

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ქეთევან გორდუზიანი

საქართველოს წყალსადენების საინჟინრო ინფრასტრუქტურის
პრობლემების გადაჭრის მეთოდოლოგია

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა: სამშენებლო

შიფრი: 0406

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

2019 წელი

საავტორო უფლება © 2019 წელი ქეთევან გორდეზიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი, ვადასტურებთ, რომ გავეცანით ქეთევან გორდეზიანის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს სახელწოდებით: „საქართველოს წყალსადენების საინჟინრო ინფრასტრუქტურის პრობლემების გადაჭრის მეთოდოლოგია“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

-----, ----- 2019 წელი

დისერტაციის ხელმძღვანელი:

პროფ. ლევან კლიმიაშვილი

პროფ. გურამ სოსელია

რეცენზენტი:

პროფ. რამაზ ენუქიძე

რეცენზენტი:

პროფ. კონსტანტინე ზზიავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2019 წელი

ქეთევან გორდეზიანი

საქართველოს წყალსადენების საინჟინრო ინფრასტრუქტურის

პრობლემების გადაჭრის მეთოდოლოგია

სადოქტორო პროგრამა: მშენებლობა

ხარისხი: აკადემიური დოქტორი მშენებლობაში

სხდომა ჩატარდა: _____

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

სუფთა წყალი წარმოადგენს კაცობრიობის განვითარების ერთ-ერთ მძლავრ მამოძრავებელ ძალას. ის აფართოებს ადამიანის შესაძლებლობებს, ეხმარება ჯანმრთელობის მდგომარეობისა და კეთილდღეობის გაუმჯობესების ეფექტური ციკლის შექმნაში. უსაფრთხო სასმელი წყლისადმი შეუზღუდავი ხელმისაწვდომობა ადამიანის არსებობის ფუნდამენტური და ერთ-ერთი ძირითადი უფლებაა. გაეროს ეკონომიკური, სოციალური და კულტურული უფლებების კომიტეტის მიერ დეკლარირებული „წყალზე ადამიანის უფლება“ მოწოდებულია თითოეული ადამიანის, უსაფრთხო და ხარისხიანი, მათ შორის, სასმელი წყლით უზრუნველსაყოფად. ელემენტარული მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად თითოეული ადამიანის დღე-ღამეში არანაკლებ 20 ლიტრი სუფთა წყლით უზრუნველყოფა წარმოადგენს ადამიანის წყალზე უფლების დემონსტრირებას და მთავრობების მინიმალურ ამოცანას. ეს ვალდებულება გამოხატავს უნივერსალურ ღირებულებასა და მთავრობების პასუხისმგებლობას მოსახლეობის წინაშე.

გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების, მათ შორის წყლის რესურსების მართვის რეგულირების უზრუნველყოფისათვის საქართველოში შექმნილია შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზა, რომელიც შედგება კანონების, კანონქვემდებარე აქტების, დებულებების, ბრძანებების და სხვა ნორმატიულ სამართლებრივი აქტებისაგან. მათგან წყლის რესურსების მართვისა და დაცვის სახელმწიფო პოლიტიკის ძირითადი პრინციპების თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანია საქართველოს კანონი „წყლის შესახებ“ (ძალაშია 1997 წლიდან), საქართველოს კანონი „გარემოს დაცვის შესახებ“ (ძალაშია 1996 წლიდან) და საქართველოს „კანონი წიაღის შესახებ“ (ძალაშია 1996 წლიდან).[1]

„წყლის შესახებ“ საქართველოს კანონის თანახმად, საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო არის საქართველოს აღმასრულებელი ხელისუფლების სამთავრობო დაწესებულება, რომელიც უზრუნველყოფს სახელმწიფო პოლიტიკის გატარებას გარემოს (მათ შორის წყლის რესურსების) დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების სფეროში. [1]

საქართველოში დღეისათვის წყლის რესურსების მართვა ხორციელდება ადმინისტრაციული პრინციპის საფუძველზე. წყლის მართვის სფეროში თავიანთი კომპეტენციის მიხედვით ჩართული სხვა სახელმწიფო ორგანოები არიან: ეკონომიკის განვითარების სამინისტრო, სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო, აგრეთვე თვითმმართველობის ადგილობრივი ორგანოები.

მოსახლეობის ეპიდემიურად უსაფრთხო სასმელი წყლით მომარაგების პრობლემის გლობალურად გადაჭრის მიზნით, ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის ძალისხმევით არაერთი დოკუმენტი იქნა მიღებული, მათ შორის 1999 წლის ლონდონის მესამე ევროპულ კონფერენციაზე გარემოსა და ჯანმრთელობის დაცვის

მინისტრებმა მიიღეს ოქმი „წყალი და ჯანმრთელობა“, რომელიც წარმოადგენს ერთ-ერთ მძლავრ ინსტრუმენტს „ევროპის, კავკასიისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნების მდგრადი განვითარებისათვის და საფუძვლია წყლის რესურსების სფეროში პარტნიორობისა და კონკრეტული ღონისძიებების გატარებისა ქალაქების წყალმომარაგებისა და სანიტარიის გაუმჯობესებისათვის, წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვის განხორციელებისა ტრანსსასაზღვრო, ნაციონალურ და რეგიონულ დონეებზე“. [1] [2]

საქართველომ, როგორც ათასწლეულის დეკლარაციის ხელმომწერმა მხარემ, აიღო ვალდებულება ათასწლეულის განვითარების მიზნების ასახვის უზრუნველყოფისა ეროვნული განვითარების სტრატეგიებში. ამ დოკუმენტის მიხედვით, ქვეყნის მოსახლეობის სასმელი წყლის ხარისხის და მომარაგების სტრატეგიის მთავარ მიზანს წარმოადგენს 2035 წლისათვის ყველა ოჯახის უზრუნველყოფა ხარისხიანი სასმელი წყლით. [3] [4] [5]

დღესდღეისობით საქართველოში ცენტრალიზებული კომუნალური წყალსადენები არსებობს ყველა 85 ქალაქსა და რაიონულ ცენტრში 156 სათავე ნაგებობით. ქვეყნის მოსახლეობის სამეურნეო-სასმელ წყალმომარაგების წყაროებად ძირითადად გამოიყენება ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლები. აღმოსავლეთ საქართველოს წყლის მარაგი 10 მლრდ. მ³-ს შეადგენს და ძირითადად მიწისქვეშა, მაღალ მინერალიზირებული და მიკროელემენტების მაღალი შემცველობის მქონე წყლის რესურსებით არის წარმოდგენილი. აღნიშნული აუარესებს წყლის ხარისხს და ამცირებს მისი სასმელად გამოყენების შესაძლებლობას. დასავლეთ საქართველოს წყლის მარაგი 50 მლრდ. მ³-ს შეადგენს და წყალმომარაგების წყაროებად ძირითადად ზედაპირული წყლები გამოიყენება. [4] [5] [50]

ქვეყნის მოსახლეობა მოიხმარს როგორც დაბალი (50-100 მგ/ლ), ოპტიმალური (300-500 მგ/ლ), ისე მაღალი (1000-1500 მგ/ლ-ზე მეტი) მინერალიზაციის წყლებს, ხოლო მთელი რიგი წყალსადენების წყლებში აღინიშნება ჰალოგენჩანაცვლებული ნახშირწყალბადების, კერძოდ, კი, ქლოროფორმის მაღალი შემცველობა, რაც ხშირ შემთხვევებში, რისკს უქმნის მოსახლეობის ჯანმრთელობას.

მთავარ მიზანს მოსახლეობისთვის სასმელი წყლის 24-საათიან რეჟიმში მიწოდება წარმოადგენს. მნიშვნელოვანია წყალარინების და წყალმომარაგების სისტემების მოწესრიგება და ამ სისტემების მსოფლიო სტანდარტებთან მიახლოება. ამის მისაღწევად საჭიროა უამრავი ფინანსური რესურსი, დრო და შრომა. წყალმომარაგება ერთ-ერთ მთავარ პრიორიტეტს წარმოადგენს ქვეყნის ინფრასტრუქტურის განვითარებისთვის.

არსებული წყლის მიღების დაახლოებით 60% ცუდ მდგომარეობაშია, რაც ხშირ ავარიებს, სასმელი წყლის დაბინძურებასა და სანიტარულ ნორმებთან მისი ხარისხის შეუსაბამობას იწვევს. ტექნიკური დანაკარგი ზოგჯერ 40%-ს აღწევს. ამჟამად ქალაქის მოსახლეობის 10%-ზე ცოტა ნაკლებს და სოფლის მოსახლეობის ნახევარს საცხოვრებელ ბინებში ცენტრალური წყალმომარაგება არა აქვს და წყლის გარე ონკანებსა და ჭებზე

არიან დამოკიდებული. არის ტერიტორიები, სადაც ნებისმიერი ფორმით წყლის მიწოდება საერთოდ პრობლემაა და ეზომდე წყალს ცისტერნებით ეზიდებიან.

სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი ყველა ჩატარებული ტესტი და გამოცდილი პროცესი გვაჩვენებს სტაბილურ ოპერირებას ერთიდაიგივე პარამეტრების დროს. განსხვავება მხოლოდ ტრანს მემბრანული წნევა, გამტარუნარიანობა და საოპერაციო ხარჯებია. რაც ასევე დამოკიდებულია კოაგულანტის რაოდენობასთან, ქლორთან და სხვა ქიმიკატებთან. [27] [42] [43] [44] [45] [46]

ჩატარებული ტესტებისა და გამოცდების შედეგებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ არ არის აუცილებელი ქვიშის ფილტრის გამოყენება წინასწარი გაწმენდისთვის თუკი შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია მისაღებია ულტრაფილტრაციისთვის. იმ შემთხვევისთვის კი, თუ ქვიშის ფილტრი ხელმისაწვდომია კოაგულანტით დოზირება პრიორიტეტულია ულტრაფილტრაციისთვის, რათა თავიდან ავიცილოთ დიდი რაოდენობით ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა.

ქვიშის ფილტრისგან განხვავებით, ულტრაფრაციის დახმარებით, ორგანული ნივთიერებების მაღალი მაჩვენებლის მიღება შესაძლებელია მიღწეული იქნას. ეს ფაქტი დადასტურდა სპეციალურად ქრომატოგრაფიული ანალიზით, რომელიც ჩატარებული იყო ამ ტესტირებებამდე - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტით დოზირებით და ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას. [33] [34] [35] [36] [42] [47] [48] [49] [50] [51] [52]

თუკი კოაგულანტით დოზირება შეუძლებელია, ქლორირებით უკუგამორეცხვას შეუძლია ისეთივე შედეგის მიღწევა მსგავსი საოპერაციო პარამეტრებისას.

საუკეთესო გადაწყვეტილებას წარმოადგენს ულტრაფილტრაცია კოაგულანტით დოზირებისას. რაც ასევე ხარჯებს ამცირებს 3-6მდე.

არსებული ზემოთ აღწერილი პრობლემების გათვალისწინებით და წყალმომარაგების სისტემების შესაძლო პრივატიზების შედეგად გამოწვეული უარყოფითი ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად, აუცილებელია შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის შემუშავების პროცესში ყველა დაინტერესებული მხარის სრულფასოვანი ჩართვის უზრუნველყოფით;
- წყლის მართვის სფეროში ჩართულ უწყებებს შორის კომპეტენციათა სწორი და მკაცრი განაწილება;
- საზოგადოების სრულფასოვანი ინფორმირება და ჩართვა წყლის სექტორში რეფორმების დაგეგმვისა და განხორციელების შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისას;

Methodology for solving water supply engineering infrastructure problems in Georgia

Abstract

Clean water is one of the strong driving force for human development. It expands human ability to help create an effective cycle of health and well-being. Unrestricted access to safe drinking water is the fundamental and one of the basic rights of human existence. The United Nations Economic, Social and Cultural Rights Committee declared „ Human right to water "is committed to each person, safe and high quality drinking water. basic needs of each person per day for at least 20 liters of clean water a human right to water for demonstrating; This is the minimum task of the government. This obligation reflects the universal value and responsibility of governments before the population.

The relevant legal framework established in Georgia for the provision of environmental and natural resources, including water resources regulation, which consists of laws, subordinate acts, provisions, orders and other normative legal acts. The water resources management and protection of the principles of politics in terms of the most important of the law "on the water" (in force since 1997), the Law "On Environmental Protection" (in force since 1996), and the "Law on Mineral Resources" (in force since 1996). [1]

According to the Law of Georgia on Water, the Ministry of Environment Protection and Natural Resources of Georgia is the governmental institution of executive power of Georgia, ensuring the implementation of state policy in the field of environmental protection (including water resources) and rational use of natural resources. [1]

Nowadays water management is carried out in Georgia based on administrative principle. Other state bodies involved in the field of water management are: Ministry of Economic Development, Ministry of Agriculture, Ministry of Labor, Health and Social Affairs, as well as local self-government bodies.

With the aim of solving the problem of supply of safe drinking water to population, with the efforts of the World Health Organization, many documents were adopted, including at the Third European Conference of London in 1999, the Ministers of Environment and Health adopted a report on "Water and Health", Which is one of the strongest instruments "For sustainable development of Europe, the Caucasus and Central Asian countries and for sustainable development and development of Central Asian countries, the partnership and concrete measures in the field of water resources for the improvement of water supply and sanitation in cities, Integrated Water Resources Management for the implementation of cross-border, national and regional levels ". [1] [2]

Georgia as a signatory to the Millennium Declaration, Has taken the obligation to ensure the development of Millennium Development Goals in National Development Strategies. According to this document, the main purpose

of the drinking water quality and supply strategy of the country's population is to provide all families with quality drinking water by 2035. [3] [4] [5]

Nowadays centralized communal water pipelines exist in all 85 towns and district centers with 156 headworks. Surface and ground waters are mainly used as agricultural and drinking water sources of the country's population. The water supply in eastern Georgia is 10 billion m³ and mainly underground, highly mineralized and microelements are represented by high water content resources. This leads to worsening water quality and reduces the possibility of using it as a drink. Water reserves of Western Georgia are 50 billion m³, and surface water is mainly used as a source of water supply. The country's population consumes as low (50-100 mg / l), optimal (300-500mg / l) and high (1000-1500 mg / l) of the mineralized waters, in a number of water pipelines the high content of halogen substitute hydrocarbons, in particular, the chlorophyll, which in many cases causes the health of the population.

The main purpose of the research is to provide drinking water supply to the population in a continuous, 24-hour regime, in order to improve the water supply and sanitation system in every city and settlement area and approach this system to world standards. However, this requires a lot of financial resources, time and work. Water supply is one of the main priorities for the country's infrastructure development.

About 60% of existing water pipes are in bad condition, which causes frequent accidents, water pollution and incompatibility with its sanitary norms. Technical losses in some areas reaches 40%. At present there is less than 10% of the city's population and half of the rural population does not have a central water supply and they depend on the external tapes and wells. There are territories where water supply in any form is a problem and the water is drawn to cisterns.

All conducted tests and examined processes showed stable operational parameter adjustments. The only differences were in TMP and permeability and the resulting operational costs, which were also influenced by the used amount of coagulant, chlorine and other chemicals. [27] [42] [43] [44] [45] [46]

One can conclude that it is not necessary to include a sand filter as a pretreatment upstream an ultrafiltration step for the treatment of tertiary waste water if the TSS concentration is within adequate range for the UF. If a sand filter is already available, it is already available, it is advisable to operate with coagulant dosing prior the UF, to avoid maybe higher CEB frequencies.

With the aid of ultrafiltration, higher elimination rates of organic substances can be achieved compared to sand filtration. This fact was proofed with the special LCOCD analysis which was done for both tests: coagulant dosing prior SF and coagulant dosing prior UF. [33] [34] [35] [36] [42] [47] [48] [49] [50] [51] [52]

If the use of coagulant is not possible or desired and the utilization of chlorine is not specified, it is demonstrated that operation with chlorinated backwashes and the same operational parameters is possible and could achieve comparable results.

The best solution regarding OPEX is the operation with intermittent addition of coagulant upstream the UF. The costs will roughly be 3 to 6 times lower compared to other options.

In order to prevent the adverse impacts caused by the above described problems and the possible privatization of water supply systems, it is necessary to carry out the following measures:

- Ensuring full participation of all stakeholders in the process of development of a single state policy in the field of water conservation and use;
- Correct and strict distribution of competences between the agencies engaged in water management;
- Fully inform and engage the public while making decisions on planning and implementation of reforms in the water sector;

შინაარსი

შესავალი და ნაშრომის საერთო დახასიათება.....	14
თავი 1. წყალმომარაგების სისტემების მომხმარებელთა წყლით უზრუნველყოფის პროცესის კვლევა და დახასიათება.....	20
1.1 რას წარმოადგენს წყალმომარაგების სისტემა.....	20
1.2 დედაქალაქის წყალმომარაგება.....	22
1.3 რეგიონების წყალმომარაგება.....	25
თავი 2. საქართველოს წყლის რესურსები.....	27
2.1 მდინარეების ზოგადი დახასიათება და ჰიდროგრაფიული ქსელის თავისებურებანი.....	29
თავი 3. წყალმომარაგების პრობლემები.....	36
3.1 ფაქტები წყლის დეფიციტზე მსოფლიოში.....	36
3.2 ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორების გავლენა წყლის დეფიციტზე.....	37
3.3 ინტენსიფიკაცია თუ ექსტენსიფიკაცია.....	41
3.4 ჟონვებზე დანაკარგები და წყლის უყიარათო ხარჯვა.....	42
3.5 საცირკულაციო და წყლის განმეორებით გამოყენების სისტემები.....	43
თავი 4. თანმიმდევრული და ურთიერთდაკავშირებული პროცესები.....	44
თავი 5. წყლის მეთამეულ გაწმენდა და კოაგულანტის ხარჯის მკვეთრ შემცირება.....	46
5.1 შესავალი.....	46
5.2 მატერიალები და მეთოდები.....	48
5.3 საცდელი დანადგარი.....	49
5.4 მუშა პროცესი.....	49
5.5 ანალიტიკური მონაცემები.....	50
5.6 შეჯამება და დისკუსია.....	50
5.7 ოპერაცია უწყვეტი / წყვეტილი კოაგულანტის დოზირებით.....	52
5.8 უწყვეტი კოაგულანტის დოზირება - 5 მგ/ლ Al.....	53
5.9 წყვეტილი კოაგულანტის დოზირება - 5 მგ/ლ Al.....	55
5.10 ქლორირებული უკუგამორეცხვა.....	56
5.11 უკუგამორეცხვა ~ 150 მგ/ლ Cl ₂	57
5.12 უკუგამორეცხვა ~ 50 მგ/ლ Cl ₂	58
5.13 ოპერაცია ქვიშის ფილტრაციით, როგორც წინასწარი გაწმენდა.....	60
5.14 კოაგულანტით დოზირება ქვიშის ფილტრის უკუმიმართულებით.....	62
5.15 კოაგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციით უკუმიმართულებით.....	65
5.16 შედეგების შედარება - ქვიშის ფილტრის უკუმიმართულებით და ულტრაფილტრაციის უკუმიმართულებით.....	68
5.17 შედარება.....	71
5.18 დასკვნა.....	74
თავი 6. კურორტ აბასთუმნის წყალმომარაგების გაუმჯობესებისათვის სათავე „ვარატა“-ს რეაბილიტაცია საინჟინრო-ისტორიული ნაგებობის შენარჩუნების მიზნით.....	75

6.1 არსებული მდგომარეობა.....	78
6.2 გადაწყვეტილება	81
6.3 კურორტ აბასთუმანში და ალობილში მდებარე რეზერვუარების მდგრადობის დადგენა	88
6.4 წყალმიმღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება	105
დასკვნა.....	148
გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა	150

ცხრილების ნუსხა

მდინარის კატეგორია ცხრილი #1.....	29
მდინარეთა ჯამური სიგრძე, კმ ცხრილი #2.....	30
საქართველოს მთავარი მდინარეებისა და მისი ზოგიერთი პირველი რიგის შენაკადის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამის ჩამკეტ კვეთებთან.....	
ცხრილი #3.....	30
საქართველოს მთავარი მდინარეებისა და მისი ზოგიერთი პირველი რიგის შენაკადის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამისი ჩამკეტ კვეთებთან.....	
ცხრილი #4.....	32
საქართველოს მთავარი მდინარეებისა და მისი ზოგიერთი პირველი რიგის შენაკადის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამისი ჩამკეტ კვეთებთან.....	
ცხრილი #5.....	323
საქართველოს ზოგიერთი მდინარის საშუალო წლიური მყარი ჩამონადენი (წყალსაცავების მოსიღვის მასალების მიხედვით). ცხრილი #6.....	33
საქართველოს მნიშვნელოვანი ტბების ზოგიერთი მორფომეტრული მონაცემები. ...	
ცხრილი #7.....	34
საშუალო ანალიტიკური მონაცემები ცხრილი 8.....	52
სხვადასხვა ტესტების მიმოხილვა ცხრილი 9.....	52
ოპერატიული პარამეტრები 5 მგ/ლ Al ცხრილი 10.....	53
ანალიტიკური მონაცემები - უწყვეტი დოზირება 5 მგ/ლ Al ცხრილი 11.....	54
ანალიტიკური მონაცემები - წყვეტილი დოზირებისას 5 მგ/ლ Al ცხრილი 12	56
ოპერატიული პარამეტრი - ქლორირებული უკუგამორეცხვა ცხრილი 13.....	56
ოპერატიული პარამეტრი - ქლორირებული უკუგამორეცხვა 150 მგ/ლ Cl ₂ ცხრილი 14.....	57
ოპერატიული პარამეტრი - ქლორირებული უკუგამორეცხვა 50 მგ/ლ Cl ₂ ცხრილი 15.....	60
ოპერატიული პარამეტრი - ქვიშის ფილტრის შემთხვევაში ცხრილი 16	61
ანალიტიკური მონაცემები - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტით დოზირებისას 3 მგ/ლ Al ცხრილი 17.....	63
ანალიტიკური მონაცემები - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტით დოზირებისას 5 მგ/ლ Al ცხრილი 18.....	64

ანალიტიკური მონაცემები - ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას 3 მგ/ლ Al ცხრილი 19.....	66
ანალიტიკური მონაცემები - ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას 5 მგ/ლ Al ცხრილი 20.....	67
სიმღვრივე - კოაგულანტით დოზირებისას ქვიშის ფილტრი და ულტრაფილტრაცია ცხრილი 21.....	69
ქვიშის ფილტრის და ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირება ცხრილი 22.....	70
LCOCD ანალიზი ცხრილი 23	70
ფასები, რაც გამოყენებულია მთლიანი საანგარიშო ხარჯების დასადგენად ცხრილი 24.....	71
OPEX მთლიანი საანგარიშო ხარჯები ცხრილი 25	72

სურათები

მდინარე კოლორადოს დელტა (სურათი #1)	39
წყლის დეფიციტი მსოფლიოში (სურათი #2)	39
სურათი #3	48
სურათი # 4	50
სურათი # 5	52
სურათი # 6	53
სურათი # 7	54
სურათი 8	55
სურათი # 9	56
სურათი 10	58
სურათი 11	59
სურათი # 12.....	61
სურათი 13	62
სურათი 14	64
სურათი 15	65
სურათი 16	67
ოდრხე (სურათი #17)	78
ვარატას წყალმიმღები (სურათი #18).....	79
ვარატას წყალმიმღები (სურათი #19).....	79
ვარატას წყალმიმღები (სურათი #20).....	80
ტოპოგრაფიული რუკა; კურორტი აბასთუმანი (სურათი #21).....	83
ჰიდროციკლონი (სურათი #22).....	114
ბადურა ფილტრი (სურათი #23).....	115

ნახაზების ნუსხა

ქ. თბილისის წყალსადენის სიტუაციური სქემა (ნახაზი #1).....	24
წყლის რესურსები (დიაგრამა #1).....	27
საქართველოს სქემატური რუკა მინერალური წყაროების დატანით (ნახაზი #2)...	28
წყლის დღიური მოხმარება ქვეყნების მიხედვით (დიაგრამა #2)	40
თანმიმდევრული და ურთიერთდაკავშირებული პროცესები (ნახაზი #3)	45
კურორტ აბასთუმნის კვლევითი გადაწყვეტილება (ნახაზი #4).....	84
წყალმიმღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება (ნახაზი #5)	105
წყალმიმღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება (ნახაზი #6)	106
წყალმიმღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება (ნახაზი #7)	1077
(ნახაზი #8)	1099
(ნახაზი #9)	11010
(ნახაზი #10)	110
ულტრაფილტრაცია (ნახაზი #11)	118
საქლორატოროს მოწყობისა და მართვის ავტომატიზაციისათვის შემოთავაზებულია შემდეგი პრინციპიალური სქემა (ნახაზი #12)	125

ანალიზები

წყლის სინჯის რეპორტი - სათავე „ვარატა“ #1.....	84
წყლის სინჯის რეპორტი - სათავე „ვარატა“ #2.....	85
წყლის სინჯის რეპორტი - სათავე „ვარატა“ #3.....	86

შესავალი და ნაშრომის საერთო დახასიათება

ნაშრომის აქტუალობა. თანამედროვე საზოგადოების სამეურნეო და კულტურული მოღვაწეობა მჭიდროდა არის დაკავშირებული წყლის რესურსების გამოყენებასთან. წყლის გარეშე წარმოუდგენელია სახალხო მეურნეობის რომელიმე დარგის განვითარება. წყალს განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ბუნებრივ რესურსებს შორის, რაც განპირობებულია ადამიანისათვის მისი შეუცვლელიობით.

საქართველოს კანონმდებლობა და ის პროგრამები, რომლებიც სასმელი წყლის ხარისხის გაუმჯობესებასა და მოსახლეობის ეკოლოგიურად უსაფრთხო წყლით უზრუნველყოფას ეხება, წყლის ხარისხის ევროსტანდარტამდე დაყვანის ძირითადი სტრატეგიაა.

შეიძლება ითქვას, რომ მთლიანად საქართველოს მოსახლეობის ხარისხიანი სასმელი წყლით მომარაგება დღეისთვის არ არის დამაკმაყოფილებელი, ამიტომ სასურველია აქტიურად გამოვიყენოთ წყლის დამუშავებისა და მიწოდების თანამედროვე მეთოდები და ტექნოლოგიები.

კომუნალური მომსახურების აღნიშნული სფერო წყალმომარაგების დარგში უნდა დაექვემდებაროს მართვის ისეთ სტრატეგიას, რომელიც ორიენტირებული იქნება სისტემურ-ლოგისტიკური მართვის თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და მეთოდოლოგიური მიდგომების გამოყენებაზე.

საქართველომ, როგორც ათასწლეულის დეკლარაციის ხელმომწერმა მხარემ, აიღო ვალდებულება ათასწლეულის განვითარების მიზნების ასახვის უზრუნველყოფისა ეროვნული განვითარების სტრატეგიებში. ამ დოკუმენტის მიხედვით, ქვეყნის მოსახლეობის სასმელი წყლის ხარისხის და მომარაგების სტრატეგიის მთავარ მიზანს წარმოადგენს 2035 წლისათვის ყველა ოჯახის უზრუნველყოფა ხარისხიანი სასმელი წყლით.

აღნიშნულ კონტექსტში წყალმომარაგების მოქმედ სისტემებში სისტემური მეთოდოლოგიური მიდგომის ასპექტების გამოყენება რეალური დროის შესაბამისად, მომხმარებელთა წყლით უზრუნველყოფის

ნორმალური პროცესის მსვლელობა - შენარჩუნების გარანტიას იძლევა. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მომხმარებელთა მიერ დამყარებული წყლით უზრუნველყოფის ტექნოლოგიური პროცესი ხასიათდება დროში ცვალებადობის გარკვეული არარაციონალურობით, მაშინ წინამდებარე დისერტაციის შესაბამისად წყალმომარაგების მოქმედი სისტემების ეფექტური ფუნქციონირების მეთოდოლოგიის შემუშავება ქმედით აქტუალობას იძენს და მას გააჩნია როგორც სამეცნიერო, ასევე პრაქტიკული ღირებულება.

სამუშაოს მიზანი და კვლევის ამოცანა. სამუშაოს მიზანი და კვლევის ამოცანები ემყარება წყალმომარაგების მოქმედი სისტემების ეფექტური ფუნქციონირების მისაღწევად დასმული ისეთი საინჟინრო ამოცანების გადაწყვეტას, რომლებიც დაკავშირებულია როგორც სისტემური ორგანიზაციის მეთოდოლოგიური მიდგომის პრინციპების, ასევე ეფექტური მართვის შემუშავებასთან მომხმარებელთა მიერ რეალური დროის შესაბამისად დამყარებული წყლით უზრუნველყოფის ტექნოლოგიური პროცესის შესაბამისად, კერძოდ:

- შემუშავებულია რეალური დროის შესაბამისად მოქმედი წყალმომარაგების სისტემების მეთოდოლოგია მათი ეფექტური ფუნქციონირების მიზნით და შესაბამისად, სისტემატიზებულია საინფორმაციო (კომპიუტერული) მართვა;
- შემუშავებულია რეალური დროის შესაბამისად მოქმედი წყალმომარაგების სისტემების მომხმარებელთა მიერ დამყარებული წყლით უზრუნველყოფის ტექნოლოგიური პროცესის საიმედოობის დონის ამაღლების შესაძლებლობა.

ამჟამად საქართველოს წყალმომარაგების მთელი სისტემა ექვემდებარება სასმელი წყლის გაუსნებოვნებას სხვადასხვა მეთოდით, კერძოდ:

- თხევადი ქლორით გაუსნებოვნება,
- ჰიპოქლორიტის ხსნარით,
- ქლორის ოქსიდანტებით,

➤ ქლორიანი კირის წყალხსნარით.

რაც შეეხება მოპოვებული სასმელი წყლის მიწოდებას სადაწნეო რეზერვუარებზე და აბონენტებამდე - საქართველოს რელიეფიდან გამომდინარე, აუცილებლობის შემთხვევაში ხდება იძულებითი წესით (ტუმბო-აგრეგატებით) ან რელიეფის მიხედვით თვითდენით მიწოდება.

მეცნიერული სიახლე. შემუშავებულია წყალმომარაგების მოქმედი სისტემების ეფექტური ფუნქციონირების მართვის მეთოდოლოგია, რომლის თანახმად კომპლექსურად განიხილება და წყდება წყლის წმენდის ამოცანები მინიმალური დანახარჯით, რეალური დროის შესაბამისად. არსებული დისერტაციაში აღწერილი პრობლემების გათვალისწინებით და წყალმომარაგების სისტემების შესაძლო პრივატიზების შედეგად გამოწვეული უარყოფითი ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად, აუცილებელია შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- ❖ წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის შემუშავების პროცესში ყველა დაინტერესებული მხარის სრულფასოვანი ჩართვის უზრუნველყოფით;
- ❖ წყლის მართვის სფეროში ჩართულ უწყებებს შორის კომპეტენციათა სწორი და მკაცრი განაწილება;
- ❖ საზოგადოების სრულფასოვანი ინფორმირება და ჩართვა წყლის სექტორში რეფორმების დაგეგმვისა და განხორციელების შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისას;

სასმელი წყლის გაწმენდისას ულტრაფილტრაციაში კოაგულაციის ძირითადი მიზანია კოლოიდური ორგანული ნაწილაკების მუხტის განეიტრალება, რათა უკუგამორეცვისას ნაწილაკები ადვილად მოშორდნენ მემბრანებს და აღადგინონ მათი გამტარუნარიანობა. ამ მიზნის მისაღწევად დისერტაციაში განხილულ ცდებსა და კვლევებზე დაყრდნობით, საკმარისია 30-60წმ საკონტაქტო დრო. საკონტაქტო ავზად განკუთვნილია შესაბამისი მოცულობის სადაწნეო ავზები. ფლოკულაცია არ არის საჭირო. აღსანიშნავია, რომ ახალი მონაცემების მიხედვით, საკმარისია კოაგულაცია

მოხდეს ფილტრაციის დაწყებიდან პირველი 4-5 წუთის განმავლობაში. ეს მეთოდი კოაგულანტის გამოყენებას ამცირებს არანაკლებ 8-ჯერ, რაც სერიოზულ ეკონომიას იძლევა.

ყველა ჩატარებული ტესტი და გამოცდილი პროცესი გვაჩვენებს სტაბილურ ოპერირებას ერთიდაიგივე პარამეტრების დროს. განსხვავება მხოლოდ ტრანს მემბრანულ წნევაში, გამტარუნარიანობასა და საოპერაციო ხარჯებშია. რაც ასევე დამოკიდებულია კოაგულანტის რაოდენობასთან, ქლორთან და სხვა ქიმიკატებთან.

კვლევის პერსპექტიული ობიექტები. საქართველოს ქალაქებისა და სოფლების წყალმომარაგების სისტემები.

კვლევის მეთოდი. წყალსადენების საინჟინრო ინფრასტრუქტურის მეთოდოლოგიის თეორიის გამოყენებით შესრულებულია წყლის მოპოვების, გაწმენდისა და მომხმარებელთა წყლით უზრუნველყოფის ტექნოლოგიურ პროცესში დაკვირვებული ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემების დამუშავება და მოდელირება. ჰიდრავლიკური მოდელირება განხორციელებული იქნა კომპიუტერულ პროგრამებში Epanet, WaterGEMS, EPA-SWMM და SewerGEMS დარსი-ვეირბახის განტოლების გამოყენებით. სადისერტაციო ნაშრომში გამოყენებული ყველა ძირითადი შენობა-ნაგებობებისთვის (რეზერვუარები, სატ. სადგურები, DMA, PRV და სხვა კამერებისა და კონსტრუქციების) სტრუქტურული ანგარიში ევრონორმების (Eurocode 2: Design of concrete structures) გამოყენებით მოხდა; [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60] [61] [66] [67] [68] [69]

სადისერტაციო ნაშრომში გამოყენებული წყალმომარაგების სისტემის გაანგარიშება სრულიად შეესაბამება EN 805 „წყალმომარაგება - მოთხოვნები გარე წყალმომარაგების სისტემების და კომპონენტებისთვის“, BS EN 1508 “წყალმომარაგება - მოთხოვნები წყლის სამარაგო ნაგებობების სისტემებისთვის და კომპონენტებისთვის“ და სხვა ქართულ და EN სტანდარტებს. [1] [2] [3] [4] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60] [61] [66] [67]

წყალარინების სისტემის ანგარიში შეესაბამება EN 752 „დრენაჟი და კანალიზაცია შენობების გარეთ“, BS EN 476 “კანალიზაციასა და დრენაჟებში გამოყენებული კომპონენტების ზოგადი მოთხოვნები“, EN1917 „ბეტონის ჭები და საინსპექციო კამერები, არაარმირებული, ფოლადის ბოჭკოიანი და არმირებული“, EN 1610 „დრენაჟებისა და კანალიზაციის მშენებლობა და ტესტირება“ და სხვა ქართულ და EN სტანდარტებს. [1] [2] [3] [4] [53] [54] [55] [62] [63] [64] [65] [68] [69]

კვლევის მეთოდი აღნიშნულ დისერტაციაში განისაზღვრა შემდეგნაირად:

- საკვლევი არეალის დაზუსტებული საზღვრები;
- კრიტერიუმები, რომლებიც გამოყენებულია საპროექტო ხარჯების დასადგენად;
- მინიმალური და მაქსიმალური წნევები გამანაწილებელ ქსელში;
- კანალიზაციისა და წყლის მილებს შორის მინიმალური ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დაშორებები;
- გამანაწილებელ ქსელში ჩამკეტ-მარეგულირებელი არმატურის განთავსების მეთოდოლოგია;
- სახანძრო ჰიდრანტების განთავსების მეთოდოლოგია;
- წყალმომარაგების მილის მოწყობის მინიმალური სიღრმე;
- მილსადენებში წყლის მოძრაობის მაქსიმალური და მინიმალური სიჩქარეები;
- გამანაწილებელი ქსელების მთავარი მილების მინიმალური დიამეტრი;
- დაერთების მინიმალური დიამეტრი;
- გამრეცხი არმატურის და ვანტუზების განლაგების მეთოდოლოგია;
- მილსადენების განლაგების მეთოდოლოგია;

- წყალწარმოების ობიექტების, რეზერვუარების კონსტრუქციული კრიტერიუმები: ბეტონის კლასი, არმატურის დამცავი ბეტონის მინიმალური საფარის სისქე და ა.შ. ი და სხვა.

კვლევა მოხდა შემდეგ მონაცემებზე დაყრდნობით:

- მოსახლეობის ამჟამინდელი და პერსპექტიული რაოდენობა;
- დაგეგმილი განაშენიანება;
- მოსახლეობის სიმჭიდროვე არსებული და პერსპექტიული განაშენიანების უბნების გათვალისწინებით;
- ტურისტების ამჟამინდელი და პერსპექტიული რაოდენობა;
- ამჟამინდელი მსხვილი მომხმარებლების (ინდუსტრიული, კომერციული და ინსტიტუციონალური) წყალმომარება;
- პერსპექტივაში მსხვილი მომხმარებლების საორიენტაციო ადგილმდებარეობა და წყალმომარება;
- წყალმომარაგება-წყალარინების ობიექტებისა და მილსადენების არსებული მდგომარეობის დეტალური აღწერა; (ზემოთხსენებული დოკუმენტები მოძიებულ და მოკვლეულ იქნა დისერტაციის კვლევისა და მზადების პროცესში).

სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება და შედეგების რეალიზაცია. მიღებული შედეგები შეიძლება პერსპექტივაში რეალიზებულ იქნას საქართველოს ქალაქების და სოფლების წყალმომარაგების სისტემებში, ავტომატიზებული მართვის სისტემების ფუნქციონირების პირობებში.

სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, საერთო დახასიათების, ექვსი თავის, 75 დასახელების ლიტერატურული წყაროსა და დასკვნისა და რეკომენდაციისაგან. ძირითადი ტექსტი 170 კომპიუტერული ნაბეჭდი გვერდია, მათ შორის 12 ნახაზი, 23 სურათი, 3 ანალიზი, 2 დიაგრამა და 25 ცხრილია.

თავი 1. წყალმომარაგების სისტემების მომხმარებელთა წყლით უზრუნველყოფის პროცესის კვლევა და დახასიათება

საქართველოს წყალმომარაგების სისტემების მშენებლობა / რეაბილიტაცია / ექსპლუატაციაზე სხვადასხვა კომპანიები ზრუნავენ.

შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“ (GWP) წამყვანი კომპანიაა საქართველოს წყალმომარაგების ბაზარზე. კომპანია თბილისის მოსახლეობას, სახელმწიფო დაწესებულებებს, სამრეწველო და კომერციულ ობიექტებს ხარისხიანი სასმელი წყლით უზრუნველყოფს. [70]

შ.პ.ს. „საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანია“ (UWSCG), სახელმწიფო საკუთრებაში არსებული შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოებაა, რომლის 100% წილის მფლობელი სახელმწიფოა, ხოლო პარტნიორი - საქართველოს რეგიონული განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტრო. კომპანია დაარსდა 2010 წლის 14 იანვარს, საქართველოს ეკონომიკის მინისტრის 2010 წლის 11 იანვრის N1-1/13 ბრძანების საფუძველზე. საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანია წყალმომარაგებისა და წყალარინების ქსელით მომსახურებას ახორციელებს მთელი საქართველოს მასშტაბით, ურბანული ტიპის დასახლებებისთვის, ქ. თბილისის, ქ. მცხეთის, ქ. რუსთავის, გარდაბნის მუნიციპალიტეტისა და აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის გარდა. [71]

1.1 რას წარმოადგენს წყალმომარაგების სისტემა

წყალმომარაგების სისტემა წარმოადგენს საკმაოდ რთულ საინჟინრო ნაგებობათა კომპლექსს, რომლის დანიშნულებაა მიიღოს წყალი წყალმომარაგების წყაროდან, თუ საჭიროა გადაამუშაოს, ანუ გააუმჯობესოს მისი ხარისხი მომხმარებლის მოთხოვნის (რეგულირდება „წყლის შესახებ“ საქართველოს კანონით და მისი მოთხოვნებიდან გამომდინარე მიღებული კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტებით, ხარისხობრივი ნორმების, ჩაშვების ლიმიტების და წყლის გამოყენების კვოტების საშუალებით.) შესაბამისად, მოახდინოს მისი ტრანსპორტირება და გადაანაწილოს

მომხმარებელთა შორის. ამ მიზნით ეწყობა წყალმიმღები ნაგებობა, გამწმენდი ნაგებობა, მილსადენები, წყლის ტრანსპორტირებისა და მომხმარებელთა შორის გასანაწილებლად, სამარაგო რეზერვუარები, სატუმბი სადგურები და სხვ. [1] [6] [7] [8]

წყალს ადამიანი მოიხმარს სხვადასხვა დანიშნულებით. ყველა სახის წყლის ხარჯი, ძირითადად შეიძლება დაყოფილ იქნეს სამ კატეგორიად: სასმელ-სამეურნეო, სამრეწველო და ხანძარსაწინააღმდეგო. [72] [73]

პირველ კატეგორიაში შედის ყველა ის ხარჯი, რომელიც დაკავშირებულია ადამიანის ყოფაცხოვრებასთან, კერძოდ, წყურვილის მოსაკლავად, საკვების მოსამზადებლად, ჰიგიენური პირობების დაცვის თვალსაზრისით და სხვ. გარდა ამისა, ამ კატეგორიას განეკუთვნება ხარჯი, რომელსაც ადგილი აქვს ადმინისტრაციულ, კომუნალურ, კულტურულ - საგანმანათლებლო, სამკურნალო, სპორტულ და სხვა ორგანიზაცია - დაწესებულებაში. ამავე კატეგორიას ეკუთვნის წყლის ის რაოდენობა, რომელიც იხარჯება ქუჩებისა და ნარგავების მოსარწყავად.

მეორე კატეგორიაში გაერთიანებულია სამრეწველო საწარმოების ტექნოლოგიური მიზნებისთვის საჭირო წყლის ხარჯი. მაგალითად წყალი, რომელიც იხარჯება პროდუქციის დასამზადებლად, ნედლეულის გასარეხად, დანადგარის გასაგრილებლად, ორთქლის წარმოების მიზნით და სხვა.

მესამე კატეგორიის წყლის ხარჯი, როგორც ეს თვით დაასახელებიდან ჩანს, გამიზნულია ხანძრის ჩასაქრობად და იგი ეპიზოდურ ხასიათს ატარებს. ამიტომ ამ კატეგორიის ხარჯი წყლის საერთო რაოდენობაზე გავლენას არ ახდენს. იგი ხანძრის მომენტში მოქმედებს ქსელის მუშაობის ჰიდრავლიკურ პარამეტრებზე.

როგორც წესი, სასმელ-სამეურნეო წყლის ხარისხისადმი წაყენებული მოთხოვნები გაცილებით მკაცრია, ვიდრე სამრეწველო - საწარმოს ტექნიკური მიზნებისთვის საჭირო წყლისადმი, თუმცა კვების

მრეწველობის ობიექტებზე გამოყენებული წყალი უნდა პასუხობდეს საქართველოში არსებულ, მოქმედ სტანდარტს.

1.2 დედაქალაქის წყალმომარაგება

დედაქალაქის წყალმომარაგება შედგება ოთხი ძირითადი

საფეხურისაგან:

- წყალაღება
- წყლის ხარისხის სტანდარტამდე დაყვანა
- წყლის ტრანსპორტირება
- მომხმარებლებზე განაწილება.

როგორც ჩვენთვის ცნობილია, არსებობს წყალმომარაგების ორი ტიპის წყარო, ესენია მიწისქვეშა და ზედაპირული. ნედლი წყლის ხარისხის გამო, პრიორიტეტულია მიწისქვეშა წყალაღება.

თბილისის წყალმომარაგების სისტემაში ორივე ტიპს წყალაღება გამოიყენება. მიწისქვეშა წყლების მიღება ხდება მდინარე არაგვის ხეობაში, ხოლო ზედაპირული წყალაღება ხორციელდება ჟინვალის წყალსაცავიდან და, ნაწილობრივ, თბილისის ზღვიდანაც (სარეზერვო დანიშნულება), ღრმადელესა და სამგორის სათავო ნაგებობების საშუალებით.

წყლის ხარისხის სტანდარტამდე დაყვანის შემდეგ ხდება მისი ტრანსპორტირება და დაგროვება სარეგულაციო რეზერვუარებში. დედაქალაქის ტერიტორიაზე განთავსებულია 300 000 მ² ტევადობის რეზერვუარი, მძლავრი სატუმბო სადგურები, ადგილობრივი წნევის მარეგულირებელი სადგურები და წნევის რეგულატორები, რომელთა საშუალებით, თბილისის მასშტაბით, სასმელი წყლის ნაკადებისა და წყლის წნევის რეგულირება ხდება.

დედაქალაქში შემოსული წყალი გადის დამუშავება-ფილტრაციის სრულ ციკლს და წყალსადენის 3000 კმ-იანი ქსელით უბნებზე ნაწილდება, საიდანაც, უშუალოდ მომხმარებელთა ონკანებამდე მის მიწოდებას 1000 ტუმბო უზრუნველყოფს. [70]

ქსელი და განაწილების სისტემა

თბილისის წყალსადენის ქსელის სიგრძე, დიამეტრით 13 მმ-დან და 1400 მმ-მდე, თითქმის 3000 კმ-ია. ქსელების განშტოებები, უმეტესად, მოწყობილია ფოლადის მილებით. წყალდენების და მაგისტრალური ქსელები თუჯისა და ფოლადის მილებით. ბოლო პერიოდში, მასიურად მიმდინარეობს მაღალი ხარისხის პოლიეთილენის მილების მონტაჟი. [70]

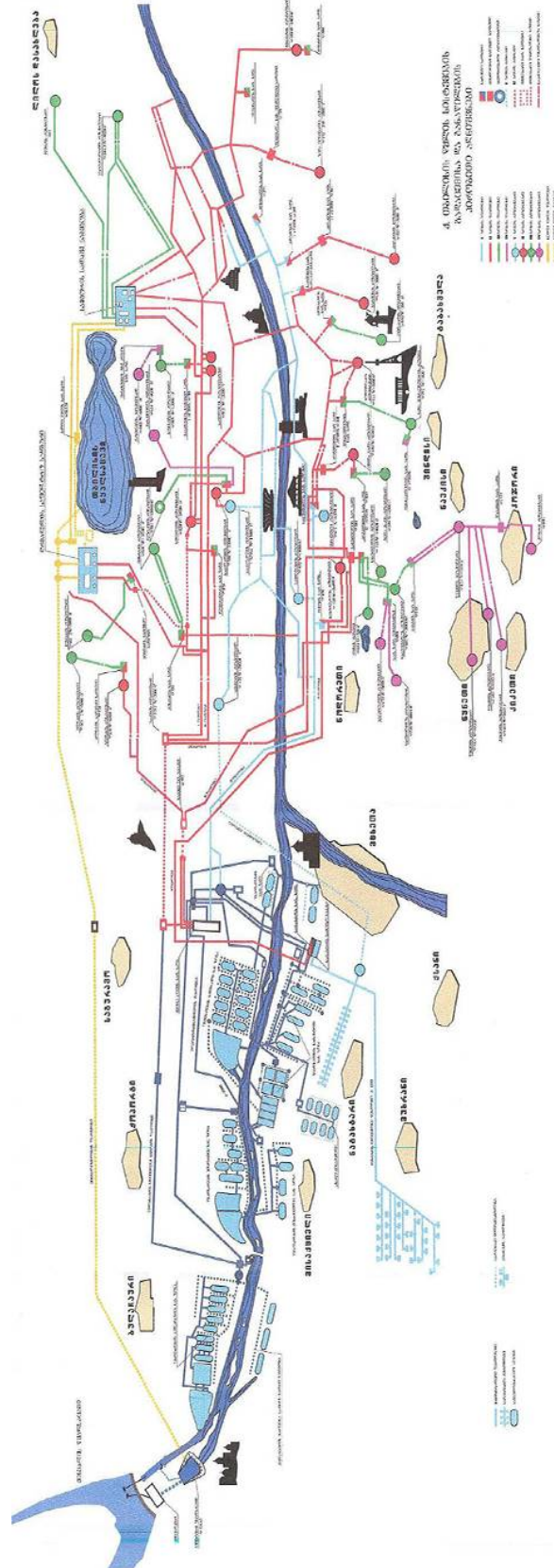
ქსელების მოწყობას, რამაც ქალაქში წყლის რაციონალურად განაწილება უნდა უზრუნველყოს, კომპანიის მხრიდან უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. თბილისისთვის დამახასიათებელი მთაგორიანი რელიეფის გამო, მის უდაბლეს და უმაღლეს ნიშნულებს შორის სხვაობა 1000 მეტრამდე აღწევს, ამიტომ, თბილისის წყალსადენის ქსელები 5 ვერტიკალური ზონისგან შედგება. [70]

რეზერვუარები და სატუმბო სადგურები

თბილისის სტაბილური წყალმომარაგებისთვის ქალაქის სხვადასხვა რაიონში და სხვადასხვა ნიშნულზე, 35 ადგილზე, 86 სამარაგო რეზერვუარია განთავსებული (საერთო მოცულობით 317 000 მ³).

"ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი" ექსპლუატაციას უწევს 141 ადგილობრივ წნევის გამაძლიერებელ სატუმბო სადგურს, რომელშიც დამონტაჟებულია 4 კვტ-დან 75 კვტ-მდე ძრავები. ამჟამად, 70 სატუმბო სადგური მთლიანად რეაბილიტირებულია და აღჭურვილია უახლესი ტიპის ავტომატური მართვის ტუმბო-აგრეგატებით, დანარჩენის რეკონსტრუქცია კი გეგმურად მიმდინარეობს. [70]

ქ. თბილისის
წყალსადენის
სიტუაციური სქემა
(ნაბაზი #1)



1.3 რეგიონების წყალმომარაგება

საქართველოს გაერთიანებული წყალმომარაგების კომპანია ამჟამად ოპერირებს საქართველოს 57 ქალაქსა და 315 სოფელს უწევს. გარდა ამ სოფლებისა, არსებობს 3 500 სოფელი, სადაც კომპანია არ ოპერირებს. ეს არის საკმაოდ საინტერესო და მძიმე თემა. საჭიროა შეიქმნას ამ ადგილებში სტატეგია წყალმომარაგების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. კომპანიის საქმიანობა უკავშირდება წყლის მოპოვებასა და მომხმარებელამდე სტაბილურად მიწოდებას. გარდა ამისა, საქმიანობაში შედის არსებული ინფრასტრუქტურის მშენებლობა და მოვლა-პატრონობა, ასევე წყლის ხარისხის უზრუნველყოფა, რომელიც უმნიშვნელოვანესი მიმართულებაა. ასევე საინტერესო თემა გახლავთ ენერგოეფექტურობასთან დაკავშირებული საკითხები, რომელიც ბოლო ტენდენციებიდან გამომდინარე ძალიან აქტუალური გახდა. ენერგოეფექტურობაში იგულისხმება არსებულ ინფრასტრუქტურა, რომელიც მოიცავს წყალმომარაგება-წყალარინების სისტემებსა და წყალარინების გამწმენდ ნაგებობებს. წყალმომარაგების ინფრასტრუქტურის განვითარება გულისხმობს მოსახლეობის 24-საათიან ხარისხიან წყალმომარაგებას. [71]

მეორე აქტუალური საკითხს წყალარინების ინფრასტრუქტურა წარმოადგენს. ქვეყნის მასშტაბით საკანალიზაციო ქსელი, განსაკუთრებით ქალაქებში ძალიან მოძველებული და ამორტიზებულია, რადგან ათეული წლებია მათი მასშტაბური რეაბილიტაცია არ მომხდარა. ევროკავშირის ახალი სტანდარტებით უნდა უზრუნველყოთ ამ სისტემების საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად მოწყობა, რეგულაციების მიხედვით აუცილებლად უნდა არსებობდეს გამწმენდი ნაგებობები ქვეყანაში და დღეს, საკმაოდ დიდი თანხები იხარჯება ამ ნაგებობების მშენებლობაზე. [6] [7] [8] [71]

მიუხედავდ იმისა, რომ ქვეყანაში საკმაოდ მასშტაბური პროექტები მიმდინარეობს ქვეყნის მასშტაბით სასმელი წყლის პრობლემა კვლავ მთავარ გამოწვევად გვრჩება რეგიონებში. [71]

რაც შეეხება გამოწვევებს, გამოწვევები ძალიან ბევრია. ერთ-ერთი გამოწვევად დგას სასმელი წყლის არარაციონალურად გამოყენება. ჩვენ არ ვუფრთხილდებით ისეთ სიმდიდრეს, როგორც არის წყლის რესურსი და არაყაირათიანად ვხარჯავთ მას აგრარული მიზნებისთვის. დღეს, წყალი საკმაოდ ძვირი სიამოვნება გახდა, როგორც თავისი არსებობით, ისე ინფრასტრუქტურის მოწყობითაც. იშვიათად ნახავთ ქვეყანას, სადაც ასე არარაციონალურად იღვრებოდეს წყალი თუნდაც ონკანებიდან. კიდევ ერთი გამოწვევა, ეს არის პროფესიონალი და გამოცდილი კადრების არარსებობა ამ სფეროში, რომელიც შეძლებდა მაღალი ტექნოლოგიების მქონე პროექტების ოპერირებას. ეს არ არის ადვილი თემა და ამ კუთხით საკმაოდ დიდი გამოწვევის წინაშე დგას ქვეყანა. [71]

მესამე მნიშვნელოვანი მიმართულება გახლავთ ენერგოეფექტურობა. მსოფლიოში, ბოლო დროს იმატა ტენდენციამ, რომ ყველაფერი ენერგოეფექტური გახდეს, რაც გვამლევს ნაკლებ ელექტროხარჯთან დაკავშირებულ შედეგებს. [71]

თუმცა, უმთავრესი გამოწვევად მაინც გვჩება ჩვენი თანამოქალაქეების სტაბილური სასმელი წყლით უზრუნველყოფა. მიუხედავად იმისა, რომ 21-ე საუკუნეში ვცხოვრობთ, ჯერ კიდევ არის ბევრი ადგილი და სოფელი, სადაც წყლის პრობლემები აქტუალურია. არა თუ სოფლები, არსებობს ქალაქებიც კი, სადაც დღის განმავლობაში მოსახლეობა წყალს 2-3 საათის განმავლობაში იღებს წყალს. [71]

საჭიროა გაკეთდეს შესწავლითი პროგრამა, რომელიც გვაჩვენებს, რა გვაქვს წყლის რესურსების მიმართულებით - გავიგებთ საერთოდ როგორია მოხმარების სტატისტიკა, რა არის წყლის საფასური და როგორ უნდა მივიღეს აბონენტამდე. გამომდინარე იქედან, რომ ინფრასტრუქტურის შექმნა და მოწყობა საკმაოდ დიდ თანხებთან არის დაკავშირებული, სოფლებში შესაძლოა ადგილობრივი პროექტები განხორციელდეს, რომელიც მოიცავს პატარა საქლორატოროს, ჭაბურღილებს და მოემსახურება რამდენიმე მუნიციპალიტეტს. [71]

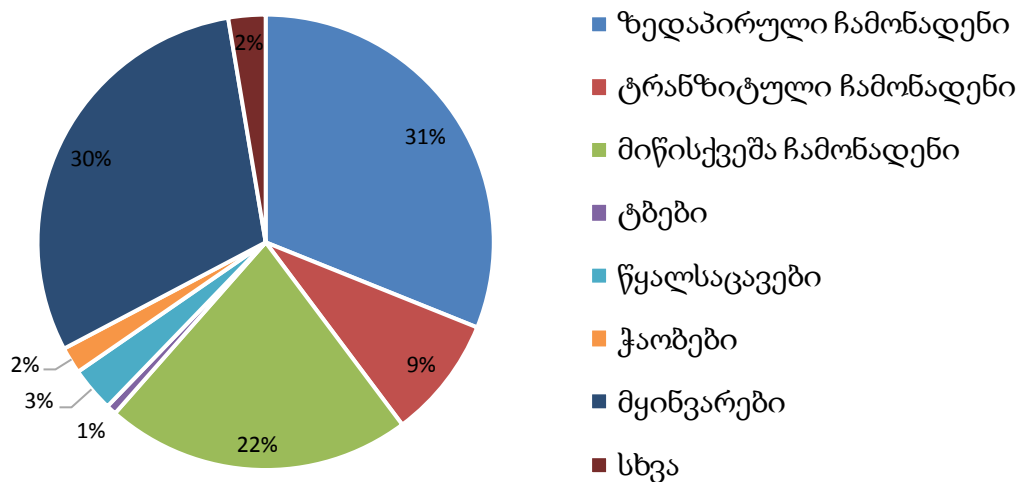
თავი 2. საქართველოს წყლის რესურსები

მტკნარი წყლის რესურსები საქართველოს ერთ-ერთ ძირითად სიმდიდრეს წარმოადგენენ. საქართველოს ტერიტორიის მთლიანი ხასიათი, უხვი ატმოსფერული ნალექები, განსაკუთრებით შავი ზღვის აუზში, განაპირობებენ იმას, რომ მის ტერიტორიაზე ერთი წლის განმავლობაში ფორმირებული მტკნარი წყლის ფენის საშუალო სიმაღლით, საქართველოს ერთ-ერთი პირველი ადგილი უკავია მსოფლიოს სხვა ქვეყნებს შორის. [74]

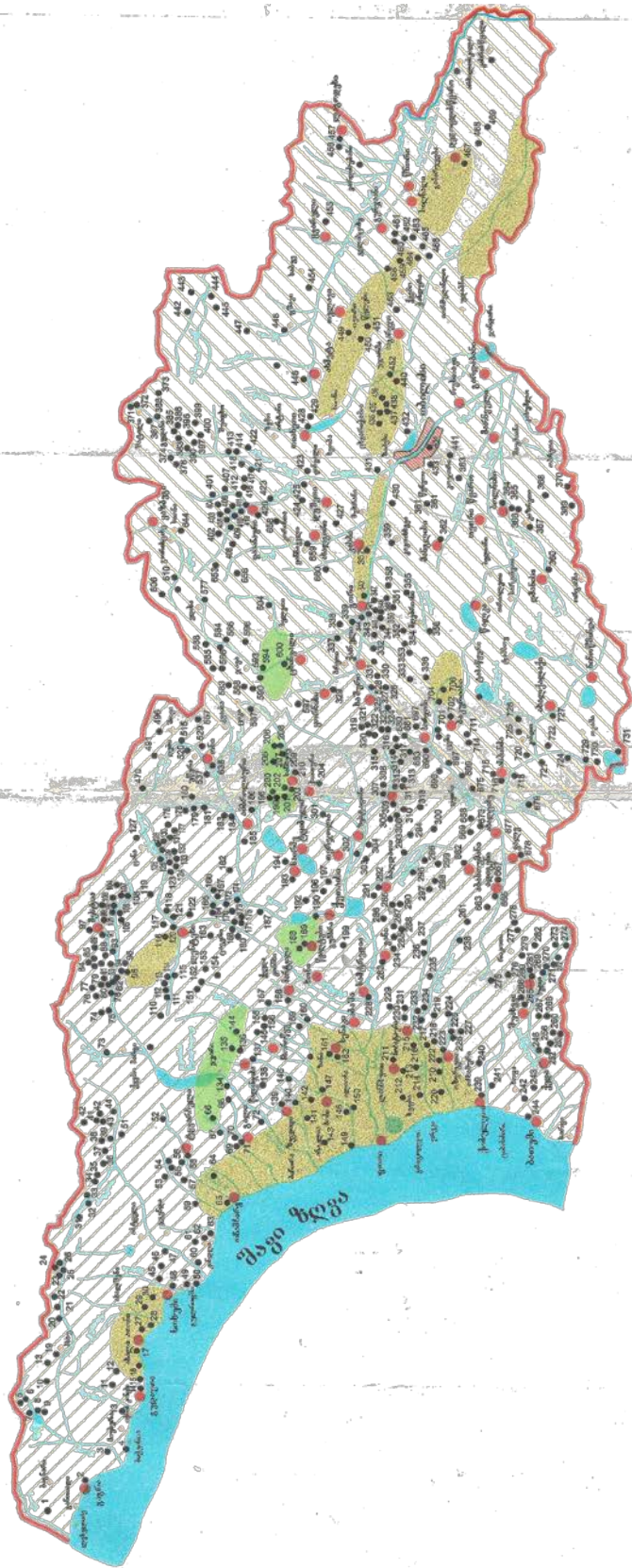
მთლიანად საქართველოს მტკნარი წყლის რესურსები წარმოდგენილია მდინარის ჩამონადენის ზედაპირული და მიწისქვეშა მდგენელებით. მიწისქვეშა წყლებით, რომლებიც არ მონაწილეობდნენ მდინარის ჩამონადენში და უშუალოდ ხვდებიან ზღვაში. მყინვარების, ტბების, ჭაობების და წყალსაცავების წყლები, რომლებიც ნაწილობრივად მონაწილეობენ მდინარის ჩამონადენის ფორმირებაში. [74]

წყლის რესურსები (დიაგრამა #1)

წყლის რესურსები [74]



საქართველოს რესპუბლიკის სქემატური რუკა მინერალური წყაროების დატანით



ბარობითი აღნიშვნები

- - ქალაქში რადიკურები და დაბუკი კონკრეტული ცენტრული წყაროები
- ⊙ - ქალაქში დაბუკი და ხოლდები რადიკალური წყაროები
- (N) - მინერალური წყაროები მთლიანად რადიკალური წყაროები
- ⊙ (N) - მინერალური წყაროები მთლიანად რადიკალური წყაროები
- - ქალაქის საზღვარში წყაროები
- - ქალაქის საზღვარში წყაროები

შენიშვნა:

1. (N) - მთლიანად წყაროების წყაროები
2. მინერალური წყაროების საფუძვლად რადიკალური წყაროების

რუკა შედგენილია საქართველოს სსრ კაუჭურთების ო. კონსტრუქციის ინსტიტუტის მიერ
კურორტოლოგიის და ფიზიოტერაპიის სახელმწიფო კვლევითი ინსტიტუტის
და კონსტრუქციის ინსტიტუტის მიერ. მსკ. 1969 წ. აბაშა

მინერალური წყაროების აღწერები დატანილია გეოლოგიის ინსტიტუტის მიერ
გეოლოგიის ინსტიტუტის მიერ. მსკ. 1970 წ. მოსკო
Главный редактор А.В. Сидоренко. Редактор тома Н.М. Буяничев

საქართველოს სქემატური რუკა მინერალური წყაროების დატანით
(ნახაზი #2)

2.1 მდინარეების ზოგადი დახასიათება და ჰიდროგრაფიული ქსელის თავისებურებანი

საქართველოში 26060 მდინარეა და მათი საერთო სიგრძე დაახლოებით 60 ათას კმს შეადგენს აქედან შავი ზღვის აუზს მიეკუთვნება 18109 მდინარე, ხოლო კასპიის ზღვის აუზს - 7951, რაც საქართველოს მდინარეთა საერთო რაოდენობის 30%-ს შეადგენს. საქართველოს მდინარეთა დიდი ნაწილი მთის მდინარის ტიპს მიეკუთვნება. აქ რელიეფის ზედაპირის დიდი დანაწევრების შედეგად არ გვხვდება დიდი სიგრძისა და აუზის დიდი ფართობის მქონე მდინარეები. მდინარეთა საშუალო სიგრძე 2,3 კმ-ია. [74]

მდინარის კატეგორია

ცხრილი #1

რეგიონი	ფართობი ათასი კმ ²	მდინარის კატეგორია									
		ძალიან მცირე		მცირე		საშუალო		დიდი	ძალიან დიდი	სულ	
		<10	10-25	26-50	51 -100	101-200	201-300	301-500	501-1000		<1001
დასავლეთ საქართველო	32,42	17794	242	48	16	6	1	2			18109
აღმოსავლეთ საქართველო	34,67	6817	296	64	12	1	1	2		1	7194
კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობი	2,61	745	11	1							757
სულ	69,7	25356	549	113	28	7	2	4		1	26060

რეგიონი	ფართობი ათასი კმ ²	მდინარეთა ჯამური სიგრძე, კმ									
		ძალიან მცირე		მცირე		საშუალო			დიდი	ძალიან დიდი	სულ
		<10	10-25	26-50	51 -100	101-200	201-300	301-500	501-1000	<1001	
დასავლეთ საქართველო	32,42	27100	3780	1703	1020	799	221	352			35042
აღმოსავლეთ საქართველო	34,67	14816	3566	2177	812	99	201	671		1364	23696
კავკასიონის ჩრდილოეთ ფერდობი	2,61	1010	152	31							1193
სულ	69,7	42992	7488	3911	1832	898	422	1024		1384*	59931

* მდინარე მტკვრის მთლიანი სიგრძე (საქართველოს ფარგლებში მისი სიგრძეა 384 კმ) [74]

საქართველოს მთავარი მდინარეებისა და მისი ზოგიერთი პირველი რიგის შენაკადის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამის ჩამკვეტ კვეთებთან.

ცხრილი #3

დასავლეთ საქართველო

მდინარე	ჩამკვეტი კვეთი	აუზის ფართობი, კმ ²	საშუალო სიმაღლე, მ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	ჩამონადენი, კმ ³
ფსოუ	ლესელიძე	420	1140	19,1	0,600
ბზიფი	ჯირხვა	1410	1690	96,9	3,021

გეგა	შესართავი	421	1980	27,4	0,864
გუმისთა	აჩადრა	556	1070	31,9	1,004
კოდორი	ლატა	1420	1920	89,3	2,820
გვანდრა	გვანდრა	197	2260	18,0	0,567
ღალიძგა	ტყვარჩელი	242	1460	18,7	0,599
ჩხალთა	ჩხალთა	465	2080	38,5	1,212
ოქუმი	გუდავა	268	580	13,2	0,416
ენგური	დარჩელი	3640	2020	153	4,819
მულხრა	ლატალი	420	2620	12,30	0,378
მესტიაჭალა	მესტია	144	2790	13,0	0,409
ნაკრა	ნაკრა	126	2620	12,30	0,378
ნენსკრა	ლახამი	468	2300	30,0	0,947
ხოზი	ლეგახარე	310	1640	21,6	0,680
რიონი	საქოჩაკიძე	13300	-	419	13,220
ჯეჯორა	პიპილეთი	408	1930	13,0	0,409
ლაჯანურა	ალპანა	287	1520	10,3	0,325
ყვირილა	ზესტაფონი	2490	960	60,4	1,903
ცხენისწყალი	ხიდი	1950	1800	80,6	2,538
ტეხური	ნაქალაქევი	558	1160	31,8	1,002
სუფსა	ხიდმაღალა	1100	970	46,0	1,449
ნატანები	ნატანები	469	880	24,0	0,756
კინტრიში	ქობულეთი	251	940	20,5	0,647
ჩაქვისწყალი	ხალა	120	880	10,3	0,330
ჭოროხი	ერგე	22000	-	272	8,57
აჭაწისწყალი	ქედა	1360	1470	43,7	1,376

საქართველოს მთავარი მდინარეებისა და მისი ზოგიერთი პირველი რიგის შენაკადის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამისი ჩამკეტ კვეთებთან.

ცხრილი #4

აღმოსავლეთ საქართველო

მდინარე	ჩამკეტი კვეთი	აუზის ფართობი, კმ ²	საშუალო სიმაღლე, მ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	ჩამონადენი, კმ ³
მტკვრი	თბილისი	21100	-	206	6,50
ფარავანი	ხერთვისი	2350	2120	18,7	0,589
ფოცხოვი	სხვილისი	1730	1870	21,6	0,68
დიდი ლიახვი	კეხვი	924	2100	26,4	0,832
პატარა ლიახვი	ვანათი	422	1940	9,57	0,302
ქსანი	კორინთა	461	1830	9,59	0,302
არაგვი	ჟინვალი	1900	1890	43,3	1,364
აკლგეთი	ფარცხისი	359	1320	2,92	0,090
ქცია-ხრამი	წითელი ხიდი	8260	1530	55,4	1,75
დებედა	სადახლო	3790	1680	29,4	0,926
იორი	ორხევი	587	1580	14,0	0,44
ალაზანი	ზემო ქედი	7450	900	102	3,226

საქართველოს მთავარი მდინარეებისა და მისი ზოგიერთი პირველი რიგის შენაკადის საშუალო მრავალწლიური ჩამონადენი შესაბამისი ჩამკეტ კვეთებთან.

კავკასიონის ჩრდილოეთი ფერდობი

მდინარე	ჩამკეტი კვეთი	აუზის ფართობი, კმ ²	საშუალო სიმაღლე, მ	წყლის ხარჯი, მ ³ /წმ	ჩამონადენი, კმ ³
პირიქითი ალაზანი	შენაქო	873	2600	25,6	0,814
თერგი	ყაზბეგი	778		23,7	0,75

საქართველოს ზოგიერთი მდინარის საშუალო წლიური მყარი ჩამონადენი (წყალსაცავების მოსილვის მასალების მიხედვით). ცხრილი #6

მდინარე (წყალსაცავი)	მდინარის სიგრძე სათავიდან, კმ	აუზის ფართობი, კმ ²	მდინარის გასწვრივ ქანობი, %	მყარი ნატანის ჩამონადენი, ათასი ტ.	
				ატივინარებული	ჯამური ფსკერული
ჟოეკვარა - შესართავი	20,0	72,1	134	20,8	37,8
ბზიფი - ბზიფის დას. გუმისთა	107,4	1510	23,0	450	506
სოხუმის	32,0	114	93,8	63,0	81,0
კოდორის - კოდორის	94,0	1990	28,8	1314	1424
ენგური - ჯვარის	133	3170	14,8	2826	3046
რიონი -	163	3510	15,1	6975	7770

გუმათის					
ტყიბული - ტყიბულის	11,0	49,4	67,5	77,5	124
ლაჯანური - ლანაჯანურის	31,0	287	69	164	288
ცხენისწყალი - ცაგერის	81,0	1450	27,2	975	1525
მტკვარი - ჩითახევის	300	10400	6,4	1411	1675
მტკვარი - ზემოავჭალის	464	20800	5,0	4717	4915
არაგვი - ზემოავჭალის	107	2740	27,4	1026	1352
იორი - თბილისის	84	970	13,2	310	442

საქართველოს მნიშვნელოვანი ტბების ზოგიერთი მორფომეტრული მონაცემები.

ცხრილი #7

ზღვა	სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	ტბის ფართობი, კმ ²	აუზის ფართობი, კმ ²	ტბის მაქსიმალური სიღრმე, მ	ტბის საშუალო სიღრმე, მ	ტბის მოცულობა სიღრმე, მ
ამტყელი	512	0,58	153	65,0	29,6	18,5
ბაზალეთი	878	1,22	14,4	7,0	4,5	5,55
ბარეთი	1621	1,34	9,3	1,3	0,82	1,10
დიდი ბებესირი	15,9	0,61	17,5	45	2,3	1,40

დიდი ოქროწყალი	2421	0,10	2,2	26,5	12,0	1,20
გრძელი	1584	0,08	0,41	3,9	2,02	1,63
კარწახი	1799	26,3	158	1,0	0,73	19,3
ლამაზი	2808	0,11	1,48	16,5	11,4	1,25
ლისი	624	0,47	16,1	4,0	2,60	1,22
მადათაფა	2108	8,78	136	1,7	1,08	9,5
მრუდე	2545	0,26	7,8	8,3	5,3	1,42
დიდი მცრა	2184	0,15	1,66	42,0	17,9	2,68
პალიასტომი	-0,3	18,2	547	3,2	2,6	52,0
ფარავანი	2073	37,5	234	3,3	2,42	90,8
ფართოწყარო	-0,3	0,21	1,17	3,5	2,1	4,41
დიდი რიწა	884	1,49	155	101	63,1	94,0
პატარა რიწა	1235	0,10	2,95	76	33,8	3,25
სადამო	1996	4,81	528	2,3	1,6	7,70
ტაბაწყური	1991	14,2	83,1	40,2	15,5	221
კობავარჩხილი	2650	0,21	1,12	35,0	15,8	3,31
ნანჩალი	1928	13,3	176	0,8	0,48	6,4
დიდი წითელიხატი	2779	0,23	2,42	53	19,3	4,56
ნურბლიანიტბა	1568	0,12	0,32	3,3	1,82	2,18
ყელი	2914	1,28	7,56	63,0	27,8	31,7

თავი 3. წყალმომარაგების პრობლემები

წყალმომარაგების სისტემა, მუდმივად საჭიროებს განვითარებას და ის რთულ იერარქიულ სტრუქტურას წარმოადგენს. აქედან გამომდინარე გასაგებია, რომ მსგავსი, დინამიკაში მყოფი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირება, მართვა და განვითარება ორგანიზმისა, რომლის მუშაობის რეჟიმი განუწყვეტლივ იცვლება, არა მარტო წლის და დღის, არამედ დღის ცალკეული საათების განმავლობაშიც, წარმოუდგენელია თანამედროვე ტექნიკის, სათანადო პრაქტიკული გამოცდილების და მეცნიერული კვლევისა და ანალიზის გარეშე.

თუ გავითვალისწინებთ ქალაქის დაგეგმარების თავისებურებას, მის საკმაოდ რთულ რელიეფურ პირობებს და განვითარების ტემპებს, არ უნდა იყოს გასაკვირი, რომ წყალსადენის მსგავს ლაბირინთულ სისტემაში, უამრავი ზონებისა, სატუმბო სადგურებისა და სარეზერვუარო მეურნეობის პირობებში, არსებობდეს არაერთი პრობლემა და მათი გადაწყვეტის არაერთი შესაძლებლობა.

მდგომარეობას ართულებს ის გარემოებაც, რომ მასში შემავალი ნაგებობების 20-25% დიდი ხანია ამორტიზებულია და მოითხოვს სასწრაფო შეცვლა - შეკეთებას.

მსგავს პირობებში სისტემის ნორმალური ექსპლუატაცია დაკავშირებულია მრავალ სირთულეებთან, რომლებმაც არ შეიძლება გამოიწვიოს შეფერხებები სისტემის მუშაობაში.

3.1 ფაქტები წყლის დეფიციტზე მსოფლიოში

- ❖ 80 ქვეყანა, სადაც მსოფლიოს მოსახლეობის 40% ცხოვრობს, წყლის დეფიციტს განიცდის.
- ❖ წყალზე მოთხოვნა ყოველ 20 წელიწადში ორმაგდება. სადაც წყლის დეფიციტი არ არის, წყლის დაბინძურება წარმოადგენს პრობლემას.

