EASTERN PARTNERSHIP
CIVIL SOCIETY FORUM
GEORGIAN NATIONAL PLATFORM

აღმოსავლეთ პარტნიორობის
სამოქალაქო საზოგადოების ფორუმის
საქართველოს ეროვნული პლატფორმა

საქართველოში ქ. ყვარელის წალეკვის სტიქიური ეკოლოგიური კატასტროფის რისკის პრევენცია, მდ. დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფების შეკავებისა და თიხაფიქალების ნატანის უტილიზაციით ინოვაციურ საშენ მასალებად

2016

საქართველოში ქ. ქვარელის წალეკვის სტიქიური ეკოლოგიური კატასტროფის რისკის პრევენცია, მდ. დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფების შეკავებისა და თიხაფიქალების ნატანის უტილიზაციით ინოვაციურ საშენ მასალებად

პოლიტიკის დოკუმენტი

ავტორი: თამაზ ვაშაკიძე

სარჩევი

შესავალი 4

პრობლემის აღწერა 5

პრობლემის გადაჭრის გზები..... 7

რეკომენდაციები 11

დასკვნა 12

დანართი 14

ბიბლიოგრაფია 23

შესავალი

ენერგოეფექტურობა - ენერგეტიკული მარაგების ეფექტიანი (რაციონალური) გამოყენება. ენერგომატარებლების ნაკლები რაოდენობით გამოყენებით, წარმოების ტექნოლოგიური პროცესებისა და შენობების შესაბამისი (კომფორტული) ენერგეტიკული დონის უზრუნველყოფა.

ენერგოეფექტურობა მნიშვნელოვანი სტიმულია ქვეყნის ეკონომიკისთვისაც. ასეთ ეკონომიკას ენერგიის ნაკლები ხარჯით შეუძლია განვითარება. მაგალითად, 1998 წელს აშშ-ს მშპ 3.9%-ით გაიზარდა მაშინ, როცა ენერგიის გამოყენება 0.3%-ით შემცირდა. შედეგად, ენერგოეფექტურობით მნიშვნელოვანი სარგებლის მიღება შეუძლია როგორც ინდივიდს, ასევე მთელ ქვეყანას და მსოფლიოს. ეს სარგებელი შეიძლება მრავალფეროვანი იყოს, მაგრამ ძირითადი ასპექტები, რატომაც ადამიანები, კომპანიები და მთავრობები ენერგოეფექტურობის პროცეს ახორციელებენ, შემდეგია:

1. ზოგავს ფულს;
2. ახალი ტექნოლოგიების დანერგვით ავითარებს ეკონომიკას;
3. დადებით გავლენას ახდენს გარემოზე;
4. უზრუნველყოფს ენერგოუსაფრთხოებას.

საქართველოში, ზოგადად, და განსაკუთრებით საამშენებლო სექტორში ენერგოეფექტურობის საკითხი ძალზე აქტუალურია. საზოგადოებრივი, სამრეწველო შენობები და საბინაო ფონდი დაძველდა და ითხოვს ქმედით ზომებს ენერგოეფექტურობის ასამაღლებლად. იგივე მოთხოვნებია ახალი შენობების მიმართ, რომლებიც თბოიზოლაციის უმცირესი სიდიდეების მქონე საშენი მასალებით შენდება. ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულება გვავალდებულებს: „ენერგოეფექტურობისა და ენერგიის დაზოგვის ხელშეწყობა ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად გამართლებული გზით“ [1]. 2014 წლის ოქტომბრის ევროკავშირის სამიტზე [2], ქვეყნები 2030 წლისთვის ენერგომატარებლების ხარჯის 27%-იან შემცირების მიზანზე შეთანხმდნენ.

ამასთან, თბილისს და საქართველოს კიდევ 13 ქალაქს ხელი აქვს მოწერილი „მერების შეთანხმებაზე“ [3] და აღებული აქვთ ვალდებულება 2020 წლისათვის 20%-ით შეამცირონ CO_2 გამონაბოლქვი. არ უნდა დაგვავიწყდეს ის ფაქტი, რომ საქართველოში შენობების ფართის 1მ2-ის გათბობაზე 2-4 ჯერ მეტი ენერგომატარებლის რაოდენობა იხარჯება, ვიდრე ევროკავშირის ქალაქებში. ასეთი ნებსითი თუ უნებლიე მფლანგველობის წინააღმდეგ გვინდა გამოვიყენოთ ქ. ყვარლის მიდამოებში, მდინარე დურუჯის კალაპოტში დაგროვილი 20 მლნ მ3 მეტი ნაშალი თიხაფიქალი - მაღალი ენერგოეფექტურობით გამორჩეული ნედლეული საშენი მასალების საწარმოებლად. ამ ნატანის მასები ქალაქს ეკოკატასტროფით (სელური ღვარცოფი) ემუქრება, [4],[5]. პუბლიკაციების გამოქვეყნების თარიღების მიხედვით ჩანს, რომ პრობლემის გადაჭრისთვის არ გადადგმულა არც ერთი ნაბიჯი და დღესაც მასზე სახელმწიფო არ ფიქრობს. სელურ ნაკადს, შესაძლოა, 1949 წლის მსგავსად, მოსახლეობის მსხვერპლი მოჰყვეს. თიხაფიქალის დაგროვილი მასების რაოდენობა ყოველწლიურად საშუალოდ 150 ათასი მ3 იმატებს და ეს ფაქტი გადაუდებელ და ქმედითი ღონისძიებების გატარებას

მოითხოვს. ჩვენმა ორგანიზაციამ, ქართველ და უცხოელ ექსპერტებთან და სპეციალისტებთან კონსულტაციებით, გამოიკვლია და დაადგინა, რომ ეკოკატასტროფის საშიშროების თავიდან აცილება და ნატანი მასების შემცირება შესაძლებელია მდინარე დურუჯის ხეობაში ღვარცოფის პრევენციის ღონისძიებების ჩატარებით, კალაპოტის ამოწმენდით, ამოღებული მასების გატანით და შემდგომი გადამუშავებით. ჩვენს მიერ შემუშავებული და დაპატენტებული ტექნოლოგიები იძლევა საშუალებას, გადავაქციოთ დაგროვილი თიხაფიქალის მასები ენერგოეფექტური საშენი მასალების წარმოების ნედლეულის ამოუწურავ წყაროდ. ადგილზე ან ქვეყნის სხვა ტერიტორიებზე (შესაძლოა სხვა ქვეყნის ტერიტორიაზეც) შექმნილ საწარმოებში, გვაქვს საშუალება, ვაწარმოოთ დივერსიფიცირებული, 10-12 სახეობის პროდუქცია: კერამზიტი - ბეტონების მსუბუქი შემავსებელი და საკედლე ბლოკების გამორჩეული ნედლეული; უცემენტო სამშენებლო საკედლე ნაკეთობები; პორტლანდცემენტისა და ბეტონის მინერალური დანამატი; თბო და ბგერსაიზოლაციო საშენი მასალები, ელექტროიზოლატორები (მათი წარმოება ფუნქციონირებდა ქ. ყვარელში და მცირე ხელშეწყობაა საჭირო მის აღსადგენად); აგრეთვე, აგური, კრამიტი, კერამიკული მილები, ცეცხლგამძლე მასალები და ა.შ. ჩამოთვლილი პროდუქცია (გარდა იზოლატორებისა) თიხაფიქალების გამოყენებით, საქართველოში არ იწარმოება და ინოვაციურ პროდუქტს წარმოადგენს. ქვეყანას შეუძლია გახდეს ნედლეულის, ნახევარნამზადის, მზა პროდუქციის და, ასევე, ტექნოლოგიის ექსპორტიორი. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე გაირკვა, რომ ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაში ამოწურულია ან ამოწურვის მიჯნაზეა იმ წიაღისეულის მარაგები, რომელიც ძირითადი სამშენებლო მასალების წარმოებისთვის ნედლეულად გამოიყენება. თიხაფიქალების მასების გატანა ქ. ყვარელში თავიდან აგვაცილებს მაღალ მთაში ნალექების დროს, მდინარე დურუჯის სელურ ნაკადად გადაქცევას და მისი ღვარცოფის სახით ქალაქში შევარდნას. სახეზეა მოსალოდნელი მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური, ეკონომიკური და სოციალური ეფექტი.

