,00	9,00	15,00	21,00	24,00	26,00
Z_2 (m):	5,00	9,00	15,00	21,00	24,00	26,00	28,00
Embedment level (m):			9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Granular or cohesive soil (G/C):	g	g	g	g	g	g	g
Granular or cohesive soil (tip calculation)(G/C):			g	g	g	g	g
Bulk density (kN/m^3):		7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
σ'v sup (kN/m^2):	0	0	28	76	124	148	164
σ'v inf (kN/m^2):	0	28	76	124	148	164	180
$N1_{60}$:	5	5	6	6	6	6	6
$N1_{60}$ (tip calculation):	-	-	3	3	3	3	3
Granular materials (Nordlung/Thurman)							
ϕ' shaft:	28,3	28,3	28,7	28,7	28,7	28,7	28,7
Kδ:	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
δ/ϕf:	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
C_F:			0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
qs Nordlung/Thurman (kPa):			23	43	59	68	75
ϕ' toe:	-	-	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0
αt:	-	-	0,52	0,45	0,42	0,40	0,40
N'q:			20	20	20	20	20
qL (kPa):		-	183	183	183	183	183
qp Nordlung/Thurman (kPa):		-	183	183	183	183	183
Cohesive materials							
su (kPa):	-	-	-	-	-	-	-
α:	-	-	-	-	-	-	-
ULTIMATE COMPRESSIVE RESISTANCE							
qs (kN/m^2):	0	0	23	43	59	68	75
ΔRs;k (kN):	0	0	217	417	284	217	239
Rs;k (kN):		0	217	634	918	1.135	1.374
qb;k (kN/m^2):			183	183	183	183	183
Rb;k (kN):			29	29	29	29	29
Rc;k (kN):			246	663	947	1.164	1.403
qc;k (kN/m^2):			1.539	4.147	5.920	7.276	8.771
R uplift;k (kN):			202	551	785	963	1.159
ULTIMATE LIMIT STATE (GEO) (design approach 2)							
γR;d (model coef.):	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
γR;s:	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Rs;d (kN):	0	0	148	431	624	772	935
γR;b:	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Rb;d (kN):			17	17	17	17	17
Rc;d (kN):			164	448	641	789	951
qc;d (kN/m^2):			1.027	2.801	4.007	4.930	5.947
R uplift;d. (kN):			147	388	550	673	808

ცხრილი 3. გეოტექნიკური ძელის კალკულაცია

ქვემოთ მოცემული ცხრილი მოიცავს გამოთვლის შედეგებს (Z = სიღრმე ჭაბურღილის თავის დონის ქვემოთ):

სტრუქტურა	11+970	11+970	11+970	11+970	11+970
ჭაბურღილი:	BH-226 + BH-227	BH-226 + BH-227	BH-226 + BH-227	BH-226 + BH-227	BH-226 + BH-227
ძელის სიგანე (მ):	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
პერიმეტრი (მ):	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
ძელის სექცია (მ2):	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
ძელის თავის სიღრმე ჭაბურღილის თავის დონის ქვემოთ (მ):	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
ძელის სიღრმე ჭაბურღილის თავის დონის ქვემოთ (მ):	15,0	21,0	24,0	26,0	28,0
ზღვრული მდგომარეობა (ქართ) (საკონსტრუქციო მიდგომა 2)					
Rc;d (კნ):	164	448	641	789	951
R ამაღლება;d. (კნ):	147	388	550	673	808

ცხრილი 4. გამოთვლის შედეგები

ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ბალასტის კოეფიციენტებს და ზღვრულ ჰორიზონტალურ დაჭიმულობას σ_{uh} (ციკლური დატვირთვებისათვის, საბოლოო ძალა $\sigma_{uh_ციკლური\ დატვირთვა} = 0,72 \cdot \sigma_{uh}$).

სტრუქტურა:	11+970	11+970	11+970	11+970	11+970	11+970	11+970
Z1 (მ):	0,0	5,0	9,0	15,0	21,0	24,0	26,0
Z2 (მ):	5,0	9,0	15,0	21,0	24,0	26,0	28,0
ხრეშის სვეტების დამუშავება:	1c/5m2	1c/5m2	1c/5m2				
nh (კნ/მ3):	4480	4480	4480	1280	1280	1280	1280
Kh x D ძელის ზედა მხარე (კნ/მ^2):	0	22400	40320	19200	26880	30720	33280
Kh x D ძელის ქვედა მხარე (კნ/მ^2):	22400	40320	67200	26880	30720	33280	35840
σuh ზედა (კნ/მ^2):	0	0	224	569	929	1109	1228
σuh ქვედა (კნ/მ^2):	0	224	608	929	1109	1228	1348
Ks_vert x Dpilote (კნ/მ^2):		1441	1541	1541	1541	1541	1541
Kb x Dpilote (კნ/მ^2):	-	-	6902	6902	6902	6902	6902

ცხრილი 5. ბალასტის კოეფიციენტები

სადაც:

- Kh: ჰორიზონტალური ქვედა დონის რეაქციის კოეფიციენტი (ლილვი).
- Ks: ვერტიკალური ქვედა დონის რეაქციის კოეფიციენტი (ლილვი).
- Kb: ვერტიკალური ქვედა დონის რეაქციის კოეფიციენტი (წვერო).

საძირკველი უნდა აშენდეს თავი ..-ში მოცემული კრიტერიუმების შესაბამისად.

ამჟამად დაზვერვითი სამუშაოები არ არის ხელმისაწვდომი ამ სტრუქტურის საძირკვლის სრული კვლევისათვის. ამ მიზნით სამშენებლო ფაზაზე უნდა განხორციელდეს გეოტექნიკური ჭაბურღილები ამ სტრუქტურის საძირკვლების გამოსაკვლევად.

