

“ვამტკიცებ“
სსიპ სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-
ტექნიკური ცენტრი „დელტა“-ს
გენერალური დირექტორი

უჩა ძოძუაშვილი

„ _____ “ _____ 201 წ.

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო
ინსტიტუტის დირექტორის
მოვალეობის შემსრულებელი

თამაზ ახვლედიანი

„ _____ “ _____ 201 წ.

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი

2019 წლის საბაზო კვლევებისა და ტექნოლოგიების
განვითარების პროგრამა

„შეთანხმებულია“

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო
ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს
თავმჯდომარის მოადგილე

სერგო ხომერიკი

„ _____ “ _____ 201 წ.

2018 წელი
თბილისი

პროექტი №1

მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის ლაბორატორია

2019 წლის საპროექტო განაცხადი

ბლოკური ტიპის მეწყერული ტანების მდგრადობის შეფასების და გაანგარიშების რიცხვით-ანალიზური მეთოდის დამუშავება

პროექტის ხელმძღვანელი: მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის, საბადოთა დამუშავებისა და კომპლექსური მექანიზაციის განყოფილების უფროსი, მთ. მეცნ. თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი ლევან ჯაფარიძე

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

მთაგორიანი რელიეფის ტერიტორიები საერთოდ და კერძოდ, საქართველოს მრავალი რეგიონი ხასიათდება მეწყერსაშიშროების მაღალი ხარისხით, სადაც არც თუ იშვიათია სხვადასხვა ტიპის და სიდიდის მეწყერული მოვლენა ადამიანთა მსხვერპლით და დიდი მატერიალური ზარალით. გეოლოგიური სამსახურების მიერ შედგენილია მეწყერსაშიშროების ამსახველი სხვადასხვა სახის (მირითადად წვრილმასშტაბიანი) რუკები. დამუშავებულია მეწყერსაშიშროების ფერდობების მდგრადობის რაოდენობრივი შეფასების მეთოდები, ნორმატიული დოკუმენტები და რეკომენდაციები. დაგროვილია დიდი მოცულობის სპეციალური ლიტერატურა, თეორიული ცოდნა და პრაქტიკული გამოცდილება ამ მიმართულებით.

მდგრადობის შეფასების ქვეშ აქ გაგებულია აქტიური (მოძრავი) მეწყერის გაჩენისა და გავრცელების შესაძლებლობის დადგენა ბუნებრივ პირობებში ან გამიზნული საინჟინრო სამუშაოების შედეგად.

დღეისათვის არჩევენ მეწყერის შემდეგ სახეებს: ბლოკური დაცურების, გადამჭრელ-კონსეკვენტური, დენად-პლასტიკური, სწრაფად გათხევადებადი და სხვა. წარმოშობის პირობების სპეციფიკური ნიშნების მნიშვნელოვანი განსხვავების გამო ასეთი ტიპის ბუნებრივი თუ ტექნოგენური მეწყერები გვხვდება განსხვავებულ გეოლოგიურ ფორმაციებში ან საინჟინრო წარმონაქმნებში (მიწაყრილის გრავიტაციული კაშხლები, გზების ფერდობები, კარიერების ბორტები, სამშენებლო ქვაბულები და სხვა). შესაბამისად ასევე სრულიად განსხვავებული მეთოდებითა და საშუალებებითაა შესაძლებელი მათი მდგრადობის შეფასება და უზრუნველყოფა.

ამ თემის ფარგლებში გათვალისწინებულია ბლოკური ტიპის მეწყერული ფერდობების წონასწორობის ხარისხის შეფასების და მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის საჭირო საშუალებების და გაანგარიშების მეთოდების განვითარება დანალექი ქანების დიდი დახრის კუთხის მქონე შრეობრივი მასივებისათვის. პროექტი მნიშვნელოვანი და აქტუალურია საერთოდ და კიდევ იმიტომ, რომ თბილისში და მის ირგვლივ ბევრგან გვხვდება ასეთი ფორმაციები, სადაც მომხდარა ბლოკური ტიპის ბუნებრივი თუ ტექნოგენური მეწყერი (ადამიანის

მსხვერპლითაც კი) და კვლავაც მოსალოდნელია თუ ინფრასტრუქტურული მშენებლობის ინტენსიფიკაციის პირობებში განსაკუთრებული ყურადღება არ მიექცა მოსალოდნელი ლოკალური თუ მასშტაბური მეწყერების თავიდან აცილების პრობლემას.

პროექტში მიზნადაა დასახული ბლოკური ტიპის მეწყერული ტანების მდგრადობის შეფასების და გაანგარიშების რიცხვით-ანალიზური მეთოდის დამუშავება, რომელიც შესაძლებელი უნდა იყოს AutoCAD-ის და Rocscience Phase2 კომპიუტერული პროგრამების და ძაბვათა თეორიის ანალიზური აპარატის ერთობლივი გამოყენებით.

ამან არსებული მეთოდებისაგან განსხვავებით უნდა მოგვცეს შესაძლებლობა:

- მოდელირებული იქნას მეწყერსაშიში ტანების შესაძლო დაცურების სხვადასხვა ფორმის ზედაპირები;
- გაანგარიშებული იქნას მათი მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის საჭირო კონსტრუქციები ჩვეულებრივ და ექსტრემალურ პირობებში, გრავიტაციული და სეისმური ძალების მოქმედებისას;
- გამოყენებული გაათავისუფლოს მრავალუცხოვანი განტოლებათა სისტემების ამოხსნის რუტინული სამუშაოსაგან, რაც გამოწვეული იქნება მრუდი ფორმის რამდენიმე დაცურების ზედაპირის არსებობის შესაძლებლობით საანგარიშო სქემებში.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

პროექტი სტიმულირებულია 2015 წლის 13 ივნისის სტიქიის შედეგად განვითარებული 13 კვ.კმ ფართობის მეწყერით, წყნეთი-სამადლოს დაზიანებული გზის აღდგენის და მისი უსაფრთხო ექსპლუატაციის ღონისძიებების გაანგარიშების საჭიროებით.

ბუნებრივი და ტექნოგენური ფერდობების მდგრადობის შეფასების მეთოდი უნდა ითვალისწინებდეს შემდეგ ფაქტორებს:

- ტერიტორიის ჰიდრომეტეოროლოგიურ და სეისმურ დახასიათებას;
- ობიექტის ფერდოსათვის საჭირო მოკლე და გრძელვადიანი მდგრადობის ხარისხს მისი დანიშნულების, მნიშვნელობის და საექსპლოატაციო პირობების გათვალისწინებით;
- მიწის ზედაპირის არსებული და საპროექტო რელიეფის გეგმა-ჭრილებს;
- რაიონის სეისმურობის საანგარიშო მაჩვენებლებს;
- ქანების წარმომადგენლობითი ნიმუშების მექანიკურ პარამეტრებს მშრალ და სველ მდგომარეობებში;
- მასივის სტრუქტურული შესუსტების ფაქტორებს ბზარიანობის და სხვა სახის გამოფიტვის შედეგად;
- საპროექტო ობიექტის მდგრადობის გაანგარიშებას და მისი საექსპლოატაციო მოთხოვნების დაკმაყოფილებას ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით და ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღებას.

შრეობრივი ფერდობების მდგრადობის გაანგარიშების ორიგინალური რიცხვითი-ანალიტიკური მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას ბლოკური ტიპის

მეწყერსაშიში უბნებისათვის საქართველოში, მათ შორის თბილისში და მის შემოგარენში მშენებლობის დაპროექტირებისას.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

ზემოთ ჩამოთვლილ ფაქტორთა გათვალისწინების სისრულის, სიზუსტის და გაანგარიშების პრაქტიკული სიადვილის მიხედვით დღეისათვის ფერდობის მდგრადობის მრავალი მეთოდი დამუშავებული: ზღვრული წონასწორობის ანალიზის, სასრულო ელემენტების, დისკრეტული ტანების მექანიკის (W.Fellenius, A.Bishop, N. Janbu, T.Matsui) და სხვა. ყოველი მათგანის გამოყენება მოითხოვს კონკრეტული შემთხვევის დამახასიათებელ საწყის საანგარიშო მონაცემებს, რომელთა საჭირო სიზუსტით ცოდნა ხშირად ძვირიცაა და ძნელიც. უკანასკნელში განსაკუთრებით იგულისხმება დაცურების ზედაპირის ფორმის, ქანების მასივის ცვალებადი პარამეტრების, დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შეფასება და მდგრადობის კრიტერიუმების საიმედო სიზუსტით დადგენა ექსტრემალური ჰიდრომეტეოროლოგიური და სეისმოლოგიური ფაქტორების გათვალისწინებით.

მდგრადობის სხვადასხვა კრიტერიუმია გამოყენებული სხვადასხვა ამოცანაში. მაგალითად, გაუმაგრებელი ფერდობის მდგრადობა ანალიზურ მეთოდებში ფასდება დამჭერი და დამძრავი ძალების ან ძალთა მომენტების ფარდობით, ხოლო რიცხვით მეთოდებში (Plaxis, Rocscience Phase2 და სხვა) – ფერდოს დახრის მაქსიმალური კუთხით, რომლის დროსაც მასივის ფარდობითი დეფორმაცია აღწევს ზღვრულ მნიშვნელობას. ანკერებით გამაგრებული ფერდოს მდგრადობა განისაზღვრება ანკერებში მოქმედი ზღვრული ძალებით და ა.შ.

რაც შეეხება დახრილ ზედაპირზე ნაგებობის ან ქანის ნაწილების დაცურების მიმართ მდგრადობას და მის უზრუნველყოფას ანკერული სამაგრების გამოყენებით, ეს ამოცანა რამდენამდე გამარტივდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში თუ ამოცანის გეომეტრია ცნობილია, რთული არ არის და შესაძლებელია მისი სიმტკიცის და დეფორმაციის ცვლადი პარამეტრების საკმარისი სიზუსტით ცოდნა.

ბოლო დროის მიდგომა, რომელიც სპეციალისტების მიერ მიჩნეულია როგორც „ახალი ერა ფერდოს მდგრადობის ანგარიშში“, წარმოადგენს ზღვრული წონასწორობის, მხები ძაბვების შემცირების და სასრულო ელემენტების მეთოდების ერთობლიობას. ამ მიდგომით Plaxis-ის და Rocscience Phase2-ის მეთოდები გამოსადეგია მიწაყრილის გრავიტაციული კაშხლების, გზების ფერდობის, კარიერების ბორტების და სხვათა ოპტიმალური დახრის კუთხეების დადგენისათვის. ამ მეთოდის განვითარება ანალიზური ნაწილის დამატებით და ამგვარად განზოგადდება ბლოკური ტიპის მეწყერისათვის, რაც იგეგმება ამ პროექტში, განაპირობებს მის მთავარ სიახლეს.

პროექტის რეალიზაციის პროცესში მოსალოდნელი სირთულეები, ძირითადად, დაკავშირებული იქნება მეთოდის უზრუნველყოფასთან საინჟინრო გეოლოგიური ელემენტების სარწმუნო სიდიდეებით ბლოკური ტიპის მეწყერსაშიშ უბნებზე. დაცურების მთელ ზედაპირებზე. ასეთ შემთხვევებში მოსალოდნელი სირთულეების დაძლევა მიზანშეწონილი იქნება საკონტაქტო ზედაპირებზე ქანების სიმტკიცის მინიმალური პარამეტრების მიღებით, რაც გამოიწვევს ტანის მდგრადობის გაზრდას და, შესაბამისად, გაძვირებას.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება გაპირობებული იქნება გაანგარიშების მეთოდში ე.წ. მხეხი ძაბვების შემცირების და ზღვრული წონასწორობის ანალიზის პრინციპების რეალიზებით. ქანების ძირითადი მასივის და დაცურების მიმართ საშიში ტანების საკონტაქტო ზედაპირებზე მოქმედი ძაბვების და მდგრადობის კოეფიციენტების გაანგარიშების კომპლექსური მიდგომა არსებულ გამარტივებულ მეთოდებთან შედარებით უფრო სრულად და ზუსტად უნდა ითვალისწინებდეს განსახილველი ფერდობის სტრატეგიაფიას, ფორმებს, მეწყერსაშიშ ტანში ქანების დაძაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობას, გამოწვეულს გრავიტაციული და სეისმური ძალების მოქმედებით.