პრობლემის აღწერა

ას წელიწადზე მეტია კახეთში, ქ. ყვარლის ეკოკატასტროფიდან გადარჩენის პრობლემა დგას, რაც მის მიდამოებში დაგროვილი, მდ. დურუჯის ჩამონატანი ნაშალი თიხაფიქალების მასებით და მოსალოდნელი ღვარცოფით არის განპირობებული. ჯერ კიდევ ილია ჭავჭავაძემ, დამბის მშენებლობით (ფოტო 1), დაიწყო ქ. ყვარელთან, მდ. დურუჯის ჩამოტანილი თიხაფიქალების დაგროვების პრობლემის გადაჭრა. 1949 წ. ღვარცოფმა გადალახა ილიას დამბა და მნიშვნელოვნად დააზიანა ქ. ყვარელი, რასაც ადამიანთა მსხვერპლი მოჰყვა. (ფოტო 2) ამის შემდეგ 1949-1952 წწ საბჭოთა ხელისუფლებამ დამცავი ქვითკირის კედელი ააშენა, სიგრძით - 5 კმ, სიგანით - 8მ (ფოტო 3) მაგრამ დღეს ის სავალალო მდგომარეობაშია და ამორტიზებულია, (ფოტო 4). ძლიერი ღვარცოფები 1962, 1975, 1987, 1999, 2014 წწ. განმეორდა, (ფოტო 5). გასული საუკუნის 80-ან წლებში მდ. დურუჯის კალაპოტის ამოსაწმენდად მუდმივად მუშაობდა ექსკავატორი, თუმცა მაშინვე გახდა ცხადი, რომ კალაპოტის მხოლოდ ამოწმენდა არ არის არც ქმედითი, არც რენტაბელური. უნდა აღინიშნოს, რომ ექსკავატორს დღესაც ამუშავებენ. კედლის ჩამონგრევის შემთხვევებში ის დროებით მოზვინვას აწარმოებს. მდინარის ვიწრო, ხეობის კლდოვან ნაწილში დამონტაჟებული იყო 30მმ დიამეტრის ფოლადის გვარლისგან

(ტროსისგან) დამზადებული ბადე, რომელიც ღვარცოფულ ნაკადს დამანგრეველ ენერგიას ართმევდა. აღნიშნული დამცავი ბადე აღარ არსებობს. აშენებული იყო ე.წ. „ხერხეულიძის“ [6] ბეტონის გამჭოლი კაშხლების კასკადი: ქვედა კაშხლის სიმაღლე იყო 30 მ, ხოლო ზედა კაშხლის - 10 მ, რომლებიც ხეობას კვეთდა მთელ სიგანეზე. აღნიშნული კაშხლების მხოლოდ საძირკვლებია დარჩენილი. მდინარის მიერ ჩამოტანილმა მყარმა ნატანმა, რომლის აკუმულირებაც ხდება ქ. ყვარლის გასწვრივ მიმდებარე ტერიტორიაზე, გამოიწვია ხეობის ნიშნულის, ქალაქის საშუალო ნიშნულთან შედარებით, 7-8 მ-ით ამაღლება (ფოტო 6). თუ გავითვალისწინებთ იმასაც, რომ მდ. დურუჯის შენაკადები სათავეს იღებს კავკასიონის მთების ალპურ ზონებში 2500-3000 მ-ის სიმაღლეზე, ხოლო გამოტანის კონუსამდე ხეობის სიგრძე შეადგენს 6-6.5 კმ-ს და მდინარის სათავეში არის ჩამოწოლილი მილიონობით კბმ სელური მასა (ფოტო 7), შეგვიძლია გავაკეთოთ ანალიზი იმ საფრთხისა, რომელსაც შეუძლია დიდი ზიანი მიაყენოს ქ. ყვარლის მოსახლეობას. აქედან გამომდინარე პირველი რიგის ამოცანას წარმოადგენს ღვარცოფის შექმნის და მისი ყვარელში შევარდნის საწინააღმდეგო, პრევენციული ღონისძიებების გატარება. ამ საფრთხის თავიდან ასაცილებლად შექმნილია ქალაქის დატბორვის რუკა, საევაკუაციო გეგმები და მდინარის ხეობაში დამონტაჟდა წინასწარი გაფრთხილების სასიგნალო სისტემა (ფოტო 8). ხაზგასმით უნდა აღვნიშნოთ, რომ საევაკუაციო გეგმებში, ღვარცოფის სავარაუდო გავრცელების მიმართულებების მიხედვით მოხვდა 4 სკოლა; 4 ბაგა-ბაღი და 5 ჯანდაცვის ობიექტი. ხელისუფლების ორივე შტოსთვის, თბილისისა და სხვა დიდი ქალაქების მერიებსა და საკრებულოებში, კარგად არის ცნობილი საბინაო ფონდის დაბერების პრობლემა, რომლის ასაკი ზოგიერთ შემთხვევაში 150 წელს აჭარბებს და უმნიშვნელო მიწისძვრის ან ოდნავ ძლიერი წვიმის შემდეგ მასმედია სახლების ჩამონგრევის ფაქტებს აშუქებს. მერების შეთანხმების თანახმად (რომლის ხელმომწერია საქართველოს 14 ქალაქის მერია), მერიებს აქვთ აღებული ვალდებულება 2020 წლისათვის CO2 გამოფრქვევა 20%-ით შეამცირონ. ამის განხორციელებას რამოდენიმე ფაქტორი ეწინააღმდეგება, მათ შორის ის, რომ მაგ. თბილისში 1მ2 გათბობა 4-ჯერ მეტი ენერგომატარებლის ხარჯს ითხოვს, ვიდრე ევროკავშირის ქვეყნების დედაქალაქებში. ეს ფაქტი მთლიანად დამოკიდებულია იმ საშენ მასალებზე, რომლებიც გამოიყენებოდა და დღესაც გამოიყენება მშენებლობაში და რომლებსაც თბოიზოლაციის უმცირესი სიდიდეები გააჩნია. ასოცირების ხელშეკრულების და SEAP – ის (Sustanable Energy Action Plan) მიხედვით, საქართველოს აქვს აღებული ვალდებულება ენერგოეფექტურობის ამაღლების ღონისძიებების ჩატარების თაობაზე, მაგალითად, შენობების ენერგოეფექტურობის აუდიტი. ევროკავშირში დაგროვილია დიდი გამოცდილება ენერგოეფექტურობის MRV-თან დაკავშირებით (Measuring, Reporting, Verification – გაზომვა, ინფორმაციის წარმოდგენა, შემოწმება). შენობების ენერგოეფექტურობისადმი მოთხოვნების მიხედვით [7], ეროვნული კანონმდებლობის და სტანდარტების გამოყენებით, ტარდება შესაბამისი აუდიტი (საექსპერტო შეფასება). აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია პირველყოვლისა გამოვყოთ ის საკვანძო ელემენტები, რომლებსაც ეყრდნობა MRV-ს პროცესები. 21-ე საუკუნეში მიღებულია ევროკავშირის კომისიის დირექტივა შენობების ენერგეტიკული მახასიათებლების შესახებ, რომელიც ავალდებულებს წევრ ქვეყნებს, ახალი და არსებული შენობებისთვის ჩამოაყალიბონ მინიმალური ენერგეტიკული მახასიათებლების ნუსხა. ამასთან, ცალკეულმა ქვეყნებმა ახალი და რემონტის შემდგომ შენობებისთვის დანერგეს ენერგოეფექტურობის მოწმობის რეგულაცია. უნდა აღინიშნოს, რომ შენობა (ბინა) ვერ გაიყიდება, თუ არ გააჩნია ასეთი

