

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

მიხეილ რობაქიძე

ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობა

სადოქტორო პროგრამა - „მშენებლობა“

შიფრი 0732

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2022 წ

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამშენებლო ფაკულტეტი
წყალმომარაგების, წყალარირების, თბოაირმომარაგების და შენობათა
საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი ლევან კლიმიაშვილი

თანახელმძღვანელი: პროფესორი ნანი მეფარიშვილი

რეცენზენტი: ასოცირებული პროფესორი კონსტანტინე ბზიავა

რეცენზენტი: ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური
დოქტორი, რამაზ ენუქიძე

დაცვა შედგება 2022 წლის ”27” ივლისი 11 საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე, კორპუსი I,
აუდიტორია 508

მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე.

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი:
პროფესორი

დემურ ტაბატაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

საქართველოს მსხვილ დასახლებულ პუნქტებში წყალმომარაგების და წყალარინების სისტემები არადამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში იმყოფება. მომველებული და გაუმართავი ინფრასტრუქტურის გამო ადგილი აქვს წყლის რესურსების არარაციონალურ გამოყენებას, ხოლო ჩამდინარე წყლების არასათანადო მართვის და გამწმენდი ნაგებობების არარსებობის შედეგად ხშირ შემთხვევაში ხდება გარემოს რეცეპტორების ხარისხობრივი მდგომარეობის გაუარესება. ჩამდინარე წყლებში ჭარბობს სხვადასხვა სახის ორგანული ნივთიერებები, ასევე მიკროორგანიზმები, რაც იწვევს ბაქტერიულ დაბინძურებას, ისინი წყალსატევებში ხვდებიან ყოველგვარი გაწმენდის გარეშე, ამიტომ მდინარეებში მაღალია ორგანული ნაერთების, ბიოგენური ელემენტების და სხვადასხვა პოლუტანტების კონცენტრაცია.

დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს ნედლეულის კომპლექსურ უნარჩენო გადამუშავების ტექნოლოგიურ დანერგვას. მნიშვნელოვანია, საიმედო გამწმენდი ნაგებობების და ჩამდინარე წყლების გაწმენდის თანამედროვე მეთოდების დანერგვა, ასევე, ადგილობრივი ბუნებრივი რესურსების გამოყენება ჩამდინარე წყლების ეფექტურად გაწმენდისათვის.

გამფილტრავი დანადგარისათვის აუცილებელი ელემენტია ფილტრის ჩატვირთვა. მისი არასწორი შერჩევა შეიძლება გადამწყვეტი იყოს გამფილტრავი დანადგარის გამართული მუშაობისათვის.

არსებობს მთელი რიგი ბუნებრივი სორბენტებისა, რომლებიც შეუცვლელია გარკვეული ჯგუფის მინარევებისაგან ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად და აქვთ კარგი სორბციული მონაცემები.

ნაშრომის მიზანი და ძირითადი ამოცანები. მნიშვნელოვანია საიმედო გამწმენდი ნაგებობების და ჩამდინარე წყლების გაწმენდის თანამედროვე მეთოდების დანერგვა, ასევე ადგილობრივი ბუნებრივი რესურსების გამოყენება ჩამდინარე წყლების ეფექტურად გაწმენდისათვის.

სადისერტაციო ნაშრომი მიზნად ისახავს შემუშავდეს გამწმენდი ნაგებობის მოდელი თანამედროვე მოთხოვნების გათვალისწინებით.

- დადგინდეს საქართველოს ტერიტორიაზე სხვადასხვა საბადოზე მოპოვებული ცეოლითების სორბციული თვისებები.
- მოხდეს ცეოლითების ფრაქციების შერჩევა ოპტიმალური ჰიდრო-დინამიკური მახასიათებლების ფილტრების შესაქმნელად.
- მოხდეს ცეოლითების სორბციული თვისებების შესწავლა წყლის მიკრობიოლოგიური დაბინძურებისაგან გასაწმენდად.
- შესწავლილ იქნას ჩამდინარე საკანალიზაციო წყლის ანტიბიოტიკ ტეტრაციკლინისაგან გაწმენდის ეფექტურობა ცეოლითის ფილტრის გამოყენებით.
- მოხდეს ცეოლითების სხვადასხვა ფრაქციების ჰიდროდინამიკური პარამეტრების შესწავლა წყლის მიკრობიოლოგიური გაწმენდისათვის.
- შესწავლილ იქნეს ცეოლითების ფილტრების გამოყენების ეფექტური ხანგრძლივობა.
- შემუშავდეს ნამუშევარი და გაბიძნილი ცეოლითების რეგენერაციის ეფექტური მეთოდი წყალბადის ზეჟანგის 5-10%-იანი ხსნარით, რითაც მოხდება ფილტრების მუშაობის ხანგრძლივობის 4-ჯერ გაზრდა.
- შეიქმნას ცეოლითების ფილტრების საწარმოო მოდელები.
- მოხდეს გამწმენდი ნაგებობის ოპტიმალური სქემის შერჩევა ჩამდინარე წყლების გაწმენდისათვის.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ცეოლითების გამოყენება ჩამდინარე წყლების გასუფთავების საკითხების გადაწყვეტაში, ასევე ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის ეფექტური სისტემის მოწყობისათვის.

კვლევის მეთოდები. თერმოგრაფიული ანალიზის მეთოდით შეფასდა კლინოპტილოლიტის შემცველი თერმული ტუფის რეზისტენტობა. ჩატარდა სპექტროსკოპული ანალიზი და ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების ლაბორატორიული კვლევა. ასევე გამოყენებულ იქნა ექსპერიმენტალური კვლევის მეთოდები შესაბამის ექსპერიმენტალურ სტენდებზე.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის კომპაქტური და რეგენირებული

ცეოლითებისა და ნახშირის ფილტრების გამოყენება საშუალებას იძლევა გავაუმჯობესოთ ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ხარისხი და რაოდენობა.

აეროტენკისა და ჩამდინარე წყლების შემკრები აუზების კომბინაცია საშუალებას იძლევა შემცირდეს მშენებლობის მთლიანი მოცულობა 25-30%-ით. ტრადიციული აეროტენკისა და შემკრები აუზების მთლიან მოცულობასთან შედარებით.

ცეოლითებისა და ნახშირის ფილტრების ასორბციული თვისებების გასაუმჯობესებლად გამოყენებულ იქნა 5-10%-იანი წყალბადის ზეჟანგი. გამოყენებული სორბენტები არის ადგილობრივი წარმოების, რაც განაპირობებს მათ ეკონომიკურ ეფექტიანობას.

მეცნიერული დებულებების, დასკვნებისა და პრაქტიკული რეკომენდაციების სარწმუნოობა. მიღებული შედეგების, დებულებებისა და დასკვნების სარწმუნოობა დასტურდება მათი მკაცრი დასაბუთებით, დასახული ამოცანების გადაწყვეტისათვის შემოთავაზებული ლოგიკური და სემანტიკური მოდელების მათემატიკური ინტერპრეტაციით, დამუშავებული კონცეპტუალური სქემებისა და დიაგრამების მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების შესაბამის რეალურ პროცესებთან იდენტურობითა და მსგავსებით;

პრაქტიკული ღირებულება. სადისერტაციო ნაშრომის შედეგებს აქვს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა. ისინი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას თანამედროვე გამწმენდი ნაგებობების მშენებლობისათვის.

ნაშრომის აპრობაცია. სადისერტაციო სამუშაოს ძირითადი დებულებები და შედეგები მისი დამუშავების სხვადასხვა ეტაპებზე მოხსენებულ და განხილულ იქნა სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებზე და სემინარებზე.

მათ შორის:

- საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე 1.
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალმომარაგება, წყალარინების, თბოაირმომარაგების და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტის სემინარებზე 2020-2022 წწ.

პუბლიკაციები. სადისერტაციო კვლევის ძირითად შედეგებზე გამოქვეყნებულია 4 ბეჭდვითი ნაშრომი.

პირადი წვლილი. სადისერტაციო თემის მიხედვით გამოქვეყნებულია თანაავტორობით რამდენიმე სტატია. ყველა შედეგი, რომელიც წარმოადგენს ამ ნაშრომის ძირითად შინაარსს, მიღებულია ავტორის მიერ დამოუკიდებლად.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლისაგან, ორი თავის, დასკვნის, ლიტერატურის სიისგან 79 დასახელებით. სამუშაოს ძირითადი მასალა გადმოცემულია ბეჭდვითი ტექსტის 113 გვერდზე, ილუსტრირდება 38 სურათით, 15 ცხრილით და 20 ნახაზით.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში წარმოდგენილია სადისერტაციო თემის აქტუალობა, ის ძირითადი ამოცანები და პრობლემები, რომლებიც წარმოიშობა კვლევის პროცესში. ჩამოყალიბებულია ნაშრომის მიზანი, კვლევის მეთოდები, მეცნიერული სიახლე და პრაქტიკული ღირებულება. მოცემულია ნაშრომის შინაარსის მოკლე ანოტაცია.