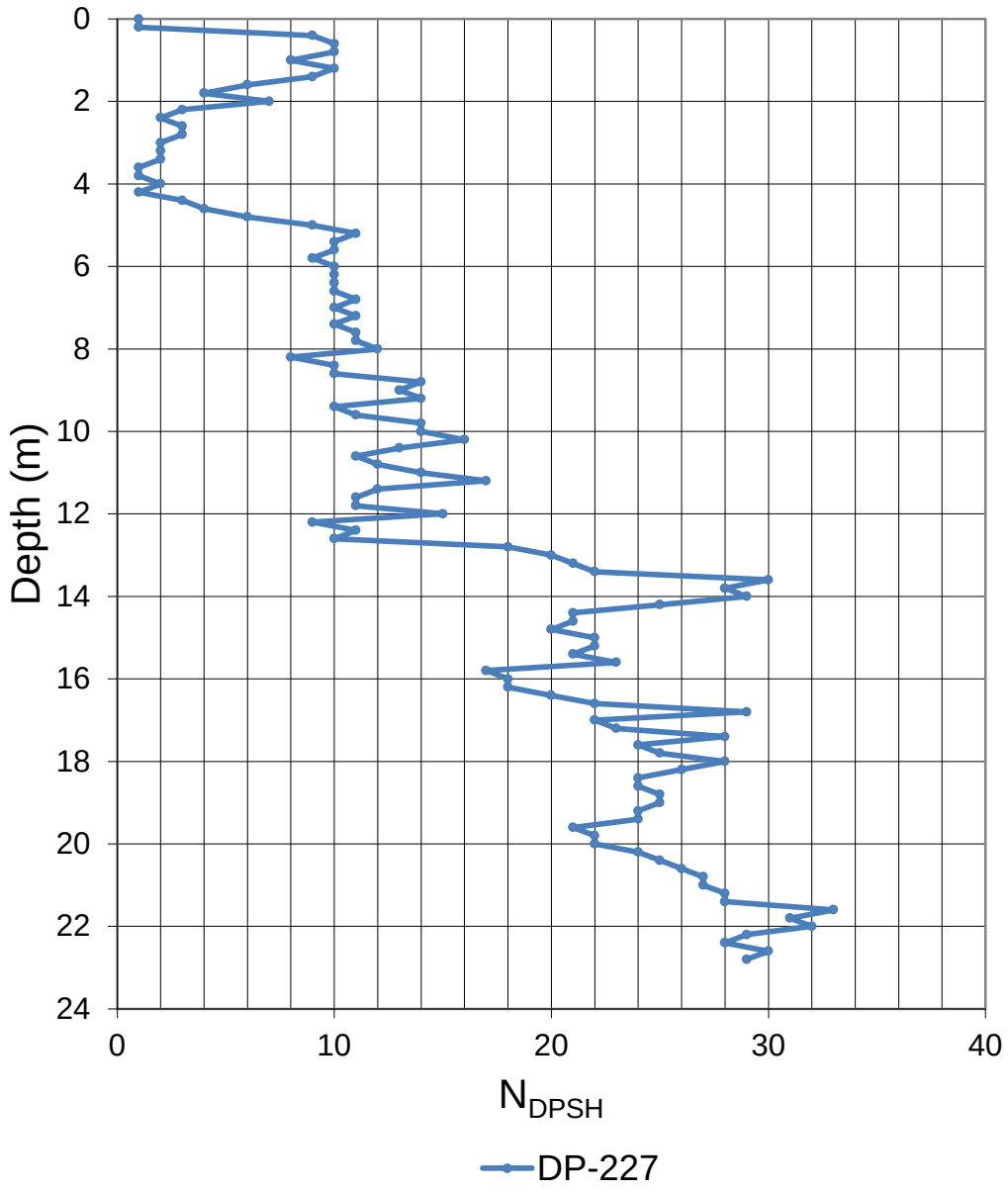
2.2. ხიდი მდინარე კაპარჭაზე (14+750)

2.2.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია

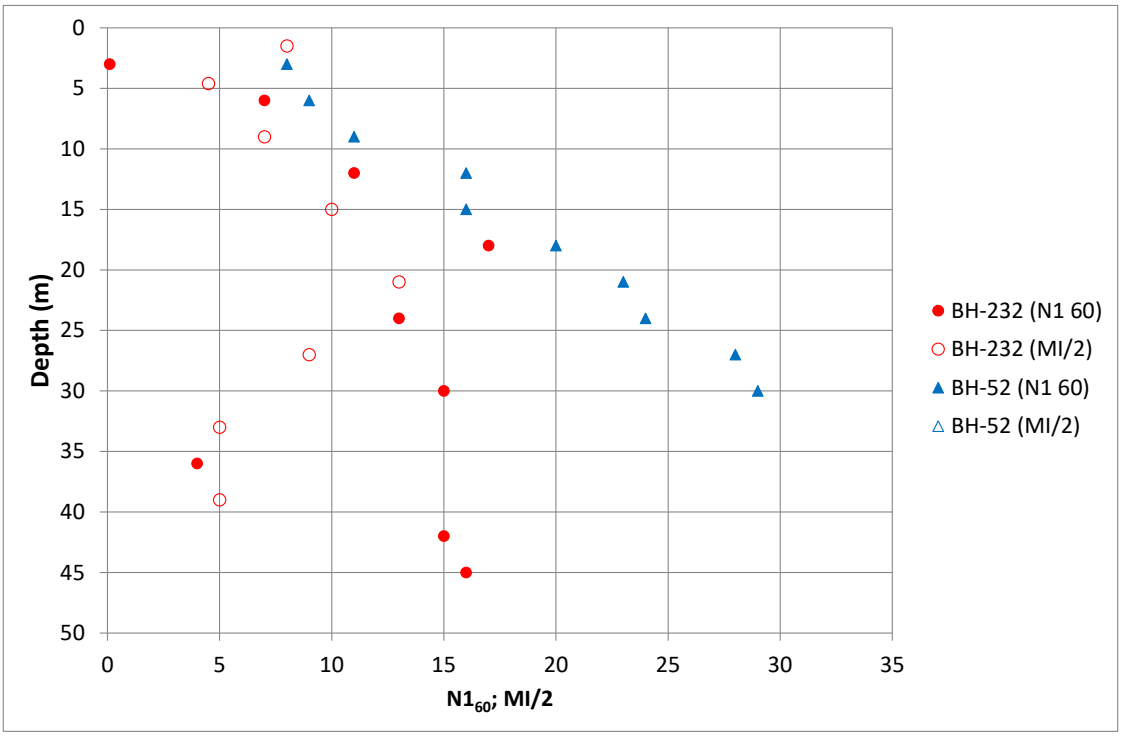
DPSH DP-227 და ჭაბურღილები BH-232 და BH-52 ხელმისაწვდომია ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის.

სურათი 6. ადგილმდებარეობის რუკა

ქვემოთ მოცემული ცხრილები მოიცავს DPSH, ჭაბურთილების SPT ტესტირების შედეგებს და MI/2 მაჩვენებლებს (რომელიც გამოყენებულია SPT მაჩვენებლების ესტრაპოლირებისათვის). SPT(C) ტესტები (დახურულბოლოიანი წვერო) BH-225-დან გადაყვანილია N_{SPT} მაჩვენებლებზე მეიერჰოფის (1956) და კლეიტონის (1993) მიხედვით .



სურათი 7. DPSH შედეგები



სურათი 8. N1$_{60}$ და MI/2

ქვემოთ მოცემული ცხრილი მოიცავს ლაბორატორიული ტესტირების შედეგებს:

BOREHOLE/PIT	PK	SAMPLE	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	#2 (%)	#0,42 (%)	#0,063 (%)	MOISTURE CONTENT (%)	BULK DENSITY (t/m^3)	DRY DENSITY (t/m^3)	SATURATION DEGREE (%)
BH-52	15+080	SPT(C)	3,0	3,3	QCS	99,5	94,2	29,2	30,1	1,96	1,51	100,0
BH-52	15+080	SPT(C)	10,1	10,4	QCS	98,9	92,7	29,7	17,8	1,79	1,52	63,4
BH-52	15+080	SPT(C)	17,4	17,7	QCS	99,7	92,5	29,6	18,8	1,76	1,48	63,0
BH-52	15+080	SPT(C)	23,4	23,7	QCS	99,3	90,6	31,0	19,2	1,75	1,47	63,4

ცხრილი 1. ლაბორატორიული ტესტი

ქვემოთ მოცემული ცხრილი მოიცავს ჭაბურღილების სქემატურ სექციას.