საბუთი. EU-ს ქვეყნები იღებენ პასუხისმგებლობას ზემოთ აღნიშნული დირექტივის შესრულებაზე, რაც შეიცავს კვალიფიციური, დამოუკიდებელი და აკრედიტებული ექსპერტების მიერ შენობების ენერგოეფექტურობის სერტიფიკაციას: ჰაერის კონდენციორების და გათბობის შემოწმებების თანმიმდევრულ ჩატარებას. ევროპაში არსებული საწარმოო სიმძლავრეები წელიწადში 10-12 მლნ მ3 კერამზიტის წარმოების საშუალებას იძლევა, რაც მოთხოვნის მხოლოდ 80%-ს აკმაყოფილებს [8], ხოლო მსხვილპანელიანი სახლების გარე კედლების 70% ერთფენოვანი კერამზიტობეტონის ფილებიდან შედგება. ცალკე აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ შვედეთში, ფინეთსა და ნორვეგიაში პრაქტიკულად ამოწურულია იმ წიაღისეულის მარაგები, რომლებიც ამ ქვეყნებში მშენებლობაში ინერტულ მასალად გამოიყენებოდა და, მოძიებული ინფორმაციით, ეს ქვეყნები შესაბამის რესურსს ბელორუსსა და რუსეთში ეძებენ. მაქსიმალურად უნდა ვეცადოდ ეს გამოთავისუფლებული ნიშა ჩვენი ნედლეულით და პროდუქციით შევავსოთ. ჩვენ შეგნებულად შევჩერდით კერამზიტზე. მისი გრანულების ზომების მიხედვით (5-40მმ) შეგვიძლია მივიღოთ საამშენებლო მასალები სიმკვრივით 0.15-017კგ/დმ3, ხოლო თბოგამტარიანობით 0.07-0.18 ვტ/მ20C. ამასთან, კერამზიტს შესანიშნავი თბო და ბგერსაიზოლაციო თვისებები გააჩნია, რამაც დადებითი გავლენა უნდა მოახდინოს ენერგოეფექტურობის თანამედროვე მოთხოვნების რეალიზაციაზე. ვინაიდან ცნობილია, რომ ენერგომატარებლების ხარჯი, განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში, საბინაო-კომუნალურ სექტორზე მოდის, კერამზიტის გამოყენება, როგორც სხვენის და სართულშორისი თბოსაიზოლაციო ნაყარი მასალა, ამ ხარჯს მინიმუმ 20% შეამცირებს (ევროსტანდარტი EN13166 -EN13177, Thermal insulation products for buildings and building services end use applications). აღვნიშნავთ, რომ თბოგამტარიანობის მნიშვნელობა ვერ განსაზღვრავს იმას, თუ ცალკეულ შემთხვევაში შენობა-ნაგებობის თბოიზოლაციისთვის რა სისქის კერამზიტის ფენის დაყრაა საჭირო. ამ შემთხვევაში აუცილებლად გასათვალისწინებელია არა მარტო გადახურვის ან იატაკის, არამედ თვითონ შენობის კონსტრუქცია, რისთვისაც აუცილებელია თბოგადაცემის წინაღობის კოეფიციენტის ცოდნა. წინამდებარე დოკუმენტში მოცემული კვლევების და გაზომვების შედეგები მიღებულია სტუ-ში, ევროსტანდარტების EN 13055-1 დაE13055-2 მეთოდიკის მიხედვით. კერამზიტის მიღების ტემპერატურებზე (600-12000C) თიხაფიქალი, აფუების ხარჯზე, მოცულობაში 2-3 იმატებს. აქედან გამომდინარე, თიხაფიქალებიდან წარმოებული ბეტონის კონსტრუქციები მსუბუქია, რაც დადებითად მოქმედებს სეისმომედეგობაზე. გამორჩეული ფილტრაციული და სადრენაჟო შემვსებია. გამოიყენება ტრადიციულ ჰიდროსაიზოლაციო სისტემებში ფილტრაციული დაზვინვის დროს.

პრობლემის გადაჭრის გზები

პროექტის განხორციელების პირველი მიმართულებაა - მდ. დურუჯის კალაპოტში ღვარცოფის პრევენციის ღონისძიებების ჩატარება, ეკოეფექტური დამცავი სისტემის პირველადი პროექტის და მისი განხორციელების ბიზნეს გეგმის შემუშავება, გარემოზე ზემოქმედების შეფასება.

აუცილებელია შემდეგი კვლევების და სამუშაოების ჩატარება:

1. ღვარცოფული ნატანის შესწავლა-დახასიათება;

2. ადრინდელი გაფრთხილების სისტემის დამუშავება-დანერგვა;

3. ღვარცოფის საწინააღმდეგო სამუშაოების დაპროექტება და პროექტის რეალიზაცია.

ყველა ღონისძიება უნდა განხორციელდეს მსოფლიოში არსებული პრაქტიკის ანალიზის საფუძველზე (ერთ-ერთი ვარიანტია, მაგალითად: დარგის სპეციალისტების მიერ რეკომენდებულია ქ. ყვარლიდან ღვარცოფის დინების მიმართულებით, ქალაქიდან 5-8კმ მანძილზე, მდინარე დურუჯის კალაპოტში დამონტაჟდეს ფოლადის დრეკადი ბადე (Flexxible Wire Mesh), სიგრძე 30 მ და სიმაღლე 4.5 მ (ფოტო 9), რომლის მასალა და კონსტრუქცია უნდა შეესაბამებოდეს ღვარცოფის გამოკვლეულ ძალოვან მახასიათებლებს და სიმტკიცის მონაცემებით, 1.5-ჯერ აღემატებოდეს მათ [9, 10].

ჩამოთვლილი ღონისძიებებიდან დღეს მოქმედებს მხოლოდ მე-2 პუნქტი - ადრეული გაფრთხილების სისტემა. გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ფოტო 9-ზე მოცემული ვარიანტებიდან პირველი რიგის სამუშაოები უნდა განხორციელდეს მე-II სქემის მიხედვით - 6-7 მ სიღრმის თხრილების ამოღება და დამცავი კედლის მუდმივი მოზვინვა მდინარის ნატანით. პერსპექტივაში დამცავი კედლის ფრონტალური მხრიდან, ადგილზე არსებული ქვებით, უნდა შეიკრას გამბიონებისგან შემდგარი კედელი.

პროექტის მეორე მიმართულება: თიხაფიქალებიდან მსუბუქი თბოსაიზოლაციო მასალების წარმოება.

სამშენებლო თბოსაიზოლაციო [11] მასალების გამოყენება ხელს უწყობს ნაგებობების და კონსტრუქციების საერთო მასის სიმსუბუქეს, იზოგება საშენი მასალები – ლითონი, აგური, ბეტონი და, რაც მთავარია, სათბობი რესურსები. კვლევებით დადგენილია, რომ თბოსაიზოლაციო მასალის დაბალ თბოგამტარობას და სიმსუბუქეს განაპირობებს მისი ფოროვანი სტრუქტურა. მაღალფორიანი მასალების მისაღებად სხვადასხვა ტექნოლოგიური ხერხი გამოიყენება: სპეციალური ამაფუებელი ან წვადი დანამატების გამოყენება, ბოჭკოვანი კარკასის მიღება, მექანიკური დისპერგირების მეთოდი და სხვ.