ლიტერატურის მიმოხილვაში გაანალიზებულია ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების არსებული მდგომარეობა საქართველოში. მდინარეებსა და ზღვაში ჩადის ჩამდინარე ბინძური წყალი, ასევე ქარხანა-ფაბრიკებიდან დაბინძურებული ტექნიკური წყალი. საქართველოში თითქმის ყველა კომპანია, იქნება ეს სამშენებლო თუ სამრეწველო საწარმო, რომელიც მდებარეობს ისეთ რეგიონში, სადაც არ არის ცენტრალური კანალიზაცია, მოხმარებულ წყალს და ფეკალურ მასებს უახლოეს მდინარეში ან ნიადაგში უშვებს, რის შედეგადაც გარემოში ჭარბობს სხვადასხვა სახის ორგანული ნივთიერებები, მდინარეებში კი მაღალია ორგანული ნაერთების ბიოგენური კონცენტრაცია. განხილულია განსაკუთრებით გავრცელებული მავნე ნივთიერებების მოხვედრის გზები გარემოში. გარემოში უკონტროლოდ დატოვებულმა ჩამდინარე წყლებმა შეიძლება გამოიწვიოს წყლით გადამტანი დაავადებები, რაც საფრთხეს უქმნის ადამიანთა სიცოცხლეს. თხევადი

ქიმიური ნარჩენების უმეტესი ნაწილი სააბაზანო ნიჟარის საშუალებით ირეცხება. საავადმყოფოდან ჩამდინარე წყლებში მოხვედრილი ყველაზე საშიში ნივთიერებებია: ანესთეტიკები, სადეზინფექციო საშუალებები, ლაბორატორიული ანალიზების დროს გამოყენებული ქიმიკატები, რენტგენის სურათების გამჟღავნების და დამუშავების პროცესის დროს, ასევე, იოდიზირებული რენტგენოკონტრასტულ გარემოში გამოყენებული ქიმიკატები და სხვ.

ასეთი მდგომარეობის გათვალისწინებით საქართველოს მთავრობას, საერთაშორისო დონორი ორგანიზაციების დახმარებით დაგეგმილი აქვს წყალმორაგებისა და წყალარინების სისტემების გაუმჯობესება. კანალიზაციის გამწმენდი ნაგებობის და მაგისტრალური საკანალიზაციო სამშენებლო სამუშაოები.

საქართველოს საკანონმდებლო მოთხოვნები წყალარინების სფეროსათვის: საქართველოს გარემოსდაცვითი სამართალი მოიცავს კონსტიტუციას, გარემოსდაცვით კანონებს, საერთაშორისო შეთანხმებებს, კანონქვემდებარე ნორმატიულ აქტებს, პრეზიდენტის ბრძანებულებებს, მინისტრთა კაბინეტის დადგენილებებს, მინისტრების ბრძანებებს, ინსტრუქციებს, რეგულაციებს და სხვა. საქართველო მიერთებულია საერთაშორისო, მათ შორის გარემოსდაცვით საერთაშორისო კონვენციებს.

წყლის თანამედროვე გამწმენდი ნაგებობების და სისტემების მიმოხილვა: მსოფლიოში ჩამდინარე წყლების გაწმენდის და მართვის მრავალი მეთოდი არის შემუშავებული. ზოგიერთი კი შემუშავების პროცესშია. ძველთან შედარებით, ეს მეთოდები ეკოლოგიური, ეკონომიკური და საზოგადოებრივი კუთხით გაუმჯობესებულია. გასუფთავების ახალი მეთოდები ბუნებრივ პროცესებს ეფუძნება და მდგრადობით გამოირჩევა, რასაც ვერ ვიტყვით იმ მეთოდებზე, რომლებიც დიდ ენერგიას საჭიროებს ან ქიმიურ კომპონენტებს იყენებს.

ზოგადად, გამწმენდი ბუნებრივი სისტემები, ჩვეულებრივთან შედარებით, წარმოადგენენ ალტერნატივას, რომელიც გარემოსთან

ადაპტირებული, არააგრესიული, ნაკლები დანახარჯის მქონეა. ისინი მცირე დასახლებებსა და ქალაქგარეთ რაიონებში (სადაც მიწის ფასი ხელმისაწვდომი და დაბალია), იდეალურად წმენდენ ჩამდინარე წყლებს. ბუნებრივი გამწმენდი სისტემები ოთხ ტიპად იყოფა: ა. მიწისზედა გამწმენდი მეთოდები; ბ. ჩამდინარე წყლების მდგრადი აუზები; გ. წყალმცენარეული სისტემები; დ. ხელოვნური ჭაობი. ასევე განხილულია სან-კლაუდოს საკანალიზაციო ნაგებობა, რომელიც თანამედროვე ტექნოლოგიებითა და ინოვაციებით არის მოწყობილი. შენობა აწყობილია ალუმინის ბადოვანი სტრუქტურით, რომელშიც დამონტაჟებულია დიდი ბეტონის ავზები, რის საშუალებითაც სპეციალური რეაგენტების გამოყენებით ცირკულირდება გასაწმენდი წყალი. ასევე საგულისხმოა უთანამედროვესი ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობა (ტაივანი). აღნიშნულ გამწმენდ ნაგებობას გარშემო აკრავს მთები. შენობა-ნაგებობები აგებულია ორშრიანი ალუმინის ფირფიტებისაგან.

2. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ფილტრების მახასიათებლები, კვლევის ამოცანები და მიზნის ჩამოყალიბება

ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ფილტრები და მათი შემავსებელი კომპონენტები. გამფილტრავი დანადგარისათვის აცილებელი ელემენტი ან ფილტრის ჩატვირთვა. მისი არასწორი შერჩევა შეიძლება გადამწყვეტი იყოს გამფილტრავი დანადგარის გამართული მუშაობისათვის. სორბციული სპეცმასალის ტექნიკური მოთხოვნები შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგნაირად: 1. ფილტრში ჩასატვირთი მასალის გრანულომეტრული მახასიათებლები; 2. სორბენტის გრანულების ერთგვაროვანი სიდიდეები; 3. ჩასატვირთი მასალის გრანულების ფიზიკური თვისებები; 4. გრანულების მდგრადობა გასაფილტრი სითხის ქიმიური შემადგენლობის მიმართ. არსებობს მთელი რიგი ბუნებრივი სორბენტებისა, რომლებიც შეუცვლელია გარკვეული ჯგუფის მინარევებისაგან ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად და აქვთ კარგი სორბციული მონაცემები.

ცეოლითების გამოყენება ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ინტენსიფიკაციისათვის. კვლევებმა ცხადყო, რომ ბუნებრივი ცეოლითები

წარმოადგენენ დაბინძურებული წყლის გაწმენდის ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებას. ამჟამად ცნობილია ცეოლითის 40 სახეობა. ცეოლითების სორბციული თვისებები საშუალებას იძლევა ეფექტურად მოვაცილოთ წყალს დისპერსიული და კოლოიდური ფორმით შეწონილი ნაწილაკები, წვრილდირსპერსიული მინარევეები და ნავთობპროდუქტები.

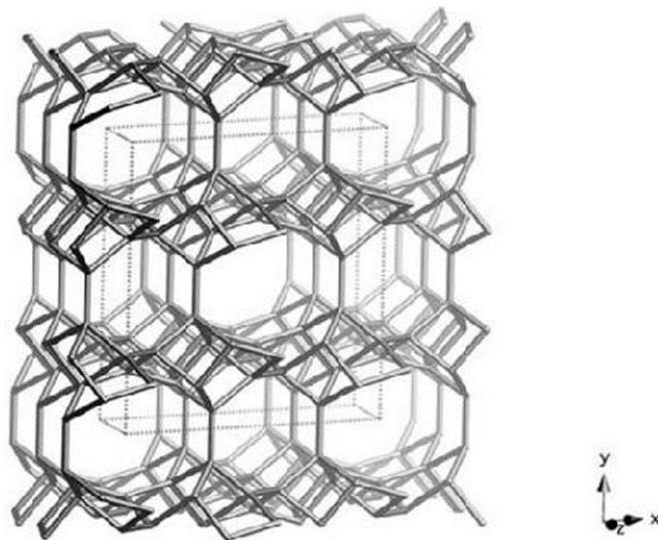
ჩამდინარე საკანალიზაციო წყლების გაწმენდისას ცეოლითებით, ორგანული და არაორგანული მინარევეების გაწმენდის შემდეგი მაჩვენებლებია გამოვლენილი:

- ალუმინის შემცველობის შემცირება 44%-მდე;
- ქლორის მინარევეების შემცირება 46-დან 64%-მდე;
- ფენოლის შემცველობის შემცირება 83%-მდე;
- ტყვიის შემცველობის შემცირება 94%-მდე;
- რკინის შემცველობის შემცირება 86%-მდე;
- სპილენძის შემცველობის შემცირება 80%-მდე.