მე-20 საუკუნეში წყალზე მოთხოვნა 6-ჯერ გაიზარდა, მოსახლეობის რაოდენობა კი – 2-ჯერ.

- ❖ ყოველწლიურად 3,4 მლნ კაცი კვდება წყლისა თუ სანიტარიულ-ჰიგიენურ პრობლემებთან დაკავშირებული მიზეზების გამო. მათი 99%-ზე მეტი – განვითარებად ქვეყნებში.
- ❖ სანიტარიულ-ჰიგიენური პრობლემების მოგვარება გვერდს უვლის ღარიბებსა და განვითარებადი ქვეყნების სოფლის მოსახლეობას.
- ❖ ქალაქების მოსახლეობა დიდი სისწრაფით იზრდება. ყოველწლიურად 6 მლნ კაცი ემატება ფაველებს (ჯურღმულებს) – ქალაქის ისეთ უბნებს, სადაც ელემენტარული სანიტარიული პირობები არ არის.
- ❖ ცხრიდან ერთ ადამიანს ხელი არ მიუწვდება სასმელ წყალზე. ჯამში ეს 780 მლნ კაცს შეადგენს.
- ❖ სუფთა სასმელი წყლის დეფიციტის გამო ყოველდღიურად კვდება 4500 ბავშვი. მათი უმრავლესობა 5 წლამდე ასაკისაა.
- ❖ ნებისმიერ დროს საავადმყოფოთა საწოლების ნახევარი უკავიათ ადამიანებს, რომლებსაც წყალთან დაკავშირებული დაავადებები აქვთ. განვითარებად ქვეყნებში დაავადებების 80% სწორედ წყლის, უფრო სწორად, მისი უქონლობის, ასევე – სანიტარიული პირობების უქონლობის ბრალია.

3.2 ბუნებრივი და ანთროპოგენული ფაქტორების გავლენა წყლის დეფიციტზე

მსოფლიოს მოსახლეობა ყოველწლიურად 80 მლნ კაცით იზრდება. ბუნებრივია, ეს წყალზე მოთხოვნასაც ზრდის. მატება წლიურ 64 მლრდ კუბურ მეტრს შეადგენს. [75]

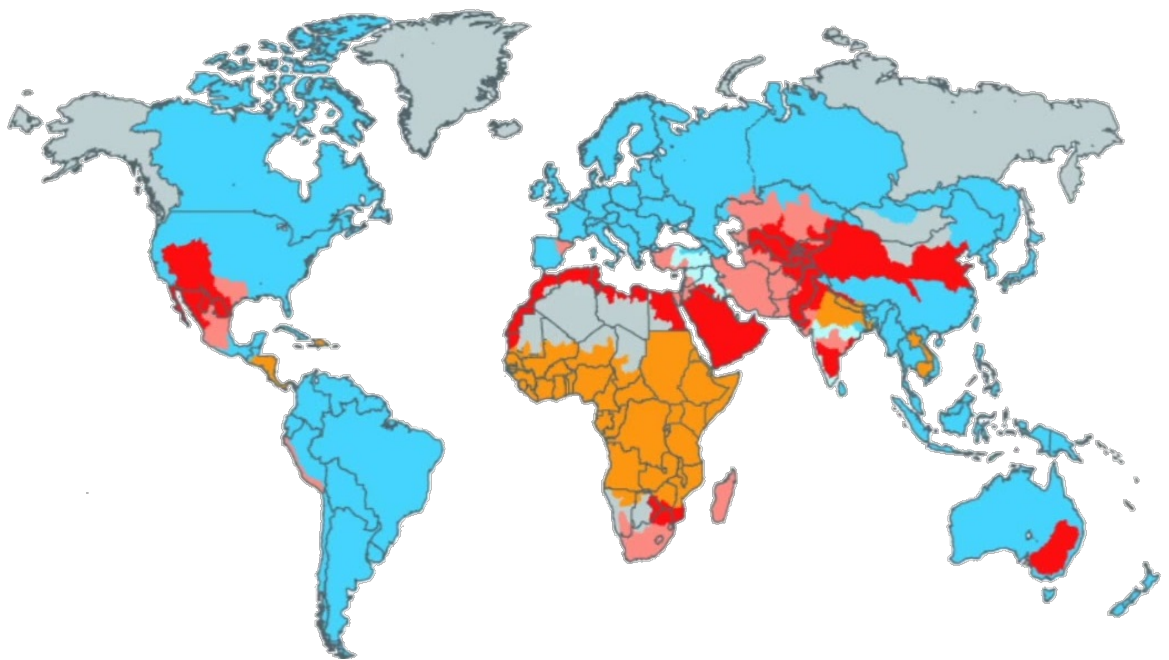
წყლის ფიზიკური დეფიციტი (Physical Water scarcity) ხელმისაწვდომი წყლის ფიზიკურ ნაკლებობას გულისხმობს. ეს ის მდგომარეობაა, როცა რეგიონის/ქვეყნის მოსახლეობის მოთხოვნა აღემატება

რეგიონის/ქვეყნის შესაძლებლობას, მიაწოდოს მას საჭირო მოცულობის წყალი. არიდული რეგიონები სწორედ წყლის ფიზიკურ დეფიციტს განიცდიან. აქ ტემპერატურა და აორთქლება ნალექების რაოდენობას აღემატება. თუმცა ნალექების გავრცელების შესახებ ინფორმაცია არ არის საკმარისი სრულყოფილი სურათის წარმოსადგენად. ნალექი უმთავრესად სეზონურია, ამ სეზონებზე კი შესაძლოა წლიური ნალექის 90%-იც კი მოვიდეს, როგორც, მაგალითად, ინდოეთში. მუსონური წვიმები აქ უმთავრესად ივნისიდან სექტემბრამდე გრძელდება, ამიტომ ამ სეზონზე ხშირია ბუნებრივ-კატასტროფული მოვლენების საფრთხე, ხოლო წლის დანარჩენ დროს ნალექების ნაკლებობაა, რაც წყლის ხელმისაწვდომობას ზღუდავს. [37] [38] [75]

ფიზიკური დეფიციტი ადამიანის ზემოქმედების შედეგად უფრო მწვავედება. მაგალითად, თუ როდესაც მდინარეებს სოფლის მეურნეობაში ირიგაციისთვის იყენებენ, მდინარის ქვედა წელში წყლის ბალანსი იცვლება. იმავდროულად, იმატებს დაბინძურება სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული სასუქებით, რაც საგრძნობლად ამწვავებს წყლის დეფიციტს. ამის ცნობილი მაგალითებია მდინარე კოლორადოს, სირდარიასა და ამურდარიას გამოყენება. [37] [38] [75]



მდინარე კოლორადოს დელტა (სურათი #1)

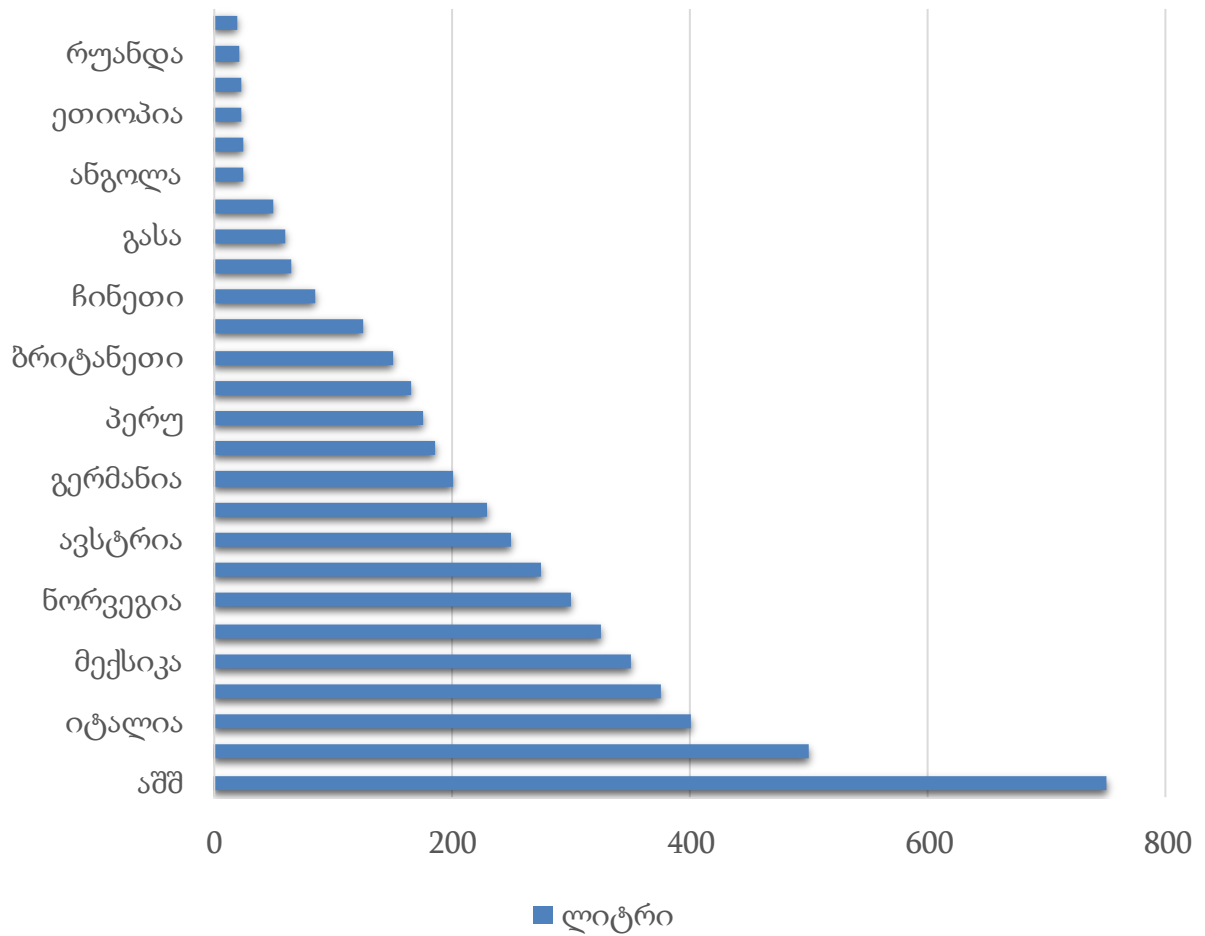


Source: IMF report, Insights from the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2006 / p8

- | | | | |
|---|------------------------|---|----------------------|
|  | მცირე დეფიციტი |  | ეკონომიკური დეფიციტი |
|  | ფიზიკური დეფიციტი |  | მონაცემი არ არის |
|  | მიახლოებული დეფიციტთან | | |

წყლის დეფიციტი მსოფლიოში (სურათი #2)

წყლის დღიური მოხმარება ქვეყნების მიხედვით



წყლის დღიური მოხმარება ქვეყნების მიხედვით (დიაგრამა #2)

გრაფიკზე მოცემულია წყლის დღიური მოხმარება შერჩეული ქვეყნების მიხედვით ერთ სულ მოსახლეზე. სხვაობა ქვეყნების წყალმომარებას შორის ძალიან დიდია. შეიძლება ითქვას, რომ იკვეთება ტენდენცია, რომლის ფარგლებშიც განვითარებული და განვითარებადი ქვეყნები მეტისმეტად შორიშორს არიან ერთმანეთისგან. განვითარებულ ქვეყნებს შორისაც კი დიდი სხვაობაა, რომლის ფარგლებშიც წყალმომარებით გამოირჩევიან ავსტრალია და აშშ. თუ გავითვალისწინებთ, რომ არც სხვა განვითარებულ ქვეყნებს აქვთ პრობლემები წყალმომარაგების მხრივ, თუმცა ის თითქმის ორჯერ

ჩამოუვარდება აშშ-ისას, შეიძლება ითქვას, რომ ეს ქვეყნები წყალს უყაირათოდ მოიხმარენ.

რაც შეეხება უკიდურესად ღარიბ ქვეყნებს, მათი წყალმოხმარება ერთ სულ მოსახლეზე ჩამოუვარდება აუცილებელ მინიმუმს, რაც დღიურ 20 ლიტრს შეადგენს.

წყლის სისუფთავე ჯანმრთელობის მნიშვნელოვანი ელემენტია. იქ, სადაც წყალი დაბინძურებულია, მაღალია დაავადების რისკი. წყალთან დაკავშირებულ დაავადებებად არის მიჩნეული დიარეა, ქოლერა, ჰეპატიტი და სხვა. მილიონობით ადამიანი სწორედ ამ მიზეზების გამო იღუპება. ამ დაავადებებთან გამკლავება სწორი მკურნალობით შესაძლებელია, თუმცა მძიმე სოციალურ-ეკონომიკური ვითარების გამო ამ ქვეყნებში მისი სათანადო შესაძლებლობა არ არის. [75]

მიუხედავად იმისა, რომ მსოფლიოში წყალი თითქოსდა საკმარისია, მასზე მოთხოვნა 2025 წლისთვის გაორმაგდება.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით, წყალს დაზოგვა და ეფექტური მენეჯმენტი სჭირდება. წყლის მენეჯმენტი მოიცავს მის მიწოდებას როგორც ინდუსტრიული და სასოფლო-სამეურნეო საჭიროებებისთვის, ისე შინამეურნეობებისთვის.

3.3 ინტენსიფიკაცია თუ ექსტენსიფიკაცია

საქართველოში წყალმომარაგების სისტემის განვითარება მიმდინარეობს ექსტენციფიკაციის, ანუ დამატებითი სიმძლავრეების ამოქმედების გზით. რაც ნიშნავს იმას, რომ ყოველ ეტაპზე წარმოქმნილი დეფიციტის დაფარვა წარმოებს ახალი წყალმიმღები ნაგებობის და წყალდენების მშენებლობის შედეგად. ამასთანავე არსებობს, მართალია რთული, მაგრამ ეკონომიკურად უფრო ხელსაყრელი ინტენსიფიკაციის გზა, რომელიც ითვალისწინებს მოხმარებული წყლის რაოდენობის შემცირებასა და არსებული ნაგებობების მუშაობის პირობების გაუმჯობესებას. ინტენსიფიკაციის, კერძოდ, არსებული სიმძლავრეების გამტარუნარიანობის

გაზრდის სამუშაოები სათავე ნაგებობებზე და ქსელშიც, მისი განვითარების ყოველ ეტაპზე ადრეც მიმდინარეობდა, მაგრამ ამ საკითხს თავიდანვე არ ექცეოდა სათანადო ყურადღება. ამიტომაც დღეისთვის დახარჯული წყლის რაოდენობა ერთ სულ მოსახლეზე, მსოფლიოს სხვა ქალაქებთან შედარებით, მნიშვნელოვნად მაღალია. [9] [11] [13] [37] [38] [39]

აქედან გამომდინარე, ერთ-ერთ მთავარ პრობლემას წარმოადგენს წყლის ხარჯვის ძალზე მაღალი, ე.წ. კომპლექსური ნორმა, ანუ ერთ სულ მოსახლეზე მოსული, ორივე კატეგორიის - სასმელ-სამეურნეო და სამრეწველო წყლის რაოდენობა. [17] [56] [60] [61]

უნდა აღინიშნოს, რომ დიდი ქალაქებისთვის ერთ სულ მოსახლეზე წყლის ხარჯის ნორმა ატარებს ზედმიწევნით ინდივიდუალურ ხასიათს, რადგან დამოკიდებულია მრავალ ადგილობრივ ფაქტორზე. კერძოდ, კლიმატურ პირობებზე, ცხოვრებისეულ ტრადიციებზე, მრეწველობის განვითარების დონეზე და სხვ. [10] [12] [19] [21] [22] [32]

3.4 ჟონვებზე დანაკარგები და წყლის უყაირათო ხარჯვა

ერთ-ერთი მთავარი მიზეზია გარე და განსაკუთრებით შიგა ქსელებში ჟონვების შედეგად გამოწვეული წყლის დანაკარგები. ჟონვებზე დანაკარგები შეადგენს მიწოდებული წყლის რაოდენობის 40-45%-ს. ნორმების მიხედვით ეს დანაკარგები არ უნდა აღემატებოდეს 7-10%-ს. ასე რომ, მხოლოდ ამ საკითხის მოგვარების შედეგად შესაძლებელი იქნება დახარჯული წყლის რაოდენობა 30%-ით შემცირდეს. [16] [17] [18] [23]

არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება წყლის უყაირათო ხარჯვას, რასაც ხელს უწყობს აღრიცხვიანობის უგულვებელყოფა, უკონტროლობა და წყლის გაუმართლებლად დაბალი ტარიფი.

ცნობილია, რომ იქ, სადაც მიმდინარეობს წყლის ხარჯვის ზუსტი აღრიცხვა, მისი ხარჯი 30-35%-ით მცირდება.

3.5 საცირკულაციო და წყლის განმეორებით გამოყენების სისტემები

მოსახლეობის შემდეგ წყლის ყველაზე დიდი მომხმარებელია მრეწველობა. მისი კუთრი წილი შეადგენს 25-28%-ს ქალაქის საერთო ხარჯიდან. სამრეწველო საწარმოების წილად მოსული წყლის ძირითადი ნაწილი იხარჯება ტექნიკური მიზნებისთვის, იმ შემთხვევებშიც კი, როდესაც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს უფრო დაბალი ხარისხის და, შესაბამისად, უფრო იაფი წყალი, ვიდრე სასმელი წყალია. [25]

აქედან გამომდინარე, სასმელ - სამეურნეო წყლის ხარჯის დაზოგვის ერთ-ერთ გზას წარმოადგენს სამრეწველო საწარმოებში ტექნიკური მიზნებისათვის სასმელი წყლის გამოყენების შემცირება. რისთვისაც საჭიროა, რაც შეიძლება ფართოდ დაინერგოს საცირკულაციო და წყლის განმეორებითი გამოყენების სისტემები.

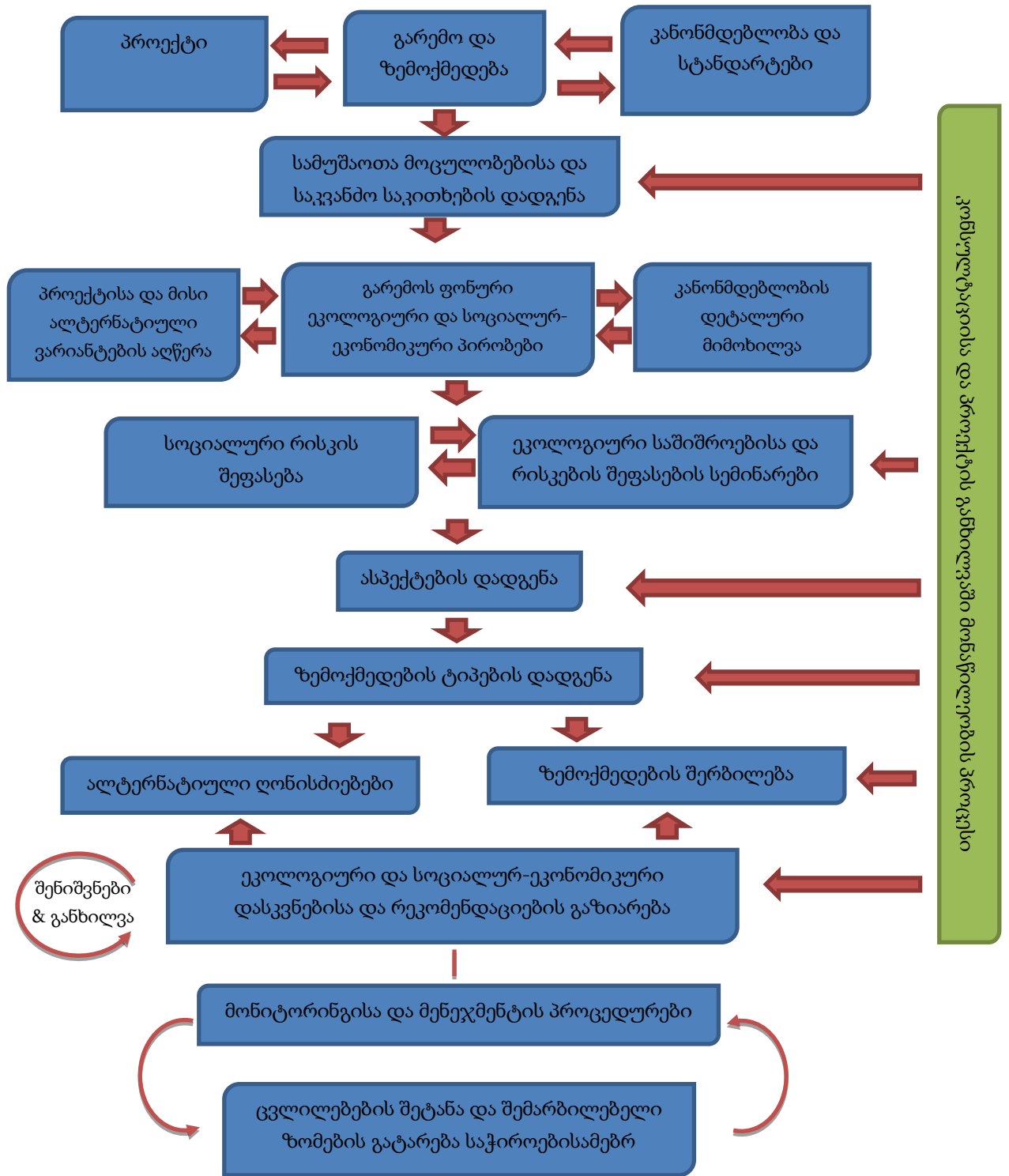
თავი 4. თანმიმდევრული და ურთიერთდაკავშირებული პროცესები

წყალსადენის ქსელის მოწყობა-რეაბილიტაციისათვის ერთ-ერთი ყველაზე მთავარი და მნიშვნელოვანია სწორი მიმართულების მიცემა კვლევასა და მისი შემდგომი პროცესებისათვის.

რეგიონალური წყლის ნაკლებობა, კლიმატის ცვლილება და გარემოსდაცვითი მოთხოვნები, რომლებიც წყლების რეაბილიტაციას ახდენენ რეალურ ალტერნატივას წყალმომარაგების სექტორში. დღესდღეობით, ულტრაფრატაცია მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მუნიციპალური და სამრეწველო წყლების მესამეულ გაწმენდაში.

ეს არის იდეალური ცალკე ტექნოლოგია წყლების დამუშავებისა და მუდმივი ხარისხის სუფთა წყლის წარმოების. წყლიანი ფენის შესავსებად ან საპირისპიროდ ოსმოსზე. ულტრაფილტრაციის საშუალებით, ბაქტერიები და ვირუსებიც კი უარყოფილია. პოტენციური მემბრანული დამაბინძურებლების მეორადი მეტაბოლიზმის ხარისხის მიხედვით (მაგ. გახსნილი ან კოლოიდური ორგანული ნივთიერებები). ოპერაციული პარამეტრების და აუცილებელი ქიმიკატების პრეტაზიტირებამ (მაგ. კოაგულანტები) და სხვადასხვა წმენდის პროცესებმა შესაძლოა სხვადასხვა გავლენა იქონიონ მის დიზაინზე და ხარჯებზე. ეს ნაშრომი წარმოადგენს სხვადასხვა ოპერაციული სტრატეგიის გამოკვლევას და ოპტიმიზაციას, რათა უზრუნველყოს სათანადო ულტრაფილტრაციის სისტემის დიზაინი, საიმედო საოპერაციო პარამეტრების და ხარჯების დადგენა. ნაჩვენები შედეგები წარმოიშვა სხვადასხვა საპილოტე ტესტებისა და სხვადასხვა ქვეყნებში დანერგილი სრულფასოვანი გამოცდილების კვლევისაგან. ნაშრომი ასაბუთებს ასაბუთებს, რომ საოპერაციო ხარჯი შესაძლოა მნიშვნელოვნად შემცირდეს, როცა გამოყენებულია შემავალ ნაკადში წყვეტილი (პერიოდული) კოაგულაცია. როგორც მფარავი შრის (მემბრანას ეხება) პროცესი.

თანმიმდევრული და ურთიერთდაკავშირებული პროცესები (ნახაზი #3)



თავი 5. წყლის მესამეულ გაწმენდა და კოაგულანტის ხარჯის

მკვეთრ შემცირება

ულტრაფილტრაციის მემბრანის მესამეული გაწმენდის უწყვეტი ნაკადის კოაგულაციისა და ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის გამოყენებით შედარებულია სამი პარამეტრის ვარიანტებთან მათივე ოპერაციულ პროცესებში:

- 1) ულტრაფილტრაციით წინასწარი გაწმენდა (ბიოლოგიურად აქტიური) ქვიშა/ხრეშის ფილტრაცია,
- 2) „მოწინავე“ კოაგულაციის პროცესი (წყვეტილი კოაგულაცია, დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით ულტრაფილტრაციისას)
- 3) საბოლოოდ მართვა კოაგულატის გარეშე.

ყოველივე ადასტურებს, რომ საოპერაციო ხარჯები შეიძლება მნიშვნელოვნად შემცირდეს წყვეტილი კოაგულაციის გამოყენებისას, როგორც საფარიანი პროცესისას. [33] [34] [35] [36]

5.1 შესავალი

სასმელი წყლის ყველაზე მნიშვნელოვანი საკვები ნივთიერებაა ყველა ცოცხალი არსებისათვის. თუმცა, სხვადასხვა რეგიონებში და ქვეყნებში პირობები შეიძლება განსხვავდებოდეს. გრძელვადიანი კლიმატის ცვლილების გამო, იზრდება ექსტრემალური ამინდის სიხშირე და სიდიდე. რაც გამოიხატება უფრო ძლიერი გვალვებით, დატბორვით და ძლიერი წვიმებით. ასევე წყლის ნაკლებობით, ან დაბინძურებული წყაროებით. თუმცა მნიშვნელოვნია არა მხოლოდ წყლის ხელმისაწვდომობა, არამედ სუფთა, უსაფრთხო წყლით სარგებლობა. [40] [54]

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ულტრაფილტრაცია უზრუნველყოფს წყლის უმაღლეს ხარისხს ჩვეულებრივი დამუშავების ტექნოლოგიებთან შედარებით და უზრუნველყოფს ფილტრის უწყვეტ ხარისხს მიუხედავად წყლის ხარისხის ცვალებადობისა, რაც გამოწვეულია, მაგალითად, სეზონური ცვლილებებით. ეს იმას ნიშნავს, რომ ასევე დაბინძურებული წყალი შეიძლება უსაფრთხოდ იყოს გაწმენდილი და პათოგენური ინგრედიენტები უარყოფილი იქნას იმისათვის, რომ სუფთა წყლის

გამოყენება შესაძლებელი გახდეს. აქედან გამომდინარე, მუნიციპალური ნარჩენების წყლის გამწმენდი ნაგებობა განიხილება, როგორც სუფთა წყლის მისაღებად, ძირითადად, ხელახალი ან სარწყავი მიზნებისათვის. მრავალი გაწმენდის მეთოდი იქნა შესწავლილი, მათ შორის ულტრაფილტრაცია. რამაც უკვე აჩვენა რომ ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული რისკები მინიმალურია, რადგან მისი ბიოლოგიური ხარისხი აკმაყოფილებს კრიტერიუმებს. პოტენციური მემბრანის მიმართ მეორადი დამუშავების ხარისხის მიხედვით (მაგ. გახსნილი ან კოლოიდური ორგანული ნივთიერებები), ოპერაციული პარამეტრები და საჭირო ქიმიკატები წინასწარი გაწმენდისთვის (მაგ. კოაგულანტები) და სხვა გაწმენდის პროცესებს შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა იქონიონ როგორც დიზაინზე, ასევე კაპიტალურ ღირებულებაზე და საოპერაციო ხარჯებზე. მთავარ მიზანს წარმოადგენს გამწმენდი ნაგებობის დაბალ ტრანსმემბრანულ წნევას, მივიღოთ მნიშვნელოვანი წყლის კომპონენტების მაღალი ლიკვიდური განაკვეთები და ეს ყოველივე დაბალი საოპერაციო ხარჯებით. [28] [30] [31] [41]

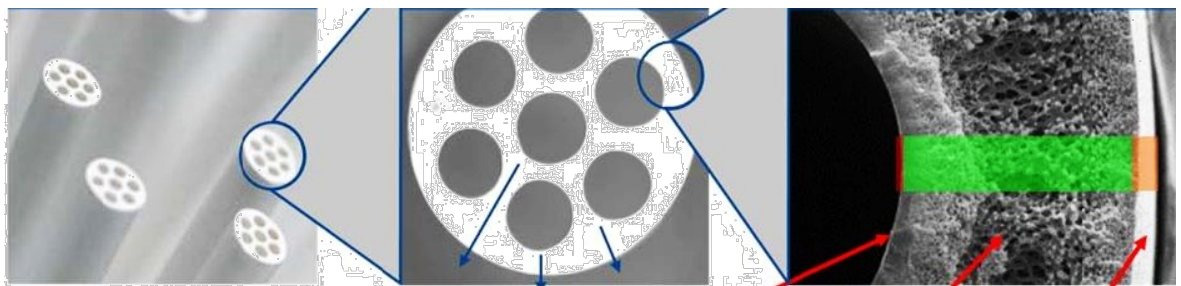
კოაგულანტი - ერთ-ერთი ყველაზე ძვირადღირებული კომპონენტია საოპერაციო სისტემაში. საჭიროა საკმარისი შედეგების მქონე ალტერნატიული ოპერაციების შესწავლა/განხილვა. აქედან გამომდინარე, შესრულდა და შეაფასდა რამდენიმე ტესტი მაგ. კოგულატის წყვეტილი დოზირება ან რაიმე ფლოკულატის დამატებით ქლორირებული უკუგამორეცხვა. კოაგულატის სრული ან ნაწილობრივი გაუქმება გავლენას ახდენს ულტრაფილტრაცია მოდულის ფუნქციონირებაზე. ნაშრომში წარმოგიდგენთ მისი ოპერირების განსხვავებულ მეთოდს. განიხილება ანალიტიკური აღმოფხვრის განაკვეთები და ასევე დაგეგმილი ცვლილებების გაანგარიშებული საოპერაციო ხარჯები. [41] [42] [43]

5.2 მატერიალები და მეთოდები

2000 წელს შემუშავებული იქნა მემბრანა, რომელიც წარმოადგენს ბოჭკოს (სურათი # 3) რომელიც შედგება ქაფიანი ჰომოგენური მხარდაჭერის სტრუქტურისგან, რომელიც შეიცავს შვიდ კაპილარს, ან არხებს.



სურათი #3



წყლის ნაკადი
ფილტრაციის დროს

ფილტრაციის ზედაპირი
 $\approx 0.02 \mu\text{m}$ ფილტრაციის
დროს

ფოროვანი
ზედაპირი
 $\approx 10 \mu\text{m}$

სხვა
ზედაპირი
 $\approx 1 \mu\text{m}$

შვიდი კაპილარის შიდა ფენა წარმოადგენს ძალიან თხელ აქტიურ ფილტრატს ზედაპირზე. კაპილარულებს შორის ქაფიანი სტრუქტურა გვიჩვენებს გამტარიანობას, რომელიც დაახლოებით 1000-ჯერ უფრო მაღალია ვიდრე ფილტრაციის ზედაპირზე, რომლებიც თანაბრად განაწილებულია ჯვარედინად ბოჭკოში. დამზადებულია მოდიფიცირებული პოლიეთერსულფონისგან (PES), რომელიც გამოირჩევა მაღალი pH ტოლერანტობის 1-13, რაც უზრუნველყოფს ეფექტურ წმენდას ექსტრემალურ პირობებშიც კი. შიდა დიამეტრი თითოეული კაპილარისთვის ინდივიდუალურია 0,9-1,5 მმ. ფორის ფენის ნორმალური ზომა დაახლოებით 20 მმ-ია. ეს უნიკალური სტრუქტურა მაღალი სტაბილურობის საშუალებას გვაძლევს მემბრანებში. [33] [34] [35] [36]

5.3 საცდელი დანადგარი

საცდელი დანადგარები არის სრულად ავტომატიზირებული და ძირითადად შედგება მკვებავი ტუმბოს, უკუგამორეცხვის ტუმბოს და საფილტრო ავზისგან. ქიმიური დოზირების ტუმბო სამი სხვადასხვა ქიმიკატებისათვის და სხვადასხვა საზომი ხელსაწყოები (pH, სიმღვრივე, ნაკადის სიჩქარე, წნევა და ტემპერატურა). ყველა ტუმბო კონტროლდება სხვადასხვა სიხშირით, რომ უზრუნველყოს სტაბილური ნაკადის სიჩქარე. დამატებით, დოზირების ტუმბო კოაგულანტისთვის დაყენებულია მკვებავ მილში.

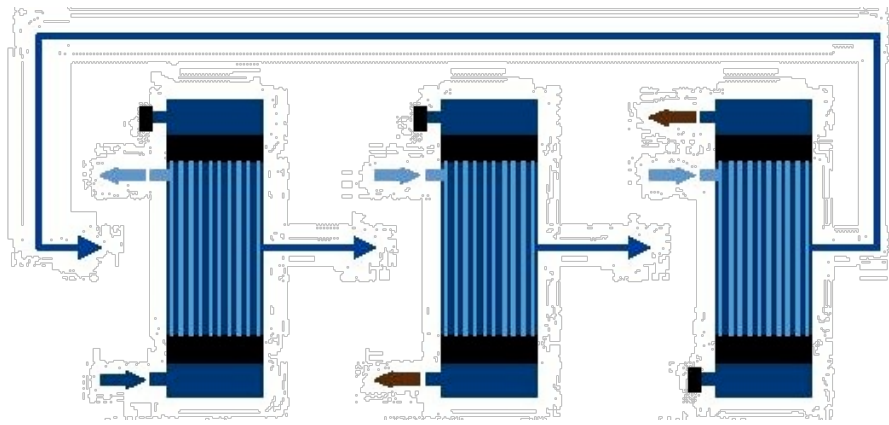
ნატურალური ზომის საცდელი დანადგარები აღჭურვილია მოდულებით რომელთა ფილტრაციისა ტერიტორია არის 25 - 70 მ², რაც დამოკიდებულია მოდულის სიგრძეზე (1,2 -1,7 მ) და კაპილარის დიამეტრზე (0,9 დან 1,5 მმ).

ნაშრომში მოყვანილია ნატურალური ზომის საცდელი დანადგარის შედეგები იდენტური მოდულებით, 0,22 მ² მოდული (სიგრძე 1,5 მ, კაპილარების დიამეტრი 0,9 მმ). [33] [34] [35] [36]

5.4 მუშა პროცესი

ამ მეთოდით ფილტრაცია სათავეს იღებს როგორც “in-out-mode”. ეს პროცედურა ითვალისწინებს მიმდინარე და თანაბარ გადმოღვრას კვების მხრიდან საიდანაც ფორმირდება ფენა.

უკუგამორეცხვა რეგულარულად ხორციელდება (20-დან 120 წუთი), შედარებით მოკლე პერიოდის განმავლობაში (30-60 წამი) - მხოლოდ მცირე რაოდენობით ფილტრატის შემთხვევაში. უკუგამორეცხვა შედგება ორი ეტაპისგან, რომლის დროსაც გაწმენდილი წყალი იგზავნება წნევის ქვეშ ბოჭკოებში. პირველი ეტაპის განმავლობაში, უკუგამორეცხვის შემდეგ წყალი გადადის მოდულის ბოლოში, მეორე ეტაპის განმავლობაში უკუგამორეცხვის წყალი მოდულის ზედა ბოლოს გავლით დაიხარჯება. ოპერაციის რეჟიმები ნაჩვენებია სურათი # 4-ზე. [33] [34] [35] [36]



ფილტრაცია

უკუგამორეცხვა
(1 საფეხური)

უკუგამორეცხვა
(2 საფეხური)

სურათი # 4

5.5 ანალიტიკური მონაცემები

ანალიტიკური პარამეტრები, რომლებიც მოცემული ტესტებისთვისაა განსაზღვრული, არის შემდეგი:

- ორგანული პარამეტრები: პარამეტრი გაჭუჭყიანების პოტენციალი
- გაფილტრული ქიმიური ჟანგბადის მოთხოვნა (COD_{filtered})
- ბიოლოგიური ჟანგბადი მოითხოვნა 5 დღე (BOD₅)
- გაჟღენთილი ორგანული ნახშირბადის (DOC)
- სპექტრული აბსორბციის კოეფიციენტი 254 μm (SAC 254 μm)
- არაორგანული პარამეტრები: ბიოლოგიური აქტივობის პარამეტრი
- სპექტრული აბსორბციის კოეფიციენტი 436 μm (SAC 436 μm)
- სულ ფოსფორი (P-PO₄, total)
- სულ ამიაკი (N-NH₄)

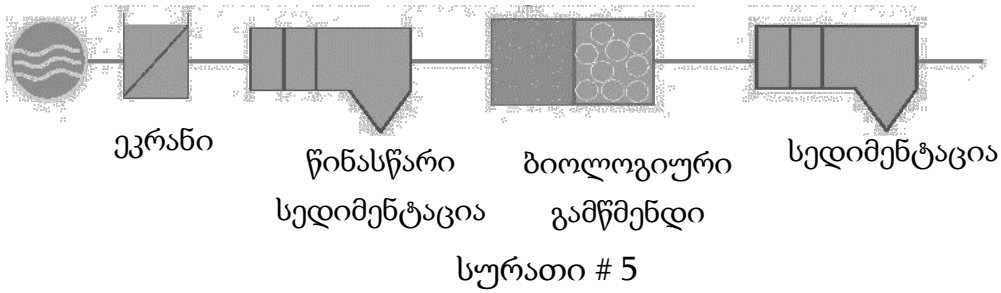
5.6 შეჯამება და დისკუსია

პირველი ექსპერიმენტები ჩატარდა მუნიციპალურ საკანალიზაციო ქარხანაში, გერმანიის მუნიციპალიტეტ ეხინგში, რომელიც მუნიციპალურ და სამრეწველო ნარჩენების წყლის ნაზავს ასრულებდა, რაც დაახლოებით 90,000 მკვიდრი-ეკვივალენტის ტოლია. დანადგარი შედგება მრავალი ეტაპისგან, როგორც სქემაშია ნაჩვენები (სურათი # 5). პირველი ეტაპი არის

პირველადი გაკამკამების პროცედურა თხელი/წვრილი ეკრანებით და ქვიშადაძქერი. მეორე ეტაპი არის ბიოლოგიური გაწმენდა, რომელიც შედგება დენიფიკაციისა და ჰაერის აუზებისგან. დეზინფექციურ აუზში მიკროორგანიზმები მოლეკულური აზოტის ნიტრატად გარდაქმნიან. ჰაერის აუზში ამონიუმის ნიტრატის ნიტრიფიკაცია ხდება. შემდეგი ეტაპი გამწმენდი დანადგარის არის ფოსფატის აღმოფხვრა ალუმინის (AL) ფუძის ფლოკულანტიდან რკინასთან ერთად. საბოლოო გაწმენდა წარმოადგენს გამიჯვნას თხევადი და მყარი ნივთიერებების. ზოგიერთი ანალიზური შედეგი მოცემულია ცხრილში 8.