ჭაბურღილი	Z sup (m)	Z inf (m)	აღწერილობა	$N1_{60}$
BH-232	0,0	0,8	შესავსები მასალა	
BH-232	0,8	4,0	ძალიან წვრილიდან უხეშმარცვლოვან ქვიშამდე მცირე შლამით	0-3
BH-232	4,0	4,6	ორგანული სილიანი თიხა	4
BH-232	4,6	10,0	ძალიან წვრილიდან უხეშმარცვლოვან ქვიშამდე მცირე შლამით	7
BH-232	10,0	30,0	საშუალო მარცვლოვანი- უხეშმარცვლოვან ქვიშამდე მცირე შლამით	14
BH-232	30,0	40,0	ძალიან წვრილიდან უხეშმარცვლოვან ქვიშამდე მცირე შლამით	4-5
BH-232	40,0	48,0	საშუალო მარცვლოვანი- უხეშმარცვლოვან ქვიშამდე მცირე შლამით	15
BH-52	0,0	0,5	ნიადაგის ზედა ფენა	
BH-52	0,5	3,6	წვრილი ქვიშა	
BH-52	3,6	4,5	ტორფი	
BH-52	4,5	13,3	წვრილი ქვიშა თხელი თიხის ფენებით	
BH-52	13,3	30,0	საშუალო მარცვლოვანი შლამიანი ქვიშა თხელი თიხის ფენებით	

ცხრილი 2. ჭაბურღილების სქემატური სექცია

ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის გათვალისწინებულია შემდეგი გეოტექნიკური პროფილი:

- 0 – 0,8: ნიადაგის ზედა ფენა და შესავსები მასალა
- 0,8 – 4მ: ძალიან წვრილმარცვლოვანი-უხეშ მარცვლოვანამდე ქვიშა მცირე შლამით

  მოცულობითი სიმკვრივე= = 17,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 2

- 4 – 4,6მ: ორგანული შლამიანი თიხა ტორფი.

  მოცულობითი სიმკვრივე= = 17,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 4

- 4,6 – 13მ: წვრილმარცვლოვანი - უხეში ქვიშა ცოტაოდენი შლამით

  მოცულობითი სიმკვრივე= = 17,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 7

- 13 – 30მ: საშუალო მარცვლოვანი - უხეში ქვიშა ცოტაოდენი შლამით

  მოცულობითი სიმკვრივე= = 17,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 14

- 30 – 40მ: წვრილმარცვლოვანი - უხეში ქვიშა ცოტაოდენი შლამით

  მოცულობითი სიმკვრივე= = 17,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 4-5

- 40 – 48მ: საშუალო მარცვლოვანი - უხეში ქვიშა ცოტაოდენი შლამით

  მოცულობითი სიმკვრივე= = 17,5კნ/მ^3.
  $N1_{60}$ = 15

2.2.2. სტრუქტურების საძირკვლის დიზაინი

ნიადაგის დაბალი გეოტექნიკური მახასიათებლების გამო ხელმისაწვდომ კარიერებში, გადაწყდა, რომ შემუშავდეს ღრმა საძირკველი.

ეს საძირკვლები განლაგებულია განსაკუთრებით დაბალი გეოტექნიკური პირობების მქონე ნიადაგებში. <u>დაგეგმილია, რომ განხორციელდეს ნიადაგის გაუმჯობესება ქვის ან ხრეშის სვეტების მეშვეობით ვიბრაციის ტექნიკის გამოყენებით და წინასწარი ძელების ჩასმით</u> იმისათვის, რომ გაუმჯობესდეს ვერტიკალური ქმედება და განსაკუთრებით კი ჰორიზონტალური ქმედება ზედა მეტრებში და მინიმუმამდე შეამციროს დაბალი სიმკვრივის გამდიდრებული ქვიშიანი ფენის შემცველობის რისკი. ეს უნდა განხორციელდეს შემდეგი კრიტერიუმებით:

- ვიბრაციული გადაადგილების მშრალი ქვედა მეთოდი.
- დამუშავება უნდა მოხდეს 80 სმ-ის დიამეტრის ხრეშის სვეტების მიხედვით, თითოეული 5 მ2-იანი 1 სვეტის დანაწილების გათვალისწინებით, საფარის ზედაპირი და 3 მ-ის პერიმეტრი და 15 მ სიღრმე საფარის ქვემოთ.
- წინასწარ ძელების პოზიცია უნდა განისაზღვროს ისე, რომ ნებისმიერი ძელის პოზიცია არ დაემთხვეს ხრეშის სვეტს.

ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ჩასმული 400 მმ (0,16მ^2 სექციის) გეოტექნიკურ კალკულაციას:

Structure	14+750					
Borehole	BH-232					
Pile width (m):	0,4					
Pile head depth below borehole head level (m):	3,0					
Water table depth (m):	1,0					
Pile tip depth below borehole head level (m):			20,00	22,00	24,00	26,00
Z_1 (m):	0,00	5,00	13,00	20,00	22,00	24,00
Z_2 (m):	5,00	13,00	20,00	22,00	24,00	26,00
Embedment level (m):			13,00	13,00	13,00	13,00
Granular or cohesive soil (G/C):		g	g	g	g	g
Granular or cohesive soil (tip calculation)(G/C):			g	g	g	g
Bulk density (kN/m^3):		7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
σ'v sup (kN/m^2):	0	0	60	113	128	143
σ'v inf (kN/m^2):	0	60	113	128	143	158
$N1_{60}$:	-	7	14	14	14	14
$N1_{60}$ (tip calculation):	-	-	14	14	14	14
Granular materials (Nordlung/Thurman)						
ϕ' shaft:	-	29,0	31,2	31,2	31,2	31,2
Kδ:	-	1,11	1,30	1,30	1,30	1,30
δ/ϕf:	-	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
C_F:		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
qs Nordlung/Thurman (kPa):	-	14	50	70	78	87
ϕ' toe:	-	-	31,2	31,2	31,2	31,2
αt:	-	-	0,61	0,59	0,56	0,55
N'q:			35	35	35	35
qL (kPa):		-	915	915	915	915
qp Nordlung/Thurman (kPa):		-	915	915	915	915
Cohesive materials						
su (kPa):	-	-	-	-	-	-
α:	-	-	-	-	-	-
ULTIMATE COMPRESSIVE RESISTANCE						
qs (kN/m^2):	0	14	50	70	78	87
ΔRs;k (kN):	0	178	562	223	251	279
Rs;k (kN):		178	740	963	1.214	1.493
qb;k (kN/m^2):			915	915	915	915
Rb;k (kN):			146	146	146	146
Rc;k (kN):			886	1.109	1.360	1.639
qc;k (kN/m^2):			5.538	6.933	8.503	10.247
R uplift;k (kN):			633	816	1.022	1.250
ULTIMATE LIMIT STATE (GEO) (design approach 2)						
γR;d (model coef.):	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40	1,40
γR;s:	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Rs;d (kN):	0	121	503	655	826	1.016
γR;b:	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Rb;d (kN):			84	84	84	84
Rc;d (kN):			587	739	910	1.099
qc;d (kN/m^2):			3.668	4.617	5.685	6.871
R uplift;d. (kN):			443	570	711	868