პროექტის ფარგლებში გათვალისწინებული ბლოკური ტიპის მეწყერული ფერდობების წონასწორობის ხარისხის შეფასების და მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის საჭირო საშუალებების და მათი გაანგარიშების მეთოდების განვითარება, დანალექი ქანების დიდი დახრის კუთხის მქონე შრეობრივი მასივებისათვის, მნიშვნელოვანი და აქტუალურია საერთოდ და კიდევ იმიტომაც, რომ თბილისში და მის ირგვლივ ბევრგან გვხვდება ასეთი ფორმაციები, სადაც მომხდარა ბლოკური ტიპის ბუნებრივი თუ ტექნოგენური მეწყერი (ადამიანის მსხვერპლითაც კი) და კვლავაც მოსალოდნელია თუ ინფრასტრუქტურული მშენებლობის ინტენსიფიკაციის პირობებში განსაკუთრებული ყურადღება არ მიექცა მოსალოდნელი ლოკალური თუ მასშტაბური მეწყერების თავიდან აცილების პრობლემას.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1. პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან.

პროექტი განხორციელებული იქნება სამთო ინსტიტუტის მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის ლაბორატორიის ბაზაზე, რომელის თანამშრომლებს გააჩნიათ დრეკად-ბლანტ-პლასტიკური ქანების მასივის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზური და რიცხვითი მეთოდებით კვლევის მრავალწლიანი გამოცდილება, შესრულებული აქვთ და გამოქვეყნებული კვლევის თემატიკისადმი მიძღვნილი არაერთი სამეცნიერო ნაშრომი და მონოგრაფია.

პროექტის შესრულებაში ჩართული იქნება სამთო ინსტიტუტის ხუთი თანამშრომელი:

პროექტის სამეცნიერო ხელმძღვანელი - ლაბორატორიის გამგე, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი ლევან ჯაფარიძე;

პასუხისმგებელი შემსრულებელი - უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი თამაზ გობეჯიშვილი.

შემსრულებელი - მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი გიორგი ჯავახიშვილი.

შემსრულებელი - მეცნიერი თანამშრომელი მარინე ლოსაბერიძე.

შემსრულებელი - მეცნიერი თანამშრომელი სვეტლანა დემეტრაშვილი.

№	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1	სამეცნიერო ლიტერატურის მოძიება, მეწყრული ტანების გაანგარიშების არსებული მეთოდების გაცნობა და ანალიზი	იანვარი, თებერვალი, მარტი	მთ.მეცნ. თანამშრომელი-2; უფრ.მეცნ. თანამშრომელი-1; მეცნ. თანამშრომელი-2
2	ბლოკური მეწყერების მდგრადობის საკითხის შესწავლა მყარი ტანის და გრუნტების მექანიკის ანალიზური მეთოდების გამოყენებით	აპრილი, მაისი, ივნისი	მთ.მეცნ. თანამშრომელი-2; უფრ.მეცნ. თანამშრომელი-1; მეცნ. თანამშრომელი-2
3	ბლოკური მეწყერების მდგრადობის საკითხის შესწავლა მყარი ტანის და გრუნტების მექანიკის ანალიზური და რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით	ივლისი, აგვისტო, სექტემბერი	მთ.მეცნ. თანამშრომელი-2; უფრ.მეცნ. თანამშრომელი-1; მეცნ. თანამშრომელი-2
4	მიღებული შედეგების ანალიზი, პროექტის გაფორმება	ოქტომბერი, ნოემბერი, დეკემბერი	მთ.მეცნ. თანამშრომელი-2; უფრ.მეცნ. თანამშრომელი-1; მეცნ. თანამშრომელი-2

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
1	ციფრული გონიო		✓
2	ლაზერული მანძილმზომი		✓

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა
1	შრომის ანაზღაურება	11610	11610	11610	11610	46440
2	მივლინება					
3	საქონელი და მომსახურება					
4	კაპიტალური ხარჯები:					1530
	ლაზერული მანძილმზომი (250 მ BOSH)	950				950
	ციფრული გონიო (BOSH)	580				580
5	ზედნადები ხარჯები	14637	14637	14637	14637	58548
	სულ პროექტის ბიუჯეტი					106518

ლიტერატურა

1. Engineering-geological investigations carried out under the Tskneti - Solmado Highway and the Road Reconstruction in Tiflis City. Engineering-geological investigations.pdf.
2. Engineering Geology Investigation of the June 2015 Jokhoni-khevi “Big” Landslide, Tskneti – Akhaldaba Territory, Republic of Georgia. 17 May 2016. U.S. Department of Agriculture
3. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения».
4. Mounir Belghali, Zied Saada, Denis Garnier, Samir Maghous. Pseudo-static stability analysis of rock slopes reinforced by passive bolts using the generalized Hoek-Brown criterion. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 9 (2017) 659 -670.
5. J. C. Jaeger, N. G.W. Cook, and R. W. Zimmerman. Fundamentals of Rock Mechanics. Fourth edition published 2007 by Blackwell Publishing Ltd.
6. Rocscience. A New Era in Slope Stability Analysis: Shear Strength Reduction Finite Element Technique. Strengthreduction.pdf. 2004.
7. სამშენებლო ნორმები და წესები – „სეისმოპროექტი მშენებლობა“ (პნ 01.01-09).
8. ГП и пространственная схема расстановки грунтовых анкеров, 001 ОД.dwg.
9. Engineering-Geological Map Tskneti Landslide Disaster Area 2015 Sheet South – SamadloRoad Section. Baugeologisches Büro Bauer GmbH Domagkstr. 1a, D-80807 Muenchen – Germany, 08.12.2017
10. Варнес Д. Движения склонов, типы и процессы // Оползни. Исследование и укрепление М.: Мир, 1981. С. 32-85.
11. Емельянова Е.П. Сравнительный метод оценки устойчивости склонов и прогноза оползнейю Мю «Недра», 1971 г.

პროექტი №2

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის, საბადოთა დამუშავების და კომპლექსური მექანიზაციის განყოფილება, საბადოთა დამუშავების ლაბორატორია

2019 წლის საპროექტო განაცხადი

ტყიბულის შახტებში ნახშირის მოპოვების უსაფრთხოების ამაღლების ღონისძიებების შემუშავება

პროექტის ხელმძღვანელი: საბადოთა დამუშავების ლაბორატორიის გამგე, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, აკად.დოქტორი ნიკა ბოჭორიშვილი

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

საქართველოში ნახშირის მოპოვების ინდუსტრიას 170 წლიანი ისტორია აქვს, 1846 წელს მრეწველობის პირველი კერა ტყიბულის საბადოს ბაზაზე წარმოიშვა, შემდეგ წლებში ნახშირის მოპოვება დაიწყო ტყვარჩელის, ვალეს და გელათის საბადოებზე. 90-იან წლებში განვითარებული მოვლენების გამო ამჟამად ნახშირი მოიპოვება მხოლოდ ტყიბული-შაორის საბადოს ბაზაზე, სადაც გასულ საუკუნეში მოქმედი 4 შახტიდან დღეს მხოლოდ ე. მინდელის და ძიძიგურის სახელობის შახტები ფუნქციონირებს. საბადოზე 2006 წლიდან ოპერირებას ახორციელებს „საქართველოს ინდუსტრიული ჯგუფის“ (ჯი-აი-ჯი) შვილობილი კომპანია „საქნახშირი“, რომელიც ნახშირის მოპოვების ლიცენზია 49 წლის ვადით აქვს მიღებული. კომპანიის შემოსვლით ნახშირის მრეწველობის სტაგნაციის პერიოდი დასრულდა და ნახშირის მრეწველობას ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. ტყიბულის შახტებში ამჟამად დასაქმებულია 1400-ზე მეტი ადგილობრივი მუშახელი. ინვესტირებულია დაახლოებით 80 მილ. აშშ დოლარი.

მიუხედავად განხორციელებული მნიშვნელოვანი ინვესტიციებისა და საწარმოს გადაიარაღებისა, საბადოს დამუშავების განსაკუთრებულად რთული სამთო-ტექნიკური პირობებისა და ბოლო წლებში გახშირებული საწარმოო ავარიების გათვალისწინებით, შახტებში სამუშაოთა უსაფრთხოების უზრუნველყოფა დღეისათვის მწვავე პრობლემას წარმოადგენს.

ცხრილში 1 წარმოდგენილია 2006 წლიდან ტყიბულის შახტებში საწარმოო ავარიებისას დროს დაღუპულთა და დაშავებულთა მაჩვენებლები.

შახტებში უბედური შემთხვევები და საწარმოო ავარიები ნახშირის მოპოვების დარგს მნიშვნელოვან შემაფერხებელ გარემოებას უქმნის. ჩნდება მოსაზრებები იმასთან დაკავშირებით, რომ შახტების ოპერირება უნდა შეწყდეს, რაც განსაკუთრებულად უარყოფითად იმოქმედებს ქვეყნის ეკონომიკურ მდგომარეობაზე და რეგიონის მოსახლეობაზე. ბოლო წლებში ტყიბულ-შაორის საბადოზე ნახშირის შახტებში მომხდარი ავარიები და უბედური შემთხვევები მოითხოვს მათი გამომწვევი მიზეზების დეტალურ ანალიზს და მიწისქვეშა სამუშაოების პოტენციური საფრთხეების შეფასებას. ანალიზის შედეგები საფუძვლად დაედება ღონისძიებების

შემუშავებას საფრთხეებისა პრევენციისა და მათი მავნე შედეგების მინიმიზაციის მიზნით.

ცხრილი 1

#	წელი	ტრამვატიზმის ხარისხი			
		მსუბუქი	მძიმე	ლეტალური	სულ
1	2007	1	-	1	2
2	2008	2	1	0	3
3	2009	3	1	1	5
4	2010	2	10	8	20
5	2011	1	4	5	10
6	2012	3	6	0	9
7	2013	2	9	2	13
8	2014	4	6	2	12
9	2015	3	1	1	5
10	2016	6	0	1	7
11	2017	7	0	6	13
12	2018	2	7	10	19

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

კვლევის მიზანი:

პროექტის მიზანია ტყიბული-შაორის საბადოს შახტებში ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური სქემების ანალიზი და უსაფრთხოების ამაღლების მეთოდების შემუშავება.

პროექტის ამოცანებია:

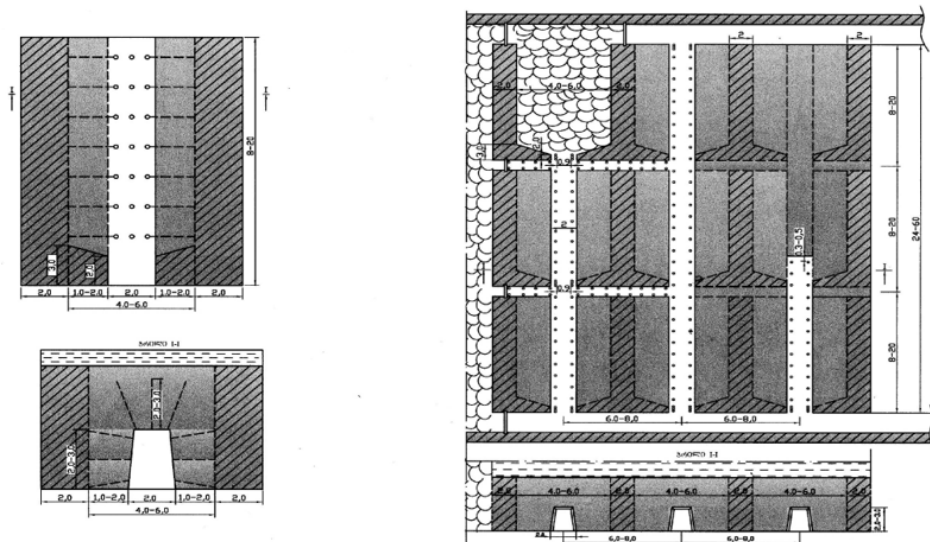
1. ტყიბული-შაორის საბადოს ნახშირის ფენების სამთო-გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობების ანალიზი,
2. ტყიბულის ნახშირის შახტებში გამოყენებული ტექნოლოგიური სქემებისა და საქართველოში მოქმედი უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების ანალიზი;
3. ევროკავშირის და სხვა ქვეყნების ტყიბული-შაორის საბადოს მსგავსი ტიპის შახტებში მოქმედი უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების ანალიზი და მათი მისადაგება ტყიბულის შახტების პირობებისადმი,
4. ტყიბულის შახტებში მიწისქვეშა სამუშაოებისას საფრთხეების პრევენციისა და მათი მინიმიზაციის მეთოდების შემუშავება.