შესრულდა სხვადასხვა ტესტები მეორეული ფილტრაციით არსებულ საცდელ დანადგარზე. პირველი ტესტები ჩატარდა მეორად ფილტრაციით ინექციური კოაგულატის დოზირებით ულტრაფილტრაციის მოდულამდე. კოაგულანტით დოზირება ხდებოდა მუდმივად (ანუ მთელი ფილტრაციის პროცესში) ან წყვეტილად, რომელიც შეესაბამება ფილტრაციის ციკლის პირველი წუთის განმავლობაში დოზირებას. ტესტების მეორე კომპლექტის დროს არ განხორციელებულა კოაგულანტის დამატება, მაგრამ ქლორირებული უკუგამორეცხვა ორი სხვადასხვა ქლორის (Cl₂) კონცენტრაციით შესრულდა. მესამე კომპლექტი ტესტების შემთხვევაში, ქვიშის ფილტრი დამონტაჟდა ულტრაფილტრაციამდე და კოაგულანტის დამატება მოხდა როგორც ქვიშის ფილტრში, ასევე ულტრაფილტრაციისას. შერჩეული იქნა პირველი და მესამე კომპლექტის დროს, პოლიალუმინიუმისქლორიდი (PACL) კოაგულატის ნაცვლად. ცხრილი 9 გვიჩვენებს შეჯამებას სხვადასხვა ტესტების ჩატარებას ოპერაციის სხვაობის შესაფასებლად, რაც დამოკიდებულია მორგებულ პარამეტრებზე.

დისტანციური მართვის და უწყვეტი მონაცემების ჩაწერის შედეგად შეფასდა მნიშვნელოვანი ოპერატიული პარამეტრები, როგორცაა გამტარობა და ტრანს მემბრანული წნევა, ორივე მათგანი საჭიროა კრიტერიუმების სტაბილურობისთვის.



სურათი # 5

საშუალო ანალიტიკური მონაცემები

ცხრილი 8

I მილში კოაგულანტით დოზირება	უწყვეტად დოზირება კოაგულანტით
	წყვეტილად დოზირება კოაგულანტით
II ქლორირებული უკუგამორეცხვა	კოაგულანტის გარეშე
III ქვიშის ფილტრით	კოაგულანტით დოზირება ქვიშის ფილტრის საწინააღმდეგო მიმართულებით
	კოაგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციის საწინააღმდეგო მიმართულებით

სხვადასხვა ტესტების მიმოხილვა

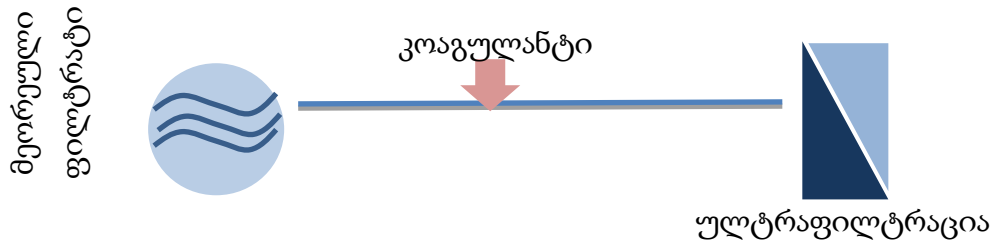
ცხრილი 9

პარამეტრები	საშუალო მონაცემები
COD filtered	30,0 მგ/ლ
BOD5	6,5 მგ/ლ
DOC	5,0 მგ/ლ
SAC254 μm	14,0 მ
PO ₄ , total	0,6 მგ/ლ

5.7 ოპერაცია უწყვეტი / წყვეტილი კოაგულანტის დოზირებით

ულტრაფილტრაციის ტესტი ჩატარდა უწყვეტი/წყვეტილი კოაგულანტის დოზირებით. სურათი 6 გვიჩვენებს ნაკადის დიაგრამას.

ტესტები ჩატარდა იდენტური საოპერაციო პარამეტრების მიხედვით (ცხრილი 3).



სურათი # 6

ოპერატიული პარამეტრები 5 მგ/ლ Al

ცხრილი 10

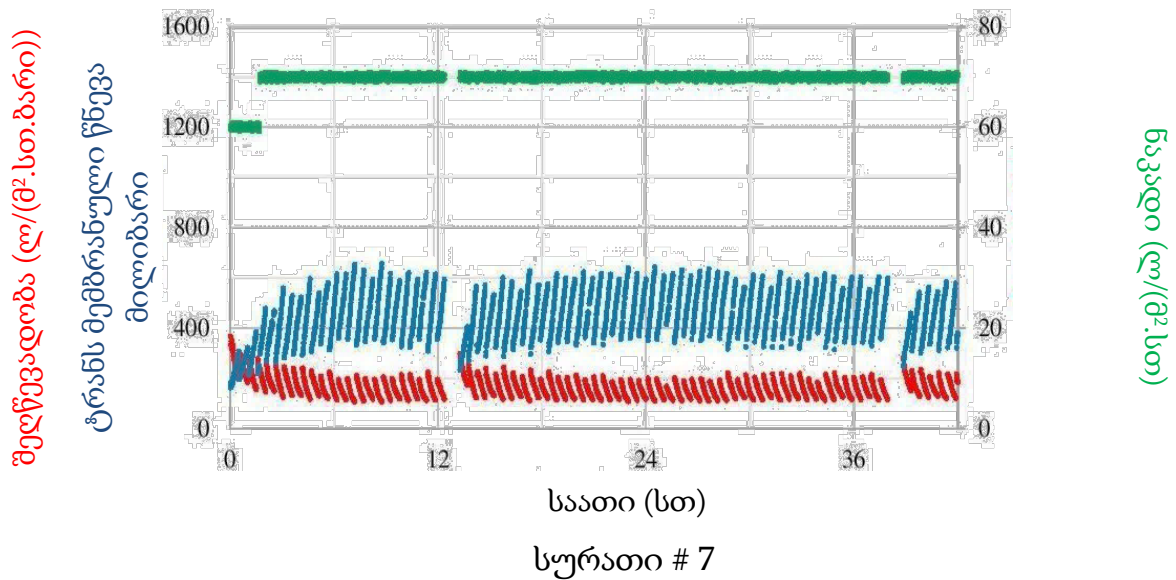
პარამეტრი	მნიშვნელობა
ნაკადი	70 ლ/(მ ² სთ)
ფილტრაციის დრო	40 წთ
უკუგამორეცხვის ხანგრძლივობა (1/2 საფეხურზე)	30/30 წმ
ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა (CEB) (კაუსტიკური + მჟავა)	2 x/დღე
აღდგენა	~ 91 %

5.8 უწყვეტი კოაგულანტის დოზირება - 5 მგ/ლ Al

ტესტირების პირველი ეტაპი ჩატარდა კოაგულანტის კონცენტრაციით 5 მგ/ლ Al უწყვეტად დოზირებით, განისაზღვრა ოპტიმალური მნიშვნელობა სხვადასხვა ადგილებში.

როგორც ნაჩვენებია # 7 სურათზე. სტაბილური მუშა მდგომარეობა საშუალოდ მიღებულია 170 ± 95 ლ/(მ².სთ.ბარი) და მაღალი ტრანს მემბრანული წნევა of 450 ± 190 მილიბარი (ტრანს მემბრანული წნევა იზრდება დაახლოებით 300 მილიბარი დროს ერთი ფილტრაციის ციკლისას). ტრანს მემბრანული წნევა უკუგამორეცხვისას ყოველთვის მეტად ან ნაკლებად ცვალებადია წინა მნიშვნელობასთან. შეიძლება დავასკვნათ, რომ ალუმინის ფილტრაციის ფენა, რომელიც ერთი ფილტრაციის ციკლის დროს აშენდა/დაეფარა, მთლიანად ამოღებულია მემბრანის ზედაპირისგან ნორმალური უკუგამორეცხვის შედეგად.

წინასწარი ტესტები აჩვენებს, რომ ქიმიურად გაძლიერებული უკუგამორეცხვის სიხშირე თავდაპირველად მითითებული - დღეში ორჯერ ნაცვლად, შეიძლება შეიცვალოს დღეში ერთხელ. ამ პირობებში, ტრანს მემბრანული წნევა მხოლოდ მას შემდეგ, რაც ავტომატური ქიმიური



უკუგამორეცხვა დაახლოებით 240 - 250 მილიბარია, გვიჩვენებს საჭირო ეფექტს ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვისას შემდგომში დაბინძურებული ფენის მოხსნისთვის.

უწყვეტად 5 მგ/ლ Al დამატებით, COD_{filtered} და PO_{4,total} შესაბამისად შეადგენს ~ 43% და ~ 44% (ცხრილი 11).

ანალიტიკური მონაცემები - უწყვეტი დოზირება 5 მგ/ლ Al ცხრილი 11

პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	30.60	17.55
PO _{4,total}	მგ/ლ	0.54	0.30
SDI ₁₅	%/წთ		1.32

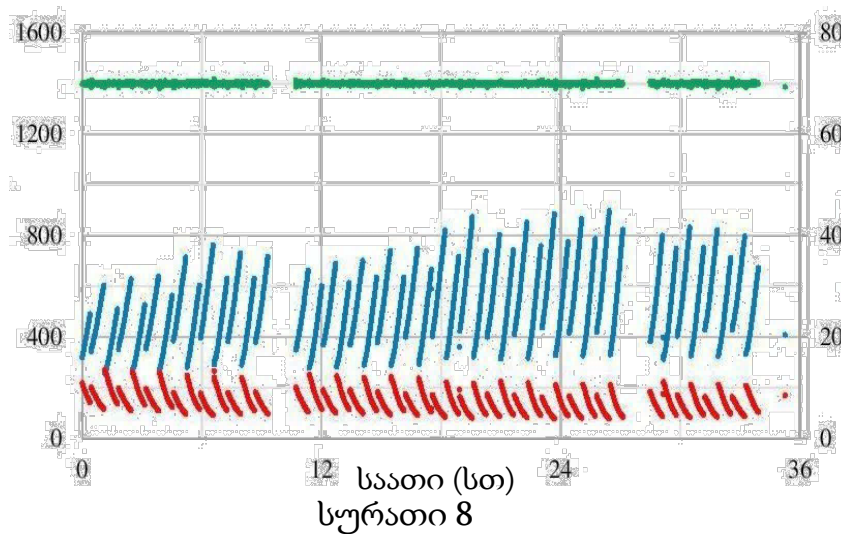
5.9 კოაგულანტით წყვეტილი დოზირება - 5 მგ/ლ Al

მეორე სერიის ტესტების შემთხვევაში, კოაგულანტის თანდათანობით კონცენტრაციის დროს იქნა გამოყენებული 5 მგ/ლ Al ფილტრაციის ციკლი პირველი ოთხი წუთის განმავლობაში. როგორც აქამდე, ეს ოპერაციაც სტაბილურია სხვადასხვა დონის გამტარიანობისას და ტრანს მემბრანული წნევა (სურათი # 8). საშუალო გამტარობა ოდნავ მაღალია (160 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C), მაგრამ გაზრდილია ამპლიტუდა (± 70 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C). საშუალო ტრანს მემბრანული წნევა ასევე მაღალია და მისი ამპლიტუდა (540 ± 280 მილიბარია). შეიძლება აღინიშნოს, რომ ტრანს მემბრანული წნევა-ს სრულად ვერ აღდგება ყველა უკუგამორეცხვის შემდეგ. ამ შემთხვევაში, ორჯერ დღეში აუცილებელია ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა ტრანს მემბრანული წნევა- ის ბაზაზე დაბრუნება.

უწყვეტად დამატებასთან შედარებით, COD_{filtered} მოცილება (ცხრილი 12) დაბალია (~ 24%), მაგრამ PO_{4,total} მოხსნა უფრო მაღალია (~ 63%). მაშინაც კი, თუ წყლის ხარისხი არ იყო იდენტური ორივე ტესტების დროს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ქიმიური ჟანგბადის მოთხოვნის მოხსნა შესაძლებელია იმით, რომ ამ ტესტის დროს კოაგულანტი რეაგირებს მხოლოდ მოკლე დროში. PO_{4,total}-ის მოულოდნელი მაღალი მაჩვენებელი საექვოა და საჭიროებს გამოძიებას. SDI₁₅-ის გაზომვა 0,53%/წთ იყო, რაც უფრო დაბალია, ვიდრე უწყვეტი დამატებისას. [33] [34] [35] [36]

მედწევადობა (ლ.მ².სთ.⁻¹.ბარი⁻¹ @ 20 °C)

ტრანს მემბრანული წნევა მილიბარი



წნევა (ლ.მ².სთ.⁻¹)

ანალიტიკური მონაცემები - წყვეტილი დოზირებისას 5 მგ/ლ Al ცხრილი 12

პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	17.70	13.50
PO ₄ ,total	მგ/ლ	0.54	0.20
SDI ₁₅	%/წთ		0.53

5.10 ქლორირებული უკუგამორეცხვა

ჩატარდა ტესტირების სერიები, კოაგულანტის დამატების გარეშე მაგრამ ქლორირებული უკუგამორეცხვით (სურათი # 9).

ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის ტიპიური დოზირებისას ან დეზინფექციისას Cl₂ რაოდენობა არის 500 მგ/ლ სადაც pH მნიშვნელობა > 9.5. ზოგიერთ შემთხვევაში, გამოიყენება 1000 მგ/ლ-მდე Cl₂. საერთო Cl₂ მოხმარების ოპტიმიზაციის მიზნით და Cl₂-ის გავლენა უკუგამორეცხვისას სხვადასხვაა. ტესტირება მოხდა, 150 – 50 მგ/ლ Cl₂, როდესაც pH მიღებული გვექონდა 9.5. მიმდინარე პარამეტრები ჩამოთვლილია ცხრილში 13.



ოპერატიული პარამეტრი - ქლორირებული უკუგამორეცხვა

ცხრილი 13

პარამეტრი	განზომილება	ქლორის დამატება უკუგამორეცხვისას	
		150 მგ/ლ Cl ₂	50 მგ/ლ Cl ₂
ნაკადი	ლ/(მ ² სთ)	60	70
ფილტრაციის დრო	წთ	45	30
უკუგამორეცხვის ხანგრძლივობა (1/2 საფეხურზე)	წმ	30/15	30/15
ავტომატური ქიმიური	x/დღე	1	1

უკუგამორეცხვა (CEB) (კაუსტიკური + მჟავა)			
აღდგენა	%	~ 92	~ 91

5.11 უკუგამორეცხვა ~ 150 მგ/ლ Cl₂

ტესტირება დავიწყეთ 150 მგ/ლ Cl₂ უკუგამორეცხვით. რამდენადაც მაღალი გაჭუჭყუნობადობა მოსალოდნელი იყო, ეს სერია დავიწყეთ 60 ლ/(მ².სთ) ნაკადით. როგორც ყველა წინა ტესტი, მუშაობა საკმაოდ სტაბილური იყო (სურათი 10), საშუალო გამტარიანობა 190 ± 40 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C და საშუალო ტრანს მემბრანული წნევა 300 ± 60 მილიბარი (ტრანს მემბრანული წნევა იზრდება 120 მილიბარი ფილტრაციის ერთი ციკლის დროს). ტრანს მემბრანული წნევა- ის უმნიშვნელო ზრდის ტემპი ყოველგვარი უკუგამორეცხვისას არის იმის ნიშანი, რომ ნორმალურ უკუგამორეცხვას არ შეუძლია მთლიანად ამოიღოს დაბინძურებული ფენა მემბრანისგან. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, თავდაპირველი ტრანს მემბრანული წნევა შეიძლება აღდგეს ყოველდღიური ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვით.

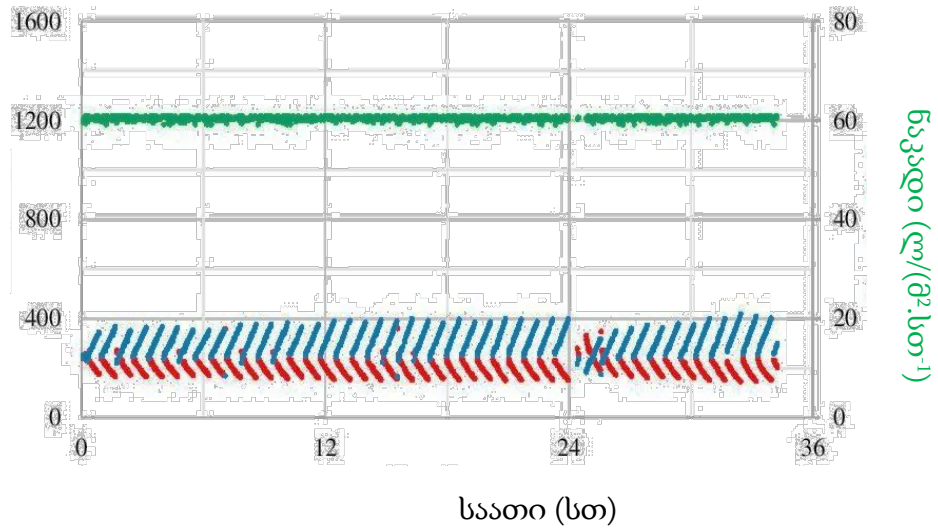
მიღებული ანალიზის მიხედვით (ცხრილი 14), საბოლოო განაკვეთები იზომება: PO₄,total ~ 85 % და SAC436µm ~ 69 %. რამდენადაც ქლორირებულ უკუგამორეცხვას არ უნდა ქონდეს რაიმე სახის გავლენა PO₄,total შედეგებით ეს საეჭვოა და საჭიროებს მომავალში დადასტურებას.

ოპერატიული პარამეტრი - ქლორირებული უკუგამორეცხვა 150 მგ/ლ Cl₂
ცხრილი 14

პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
SAC436nm	ლ/მ	1.2	0.37
PO ₄ ,total	მგ/ლ	0.39	0.06

შელწევადობა (ლ.მ².სთ⁻¹.ბარი⁻¹@ 20 °C)

ტრანს მემბრანული წნევა მილიბარი

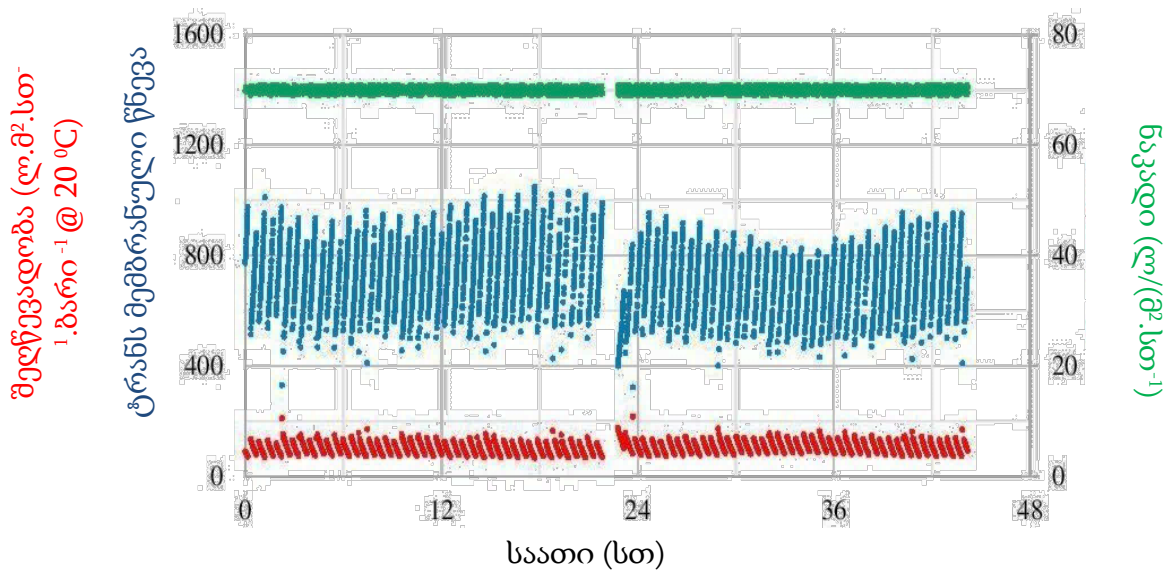


სურათი 10

5.12 უკუგამორეცხვა ~ 50 მგ/ლ Cl₂

ქიმიური მოხმარების ოპტიმიზაციის მიზნით, უკუგამორეცხვის დროს ქლორის დოზირება დაახლოებით 50 მგ/ლ Cl₂ შემცირდა, ხოლო შენარჩუნებული ნაკადის განიკვეთია 60 ლ/მმ. რამდენადაც ეს ოპერაცია სტაბილურია, ნაკადი გაიზარდა 70 ლ/(მ².სთ).

17%-ით ნაკადის ზრდის მიუხედავად, ოპერაცია სტაბილურია (სურათი 9) საშუალოდ 100 ± 30 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C- ზე და საშუალო ტრანს მემბრანული წნევა 700 ± 200 მილიბარი. როგორც მოსალოდნელი იყო, უკუგამორეცხვას 50 მგ/ლ Cl₂ აქვს დაბინძურების მოცილების დაბალი ეფექტი 150 მგ/ლ Cl₂ უკუგამორეცხვასთან შედარებით. ეს იწვევს დაბალ საშუალო გამტარუნარიანობას და მაღალ ტრანს მემბრანული წნევას. ტრანს მემბრანული წნევა იზრდება საშუალოდ 400 მილიბარით ერთი ფილტრაციის ციკლის დროს, რაც წინა ტესტის ტრანს მემბრანული წნევის გაზრდას 3-ჯერ აღემატება. ტრანს მემბრანული წნევა შემდეგ უკუგამორეცხვის ტენდენცია იზრდება, მაგრამ კიდევ ერთხელ აღსანიშნავია ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის აღადგინა. [33] [34] [35] [36]



სურათი 11

მიუხედავად იმისა, რომ მაქსიმალური ტრანს მემბრანული წნევა და წნევის გაზრდა ფილტრაციის დროს უფრო მაღალია 50 მგ/ლ Cl₂ ოპერაციის დროს, ვიდრე 150 მგ/ლ Cl₂ ოპერაციისას, ოპერაციული შეფასების პარამეტრების ტენდენციები ორივე შემთხვევაში სტაბილურია.

ცხრილი 15 წარმოადგენს ანალიტიკურ მონაცემებს, წყლით კვების მონაცემებს და ულტრაფილტრაციის მონაცემებს. გამოთვლილი გამოყოფილი განიკვეთებია (შედარებით ულტრაფილტრაცია ფილტაციასთან): COD_{filtered} ~ 47%, SAC_{436µm} ~ 90%, PO_{4,total} ~ 95%. უწყვეტი და წყვეტილი კოგულაციური დოზირების შედარებით, COD_{filtered} მოცილება ერთაირია. როგორც უკუგამორეცხვისას COD_{filtered} მნიშვნელობა იყო 150 მგ/ლ თავისუფალი Cl₂ არ იყო წარმოდგენილი, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მისი მოხსნა იქნება მსგავსი. PO_{4,total} მოცილება უფრო მაღალია ქლორირებით უკუგამორეცხვისას. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ქლორირებით უკუგამორეცხვას არანაირი გავლენა არ მოუხდენია, PO_{4,total} შედეგებით ეს საეჭვოა და საჭიროებს მომავალში დადასტურებას.

ყველაზე კრიტიკულ საკითხს ქლორირებით უკუგამორეცხვისას წარმოადგენს ფორმირებას შთანთქმული ორგანული ჰალოგენის ნაერთებს

უკუგამორეცხვისას, რომელიც შეიძლება შემდგომში გაიფანტოს გარემოში. აქვე აღსანიშნავია, რომ შთანთქმული ორგანული ჰალოგენი არის სხვადასხვა კონკრეტული საფრთხის პოტენციური ინდიკატორი და მნელია განკარგო.

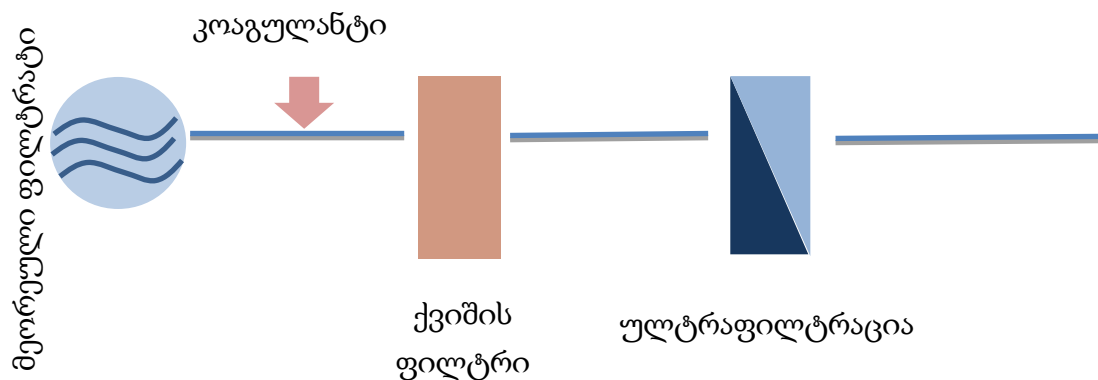
ოპერატიული პარამეტრი - ქლორირებული უკუგამორეცხვა 50 მგ/ლ Cl₂
ცხრილი 15

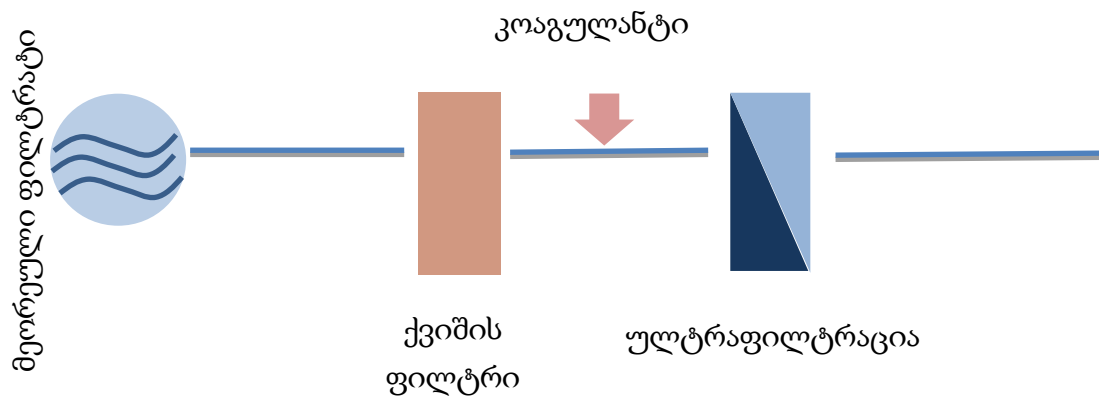
პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	32.70	17.20
SAC _{436nm}	ლ/მ	1.90	0.10
PO ₄ ,total	მგ/ლ	0.85	0.08

5.13 ოპერაცია ქვიშის ფილტრაციით, როგორც წინასწარი გაწმენდა

ტესტების ამ სერიის განმავლობაში, ქვიშის ფილტრი გამოყენებული იყო როგორც მეორადი ფილტრატი წინასწარი გაწმენდისას. ქვიშის ფილტრი შეიცავს კვარცის ქვიშის მარცვლეულს ზომით 1.6 - 2.5 მმ, შიდა დიამეტრით 288 მმ და კვარცის ქვიშის ფენას დაახლოებით 1,2 სიმაღლით. ქვიშის ფილტრის მუშა სიჩქარე 4,6 მ/სთ და როგორც წესი იწმინდება დღეში ერთხელ უკუგამორეცხვით (შაბათ-კვირის გარდა).

კოაგულატის გარდა წარმოდგენილია (სურათი 12) ორი განსხვავებული კონცენტრაცია (3 და 5 მგ/ლ Al). ტესტები განხორციელდა მსგავსი ოპერაციული პარამეტრები (ცხრილი 9).





სურათი # 12

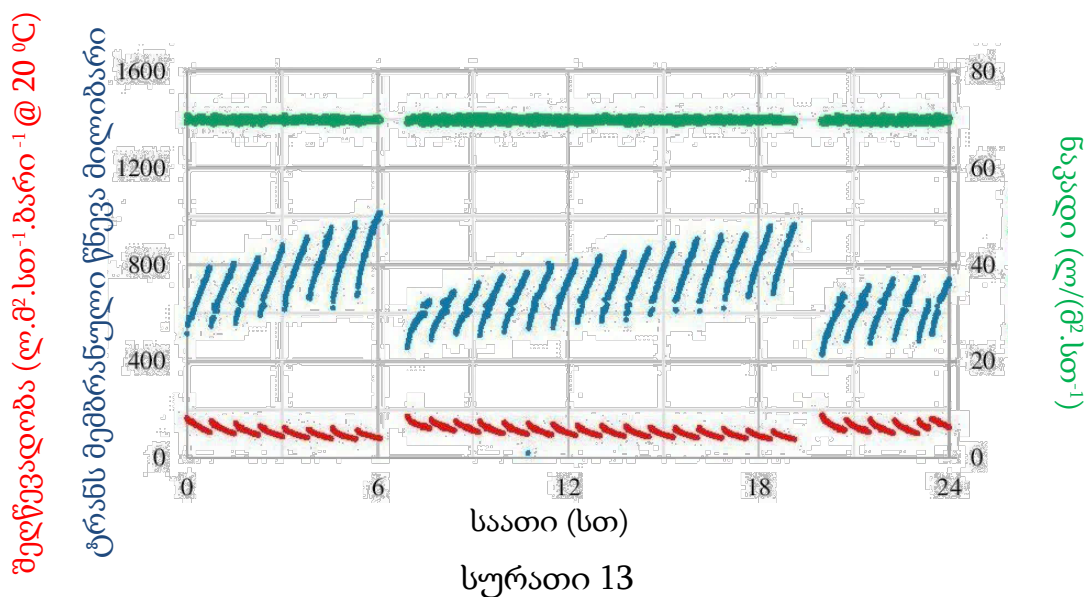
ოპერატიული პარამეტრი - ქვიშის ფილტრის შემთხვევაში ცხრილი 16

პარამეტრი	განზომილება	ქვიშის ფილტრის შემთხვევაში		ულტრაფილტრაციის შემთხვევაში	
		3 მგ/ლ Cl ₂	5 მგ/ლ Cl ₂	3 მგ/ლ Cl ₂	5 მგ/ლ Cl ₂
ნაკადი	ლ/(მ ² სთ)	70	70	70	70
ფილტრაციის დრო	წთ	45	45	45	45
უკუგამორეცხვის ხანგრძლივობა (1/2 საფეხურზე)	წმ	30/15	30/15	30/15	30/15
ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა (CEB) (კაუსტიკური + მჟავა)	x/დღე	2	2	1	2
აღდგენა	%	~ 93	~ 93	~ 94	~ 93

5.14 კოაგულანტით დოზირება ქვიშის ფილტრის უკუმიმართულებით

3 mg/L Al

ეს ტესტი სერია შესრულდა კოაგულანტის დოზირებით 3 მგ/ლ Al. ასეთ პირობებში, ოპერაცია (სურათი 11) ითვლება სტაბილურად 140 ± 60 ლ/(მ².სთ.ბარი) შორის 20 ° C- ზე, ტრანს მემბრანული წნევა შორის 720 ± 280 მილიბარი და ტრანს მემბრანული წნევა იზრდება 300 მილიბარით ერთ ფილტრაციის ციკლში. ამ შემთხვევაში, ტრანს მემბრანული წნევა-ის მუდმივი ზრდის სანახავად უკუგამორეცხვისას გვიჩვენებს, რომ ნორმალურ უკუგამორეცხვას არ შეუძლია ამოიღოს დაბინძურებული ფენა მემბრანის მთლიანი ზედაპირის ფართობიდან. მეორე მხრივ, ყოველდღიურ ავტომატურ ქიმიურ უკუგამორეცხვას შეუძლია აღადგინოს თავდაპირველი ტრანს მემბრანული წნევა თავისი ეფექტურობისა და დაბინძურების მოშორებისას.



წყლის ხარისხის გაზომვის საფუძველზე (ცხრილი 10) მივიღეთ შემდეგი განიკვეთები (ქვიშის ფილტრის შედარება ულტრაფილტრაციასთან): $COD_{filtered} \sim 21\%$, $DOC \sim 26\%$, $PO_{4,total} \sim 77\%$, $SAC_{254\mu m} \sim 22\%$ და $SAC_{436\mu m} \sim 54\%$.

ანალიტიკური მონაცემები - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტით
დოზირებისას 3 მგ/ლ Al ცხრილი 17

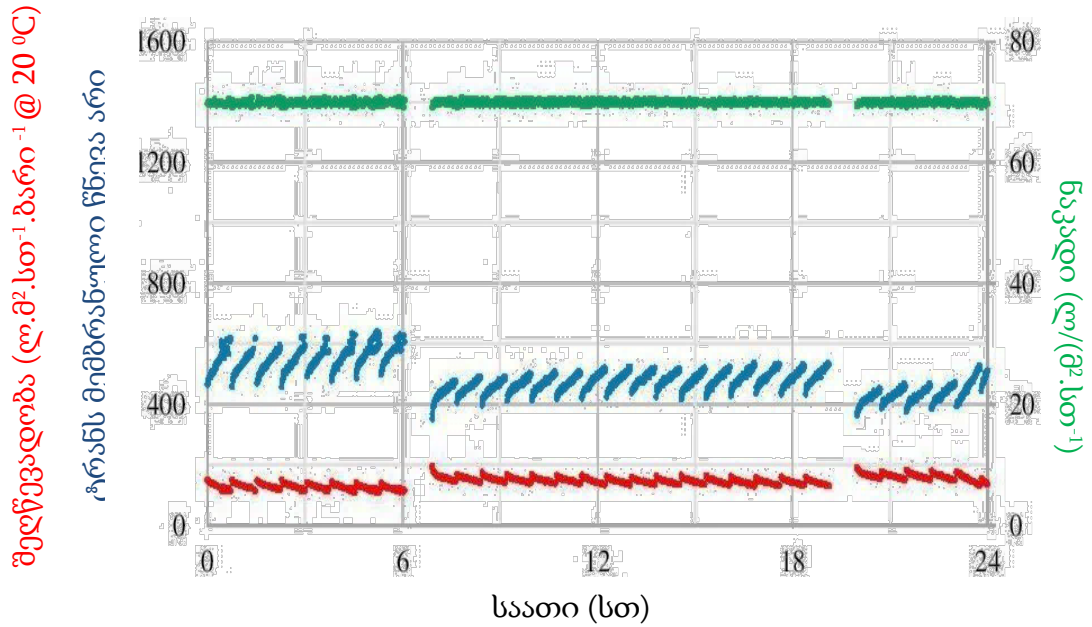
პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	27.40	21.70
DOC	მგ/ლ	6.75	5.00
SAC _{254nm}	ლ/მ	13.50	10.50
SAC _{436nm}	ლ/მ	1.20	0.55
PO ₄ ,total	მგ/ლ	0.35	0.08
სიმღვრივე	NTU	8.84	<0.1

5 mg/L Al

მაღალი კოაგულაციური დოზის ზეგავლენის სანახავად, წინა გამოცდა განმეორდა დოზირებით 5 მგ/ლ Al. მიღწეული იქნა სტაბილური გამტარუნარიანობა 130 და 230 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C- ზე და ტრანს მემბრანული წნევა-ს 360 და 600 მილიბარს შორის (სურათი 12). ერთი ფილტრაციის ციკლის დროს წნევა იზრდება მხოლოდ ~80 მილიბარით. რაც შეეხება წინა ტესტს, ტრანს მემბრანული წნევის უმნიშვნელო ზრდა ფილტრაციის ციკლებისას არის იმის ნიშანი, რომ ნორმალური უკუგამორეცხვისას არ მოხდა მემბრანის მთელი ზედაპირის ფართობიდან დაბინძურებული ფენის მოხსნა. ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის მეშვეობით, საწყისი ტრანს მემბრანული წნევა მნიშვნელობა შეიძლება იყოს აღდგენილი. აღსანიშნავია, რომ ამ რაოდენობის კოაგულანტებს ქვიშის ფილტრი ბლოკავს ხანმოკლე პერიოდით, რაც ზღუდავს ამ გადაწყვეტილების ინტერესს.