ცხრილი 3. გეოტექნიკური ძელის კალკულაცია

ქვემოთ მოცემული ცხრილი მოიცავს გამოთვლის შედეგებს (Z = სიღრმე ჭაბურღილის თავის დონის ქვემოთ):

სტრუქტურა	14+750	14+750	14+750	14+750
საძირკველი:	BH-232	BH-232	BH-232	BH-232
ჭაბურღილი:	0,40	0,40	0,40	0,40
ძელის სიგანე (მ):	1,60	1,60	1,60	1,60
პერიმეტრი (მ):	0,16	0,16	0,16	0,16
ძელის სექცია (მ2):	3,0	3,0	3,0	3,0
ძელის თავის სიღრმე ჭაბურღილის თავის დონის ქვემოთ (მ):	20,0	22,0	24,0	26,0
ძელის სიღრმე ჭაბურღილის თავის დონის ქვემოთ (მ):				
ზღვრული მდგომარეობა (ქართ) (საკონსტრუქციო მიდგომა 2)	587	739	910	1099
R uplift;d. (კნ):	443	570	711	868

ცხრილი 4. გამოთვლის შედეგები

ქვემოთ მოცემული ცხრილი გვიჩვენებს ბალასტის კოეფიციენტებს და ზღვრულ ჰორიზონტალურ დაჭიმულობას σ_{uh} (ციკლური დატვირთვებისათვის, საბოლოო ძალა $\sigma_{uh_ციკლური\ დატვირთვა} = 0,72 \cdot \sigma_{uh}$).

სტრუქტურა:	14+750	14+750	14+750	14+750	14+750
Z1 (მ):	5,0	13,0	20,0	22,0	24,0
Z2 (მ):	13,0	20,0	22,0	24,0	26,0
ხრეშის სვეტების დამუშავება:	1c/5m2				
nh (კნ/მ3):	4480	4480	4480	4480	4480
Kh x D ძელის ზედა მხარე (კნ/მ^2):	22400	58240	89600	98560	107520
Kh x D ძელის ქვედა მხარე (კნ/მ^2):	58240	89600	98560	107520	116480
σuh ზედა (კნ/მ^2):	0	510	956	1083	1211
σuh ქვედა (კნ/მ^2):	480	956	1083	1211	1338
Ks_vert x Dpilote (კნ/მ^2):	1642	2343	2343	2343	2343
Kb x Dpilote (კნ/მ^2):	-	10493	10493	10493	10493

ცხრილი 5. ბალასტის კოეფიციენტები

სადაც:

- Kh: ჰორიზონტალური ქვედა დონის რეაქციის კოეფიციენტი (ლილვი).
- Ks: ვერტიკალური ქვედა დონის რეაქციის კოეფიციენტი (ლილვი).
- Kb: ვერტიკალური ქვედა დონის რეაქციის კოეფიციენტი (წვერო).

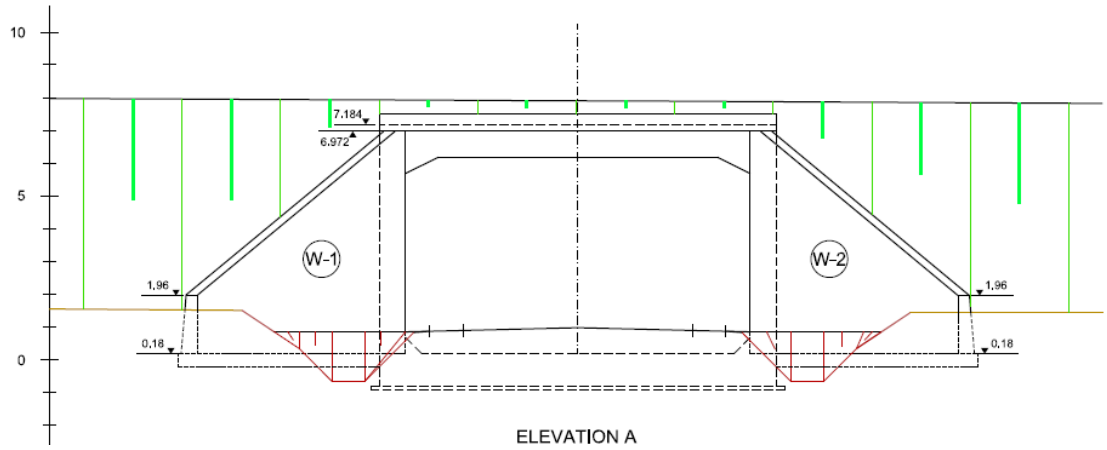
საძირკველი უნდა აშენდეს მოცემული კრიტერიუმების შესაბამისად.

ამჟამად საჭირო დაზვერვითი სამუშაოები არ არის ხელმისაწვდომი ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის. სამშენებლო ფაზაზე უნდა განხორციელდეს გეოტექნიკური ჭაბურღილები იმისათვის, რომ დასრულდეს ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევა.

2.3. მიწისქვეშა 16+145

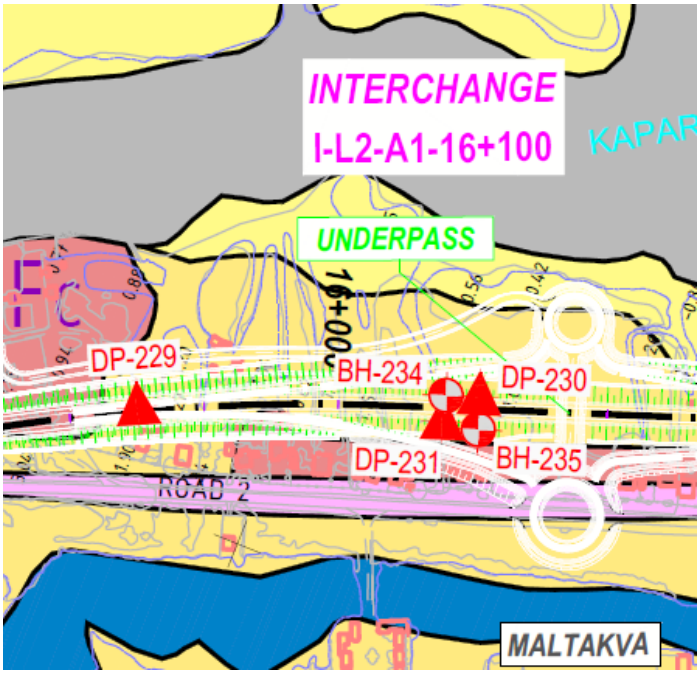
2.3.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია

კონსტრუირებული იქნა მიწისქვეშა გასასვლელი ოთხკუთხა 8,0x12,1მ^2.