ალტერნატივა. ფოროვანი სტრუქტურის არაორგანული თბოსაიზოლაციო მასალებისგან განსაკუთრებით მაღალი საექსპლუატაციო თვისებებით ქაფმინა გამოირჩევა. ამჟამად ის წარმატებით იწარმოება, ძირითადად, აშშ–ში, ჩეხეთში, რუსეთსა და ბელორუსში ფილებისა და ბლოკების სახით. იქ, სადაც მაღალი მექანიკური სიმტკიცე და სტაბილურობაა საჭირო, გამოიყენება, როგორც მზა კონსტრუქციულ-თბოსაიზოლაციო სამშენებლო მასალა.

ქაფმინის წარმოების ტრადიციული ტექნოლოგია ითვალისწინებს ბუნებრივი და სინთეზური ნედლეულის ნარევის მაღალტემპერატურულ ხარშვას, მიღებული მასალის დაფქვას, ამაფუებელი კომპონენტის შერევას და ნარევის აფუება-შეცხობას სპეციალურ ღუმელებში ცეცხლგამძლე ფორმების გამოყენებით.

ტექნოლოგიური პროცესის სირთულე, ენერგოტევადი თბური აგრეგატების გამოყენების აუცილებლობა, ტიპური მოწყობილობების და იაფი, არადეფიციტური ნედლეულის ნაკლებობა, გარკვეულწილად ზღუდავს ქაფმინის წარმოებას და ფართოდ გამოყენებას.

საქართველოში ენერგოდანაკარგების შემცირების ხელშემწყობი ფაქტორი შეიძლება გახდეს ეფექტური და ეკოლოგიურად სუფთა თბოსაიზოლაციო მასალების დანერგვა, მით უმეტეს, რომ ასეთი მასალების საწარმოებლად მრავლად მოიპოვება ბუნებრივი მინერალური ნედლეული. კვლევისა და ინოვაციების სფეროში ისეთი მიმართულებების შემუშავება არის შემოთავაზებული, რომელიც შეესაბამება ევროპის ენერგოეფექტურობის სტანდარტებს EN 15603 და 15217. ამ სტანდარტების მიღწევით მინიმუმ 4-ჯერ შემცირდება 1მ2-ზე დახარჯული ენერგომატარებლების რაოდენობა. ექსპერიმენტებისთვის შერჩეულია მდ. დურუჯის ხეობაში ღვარცოფული პროცესების შედეგად დაგროვილი თიხური ფიქალების ბუნებრივი არაერთგვაროვანი ჩამონატანი (ფოტო 11). თიხაფიქალების წინასწარი კვლევით გამოვლინდა მაღალტემპერატურულ ინტერვალში თერმული დამუშავებისას მისი თვითაფუების უნარი [12] ყოველგვარი ამაფუებელი დანამატის გარეშე და მოცულობის მკვეთრი ზრდა. ლაბორატორიაში, წინასწარი კვლევის შედეგად (ფოტო 12), მიღებულია აფუებული ფოროვანი მასალის ნიმუში თიხაფიქალის საფუძველზე.

პოლიტიკურ დოკუმენტში წარმოდგენილი პროექტი ითვალისწინებს:

- მდ. დურუჯის თიხაფიქალების სხვადასხვა სახეობების (ქვა, ფიქალი, ქვიშა, ლამი და სხვ.) შესწავლას აფუების ოპტიმალური პირობების დასადგენად;
- ნედლეულის დისპერსულობის გავლენის კვლევას შეცხობა-აფუების პროცესების მიმდინარეობაზე;
- სხვადასხვა მალღობელი ოქსიდების გავლენის დადგენას აფუების პროცესზე;
- მაკორექტირებელი ბუნებრივი დანამატების შერჩევას;
- ნარევის შემადგენელი ინგრედიენტების ურთიერთგავლენის კვლევას აფუების პროცესის კინეტიკაზე;
- თიხაფიქალის და მაკორექტირებელი დანამატის საფუძველზე შემადგენლობების
- დამუშავებას;
- ნარევის შეცხობის ტემპერატურული რეჟიმის და აფუების ინტერვალის დადგენას;
- კვლევებს შეცხობისა და აფუების ტემპერატურის შესამცირებლად;
- მიღებული ლაბორატორიული ნიმუშების პარამეტრების განსაზღვრას;
- ოპტიმალური შედგენილობების და მასალის წარმოების ტექნოლოგიის შერჩევას;
- ნაკეთობის გაბარიტული ზომების ცვლილების გავლენის კვლევას აფუების ერთგვაროვნებაზე.

პროექტის მესამე მიმართულება ითვალისწინებს მდ. დურუჯის თიხაფიქალების გამოყენებით, ევროსტანდარტის EN 197-1 შესაბამისი მინერალურდანამატიანი ცემენტის - „პორტლანდცემენტი გამომწვარი თიხაფიქალებით“, მიღების ტექნოლოგიის შემუშავებას [13]. რიგი მიზეზების გამო, 20 წელიწადზე მეტია, საქართველოს ცემენტის ქარხნები იყენებენ არაკონდიციურ მასალებს ან განახორციელებენ მინერალური დანამატის იმპორტს. ეს იწვევს ან ცემენტის ხარისხის გაუარესებას ან ძვირადღირებული კომპონენტის – კლინკერის საბოლოო ღირებულების გაზრდას, რაც ამცირებს ბაზარზე კონკურენტუნარიანობას. ევროპულ ქვეყნებში პორტლანდცემენტის მინერალურ დანამატად დიდი ხანია იყენებენ გამომწვარ თიხაფიქალებს: 6-დან 20 %-მდე CEM II/A-T-ის და 21-დან 35 %-მდე - CEM II/B-T-ის საწარმოებლად[14]. თიხაფიქალების აქტიური მინერალური დანამატის სახით გამოყენების მიზნით, საჭიროა რიგი კვლევების ჩატარება:

- დადგინდეს მდ. დურუჯის ხეობის თიხაფიქალების გამოწვის ოპტიმალური ტემპერატურა;
- შეირჩეს დანამატის ოპტიმალური რაოდენობა პორტლანდცემენტში;
- შეირჩეს ცემენტის დაფქვის ან ერთობლივი ან განცალკევებული მეთოდებიდან უპირატესი.