საქართველოს ცეოლითების მიმოხილვა. საქართველო მდიდარია ბუნებრივი ცეოლითური ქანებით . ამჟამად საქართველოში მოპოვებული ცეოლითური ქანების თხუთმეტი სახეობა არსებობს, რომელთაგან სამრეწველო მნიშვნელობა გააჩნია: ანალციმს, კლინოპტილოლიტს, პელანდიტს, ფილიფსიტს, ლომონტიტსა და მორდენიტს, რომლებიც ძირითადად საქართველოს ექვს რეგიონში მოიპოვება: ქუთაისი-გელათი, საჩხერე-ჭიათურა, ძეგვი-თეძამი, ახალციხე-ასპინძა, თეთრი წყარო-ბოლნისი, გურია. ამ ქანების ღრმად შესწავლა, მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები დიდ შესაძლებლობას იძლევა ცეოლითები გამოყენებული იქნას ჩამდინარე წყლების გასუფთავების საკითხების გადაწყვეტაში. თავისი უნიკალური თვისებების გამო ცეოლითები ფართოდ გამოიყენება: „მრეწველობის, მაღალი ტექნოლოგიების, მედიცინისა და სოფლის მეურნეობის მრავალ დარგში: მრეწველობაში – წყლის გასაწმენდად, ქსოვილების შესაღებად, გაზების გასაწმენდად და გასაშრობად; ნავთობის კრეკინგის, იზომერიზაციის, ჰიდროგენიზაციისა და დეჰიდროგენიზაციის, დაჟანგვისა და მრავალ სხვა რეაქციაში ადსორბენტებად და

კატალიზატორებად; ჰაერის ჟანგბადით გასამდიდრებლად; ქალაქის, პლასტმასის მრეწველობასა და საშენ მასალებში დანამატებად; რეზინის ვულკანიზაციაში; სარეცხ საშუალებებში ფოსფატების შემცველებად; აგრეთვე წყალბადის, ამიაკის, არომატული ნახშირწყლების მისაღებად, ფერად მეტალურგიასა და გოგირდმჟავას მრეწველობაში ნარჩენი გამოყოფილი გაზების გოგირდოვანი აირისაგან გასაწმენდად, რეზინის ტექნიკურ მრეწველობაში – რეზინული ნარეგების ინგრედიენტად, ამასთან მას შეუძლია შეასრულოს რეზინის შემავსებლის როლი და სხვ.“ .

სამუშაოს შესასრულებელი კვლევების ჩასატარებლად მოძიებულ იქნა საქართველოს ბუნებრივი ცეოლიტები ოთხი საბადოდან: 1) ანალციმი – ქუთაისი – გელათის ადგილმდებარეობიდან (ცეოლიტური ფაზის შემცველობა 40-90%-მდე); 2) კლინოპტილოლიტი – კასპის რაიონის სოფელი ზემო ხანდაკის საბადოდან (ცეოლიტური ფაზის შემცველობა 50-85%-მდე); 3) ფილიპსიტი – ლანჩხუთის რაიონის სოფ. შუხუთის ადგილმდებარეობიდან (ცეოლიტური ფაზის შემცველობა 50-70%-მდე); 4) მორდენიტი – ბოლნის-რატევიანის ადგილმდებარეობიდან (ცეოლიტური ფაზის შემცველობა 50-60%-მდე).

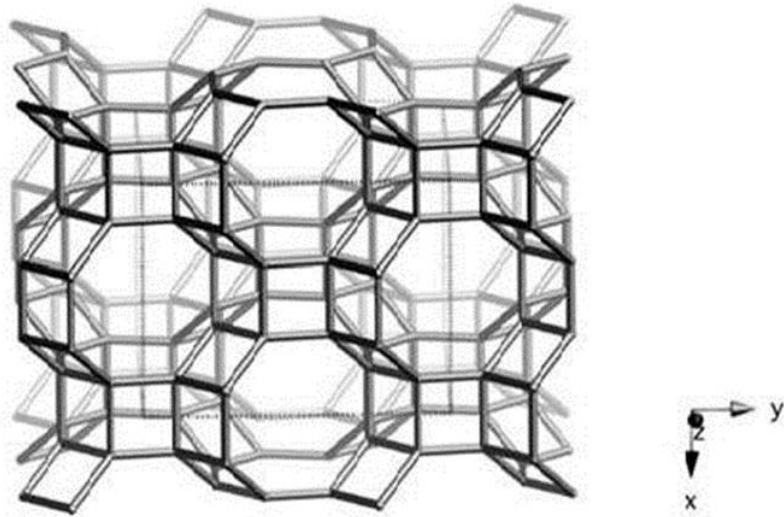


ნახ. 1. კლინოპტილოლიტის კარკასის სტრუქტურა

ბ. კლინოპტილოლიტის (HEU $(\text{Na,K,Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al,Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. კრისტალური სტრუქტურა შედგება ტეტრაედრის ფირფიტებისგან,

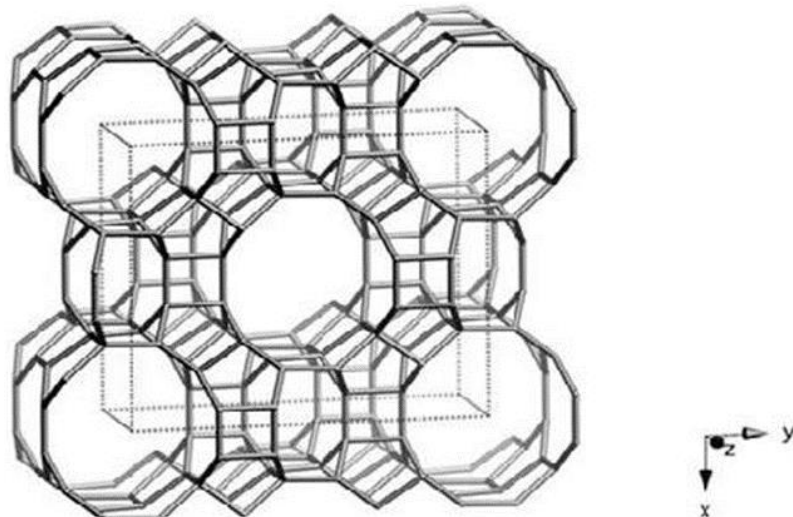
რომლებიც განლაგებულნი არიან სარკისებრ სიბრტყეებში. მათ ერთმანეთთან აკავშირებს ჟანგბადის ატომები.

გ. ფილიპსიტი (PHI $(K_2 Ca) [Al_2Si_4O_{12}] \cdot 4,5H_2O$ [72]) წარმოადგენს იზოსტრუქტურულ მინერალს.



ნახ.2. ფილიპსიტის კარკასის სტრუქტურა

დ. მორდენიტის (MOR – $(Ca, Na_2, K_2) [Al_2Si_{10}O_{24}] \cdot 7H_2O$ სტრუქტურა შედგება ჯაჭვებისგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჟანგბადის ატომების საშუალებით და თითოეული ტეტრაედრი შედის ხუთწევრიან რგოლში მაინც. მორდენიტის არხების სისტემა ორგანზომილებიანია.



ნახ. 3. მორდენიტის კარკასის სტრუქტურა

ჩატარებულ იქნა მოძიებული ბუნებრივი ცეოლითების ქიმიური ანალიზი, რომლის შედეგები მოყვანილია ცხრილში 1.

საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითების რენტგენო დიფრაქტომეტრული მონაცემები

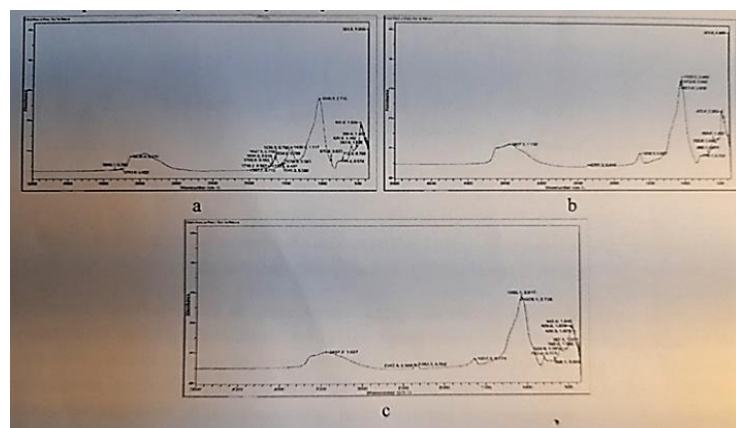
ოქსიდები (%)	ანალიზი (გელათი)	მორდენიტი (ბოლნისი)	კლინოპტილოლითი (ხანდაკი)	ფილიპსიტი (გურია)
SiO ₂	53.92	70.00	61.26	50.04
TiO ₂	–	0.20	0.32	0.39
Al ₂ O ₃	20.67	9.25	12.29	16.49
Fe ₂ O ₃	1.77	3.85	3.05	3.89
FeO	1.22	0.38	0.15	0.36
MnO	0.01	0.003	0.04	კვალი
MgO	0.65	0.38	1.01	1.90
CaO	1.05	3.30	3.93	4.56
Na ₂ O	9.43	1.60	2.21	0.40
K ₂ O	2.82	1.25	0.82	7.50
SO ₃	–	0.20	0.21	0.24
P ₂ O ₅	–	0.14	0.24	–
H ₂ O	9.0	8.52	14.72	14.02
Si/Al	2.2	6.47	4.2	3.86

კლინოპტილოლიტის ადსორბციული თვისებების კვლევა.

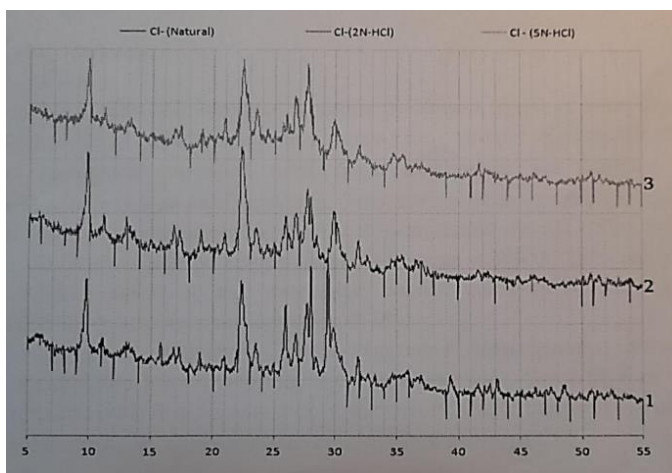
ჩატარებული კვლევების ანალიზმა აჩვენა, რომ:

- შესასწავლია საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ცეოლითების ფიზიკურ ქიმიური თვისებები სხვადასხვა დამაბინძურებლების ფილტრაციისა და გაწმენდისათვის.
- უნდა მოხედეს ცეოლითების ფრაქციების შერჩევა ოპტიმალური ჰიდროდინამიკული მახასიათებლების ფილტრების შესაქმნელად.
- ცეოლითების სორბციული თვისებების შესწავლა წყლის მიკრობიოლოგიური დაბინძურებისაგან გასაწმენდად.
- ცეოლითების სხვადასხვა ფრაქციების ჰიდროდინამიკული პარამეტრების შესწავლა წყლის მიკრობიოლოგიური გაწმენდისათვის.
- შედეგები იქნება გამოყენებული ცეოლითების ფილტრების საწარმოო მოდელების შექმნისათვის და გამწმენდი ნაგებობის ოპტიმალური სქემის შესარჩევად ჩამდინარე წყლების გაწმენდისათვის.

ცეოლიტების ოპტიმალური ფრაქციის შერჩევა ფილტრების ჰიდროდინამიკული მახასიათებლების დასადგენად. თერმოგრაფიული ანალიზის მეთოდით შეფასდა კლინოპტილოლიტის შემცველი თერმული ტუფის რეზისტენტობა. დადგინდა, რომ თერმოგრამაზე აღინიშნა ორი ენდოთერმული ეფექტი 120 °C გრადუსზე და 170°C გრადუსზე, რომლებიც დაკავშირებულია წყლის ეტაპობრივ დაკარგვასთან. ტემპერატურების ფართო ინტერვალში საერთო მასის დანაკარგმა შეადგინა 13,5 %. 700°C-ზე არსებული ექზოთერმული ეფექტი მეტყველებს კლინოპტილოლიტის სტრუქტურის დაშლაზე. აქედან გამომდინარე, ივარაუდება, რომ ადსორბციული და კონსტიტენციური წყლის დაკარგვით კლინოპტილოლიტის შემცველი თერმული ტუფის ადსორბციული ტევადობა იზრდება. ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის მეთოდით (სურ. 1) დადგინდა კლინოპტილოლიტის სტრუქტურა. ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის ანალიზი ჩატარდა Agilent Cary 630 FTIR Spectrometer-ის გამოყენებით. ცეოლიტის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის სპექტრები გადაღებულ იქნა შუა და შორეული უბნების ალუმინსილიციუმის-ჟანგბადის კარკასის რყევებს შორის.



სურ. 1. ცეოლიტის ინფრაწითელი სპექტროსკოპიის სპექტრები:
 ა) ბუნებრივი კლინოპტილოლიტის შემთხვევაში; ბ) მოდიფიცირებული
 (2N HCL ხსნარის) შემთხვევაში; გ) მოდიფიცირებული (5N HCL
 ხსნარის) შემთხვევაში



სურ. 2. რენტგენის დიფრაქტომეტრული ანალიზი:
1. ბუნებრივი კლინოპტილოლიტის შემთხვევაში, 2. მოდიფიცირებული (2N HCL ხსნარის) შემთხვევაში, 3. მოდიფიცირებული (5N HCL ხსნარის) შემთხვევაში

ჩვენს შემთხვევაში, ექსპერიმენტისათვის მუდმივ მასამდე გამომშრალ მასალაზე დადგინდა ჭეშმარიტი და ზოგადი სიმკვრივები, რისი საშუალებითაც განისაზღვრა კლინოპტილოლიტის ფორიანობა (ფოტო 8). აღნიშნული ცდა ჩატარდა 3 ანათვალით და განისაზღვრა საშუალო არითმეტიკულით ზუსტი მაჩვენებლები. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილ 2-ის სახით.

ცხრილი 2

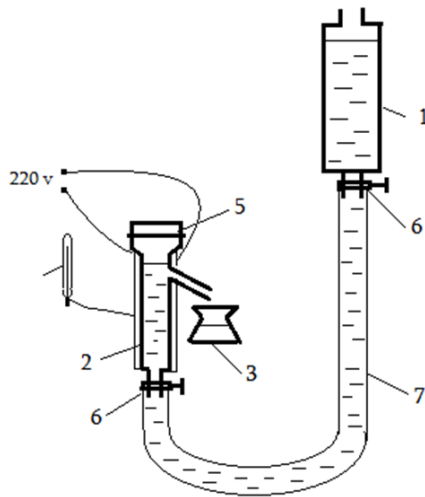
ცდის ნომერი	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გრ/სმ ³	ზოგადი სიმკვრივე, გრ/სმ ³	ფორიანობა, %
1	2,05	0,73	–
2	2,07	0,81	–
3	2,0	0,68	–
საშუალო არითმეტიკული	2,04	0,74	64

დაბინძურებული წყლიდან ანტიბიოტიკ ტეტრაციკლინის გამოდევნა.
 ბუნებრივი და მოდიფიცირებული კლინოპტილოლიტის ადსორფციული თვისებების შესწავლა წყალში გახსნილი ანტიბიოტიკების ერთ-ერთ სახეობასთან, ტეტრაციკლინების ჯგუფთან: ტეტრაციკლინი, დოქსიციკლინი, მონოციკლინი. ჩვენ შემთხვევაში გამოყენებულია ანტიბიოტიკი - ტეტრაციკლინი. დამუშავდა მეთოდი ტეტრაციკლინის განსაზღვრისათვის

მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფიის მეშვეობით. ტეტრაციკლინის კონცენტრაციის ცვლილების შესწავლა მოხდა მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფით, რომელიც ემყარება შემდეგ აუცილებელ პირობებს:

1. დეტექტორის ტალღის სიგრძე;
2. სვეტის სტანდარტი;
3. გუფერული ხსნარი;
4. მოძრავი ფაზა.

ბუნებრივი ცეოლითების ადსორბციულ-დაყოფითი თვისებები შესწავლილი იყო ქრომატოგრაფიული მეთოდით. კვლევის პროცესში ვაკვირდებოდით დროის ერთეულში წყალში გახსნილ 1მგ/მლ ტეტრაციკლინის კონცენტრანტს, რომელიც შედიოდა ცეოლითი-კლინოპტილოლიტით სავსე სვეტში.