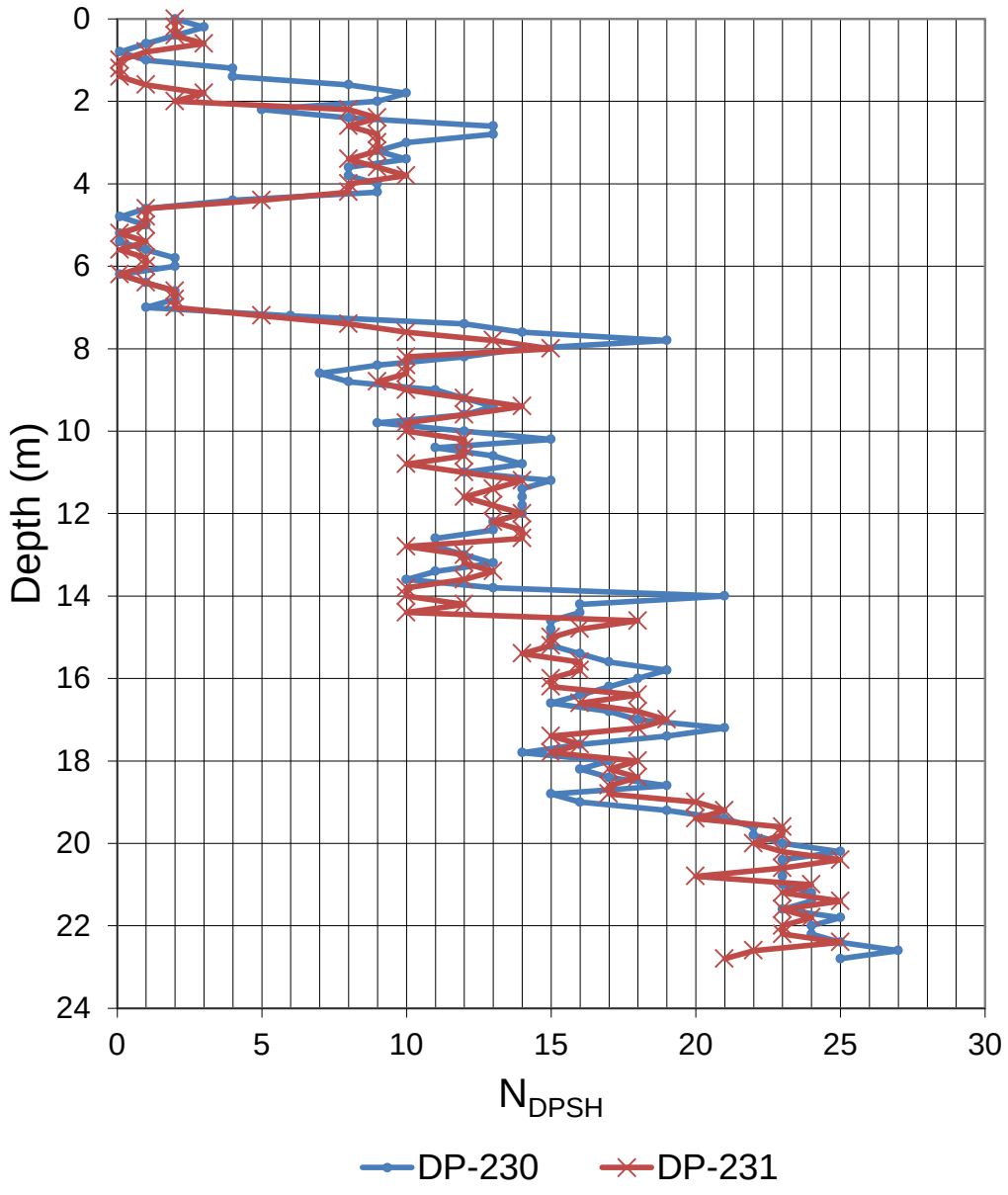
სურათი 9. მიწისქვეშა 16+145

DPSH DP-230 და DP-231 და ჭაბურღილები BH-234 და BH-235 ხელმისაწვდომია ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის.

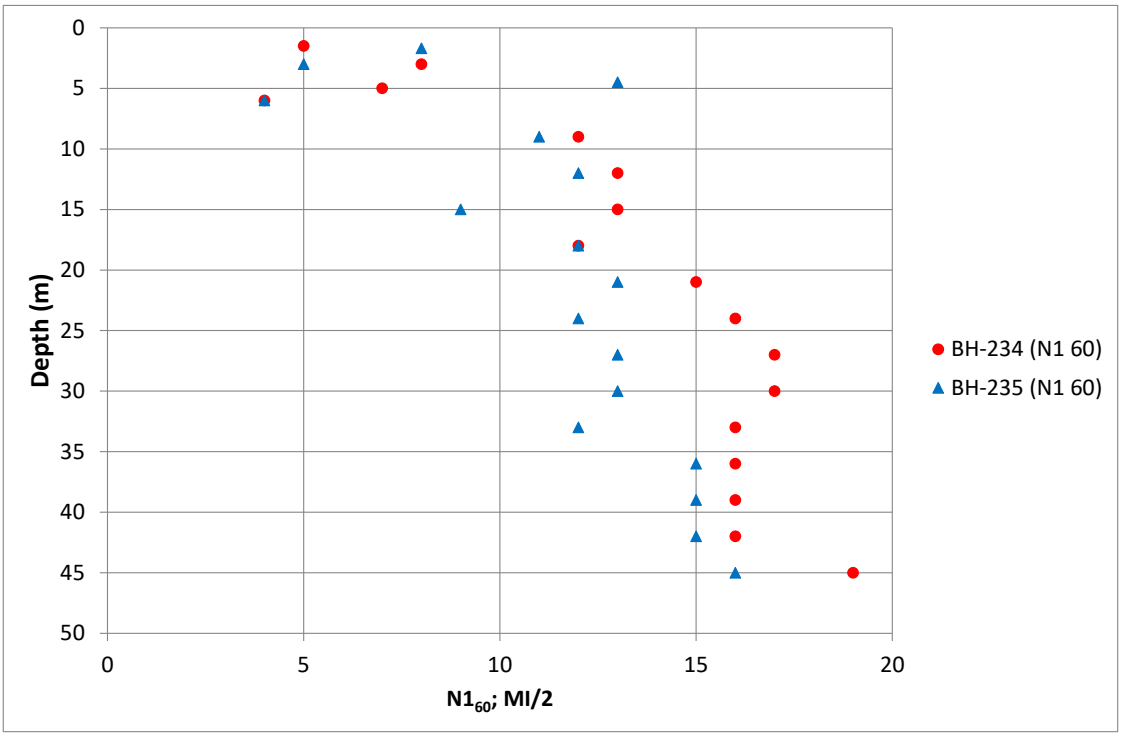


სურათი 10. ადგილმდებარეობის რუკა

შემდეგი ცხრილები მოიცავს DPSH და წაბურღილის SPT ტესტირების შედეგებს. SPT(C) ტესტები (დახურულბოლოანი) BH-234 და BH-235-დან გადაყვანილ იქნა N_{SPT} მაჩვენებლებში მეიერჰოფისა (1956) და კლეიტონის მიხედვით (1993).