დღეს საქართველოში ცემენტის წლიური წარმოება 2 მლნ ტონას უახლოვდება და დურუჯის თიხაფიქალის, როგორც მინერალური დანამატის, საშუალოდ 25%-იანი გამოყენება გვაძლევს საშუალებას ქ. ყვარლის მიდამოებიდან გამოვიტანოთ და გადავამუშაოთ თითქმის ნახევარი მილიონი ტონა ნაშალი თიხაფიქალი, რაც 2-3ჯერ აღემატება საშუალო წლიურ ჩამონატანს. არ შეიძლება არ აღინიშნოს ქართული ცემენტის საექსპორტო რეალიზაციის ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი. როგორც ცნობილია, მიუხედავად 2 ახალი ქარხნის ექსპლუატაციაში გაშვებისა, აზერბაიჯანი განიცდის ცემენტის დეფიციტს. აზერბაიჯანის ქარხნები ბაქოს მიდამოებში ძირითადად აწარმოებენ არასამომხმარებლო, გაცილებით ძვირ ცემენტის მაღალ მარკებს და ამ პროდუქციის დამკვეთია ნავთობმომპოვებელი მრეწველობა. ამასთან, აზერბაიჯანის შესაბამისი სტრუქტურები მკაცრად აკონტროლებენ ქვეყანაში შემოსულ იმპორტს იმ მიზნით, რომ არათუ პროდუქცია იყოს დამზადებული სომხეთში, არამედ, ნედლეულიც და შემადგენლობის კომპონენტების წარმომავლობაც არ უნდა იყოს იქაური. ჩვენთან წარმოებული ცემენტისა და საამშენებლო ნაკეთობათა გარკვეული ნაწილი სომხეთიდან შემოტანილ პემზას და პერლიტს შეიცავს, რაც აზერბაიჯანში ექსპორტს აფერხებს. აქედან გამომდინარე, ქართული წარმომავლობის ნედლეულის გამოყენება გაზრდის ცემენტისა და ნაკეთობების ექსპორტს და, შესაბამისად, წარმოების მოცულობას.

პროექტის მეოთხე მიმართულება ითვალისწინებს ენერგოეფექტური საშენი მასალის - კერამზიტის წარმოებას. ეს საამშენებლო მასალა (ფოტო 13) არა მარტო ჩვენს ქვეყანაში, არამედ რეგიონში არ იწარმოება (აზებაიჯანში ერთი-ორ კუსტარულ საწარმოს თუ არ ჩავთვლით), შესაბამისად, მისი წარმოების იმპლემენტაცია ინოვაციას წარმოადგენს და მას საექსპორტო პროდუქტის მნიშვნელობა ენიჭება. იგი მიიღება მბრუნავ ღუმელებში თიხაფიქალების გამოწვისას გარკვეულ ტემპერატურულ ინტერვალში. საბოლოო პროდუქცია გრანულირებულ მასას წარმოადგენს. ევროპაში არსებული საწარმოო სიმძლავრეები წელიწადში 10-12 მლნ მ3 კერამზიტის წარმოების საშუალებას იძლევა, რაც მოთხოვნის მხოლოდ 80%-ს აკმაყოფილებს. წინამდებარე დოკუმენტში მოცემული კვლევების შედეგები მიღებულია სტუ-ში, ევროსტანდარტების EN 13055-1 და EN 13055-2 მეთოდიკის მიხედვით. კერამზიტის მიღებისას ტემპერატურებზე თიხაფიქალის მოცულობაში 2-3 აფუების ხარჯზე, კერამზიტის წარმოებული ბეტონის კონსტრუქციები მსუბუქია[15], რაც დადებითად მოქმედებს სეისმომედეგობაზე. გამორჩეული ფილტრაციული და სადრენაჟო შემვსებია. გამოიყენება ტრადიციულ ჰიდროსაიზოლაციო სისტემებში ფილტრაციული დაზვინვის დროს. საქართველოში წარმოებული ცემენტის მთლიანი რაოდენობიდან - 2 მლნ. ტ, 30%-ი საკედლე ბლოკების და სხვა ნაკეთობების წარმოებაზე მიდის. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ერთ საკედლე ბლოკს საშუალოდ 2 კგ ცემენტი ჭირდება, გამოდის, რომ საქართველოში დაახლოებით 250-300 მლნ ცალი ბლოკი იწარმოება. ზოგადად, ასეთი ბლოკი 18-25 კგ იწონის. შემვსების და კედლის სისქის შესაბამისად დურუჯის თიხაფიქალებიდან წარმოებული კერამზიტის გამოყენება (ფოტო 13) შემდეგ უპირატესობებს მოგვცემს: მაგალითად, აგურის ნაშენთან შედარებით კედლის სისქე საშუალოდ 1.9-ჯერ მცირდება; ნაკეთობის ცალობა – 8-ჯერ; კედლის წონა - 2.35-

ჯერ; დუღაბის ხარჯი – 9-ჯერ; ნაშენის სამუშაოების ხანგრძლივობა – 3.5-ჯერ, ხოლო გალესვის სამუშაოების – 4-ჯერ. კერამზიტობეტონისგან დამზადებული საკედლე ბლოკები უზრუნველყოფს: კედლის 1მ2 ღირებულების შემცირებას 25%-ით, საკედლე ბლოკების ჯამურ წარმოებაში, მოგვცემს საშუალებას მინიმუმ 40%-დე შევამციროთ მათი წონა. ნაყარი კერამზიტის ფასი: 1მ3 = 22-25 $. კერამზიტის საკედლე ბლოკების ფასი ზომების მიხედვით: 50-70 $ /მ3 ერთ ქვეშზე (პოდონი), ზომებიდან გამომდინარე ეტევა 72-110 ცალი (1მ3 ამ ზომის 390x190x188 72 ბლოკი შედის). პოლიტიკურ დოკუმენტში განხილული პროექტის შინაარსი ნათლად გვიჩვენებს, რომ ჩვენ წინადადებას ალტერნატივა არ გააჩნია. გთავაზობთ კაპიტალდაბანდების კრებსით ცხრილს (დანართი ცხრ.4). საქართველოში, ცემენტის მთლიან წარმოებაში გამომწვარი თიხაფიქალის 10% გამოყენება გვაძლევს საშუალებას, მთლიანი კაპიტალდაბანდება პირველსავე წელიწადს ამოვიღოთ.

რეკომენდაციები

წარმოდგენილი პოლიტიკური დოკუმენტის საფუძველზე:

დღესვე შესაძლებელია სხვადასხვა სფეროში თიხაფიქალების დიდი რაოდენებობით გამოყენება, მაგალითად:

1. სოფლის მეურნეობა - თიხაფიქალებით ნიადაგის რეკულტივაცია;

2. ხანძარსაწინააღმდეგო მინერალური ფხვნილების წარმოება;

3. მაღალი ძაბვის გადამცემი ხაზების იზოლიატორები, რადგან ასეთი წარმოება რამდენიმე წლის წინ მოქმედებდა ყვარელში. საჭიროდ ვთვლით აღნიშნული ინფორმაცია მიეწოდოს ენერგეტიკის სამინისტროს, "თელასსა" და შესაბამისი პროფილის სხვა ორგანიზაციებს;

4. ცემენტის კლინკერის წარმოება. საწარმოები კასპსა და რუსთავშია, ანუ ყვარლიდან დაშორებულია 130-200 კმ-ით. მიუხედავად მისი უფასოდ და ულიცენზიოდ გამოტანის უფლებისა, 1ტ თიხაფიქალის ტრანსპორტირება 20–25 ლარი ჯდება, ამიტომ კლინკერის მწარმოებელი არ ინტერესდება მისი გამოყენებით. სასურველია გადაზიდვების ფასის დაკლება ან სუბსიდირება, რაც დატვირთავს კახეთის რ/გზას;

5. ცემენტის პუცოლანური დანამატი რეგლამენტირებულია ევროსტანდართით EN 197 - 1. კლინკერთან შედარებით ფასი 80-100 ლ/ტ ნაკლებია, ხოლო თვითღირებულებაა 40-50 ლ/ტ. მოსალოდნელია დაინტერესება ბეტონის მწარმოებლის მხრიდან;

6. ბეტონის მამოდიფიცირებელი დანამატი. თვითღირებულება ცემენტთან შედარებით ნაკლებია 35 – 45%. ბეტონში იძლევა 10% ცემენტის ჩანაცვლების საშუალებას და, ამასთან, აუმჯობესებს ტექნიკურ თვისებებს. ეს ტექნოლოგია ფართოდ გავრცელებულია განვითარებულ ქვეყნებში;