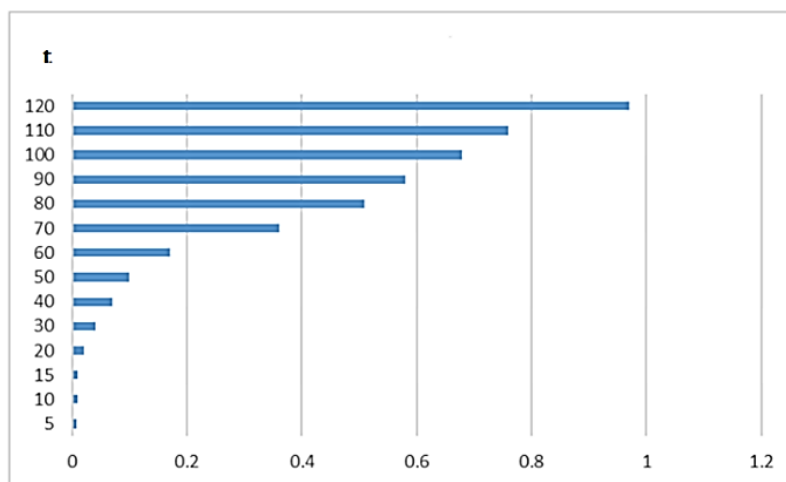
ნახ. 4. მოწყობილობა ბუნებრივი მოდიფიცირებული კლინოპტილოლიტის ადსორბციული თვისებების კვლევისათვის.

1. ბიურეტი, სადაც ისხმება ანტიბიოტიკით გაჯერებული ხსნარი;
2. გამოწოთობილი პირაქსის მინის 20 სმ სიმაღლის და 16 მმ. დიამეტრის მენზურა;
3. კლინოპტილონიტის ადსორბციის შედეგად მიღებული გაფილტრული წყალი;
4. მენზურაზე მიჩრჩილული ღია ონკანი დამატებითი ფილტრით; 5. მენზურის შლეიფი, სადაც საცობის საშუალებით უზრუნველყოფილია ჰერმეტიულობა; 6. მარეგულირებელი სარქველები, რომლებიც ამაგრებენ პოლიმერულ მილს; 7. პოლიმერის 10 მმ დიამეტრის გამჭვირვალე მილი.

ჩატარებულმა კვლევებმა ცხადყო, რომ კლინოპტილოლიტის გამოყენება მედიკამენტოზური ტეტრაციკლინის ჯგუფის პრეპარატების შედეგად დაბინძურებული წყლის გასაწმენდად საკმაოდ ეფექტურია.



სურ. 3. კვლევის პროცესი: გარდაქმნილი C კონცენტრანტის
გადმოღვრის პროცესი.



ნახ. 5. კონცენტრაციის მაჩვენებელი დროში.

როგორც, გაირკვა საქართველოში მოპოვებული ცეოლითების მიერ ტეტრაციკლინის გაწმენდის მახასიათებლები (ცხრილი 3) დაემთხვა სხვა ქვეყნებში ჩატარებულ კვლევებს და მოხდა იგივე შედეგის მიღება. რადგან სხვა ქვეყნებში ტარდებოდა ექსპერიმენტები ანტიბიოტიკების ფართო სპექტრზე შეგვიძლია განვაზოგადით მიღებული შედეგები და ვივარაუდოთ რომ სხვა დამაბინძურებლების მიმართაც იგივე იქნება, რომლებიც მოყვანილია ცხრილი 3-ში.

ნივთიერება	PH _{ობტ}	T დრო	მმოლ/გ	R%
ტეტრაციკლინი	2,3 – 3,4	15 - 20	0,02	98 ± 2
დოქსოციკლინი	2,5 - 3,1	10 - 15	0,18	98 ± 2
ლევომიციტინი	6,3 – 7,1	10 - 15	0,08	30 ± 2
პენიცილინი	4,7 - 5,2	55 - 60	0,004	56 ± 2
ვერცხლისწყალი	7,0 - 8,0	60 - 70	0,06	95 ± 2
ტყვია	5,5 - 6,5	40 - 50	0,17	64 ± 2
თუთია	5,0 - 6,0	20 - 25	0,26	85 ± 2
ნიკელი	6,5 – 7,8	20 - 25	0,26	89 ± 2
დარიშხანი	6,3 – 7,5	20 - 25	0,52	98 ± 2
კადმიუმი	7,5 - 8,5	35 - 40	0,31	98 ± 2
ბენზ(ა)პირენი	2,5 - 5,3	5-10	>0,1	99 ± 1



სურ. 4 ჩამდინარე წყლის შემკრების კვანძები

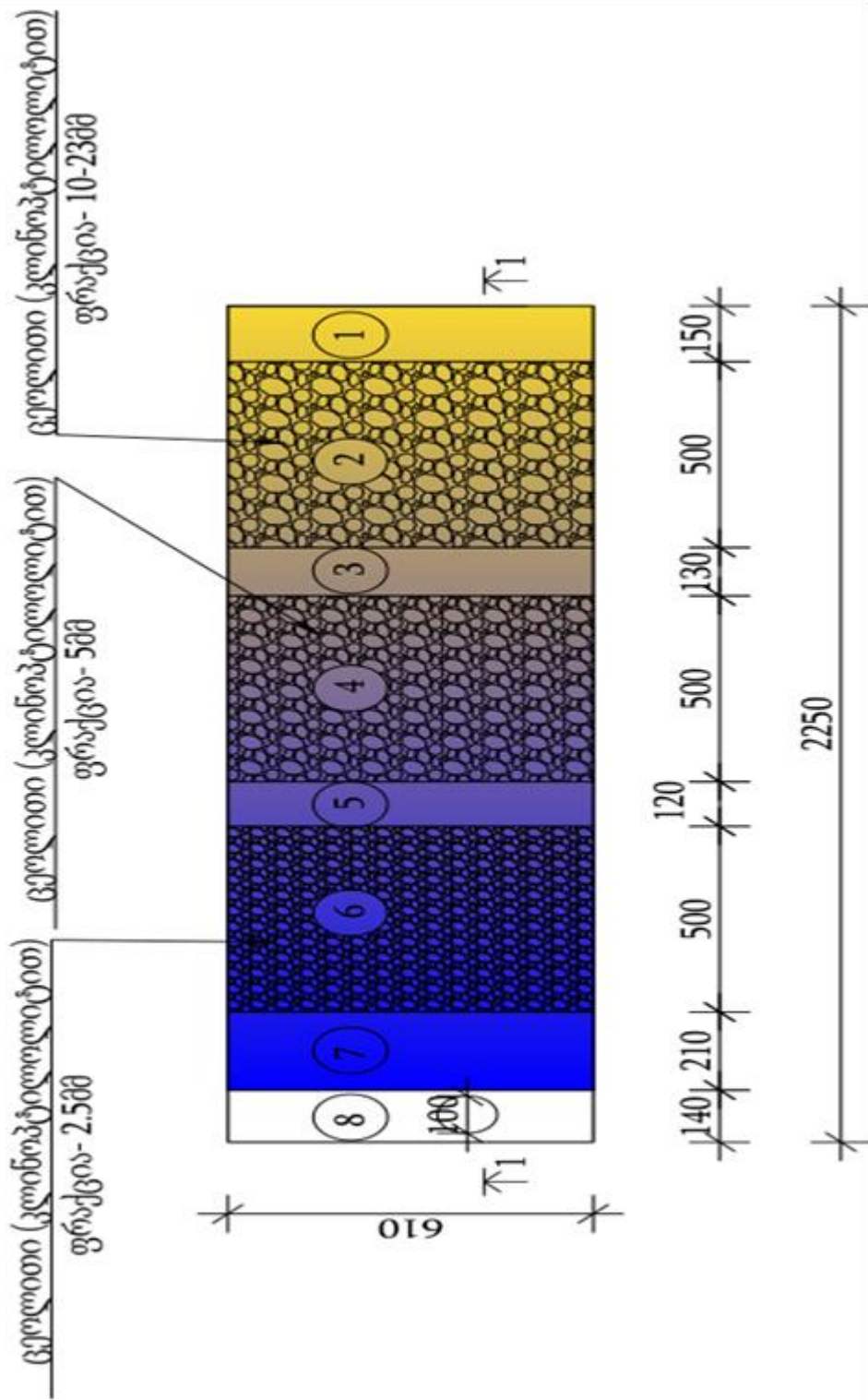
გამწმენდი ნაგებობისათვის ფილტრის მოდელის შემუშავება ცოლითების გამოყენებით. ჩვენ კვლევისათვის გამოვიყენეთ საყოფაცხოვრებო და ქიმიური მინარეგების მიერ ერთობლივად დაბინძურებული ჩამდინარე წყალი. ექსპერიმენტისათვის წყლის აღება

ხდებოდა სამედიცინო უნივერსიტეტის I სასწავლო კორპუსის ცენტრალური საკანალიზაციო მილიდან.