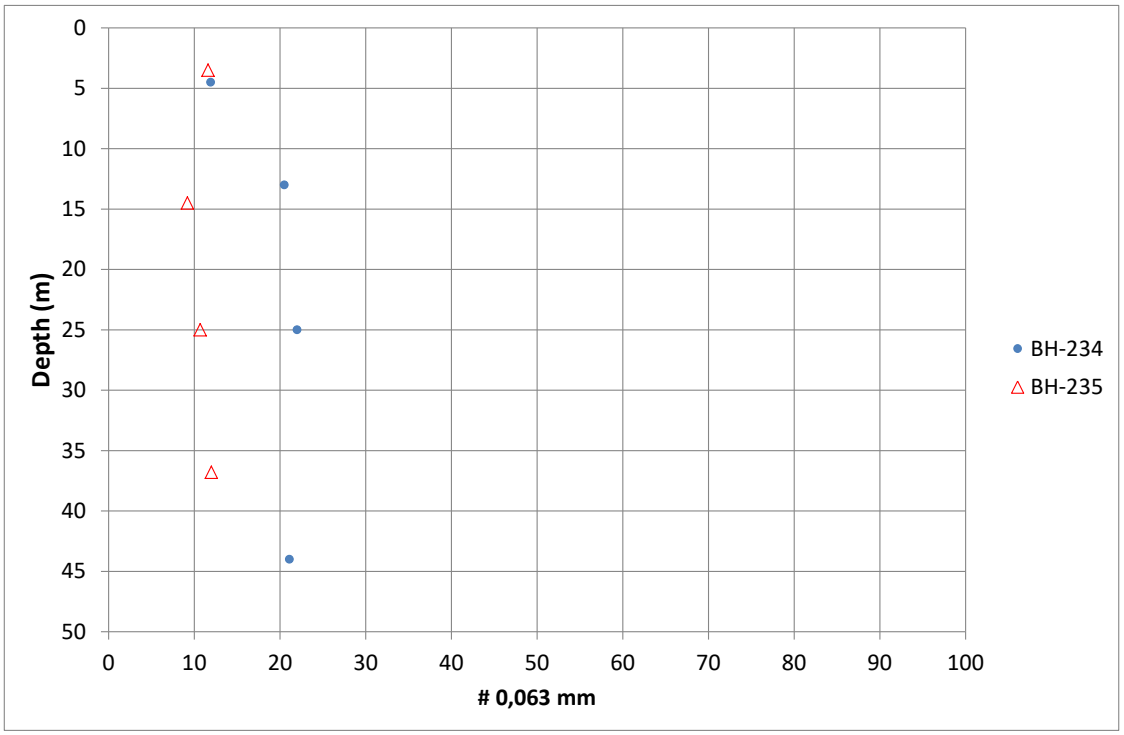


სურათი 11. DPSH შედეგები



სურათი 12. N1$_{60}$

შემდეგი ცხრილი მოიცავს წვრილმარცვლოვანი ქვიშის შემცველობას.



სურათი 13. #0,063 მმ

შემდეგი ცხრილი მოიცავს ლაბორატორიული ტესტირების შედეგებს:

BOREHOLE/PIT	Zi	Zf	GEOLOGICAL GROUP	#2 (%)	#0,6 (%)	#0,21 (%)	#0,15 (%)	#0,063 (%)	ATT. LIMITS LL	ATT. LIMITS PL	ATT. LIMITS PI	MOISTURE CONTENT (%)	PARTICLE DENSITY (t/m³)	BULK DENSITY (t/m³)	DRY DENSITY (t/m³)	SATURATION DEGREE (%)	CARBONATES (%)	ORGANIC MATTER (%)	CHLORIDES (%)	SOLUBLE SULPHATES (%)	PH	SHEAR TEST (CU) c' (kPa)	SHEAR TEST (CU) φ' (deg)	SHEAR TEST (CD) c' (kPa)	SHEAR TEST (CD) φ' (deg)
BH-234	4,5	5,0	QCS	100,0	97,4	55,9	31,5	11,9	NP	NP	NP	16,7	2,68	1,75	1,50	56,9								0,6	26,9
BH-234	13,0	13,2	QCS	100,0	94,8	59,1	43,7	20,5	21	15	6	14,7	2,69	1,79	1,56	54,6	12,5	2,8	0,042	0,050	7,9				
BH-234	25,0	25,5	QCS	100,0	95,4	59,3	44,3	22,0	22	16	6	16,5	2,68	1,76	1,76	84,6								7,3	20,5
BH-234	44,0	44,2	QCS	100,0	96,8	63,7	46,3	21,1	22	15	7	15,2	2,70	1,82	1,82	84,9	11,3	3,4	0,060	0,054	7,8				
BH-235	3,5	3,7	QCS	100,0	91,7	43,3	24,5	11,6	NP	NP	NP	21,2	2,67	1,76	1,45	67,3	9,6	1,7			7,7				
BH-235	14,5	15,0	QCS	100,0	86,7	32,7	17,1	9,2	NP	NP	NP	15,9	2,66	1,75	1,51	55,5		0,1				1,53	33,40		
BH-235	25,0	25,5	QCS	100,0	88,5	36,0	14,9	10,7	23	17	6	20,4	2,69	1,77	1,47	66,1			0,088	0,056	7,7			0,7	28,9
BH-235	36,8	37,0	QCS	100,0	94,1	37,6	19,2	12,0	24	17	7	19,3	2,69	1,74	1,46	61,6	9,1	2,7							

ცხრილი 6. ლაბორატორიული ტესტირება

2.3.2. საძირკვლის დიზაინი

ნაპირს მიწისქვეშა გასასვლელთან აქვს მაქსიმალური სიმაღლე 6,5მეტრი.

ხელმისაწვდომ ჭაბურღილებში ნიადაგის დაბალი გეოტექნიკური მახასიათებლების გამო გადაწყდა მიწისქვეშა გასასვლელის საძირკვლის და მისი ფრთის კედლების დიზაინის კონსტრუირება, სადაც გათვალისწინებული იქნება <u>ნიადაგის გაუმჯობესება ქვის ან ხრეშის სვეტების მეშვეობით ვიბრაციის ტექნიკის გამოყენებით.</u>

ქვემოთ მოცემული ცხრილი მოიცავს საშუალოდ დამუშავებული ნიადაგის პარამეტრებს პრიებეს მეთოდის გამოყენებით სხვადასხვაგვარი ხრეშის სვეტების გადანაწილებით.