გამოთვლილია ცხრილი 11 (კვების შედარება ულტრაფილტრაციასთან) გამოითვლება: COD_{filtered} ~ 35% და SAC_{436µm} ~ 80%. ქვიშის ფილტრში გაზრდილი ალუმინის მოცულობის გამო, უწყვეტი ოპერაცია აღარ იყო შესაძლებელი. კოაგულანტის ფენა გახდა წყალშეუღწევადი. ამდენად ქვიშის ფილტრი საჭიროებს უკუგამორეცხვას

მინიმუმ ორჯერ დღეში. რამდენადაც ეს პროცედურა არ არის გამოსადეგი, როგორც სტანდარტული ოპერაცია, ანალიტიკური პარამეტრები არ იქნა განსაზღვრული და დეტალურად შეფასებული.



სურათი 14

ანალიტიკური მონაცემები - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტი დოზირებისას 5 მგ/ლ Al ცხრილი 18

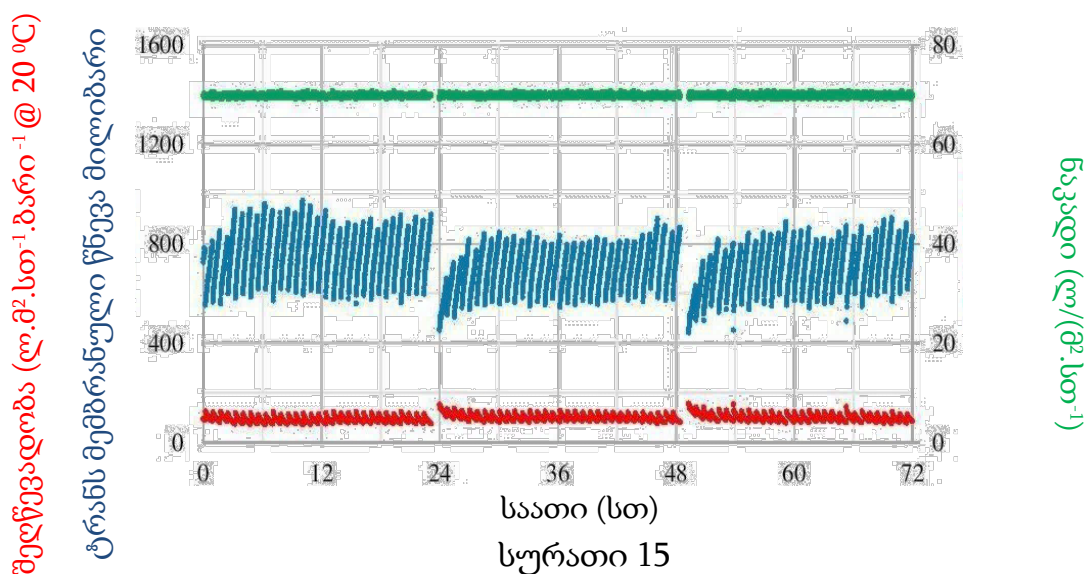
პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	32.20	20.90
SAC _{436nm}	ლ/მ	2.00	0.40
სიმღვრივე	NTU	3.50	<0.1

5.15 კოაგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციით უკუმიმართულებით

3 mg/L Al

რომ მივიღოთ პირდაპირი შედარება კოგულატორ დოზას შორის ქვიშის ფილტრამდე და მის შემდეგ, ტესტირება ჩავატარეთ 3 მგ/ლ Al (ჩამოთვლილი ოპერატიული პარამეტრების ცხრილი 16).

როგორც ნაჩვენებია სურათი 13-ზე, ოპერაცია საკმაოდ სტაბილურია საშუალოდ 140 ± 40 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C ტემპერატურაზე, ხოლო საშუალო ტრანს მემბრანული წნევა 700 ± 120 მილიბარი (240 მილიბარი ტრანს მემბრანული წნევა ერთჯერადი ფილტრაციის ციკლის დროს). ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის პირველი ფილტრაციის ციკლის დროს ნორმალურმა უკუგამორეცხვამ ვერ შეძლო მთლიანად ამოიღო დაბინძურებული ფენა მემბრანიდან. ზოგიერთი ფილტრაციის ციკლის შემდეგ, ტრანს მემბრანული წნევა გარკვეულ დონეს შეეხო. ნორმალური უკუგამორეცხვის შემდეგ ყოველთვის შესაძლებელია დააბრუნოს ტრანს მემბრანული წნევა ამ საფუძველზე. ტრანს მემბრანული წნევის თავდაპირველი მნიშვნელობის დასაბრუნებლად აუცილებელია ყოველდღიური ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა.



ჩაწერილი ანალიტიკური მონაცემების საფუძველზე (ცხრილი 19) გამოითვლება შემდეგი საბოლოო განაკვეთები (კვების ულტრაფილტრაცია ფილტრატთან შედარებით) გამოითვლება: COD filtered ~ 31%, DOC ~ 19%, PO₄,total ~ 80%, SAC_{254nm} ~ 21% და SAC_{436nm} ~ 66%. აღსანიშნავია, რომ აღმოფხვრის სიჩქარე ქვიშის ფილტრში კოაგულანტის გარეშე საკმაოდ დაბალია. მხოლოდ კოაგულანტის გამოყენებითაა შესაძლებელი გახსნილი ორგანული ნივთიერებების აღმოფხვრა.

ანალიტიკური მონაცემები - ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას 3 მგ/ლ Al ცხრილი 19

პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	25.70	17.80
DOC	მგ/ლ	6.75	5.50
SAC _{254nm}	ლ/მ	14.00	11.00
SAC _{436nm}	ლ/მ	1.45	0.50
PO ₄ ,total	მგ/ლ	0.39	0.08
სიმღვრივე	NTU	4.97	<0.1

5 mg/L Al

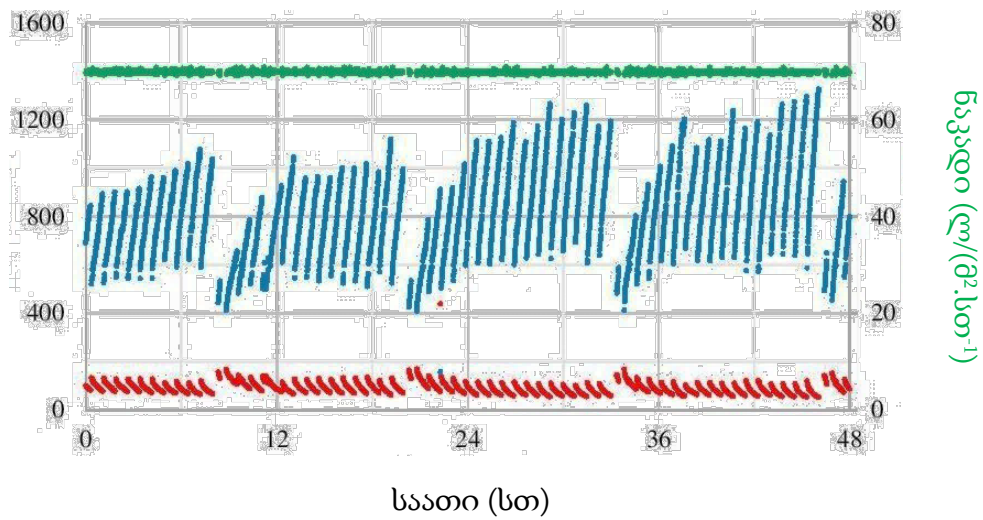
რომ ვნახოთ ეფექტი კოაგულანტის მაღალი დოზირების დროს, ტესტირება შიდა ინჟექციით 5 მგ/ლ Al ულტრაფილტრაციისას განხორციელდა (ოპერაციული პარამეტრების ჩამოთვლილი ცხრილი 9).

როგორც ნაჩვენებია სურათ 16-ზე, ოპერაცია განიხილება როგორც სტაბილური (გამტარუნარიანობა 75 და 210 ლ/(მ².სთ.ბარი) 20 °C-ზე, ტრანს მემბრანული წნევა- ს შორის 370 და 1300 მილიბარი). აღსანიშნავია ისიც, რომ ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის შემდეგ პირველი ფილტრაციის ციკლის დროს ნორმალურ უკუგამორეცხვას არ შეუძლია მთლიანად ამოიღოს დაბინძურებული ფენა მემბრანიდან, ნაჩვენებია საკმაოდ სწრაფი ტრანს მემბრანული წნევა ზრდა. რამდენიმე ციკლის შემდეგ ეს მოვლენა მცირდება და ტრანს მემბრანული წნევა ნაკლებად იზრდება. შეიძლება ითქვას, რომ ტრანს მემბრანული წნევა- ის გაზრდა ერთი ფილტრაციის ციკლის დროს არის ტენდენცია, რომ გაზარდოს

ციკლიდან ციკლი რაც ადასტურებს შეზღუდულ ეფექტურობას ნორმალური უკუგამორეცხვისას ამ ტიპის დაბინძურებაზე. ტრანს მემბრანული წნევა-ის დაბრუნება თავდაპირველ მნიშვნელობაზე, მხოლოდ ყოველდღიური ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვას შეუძლია.

შელწვევადობა (ლ.მ².სთ⁻¹.ბარი⁻¹ @ 20 °C)

ტრანს მემბრანული წნევა მილიბარი



სურათი 16

წყლის ხარისხი მეორეული წმენდისას ქვიშის ფილტრი და ულტრაფილტრაციის წყლის მაჩვენებელი მოცემულია ცხრილში 20. (შედარებით ულტრაფილტრაციასთან): COD filtered ~ 33%, DOC ~ 38%, PO₄,total ~ 91%, SAC_{254nm} ~ 33% და SAC_{436nm} ~ 45%.

ანალიტიკური მონაცემები - ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას 5 მგ/ლ Al ცხრილი 20

პარამეტრი	განზომილება	მეორადი ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
COD filtered	მგ/ლ	23.95	16.01
DOC	მგ/ლ	7.90	4.90
SAC _{254nm}	ლ/მ	12.00	8.10
SAC _{436nm}	ლ/მ	1.45	0.80
PO ₄ ,total	მგ/ლ	0.35	0.03
სიმღვრივე	NTU	7.25	<0.1

5.16 შედეგების შედარება - ქვიშის ფილტრის უკუმიმართულებით და ულტრაფილტრაციის უკუმიმართულებით

ყველა ტესტის დროს საცდელი დანადგარი ფუნქციონირებდა შემდეგი პარამეტრებით (ცხრილი 16): ნაკადის სიჩქარე 70 ლ/(მ².სთ), ფილტრაციის დრო 45 წუთი და უკუგამორეცხვის ხანგრძლივობა 45 წამი. მხოლოდ ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვის სიხშირეები და, შესაბამისად, აღდგენის მაჩვენებლები განსხვავდებოდა.

ცხრილი 21 წარმოდგენილია შედარება წყლის შეღწევადობაზე ქვიშის ფილტრთან - ულტრაფილტრაციაში. როდესაც კოგულატი დაემატება ქვიშის ფილტრს, შეიძლება ითქვას, რომ სიმღვრივე იქნება 0.7 NTU ქვემოთ. მაშინ როცა სიმღვრივე მაღალია კოაგულანტის დამატების გარეშე ქვიშის ფილტრი საწინააღმდეგოდ. რაც ცხადყოფს, რომ საჭიროების შემთხვევაში შეგვიძლია გამოვიყენოთ კოაგულანტი წყლის ხარისხის გასაუმჯობესებლად.

მხოლოდ ქვიშის ფილტრი და კომბინირებული გამწმენდი ქვიშის ფილტრის და ულტრაფილტრაციის კომბინაციით (ქვიშის ფილტრი + ულტრაფილტრაცია) გამოითვალა და შეფასდა თითოეული პარამეტრის მნიშვნელობა. ცხრილი 22 გვიჩვენებს, რომ ზოგადად ულტრაფილტრაციისას სასმელი წყლის ხარისხი კოგულანტით დოზირებამდე და შემდეგ, ქვიშის ფილტრაციასთან შედარებით უკეთესია ულტრაფილტრაცია კოაგულატთან ერთად. ტესტებისათვის კოგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციამდე, ქვიშის ფილტრი ხსნის მხოლოდ ზოგიერთ ნაწილაკს, მაგრამ არა იმათ რომლებიც დაბინძურებას იწვევენ. ამის საპირისპიროდ ჩვენ შეგვიძლია დავუმატოთ PACl, რაც გაჟღენთილია ისეთი ნივთიერებებით როგორცაა SAC436 μ m და ჰუმუსური ნივთიერებები, რომელიც შეიძლება გულისხმობდეს მემბრანის ზედაპირზე დაბინძურების მოცილებას და შესაბამისად მაღალ წნევას.

ქვიშის ფილტრის ოპერირებისას კოგულანტის და ულტრაფილტრაციის დამატებით, ორი ვარიანტი შეიძლება განვიხილოთ:

უწყვეტი ან წყვეტილი კოაგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციაში როგორც წარმოდგენილია 5.7 თავში - ულტრაფილტრაციისთვის მიწოდებული წყლის ხარისხი თითქმის ერთიდაიგივეა.

ქვიშის ფილტრი კოაგულანტის გარეშე ვერ ახდენს დიდ გავლენას წყლის ხარისხზე. თუკი ქვიშის ფილტრი შეიცავს კოაგულანტით დოზირებას არსებულ გამწმენდში, მაშინ დამატებით PACl დოზირება ულტრაფილტრაციისას აღარ არის საჭირო. თუკი ქვიშის ფილტრი ხელმისაწვდომია და თვითნებურია, თუ სად უნდა დავამატოთ კოაგულატი და რა რაოდენობითაა იგი საჭიროა, ამ დოკუმენტის შედეგების საფუძველზე რეკომენდირებულია 3 მგ/ლ Al დამატება ულტრაფილტრაციამდე.

ამ ტესტის სერიისთვის, თხევადი ქრომატოგრაფია - ორგანული ნახშირბადის გამოვლენა განხორციელდა (ცხრილი 23). ძირითადად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ იონურ ნივთიერებები აღმოფხვრილია კოაგულატის დამატებით. ბიო-პოლიმერები მხოლოდ ულტრაფილტრაციის მიერ იქნა აღმოფხვრილი. ბიო-პოლიმერები წარმოადგენს საფრთხეს ისეთი დამატებითი წმენდისთვის, როგორცაა საპირისპირო ოსმოსი. ქვიშის ფილტრით კოაგულანტის დოზირებამ დაახლოებით 15%-იანი ბიო-პოლიმერის აღმოფხვრას მიაღწია; კოაგულანტით დოზირებამ ულტრაფილტრაციისას ეს შედეგი დაახლოებით 79% გაზარდა. [33] [34] [35] [36]

სიმღვრივე - კოაგულანტით დოზირებისას ქვიშის ფილტრი და ულტრაფილტრაცია ცხრილი 21

პარამეტრი	განზომილება	კოაგულანტით დოზირება ქვიშის ფილტრის შემთხვევაში				კოაგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციის შემთხვევაში			
		3 მგ/ლ Al	5 მგ/ლ Al	3 მგ/ლ Al	5 მგ/ლ Al	Feed SF	Feed UF	Feed SF	Feed UF
სიმღვრივე	NTU	8.84	0.55	3.50	0.68	4.97	2.43	7.25	1.05

ქვიშის ფილტრის და ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირება
ცხრილი 22

პარამეტრი	განზომილება	კოაგულანტით დოზირება ქვიშის ფილტრის შემთხვევაში				კოაგულანტით დოზირება ულტრაფილტრაციის შემთხვევაში			
		ქვიშის ფილტრი	ქვიშის ფილტრი + ულტრაფილტრაცია	ქვიშის ფილტრი	ქვიშის ფილტრი + ულტრაფილტრაცია	ქვიშის ფილტრი	ქვიშის ფილტრი + ულტრაფილტრაცია	ქვიშის ფილტრი	ქვიშის ფილტრი + ულტრაფილტრაცია
		3 მგ/ლ Al	3 მგ/ლ Al	5 მგ/ლ Al	5 მგ/ლ Al	3 მგ/ლ Al	3 მგ/ლ Al	5 მგ/ლ Al	5 მგ/ლ Al
COD filtered	%	~ 20	~ 21	~ 11	~ 35	~ 4	~ 31	~ 7	~ 36
DOC	%	~ 19	~ 26	-	-	~ 3	~ 19	~ 9	~ 38
SAC _{254nm}	%	~ 22	~ 22	-	-	0	~21	0	~ 33
SAC _{436nm}	%	~ 63	~ 54	~ 55	~ 80	~ 19	~ 69	~ 21	~ 45
PO ₄ ,total	%	~ 64	~ 76	-	-	~ 42	~ 79	~ 33	~ 90

ქრომატოგრაფული ანალიზი
ცხრილი 23

დოზირება	პარამეტრი	განზომილება	კვება	ქვიშის ფილტრატი	ულტრაფილტრაცია
3 მგ/ლ ქვიშის ფილტრი	DOC	μგ/ლ	6.69	5.89	5.26
	ბიო- პოლიმერები	μგ/ლ	859	729	316
	ჰუმუსური ნივთიერებები	μგ/ლ	2090	1740	1639
	სამშენებლო ბლოკები	μგ/ლ	1014	973	947
ულტრ აფილტრ	DOC	μგ/ლ	6.6	6.5	5.6
	ბიო- პოლიმერები	μგ/ლ	747	789	167

	ჰუმუსური ნივთიერებები	µგ/ლ	1931	1957	1690
	სამშენებლო ბლოკები	µგ/ლ	953	957	915

5.17 შედარება

რვავე მაგალითის შედარება არ შეიძლება ეფუძნებოდეს მხოლოდ გამტარიანობის სტაბილურობას ან ტრანს მემბრანული წნევას, არამედ მთლიანი საოპერაციო ხარჯებს. რეაგენტებისა და ენერჯის მოხმარების გაანგარიშებისათვის ფასები მოცემულია ცხრილი 24-ში და გაანგარიშება მოცემულია ცხრილში 25. რეაგენტებად განიხილებოდა კოგულანტი, რომლებიც გამოვიყენეთ უკუგამორეცხვისას და ადგილზე ქიმიური გამორეცხვისას, მაგრამ არა ის, რომელიც წელიწადში ერთხელ ხორციელდება და შესაბამისად, ხარჯზე უმნიშვნელო გავლენას ახდენს. დენის გაანგარიშება ითვალისწინებს ენერჯის მოხმარებას ტუმბოებისთვის (კვებისა და უკუგამორეცხვისთვის). [33] [34] [35] [36]

ფასები, რაც გამოყენებულია მთლიანი საანგარიშო ხარჯების დასადგენად ცხრილი 24

დასახელება	ფასი
კოაგულანტი	73 €cent/kg
მჟავა	42 €cent/kg
კაუსტიკა	50 €cent/kg
ქლორი	52 €cent/kg
ძაბვა	12.9 €cent/kWh

საერთო საოპერაციო ხარჯები არ იქნება ისეთივე დაბალი, როგორც წყვეტილი ოპერაციისას, კოაგულანტის ხარჯის გამო.

მთლიანი საანგარიშო ხარჯები

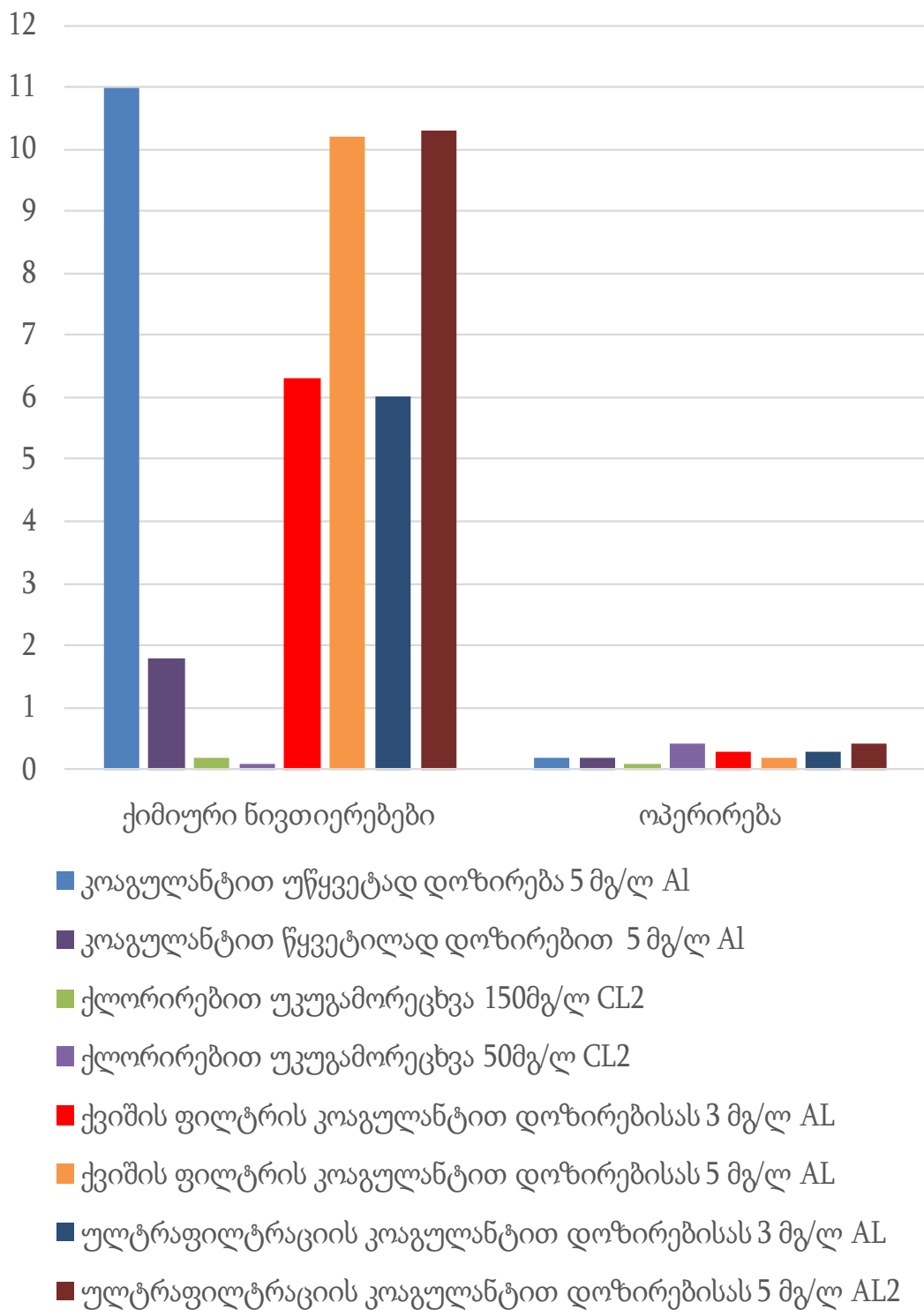
ცხრილი 25

ტესტები		დოზირება მგ/ლ	Al	უკუგამორეცხვი სას მგ/ლ Cl ₂	ნივთიერებები €cent/მ ³	მომსახურება € cent/მ ³	სულ €cent/მ ³
I	კოაგულანტი დოზირებისას	უწყვეტად კოაგულანტი დოზირებისას	5	Nil	10.88	0.3	11.18
	დოზირებისას	წყვეტილად კოაგულანტი დოზირებისას	5	Nil	1.5	0.35	1.85
II	ქლორირებული უკუგამორეცხვა	კოაგულანტის გარეშე	Nil	150	0.27	0.2	0.47
		კოაგულანტის გარეშე	Nil	50	0.23	0.44	0.67
III	ქვიშის ფილტრით	კოაგულანტი დოზირება ქვიშის ფილტრამდე	3	Nil	6.46	0.41	6.87
			5	Nil	10.47	0.27	10.74
		კოაგულანტი დოზირება ულტრაფილტრაციამდე	3	Nil	6.04	0.41	6.45
			5	Nil	10.47	0.48	10.95

ქლორირებული უკუგამორეცხვის ტესტირებისას ენერჯის ხარჯები არის მაღალი, რადგან მაღალია ტრანს მემბრანული წნევა. ნაკლები დოზის ქლორს არ შეუძლია ამ შემთხვევების ნეიტრალიზება. საჭიროა გავაცნობიეროთ და გადავწყვიტოთ საჭიროა თუ არა ამდენი ქიმიური და ენერჯო დანახარჯები ოპერირებისთვის.

როგორც შედეგებით ვხედავთ (სურათი 22), ყველაზე დაბალი მთლიანი საანგარიშო ხარჯები მიღწეულია როდესაც ულტრაფილტრაციის მემბრანები მუშაობენ ქლორირებით უკუგამორეცხვაზე. ამ გამოსავლის შემცირება ხდება შთანთქმული ორგანული ჰალოგენი ნაერთების

ფორმირებაში, ულტრაფილტრაციაში უკუგამორეცხვა კოაგულანტის დამატებით საუკეთესო გამოსავალია და ხარჯებს 3-6 მდე ამცირებს.



სურათი 22

5.18 დასკვნა

სადისერტაციო ნაშრომში გამოყენებული ყველა ჩატარებული ტესტი და გამოცდილი პროცესი გვაჩვენებს სტაბილურ ოპერირებას ერთიდაიგივე პარამეტრების დროს. განსხვავება მხოლოდ ტრანს მემბრანულ წნევაში, გამტარუნარიანობასა და საოპერაციო ხარჯებშია. რაც ასევე დამოკიდებულია კოაგულანტის რაოდენობასთან, ქლორთან და სხვა ქიმიკატებთან.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ არ არის აუცილებელი ქვიშის ფილტრის გამოყენება წინასწარი გაწმენდისთვის თუკი შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია მისაღებია ულტრაფილტრაციისთვის. იმ შემთხვევისთვის კი, თუ ქვიშის ფილტრი ხელმისაწვდომია კოაგულანტით დოზირება პრიორიტეტულია ულტრაფილტრაციისთვის, რათა თავიდან ავიცილოთ დიდი რაოდენობით ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა.

ქვიშის ფილტრისგან განხვავებით, ულტრაფრაციის დახმარებით, ორგანული ნივთიერებების მაღალი მაჩვენებლის მიღება შესაძლებელია მიღწეული იქნას. ეს ფაქტი დადასტურდა სპეციალურად თხევადი ქრომატოგრაფიული ანალიზით, რომელიც ჩატარებული იყო ამ ტესტირებებამდე - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტით დოზირებით და ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას.

თუკი კოაგულანტით დოზირება შეუძლებელია, ქლორირებით უკუგამორეცხვას შეუძლია ასეთივე შედეგის მიღწევა მსგავსი საოპერაციო პარამეტრებისას.

საუკეთესო გადაწყვეტილებას წარმოადგენს ულტრაფილტრაცია კოაგულანტით დოზირებისას. რაც ასევე ხარჯებს ამცირებს 3-6მდე.

თავი 6. კურორტ აბასთუმნის წყალმომარაგების გაუმჯობესებისათვის სათავე „ვარატა“-ს რეაბილიტაცია საინჟინრო-ისტორიული ნაგებობის შენარჩუნების მიზნით

წიწვოვანი ტყით დაფარული მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთებზე მდებარეობს ცნობილი კლიმატურ ბალნეოლოგიური კურორტი აბასთუმანი, რომლის კლიმატი უებარი საშუალებაა ფილტვების დაავადებათა პროფილაქტიკისთვის. განსაკუთრებით სასარგებლოა გაზაფხულის სეზონი, როდესაც ფიჭვი დამტვერვას იწყებს. კურორტის ძირითადი სამკურნალო ფაქტორის - კლიმატის გარდა, აბასთუმანი განთქმულია ჰიპერთერმული, სუსტად მინერალიზებული წყაროებით (გოლიათის წყარო – 48.5°C, გველის წყარო - 42°C, სურავანდის წყარო - 39°C), რომლთა საერთო დებიტია 1 მლნ ლიტრი დღე-ღამეში. მინერალური წყლები არა ერთი დაავადების სამკურნალოდ გამოიყენება. ახლანდელი კურორტის ადგილას ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე არსებობდა მჭიდროდ დასახლებული ქალაქი ოძრხე. ის ძველთაგანვე ყოფილა განთქმული სამკურნალო წყლებით. ქართველი გეოგრაფის, ვახუშტი ბატონიშვილის თქმით, XVII ს-ის დასაწყისიდან, როდესაც ოძრხეში თურქები გაბატონდნენ, იქაურობას ცხელი მინერალური წყლების გამო ჩემიკ-ბო-ლაზს ეძახდნენ (ჩემიკ - თბილი, ბოლაზ - ხეობა). დღევანდელი სახელწოდება კი, სავარაუდოდ, ადგილობრივი თავადების აბაზასძეების გვარს უკავშირდება. აბასთუმნის თერმული სამკურნალო წყლების მეცნიერული შესწავლა XIX საუკუნის 70-იანი წლებიდან დაიწყო. პარალელურად, საფუძველი ჩაეყარა ფტიზიატრიული კურორტის მშენებლობას. საკურორტო გეგმის შემუშავებასა და მის ხორცშესხმაში დიდი წვლილი მიუძღვის თბილისის გუბერნიის მინერალური წყლების სამმართველოს უფროსს, ექიმ ადოლფ რემერტს, რომლის სახელს უკავშირდება კურორტ წადვერის აღმოჩენაც. XIX საუკუნის ბოლოს აბასთუმანში ფილტვების მძიმე დაავადების სამკურნალოდ რუსეთის დიდი მთავარი, გიორგი ალექსანდრეს ძე რომანოვი დასახლდა. საგანგებოდ

მეფის წულისთვის აშენდა სამკურნალო თერმული წყლების აბანო და სასახლე, სადაც მოგვიანებით სანატორიუმი მესხეთი ფუნქციონირებდა, ხოლო 1994 წლიდან წმ. პანტელეიმონის დედათა მონასტერმა დაიღო ბინა. მეფის წულის სურვილის თანახმად, 1896-1899 წლებში აბასთუმანში აიგო წმ. ალექსანდრე ნეველის ეკლესიაც, რომელიც VIII-IX სს-ის ქართული ხუროთმოძღვრების ძეგლის, ზარზმის პროტოტიპს წარმოადგენს, ამიტომაც მას ახალი ზარზმა უწოდეს. ეკლესია 1902-04 წლებში ცნობილმა რუსმა მხატვარმა მიხაილ ნესტეროვმა მოხატა.

აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია მთა ყანობილზე. ზღვის დონიდან 1650 მ, აბასთუმნიდან 8 კმ-ში. დაარსდა 1932 წელს პროფესორ ევგენი ხარაძის თაოსნობით. ის პირველი სამთო ასტროფიზიკური ობსერვატორია იყო ყოფილ საბჭოთა კავშირში. ობსერვატორიის ისტორია XIX საუკუნის მიწურულს დაიწყო: ასტრონომიით გატაცებულმა მეფისწულმა, გიორგი რომანოვმა, აბასთუმანში თავისი მეგობარი, ასტრონომი და პეტერბურგის უნივერსიტეტის პროფესორი სერგეი გლაზენაპი მიიწვია. გიორგის სასახლის მახლობლად პატარა გუმბათი ააგეს და გლაზენაპის პეტერბურგიდან ჩამოტანილი ტელესკოპი ამ ნაგებობაში მოათავსეს. ასე ჩაუყარეს საფუძველი დიდმა მთავარმა და გლაზენაპმა ღამღამობით აბასთუმნის ცაზე პირველ ასტრონომიულ დაკვირვებებს. 1935 წელს ობსერვატორიის თანამშრომლების მიერ აღმოჩენილ ერთ-ერთ მცირე ცთომილს (#1390) აბასთუმანი ეწოდება.

მდებარეობა: მესხეთის (აჭარა-იმერეთის) ქედის სამხრეთი ფერდობი, მდ. ოცხის ხეობა.

მანძილი: ადიგენიდან – 25 კმ, ახალციხიდან – 28 კმ, თბილისიდან – 240 კმ.

სიმაღლე ზღვის დონიდან: 1250-1450 მ.

რელიეფი: მთაგორიანი.

კლიმატი: საშუალო მთის (ქვედა სარტყელი). ზამთარი ცივი, თოვლიანი. იანვრის საშუალო ტემპერატურა -6C.

თოვლის საფარი მდგრადი, შუა დეკემბრიდან მარტის თვის მეორე დეკადის ბოლომდე. ზაფხული ზომიერად თბილი. აგვისტოს საშუალო ტემპერატურა 16C.

ნალექების წლიური რაოდენობა: 688 მმ.

ჰაერის საშ. წლიური ფარდობითი ტენიანობა: 77%.

მზის ნათების ხანგრძლივობა წელიწადში: 1967 სთ.

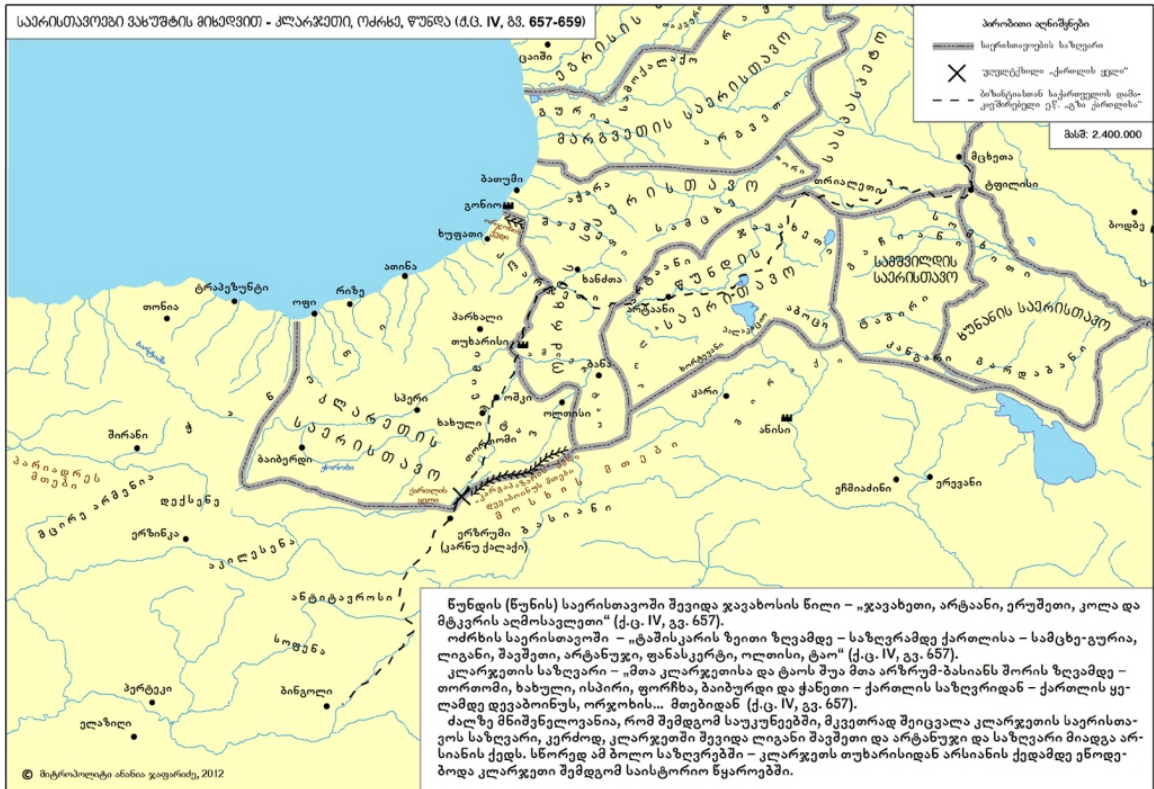
ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორები: საშუალო მთის ქვედა სარტყლის რბილი ჰავა და თერმული, კაჟიანი, სულფატურ-ქლორიდულ, კალციუმთან ნატრიუმთან მინერალური წყლები, საერთო მინერალიზაციით 0,6 გ/დმ³.

მკურნალობის სახეობები: პასიური კლიმატო თერაპია, მინერალური წყლის აბაზანები.

სამკურნალო ჩვენებები: ფილტვების ტუბერკულოზი განვითარების ყველა ფაზაში, პნევმო-პლევრიტისა და ლიმფადენიტის ქრონიკული და მწვავე ფორმები; ძვალ სახსართა და პერიფერიული ნერვული სისტემების, გინეკოლოგიური დაავადებები.

ღირსშესანიშნაობები

- ✚ აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
- ✚ XIX საუკუნის აბასთუმნის პარკი
- ✚ ეკლესია “ახალი ზარზმა” (1899-1902).
- ✚ „თამარის ციხე“ (IX- XI სს.)
- ✚ „მელნისის ციხე” (განვით. შუა საუკუნეები)
- ✚ „თამარის ხიდი" მდინარე ოცხეზე (IX- XI სს.)
- ✚ სამონასტრო კომპლექსი (განვით. შუა საუკუნეები)
- ✚ „მახვილოს ციხე” (განვით. შუა საუკუნეები)
- ✚ ეკლესია (XIX საუკუნე)



ოდრხე (სურათი #17)

6.1 არსებული მდგომარეობა

დაბა აბასთუმნის წყალმომარაგება ხდება ორი სათავის მეშვეობით.