7. მარკეტინგული კვლევებით გამოვლენილი საექსპორტო პროდუქცია: კერამიკული აგური, კრამიტი, საოჯახო ჭურჭელი, სასუვენირო და ღვინის ბოთლები, ქვევრები. თიხაფიქლის აგური, ბაზარზე კონკურენტუნარიანი იქნება როგორც ხარისხით, ისე თვითღირებულებით; გაიზრდება ღვინის ბოთლებისა და ქვევრების წარმოება, მეღვინეობის განვითარებას ახალი სტიმული მიეცემა;

8. ფორიანი თბოსაიზოლაციო მასალები და ბეტონის შემავსებელი-კერამზიტი. საქართველოში კერამზიტის წარმოება გააჩერეს XX საუკუნის ბოლოს. არსებული ენერგეტიკული სიტუაცია, ევროკავშირთან ასოცირება, ასამოქმედებელი "საქართველოს სამშენებლო კოდექსი" - "ითხოვს" მშენებლობისას თბოსაიზოლაციო მასალების გამოყენებით, ნაგებობათა ენერგოეფექტურობის (თბოდანაკარგის შემცირებას) მიღწევას. ფორიანი თბოსაიზოლაციო ბუნებრივ მასალათა საბადოები საქართველოში უხვადაა, მაგრამ მდ. დურუჯის კალაპოტი ფენომენია რეგიონში, რაც აადვილებს და აიაფებს თიხაფიქალების გამოყენებას. გამოსავალს ვხედავთ: თიხაფიქლების გამოყენებით ფორიან ხელოვნურ მასალათა დაპატენტებული ტექნოლოგიების ათვისებაში და კერამზიტის წარმოების აღდგენაში, როგორც ეს ხდება EU ქვეყნებში;

9. ბალასტი საგზაო და სააეროდრომო ასაფრენ-დასაჯდომი ტრასების მშენებლობისთვის. საქართველოში, კახეთის რეგიონში, იგეგმება 370 კმ გზების მშენებლობა. 1 კმ 6 – 30 მ სიგანის გზის მშენებლობას ესაჭიროება 10,0 – 50,0 ათასი ტ (6,0 – 31,0 ათასი მ3) ბალასტი. კახეთში გზების მშენებლობას დასჭირდება 3,7 – 18,5 მლნ.ტ (2,3 – 11,5 მლნ მ3) თიხაფიქლის ბალასტი, მაგრამ შესაქმნელია "თიხაფიქლის ბალასტად გამოყენების" ტექნიკური პირობები და შიდასახელმწიფო სტანდარტი. მსგავსი პრაქტიკა ("წვად თიხაფიქლებზე") ცნობილია რუსეთსა და უკრაინაში;

10. შემავსებელი ქვიშა-ღორღი, 100 – 400 M-ის ე.წ. "მძიმე ბეტონები"-სთვის. ჩვენი კვლევებით, აღნიშნულ სფეროს შეუძლია მოიხმაროს 8,0 – 10,0 მლნ.ტ. თიხაფიქალი, მაგრამ შესაქმნელია "თიხაფიქლის ბეტონის შემავსებლად გამოყენების" ეროვნული ნორმატიული დოკუმენტაცია;

11. ბეტონის ნაპირსამაგრი ნაგებობები თიხაფიქალების გამოყენებით. ბეტონის წყლისა და ღვარცოფის შემაბრკოლებელი/ამრიდი ბლოკები, ტეტრაპოდები (ГОСТ 20425-75); წყლისა და ღვარცოფის შემაბრკოლებელი, შემაკავებელი და ამრიდი კედლები/ჯებირები, კაშხალთა კასკადი. ამ შემთხვევაშიც შესაქმნელია "თიხაფიქლური ბეტონიდან ჰიდროტექნიკური დანიშნულების დამცავი ნაკეთობა/ნაგებობების დამზადების" ეროვნული ნორმატული დოკუმენტაცია.

დასკვნა

ქვეყანაში მდგრადი ეკონომიკის განვითარებისთვის, საკუთარი და უცხოური ინვესტიციების მოზიდვისთვის, ინოვაციური საქმიანობის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ამაღლებისთვის, სახელმწიფო ვალდებულია შექმნას ხელსაყრელი პირობები. განახორციელოს წარმოების ტექნოლოგიური მოდერნიზაციისა და საწარმოთა რესტრუქტურიზაციის პროგრამების მხარდაჭერა. შეიმუშაოს ინოვაციური მეწარმეობის

წახალისების გეგმა და შექმნას და განავითაროს შესაბამისი სამართლებრივი ბაზა. ზემოთ აღნიშნული დებულებებიდან გამომდინარე, ქ. ყვარელში ღვარცოფის მოსალაოდნელი შევარდნის პრევენციის მიზნით და ქვეყანაში 10-ზე მეტი საექსპორტო პროდუქციის საწარმოს დასაარსებლად, პროექტის სახით წარმოდგენილ პოლიტიკურ დოკუმენტს ალტერნატივა არ გააჩნია. დურუჯის თიხაფიქალებიდან წარმოებული და მშენებლობაში გამოყენებული მაგალითად კერამზიტი, შემდეგ უპირატესობებს მოგვცემს: აგურის ნაშენთან შედარებით კედლის სისქე საშუალოდ 1.9-ჯერ მცირდება; ნაკეთობის ცალობა – 8-ჯერ; კედლის წონა - 2.35-ჯერ; დუღაბის ხარჯი – 9-ჯერ; ნაშენის სამუშაოების ხანგრძლივობა – 3.5-ჯერ, ხოლო გალესვის სამუშაოების – 4-ჯერ. კერამზიტობეტონისგან დამზადებული საკედლე ბლოკები უზრუნველყოფს: კედლის 1მ2 ღირებულების შემცირებას 25%, საკედლე ბლოკების ჯამურ წარმოებაში მოგვცემს საშუალებას, მინიმუმ 40%-მდე შევამციროთ მათი წონა. წარმოდგენილი ინოვაციური მასალებით გაწეული მშენებლობა მოგვცემს საშუალებას, შევასრულოთ ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულების მიხედვით აღებული ვალდებულებები.

დანართი

ფოტო 1 - ილია ჭავჭავაძის ინიციატივით აშენებული დამბა.

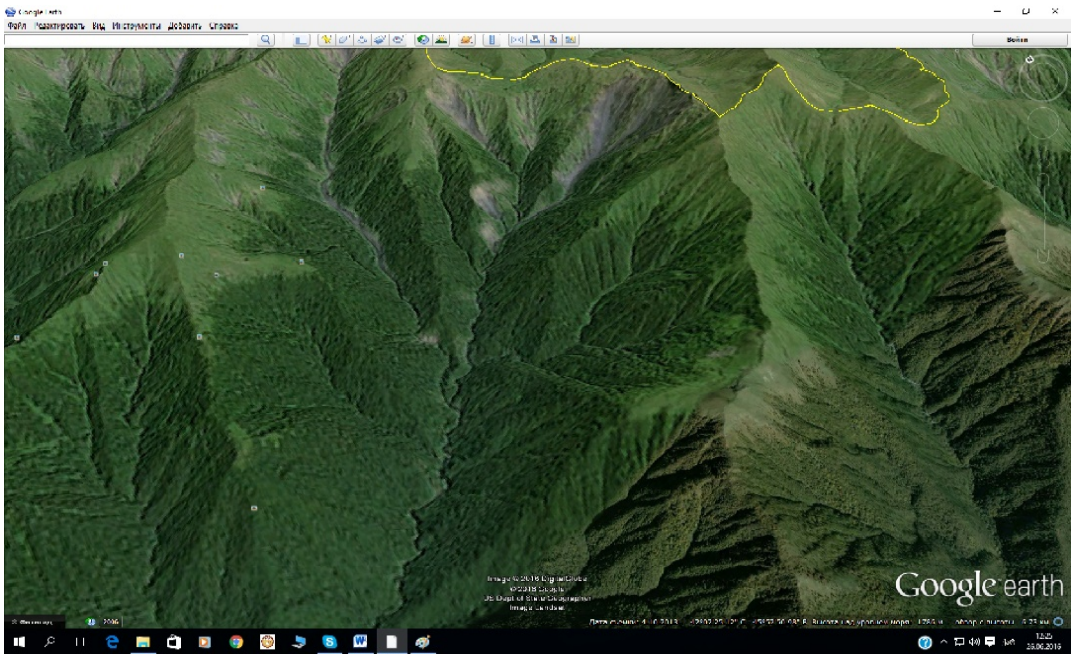
ფოტო 2. ქ. ყვარლის მდგომარეობა 1949 წ ღვარცოფის შემდეგ.