ϕ ნიადაგი:	27	27	27
Cნიადაგი (კპა):	1	1	1
ϕ ხრეში:	38	38	38
სვეტის დიამეტრი (მ):	0,80	0,80	0,80
საძირკვლის ზედაპირი თითოეულ სვეტზე ($მ^2$/სვეტზე):	2,50	4,00	5,00
მანძილი ღერძს შორის (მ):	1,70	2,15	2,40
სვეტის განივი კვეთა / საძირკვლის ზედაპირი:	0,20	0,13	0,10
m:	0,50	0,37	0,31
ϕ დამუშავებული ნიადაგი:	32,9	31,3	30,7
C დამუშავებული ნიადაგი (კპა):	0	1	1

ცხრილი 7. დამუშავებული ნიადაგის პარამეტრები

ხელმისაწვდომ ინფორმაციაზე დაყრდნობით რეკომენდირებულია საძირკვლების დამუშავება შემდეგი კრიტერიუმების მიხედვით:

- ვიბრაციული გადაადგილების მშრალი ქვედა მეთოდი.
- დამუშავება უნდა მოხდეს 80 სმ-ის დიამეტრის ხრეშის სვეტების მიხედვით, თითოეული 5 მ2-იანი 1 სვეტის დანაწილების გათვალისწინებით, რომელიც დაფარავს მიწისქვეშა გადასასვლელს და ფრთების საძირკვლის ზედაპირს და 2 მ-ის პერიმეტრი და 10 მ სიღრმე ნიადაგის ზედაპირის ქვემოთ.

- 1 მეტრის წინასწარი ამოთხრის რეალიზება იმ ტერიტორიაზე, რომელზეც მოხდა დამუშავება და 1მ ხრეშიანი ნიადაგის გაფართოება.

- ხრეშის სვეტების გაკეთება წინასწარ განსაზღვრული გეომეტრიითა და სიმკვრივით.

- ნაპირების გაკეთება ბოლო დონემდე (მათ შორის მიწისქვეშა გასასვლელის ტერიტორია) და ნიადაგის კონტროლი კონსოლიდაციის დონის მისაღებად, რომელიც იძლევა გარანტიას 5სმ-ზე ნაკლები მშენებლობის შემდგომი ნიადაგისათვის.

- კონსოლიდაციის პროცესისას ინჟინერ-დირექტორმა შეიძლება მოახდინოს დონეების გაკეთებისას ხანგრძლივობის მოდიფიცირება, მათ შორის შესვენებები და საჭიროების შემთხვევაში გაზარდოს მისი ხანგრძლივობა ან შეწყვიტოს პროცესი.

- ნებისმიერ შემთხვევაში, კონსოლიდაცია უნდა დასრულდეს სულ მცირე 1 თვეში..

- მიწისქვეშა გასასვლელის ტერიტორიის გათხრა და ხრეშიანი 50 სმ კომპაქტური ფენის გაკეთება.

- საძირკვლებისა და სტრუქტურების გაკეთება.

- წინასწარი დატვირთვა უნდა განხორციელდეს შემდეგი კრიტერიუმების დაცვით:

    - სულ მცირე 2 სექცია ნიადაგის ევოლუციის გასაკონტროლებლად და თითოეულ სექციაში, საძირკვლის დონეზე 1 პლატა ან უწყვეტი ხაზი. ამ სექციებში გაკეთებული იქნება ტოპოგრაფიული აღნიშვნები.

- ნიადაგის კონტროლი განხორციელდება ფიქსირებული ზედაპირით და ფირფიტებით ან სასურველია ადგილის საკნებით ან უწყვეტი ხაზით.

- ფირფიტები უნდა იყოს მეტალის, ოთხკუთხედი, 0.8 მ. გვერდით, სისქით 25 მმ, და უნდა შედუღდეს ფირფიტის შუაში მეტალის ტუბი სულ მცირე 2 ინჩი დიამეტრით და 1,5მ სიგრძით.

- ფირფიტები უნდა განთავსდეს ჰორიზონტალურად საძირკვლის ზედაპირზე და დამხმარე ზედაპირი უნდა გამზადდეს კომპაქტური წმინდა ქვიშით.

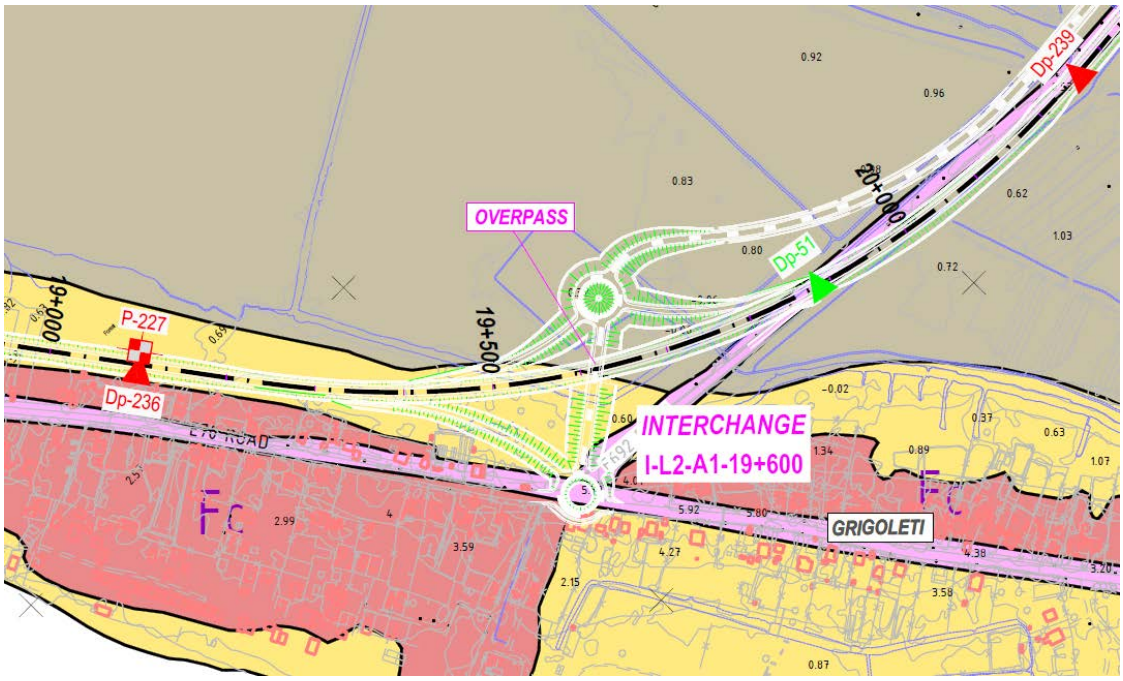
- უნდა დაემატოს 1.5 მეტრის მეტალის მილის სექციები ნაპირების ფორმირების დროს.
  - ფიქსირებული ფირფიტების მოძრაობის კონტროლი უნდა განხორციელდეს ტოპოგრაფიული გათანაბრებით, უნდა ფიქსირებული წერტილი ჰქონდეს ისეთ ტერიტორიაზე, რომელიც არ ზიანდება სამუშაოებით და გააკონტროლებს მოძრაობებს.