ექსპერიმენტის მსვლელობისას დაბინძურებული წყალი მიეწოდებოდა დამაგროვებელ ავზს სადაც ხდებოდა ჩამდინარე წყლის მყარი ნარჩენების მექანიკური გაწმენდა, რომლის შემდეგაც წყალი მიეწოდებოდა ექსპერიმენტალური სტენდის გამფილტრავ ნაწილს, რომელიც შეგებოდა 8 სექციისგან. (სურათი 4 და სურათი 5) ცეოლითებიან სექციებში წყლის მიწოდება ხდებოდა ქვემოდან ზემოთ ისე, რომ დაბინძურებულ წყალს მონაცვლეობით გაევილო ცეოლითების სხვადასვა ფრაქციის ფილტრები. ვიზუალური დაკვირვებით ბოლო მე-7 სექციაში წყალი უკვე გაკამკამებული იყო.

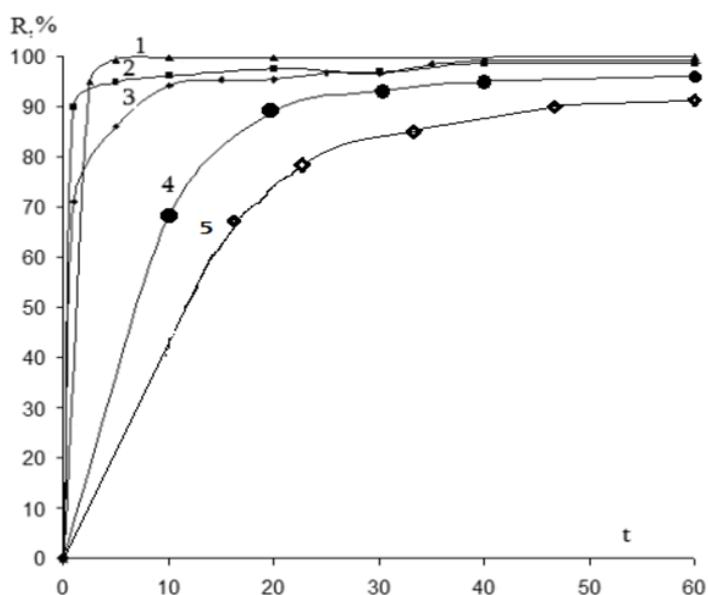


სურ. 6. საცდელი ხელსაწყო გვერდხედით



ნახ. 6. გაწმენდი ნაგებობის ექსპრომენტული სტრუქტურის სექციების

ცეოლიტების ფრაქციის კვლევების შედეგად დადგინდა ცეოლიტების ფრაქციის ოპტიმალური ზომები გამწმენდი ფილტრებისათვის.



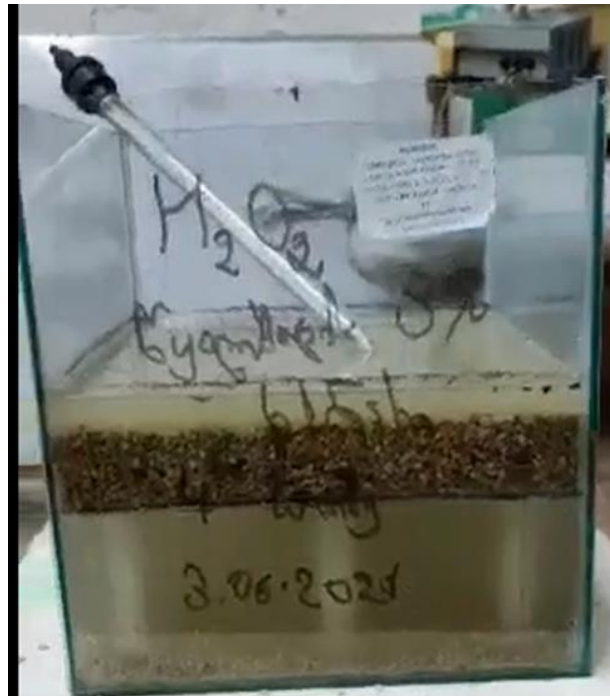
ნახ. 7. ცეოლიტების სორბციული თვისებების R% დადგენა დროში.
 1. ფრაქციის ზომა 2,5 მმ; 2 ფრაქციის ზომა 5 მმ; 3 ფრაქციის ზომა 10 მმ;
 4. ფრაქციის ზომა 15 მმ; 5 ფრაქციის ზომა 20 მმ

შესაბამისად სტენდისთვის გამოვიყენეთ 10 მმ-იანი ფრაქციის ცეოლითი პირველი სექციისათვის, 5 მმ-იანი ფრაქციის ცეოლითი 2 სექციისათვის და 2,5 მმ-იანი ცეოლითი მესამე სექციისათვის. თითოეული სექციის შევსება მოხდა 1/3-ით. სამივე სექციისათვის ცეოლითის წონა იყო 50 კგ.

ცეოლიტების გამორეცხვა წყალბადის ზეჟანგით. წყალბადის ზეჟანგის ნაერთები გამოიყენება როგორც სადეზინფექციო, მჟავა ან მათეთრებელი აგენტები სხვადასხვა სფეროში. გამოიყენება წყლის სადეზინფექციოთაც. წყლის სადეზინფექციოდ პირდაპირი გამოყენებისას, როდესაც წყალბადის ზეჟანგის კონცენტრაცია ძალიან მაღალია, შესაძლებელია განადგურდეს წყლის მიკროორგანიზმები, რომლებიც მონაწილეობენ წყლის ბიოლოგიურ გაწმენდაში. ამიტომ ცეოლიტების ადსორბციული თვისებების გასაუმჯობესებლად გამოყენებული იქნა წყალბადის ზეჟანგის 5-10%-იანი ხსნარი.

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად დადგინდა:

- ცეოლითების ფრაქციის ოპტიმალური სიდიდე გამწმენდი ნაგებობის ფილტრებისათვის;
- ვიზუალურად ცეოლითების ფილტრებში გამავალი წყალი იყო გაკამკამებული;
- ლაბორატორილი კვლევით დადგინდა რომ ცეოლითები ახდენენ წყლის დამაბინძურებლებისაგან გაწმენდას ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში;
- ცეოლითებისაგან დამზადებული ფილტრები ეფექტურია ჩამდინარე დაბინძურებული წყლების გაწმენდისათვის.



სურ. 7. გამწმენდი თვისებების დაქვეითების შემდეგ ცეოლითების მეორადი გამოყენება

გამწმენდი ნაგებობის სქემის შემუშავება ცეოლითების ფილტრების გამოყენებით.

პროექტი ითვალისწინებს ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის ეფექტური სისტემის მოწყობას, რომელიც უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლების ნორმირებულ გაწმენდას. გათვალისწინებული იქნა წყლის გაწმენდის მოთხოვნილი პარამეტრები, ნაგებობის ექსპლუატაციის

პირობები, ტექნოლოგიის ხელმისაწვდომობა. ჩამდინარე წყლების კოლექტიური გაწმენდა ბიოლოგიური გამწმენდი ნაგებობის გამოყენებით. ჩვენს მიერ შემუშავებული გამწმენდი ნაგებობის სქემა მოიცავს საკანალიზაციო წყლის 300 მმ-იან შესასვლელს, ხრახნულ ცხაურს, ხრახნულ კომპაქტორს, წინასწარი დამუშავების კომბინირებულ დანადგარს, სინჯების ასაღებ პუნქტს, სალექარ ავზს, ცეოლითების 7-10 მმ-იანი ფრაქციის ფილტრს და ცეოლითების 2-5 მმ-იან ფილტრს, აეროტენკის ავზს ჰაერმიმწოდებელი ტუმბოებით, კოქსირებული ნახშირის ფილტრს და სინჯოს ასაღებ მეორე პუნქტს. ამის შემდეგ წყალი გადაედინება წყალსატევში.