პროექტის განხორციელების ეტაპები:

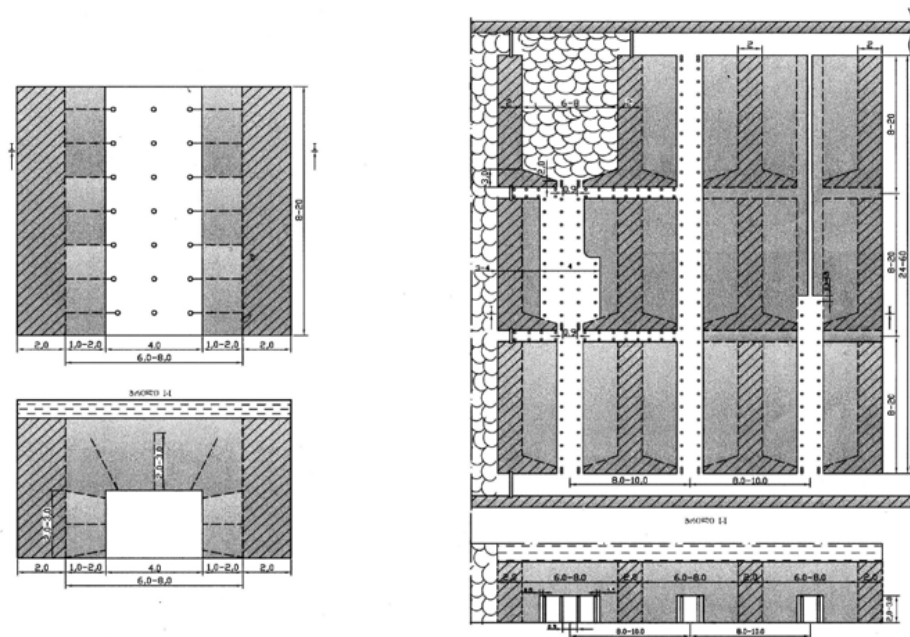
ამოცანები	შესრულების ვადა	მოსალოდნელი შედეგები
ეტაპი 1. ტყიბული-შაორის საბადოს სამთო-გეოლოგიური და არსებული სამთო-ტექნიკური პირობების ანალიზი	I კვარტალი	დამუშავდება საბადოს სამთო-გეოლოგიური ფონდური მასალები და განისაზღვრება არსებული სამთო-ტექნიკური მაჩვენებლები
ეტაპი 2. საქართველოში მოქმედი ნახშირის შახტების უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების და ტექნოლოგიური სქემების ანალიზი	II კვარტალი	დამუშავდება მოქმედი ნორმატიული და საკანონმდებლო დოკუმენტები და შეფასდება მათი ნაკლოვანებები
ეტაპი 3. აშშ, ევროკავშირის, ჩინეთის, ავსტრალიის და ტყიბული-შაორის საბადოს მსგავსი ტიპის მოწინავე ქვეყნების შახტებში მოქმედი უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების ანალიზი	II-III კვარტალი	დამუშავდება ნახშირის ინდუსტრიის მოწინავე ქვეყნების ნორმატიული დოკუმენტები
ეტაპი 4. საფრთხის შემცველი რისკების აღმოფხვრის და/ან მინიმიზაციის უზრუნველყოფის მეთოდებისა და რეკომენდაციების შემუშავება.	IV კვარტალი	შემუშავდება ნახშირის შახტებში შრომის უსაფრთხოების ამაღლების მეთოდები საერთაშორისო პრაქტიკის გათვალისწინებით

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

ტყიბული-შაორის საბადოს შახტებზე დღეს მოქმედი და გამოყენებული ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიური სქემები, რომელსაც არეგულირებს „ნახშირის შახტების უსაფრთხოების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტი,“ (დამტკიცებულია საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილებით) და ნახშირის შახტებში უსაფრთხოების მოთხოვნები განსაზღვრულია საქართველოს სტანდარტით 81: 2016, რომელიც დამტკიცებულია საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 27 ივნისის #305 დადგენილებით. მიუხედავად მასში წარმოდგენილი ტექნოლოგიური სქემების სიმრავლისა, ბოლო 35 წლის განმავლობაში ტყიბულის შახტებში გამოყენებულია ტექნოლოგიური სქემა „საწმენდ საწარმოში ნახშირის ბურღვა-აფეთქებით მოპოვება მოწინავე გამკვეთებით, ჭერში დარჩენილი ნახშირის შრის სექციური გამოშვებით“ (ნახ. 1 და 2).



ნახ. 1. საწმენდ სანგრევში ნახშირის ბურღვა-აფეთქებით მოპოვება მოწინავე გამკვეთებით, ჭერში დარჩენილი ნახშირის შრის სექციური გამოშვებით დამცავი ფენისათვის



ნახ. 2. საწმენდ სანგრევში ნახშირის ბურღვა-აფეთქებით მოპოვება მოწინავე გამკვეთებით, ჭერში დარჩენილი ნახშირის შრის სექციური გამოშვებით დაცული ფენისათვის

წარმოდგენილი ტექნოლოგიას გააჩნია არსებითი ნაკლოვანებები: მოსამზადებელი და დაჭრითი გვირაბების დიდი ხვედრითი სიგრძე, ძირითადი საწარმოო პროცესების (ნახშირის მონგრევა-ჩატვირთვის) საფრთხიანობა, საწმენდი სანგრევების განიავებისა და მტვერგაზის რეჟიმის დაცვის სირთულე, სამთო დარტყმებისა და მიწისქვეშა ენდოგენური ხანძრების საშიშროება, მაღალი საექსპლუატაციო დანაკარგები (50-60%) და მოპოვებული ნახშირის ინტენსიური გადარიბება.

ტექნოლოგიის დანერგვიდან 30-50 წლის პერიოდში შახტებში საწმენდი სამუშაოები მიმდინარეობდა +350 მეტრ ჰორიზონტსა და +275 მ ჰორიზონტებს შორის, სადაც სამრეწველო მარაგები უკვე ამოიწურა და საჭირო გახდა +275 მ და +175 მ ჰორიზონტებზე არსებული მარაგების საექსპლუატაციოდ მომზადება. ამ უბნებში მოსალოდნელია დამუშავების სამთო-ტექნიკური პირობების მნიშვნელოვანი გათულება. აღსანიშნავია, რომ ამ მიმართულებით 1985 წლიდან კვლევები არ ჩატარებულა, შესაბამისად საჭიროა ჩატარდეს სამუშაოები საბადოს პერსპექტიული დასამუშავებელი ველების სამთო-გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური მაჩვენებლების შეფასების მიზნით. კვლევის მეთოდოლოგია გულისხმობს ტყიბული-შაორის საბადოს უახლოეს წლებში დასამუშავებელი ნახშირის ფენების გეოლოგიური და სამთო-ტექნიკური პირობების შეწავლას, ნახშირის მოპოვებისას საფრთხის შემცველი რისკების შეფასებას და მათი აღმოფხვრის და/ან მინიმიზაციის ღონისძიებების შემუშავებას.

მეთოდიკა ითვალისწინებს, უახლოეს პერიოდში ტექნოლოგიის კარდინალური შეცვლა არ არის მოსალოდნელი, მით უმეტეს, რომ ეს მოითხოვს მსხვილი ინვესტიციას, რომლის ეკონომიკური ეფექტიანობის დასაბუთება რთულია წარმოების დღევანდელი მოცულობის გათვალისწინებით, ამიტომ ძირითადი ყურადღება გადატანილ უნდა იქნეს მიწისქვეშა სამთო სამუშაოების უსაფრთხოდ წარმოებაზე. პროექტის სამუშაო გეგმა ითვალისწინებს საქართველოსა და ევროკავშირის ქვეყნების მიწისქვეშა სამუშაოების წარმოების დარგში მოქმედი ნორმატიულ დოკუმენტების ერთობლივ ანალიზს და მის საფუძველზე უსაფრთხოების ღონისძიებების მეთოდების შემუშავებას ტყიბულის შახტების პირობებისათვის. ეს ამოცანა მნიშვნელოვანია იმიტომაც, რომ საქართველოსა და ევროკავშირს შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმებით საქართველომ აიღო ვალდებულება, განსაზღვრულ ვადებში ეტაპობრივად დაუახლოვოს თავისი კანონმდებლობა ევროკავშირის კანონმდებლობას. ამ შეთანხმების XXX-ე დანართი მოიცავს ევროდირექტივების ჩამონათვალს, რომელიც შეეხება სამუშაო ადგილზე ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების საკითხებს და მათი შესრულების ვადებს. აღნიშნული ვადების გათვალისწინებით უნდა მოხდეს შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზის შემუშავება ან/და გადასინჯვა, რაც ხელს შეუწყობს შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის საერთაშორისო სტანდარტების დანერგვას.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

პროექტის განხორციელება საშუალებას მოგვცემს ევრო გაერთიანებისა და ნახშირის მოწინავე ინდუსტრიის ქვეყნების გამოცდილების გაზიარებით საქართველოში შახტებში მოქმედი ნორმატიული და საკანონმდებლო დოკუმენტების ჰარმონიზაციის შესაძლებლობას.

მოსალოდნელი შედეგები:

1. პროექტის შედეგები ხელს შეუწყობს ტყიბულის შახტებში ნახშირის მოპოვების ტექნოლოგიის სრულყოფას და უსაფრთხოების მაღალის სტანდარტის ჩამოყალიბებას,

2. შრომის დაცვის თანამედროვე სტანდარტების პრაქტიკული გამოყენება აღმოფხვრის ტყიბულის შახტების ოპერირების შეწყვეტის საფრთხეს, რაც მნიშვნელოვანია როგორც ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისათვის, ისე ტყიბულის რეგიონის მოსახლეობისათვის.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1. პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან.

პროექტის ამოცანების და მიზნების განსახორციელებლად ჩართულები იქნებიან საბადოთა დამუშავების ლაბორატორიის თანამშრომლები

ნიკა ბოჭორიშვილი	პროექტის საერთო ხელმძღვანელობა, კვარტალური და სამეცნიერო ანგარიშების მომზადება
ნუგზარ ჭილაძე	აშშ, ევროკავშირის, ჩინეთის, ავსტრალიის და ტყიბული-შაორის საბადოს მსგავსი ტიპის მოწინავე ქვეყნების შახტებში მოქმედი უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების ანალიზი
თეიმურაზ ფირცხალავა	აშშ, ევროკავშირის, ჩინეთის, ავსტრალიის და ტყიბული-შაორის საბადოს მსგავსი ტიპის მოწინავე ქვეყნების შახტებში მოქმედი უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების ანალიზი
მურად ბასილაძე	საქართველოში მოქმედი ნორმატიული და საკანონმდებლო დოკუმენტებში წარმოდგენილი ტექნოლოგიური სქემების ანალიზი
ლეილა ლიღვაშვილი	უცხოენოვანი დოკუმენტების თარგმნა და ანგარიშების გაფორმება

ლაბორატორიაზე რიცხული პერსონალური კომპიუტერები – მასალების მოძიება ინტერნეტიდან, მიღებული მასალების დამუშავება, კვარტალური ანგარიშებისა და პროექტის მომზადება გაფორმება;

საქართველოში შახტების უსაფრთხოების მოქმედი ნორმატიული და საკანონმდებლო დოკუმენტები - შახტებში უსაფრთხოებისა და ტექნოლოგიური სქემების ანალიზი;

საკანცელარიო საქონელი (საწერი ქაღალდი, ფანქარი, საწერი კალმები, მარკერები, ქაღალდის წებო, საქაღალდეები) – მიღებული მასალების გაფორმება.