  - მთლიანი ადგილი შეესაბამება 100%-იან კონსოლიდაციას, შეიძლება დადგინდეს ინსტრუმენტებიდან მიღებული მონაცემების საფუძველზე, სამშენებლო ფაზაზე, კრიტერიუმების გათვალისწინებით, როგორც მაგალითად, ასაოკას გრაფა (ნიადაგი დსა საძირკვლები, 1978).

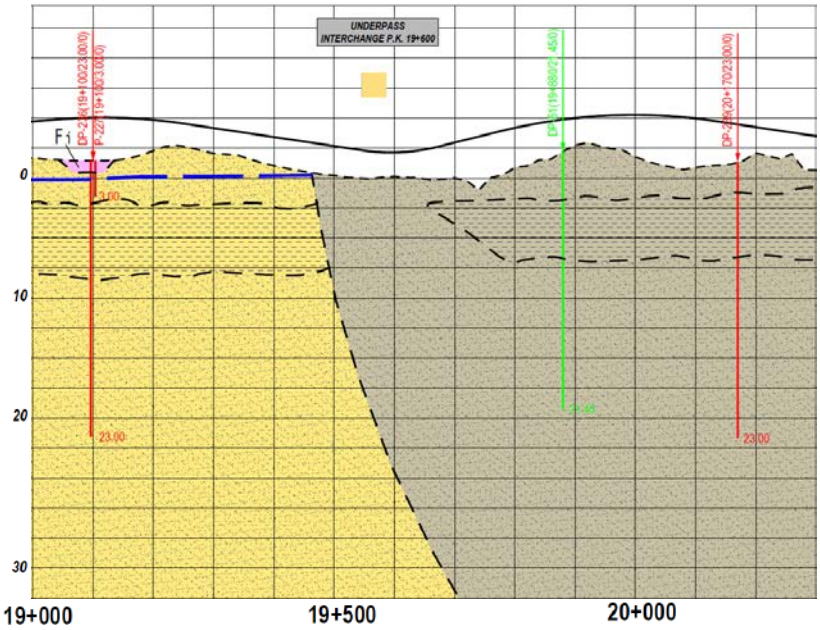
2.4. ესტაკადა 19+600

2.4.1. აღწერილობა. ხელმისაწვდომი ინფორმაცია

მოიცავს ადგილმდებარეობის რუკას დაგეგმილი დაზვერვითი სამუშაოებით

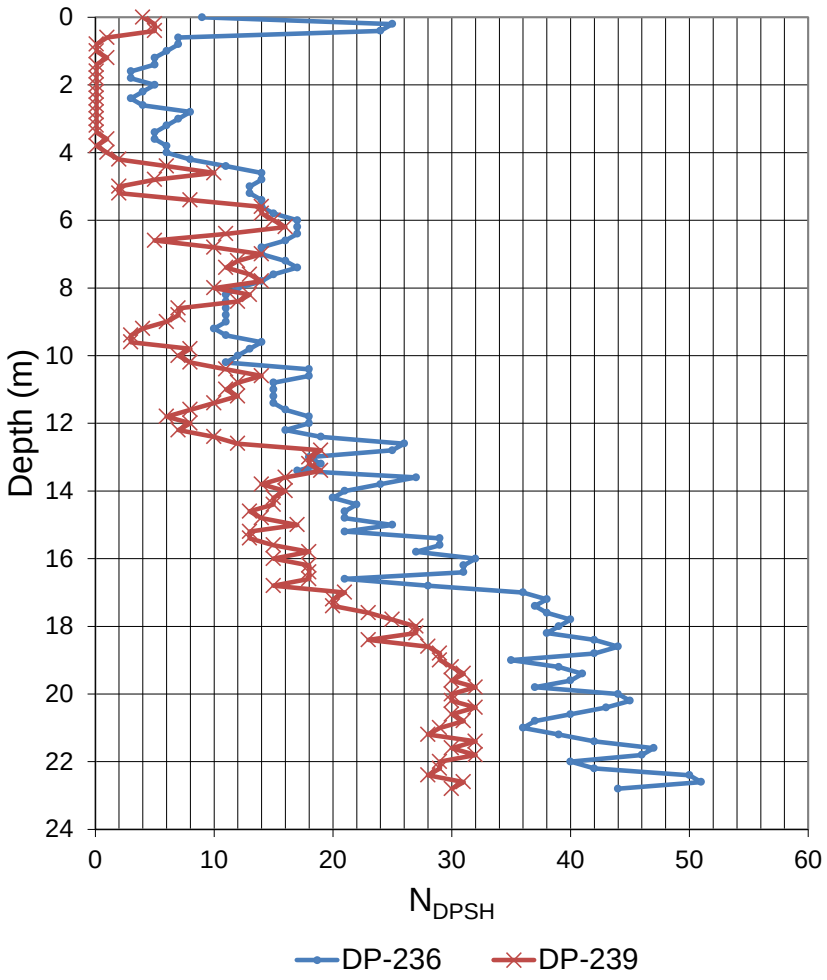


სურათი 14. .ადგილმდებარეობის რუკა დაგეგმილი დაზვერვითი სამუშაოებით



სურათი 15. გეოლოგიური პროფილი

ფაქტიურად არანაირი გეოტექნიკური სადაზვერვო სამუშაოები არ არის ხელმისაწვდომი ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის. ხელმისაწვდომია მხოლოდ DPSH DP-236 და DP-239, რომელიც მდებარეობს 300-500მ მანძილზე სტრუქტურიდან.



სურათი 16. DPSH შედეგები

ფაქტიურად არანაირი გეოტექნიკური სადაზვერვო სამუშაოები არ არის ხელმისაწვდომი ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის.

2.4.2. საძირკვლის დიზაინი

ამჟამად არ არის ხელმისაწვდომი საჭირო სადაზვერვო სამუშაოები ამ სტრუქტურის საძირკვლის კვლევისათვის. ამიტომ რეკომენდირებულია საძირკვლის დაპროექტება იმავე კრიტერიუმების გათვალისწინებით, რომელიც განსაზღვრულია მდინარე კაპარჭაზე (14+750) ხიდის სტრუქტურისათვის.

სამშენებლო ფაზის განმავლობაში, გეოტექნიკური ჭაბურღილები უნდა განხორციელდეს ამ სტრუქტურის საძირკვლების აღიარებისა და დაპროექტებისათვის.

დანართები

დანართი 1.- გეოლოგიური გეგმა

დანართი 2.- გეოლოგიური პროფილი

დანართი 3.- გეოტექნიკური გეგმა

დანართი 4.- გეოტექნიკური კვლევა & ლაბორატორია

დანართი 5.- სტრუქტურის საძირკველი