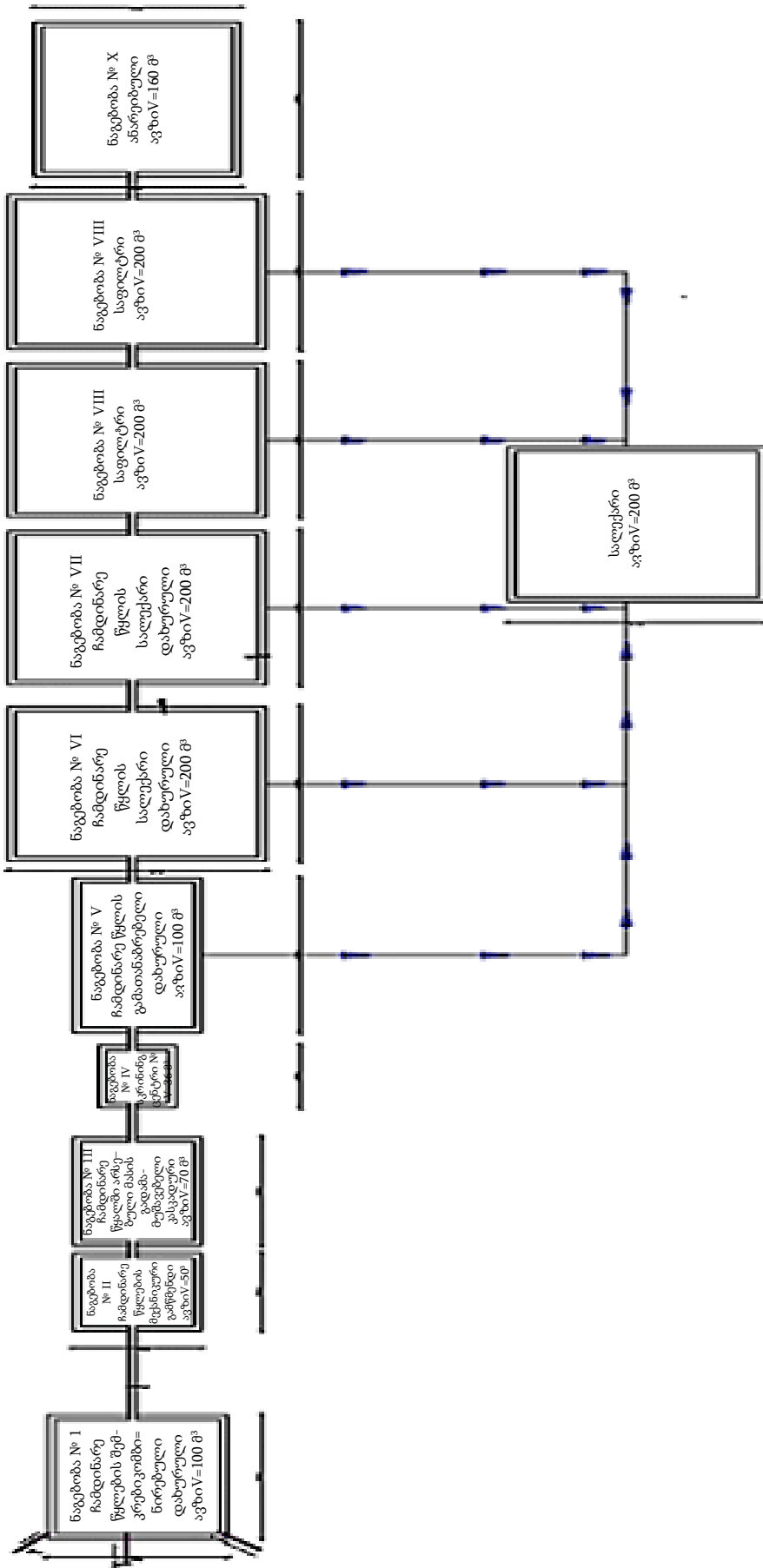
განხილული იქნა პროექტის განხორციელების ადგილმდებარეობის, ასევე დაგეგმილი საქმიანობის ტექნოლოგიური ალტერნატივები და დასაბუთდა შერჩეული ალტერნატიული ვარიანტის უპირატესობები;

შეგროვილი ინფორმაციის საფუძველზე განისაზღვრა პროექტის განხორციელებისა და ექსპლუატაციის პროცესში მოსალოდნელი ემისიების სახეობები და რაოდენობა, გარემოს ობიექტებზე ზემოქმედების რისკები;

ცხრილი 4

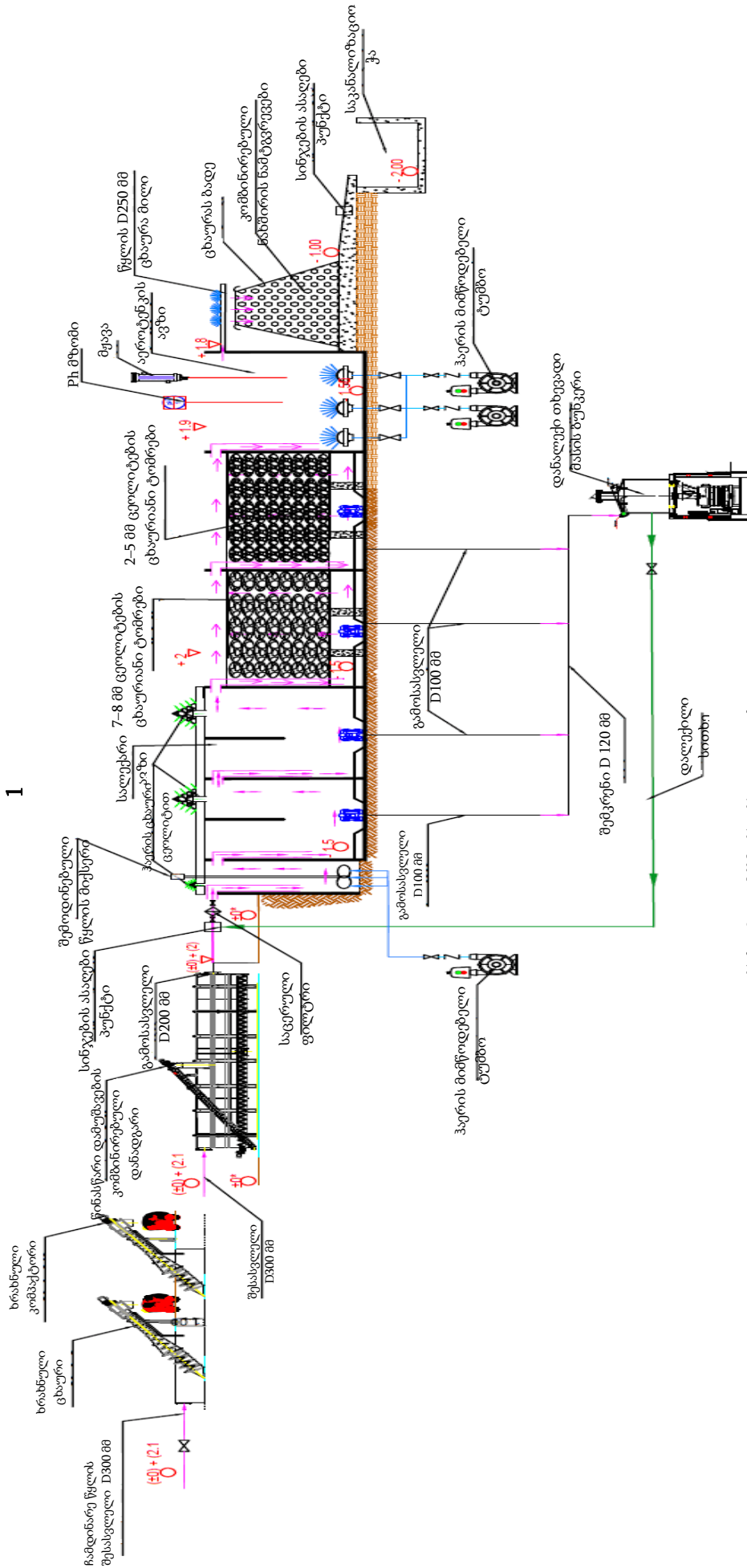
გამწმენდი ნაგებობის ტექნოლოგიური სქემა

მშრალი ამინდისათვის:		
1	მაქსიმალური დღეღამური ხარჯი	350 მ ³ /დღ
2	საშუალო საათობრივი ხარჯი	14 მ ³ /სთ
3	მაქსიმალური საათური ხარჯი	17 მ ³ /სთ
სველი ამინდისათვის:		
4	მაქსიმალური დღეღამური ხარჯი	400 მ ³ /დღ
5	საშუალო საათობრივი ხარჯი	16 მ ³ /სთ
6	მაქსიმალური საათური ხარჯი	20 მ ³ /სთ



ნახ. 8. წამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების გეგმა

ჰრილი 1-
1



ნახ. 9. გაწმენი ნაგებობის ტექნოლოგია

შემუშავდა გარემოზე მოსალოდნელი ზემოქმედების შერბილების ღონისძიებათა გეგმა, გარემოსდაცვითი მონიტორინგის გეგმა, ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირების გეგმა, ნარჩენების მართვის გეგმა. გამწმენდი ნაგებობის ტექნოლოგიური სქემა (ნახაზი 7). ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროცესის დეტალური აღწერა მოსახლეობის საანგარიშო რაოდენობა შეადგენს 1000 ადამიანს (ცხრილი 4).