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
1	პერსონალური კომპიუტერი - 3 ცალი	✓	
2	საქართველოში შახტების უსაფრთხოების მოქმედი სტანდარტები		✓
3	საკანცელარიო საქონელი: საწერი ქაღალდი - 4 შეკვრა, ფანქარი - 20 ცალი, მარკერი - 5 ცალი, საწერი კალამი - 10 ცალი		✓

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა
1	შრომის ანაზღაურება	12000	12000	12000	12000	48000
2	მივლინება					
3	საქონელი და მომსახურება					700
	საკანცელარიო საქონელი	100				100
	სტანდარტები	300	300			600
4	კაპიტალური ხარჯები					1530
5	ზედნადები ხარჯები	14637	14638	14637	14638	58550
	სულ პროექტის ბიუჯეტი					107250

პროექტი №3

მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის, საბადოთა დამუშავების და კომპლექსური მექანიზაციის განყოფილება

2019 წლის საპროექტო განაცხადი

თანამედროვე ტრადიციული და კომპოზიტური მასალების გამოყენებით მსუბუქი საფეხმავლო საბაგირო ხიდის კონსტრუქციის დამუშავება

პროექტის ხელმძღვანელი კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიის მეცნ. თანამშრომელი, აკად. დოქტორი გიორგი ნოზაძე

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

საქართველოს თანამედროვე ეკონომიკური განვითარების ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს სამთო რეგიონების ტურისტული ინფრასტრუქტურის ათვისება და მთის რეგიონებში არსებული მოსახლეობის დასაქმების ხელშეწყობა.

სამთო ბილიკების, მდინარეზე და რთული სამთო გადასასვლელების უსფრთხო მოწყობის იაფ და საიმედო გზას წარმოადგენს ფოლადის ბაგირების გამოყენებით აგებული საფეხმავლო დაკიდებული ხიდების აგება და ექსპლუატაციაში გაშვება. ინსტიტუტის კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიაში საბაგირო სისტემებზე მომუშავე ჯგუფის მიერ იგეგმება დამუშავდეს მსუბუქი 30 – 100 მ-მდე საფეხმავლო ხიდის საპროექტო დოკუმენტაცია, რაც საფუძვლად დაედება საფეხმავლო ხიდების ტიპური კონსტრუქციების დამზადებას და გამოყენებას.

ასეთი მარტივად ასაწყობი და საიმედო საინჟინრო პროდუქტის გამოჩენა ბაზარზე მნიშვნელოვნად გააადვილებს არსებულ რთული ლანდშაფტის პირობებში სატრანსპორტო კომუნიკაციას მთაში განლაგებული სოფლებისა და ტურისტული ინფრასტრუქტურის ობიექტებს შორის.

ასეთი პროდუქტის შექმნა ეკონომიკურად მიმზიდველს გახდის ამ ტიპის სატრანსპორტო პროდუქტის გამოშვების საკითხს და შექმნის შესაძლებლობას მთის რეგიონების მუნიციპალიტეტებმა გააუმჯობესონ მოსახლეობის ყოფითი და სოციალური პირობები, მომზიდველი გახადონ რეგიონი ტურისტული თვალსაზრისით.

თანამედროვე ტექნოლოგიური პროგრესი კომპოზიტური მასალების მიმართულებით შესაძლებლობას იძლევა პროექტის შესრულების ფარგლებში გამოვიკვლიოთ სხვადასხვა სახის თანამედროვე მასალებისაგან დამზადებული კონსტრუქციული ელემენტები და მათი ჩართვის პერსპექტივა საფეხმავლო ხიდის საექსპლუატაციო თვისებების გაზრდის თვალსაზრისით.

მაღალი ანტიკოროზიული მედეგეობის და ტექნიკური მონაცემების კუთხით მნიშვნელოვან მასალას წარმოადგენს ბაზალტის ბოჭკოსაგან დამზადებული მზიდი კონსტრუქციული ღეროვანი ნამზადები.

20-30 მ სიგრძის საფეხმავლო ხიდეები შესაძლებელია დაპროექტდეს და აიგოს ადგილობრივი წარმოების პროდუქციის გამოყენებით, რაც მნიშვნელოვან გარემოებას წარმოადგენს თვითღირებულების შემცირების თვალსაზრისით

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

კვლევის მიზანს წარმოადგენს ინსტიტუტში კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიაში არსებული საბაგირო ტრანსპორტის საკითხებზე მომუშავე ჯგუფის მიერ დამუშავდეს მსუბუქი საფეხმავლო ხიდის კონსტრუქციული გადაწყვეტა, რაც საფუძვლად დაედება ამ ტიპის ხიდის საცდელი ნიმუშის დამზადებას.

მსუბუქი საბაგირო საფეხმავლო ხიდის მარტივად გასამართი და ექსპლუატაციაში საიმედო მოდელის საცდელი ნიმუშის კონსტრუქციის შექმნისათვის აუცილებელია გადაწყდეს რიგი საინჟინრო საკითხებისა:

1. საპროექტო-საექსპლუატაციო დატვირთვების განსაზღვრა;
2. საფეხმავლო ხიდის ტიპური კვანძების შედგენილობის განსაზღვრა;
3. კონსტრუქციის დამუშავება და ადგილობრივ ბაზარზე არსებული მზა მასალების და კონსტრუქციების მოძიება და შერჩევა;
4. საფეხმავლო ხიდის რელიეფთან მიზმის მეთოდების და საშუალებების დამუშავება;
5. საფეხმავლო ხიდის უსაფრთხო ექსპლუატაციის საკითხები.

პირველი ამოცანის შესრულების დროს დაიგეგმება და დამუშავდება მსუბუქი საბაგირო საფეხმავლო ხიდის საპროექტო-საექსპლუატაციო დატვირთვები. განხილული იქნება პრაქტიკაში არსებული გავრცელებულ დატვირთვათა სახეობები. განისაზღვრება შერჩეული საექსპლუატაციო დატვირთვის უზრუნველყოფის საინჟინრო გადაწყვეტები.

მეორე ამოცანის შესრულების პროცესში დამუშავდება ზოგადი დიზაინის საკითხები. საკითხის დამუშავების დროს ძირითადი ყურადღება გამახვილდება ადგილობრივ ბაზარზე ხელმისაწვდომი სტანდარტული მასალის და კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებაზე.

შეირჩევა ძირითადი მზიდი ელემენტის - ფოლადის ბაგირის და /ან არმატურის კონსტრუქცია (დახურული და /ან ღია). განხილული იქნება ხიდის კონსტრუქციაში გამოყენებული ბაგირების დიამეტრები და რაოდენობა. განხორციელდება ადგილობრივ ბაზარზე არსებული ბაზალტის ბოჭკოს არმატურის ნიმუშების მოძიება-შესყიდვა და მისი ფიზიკო მექანიკური თვისებების კვლევა ინსტიტუტის რესურსის გამოყენებით.

დამუშავდება ხიდის საყრდენების კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტები.

მესამე ამოცანის ფარგლებში შესწავლილი იქნება სამშენებლო მეტალოკონსტრუქციების ადგილობრივი ბაზრის შესაძლებლობები და განხორციელდება საექსპლუატაციო და საპროექტო მოთხოვნების შესაბამისად ადგილობრივი მასალის შერჩევა. მასალების არ არსებობის შემთხვევაში შეირჩევა პოტენციური მომწოდებლები და მათი პროდუქციის ტექნიკური მონაცემები.

მეოთხე ამოცანა წარმოადგენს ერთერთი მაღალი სირთულის მრავალპარამეტრზე დამოკიდებულ ამოცანას და მოითხოვს მეთოდების და საშუალებების დაკონკრეტებას რელიეფის კონკრეტული ფიზიკო-მექანიკური თვისებების მიხედვით. ამოცანის

ფარგლებში დამუშავდება რომოდენიმე მეთოდი რელიეფთან დაკიდებული საბაგირო ხიდის მიბმისათვის (რკინა-ბეტონის საძირკვლით, ჩაანკერებით, გრავიტაციული) . განისაზღვრება მათი გამოყენების ტექნიკური პირობები.

მეხუთე ამოცანის ფარგლებში დამუშავდება ის ძირითადი შეზღუდვები და პირობები რაც აუცილებელია საცალფეხო მსუბუქი საბაგირო ხიდის უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

კვლევის მეთოდოლოგია დაფუძნებული იქნება თანამედროვე საინჟინრო პროგრამების გამოყენებაზე SOLIDWORKS, MIDAS, ABAQUS.

ამ ტიპის პროგრამული პროდუქტების ათვისება - გამოყენებით გაიზრდება საპროექტო-საშემსრულებლო დონე და ამალდება საპროექტო სამუშაოების ხარისხი;

პროექტის ფარგლებში დამუშავდება საფეხმავლო ხიდის მოდელები 30 – 100 მეტრის სხვადასხვა სიგრძის საფეხმავლო ხიდისათვის დაკიდების (რელიეფთან მიბმის) სხვადასხვა გადაწყვეტილების პირობებში.

თანამედროვე ტექნოლოგიური პროგრესი კომპოზიტური მასალების მიმართულებით შესაძლებლობას იძლევა პროექტის შესრულების ფარგლებში გამოვიკვლიოთ სხვადასხვა სახის თანამედროვე მასალებისაგან დამზადებული კონსტრუქციული ელემენტები და მათი ჩართვის პერსპექტივა საფეხმავლო ხიდის საექსპლუატაციო თვისებების გაზრდის თვალსაზრისით.

მაღალი ანტიკოროზიული მედეგობის და ტექნიკური მონაცემების მოსაზრებით მნიშვნელოვან მასალას წარმოადგენს ბაზალტის ბოჭკოსაგან დამზადებული მზიდი კონსტრუქციული ღეროვანი ნამზადი.

აღსანიშნავია, რომ ამ მასალის ნაკეთობათა საკმარისად ფართო სპექტრი უკვე წარმოდგენილია ადგილობრივ ბაზარზე, რაც იძლევა შესაძლებლობას გაფართოვდეს ახალი ტიპის მასალების საფუძველზე დამზადებული პროდუქციის სორტამენტი.

20 -30 მ. სიგრძის საფეხმავლო ხიდები შესაძლებელია დაპროექტდეს და აიგოს ადგილობრივი წარმოების ლითონის და ბაზალტის ბოჭკოს არმატურის გამოყენებით, რაც მნიშვნელოვან გარემოებას წარმოადგენს თვითღირებულების შემცირების თვალსაზრისით.

ბაზალტის სხვადასხვა დიამეტრის ღეროს ფიზიკო-მექანიკური თვისებების შესწავლა მსუბუქი ხიდის მზიდ კომპონენტებად გამოყენებისათვის.

მსუბუქი საფეხმავლო ხიდების აგებისა და გამართვისათვის კონსტრუქციული ელემენტების სიმსუბუქე და მთიანი რელიეფის პირობებში მათი ტრანსპორტირების სიადვილე კვლევის ძირითადი ორიენტირი იქნება. ამ კუთხით მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების მოდულური პრინციპით აგება წარმოადგენს საინჟინრო კვლევების ძირითად მიმართულებას.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

კვლევის მოსალოდნელი შედეგები ორიენტირებულია პრაქტიკული რეალიზაციისაკენ და ადგილობრივი ინფრასტრუქტურული პრობლემების მოგვარებისაკენ.