ფოტო 3 – 1952 წელს აშენებული დამბა.

ფოტო 4- დამცავი დამბის დღევანდელი მდგომარეობა.

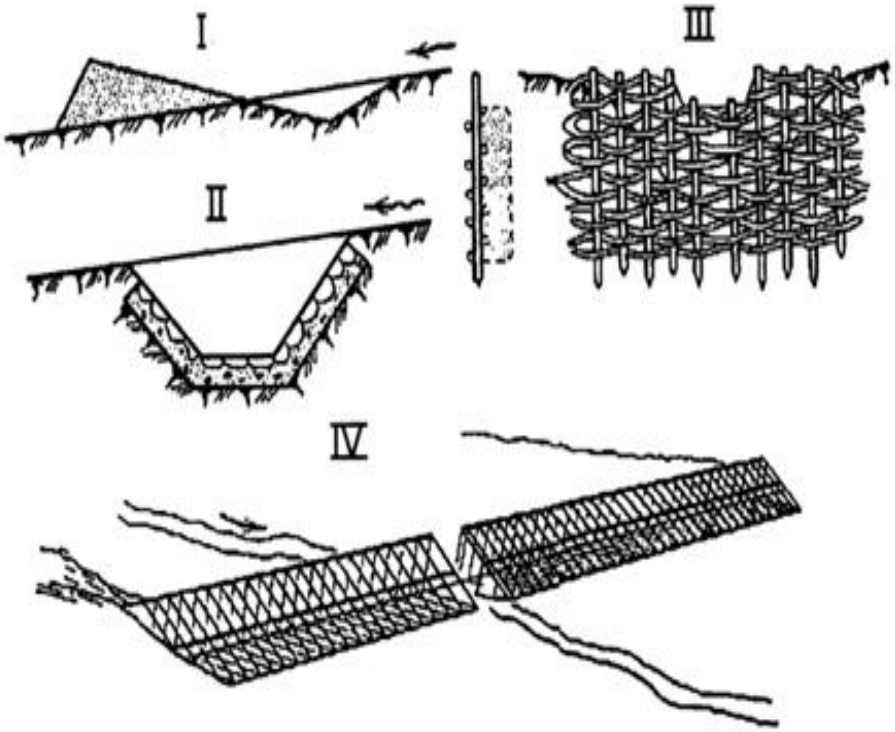
ფოტო 5 - მდ. დურუჯი, 2014წ., ივნისი.

ფოტო 6- ქ. ყვარელი და მდ. დურუჯის კალაპოტი

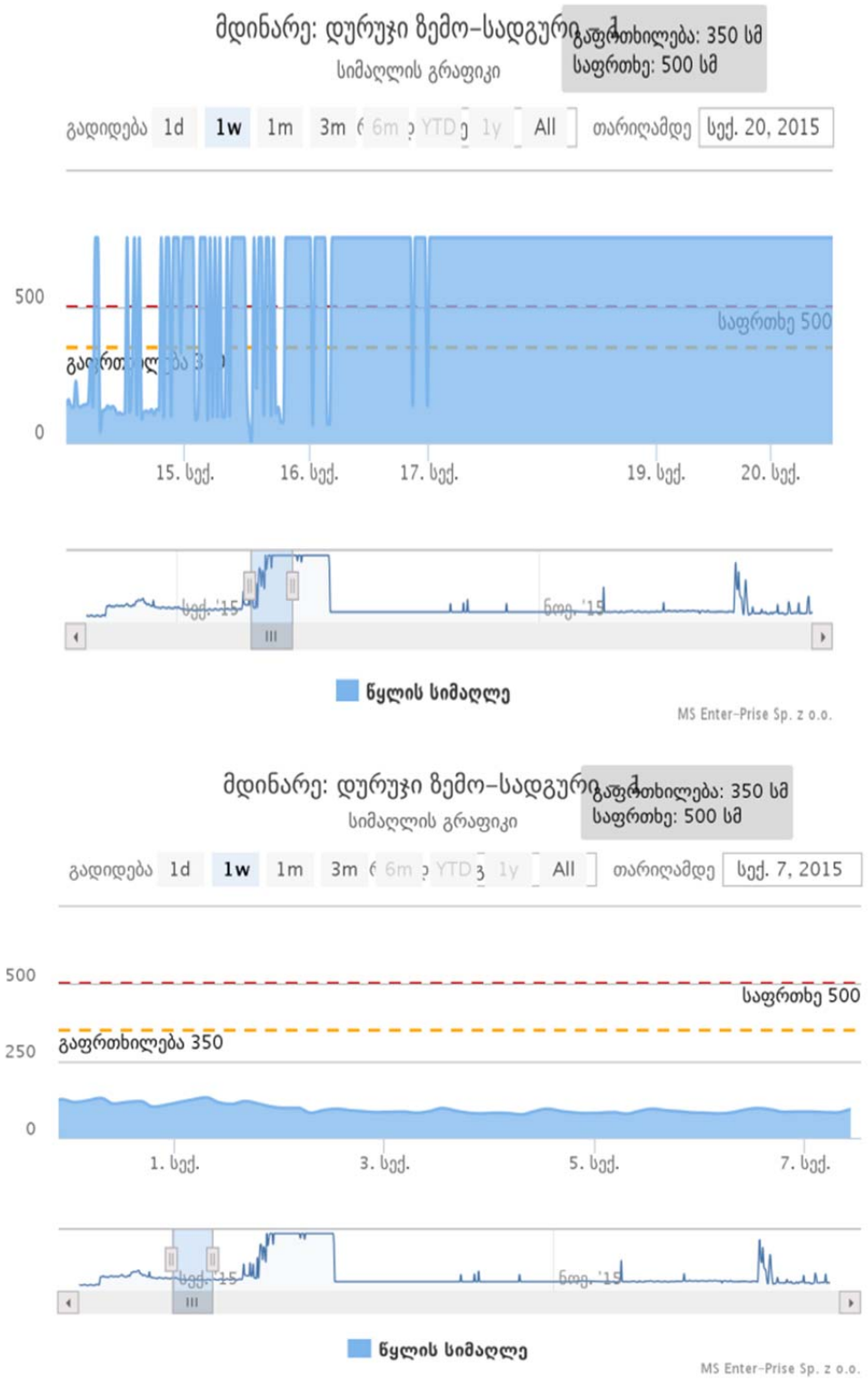


ფოტო 7 –მდ.დურუჯის ხეობა.

ფოტო 8. ადრეული გაფრთხილების სისტემა.



ფოტო 9 - ღვარცოფის საწინააღმდეგო პრევენციული ზომების ვარიანტები.