დასკვნა

1. ექსპერიმენტალურად მოხდა საქართველოში მოპოვებული ცეოლითების აბსორბციის მახასიათებლების შესწავლა და შედარება სხვა ქვეყნებში მოპოვებული ცეოლითების მახასიათებლებთან. მოხდა კვლევების შედარება და განზოგადება სხვადასხვა სახის დამაბინძურებლებთან მიმართებაში.
2. ექსპერიმენტალურად დამტკიცდა და ლაბორატორიული კვლევით დასაბუთდა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე მოპოვებული ცეოლითები ხასიათდებიან ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მაღალი ხარისხით. დადგინდა საქართველოში მოპოვებული ცეოლითების აბსორბციის უნარი სხვადასხვა სახის დამაბინძურებლების მიმართ.
3. თანამედროვე გამწმენდი ნაგებობები არის საინჟინრო და ტექნიკური გადაწყვეტილებების ერთობლიობა დაბინძურებული ჩამდინარე წყლების თანმიმდევრული ფილტრაციისა და დეზინფექციისთვის. ცეოლითების 7-10 მმ-იანი ფრაქციის და 2-5 მმ-იანი ფრაქციის ფილტრის გამოყენებით ხდება ჩამდინარე წყლების ეფექტური გაწმენდა ზდკ-ის ფარგლებში.
4. ცეოლითების აბსორბციის ანუ მათი გამწმენდი თვისებების დაქვეითების შემდეგ ცეოლითების მეორადი გამოყენებისათვის, ცეოლითების ადსორბციული თვისებების გასაუმჯობესებლად გამოყენებული იქნა წყალბადის ზეჟანგის 5-10%-იანი ხსნარი.

5. შემუშავდა ჩემდინარე წყლის გამწმენდი ნაგებობის სქემა და ტექნოლოგიურად დასაბუთდა გაწმენდის მეთოდოლოგია ცეოლითების ფილტრების გამოყენების საფუძველზე. დადგინდა გამწმენდი ნაგებობის ოპტიმალური ზომები 1 000 სულ მოსახლეზე.
6. ჩვენს მიერ შემუშავებული გამწმენდი ნაგებობის სქემა საშუალებას იძლევა, შემცირდეს მშენებლობის მთლიანი მოცულობა 25-30% - ით ტრადიციული აეროტანკების და მეორადი დაბინავების ტანკების მოცულობასთან შედარებით.
7. კომპაქტური ფილტრაციის მოწყობილობების გამოყენება ჩამდინარე წყლების მექანიკური დამუშავებისთვის ხელს უწყობს სადგურის ზომის შემცირებას, აგრეთვე ჩამდინარე წყლების წინასწარი დამუშავების ხარისხის გაუმჯობესებას.
8. ცეოლითების ფილტრების გამოყენებით შესაძლებელია ჩამდინარე წყლების დამუშავების პროცესის გააქტიურება, ანუ საჭიროების შემთხვევაში, მონტაჟის პროდუქტიულობის გაზრდა.
9. გამწმენდი ნაგებობების შენობები ცალკეული მოდულების სახით მიეწოდება მათში დამონტაჟებულ ტექნოლოგიურ აღჭურვილობას. შენობების განლაგების მითითებული პრინციპი საშუალებას იძლევა მათი დამონტაჟება სამშენებლო მოედანზე მოხდეს უმოკლეს დროში (2-3 კვირა).
10. წარმოდგენილი კვლევის შედეგები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას სამშენებლო ფაკულტეტის სტუდენტების სასწავლო კურსში.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია შემდეგ შრომებში:

1. კლიმიაშვილი ლ., სოსელია გ., რობაქიძე მ. კლინოპტილოლის ასორბციით წყლიდან ანტიბიოტიკ ტეტრაციკლინის გამოდევნა. თბილისი, ჟურნალი მშენებლობა, N1(57), 2021. 7 გვ.

2. ხოფერია ხ., მეფარიშვილი ნ., რობაქიძე მ. რეგულირების ზეგავლენა სამშენებლო სექტორის ფასებზე. თბილისი, ჟურნალი მშენებლობა, N1(57), 2021. 5 გვ.
3. სიჭინავა ხ., მეფარიშვილი ნ., რობაქიძე მ. სოფლის საცხოვრებელი სახლების ტოპოლოგია. საერთაშორისო აკადემიური ინსტიტუტი 2021. 8 გვ.
4. რობაქიძე მ. ბუნებრივი ცეოლითების გამოყენება ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ინტენსიფიკაციისათვის. თბილისი, ჟურნალი მშენებლობა, N1 (61), 2022. 10 გვ.

Summary

Water supply and sewerage systems are unsatisfactory in the large-scale residential areas of Georgia. Due to outdated and improper infrastructure the water resources are irrationally applied, but as a result of improper operation of wastewater and nonexistence of cleaning buildings, mostly the quality of environmental receptors is deteriorated.

Various kinds of organic substances, also microorganisms prevail in wastewater that causes bacterial pollution, they get into the reservoir without cleaning. That is why in the rivers is a high concentration of organic compounds, biogenic elements and various pollutants.

Introduction of complex waste-free procession technology has great national and economic importance. It is important to have introduced reliable cleaning buildings and modern methods of wastewater cleaning, also use of local natural resources for efficient cleaning of wastewater.

Purpose of thesis is to have developed the model of cleaning building in accordance with the modern requirements.

Based on study carried out within the thesis we have following results:

- There are established sorption properties of zeolites obtained on various deposits throughout Georgia.
- Fractions of zeolites are selected for the formation of optimal hydrodynamic filters.
- Aiming cleaning of water from microbiological pollution, there are studied sorption properties of zeolites.
- There was studied efficiency on cleaning sewage water from antibiotics tetracycline with the use of zeolite filter.
- Hydrodynamic parameters of various fractions of zeolites were studied for microbiological cleaning of water.
- Efficient duration on the use of zeolites filters was studied.
- Efficient method on regeneration of used and filled zeolites was worked out by applying 5% solution of hydrogen peroxide that 4 times increased duration of filters' service.
- There were made industrial models of zeolite filters.
- Aiming wastewater cleaning was selected optimal layout of cleaning building.

So, obtained results enable us to have used zeolites obtained from deposits throughout Georgia for sewage water for the purpose of making filters. The use of compact self-cleaning filtration devices for mechanical processing of wastewater enable us to decrease dimensions of cleaning building, also to have improved preliminary procession quality of wastewater.

I have processed cleaning building of wastewater for serving settlement composed of one thousand persons in the village Akhalsofeli, Mtskheta Region, due to this reason was determined:

- Daily amount of wastewater;
- Minimal and maximal amount of wastewater immersion;

- Chemical characteristics applied in the process;
- Uninterrupted and interrupted stages;
- Intensity and periods of pollution peak;
- Possibility of separation residue flows;
- Possibility of local or partly purification or recycling;
- Probability of such insignificant or accidental facts of secondary pollution that may hinder proper operation of cleaning building (glues, fibers, oils, sands and other).

There is selected the territory including its entire relief near the settlement. Based on visual examination of area subject to study is established that there are not revealed any signs of dangerous geodynamic processes' origin and development the section is steady and acceptable for construction.

For the purpose of sewerage system improvement in the village Akhalsofeli, there is studied construction of biological cleaning building determined under the project.

Project implementation will significantly improve current condition of wastewater disposal in the village Akhalsofeli and as a result of we will avoid pollution of superficial and underground water, also including the soil. There will be improved sanitary conditions of local population. Implementation of project will positively influence on population's construction development.

Throughput of cleaning building of wastewater according to the project constitute 350 m³ a day considered for 1 000 persons.

Immersion of purified wastewater is planned into the one point of sewerage system.

In order to have solved set tasks and met legislative requirements of Georgia, when drawing out this document there were carried out following activities:

Technical features and technological cycle of biological cleaning building;

There is studied current condition of territory and environment of region selected for the planned activity;

There are discussed technological options for the location of project implementation and also planned activity and stated advantages of selected alternative version;

Based on collected information are determined types and amount of possible emissions, also risks on influencing sites by environment during implementation and operation of project;

There is drawn out plan on facilitation measures against possible influence on environment, environment protection monitoring plan, emergency response plan and waste control plan.