კვლევების შედეგები ხელს შეუწყობს ადგილობრივი წარმოების განვითარებას, ახალი ტიპის მასალების წარმოებას და დანერგვას საქართველოს ეკონომიკაში.

აღსანიშნავია, რომ პროექტის განხორციელების შედეგად შეიქმნება კომერციული თვალსაზრისით მიმზიდველი პროდუქტი, რომლითაც დაინტერესდება როგორც მუნიციპალური განვითარების სახელმწიფო ფონდი, ასევე კერძო ბიზნესი.

საწარმოო სიმძლავრეთა მოთხოვნის კუთხითაც მოსალოდნელი პროდუქტი არ მოითხოვს განსაკუთრებულ პირობებს და შესაძლებელია მცირე საწარმოს რესურსით მისი წარმოების გამართვა.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1. პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან.

პროექტში გათვალისწინებულია კომპლექსური მექანიზაციის საბაგირო ტრანსპორტზე მომუშავე ჯგუფის (4კაცი) და საპროექტო-სამეცნიერო განყოფილების (1 კაცის - კონსტრუქტორის) ჩართვა პროექტის რეალიზაციის საქმეში. გამოყენებული იქნება ინსტიტუტში არსებული მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა, კომპუტერები და პროგრამული რესურსი.

თანამედროვე საინჟინრო პროგრამული პროდუქტების გამოყენებით შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის დატვირთვების სქემებისათვის განხორციელდეს დამუშავებული კვანძების და მსუბუქი ხიდის კონსტრუქციის გამოცდა რიცხვითი ანალიზი გზით.

მომზადდება თითოეული კვანძის და მსუბუქი ხიდის ერთიანი კონსტრუქციის რიცხვითი ანალიზის გზით მიღებული შედეგები და განხორციელდება მათი შედარება სათანადო საპროექტო - სამშენებლო ნორმებთან.

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
1	ინსტიტუტის ბაზაზე არსებული კომპუტერები	✓	
2	საბაგირო ჯგუფის მიერ დამუშავებული პროგრამები და პროექტები	✓	

№	ამოცანის დასახელება	ამოცანის შესრულების სავარაუდო დრო თვეების მიხედვით	ძირითადი შემსრულებლები
1.	შესრულების დროს დაიგეგმება და დამუშავდება მსუბუქი საბაგირო საფეხმავლო ხიდის საპროექტო-საექსპლუატაციო დტვირთვები. განხილული იქნება პრაქტიკაში არსებული გავრცელებულ დატვირთვათა სახეობები. განისაზღვრება შერჩეული საექსპლუატაციო დატვირთვის უზრუნველყოფის საინჟინრო გადაწყვეტები.	2019 წლის 3 იანვარი 2019 წლის 31 მარტი	გიორგი ნოზაძე ალექსანდრე ქართველიშვილი ნოდარ მუმლაძე დავით პატარაია რუსუდან მაისურაძე
2.	შესრულების პროცესში დამუშავდება ზოგადი დიზაინის საკითხები. საკითხის დამუშავების დროს ძირითადი ყურადღება გამახვილდება ადგილობრივ ბაზარზე ხელმისაწვდომი სტანდარტული მასალის და კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებაზე. შეირჩევა ძირითადი მზიდი ელემენტის - ფოლადის ბაგირის და /ან არმატურის კონსტრუქცია (დახურული და /ან ღია). განხილული იქნება ხიდის კონსტრუქციაში გამოყენებული ბაგირების დიამეტრები და რაოდენობა. განხორციელდება ადგილობრივ ბაზარზე არსებული ბაზალტის ბოჭკოს არმატურის ნიმუშების მოძიება-შესყიდვა და მისი ფიზიკო მექანიკური თვისებების კვლევა ინსტიტუტის რესურსის გამოყენებით. დამუშავდება ხიდის საყრდენების კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტები;	2019 წლის 1 აპრილი 2019 წლის 30 ივნისი	გიორგი ნოზაძე ალექსანდრე ქართველიშვილი ნოდარ მუმლაძე დავით პატარაია რუსუდან მაისურაძე
3.	ფარგლებში შესწავლილი იქნება სამშენებლო მეტალოკონსტრუქციების ადგილობრივი ბაზრის შესაძლებლობები და განხორციელდება საექსპლუატაციო და საპროექტო მოთხოვნების შესაბამისად ადგილობრივი მასალის შერჩევა. მასალების არ არსებობის შემთხვევაში შეირჩევა პოტენციური მომწოდებლები და მათი პროდუქციის ტექნიკური მონაცემები.	2019 წლის 1 ივლისი 2019 წლის 30 სექტემბერი	გიორგი ნოზაძე ალექსანდრე ქართველიშვილი ნოდარ მუმლაძე დავით პატარაია რუსუდან მაისურაძე
4.	ამოცანის ფარგლებში დამუშავდება რომოდენიმე მეთოდი რელიეფთან	2019 წლის 1 ოქტომბერი	გიორგი ნოზაძე

	დაკიდებული საბაგირო ხიდის მიმმისათვის (რკინა-ბეტონის საძირკვლით, ჩაანკერებით, გრავიტაციული) . განისაზღვრება მათი გამოყენების ტექნიკური პირობები. დამუშავდება ის ძირითადი შეზღუდვები და პირობები რაც აუცილებელია საცალფეხო მსუბუქი საბაგირო ხიდის უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის.	2019 წლის 31 დეკემბერი	ალექსანდრე ქართველიშვილი ნოდარ მუმლაძე დავით პატარაია რუსუდან მაისურაძე
--	---	------------------------	--

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	15780	15780	15780	15780	63120
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)					
3	საქონელი და მომსახურება					
	საკანცელარიო საქონელი	200				200
	(ქაღალდი , კტრიჯები)					
	ოპტიკური მაუსი (3 ც.)	50				50
	ბაზალტის ბოჭკოს არმატურის ნიმუშების შემენა	500				500
4	ზედნადები ხარჯი	14637	14637	14637	14637	58548
	სულ პროექტის ბიუჯეტი					122418

პროექტი №4

მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის, საბადოთა დამუშავებისა და კომპლექსური მექანიზაციის განყოფილება, მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის ლაბორატორია

2019 წლის საპროექტო განაცხადი

პოლიეთერული ფისის საფუძველზე შექმნილი პოლიმერბეტონის სახანძრო-ტექნიკური თვისებების სრულყოფა

პროექტის ხელმძღვანელი: მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის ლაბორატორიის უფროსი მეცნ. თანამშრომელი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი გურამ აბაშიძე

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

უკანასკნელი ორი წლის განმავლობაში გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში შესრულდა სამუშაოები პოლიეთერული ფისის საფუძველზე პოლიმერბეტონის მიღების მიზნით. მიღებული ძირითადი შედეგები მდგომარეობს იმაში, რომ პოლიმერბეტონი ჩვეულებრივი ბეტონისაგან განსხვავებით გამოირჩევა იმით, რომ

1. აქვს გაჭიმვაზე სიმტკიცის 7-8 - ჯერ მეტი მაჩვენებელი (დაახლოებით 7-9 მეგპა), რაც განაპირობებს მის პერსპექტულობას დარტყმამდე კონსტრუქციის მიღების თვალსაზრისით;
2. გამოირჩევა ბეტონთან შედარებით დროში სიმტკიცის ზრდის გაცილებით მაღალი სიჩქარით (4 - ჯერ), რაც მნიშვნელოვანია ობიექტის, მათ შორის სამხედრო დანიშნულების ობიექტის, შემჭიდროებულ ვადებში ასაგებად;
3. აქვს კოროზიამდეგობის მაღალი კოეფიციენტი (0.7-0.8). სულფატურ და გოგირდწყალბადის გარემოებებში, რაც ყველაზე ხშირად გვხვდება მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისა და ექსპლოატაციისას, მასალა ინარჩუნებს სულფატომდეგ ბეტონის სიმტკიცესთან შედარებით 4-5 - ჯერ მეტ სიმტკიცეს. ჩვეულებრივი ბეტონი აღნიშნულ აგრესიულ გარემოებებში სრულიად არამდგრადი მასალაა.

ამ დადებით მხარესთან ერთად, პოლიმერბეტონები ხასიათდება რამდენიმე უარყოფითი თვისებით, რომელთაგან უმთავრესია მათი შედარებით ნაკლები მედეგობა მაღალი ტემპერატურებისა და ცეცხლის მიმართ. ამიტომ საჭიროა ამ უარყოფითი თვისების მთლიანად თუ არა, ნაწილობრივ მაინც აღმოფხვრა იმ მიზნით, რომ რაც შეიძლება სრულად იქნეს გამოყენებული პრაქტიკაში პოლიმერბეტონის უდავო უპირატესობები (მაღალი ჭიმვადობა, დროში სიმტკიცის სწრაფი ზრდა, კოროზიამდეგობა) ბეტონთან შედარებით.

პროექტის შერჩევა მოხდა შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით:

- მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების სამეცნიერო ცენტრების (მაგალითად, The USA Army Engineer Research and Development Center) გამოცდილების გაზიარებით აუცილებელია ახალი თაობის ბეტონების, რომელიც ცნობილია „High Performance Concrete (HPC)“ და „Ultra-High-Performance Fibre-Reinforced Concrete (UHPFRC)“, შედგენილობების დამუშავება და ყოველმხრივი შესწავლა.

- პოლიმერბეტონების, ჩვეულებრივ ბეტონთან შედარებით, მთელი რიგი უპირატესობების (მაღალი ჭიმვადობა და, შესაბამისად, დინამიკურ დატვირთვებზე უკეთესი მუშაუნარიანობა, მაღალი კოროზიამდეგობა) პრაქტიკაში სრული რეალიზაციის მიზნით მათი თერმომედეგობისა და ცეცხლის მიმართ მედეგობის ღონისძიებების შემუშავების აუცილებლობა.

1.2. კვლევის მიზნები და ამოცანები

კვლევის ძირითადი მიზანია მივიღოთ ამაღლებულ ტემპერატურებზე მომუშავე და ძნელადწვადი პოლიმერბეტონი პოლიეთერული ფისის საფუძველზე ყველა მისი უპირატესობის (მაღალი ჭიმვადობა, გამყარების სისწრაფე, კოროზიამდეგობა) შენარჩუნებით. ამ მიზნის მისაღწევად შესასრულებელია შემდეგი ამოცანები:

I ეტაპი - იანვარი, თებერვალი

რამდენიმე მარკის პოლიეთერული ფისის, როგორც პოლიმერბეტონის მჭიდა კომპონენტის გამოცდა ამაღლებულ ტემპერატურებსა და ცეცხლის მიმართ მედეგობაზე. აქამდე ვმუშაობდით 2600 EL მარკის პოლიეთერულ ფისზე. ჩვენი ინფორმაციით, არსებობს სხვა მარკის პოლიეთერული ფისებიც (2200 CD, 1300 DK), რომლებიც უკეთესად მუშაობენ ზემოთ აღნიშნულ პირობებში. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება მიზნის მისაღწევად საჭირო საუკეთესო მარკის პოლიეთერული ფისის შერჩევა.

II ეტაპი - მარტი, აპრილი

თანამედროვე იმ უცხოური ნორმატიული დოკუმენტაციის მოძიება და ანალიზი, რომელიც ეხება სამშენებლო მასალების სახანძრო-ტექნიკური მახასიათებლების განსაზღვრას, სათანადო ტექნიკური ბაზის მომზადება. ამ ამოცანის გადაწყვეტის შედეგად გამოცდების ჩატარებისთვის შერჩეულ იქნება სახელმძღვანელო დოკუმენტი და მომზადდება შესაბამისი ხელსაწყოები და მოწყობილობები.