ფოტო 10- ადრეული გაფრთხილების სისტემის მიერ მოწოდებული ინფორმაცია მდ. დურუჯის სათავეებში წყლის დაგუბების შესახებ.

№	საამშენებლო მასალების ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობა	%
1	სილიციუმის დიოქსიდი (ში 2),), არა უმეტეს	50-55
2	ალუმინის და ტიტანის ოქსიდების (ლ2 3 +თი 2), ჯამური რაოდენობა	>>10>>25
3	რკინის ოქსიდების (ე + ე2 3), ჯამი	>>2.5>>12
4	კალციუმის ოქსიდი (ჩა), არა უმეტეს	6
5	გოგირდის შენაერთების ჯამი შ 3 -ზე გადათვლით	1.5
6	მაგნიუმის ოქსიდი (გ), არა უმეტეს	4
7	კალიუმის და ნატრიუმის ოქსიდების (ა2 + 2). ჯამი	>>1.5>>6.0
8	ორგანული ნივთიერებები, არა უმეტეს	3

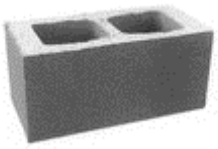
№	**მაჩვენებელი**	1	2	3
1.	მოცულობითი მასა, კგ/მ^3	500	700	900
2.	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, მპა	>>3.3>>4	**>>4,5>>5.3**	>>5.7>>7.8
3.	ფორიანობა, %	60-65	50-55	45-50
4.	წყალშთანთქმადობა, %	25	20	15
5.	აფუების ტემპერატურა, ^{0}ჩ	1220	1240	1270

ფოტო 11 - თიხაფიქალი და მისი ქიმიური და ფიზიკური მაჩვენებლები.

ფოტო 12 - ლაბორატორიაში მდ. დურუჯის თიხაფიქალისაგან მიღებული აფუებული ფოროვანი მასალის ნიმუში.

№	მაჩვენებელი	1	2	3
1.	მოცულობითი მასა, კგ/მ3	500	700	900
2.	სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, მპა	>>3.3>>4	>>4,5>>5.3	>>5.7>>7.8
3.	ფორიანობა, %	60-65	50-55	45-50
4.	წყალშთანთქმადობა, %	25	20	15
5.	აფუების ტემპერატურა, °C 1220	1240	1270	

ფოტო 13 - კერამზიტი, გამომწვარი და აფუებული თიხაფიქალებიდან. გრანულებისზომა 5-40მმ და მისი ფიზიკური და მექანიკური მაჩვენებლები.

კერამზიტ ბლოკის ნაირსახეობა ერთი ბლოკის წონა	(კგ) კერამზიტბლოკის	ზომები (მმ)
	14,7	390x190x188
	12,2	390x190x188
	5,1	390x90x188
	9,7	390x90x188
	5,1	390x80x188
	8,4	390x80x188

ფოტო 14 -კერამზიტ ბლოკების წონა და ზომები კონსტრუქციის მიხედვით

კაპდაბანდებების კრებსითი ცხრილი

ცხრ.4

№	ეტაპების დასახელება	განხორციებლის პერიოდი, თვე	ღირებულება, §
1.	ღვარცოფის პრევენციის საშუალებების შეძენა, სამშენებლო და სამონტაჟო სამუშაოები:	6-12	645000
2.	წინასაპროექტო და საპროექტო სამუშაოები, საშენი მასალების ქარხნის ტერიტორიის მოწყობა, სამშენებლო სამუშაოები, მანქანა-დანადგარების შეძენა და მონტაჟი, წინასწარი ხარჯების და მონტაჟის სახელფასო ფონდი.	18	5433000
3.	სულ	18-22	6078000

ბიბლიოგრაფია

1. ASSOCIATION AGREEMENT between the European Union and the European Atomic Energy Community and their Member States, of the one part, and Georgia, of the other part, Official Journal of the European Union, 30.08.2014, (თავი 2, მუხლი 298-(ჰ)
2. Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework, European Council (23and24,October,2014), www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf.
3. Covenant of Mayors for Climate and Energy, http://www.covenantofmayors.eu/index_en.html.
4. „მდინარე დურუჯი ყვარელს ეკოლოგიური კატასტროფით ემუქრება“. Region.ge, 24.03.10, http://www.regions.ge/14&newsid=3387&year=2010&position=news_main.
5. “დურუჯი და კაბალი – საშიში მდინარეები კახეთში”, 19.05.2016, http://www.heretifm.com/?p=35339 .
6. "ღვარცოფების მოძრაობის პირობები და ზოგიერთი საინჟინრო ამოცანის გადაწყვეტის გზები”, ნინო უნდილაშვილი, დისერტაცია, 2006, http://www.nplg.gov.ge/dlibrary/collect/0002/000479/Undilashvili%20N..pdf.
7. International Consultant in Energy Efficiency in Buildings, UNDP, https://jobs.undp.org/cj_view_job.cfm?cur_job_id=63452.
8. European Expanded Clay Association – EXCA, http://www.exca.eu

9. Mud Flow Barrier Abstract - NCEES, http://ncees.org/wp-content/uploads/2012/11/Engineering-Award_Cal-State-LA.pdf.

10. ე. შაფაქიძე, რ. სხვიტარიძე, ლ. გაბუნია, ი. ქამუშაძე, ი. გეჯაძე. "მოსალოდნელი "თიხაფიქალური ეკოლოგიური კატასტროფა" და მისი პრევენციის ტექნოლოგიური გზები".//საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია. 2014, ტ.40 №2-3.

11. რ. სხვიტარიძე, ე. შაფაქიძე, ი. გიორგაძე, შ. ვერულავა. "საქართველოში ეკო– და ენერგოეფექტური საშენი მასალებით მშენებლობის პრობლემები და ტექნოლოგიები, მდ. დურუჯის, "ეკოგენურად განახლებადი ნატანი" თიხაფიქლის გამოყენებით". სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი "ენერგია",№4(76)/2015,

12. ლ. გაბუნია, ი. ქამუშაძე, ე. შაფაქიძე, ი. გეჯაძე, რ. კვატაშიძე. "აფუებული მასალების მიღება ადგილობრივი მაგმური ქანების გამოყენებით". ჟურნალი "კერამიკა",№2,(25), თბილისი, 2011, "ფორიანი თბოსაიზოლაციო მასალების მიღების ტექნოლოგიის დამუშავება ადგილობრივი ბუნებრივი ნედლეულის საფუძველზე". კმნი-ს სამეცნიერო ანგარიში, 2009-2011წწ.

13. ე. შაფაქიძე, რ. სხვიტარიძე, ი. გეჯაძე, ვ. მაისურაძე, მ. ნადირაშვილი, ე. ხუჭუა. "კავკასიის ქედის ღვარცოფული ნაკადის შედეგად წარმოშობილი ნაშალი თიხაფიქალების ნატანის გამოკვლევა ცემენტის პუცოლანური დანამატის სახით. ჟურნალი "კერამიკა",№1(35), 2016წ.

14. რ. სხვიტარიძე, ბ. კეშელავა, გ. თათარაშვილი, ი. გიორგაძე. "ნანოდონეზე მოდიფიცირებული მინერალური დანამატების შემცველი ცემენტების გამოყენება". მე-12 საერთაშორისო კონფერენციის შრომები. ვარნა. ბულგარეთი. 2-24 სექტემბერი. 2009.

15. ზ. ქარუმიძე, მ. ტურძელაძე. "მსუბუქი ბეტონის მიღება დურუჯის თიხა-ფიქლის გამოყენებით". სტუ, თბილისი, 2008 წ.