პირველი „ვარატას“ წყალმიმღები, ამ წყალმიმღებთან მთის ფერდზე მოწყობილია წყაროს საკაპტაჟე ნაგებობა, არსებული ერთი წყალმიმღები ფართია და წყალშემკრებით. თვითდენითი არსებული მილდენით d=200 მმ თუჯის მილით, წყალს აწვდის არსებულ სუფთა წყლის ავარიულ რეზერვუარს, ტევადობით V=800 მ³, ამ რეზერვუარიდან წყალი თვითდინებით მიეწოდება დაბა აბასთუმნის წყალსადენის გამანაწილებელ ქსელს - შემდგომ მომხმარებლებს. [26]

„ვარატას“ სათავე მოწყობილია დაახლოებით 150 წლის წინ და საჭიროებს რეაბილიტაციას.

არსებული მეორე წყალმიმღები, რომელიც მოწყობილია „ბართისხევის“ წყალზე არის მარტივი ტიპის და გამოიყენება მხოლოდ წყალმცირეობის დროს, ამ დროს „ბართისხევის“ წყალს მექანიზმით

გადაადგენენ წყლის ნაკადის მიმართვის წყალმიმღებზე. მიღებული წყალი არსებული ფოლადის, ცვალებადი დიამეტრის $d=200-250$ მმ თვითდენითი მილდენით უერთდება თუჯის მილს, აქედან კი არსებული მილდენით უერთდება ხსწნზულ რეზერვუარს. [24] [25] [29]

„ბართისხევის“ სათავე „ვარატას“ სათავის აღდგენის შემდეგ დარჩება სარეზერვო წყალმიმღებად.

წყალმომარაგების ქსელის მოწყობა ხორციელდება კურორტ აბასთუმანში - რომელიც ბუნებრივი რელიეფური მდებარეობიდან გამომდინარე წყალმომარაგების ქსელში ჭარბი წნევების თავიდან აცილების მიზნით დაყოფილია სამ ზონად, ხოლო სოფ. ალობილის წყალმომარაგებით უზრუნველყოფა გათვალისწინებულია სატუმბი სადგურის საშუალებით.

წყალმიმღებ ნაგებობად გათვალისწინებულია არსებული „ვარატას“ წყალმიმღები ნაგებობა. [14]

ვარატას წყალმიმღები (სურათი #18)



ვარატას წყალმიმღები (სურათი #19)



ვარატას წყალმიმღები (სურათი #20)



6.2 გადაწყვეტილება

ტერიტორიის შესწავლის შედეგად ჩამოყალიბდა შემდეგი:

„ვარატას“ სათავეზე რომელიც განთავსებულია ზღვის დონიდან 1440 მ. სიმაღლეზე არსებულ ჩამკეტი ფარი შესაცვლელია, ხოლო წინა კედელს ესაჭიროება გამარება.

წყალმიმღებამდე მოსაწყობია წყალამრიდი ორი ჩამკეტი ფარით.

არსებული „ვარატას“ წყალმიმღები რომელიც განთავსებულია ზღვის დონიდან 1430მ. საჭიროებს როგორც ტექნოლოგიური ასევე სამშენებლო ნაწილის რეაბილიტაციას. [20]

მისასვლელი გზა საჭიროებს გაწმენდას ექსკავატორით (კოდალით) (ლოდია ჩამოვარდნილი დაახლოებით 20 მ3. მოცულობით).

კვლევისას შეირჩა გამწმენდი ნაგებობის ტიპი და ადგილმდებარეობა დაახლოებით 1400 მ. სიმაღლეზე. (ჰიდროციკლონი - ბადურა ფილტრი - ულტრაფილტრაცია - შერეული ოქსიდანტებით გაუსნებოვნება, დაქლორვა).

რელიეფიდან გამომდინარე ჭარბი წნევების თავიდან აცილების მიზნით წყალმომარაგების ქსელის მოწყობა ხორციელდება ზონების მიხედვით - ჰიდრავლიკური გაანგარიშების საფუძველზე. [14] [17] [18] [66] [67] [68] [69]

გამწმენდი ნაგებობიდან საქლორატოროს გავლით წყალი მიეწოდება კვლევით გათვალისწინებულ ორ, საერთო მოცულობით $V=800$ მ3 რეზერვუარებს. [55] [56] [57] [58] [59]

აღნიშნული რეზერვუარებიდან წყალმომარაგება უნდა განხორციელდეს ორი დამხარჯი მაგისტრალით:

- ა. პირველი ზონის მკვებავი;
- ბ. ალობილის მკვებავი; მეორე და მესამე ზონების რეზერვუარების მკვებავი;

მეორე ზონის მოსამარაგებლად კვლევით გათვალისწინებულია არსებული რეზერვუარების ტექნოლოგიური და სამშენებლო ნაწილის რეაბილიტაცია. [17] [18] [60] [61]

დამატებით ეწყობა ორი, საერთო მოცულობით $V=800$ მ³ მოცულობის რეზერვუარი მესამე ზონის მოსამარაგებლად.

„რედიქსის“ საკუთრებაში არსებული $V=250$ მ³ რეზერვუარი საჭიროებს სრული რეაბილიტაცია.

არსებულ $V=2*250$ მ³ (ნიკოლოზის) რეზერვუარზე კვლევის პროცესში განხორციელდა მისი მდგრადობის დადგენა, დასკვნის შემდეგ იგი საჭიროებს სრული რეაბილიტაცია.

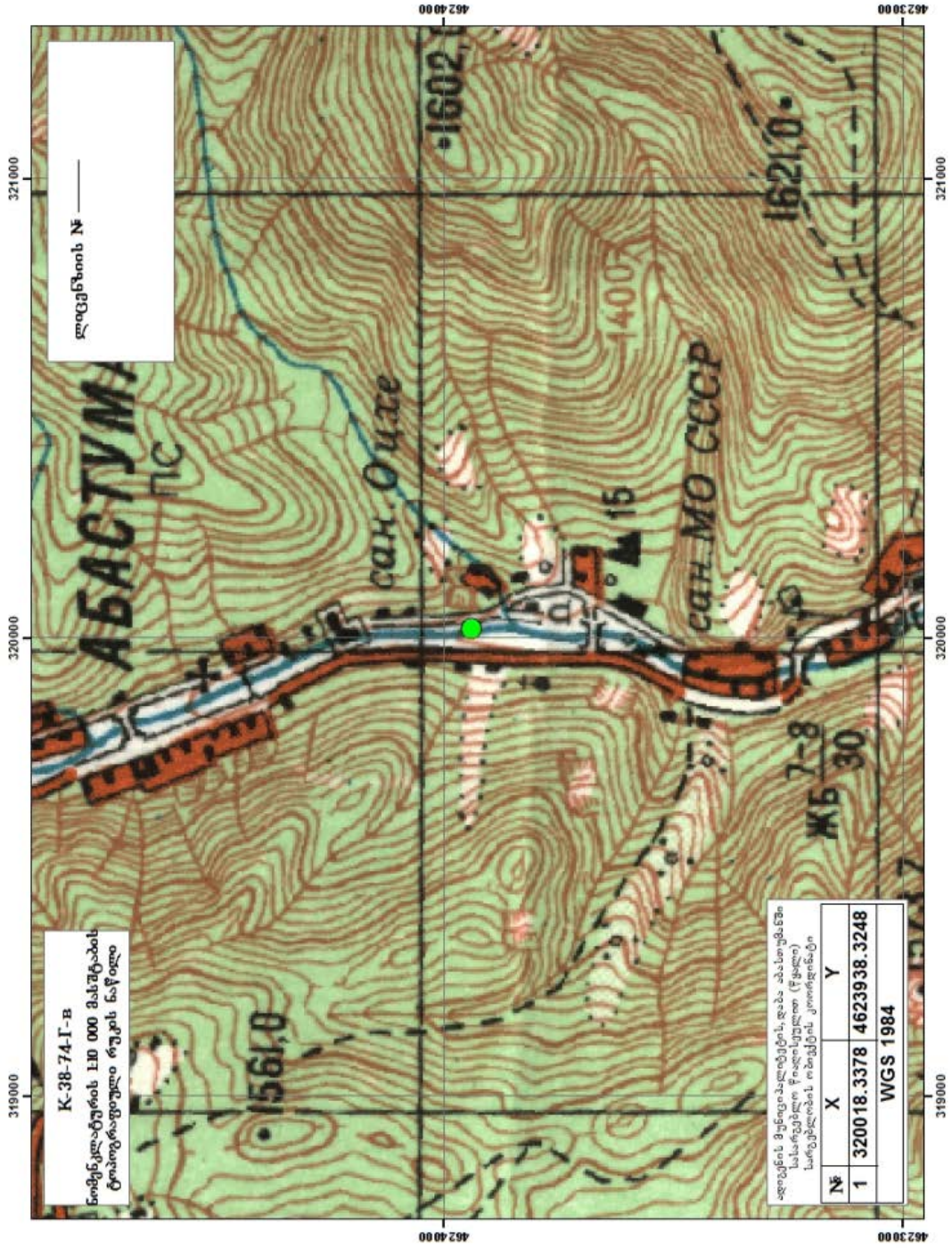
აღობილის სასმელი წყლით უზრუნველყოფისათვის შეირჩეა ქვემოთ მოყვანილი ტუმბოები და ავტომატური მართვის სისტემა. [14]

აღობილის ტერიტორიაზე არსებულ რეზერვუარს ასევე სჭირდება სრული რეაბილიტაცია.

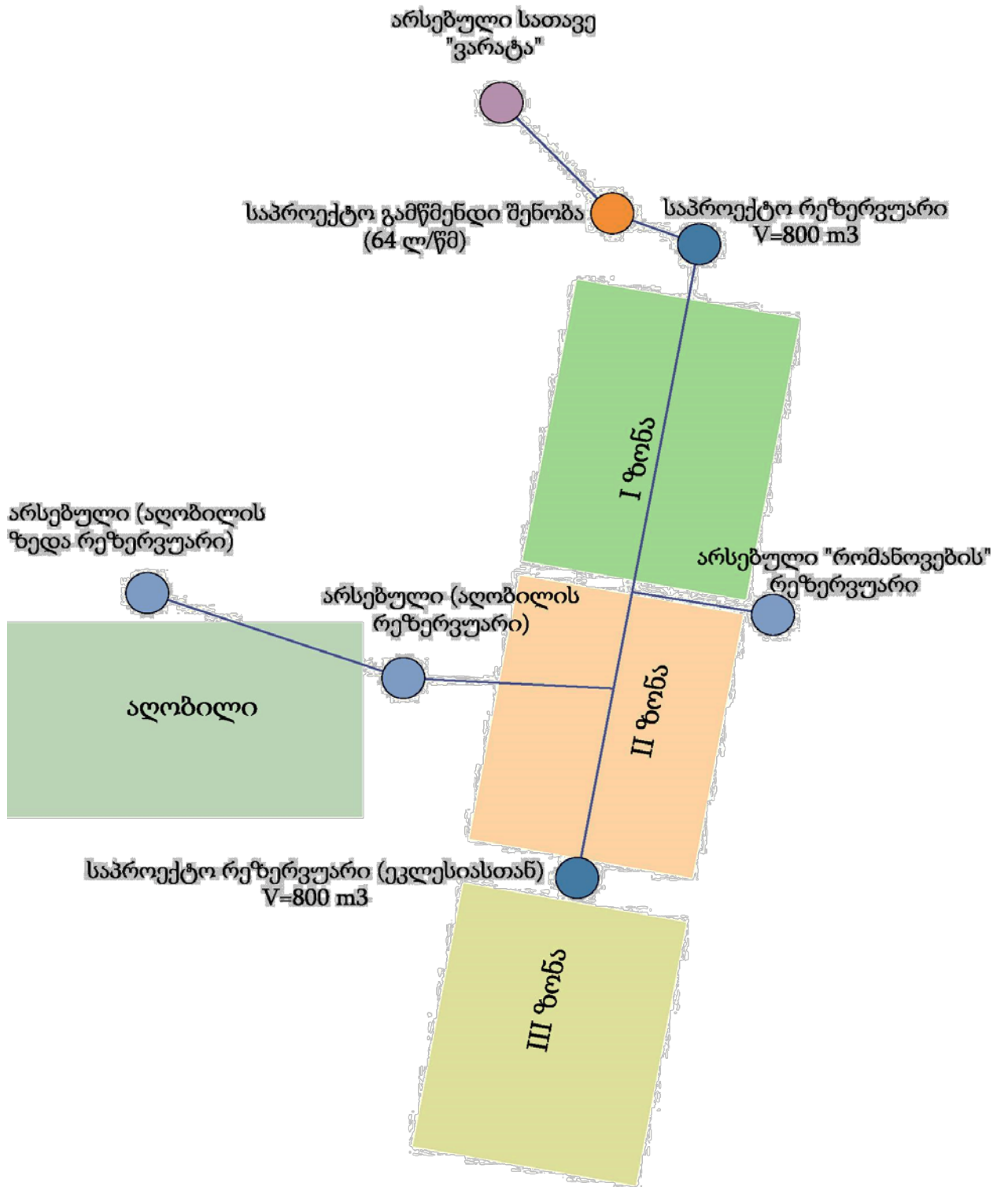
ყველა რეზერვუარი საჭიროებს ღობეს, საშიბერო კამერას, საყარაულო ჯიხურისა და ბიო ტუალეტს.

წინამდებარე კვლევით დამუშავებულია დასახლების წყალსადენის გამანაწილებელი ქსელი. ქსელის გასაანგარიშებლად გამოყენებულია ხარჯები საანგარიშო ცხრილებიდან, რომლის მიხედვითაც საანგარიშო მაქსიმალური ხარჯი $q_{მაქს}= 64$ ლ/წმ და ხანძარი $q_{სახ}=10$ ლ/წმ ოდენობით. [6] [8] [18] [19] [55] [66] [67] [61]

ტოპოგრაფიული რუკა; კურორტი აბასთუმანი (სურათი #21)



კურორტ აბასთუმნის კვლევითი გადაწყვეტილება (ნახაზი #4)



წყლის სინჯის რეპორტი - სათავე „ვარატა“ #1

წყლის სინჯის რეპორტი - სათავე „ვარატა“ #2

სინჯის აღების თარიღი: 10.05.2016 წ.

სამცხე-ჯავახეთის რეგიონული ლაბორატორია

აბასთუმნის წყალსადენი „ვარატის“ სათავე ნედლი წყალი

გამოკვლევის ნორმატიული დოკუმენტი "სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტი"
2014წ. 15 იანვარი

№	მაჩვენებლები	საზომი ერთეული	ნორმატივი არა უმეტეს	გამოკვლევის შედეგი
1	2	3	4	5
ორგანოლექტიკური				
1.	სუნი 20 ⁰ C 60 ⁰	ბალი	2	0
2	გემო	ბალი	2	0
3	ფერი	გრადუსი	15	
4	წყლის ტემპერატურა	გრადუსი		
5	სიმღვრივე	FAU	3.5	5.4
6	გამჭვირვალობა	სმ	>30	20
ქიმიური				
7	წყალბადის მაჩვენებელი	PH	6 – 9	8.2
8	პერმანგანატული უანგვალობა	მგ _{O₂} /ლ	3.0	4.24
9	ქლორიდი	მგ/ლ	250	16.8
10	ნარჩენი ქლორი	მგ/ლ	0.3–0.5	0
11	ამიაკი	მგ/ლ		0.05
12	ნიტრიტი	მგ/ლ	0.2	<0.01
13	ნიტრატი	მგ/ლ	50	2.4
14	ელექტროგამტარობა	სმ		–
15	საერთო რკინა	მგ/ლ	0.3	0.05
16	სიხისტე	მგ-კმ/ლ	7–10	2.8
17	სულფატები	მგ/ლ	250	–
ბაქტერიოლოგიური				
18	მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	კოლონიების წარმოქმნელი ერთეული 1მლ-ში 37 ⁰ 22 ⁰	20	48
19	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ-ში	არ დაიშვება	ფიქსირდება
20	E.Coli	ბაქტერიების რაოდენობა 300 მლ-ში	არ დაიშვება	არ ფიქსირდება

რეგიონული ფილიალის ლაბორატორიის მთავარი სპეციალისტი:  /ი.ჯვარიძე/

წყლის სინჯის რეპორტი - სათავე „ვარატა“ #3

ყოველდღიური სინჯის რეპორტი

Page 1 of 1

სინჯის აღების თარიღი	ნიმუშის/სინჯის აღების მიზანი	რეგიონი	სერვისცენტრი	მისამართი	ლაბორატორია	სასმელი წყლის სახეობა	ოქმის #
15.06.2016 0:00:00	გამზორციელდა დაკლარვა სათავეზე არსებულ წყალმიღებრიდან	სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი	ადიგენის სერვის ცენტრი	ადიგენი - ვარატა - სათავე წაგებონა	რეგიონული ფილიალი	გამომცემელი (გაწმენდილი) წყალი	32-999/16

#	მაჩვენებლები	საზომი ერთეული	ნორმატივი	გამოკვლევის შედეგი	შენიშვნა
ორგანოლეპტიკური					
1	სუნი	ბალი	2	0	
2					
3	გემო	ბალი	2	0	
4	ფერი	გრადუსი	15	0	
5	სიმღვრივე	FTU	3,5	3,5°	
6	გამჭვირვალობა	სანტიმეტრი	30	30	
ფიზიკურ - ქიმიური					
7	წყალბადის მაჩვენებელი	PH	9	8,2	
8	პერმანგანატული ემგვადობა	მგ/ლ	3.0	1,68	
9	ქლორიდი	მგ/ლ	250	12,6	
10	ნარჩენი ქლორი (ქველნი)	მგ/ლ	0.2-0.3		
11	ნარჩენი ქლორი (სათავეზე)	მგ/ლ	0.3-1.0	0,76	
12	სულფატები	მგ/ლ	250		
13	ამონიუმის იონი	მგ/ლ	1	0,05	
14	ნიტრიტი	მგ/ლ	0.2	0,01	
15	ნიტრატი	მგ/ლ	50	2,1	
16	ელექტროკონდუქტუა	მს/სმ	-	0,16	
17	საერთო რკინა	მგ/ლ	0.3	0,05	
18	სიხისტე	მგ ტყვ./ლ	10	1,8	
მიკრობიოლოგიური					
19	მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	კოლონიების წარმოქმნილი ერთეული 1 ml-ში 37°	20.0	0	
20	მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	კოლონიების წარმოქმნილი ერთეული 1 ml-ში 22°	100.0		
21	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	ბაქტერიების რაოდენობა 300 ml-ში	არ ფაიქდება	არ ფაქტირდება	
22	E.Coli	ბაქტერიების რაოდენობა 300 ml-ში	არ ფაიქდება	არ ფაქტირდება	

ლაბორატორიის თანამშრომელი: ირინა გუგუნიძე

დ. ტყეშელაშვილი

სინჯის აღების თარიღი	ნიმუშის/სინჯის აღების მიზანი	რეგიონი	სერვისცენტრი	მისამართი	ლაბორატორია	სასმელი წყლის სახეობა	ოქმის #
07.03.2017 0.00:00		სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი	ადიგენის სერვის ცენტრი	ადიგენი - ვარატა - სათავე ნაგებობა	სამცხე-ჯავახეთის რეგიონი	ზედაპირული წყლის სათავე ნაგებობაში (ნედლი წყალი)	32-373/17

#	მაჩვენებლები	საზომი ერთეული	ნორმატივი	გამოკვლევის შედეგი	შენიშვნა
ორგანოლექტიკური					
1	სუნი	ბალი	2	0	
2	-	-	-		
3	გემო	ბალი	2	0	
4	ფერი	გრადუსი	15	0	
5	სიმღვრივე	FTU	3.5	3,6	
6	გამჭვირვალობა	სანტიმეტრი	30	29	
ფიზიკურ - ქიმიური					
7	წყალბადის მაჩვენებელი	PH	9	8,2	
8	პერმანგანატული განვადობა	მგO2/ლ	3.0	2,24	
9	ქლორიდი	მგ/ლ	250	17,3	
10	ნარჩენი ქლორი (ქსელში)	მგ/ლ	0,2-0,5	0	
11	ნარჩენი ქლორი (სათავეზე)	მგ/ლ	0,3-1,0		
12	სულფატები	მგ/ლ	250		
13	ამონიუმის იონი	მგ/ლ	1	0,05	
14	ნიტრიტი	მგ/ლ	0,2	0,01	
15	ნიტრატი	მგ/ლ	50	2,1	
16	ელექტროგამტარობა	mS/cm	-	0,3	
17	საერთო რკინა	მგ/ლ	0,3	0,05	
18	სიხისტე	მგ ექვ./ლ	10	2,8	
მიკრობიოლოგიური					
19	მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	კოლონიების წარმოქმნელი ერთეული 1 ml-ში 37°	20.0	27	
20	მეზოფილური აერობები და ფაკულტატური ანაერობები	კოლონიების წარმოქმნელი ერთეული 1 ml-ში 22°	100.0		
21	საერთო კოლიფორმული ბაქტერიები	ბაქტერიების რაოდენობა 300 ml-ში	არ დაიშვება	ფიქსირდება	
22	E.Coli	ბაქტერიების რაოდენობა 300 ml-ში	არ დაიშვება	არ ფიქსირდება	

ლაბორატორიის თანამშრომელი: ირინა ჯვარიძე

6.3 კურორტ აბასთუმანში და ალობილში მდებარე რეზერვუარების
მდგრადობის დადგენა

ინსპექტირების ანგარიში № FT-176/04/17-1176

შემაჯგენლობა

1. ინსპექტირების შემსრულებლები	-----	3
2. გამოყენებული ნორმატიული დოკუმენტები	-----	4
3. გამოყენებული ხელსაწყოები	-----	4
4. კვლევეთი ნაწილი	-----	5
5. დასკვნა	-----	10
დანართები		
დანართი №1	-----	11
დანართი №2	-----	16



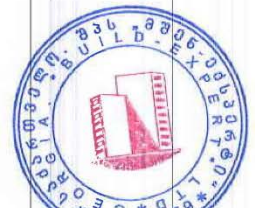
გამოყენებული ნორმატიული ლიტერატურა

1. საქართველოს მთვარობის №71 დადგენილება - „საქართველოს ტერიტორიაზე სამშენებლო სფეროს მარეგულირებელი ტექნიკური რეგლამენტები“:
 - ტექნიკური რეგლამენტი - „ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ (დანართი 1);
 - ტექნიკური რეგლამენტი - „შენობებისა და ნაგებობების ფუძეები“ (დანართი 2);
 - ტექნიკური რეგლამენტი - „სეისმომედეგი მშენებლობა“ (დანართი 3);
 - ტექნიკური რეგლამენტი - „წყალმომარაგების და კანალიზაციის გარე ქსელები და ნაგებობები“ (დანართი 4);
 - ტექნიკური რეგლამენტი - „სამშენებლო კლიმატოლოგია“ (დანართი 5);
2. СНиП II 21 - 75 „приложение 5“.

ს
მ
ჩ
ა
ი
მ
ს
ც
ს
ს

გამოყენებული ხელსაწყოები

- სკლერომეტრი ე.წ. „შმიდტი“-ს ჩაქუჩი “controls model 58”;
- ულტრასონოგრაფი “elcometer 10303-004”
- Nikon D3100 ციფრული ფოტოაპარატი - ვიზუალური დათვალიერების ფოტოფიქსაცია;
- ლაზერული მანძილზომი ობიექტის ზომების, ფართისა და მოცულობის აზომვა (დაკალიბრების თარიღი 16.07.2015 წელი, საქართველოს სტანდარტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტო);
- საზომი რულეტი 0-5 მ, №02 (დაკალიბრების თარიღი 17.07.2015 წელი, საქართველოს სტანდარტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტო) GI/MI/01-00608-15 - საზობრივი გეომეტრიული ზომების (მონაკვეთების) აზომვა;
- არმატურის საძებნი ულტრასონოგრაფი „ELCOMETER protovale 331“ №LA56366-008.



შპს "სა-ლა6 27"

განთავსებული. მისასვლელი გზის მხრიდან ჩანს რეზერვუარის კედლის მცირე ფრაგმენტი სადაც განხორციელდა ბეტონის მარკის ანათვლების აღება.



სურ. 1 საერთო ხედი



სურ. 1 საერთო ხედი

2. კურორტ ალობილში მდებარე პირველი რეზერვუარი ამჟამად არ გამოიყენება (იხ. დანართი 2 – ტოპო გეგმები რეზერვუარების მდებარეობის მითითებით).

მისი გაბარიტული ზომებია: შიდა დიამეტრი 9.05 მ, ხოლო კედლის სიმაღლე 4.30 მ-ია. რეზერვუარის შიდა ზედაპირზე 1.5-3.0 მეტრამდე სიმაღლეზე სრულად დაშლილია წყალგაუმტარი დამცავი ფენა. აქვე აღსანიშნავია, რომ რეზერვუარის არაერთგვაროვანი შიდა ზედაპირიდან გამომდინარე ვერ განხორციელდა ბეტონის ანათვლის აღება. რეზერვუარი განთავსებულია დახრილ რელიეფზე, რის გამოც იგი ნაწილობრივ მიწის სიდრმეშია განთავსებული, ხოლო მისი მიწის ზედა ნაწილი პერიმეტრზე ამოშენებულია ყორე ქვის წყობით, ზედაპირი კი დაფარულია მიწის სქელი ფენით.



სურ. 3 საერთო ხედი



სურ. 4 საერთო ხედი

3. კურორტ ალობილში მდებარე ცენტრალური ორივე რეზერვუარი იდენტურია (იხ. დანართი 2 – ტოპო გეგმები რეზერვუარების მდებარეობის მითითებით).

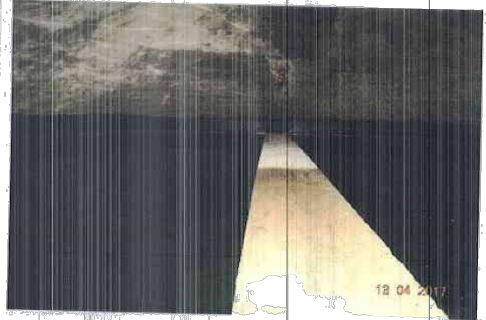
ჩვენს მიერ ინსპექტირების დროს ორივე რეზერვუარი იყო წყლით სავსე, რის გამოც ვერ განხორციელდა რეზერვუარების ვიზუალურ-ტექნიკური გამოკვლევა შიდა მხრიდან. მოხდა რეზერვუარების გაბარიტული ზომების დადგენა: შიდა დიამეტრი



9.05 მეტრი, ხოლო კედლის სიმაღლე 4.30 მეტრია. რეზერვუარები განთავსებულია დანრილ რელიეფზე, რის გამოც იგი ნაწილობრივ მიწის სიდრმეშია განთავსებული, ხოლო მათი მიწის ზედა ნაწილი პერიმეტრზე ამოშენებულია ყორე ქვის წყობით, ზედაპირი კი დაფარულია მიწის სქელი ფენით. ცალკეულ ადგილებში დაშლილია ყორე ქვის წყობა და ჩანს რეზერვუარის კედელი. აღნიშნულ ადგილას განხორციელდა ბეტონის მარკის ანათვლის აღება.



სურ. 5 საერთო ხედი



სურ. 6 საერთო ხედი

რეზერვუარების ვიზუალურ-ინსტრუმენტული დათვალიერებით დადგინდა, რომ მათ მიხედვით კონსტრუქციებს არ გააჩნიათ ჯდენითი ან სხვა რაიმე შიხებით გამოწვეული დეფორმაციები, რომლებიც უარყოფით გავლენას მოახდენდა ნაგებობების მდგრადობაზე.

ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა ნაგებობების რკინაბეტონის მიხედვით კონსტრუქციებში გამოყენებული ბეტონის სიმტკიცე (ნაგებობების ინსტრუმენტალური შემოწმება ჩატარდა შერჩევის მეთოდით). გამოკვლევები ჩატარებული იქნა კვლევის ურდვევი (ასხლეტვის, ულტრაბგერითი) მეთოდების გამოყენებით, ნორმატული დოკუმენტების GOCT 22690-88 (ბეტონები, სიმტკიცის განსაზღვრა ურდვევი კონტროლის მექანიკური მეთოდებით); GOCT 7624-87 (ბეტონები, სიმტკიცის განსაზღვრის ულტრაბგერის მეთოდით); სსტ EN 12504-2, 2009 (ბეტონის გამოცდა კონსტრუქციებში, ნაწილი 2. არამრდვევი გამოცდა); სსტ EN 15504-4, 2009 (ბეტონის ტესტირება, ულტრაბგერითი იმპულსების გავრცელების სიჩქარის განსაზღვრა) და სსტ EN 10080, 2009 (ფოლადი ბეტონის არმირებისათვის) მეთოდების შესაბამისად. გამოკვლეული იქნა აღნიშნული შენობის რკინაბეტონის კონსტრუქციებში ბეტონის ხარისხი გამზომი ხელსაწყოების სკელეომეტრი „controls model 58“ (შმიდტის ხანიმუშო ჩაქუჩი) და ულტრაბგერის ხელსაწყო „controls – 58-0048“-ის; საშუალებებით.





სურ. 7 ბეტონის სიმკიცის ანათვლის აღება სურ. 8 ბეტონის სიმკიცის ანათვლის აღება

გამოკვლევის ჩატარება კონსტრუქციის ელემენტის 100 სმ²-დან 600 სმ²-მდე მონაკვეთზე. ასეთი მონაკვეთების რაოდენობა განისაზღვრებოდა GOCT 18105-86-ის მოთხოვნის შესაბამისად და შეადგინა კოლონებისა და რიგელებისათვის სამი საკონტროლო მონაკვეთი – გრძივი კონსტრუქციის ერთ საკონტროლო მონაკვეთს ყოველ ოთხ მეტრზე. ყოველ გამოსაკვლევ მონაკვეთზე GOCT 22690-88-ის მოთხოვნის შესაბამისად ხდებოდა არანაკლებ ხუთი-ექვსი ანათვლის აღება ისე, რომ ანათვლებს შორის მანძილი იყო 30 მმ, დაშორება კონსტრუქციის ნაპირიდან 50 მმ, ხოლო ყოველი გამოკვლეული კონსტრუქციის სისქე იყო 100 მმ-ზე მეტი.

ბეტონის ხარისხის შემოწმების სიზუსტის ამაღლების მიზნით, ნორმატული დოკუმენტის GOCT 22904-ის (ბეტონის დამცავი შრის სისქისა და არმატურის განლაგების განსაზღვრის მაგნიტური მეთოდი) მოთხოვნის შესაბამისად, ხელსაწყო ულტრასონოგრაფი „ELCOMETER 10303-004“-ის დახმარებით განსაზღვრული იქნა გამოსაკვლევ სვეტებში არმატურის განლაგება. სვეტებში მუშა არმატურის მდებარეობის განსაზღვრამ შესაძლებლობა მოგვცა დაგვეცვა GOCT 17624-87-ის პ.4.4-ის მოთხოვნა, რომლის მიხედვით ბეტონში ულტრაბგერის გავრცელების დროის განსაზღვრა საჭიროა განხორციელდეს მუშა არმატურის პერპენდიკულარული მიმართულებით, ისე რომ არჩეული ულტრაბგერის გავრცელების მიმართულებით არმატურის კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს 5%-ს მოცემული ფართობისა.

თითქმის ყველა გამოსაკვლევ სვეტზე გამოსახული იქნა არმატურისა და საკიდების განლაგების სქემა. ასევე ხდებოდა იმ ადგილებში ბეტონის ზედაპირის გაწმენდა საიდანაც წარმოებდა ანათვლების აღება.

ზოგადად ანათვლების აღება წარმოებდა ყოველი სვეტის ორ ან სამ მხარეს, შესაძლებლობის მიხედვით. მონაცემებით ზედა, ქვედა და შუა ნაწილებში. თითოეულ ადგილზე ანათვლების რაოდენობა შეადგენდა 6 ანათვალს. ხოლო თითოეულ სვეტში მთლიანად წარმოებდა საშუალოდ 18 ანათვლის აღება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მაქსიმალურად იყო დაცული ნორმატული დოკუმენტის GOCT 22904-ის მოთხოვნა,



მ. 8 მ. 26. 27

დასკვნა

რეზერვუარების ვიზუალურ-ინსტრუმენტული დათვალიერებით დადგინდა, რომ მათ შიდა კონსტრუქციებს არ გააჩნიათ ჯდენითი ან სხვა რაიმე მიზეზით გამოწვეული დეფორმაციები, რომლებიც უარყოფით გავლენას მოახდენდა ნაგებობების მდგრადობაზე. მათი ტექნიკური მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელია, თუმცა ყველა რეზერვუარის შიდა ზედაპირზე წყალგაუმტარი ფენა დაზიანებულია, ასევე ნაწილობრივ დაშლილია მიწის ზედაპირზე ამოშენებული ყორე ქვის წყობა.

რეკომენდაციები

1. უნდა მოხდეს რეზერვუარების შიდა ზედაპირზე დაზიანებული წყალგაუმტარი ფენის აღდგენა.
2. უნდა მოხდეს რეზერვუარების მიწის ზედა ნაწილის პერიმეტრზე ამოშენებული ყორე ქვის წყობის დაშლილი ადგილების აღდგენა.