III ეტაპი - მაისი, ივნისი

პოლიმერბეტონში პოლიმერული კომპონენტის მინიმალური და საკმარისი რაოდენობის შეყვანის უზრუნველყოფა. ბუნებრივია, რაც ნაკლები იქნება წვადი კომპონენტის რაოდენობა მასალაში, მით უკეთესი სახანძრო-ტექნიკური მახასიათებლები ექნება მას. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება ის, რომ პოლიეთერული ფისის მასური წილი პოლიმერბეტონში არ გადააჭარბებს 8-12%.

IV ეტაპი - ივლისი, აგვისტო

პოლიმერბეტონის პიროლიზისა და წვის პროცესის კანონზომიერებების გამოვლენა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გამოვძებნოთ მათი წვადობის დაქვეითების შესაძლო გზები. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება შესაფერისი ანტიპირენების, უწყვადი შემავსებლებისა და შემვსებების სწორი შერჩევა, პოლიმერის შესაძლო ქიმიური მოდიფიცირების ხერხის შემუშავება, პოლიმერბეტონის ნაკეთობის/კონსტრუქციის ზედაპირზე დასატანი ცეცხლისაგან დამცავი საფარის შედგენილობის შემუშავება.

V ეტაპი - სექტემბერი, ოქტომბერი

ამაღლებული ტემპერატურების გავლენის შესწავლა პოლიმერბეტონის ფიზიკურ და მექანიკურ თვისებებზე. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება სხვადასხვა ტემპერატურის ზემოქმედების შედეგად პოლიმერბეტონის სიმტკიცისა და დრეკადობის მოდულის დაქვეითების კოეფიციენტების დადგენა.

VI ეტაპი - ნოემბერი, დეკემბერი

პოლიმერბეტონის ცეცხლის მიმართ მედეგობის კვლევა. ამ ამოცანის შესრულების შემდეგ გვექნება მასალის წვადობის პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელიც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ თუ რომელ საკლასიფიკაციო ჯგუფს მივაკუთვნოთ პოლიმერბეტონი წვადობის მიხედვით.

1.3. კვლევის მეთოდოლოგია

კვლევის მეთოდოლოგიის შემუშავებისას გათვალისწინებულია ის გარემოება, რომ პოლიმერული სამშენებლო მასალების წვის დამახასიათებელი თავისებურება გამოიხატება მათი დაწვის პროდუქტში პროცესის მრავალსტადიურობაში. ეს სტადიები ანთების წყაროსგან მიღებული თბური ენერგიის აკუმულაცია, მასალის დესტრუქცია, პიროლიზის აქროლადი პროდუქტების აალება და წვა.

უპირველეს ყოვლისა, გამოვლენილ იქნება პიროლიზისა და წვის პროცესების კანონზომიერებები, რომელიც მოგვეხმარება მოვებნით მასალის წვის შენელების საშუალებები პიროლიზის სტადიაზე, შევამციროთ თბოცვლა კომპოზიციის მასაში და მოვახდინოთ წვის პროცესის ინჰიბირება. ვგეგმავთ წვის შესამცირებლად გამოვიყენოთ ყველაზე ეფექტური ფოსფორშემცველი რეაქციის უნარის მქონე შენაერთები, პირველ რიგში ფოსფაკრილატი. ამ ანტიპირენების მოქმედების შედეგად მიიღწევა პოლიმერის თერმოჟანგვითი პროცესის სტაბილურობა, რომელიც დაკავშირებულია დესტრუქციისას გამოყოფილი წვადი აქროლადი პროდუქტების რაოდენობის შემცირებასთან და ამ დროს წარმოქმნილი კოქსის გამოსავლის ზრდასთან. კოქსი კი ხელს შეუშლის თბო-, მასაცვლის პროცესებს წვისას.

ტემპერატურის გავლენას პოლიმერბეტონის სიმტკიცესა და საწყის დრეკადობის მოდულზე შევისწავლით გაჭიმვის ცილინდრულ ნიმუშებზე დიამეტრით 10-15 სმ და სიგრძით 10-15 სმ („ბრაზილიური“ მეთოდი) და კუმშვის პრიზმის ფორმის ნიმუშებზე ზომით (70x70x280) მმ ტემპერატურებზე 20, 40, 60, 80, 100 °C. ტემპერატურის აწევა მოხდება მდორედ, სიჩქარით 20 °C /სთ. ნიმუშების მოცემულ ტემპერატურაზე დაყოვნების დრო იქნება 5 საათი. განისაზღვრება სიმტკიცის ზღვრისა და დრეკადობის მოდულის შემცირების კოეფიციენტები.

სუფთა პოლიმერული მჭიდა კომპონენტისა და წვრილმარცვლოვანი პოლიმერბეტონის ნიმუშების გამოცდა ამაღლებული ტემპერატურისა და დატვირთვის ერთობლივი მოქმედებისას ჩატარდება მასალების ხანგამძლეობაზე გამოსაცდელ მოწყობილობაზე (ეგ. წ. ჟურკოვის ხელსაწყოზე), რაც მოგვცემს პოლიმერბეტონის ტემპერატურულ-დროითი დამოკიდებულებების მრუდებს.

პოლიმერბეტონის მედეგობა ცეცხლის მიმართ შეფასდება „ცეცხლის მილის“ ექსპრეს - მეთოდით. ეს მეთოდი ითვალისწინებს ნიმუშების გამოცდას ზომით (10x35x150) მმ. პოლიმერბეტონში კი ღორღის მარცვლების არსებობა თხოულობს ნიმუშის მინიმალურ კვეთს არანაკლებ 40x40 მმ. ამიტომ (10x35x150) მმ ზომის ნიმუშები დამზადდება პოლიმერბეტონის წინასწარ ჩამოსხმული ნამზადის ამ ზომის ნიმუშებად დახერხვით.

პოლიმერბეტონის ნიმუშების დამზადებისას კონტროლს დაექვემდებარება მათი პოლიმერიზაციის ხარისხი (ექსტრაქციის მეთოდის გამოყენებით), სისაღე, ზედაპირის მდგომარეობა და მორფოლოგია.

1.4. კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა

კვლევის მოსალოდნელი შედეგები და მათი სამეცნიერო ღირებულება იქნება პოლიეთერული ფისის საფუძველზე შექმნილი სამშენებლო მასალების ძნელადწვადი ჯგუფის დამახასიათებელი თვისებების მქონე პოლიმერბეტონის მიღება. ეს მიღწეული იქნება პოლიეთერული ფისის მოდიფიცირებით ინჰიბიტორების მიზანმიმართული შერჩევის გზით, აგრეთვე მიღებული მასალის ზედაპირის ცეცხლისაგან დამცავი საფარის შექმნით და ცეცხლის მოქმედების შედეგად გამოყოფილი ტოქსიკური აირების კონცენტრაციების შემცირებით. ყველა ეს შედეგი მიღწეული იქნება პოლიმერბეტონის, ცემენტბეტონთან შედარებით, უდავო უპირატესობების - გაჭიმვაზე მაღალი სიმტკიცის, სიმტკიცის ზრდის მაღალი სიჩქარის, უნიკალური კოროზიამდეგობის შენარჩუნებით.

მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დარტყმადევი კონსტრუქციების დასამზადებლად, რომელთაც მოეთხოვებათ სწრაფად გამყარება, მედეგობა აგრესიულ გარემოში და სახანძრო უსაფრთხოება. მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება იქნება აგრეთვე ის, რომ დადგინდება პოლიეთერის ბაზაზე შექმნილი პოლიმერბეტონის სიმტკიცის ტემპერატურულ-დროითი დამოკიდებულების კანონზომიერებები, შემოწმდება სიმტკიცის კინეტიკური ბუნება და დაზუსტდება სიმტკიცის გამოსათვლელ ფორმულაში შემავალი კოეფიციენტების მნიშვნელობები.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1. პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან.

პროექტში სულ ჩართული იქნება სამი თანამშრომელი. ორი თანამშრომელი დაკავებული იქნება პოლიმერბეტონის შედგენილობის გაანგარიშებით, ნიმუშების ჩამოსხმით, ტექნოლოგიური და მექანიკური გამოცდებით. პროექტის ხელმძღვანელს (გ. აბაშიძე) აქვს პოლიმერებისა და ბეტონის ტექნოლოგიებში მუშაობის 40 წლიანი გამოცდილება, ავტორია 160 გამოქვეყნებული ნაშრომის (მათ შორის 120 შესრულებულია წარმოდგენილი თემატიკით), მისი ხელმძღვანელობით და მონაწილეობით შესრულებულია სხვადასხვა სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებით 12 სამეცნიერო პროექტი. ახალგაზრდა ტექნიკოსს (დ. წვერავა) აქვს 6 წლიანი გამოცდილება მასალების ფიზიკურ-მექანიკური გამოცდების საქმეში. ახლადმიღებული ლაბორანტი (ს. კვინიკაძე) სწავლობს მაგისტრატურაში ორგანული ქიმიის განხრით, აქვს გარკვეული გამოცდილება ქიმიური სინთეზის დარგში.

№	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1	რამდენიმე მარკის პოლიეთერული ფისის, როგორც პოლიმერბეტონის მჭიდრო კომპონენტის გამოცდა ამაღლებულ ტემპერატურებსა და	იანვარი, თებერვალი	გ. აბაშიძე დ. წვერავა ს. კვინიკაძე

	ცეცხლის მიმართ მედეგობაზე. აქამდე ვმუშაობდით 2600 EL მარკის პოლიეთერულ ფისზე. ჩვენი ინფორმაციით, არსებობს სხვა მარკის პოლიეთერული ფისებიც (2200 CD, 1300 DK), რომლებიც უკეთესად მუშაობენ ზემოთ აღნიშნულ პირობებში. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება მიზნის მისაღწევად საჭირო საუკეთესო მარკის პოლიეთერული ფისის შერჩევა.		
2	თანამედროვე იმ უცხოური ნორმატიული დოკუმენტაციის მოძიება და ანალიზი, რომელიც ეხება სამშენებლო მასალების სახანძრო-ტექნიკური მახასიათებლების განსაზღვრას, სათანადო ტექნიკური ბაზის მომზადება. ამ ამოცანის გადაწყვეტის შედეგად გამოცდების ჩატარებისთვის შერჩეულ იქნება სახელმძღვანელო დოკუმენტი და მომზადდება შესაბამისი ხელსაწყოები და მოწყობილობები.	მარტი, აპრილი	გ. აბაშიძე დ. წვერავა ს. კვინიკაძე
3	პოლიმერბეტონში პოლიმერული კომპონენტის მინიმალური და საკმარისი რაოდენობის შეყვანის უზრუნველყოფა. ბუნებრივია, რაც ნაკლები იქნება წვადი კომპონენტის რაოდენობა მასალაში, მით უკეთესი სახანძრო-ტექნიკური მახასიათებლები ექნება მას. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება ის, რომ პოლიეთერული ფისის მასური წილი პოლიმერბეტონში არ გადააჭარბებს 8-12%.	მაისი, ივნისი	გ. აბაშიძე დ. წვერავა ს. კვინიკაძე
4	პოლიმერბეტონის პიროლიზისა და წვის პროცესის კანონზომიერებების გამოვლენა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს გამოვძებნოთ მათი წვადობის დაქვეითების შესაძლო გზები. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება შესაფერისი ანტიპირენების, უწყვადი შემავსებლებისა და შემვსებების სწორი შერჩევა, პოლიმერის შესაძლო ქიმიური მოდიფიცირების ხერხის შემუშავება, პოლიმერბეტონის ნაკეთობის/კონსტრუქციის ზედაპირზე დასატანი ცეცხლისაგან დამცავი საფარის შედგენილობის შემუშავება.	ივლისი, აგვისტო	გ. აბაშიძე დ. წვერავა ს. კვინიკაძე
5	ამაღლებული ტემპერატურების გავლენის შესწავლა პოლიმერბეტონის ფიზიკურ და მექანიკურ თვისებებზე. ამ ამოცანის გადაწყვეტის მოსალოდნელი შედეგი იქნება	სექტემბერი, ოქტომბერი	გ. აბაშიძე დ. წვერავა ს. კვინიკაძე

	სხვადასხვა ტემპერატურის ზემოქმედების შედეგად პოლიმერბეტონის სიმტკიცისა და დრეკადობის მოდულის დაქვეითების კოეფიციენტების დადგენა.		
6	პოლიმერბეტონის ცეცხლის მიმართ მედეგობის კვლევა. ამ ამოცანის შესრულების შემდეგ გვექნება მასალის წვადობის პარამეტრების მნიშვნელობები, რომელიც საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ თუ რომელ საკლასიფიკაციო ჯგუფს მივაკუთვნოთ პოლიმერბეტონი წვადობის მიხედვით.	ნომბერი, დეკემბერი	გ. აბაშიძე დ. წვერავა ს. კვინიკაძე

№	პროექტის განხორციელებისათვის საჭირო მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა	არსებული	შესაძენი
მასალები			
1	პოლიეთერული ფისი 2600 EL	✓	
2	პოლიეთერული ფისი 1300 DK		✓
3	პოლიეთერული ფისი 2200 CD		✓
4	სილიკონის კომპაუნდი		✓
5	ABS, PLA ძაფები 3D პრინტერისთვის	✓	
6	ფოსფორშემცველი ანტიპირენები		✓
7	თხევადი მინა	✓	
8	ნეფელინის ანტიპირენი		✓
9	ბიშოფიტი		✓
ხელსაწყო-დანადგარები			
1	სისალის მზომი ხელსაწყო	✓	
2	Zeiss - ის ოპტიკური მიკროსკოპი	✓	
3	მიკროინტერფერომეტრი МИИ-4У42	✓	
4	Dutch Leapfrog 3D Printer	✓	
5	Fritsch - ის მიკრო წისქვილი	✓	
6	ნიმუშების დასაჭრელი ხერხი Labotom-5	✓	
7	ფისის სიბლანტის მზომი		✓
8	ვიბრომაგიდა		✓
9	პოლიმერიზაციის ხარისხის დასადგენი ხელსაწყო		✓

10	ვაკუუმტუმბო		✓
11	„ცეცხლის მილის“ მეთოდით წვადობის განმსაზღვრელი ხელსაწყო		✓
12	გამახურებელი ღუმელი ხანგამძლეობის ხელსაწყოს დასაკომპლექტებლად		✓

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9 თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12 თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	5100	5100	5100	5100	24000
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)					
3	საქონელი და მომსახურება					3580
	სილიკონის კომპაუნდი	200	200			400
	პოლიეთერული ფისი	400	400			800
	ნიფელინის ანტიპირენი	300		200		500
	ფოსფორშემცველი ანტიპირენები	400	200			600
	ბიშოფიტი	200		300		500
	„ცეცხლის მილის“ მეთოდით წვადობის განმსაზღვრელი ხელსაწყო		300			300
	გამახურებელი ღუმელი ხანგამძლეობის ხელსაწყოს დასაკომპლექტებლად			480		480
4	კაპიტალური ხარჯები					8800
	ფისის სიბლანტის მზომი	2000				2000
	ვიბრომაგიდა		2000			2000
	პოლიმერიზაციის ხარისხის დასადგენი ხელსაწყო	4800				4800
5	ზედნადები ხარჯი	14637	14637	14637	14637	58548
	სულ პროექტის ბიუჯეტი					94928

შროშისა და მათხოჯი-უძლოურის საბადოების პიგმენტური ნედლეულის გამდიდრების პროცესის ინტესიფიკაცია

*პროექტის ხელმძღვანელი: ანალიზური ქიმიის და წიაღისეულის გამდიდრების განყოფილების
უფროსი, მთ.მეცნ. თანამშრომელი, აკად. დოქტორი ნინო შეყრილაძე*

1. პროექტის სამეცნიერო კომპონენტი

1.1. კვლევითი თემის/საკითხის აქტუალობა, კვლევის სიახლე და პრობლემის ფორმულირება

სამრეწველო მიზნებისთვის ყველაზე მნიშვნელოვანი რკინა - ოქსიდური ტიპის ბუნებრივი პიგმენტებია, რომლებსაც მოიხმარს: სამშენებლო ინდუსტრია (54 %), ლაქ - საღებავების მრეწველობა (20 %), საჩამოსხმელო საქმე (9 %), სამრეწველო ქიმიკატების (4 %), ცხოველების საკვების (3 %), მინისა და კერამიკის (2 %), პლასტმასების, რეზინის და კოსმეტიკური საშუალებების (1 %) წარმოებები და სხვა (6 %). მსოფლიო ბაზარზე მათი ძირითადი მიმწოდებლებია: კვიპროსი, ესპანეთი, ავსტრია, საფრანგეთი და ა.შ.

დღეს ჩვენი ქვეყნის სამშენებლო ინდუსტრიის მოთხოვნილება პიგმენტებზე მთლიანად კმაყოფილდება იმპორტით, თუმცა გაგვაჩნია მათი წარმოების მინერალური ბაზა [2,3].

2018 წ. დაიწყო პროექტი, რომელიც მიზნად ისახავდა პიგმენტური ნედლეულის პერსპექტიული საბადოს შერჩევას გეოლოგიური - ფონდური მასალების შესწავლასა და გაანალიზების საფუძველზე და ფაბრიკატის (მზა პროდუქტის) მიღების ტექნოლოგიის დამუშავებას. 226 მადანგამოვლინებიდან შერჩეული იქნა ორი პერსპექტიული უბანი: შროშა-უბისა და მათხოჯი-უძლოურის, წარმოდგენილი წითელი ფერის მუმიის ტიპის რკინა-ოქსიდური პიგმენტებით.

შროშა-უბისის უბანზე (ზესტაფონის მუნიციპალიტეტი) გამაღებია უკავშირდება წითელი ფერის მარმარილოსებრ კირქვებს, რომლებიც 3 კმ-ის სიგრძეზე განიდევენ. პროდუქტიული სიზრქის საშუალო სიმძლავრე უდრის 1,2 მ, სავარაუდო მარაგები ანუ P₂ კატეგორიის მარაგები შეადგენს 2304000 ტ.

მათხოჯი-უძლოურის (ხონის მუნიციპალიტეტი) მადანგამოვლინება ვრცელდება 120000 მ² ფართობზე, პროდუქტიული სიზრქის საშუალო სიმძლავრე შეადგენს 2,6 მ. აქაც დათვლილია სავარაუდო - P₂ კატეგორიის მარაგები და იგი 639600 ტ-ს შეადგენს.

ორივე საბადოდან ღარული მეთოდით იქნა აღებული ოთხ - ოთხი გეოლოგიურ - ტექნოლოგიური ლაბორატორიული სინჯი, თითოეული 30 - 50 კგ-ის ოდენობით. მაკროსკოპულად ისინი წარმოადგენდა მოწითალო - მუქალუბლისფერ-ყავისფრამდე შეღებილ, რკინის ოქსიდებით გაჟღენთილი თიხის ერთგვაროვან მასას.

პიგმენტური ნედლეული ბუნებრივი სახით იშვიათად აკმაყოფილებს მომხმარებლის მოთხოვნებს ხარისხის მიმართ და ამიტომ მას ამდიდრებენ.

ბუნებრივი პიგმენტებისთვის ეს პროცესი მეტად მნიშვნელოვანია, ვინაიდან მასზეა დამოკიდებული პიგმენტის ხარისხის ძირითადი მაჩვენებლები, პირველ რიგში, დისპერსიულობა ანუ ნაწილაკების სისხო, ფერის ტონის სისუფთავე და სიკაშკაშე, აგრეგატული და კინეტიკური მდგრადობა, მისგან დამზადებული ლაქ-საღებავების დამცავი, დეკორატიული და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

ტექნოლოგიური სინჯების ნივთიერებრივი შედგენილობის, ფიზიკური თვისებებისა და ტექსტურულ - სტრუქტურული თავისებურებების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ორივე საბადოს ნედლეულს აქვს თიხური ხასიათი:

- შრომის ნედლეულში თიხური ნივთიერება დაკავშირებულია რკინის მინერალის - ჰიდროჰემატიტის ქერცლებთან, რომლებშიც არის ტურმალინის, ქლორიტის და მომწვანო ან უფერო ქარსის იშვიათი, წვრილი მარცვლები. ზოგჯერ გხვდება კლასტიკური კვარცი, მინდვრის შპატი და კალციუმის კარბონატი;
- მათხოჯი-უძლოურის საბადოს ნედლეული მუმიის შემცველი თიხებია, მანგანუმის მინერალების ცალკეული, მცირე ზომის ბუდისებრი ჩანართებით.

პიგმენტური ნედლეულის გამდიდრება შეიძლება სველი და მშრალი წესით განხორციელდეს. მეთოდის შერჩევას აქაც, ისევე როგორც სხვა ნებისმიერი მადნის გადამუშავებისათვის, განაპირობებს მადნის ნივთიერებრივი შედგენილობა და სტრუქტურულ - ტექსტურული თავისებურებები. ჩვენს შემთხვევაში, თიხების მაღალი შემცველობის გამო, სინჯების ტექნოლოგიური ტესტირება სველი წესით განხორციელდა.

ტესტირების სქემაში გაერთიანებული იყო ოპერაციები: მექანიკური დამუშავება (დამსხვრევა ყებთან სამსხვრეველაში და ვალცებში) -2,5 მმ-დე; განლექვა, გაფილტვრა, შრობა 105°C ტემპერატურაზე და დაპუდვრა ვიბრაციულ წისქვილში. ამ სქემაში ძირითადი მამდიდრებელი ოპერაცია არის განლექვა, რომლის დანიშნულებაც ნედლეულიდან მინარევების (მაგ., ქვები, ქვიშა, მცენარეების ფესვები და სხვა უცხო სხეულები) მოცილება. იგი წარმოადგენს ბუნებრივი პიგმენტების ნედლეულის გადამუშავების ყველაზე გავრცელებულ მეთოდს, დამყარებულს კონტრასტულობაზე სხვადასხვა სიმკვრივისა და ზომების ნაწილაკების წყალში დალექვის სიჩქარეებს შორის.

განლექვისთვის სხვადასხვა ტიპის აპარატები არსებობს, მაგრამ ყველაზე მარტივი, რომლებსაც მცირე მწარმოებლურობის საწარმოში ხმარობენ, არის რკინის ან ხის 3-7 ავზის კასკადი, განთავსებული ტერასისებურ საფეხურებზე. ავზების ზედა კიდიდან 15-20 სმ სიღრმეში ჭარბი სუსპენზიის განტვირთვის მილია. განლექვის პროცესის დასაწყისში პირველ ავზში ყრიან დამსხვრეულ მადანს და ამატებენ წყალს, მუდმივი აგიტაციის ქვეშ. გავსების კვალობაზე სუსპენზია გადადის მე-2 ავზში და ა.შ. ეს გრძელდება მანამდე, სანამ ბოლო ავზში სუფთა წყალი არ გადავა.

პირველ ავზში ილექება ყველაზე მძიმე და მსხვილი მასალა (ქვები, ქვიშა), მეორეში პიგმენტის მსხვილი ნაწილაკები და მინარევები, დანარჩენ ავზებში გასუფთავებული პიგმენტი. ამ პროცესში სარეგულირებელი ფაქტორია წყლის ნაკადის სიჩქარე. შემდეგ ხდება წვრილდისპერსული პიგმენტის სუსპენზიის ნგრევა კოაგულანტის დამატებით, შესქელებული მასალა კი მიდის გაუწყლოების ფილტრებზე, შემდეგ საშრობში.