ინსპექტირების ანგარიში შეადგინა:

ინსპექტორი:

/მ. კიკნაძე /

სპეციალისტი:

/მ. კიკოლაშვილი /

ინსპექტირების ანგარიში ტექნიკურად გადაამოწმა:

ინსპექტირების ორგანოს ხელმძღვანელი:

/მ. წიქარიშვილი /

ინსპექტირების ანგარიში ადმინისტრაციულად გადაამოწმა:

ინსპექტირების ორგანოს ხელმძღვანელი:

/მ. წიქარიშვილი /



კურორტ აბასთუმნის რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



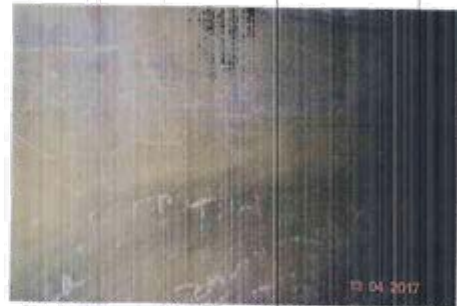
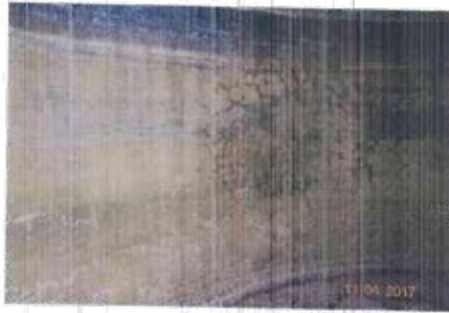
კურორტ აბასთუმნის რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



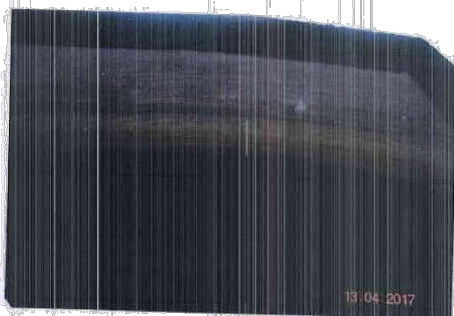
კურორტ აბასთუმნის რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



კურორტ აბასთუმნის რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



კურორტ აბასთუმნის რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



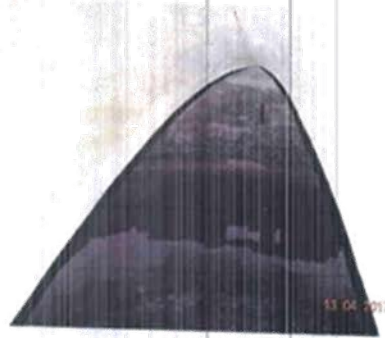
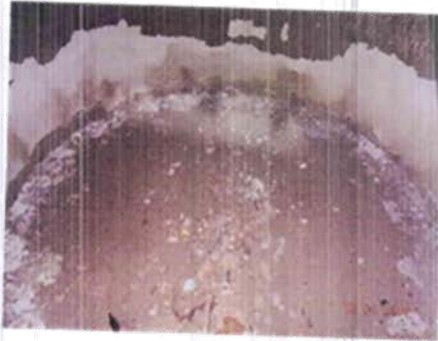
ბგ. 21 - ბგ. 216 27

კურორტ აბასთუმნის რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი

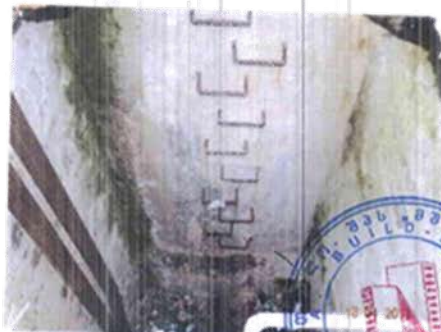
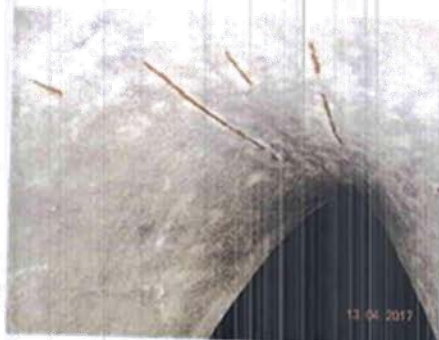
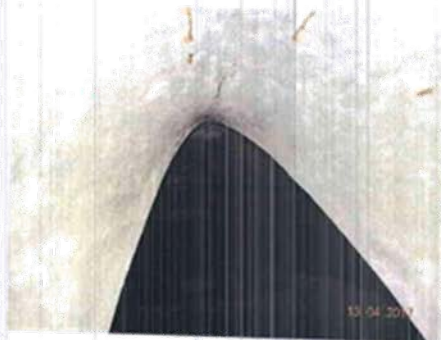
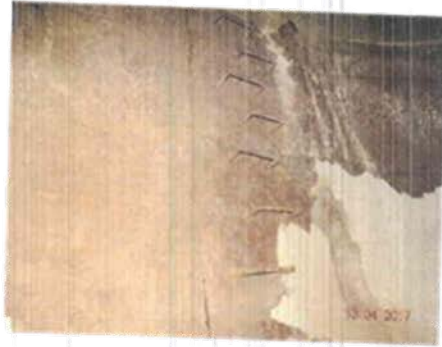


86-22-86-86 27

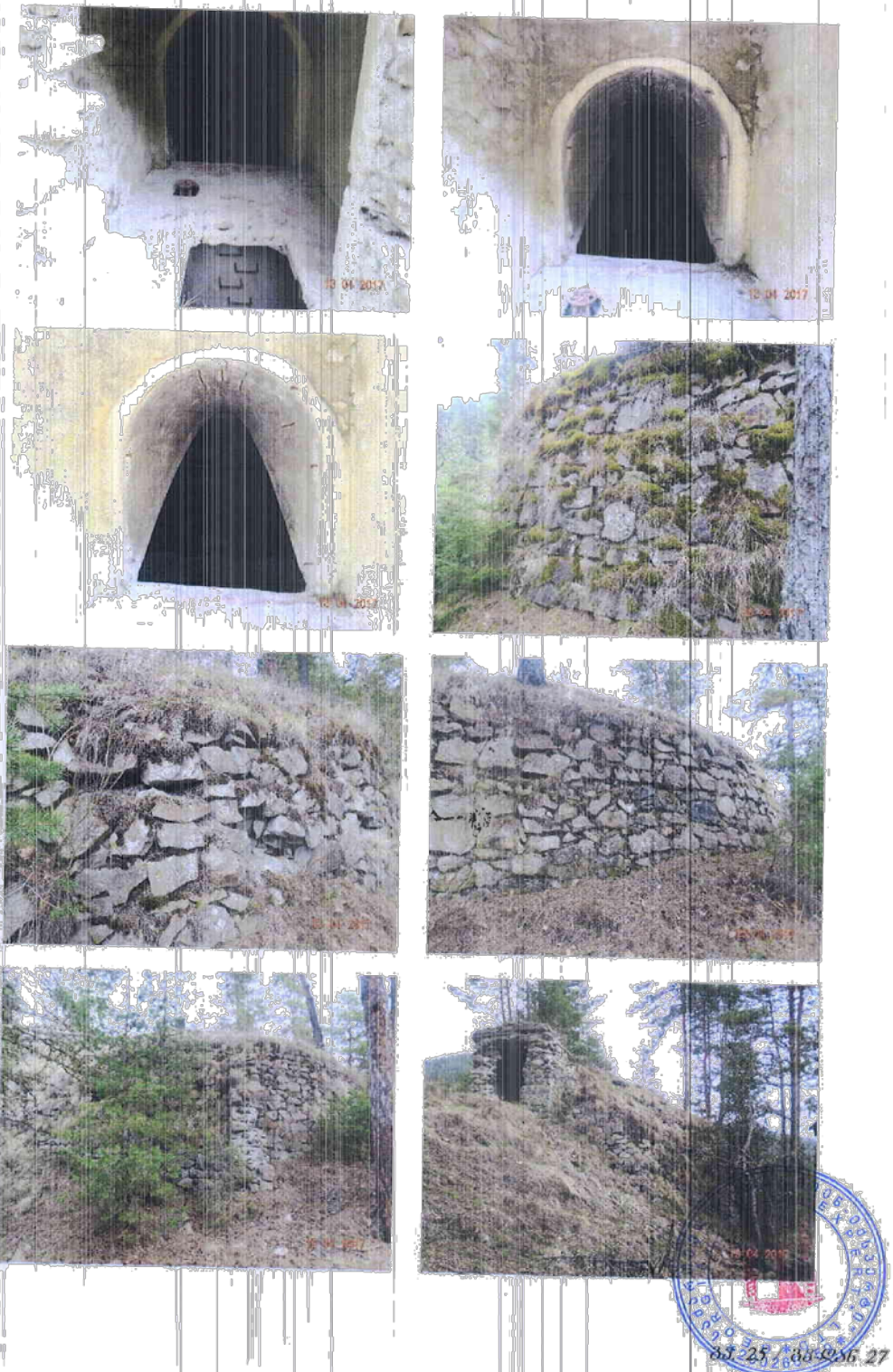
კურორტ ალობილის პირველი რეზერვუარი
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



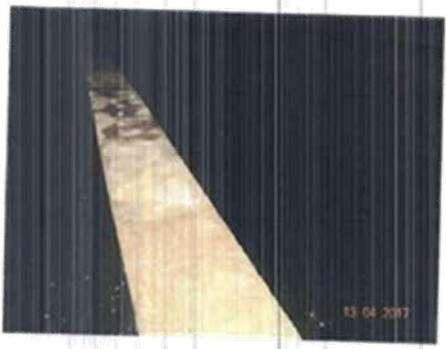
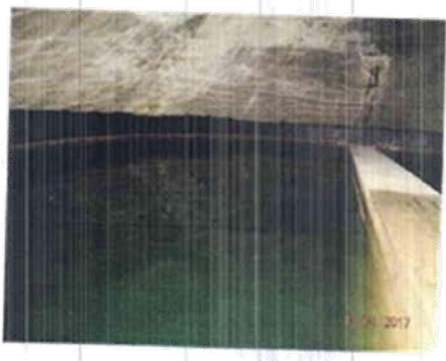
კურორტ ადობილის პირველი რეზერვუარი
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



კურორტ ადობილის პირველი რეზერვუარი
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი:



კურორტ ალობილის ცენტრალური რეზერვუარები
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი

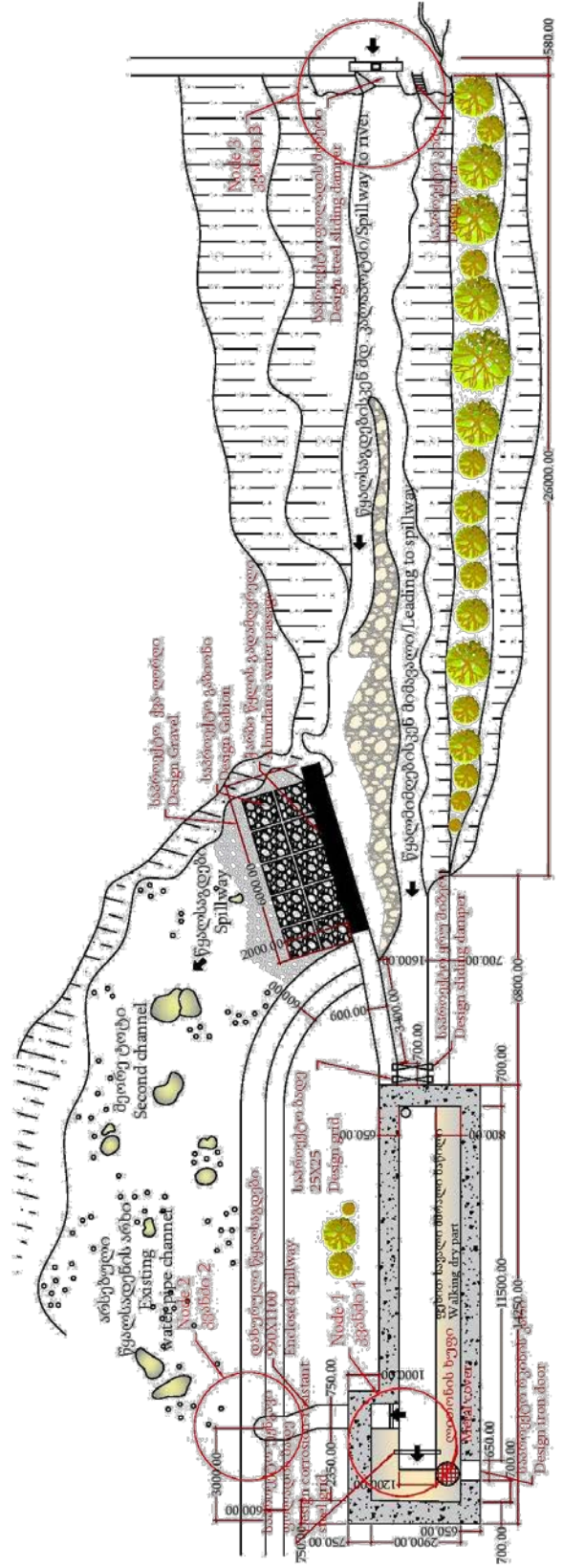


კურორტ ადობილის პირველი რეზერვუარი
ფოტოფიქსაცია - 13 აპრილი 2017 წელი



33 27 ბგ.ს.ს.ს.ს.

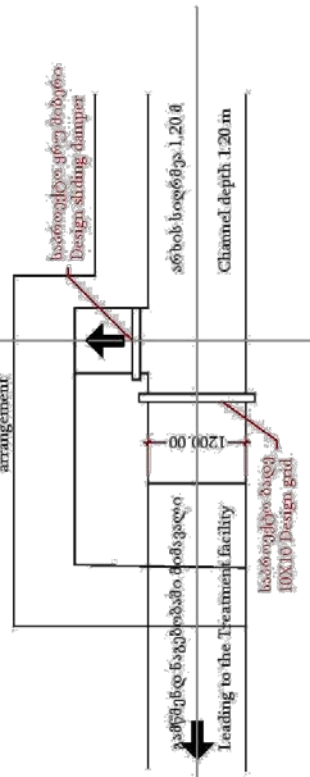
6.4 წყალმიმღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება
 წყალმიმღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება
 (ნახაზი #5)



წყალმიღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება (ნახაზი #6)

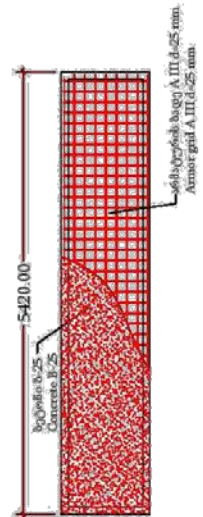
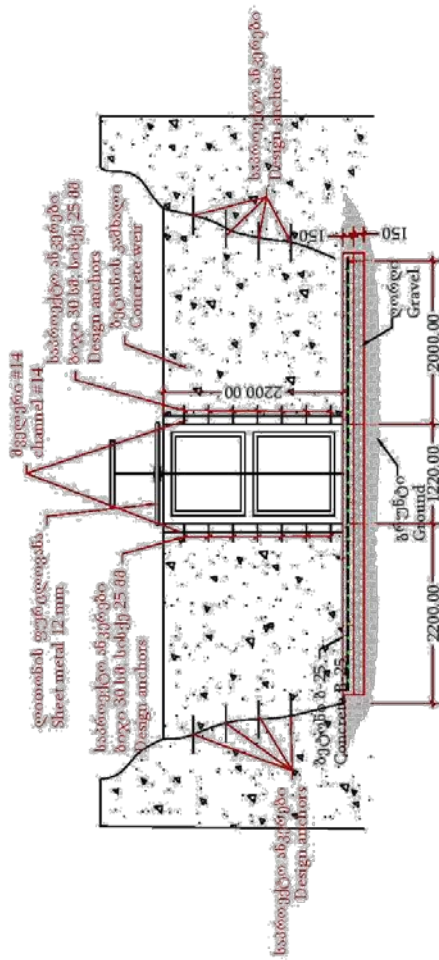
**პანელი 1
Node 1**

წყალშეღწევის არხის და წყალგადაღების პრინციპული გადაწყვეტა
სასრობი არხის და წყლის მიღების მოწყობა
Water withdrawal and weir design with design grid and design sliding damper

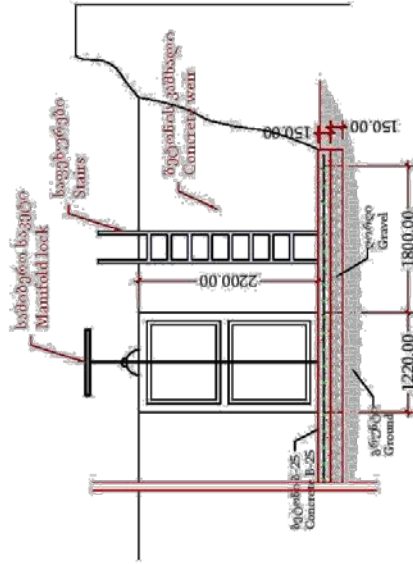
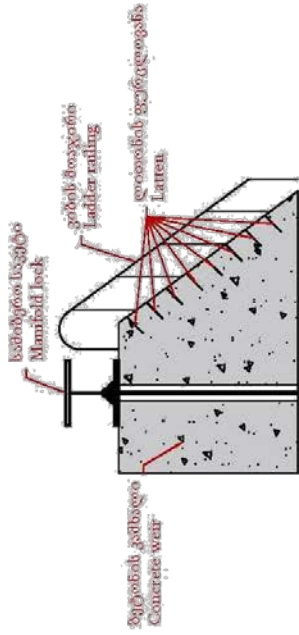


**პანელი 3
Node 3**

არსებული კანალი, კამალი ჩამოკიდებულია
Existing node, dam with lock



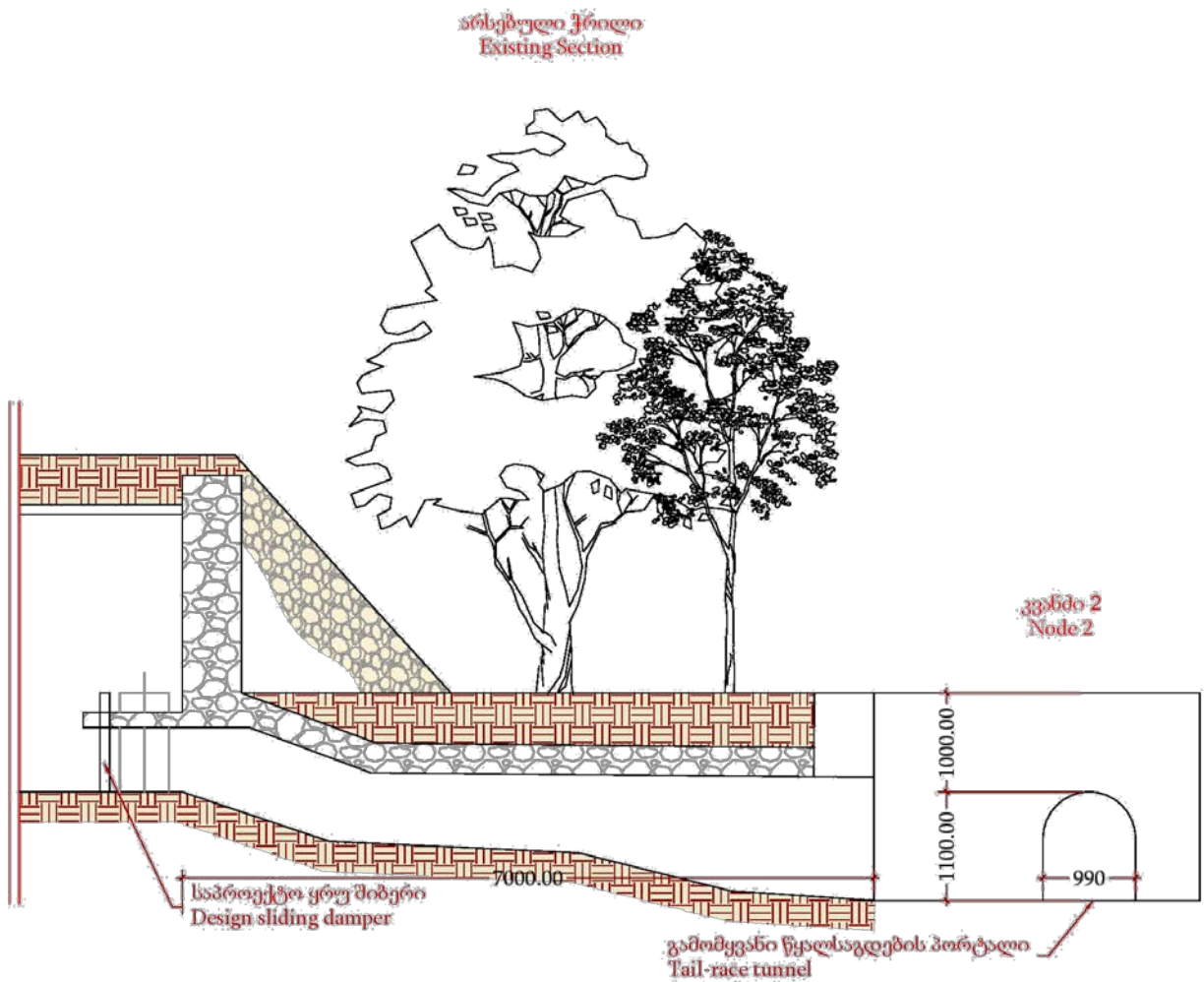
**პანელი 4
Node 4**
კამალი და წყალგადაღების მოწყობის სურათი
Ladder and manifold lock



შენიშვნა:
ამ კვანძში წყალგადაღების მოწყობის სურათი და
სასრობი არხის და წყლის მიღების მოწყობის სურათი

Note:
Design anchors should be binding together with adhesive-cement solution;
Channel should be perforated with 30 mm drill.

წყალმიღები „ვარატას“ რეაბილიტაციის საპროექტო გადაწყვეტილება
(ნახაზი #7)



საჭირო ტუმბოს ტექნიკური მონაცემები

ჰორიზონტალური, მრავალსაფეხურიანი, მაღალი ეფექტურობის, მაღალი წნევის ცენტრიდანული ტუმბო ავტომატური მართვით.

ეს არის გრუნტის მაღალი წნევის ცენტრიდანული სატუმბი კომპაქტური დიზაინით, გამოყენების თვალსაზრისით ეფექტური და ადვილად მოსავლელი. მოქმედი სტანდარტის შესაბამისი უახლესი და უმაღლესი პარამეტრებით. მისი უნიკალური დიზაინი საშუალებას გვაძლევს ტუმბო შეიცვალოს დემონტაჟის გარეშე.

ტუმბოს გამოიყენება კომერციულ სოფლის მეურნეობაში, წყალსადენებში, წნევის გასაზრდელად, ხანძარსაწინააღმდეგოდ, ასევე გათბობისა და კონდიციონერების სისტემებში.

ოპერაციული პარამეტრები:

გადასაქაჩი სიღრმე	-	წყალი 100%
ხარჯი	-	20 მ ³ /სთ
დაწნევა	-	200 მ
გადასაქაჩი სიღრმის ტემპერატურა	-	20 °C
გადასაქაჩი სიღრმის მინიმალური ტემპერატურა	-	-5 °C
გადასაქაჩი სიღრმის მაქსიმალური ტემპერატურა	-	90 °C
მაქსიმალური მუშა წნევა	-	50 ბარი
გარემოს მაქსიმალური ტემპერატურა	-	40 °C

ელექტრო ძრავა

ქსელთან მიერთება	-	3~400 V ±10 %, 50 Hz
რეიტინგული სიმძლავრე P2	-	22 კვტ
რეიტინგული სიჩქარე	-	2900 1 / წთ
ნორმალური ნაკადი	-	39,7 A
დაცვის ხარისხი	-	IP 55
მოტორული ეფექტურობა ηm 50%	-	92.3%
მოტორული ეფექტურობა ηm 75%	-	93%
მოტორული ეფექტურობა ηm 100%	-	92.9%
სიმძლავრის კოეფიციენტი	-	0.86

საიზოლაციო კლასი

-

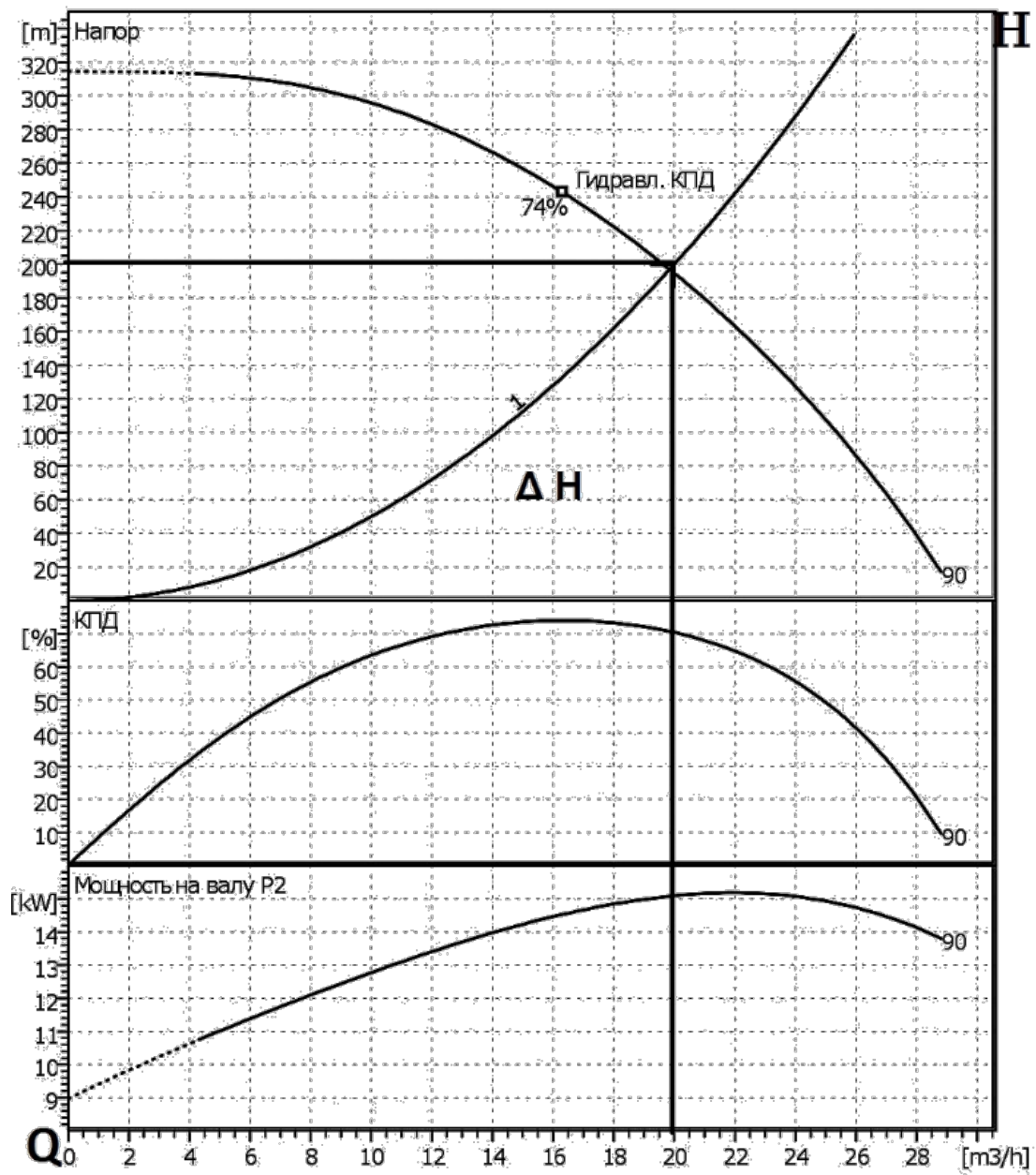
F

მოტორული დაცვა

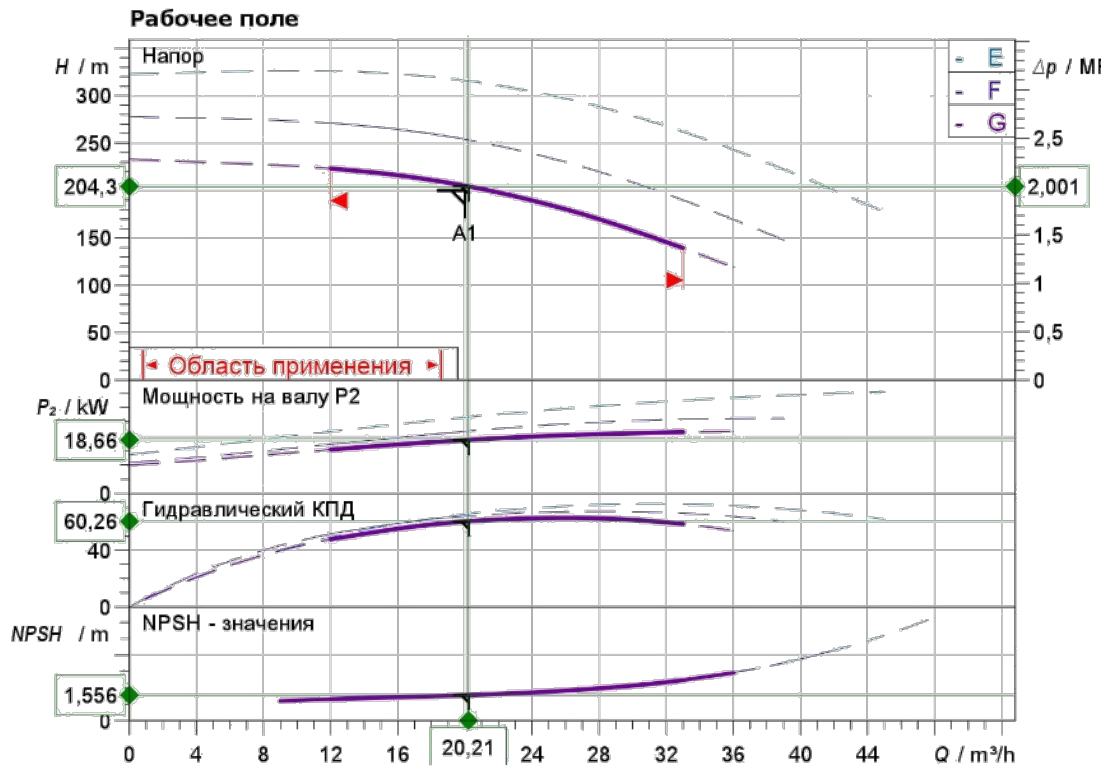
-

PTC

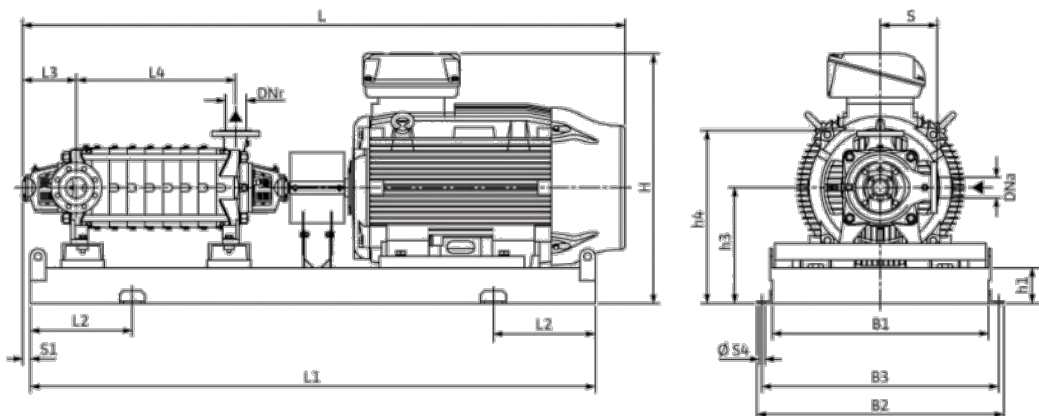
(ნახაზი #8)



(ბანაზი #9)



(ბანაზი #10)



მუშა პარამეტრები:

გადასაქაჩი სითხე	- წყალი 100%
წარმადობა	- 20 მ3/სთ
დაწნევა	- 200 მ
გადასაქაჩი სითხის ტემპერატურა	- 20 °C
სიმკვრივე	- 998,2 კგ/მ3
კინეტიკური. სიბლანტე	- 1 მმ2/წმ

ჰიდრავლიკური მონაცემები (მუშა წერტილში)

წარმადობა	- 20,21
მ3/სთ	
დაწნევა	- 204,32 მ
ღერძის სიმძლავრე P2	- 18,66 კვტ
ჰიდრავლიკური ეფექტიანობა	- 60,26 %

პროდუქტის დეტალები

სექციური ტუმბო	
მაქსიმუმი მუსა წნევა	- 5 მპა
გადასაქაჩი სითხის ტემპერატურა	- -5 °C + 90 °C
გარემოს მაქსიმალური ტემპერატურა	- 40 °C

მოტორის მონაცემები

ქსელთან მიერთება	-	3~400 V ±10 %, 50 Hz
დასაშვები ძაბვის ვარდნა	-	±10 %
მაქს. სიჩქარე	-	2900 1/წთ
ნორმალური სიმძლავრე P2	-	22 კვტ
ნორმალური ნაკადი	-	39,7 A
სიმძლავრის კოეფიციენტი	-	0,86

ეფექტიანობა

50% / 75% / 100%	-	92,3/93/92,9%
დაცვის ტიპი	-	IP 55
საიზოლაციო კლასი	-	F
ელექტრო ძრავის დაცვა	-	PTC

აბასთუმნის სასმელი წყლის გამწმენდი სადგურის განმარტებითი ბარათი
შემომავალი წყლის ხარისხის მოკლე მიმოხილვა

პროექტში მოტანილი წყლის ცალკეული ანალიზები მიუთითებს, რომ გასაწმენდი წყალი არ საჭიროებს ქიმიურ კორექციას. ძირითადი ამოცანაა წყლის სიმღვრივის მოშორება, რათა წყალი აკმაყოფილებდეს საქართველოს სასმელი წყლის ტექნიკურ რეგლამენტის მოთხოვნებს.

ადგილობრივი სერვის ცენტრის თანამშრომლების გამოკითხვით დგინდება, რომ შემომავალი წყალი გამოირჩევა საშუალო სიმღვრივით (<300 მგ/ლ) და დროდადრო ხასიათდება მომეტებული სიმღვრივით, რაც რამდენიმე საათს გრძელდება.

გამწმენდის ტექნოლოგიის მოკლე მონახაზი

გამწმენდის ტექნოლოგიის შერჩევა ეფუძნება შემდეგ დაშვებებს:

1. შემომავალ წყალს ქიმიური კორექცია არ ესაჭიროება;
2. შემომავალ წყალში შეწონილი ნაწილაკების შემცველობა უმეტესწილად არ აღემატება 300 მგ/ლ.
3. 300 მგ/ლ მეტი შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობა ფიქსირდება ხანმოკლე პერიოდების განმავლობაში (6 საათი).

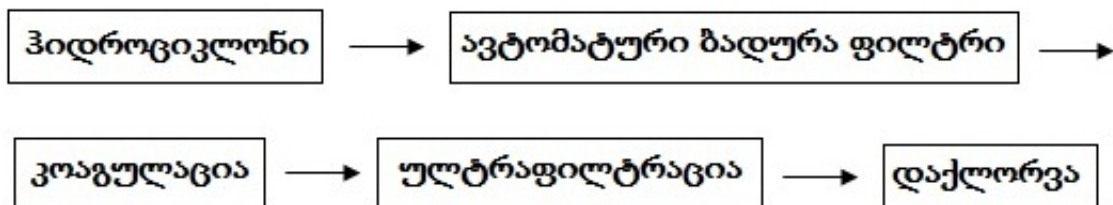
ამ დაშვებებიდან გამომდინარე შერჩეულია გამწმენდის ტექნოლოგიური სქემა.

აღნიშნული რაოდენობის ნაწილაკების მქონე წყალს სალექარი არ ესაჭიროება, რადგან თანამედროვე ულტრაფილტრაციის სისტემები ამგვარ წყალს სალექრის გარეშე ფილტრავენ. კერძოდ, 1,5 მმ მემბრანები განკუთვნილია 300 მგ/ლ შეწონილი ნაწილაკების მქონე წყალზე. მოკლე პერიოდით მას შესაძლებლობა აქვს 500 მგ/ლ ნაწილაკებიან წყალს გაუმკლავდეს. რაც შეეხება

ნაწილაკების უფრო მაღალ კონცენტრაციას, ამ დროს ულტრაფილტრაციის სისტემა ხშირი უკუგამორეცხვის გამო დაიწყებს გამომავალი წყლის წარმადობის შემცირებას. ამ სისტემის უპირველესი უპირატესობა ისაა, რომ ადამიანის ფაქტორისაგან დამოუკიდებლად, გაფილტრულ წყალს გარანტირებულად მოაშორებს სიმღვრივეს.

იმის გამო, რომ წყალაღება ხდება 1428 მ სიმაღლეზე, ხოლო გამწმენდი მდებარეობს 1392 მ სიმაღლეზე (წყლის სვეტის სიმაღლე - 36 მ), შემომავალი ტუმბოს საჭიროება აღარ არსებობს.

გამწმენდი სადგურის ტექნოლოგიური სქემა გამოიყურება



შემდეგნაირად:

1. ჰიდროციკლონი კენჭებისა და დიდი ზომის მძიმე ნაწილაკების მოსაშორებლად;
2. 500 მიკრონიანი ბადურა ფილტრებში წყლის გატარება;
3. მილსადენში კოაგულაცია და შემდგომი 30-60წმ დაყოვნება;
4. ულტრაფილტრაცია;
5. ჰიდროციკლონიწყლის გაუსნებოვნება;

ტექნოლოგიური სქემა

1. ჰიდროციკლონი

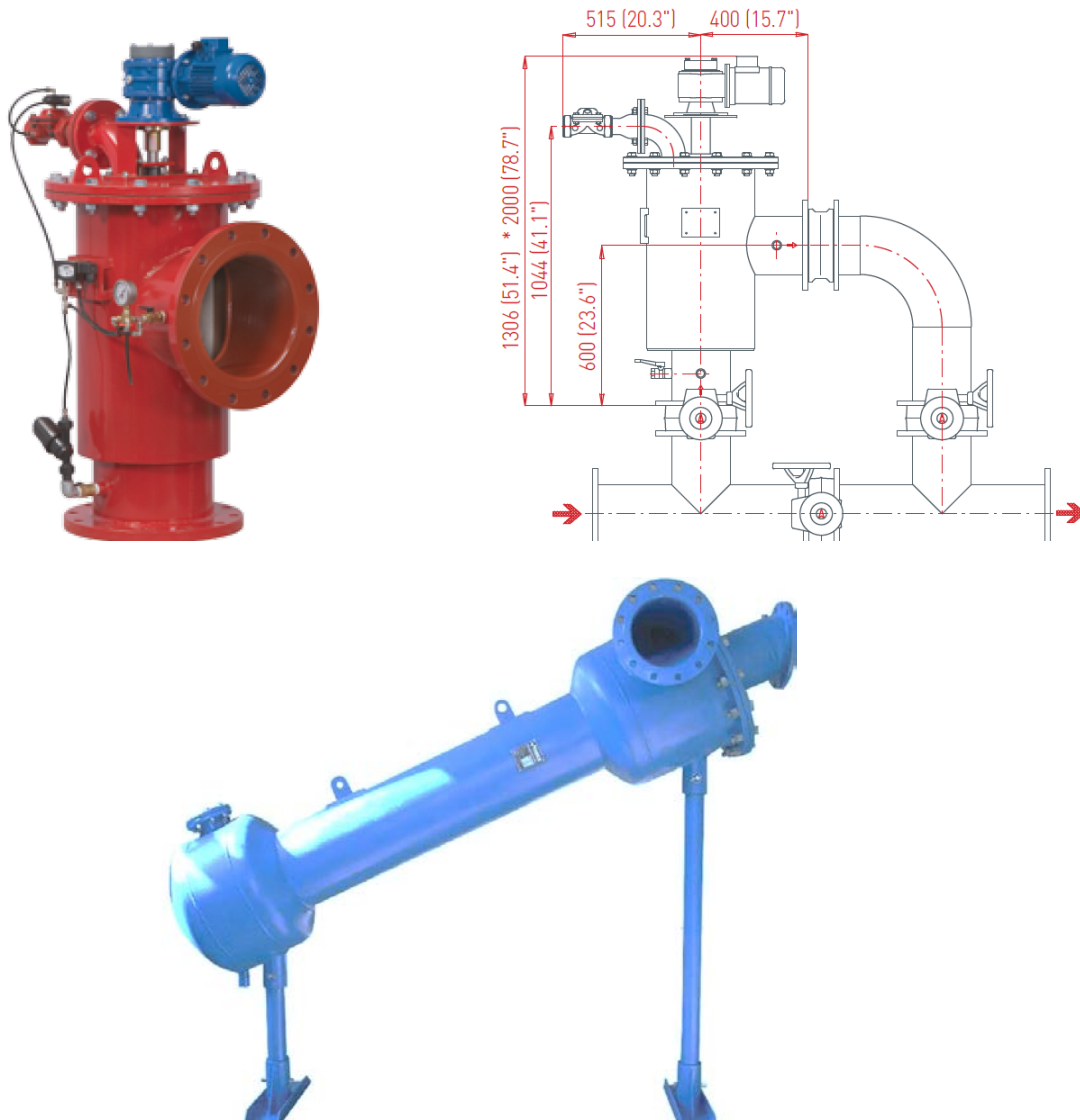
ჰიდროციკლონს დანიშნულებაა კენჭებისა და მძიმე ნაწილაკების მოშორება წყლიდან. ის მუშაობი ავტომატურ რეჟიმში რაც გულიხმობს დაგროვილი მყარი ნაშთის დროდადრო ჩარეცხვას.