ზემოაღნიშნულმა ტექნოლოგიურმა სქემამ უზრუნველყო გასუფთავებული, წმინდა და ერთგვაროვანი პროდუქტის მიღება, მაგრამ თავი იჩინა პრობლემამ,

გამომდინარე საკვლევი ნედლეულის სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებიდან:

- ორივე სინჯი წყალში დისპერგირდება ძალიან ნელა და ძნელად, რის გამოც, ლაბორატორიულ პირობებში განლექვას 8-10 დღე დასჭირდა. ამასთან მყარისა და თხევადის ფარდობამ შეადგინა 1:10.
- პიგმენტური ნედლეულის ეს თვისება, სამრწველო მასშტაბზე გადასვლისას გამოიწვევს განლექვის ავზების მოცულობისა და მათი განთავსებისთვის საჭირო ტერიტორიის ფართობის მნიშვნელოვან გაზრდას, ენერგეტიკული რესურსები (წყალი, ელექტროენერგია) მაღალ ხარჯებს.

აღნიშნული პრობლემის მოგვარება მარტივად არის შესაძლებელი თუ ჩვენ ე.წ. ელექტროლიტურ განლექვას გამოვიყენებთ, რომელსაც საფუძვლად უდევს მღებავი ქანების თიხური ფრაქციის უნარი წარმოქმნას მდგრადი სუსპენზია წყლის გარემოში ელექტროლიტის დამატებით, ერთმანეთთან შეწყებებული მინერალური ნაწილაკების პეპტიზაციის (აგრეგატების დაშლის) გზით.

პეპტიზატორად (დისპერგატორად, სუსპენზიის სტაბილიზატორად) იხმარება ნივთიერებები, რომლებსაც გააჩნია ნაწილაკების ჰიდროფილიზაციისა და მათ ზედაპირზე მეტასტაბილური ადსორბციული შრეების წარმოქმნის უნარი. ესენია ნატრიუმის ტუტე, სილიკატი, კარბონატი ან მისი კონდენსირებული ფოსფატები: ტრინატრიფოსფატი, ჰექსამეტაფოსფატი, პიროფოსფატი და ტრიპოლიფოსფატი [4].

პეპტიზაცია, ისევე როგორც მისი შებრუნებული პროცესი - კოაგულაცია, შეიძლება სუსპენზიის pH-ის ცვალებადობითაც განხორციელდეს [5].

ელექტროლიტური განლექვა უფრო კონცენტრირებული სუსპენზიების დაყოფის საშუალებას მოგვცემს. ეს მნიშვნელოვნად შეამცირებს წყლის ხარჯს - პროცესის წარმართვა შესაძლებელი გახდება მყარისა და თხევადის 1:2,5 ფარდობისას, ნაცვლად 1:10, შესაბამისად გაიზრდება ავზების კუთრი მწარმოებლურობა ანუ 1 მ³ მოცულობიდან მიღებული პიგმენტის რაოდენობა.

პიგმენტები, რომელთა ნაწილაკების მეტი წილის ზომები 1-0,5 მკმ-ია, ძალზე ძნელად ილექება და იფილტრება. ამიტომ გაფილტვრა ორ სტადიად უნდა განხორციელდეს: პირველი - წყლის ძირითადი მასის მოცილება სალექარში და მეორე - შესქელებული პროდუქტის გაფილტვრა. ამ პროცესების დასაჩქარებლად წყალში შეწონილი ნაწილაკების კოაგულაცია ან ფლოკულაცია საჭირო. ეს განხორციელდება პოლივალენტური კატიონების შემცველი ნივთიერებების (ალუმინის ან რკინის მარილები, კალციუმის ქლორიდი და ა.შ.) ან ორგანული პოლიმელური ნაერთების დამატებით.

ამრიგად ტექნოლოგიურ პროცესში ორ ურთიერთსაწინააღმდეგო ოპერაციას აქვს ადგილი - პიგმენტური ნედლეულის დეზინტეგრაცია ანუ პეპტიზაცია და მიღებული სუსპენზიის დაშლა - კოაგულაცია (ფლოკულაცია) რეაგენტის დანამატით.

პეპტიზატორისა და კოაგულანტის (ფლოკულანტის) შესარჩევად და მათი ოპტიმალური ხარჯის დასადგენად ჩასატარებელი კვლევის შედეგებით უნდა გადაწყდეს შემდეგი ამოცანები:

- დადგენილ უნდა იქნას: როგორია პიგმენტების სედიმენტაციური მდგრადობის დამოკიდებულება: პეპტიზატორისა და კოაგულანტის (ფლოკულანტის) სახეობაზე და კონცენტრაციაზე, გარემოს pH-ზე, წყლის სიხისტეზე, გარემოს ტემპერატურასა, მყარი ფაზის და თხევადის ფარდობაზე.

ზემოთქმული ეს საშუალებას მოგვცემს შევარჩიოთ ეფექტური რეაგენტი და დავადგინოთ მისი ხარჯი;

- პეპტიზატორისა და კოაგულანტის (ფლოკულანტის) ნარჩენი კონცენტრაცია გავლენა გაფილტრული და გამშრალი მასალის პიგმენტურ მახასიათებლებზე ანუ ფაბრიკატის (მზა პროდუქტის) ხარისხზე.

1. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2018
2. გეოლოგიური ანგარიში № 11652
3. გეოლოგიური ანგარიში № 16185
4. Эрмилов П.И. Диспергирование пигментов, М., "химия" 1971 300 с.
5. фролов Ю.Г. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы М., "химия", 1989, 464 с.

წარმოდგენილი განაცხადი 2018 წლის პროექტის ლოგიკური გაგრძელებაა იმ პრობლემების გამო, რომელმაც თავი იჩინა სამეცნიერო-კვლევითი ექსპერიმენტებისა და ნედლეულის ტექნოლოგიური ტესტირების ჩატარების დროს. კერძოდ, შრომისა და მათხოჯი-უძლოურის საბადოების პიგმენტური ნედლეულის თვისებების, განსაკუთრებით, ტექსტურულ - სტრუქტურული (თიხები გაჟღენთილია რკინის ჰიდროქსიდების მიერ) თავისებურებების გამო, მათი წყალში დისპერგაციის სიჩქარე არის ძალზე დაბალი და აუცილებელია ღონისძიებების შემუშავება ამ პროცესის დასაჩქარებლად.

ზემოაღნიშნული სამეცნიერო - კვლევითი სამუშაო საქართველოში ტარდება პირველად და მან დასრულებული სახე უნდა მიიღოს, ბუნებრივი პიგმენტური ნედლეულის გამდიდრების ეფექტური ტექნოლოგიური რეჟიმის დამუშავებით, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალხარისხიანი პიგმენტების მიღებას ნაკლები ენერგეტიკული რესურსების-წყლისა და ელექტროენერგიის დანახარჯებით.

1.2. კვლევის მოსალოდნელი შედეგების სამეცნიერო ღირებულება და კვლევის შედეგების გავრცელების გეგმა.

დამუშავდება ელექტროლიტური განლექვის რეაგენტული რეჟიმი, რომელიც ჩაანაცვლებს ჩვეულებრივ განლექვას პიგმენტური ნედლეულის გადამუშავების ტექნოლოგიურ ჯაჭვში, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის პროცესის სიჩქარეს, შეამცირებს წარმოებისათვის საჭირო კაპიტალურ და საექსპლუატაციო ხარჯებს. პროექტი დასრულდება 2019 წლის 31 დეკემბერს.

განყოფილებამ საქართველოში პირველმა დაიწყო მუშაობა შემავსებლებზე (გასული საუკუნის 80- იან წლებში) და პიგმენტურ ნედლეულზე (1996-1997 წ.წ.)

გამოქვეყნებულია სტატია: საყდრისის საბადოს კვარციტებიდან რკინა-ოქსიდური პიგმენტის მიღების შესაძლებლობის კვლევა-კრებული "საქართველოს ლითონური წიაღისეულის შესწავლის, გადამუშავების და გამოყენების პრობლემები" 1997 წ. (ნ. შეყრილაძე, ლ. თორაძე).

პროექტის შედეგები შეიძლება საფუძვლად დაედოს საინვესტიციო წინადადების მომზადებას და ტექნოლოგიური რეგლამენტის შედგენას საწარმოს დაპროექტებისათვის. იგი ასევე შეიძლება გახდეს საფუძველი პიგმენტურ ნედლეულზე დროებითი კონდიციების შემუშავებისათვის, რაც აუცილებელია საბადოს მარაგების დათვლისა და დამტკიცებისათვის.

2. პროექტის მენეჯმენტი და განხორციელებადობა

2.1 პროექტის ეფექტური განხორციელებისათვის საჭირო რესურსების შესაბამისობა პროექტის მიზნებსა და ამოცანებთან.

განყოფილების ლაბორატორიული დანადგარებით და აპარატურით აღჭურვილობის თანამედროვე დონე და მაღალკვალიფიციური პერსონალი უზრუნველყოფს კვლევების მაღალ მეცნიერულ დონეზე ჩატარებას.

№	ამოცანის დასახელება	შესრულების ვადა	შემსრულებლები
1.	სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაციის მოძიება პეპტიზატორების და კოაგულანტების შესახებ და მისი ანალიზი; ლაბორატორიული ბაზის მომზადება ექსპერიმენტალური სამუშაოებისათვის;	იანვარი	განყოფილების უფროსი, მთ.მეცნ.თანამშრომელი -1, უფროსი მეცნ.თანამშრომელი 1, მეცნიერ-თანამშრომელი -3, სპეციალისტი -3, ინჟინერი -2, ტექნიკოსი -1.
2.	სხვადასხვა რეაგენტების გამოცდა და შერჩევა: - პიგმენტური ნედლეულის სუსპენზიის მდგრადობის პირობების დადგენა (რეაგენტების ხარჯი, pH, °C); - განლექვის პროცესის ოპტიმალური პირობების დადგენა.	თებერვალი მაისი	განყოფილების უფროსი, მთ.მეცნ.თანამშრომელი -1, უფროსი მეცნ.თანამშრომელი 1, მეცნიერ-თანამშრომელი -3, სპეციალისტი -3, ინჟინერი -2, ტექნიკოსი -1.
3.	სუსპენზიის ნგრევის პირობების დადგენა: -კოაგულანტის (ფლოკულანტის) შერჩევა და ოპტიმალური ხარჯის დადგენა; - რეაგენტების ნარჩენი კონცენტრაციის გავლენა მზა პროდუქციის პიგმენტურ თვისებებზე.	ივნისი ნოემბერი	განყოფილების უფროსი, მთ.მეცნ.თანამშრომელი -1, უფროსი მეცნ.თანამშრომელი 1, მეცნიერ-თანამშრომელი -3, სპეციალისტი -3, ინჟინერი -2, ტექნიკოსი -1.
4.	ანგარიშის შედგენა	დეკემბერი	განყოფილების უფროსი, მთ.მეცნ.თანამშრომელი -1, უფროსი მეცნ.თანამშრომელი 1, მეცნიერ-თანამშრომელი -3, სპეციალისტი -3, ინჟინერი -2, ტექნიკოსი -1.

პროექტის ბიუჯეტი

№	ხარჯის კატეგორია	I საანგარიშო პერიოდი (1-3 თვე)	II საანგარიშო პერიოდი (4-6 თვე)	III საანგარიშო პერიოდი (7-9თვე)	IV საანგარიშო პერიოდი (10-12თვე)	სულ (ბიუჯეტიდან მოთხოვნილი თანხა)
1	შრომის ანაზღაურება	25650	25650	25650	25650	102600
2	მივლინება (საექსპედიციო ხარჯები)	1000				1000
3	საქონელი და მომსახურება	-				2100
	საკანცელარიო საქონელი				100	100
	ქიმიური რეაქტივები		1000	800	200	2000
	ფუნჯები					
	აფსკწარმომქმნელები					
	ოთკუთხა სათლები					
	ფილტრის ქაღალდი ფურცლოვანი					
4	კაპიტალური ხარჯები					
5	ზედნადები ხარჯი	14637	14637	14637	14637	58548
	სულ პროექტის ბიუჯეტი					164248