ჰიდროციკლონი (სურათი #22)

შემომავალი წყალი თვითდინებით, დაახლოებით 3 ბარი წნევით მიეწოდება 2 ჰიდროციკლონს. ჰიდროციკლონის ტექნიკური მახასიათებლები:

მაქსიმალური წყლის ნაკადი 200 მ³/სთ, მუშა წნევა: მინიმალური 1 ბარი, მაქსიმალური 10 ბარი, ფილტრის კორპუსის მასალაა კარბონიზებული ფოლადი, გამორეცხვა - ავტომატური. დაწვრილებითი მონაცემები იხ. დანართებში 2 და 3.

2. ბადურა ფილტრი



500 მიკრონიანი ბადურა ფილტრების გამოყენების მიზანია ულტრაფილტრაციის მემბრანების დაცვა. ბადურა ფილტრი ამცირებს

შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობას, თუმცა ამის პროგნოზი შეუძლებელია, რადგან არ მოიპოვება წყალში შეწონილი ნაწილაკების ზომების კვლევის ანალიზი, რომელიც წარმოაჩენს ნაწილაკების ზომის განაწილების ფუნქციას.

ბადურა ფილტრი (სურათი #23)

წინასწარი გაწმენდა ხდება ორი ავტომატური ბადურა ფილტრის მეშვეობით, რომლებიც უზრუნველყოფს 400 მ³/სთ-მდე წყლის ხარჯს (300 მგ/ლ შეწონილი ნაწილაკების პირობებში). ბადურა ფილტრი საჭიროა პირვანდელი წყლის 500 მიკრონზე მეტი ზომის შეწონილი ნაწილაკებისგან გასაწმენდად. ფილტრი დგება შემომავალი წყლის სადაწნეო ხაზზე. ბადურა ფილტრი ავტომატურია. მას მართავს საკუთარი კონტროლერი.

ავტომატური ბადურა ფილტრის ტექნიკური მახასიათებლები:

მაქსიმალური წყლის ნაკადი 700 მ³/სთ, მუშა წნევა: მინიმალური 1,5 ბარი, მაქსიმალური 10 ბარი, ფილტრაციის ფართობი 6000 სმ², ბადის ზომა 500 მიკრონი.

ბადურა ფილტრზე წინასწარი გაწმენდის შემდეგ, მიეწოდება ულტრაფილტრაციის დანადგარს. დაწვრილებითი მონაცემები იხ. დანართებში 2 და 3.

3. კოაგულაცია

ულტრაფილტრაციაში კოაგულაციის ძირითადი მიზანია კოლოიდური ორგანული ნაწილაკების მუხტის განეიტრალება, რათა უკუგამორეცვისას ნაწილაკები ადვილად მოშორდნენ მემბრანებს და აღადგინონ მათი გამტარუნარიანობა. ამ მიზნის მისაღწევად საკმარისია 30-60წმ საკონტაქტო დრო. საკონტაქტო ავზად განკუთვნილია შესაბამისი მოცულობის სადაწნეო ავზები. ფლოკულაცია არ არის საჭირო. აღსანიშნავია, რომ ახალი მონაცემების მიხედვით, საკმარისია კოაგულაცია მოხდეს ფილტრაციის დაწყებიდან პირველი 4-5 წუთის განმავლობაში. ეს მეთოდი კოაგულანტის გამოყენებას ამცირებს არანაკლებ 8-ჯერ, რაც სერიოზულ ეკონომიას იძლევა. თუმცა, ეს მეთოდი დროდადრო

შემოწმებული უნდა იქნას მომსახურე პერსონალის მიერ სხვადასხვა სიმღვრივის წყალზე.

დაწვრილებითი მონაცემები იხ. დანართებში 2 და 3.

ულტრაფილტრაცია

ულტრაფილტრაცია ეს არის მემბრანული პროცესი, რომელიც მემბრანითაა წყალი წნევის ქვეშ გაიჟონება ნახევრადგამტარ კედლებში, რის შედეგადაც წარმოიშვება ფილტრატი (გაწმენდილი წყალი) და კონცენტრირებული ხსნარი, ჩაჭერილი ნივთიერებებისგან.

ულტრაფილტრაციული მემბრანებით ჩაიჭირება კოლოიდური და მცირედდისპერსიული მინარევეები, წყალმცენარეები, ერთუჯრედიანი მიკროორგანიზმები, ბაქტერიები, ვირუსები და ცისტები.

ულტრაფილტრაციის მემბრანის თითოეული მოდული წარმოადგენს 1,5 მმ მემბრანების კონას. ულტრაფილტრაციის მემბრანების მოდულებში წყლის ნაკადის ფილტრაცია შიგნიდან გარეთ მიმართულებით მიმდინარეობს. მემბრანის ფილტრაციის ხარისხი (ფორების ზომა) 0.02 მიკრონია. მემბრანები დამზადებულია PESM მასალისგან.

წყლის გასაწმენდად შერჩეულია 1,5 მმ დიამეტრის მემბრანები, რომელიც გამოირჩევა დაბინძურებული წყლისადმი მომეტებული მდგრადობით. ამ მემბრანებისათვის წყლის დაბინძურება მუშა რეჟიმში შეიძლება აღწევდეს 300 მგ/ლ შეწონილი ნაწილაკებს, რაც ხშირ შემთხვევაში სალექრის აუცილებლობას გამოიწვევს. ამგვარი დაბინძურებისას გამწმენდი სისტემა იმუშავებს გაწმენდილი წყლის საპროექტო ნაკადზე. სისტემის პროექტირებისას გამოთვლილია ყველა ძირითადი პარამეტრი და მათი ცვლილების საზღვრები. სისტემა განკუთვნილია 231,12 მ³/სთ (64,2 ლ/წმ) გაწმენდილი წყლის წარმადობაზე როდესაც გასაწმენდი წყლის შეწონილი ნაწილაკები 300 მგ/ლ აღწევს. მემბრანების საერთო ფართობია 4500 მ². თუ წყალი ნაკლებად დაბინძურებულია, მაშინ სისტემის წარმადობა იზრდება. მაგალითად, უფრო ნაკლებად დაბინძურებული წყლის შემთხვევაში ნაკადმა შეიძლება მიაღწიოს 360 მ³/სთ (100 ლ/წმ) და

მეტს. თუ კი შეწონილი ნაწილაკები გადააჭარბებს 300 მგ/ლ ნიშნულს, მაშინ სისტემის წარმადობა ამ სიდიდის ზრდასთან ერთად მომეტებული უკუგამორეცხვის გამო ნაკლებ წარმადი გახდება. გამომავალი წყლის ნაკადი დაიწყებს კლებას. იმ შემთხვევაში თუ შემომავალი წყალი ატალახდა და ულტრაფილტრაციის სისტემაში შემოვა წყალი ძალზე მაღალი შეწონილი ნაწილაკებით, მაშინ გამწმენდი სადგური რამდენიმე საათით დაიკეტება და მომხმარებლის წყლით მომარაგება სათადარიგო ავზებიდან.

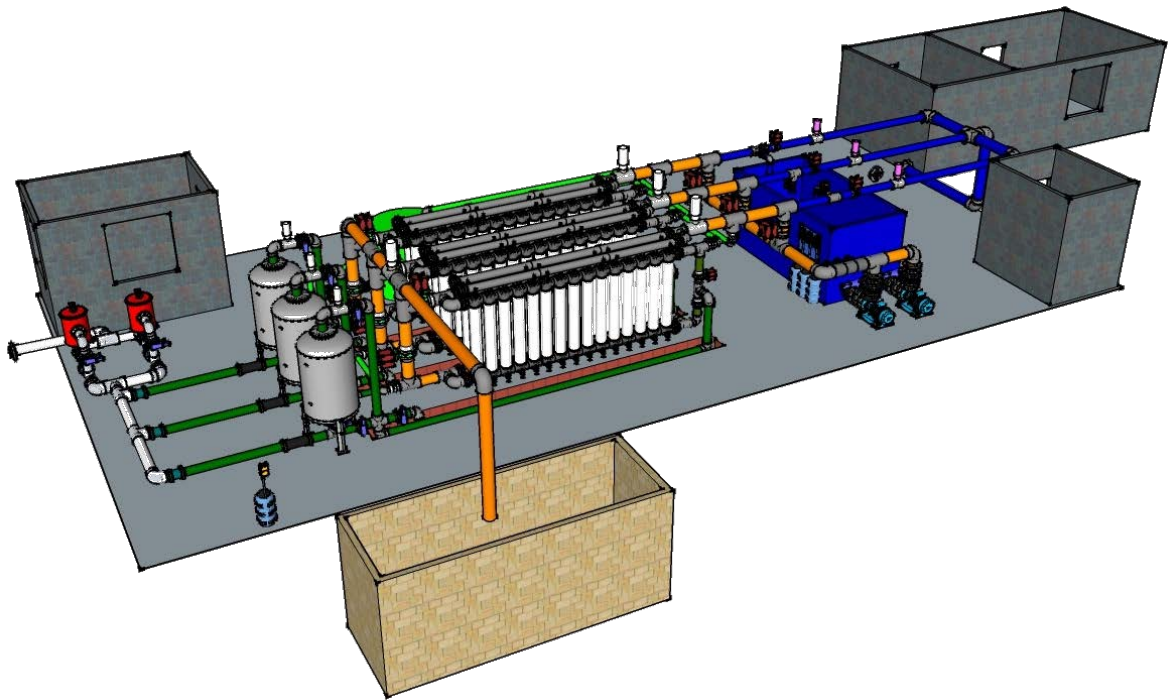
დანადგარი შედგება სამი პარალელური ბლოკისგან, რომლებიც დამოუკიდებლად მუშაობენ და აქვთ დამოუკიდებელი მართვის სისტემა. თითოეული ბლოკი შედგება 30 მოდულისაგან. ერთი მემბრანის მოდულის ფილტრაციის ფართობია 50 მ², ფილტრაციის საერთო ფართობი სისტემისთვის შეადგენს 4500 მ². გაფილტრული წყლის ნაკადია 231,12 მ³/სთ (64,2 ლ/წმ). დანარჩენი პარამეტრები მოცემულია ტექნიკური მახასიათებლებში.

დანადგარში შემოსული ნაკადი იმართება ნაკადის რეგულირების სარქველის მიერ, რომლის დანიშნულებაცაა მემბრანებში გამავალი ნაკადის შეზღუდვა საპროექტო მონაცემების შესაბამისად. იმ შემთხვევაში თუ გაითიშება დენის მიწოდება, აკუმლატორზე მომუშავე შემომავალი ურდულები გადაკეტავს შემომავალ წყალს და საგანგაშო სიგნალს აამოქმედებს, რითაც შეატყობინებს ოპერატორს დენის გათიშვას.

ულტრაფილტრაციის შემდეგ გაწმენდილი წყალი გროვდება საერთო კოლექტორში და დარჩენილი წნევით მიეწოდება სუფთა წყლის რეზერვუარს ან ქსელს.

დაგროვილი მყარი მინარევისაგან მემბრანები იწმინდება უკუგამორეცხვით. უკუგამორეცხვა ხდება ტუმბოს მეშვეობით, რომელიც სუფთა წყლის რეზერვუარებიდან, უკუსვლით წყალს აწვდის მემბრანის მოდულებს, რითაც დაგროვილ, ჩაჭერილ მინარევებს ამორეცხავს.

ულტრაფილტრაციის სისტემაში გათვალისწინებულია როგორც CEB ქიმიური გამორეცხვის (ტუტის, ქლორის და მჟავის დოზირებით), ასევე CIP



ქიმიური გამორეცხვის სადგურები (ტუმბო $Q=42 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=18.5 \text{ m}$). CEB სადგური იმართება ავტომატურად ოპერატორის მიერ ჩართვის დილაკის დაჭერის შემდეგ. CIP სადგური იმართება ოპერატორის ზედამხედველობის ქვეშ. ყველანაირი გამორეცხვა უტარდება ერთ, ცალკე აღებულ ბლოკს. ამავე დროს, დანარჩენი 2 ბლოკი ჩვეულ რეჟიმში მუშაობს.

დაწვრილებითი მონაცემები იხ. დანართებში 2 და 3.

ულტრაფილტრაცია (ნახაზი #11)

ულტრაფილტრაციის მართვის კონტროლერი

ულტრაფილტრაციის დანადგარის თითოეულ ბლოკს უშუალოდ მართავს მგრძნობიარე ეკრანის მქონე კონტროლერი, რომელიც მუშაობს ავტომატურ ან ხელით მართვის რეჟიმში.

ძირითად ეკრანზე გამოსახულია სისტემის ზოგადი მონახაზი, არსებული მდგომარეობა დროის ინდიკატორით, ურდულების, ავზებისა თუ სხვა შემადგენელი კომპონენტების ვიზუალური და რიცხვობრივი მაჩვენებლები. ასევე მენიუსა და სხვა სამართავი დილაკები, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს პარამეტრების რეგულირებას, მონაცემებზე დაკვირვებასა და ხელით მართვის რეჟიმში თითოეული კვანძის ოპერატორის მიერ ჩართვა-გამორთვა-დარეგულირებას. რაც მოიცავს:

მონაცემების ისტორია:

- წყლის ნაკადები
- წნევები
- ავზებში წყლის დონე
- ქიმიურ ავზებში დონე
- ურდულების მდგომარეობა
- ტუმბოს მდგომარეობა
- ტუმბოდოზატორების მდგომარეობა
- Ph
- მიმდინარე რეჟიმი

ისტორიის შენახვა შესაძლებელია ოპერატორის მიერ შეყვანადი დროის ინტერვალით გამაფრთხილებელი & საგანგაშო სიგნალები:

- წნევების მაღალი & დაბალი მაჩვენებლები
- ნაკადების მაღალი & დაბალი მაჩვენებლები
- Ph მაღალი & დაბალი მაჩვენებლები
- ტუმბოებისა თუ ურდულების გაუმართაობა
- აუცილებელი ან სასურველი გამორეცხვა
- აუცილებელი ან სასურველი ქიმიური გამორეცხვა
- აუცილებელი ან სასურველი სიპ გამორეცხვა
- ფაზის უწყსრიგობა
- ავზებში დონის მზომების გაუმართაობა

შესაძლებელია საგანგაშო და მაფრთხილებელი შეტყობინებების კოდით დაცულ რეჟიმში აქტივაცია/დეაქტივაცია.

განგაშების ისტორია:

ყველა არსებული გამაფრთხილებელი თუ საგანგაშო სიგნალების გააქტიურებისა და გათიშვის თარიღი, დრო. განგაშის დაფიქსირებამდე არსებული პროცესი.

პარამეტრები:

- ავტომატური ფილტრაციის სამუშაო დრო

- გამორეცხვის გარეშე ფილტრაციის რეჟიმში მუშაობის მაქსიმალური დრო
- პირდაპირი გამორეცხვის დრო
- უკუგამორეცხვის დრო
- ტუმბოს სიხშირე უკუგამორეცხვისას
- გამორეცხვის ტუმბოს სიხშირის რეგულირება
- გამორეცხვის გარეშე მუშაობის მაქსიმალური დრო
- ურდულების გახსნა/დაკეტვისთვის განკუთვნილი დრო
- ციფრული მოწყობილობების შემავალ გამავალი სიგნალების რეგულირება (წნევა, ნაკადი, სიხშირული მართვის ბლოკი...)
- ავტომატური ქიმიური გამორეცხვა (ამ პროცესის ჩართვა/გამორთვა) პარამეტრების შეცვლა შესაძლებელია ოპერატორისა და კოდით დაცულ რეჟიმში ინჟინრის მიერ.

ქიმიური გამორეცხვის ხელით მართვის რეჟიმში ჩართვისთვის გამოყოფილია ცალკე ეკრანი და მოიცავს ყველა საჭირო ქვერეჟიმების, პარამეტრების დეტალურ მაჩვენებლებს. ტუტით თუ მჟავით გამორეცხვის არჩევის საშუალებას და თითოეული ქვერეჟიმის დასრულების დროს.

დანადგარის შემადგენელი სამი კონტროლერი უკავშირდება მთავარ V1210 მგრძნობიარე ეკრანიან კონტროლერს. მათ შორის არის Master/Slave მეთოდზე დამყარებული ინფორმაციათა ორმხრივი მიმოცვლის კავშირი.

მთავარი კონტროლერი ახდენს მათი რეჟიმების, მონაცემებისა და საგანგაშო ისტორიების საერთო ბაზაში გაერთიანებას, ასახვასა და დამუშავებას. უზრუნველყოფს ბლოკების ურთიერთშეთანხმებულ, არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით დანადგარის ოპტიმალურ მუშაობას. ასევე შესაძლებელია დაქვემდებარებული კონტროლერების პარამეტრების შეცვლა, ოპერატორის ან კოდით დაცულ რეჟიმში ინჟინრის მიერ.

ულტრაფილტრაციის პროცესების ავტომატიზება

ულტრაფილტრაცია შედგება 4 ძირითადი პროცესისგან:

- ფილტრაცია
- გამორეცხვა
- მოლოდინი
- ქიმიური გამორეცხვა

პროცესებს აქვთ გარკვეული თანმიმდევრობის ქვეპროცესები, თითოეულ მათგანს მოლოდინის გარდა, კი აქვს მიმართულება ზედა (როდესაც წყალი მემბრანებში გაივლის ზემოდან ქვემოთ) და ქვედა (როდესაც წყალი მემბრანებში გაივლის ქვემოდან ზემოთ).

1) ფილტრაცია

1. ზედა

2. ქვედა

2) გამორეცხვა

1. პირდაპირი გამორეცხვა ზემოდან

2. უკუგამორეცხვა ზემოდან

3. პირდაპირი გამორეცხვა ქვემოდან

4. უკუგამორეცხვა ქვემოდან

3) მოლოდინი

4) ქიმიური გამორეცხვა

1. პირდაპირი გამორეცხვა ზემოდან ან ქვემოდან

2. უკუგამორეცხვა ზემოდან ან ქვემოდან (შესაბამისად)

3. ინექცია ზემოდან

4. ინექცია ქვემოდან

5. დაღობვა (იგივე მოლოდინი)

6. უკუგამორეცხვა ზემოდან

7. უკუგამორეცხვა ქვემოდან

თითოეული ქვეპროცესებისთვის ხდება ჯერ ურდულების მომზადება: გახსნა-დაკეტვა. შემდეგ კი ტუმბოებისა თუ ტუმბოდოზატორების ან სხვა მოწყობილობების ჩართვა, მას შემდეგ რაც ურდულების კონტროლერისადმი

გადაცემული სიგნალები დააკმაყოფილებენ დასაწყები პროცესისთვის შესაბამის პირობებს.

4. გამონარეცხი წყლის დამუშავება

გამონარეცხი წყალი გროვდება ავზში, სადაც ხდება მისი pH განეიტრალება, რის შემდეგაც, შემომავალ წყალთან შერევით, გადაიღვრება სადრენაჟო მილსადენით.

წყლის გაუსნებოვნება.

პროექტის თანახმად მოცეზულ ობიექტზე წყლის გაუსნებოვნებისათვის გამოიყენება ქლორგაზი. ქლორგაზით გაუსნებოვნებისას ბაქტერიები, რომლებიც წყალში იმყოფებიან, იღუპებიან პროტოპლაზმის უჯრედების შემადგენელი ნივთიერებების ჟანგვის შედეგად. ქლორი ასევე ჟანგავს წყალში მყოფ ორგანულ ნივთიერებებს. წყლის ხარისხიანი დაქლორვისათვის აუცილებელია ქლორის წყალში კარგად შერევა და შემდგომ არანაკლებ 30 წუთიანი პერიოდი წყლისა და ქლორის კონტაქტისათვის წყლის სასმელად მოხმარებამდე. კონტაქტი შესაძლოა მოხდეს წყლის რეზერვუარში ან უშუალოდ წყალსადენ მილში, თუ კი ამ უკანასკნელს გააჩნია საკმარისი სიგრძე პირველ მომხმარებლამდე. გაუსნებოვნებისათვის საჭირო ქლორის დოზას განსაზღვრავენ წყლის ტექნოლოგიური ანალიზის შედეგად. საქართველოში მიღებული რეგლამენტის თანახმად სასმელ წყალში ნარჩენი ქლორის რაოდენობა უნდა შეადგენდეს 0,3 – 0,5 მგ/ლ. ამ მაჩვენებლის მისაღწევად გაწმენდილი წყლის დაქლორვისათვის გამოყენებული ქლორგაზის დოზა შესაძლოა მერყეობდეს 0,5 – 1 მგ/ლ. ერთ ლიტრზე წყლის ქლორშთანთქმის გათვალისწინებით.

ქლორგაზით წყლის გაუსნებოვნების უპირატესობებს მიეკუთვნება:

- შედარებით დაბალი ფასი;
- ხანგძლივი ნარჩენი გაუსნებოვნება;
- რეაქციის სიმარტივე და დოზის პროგნოზირება;
- ხარჯების შემცირება ტრანსპორტირებაზე მისი ცენტრალიზებისას.

მიუხედავად უპირატესობებისა ქლორი განეკუთვნება მაღალი საშიშროების მქონე ნივთიერებათა რიცხვს ორგანიზმის გამაღიზიანებელი და მხუთავი თვისებებით. შეაღწევს რა ღრმად სასუნთქ გზებში ქლორი იწვევს ფილტვის ქსოვილის დაზიანებას და ფილტვების შეშუპებას. დიდ საშიშროებას წარმოადგენს ქლორით მოწამვლის შედეგად წარმოქმნილი გართულებები: ფილტვების ანთება და გულსიხლძრღვთა სისტემის დაზიანება. ჰაერში ქლორის კონცენტრაციის შესაბამისად მოცემულია შემდეგი გრადაციები:

- შესამჩნევი სუნი - 3,5 მგ./მ³;
- ყელის გაღიზიანება - 15 მგ./მ³;
- ძლიერი ხველა - 30 მგ./მ³;
- მაქსიმალური მოკლე დროით ზემოქმედება - 40 მგ./მ³;
- სიცოცხლისათვის საშიში - 60 მგ./მ³;
- სწრაფი სიკვდილი - 1000 მგ./მ³;

ექვს არ იწვევს, რომ ასეთი სიკვდილ საშიში რეაგენტის (რასაც ადასტურებს ქლორგაზის გამოყენების სტატისტიკა მსოფლიოს მასშტაბით) დაქლორვისათვის საჭირო აღჭურვილობა უნდა აკმაყოფილებდეს უსაფრთხოების მომეტებულ მოთხოვნებს და მაქსიმალურად საიმედო იყოს ექსპლუატაციისას.

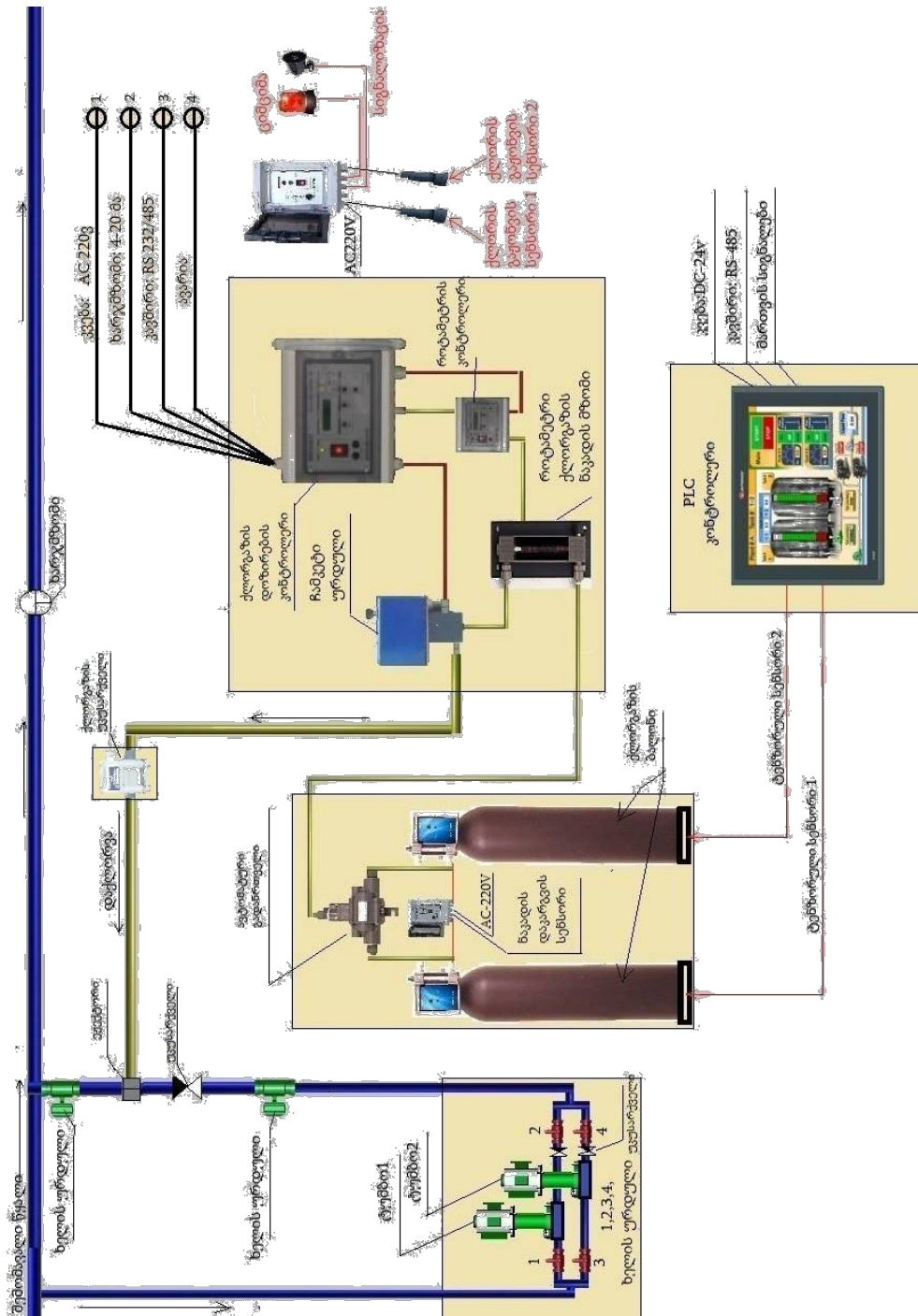
პრაქტიკამ და დროით გამოცდამ გვიჩვენა, რომ საიმედობისა და ექსპლუატაციაში სიმარტივის მხრივ ძალიან კარგი რეკომენდაციები დაიმსახურა “Advance”-ს ტიპის ქლორგაზის სისტემებმა. “Advance”-ს ტიპის ქლორის დოზატორები უაღრესად საიმედოა რადგანაც ისინი მუშაობენ ვაკუუმის ქვეშ. წყალში ქლორგაზის შერევა ხდება ექვეტორის საშუალებით. ექვეტორში წყლის წნევით გავლისას ვენტურის ეფექტის შესაბამისად ვაკუუმურ მილში წარმოიქმნება გაიშვიათება. მარეგულირებელი სარქველის გაღების შემდეგ გაიშვიათება გავრცელდება როტამეტრზე და მემბრანული კამერის მარცხენა ნაწილზე. მემბრანული კამერის მარჯვენა ნაწილი სავენტილიაციო მილაკის საშუალებით დაკავშირებულია გარე ატმოსფეროსთან და მუდმივად იმყოფება ატმოსფერული წნევის ქვეშ, რომელიც მარცხენა ნაწილში

წარმოქმნილი გაიშვიათების შედეგად წანაცვლებს მემბრანას მარცხნივ და გააღებს დამცავ სარქველს. დამცავი სარქველის გაღების შედეგად გაიშვიათება გავრცელდება მთელს სისტემაში ვენტილამდე, რომელიც კეტავს ქლორგაზის შემნახველი ჭურჭლისა და დოზატორის შემაერთებელ მილს. ვენტილის გაღების შემთხვევაში ქლორგაზი მიეწოდება ქლორატორის ექექტორს და ხდება მასში გამავალი წყლის დაქლორვა.

ქლორატორის მიერ მიწოდებული ქლორგაზის რაოდენობა დამოკიდებულია დამცავი სარქველის გაღების დონეზე, რომელიც თავის მხრივ განისაზღვრება დოზატორის მემბრანის მარცხნივ გადახრის სიდიდეზე. მემბრანის გადახრის სიდიდე დამოკიდებულია მემბრანული კამერის მარჯვენა და მარცხენა ნაწილებში წნევათა სხვაობაზე. რადგანაც მემბრანული კამერის მარჯვენა ნაწილში წნევა მუდმივია (ატმოსფერულია), ქლორის ხარჯი განისაზღვრება მემბრანული კამერის მარცხენა ნაწილში წარმოქმნილი გაიშვიათების სიდიდით, რომელიც თავის მხრივ იცვლება მარეგულირებელი სარქველის საშუალებით. ამგვარად, თუ კი ექექტორში რაიმე მიზეზის გამო წყლის ნაკადი არ დაფიქსირდება ქლორატორის დამცავი სარქველი არ გაიღება და ქლორგაზი ატმოსფეროში არ გაიფრქვევა.

**საქლორატოროს მოწყობისა და მართვის ავტომატიზაციისათვის
შემოთავაზებულია შემდეგი პრინციპიალური სქემა (ნახაზი #12):**

- წყლის უწყვეტად დაქლორვისა და სისტემის რეზერვირებისათვის გამოყენებულია ორი ქლორგაზის ბალონი და ორი კომპლექტი ქლორგაზის დოზატორი;
- ქლორგაზის მარაგის კონტროლისა და ინდიკაციისათვის ქლორგაზის ბალონები დგანან სპეციალურ ტენზოსენსორებიან პლათფორმებზე,



რომლებიც ელექტრულად მიერთებული არიან მთავარ კონტროლერთან და მასში ჩაწერილი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით აკონტროლებს ბალონების წონას;

- ქლორგაზის დოზატორებიდან გამომავალი ქლორის მიღები ერთდება ავტომატური გადართვის მოდულზე;

- დოზატორებიდან სიგნალები ასევე მიეწოდება ქლორგაზის ნაკადის დაკარგვის სენსორს რომელიმე ბალონში ქლორგაზის მარაგის ამოწურვის შემთხვევაში საავარიო ინდიკაციისათვის;

- ავტომატური გადართვის მოდულიდან ქლორგაზი გაივლის როტამეტრში, რომელიც აღჭურვილია ელექტროოპტიკური სენსორებით;

- ქლორგაზის როტამეტრის ოპტიკური სენსორებიდან სიგნალები მიეწოდება როტამეტრის კონტროლერს, რომელიც ახდენს შემომავალი სიგნალების დამუშავებას და გარდაქმნის მას როტამეტრში გამავალი ქლორგაზის ნაკადის პროპორციულ ანალოგიურ 4 – 20 mA სიგნალად SCADA სისტემაში ინტეგრაციისათვის;

- როტამეტრიდან ქლორგაზი გაივლის ანალოგიური მართვის რეგულირებად ელექტროურდულში, რომელიც იმართება ამავე ურდულის მართვის კონტროლერით შემომავალი 4 -20 mA ანალოგიური სიგნალის ან მიმდევრობით RS485 პორტში შემომავალი ციფრული ინფორმაციის საშუალებით;

- რეგულირებადი ელექტროურდულიდან ქლორგაზის უკუსარქველის გავლით ქლორგაზი მიეწოდება ეჟექტორს და ხდება შემომავალი წყლის დაქლორვა;

- შემომავალი წყლის მილიდან ეჟექტორისათვის აუცილებელი სამუშაო წნევის შესაქმნელად ეჟექტორს წყალი მიეწოდება წყლის დასაჭირხნი ტუმბოს საშუალებით, რომელიც შედგება ორი ცენტრიდანული ტუმბოსაგან (ერთი მუშა და ერთი სარეზერვო);

- დაჭირხვნის ტუმბოები იმართება მართვის ცენტრალური კონტროლერიდან და შესაძლებელია მათი მონაცვლეობა ტუმბოების რესურსის სრულად გამოყენებისათვის.

ქლორის შესაძლო გაჟონვისაგან მაქსიმალურად თავდაცვის მიზნით აუცილებელია ქლორის შესანახი ჭურჭლები (ბალონები) განლაგებული იყოს იზოლირებულ ჰერმეტიკულ ნაგებობაში. ამავე ნაგებობაში განლაგებული უნდა იყოს ქლორის გაჟონვის დეტექტორი, რომლის ამოქმედებაც იწვევს საგანგაშო სიგნალის გამოტანას მთავარ მმართველ კონტროლერზე, საავარიო ციმციმასა და ხმოვანი სირენის ჩართვას. საგანგაშო სიგნალების ამოქმედების შემთხვევაში მომსახურე პერსონალმა დაუყონებლივ უნდა ჩაიცვას დამცავი კოსტუმი, გაიკეთოს აირწინალი და დაადგინოს გაჟონვის ადგილი. თუ კი ჟონავს ქლორგაზის ბალონი, მაშინ ის უნდა მოთავსდეს ბალონის საავარიო დამცლელ ჭურჭელში და მიერთდეს დაქლორვის სისტემაზე.

დაქლორვის სისტემის ელექტრული მართვის კომპონენტები მიერთებული არიან მართვის მთავარ კონტროლერთან, რომელიც წარმოადგენს არანაკლებ 5,7 დიუმიან ფერად სენსორულ ეკრანიან პროგრამირებად ლოგიკურ კონტროლერს (PLC) ქართულენოვანი ინტერფეისით და მას გააჩნია მიმდევრობითი RS485 პორტი SCADA სისტემაში ინტეგრაციისათვის. მმართველ კონტროლერში ჩაწერილი მმართველი პროგრამული უზრუნველყოფა ახორციელებს დაქლორვის სისტემის კომპონენტების მართვას როგორც ავტონომიურ რეჟიმში, ასევე SCADA მმართველი კონტროლერიდან.

მმართველ კონტროლერზე გამოტანილია შემდეგი ინფორმაცია:

- ქლორის მიმდინარე ნაკადი;
- ქლორის მიმდინარე ნაშთი ბალონებში;
- დაჭირხვნის ტუმბოების მუშა/უქმი მდგომარეობა;
- დასაქლორი წყლის მიმდინარე ხარჯი (მ³/სთ);

საგანგაშო სიგნალები:

- ქლორის გაჟონვა;

- ქლორის არაჯეროვანი დოზირება;
მმართველი კონტროლერი შეერთებულია სისტემის SCADA კონტროლერთან.

5. SCADA სისტემა

SCADA კონტროლერი

Scada კონტროლერის ძირითადი მოვალეობაა მთლიანი სისტემის ელექტრო სიგნალების თავმოყრა და მათი ურთიერთშეთანხმებული, მდგრადი მუშაობა (ავტომატურად და მექანიკურად), მაგალითად: არ ჩაირთოს ულტრაფილტრაციის სამივე ბლოკი ერთდროულად გამორეცხვის რეჟიმში, გამორეცხვის ავზში წყლის შესაბამისი ოდენობის გარეშე. ერთ-ერთი ბლოკი ხანგრძლივი ქიმიური გამორეცხვისას დანარჩენებმა უზრუნველყონ გამორეცხვის წყლის ავზის ავსება და ა.შ.

ელექტრულად კონტროლერები მიერთებული არიან ერთმანეთთან მიმდევრობითი RS485 პორტის საშუალებით. ლოგიკურად ასეთი ქსელი ორგანიზებულია როგორც ნახევარდუპლექსური მიმდევრობითი Master-Slave კავშირითა და Modbus პროტოკოლით. Master - ის როლს ასრულებს SCADA მთავარი მმართველი კონტროლერი. დანარჩენი კონტროლერები გვევლინება Slave - ს როლში და მათ მინიჭებული აქვთ უნიკალური ქსელური მისამართები. SCADA მთავარ მმართველ კონტროლერს ასევე გააჩნია Ethernet პორტიც, რომლის საშუალებითაც ის ერთვება ინტერნეტში და შესაბამისად შესაძლებელია მთელი სისტემის დისტანციური მართვა.

კონტროლერს მიეწოდება შემდეგი სიგნალები:

1. ულტრაფილტრაციის პირველი ბლოკის კონტროლერი
2. მიმდინარე პროცესი
3. ავტომატური/მექანიკური მართვის მდგომარეობა
4. მიმდინარე პროცესის დასრულების დრო (არსებობის შემთხვევაში)
5. ურდულების მდგომარეობა
6. ტუმბოების მდგომარეობა

7. სიხშირული მართვის მდგომარეობა
8. წნევები
9. ნაკადის მაჩვენებლები
10. PH
11. ყველა სახის პარამეტრი
12. მონაცემების ისტორია (კავშირის გაწყვეტის შემთხვევაში)
13. განგაშების ისტორია (კავშირის გაწყვეტის შემთხვევაში)
14. Scada კონტროლერთან კავშირის იდენტიფიკატორი
15. ულტრაფილტრაციის მეორე ბლოკის კონტროლერი
16. იგივე რაც პირველი ბლოკის კონტროლერი
17. ულტრაფილტრაციის მეორე ბლოკის კონტროლერი
18. იგივე რაც პირველი ბლოკის კონტროლერი
19. ქლორგაზის სისტემა
20. ქლორის ნაკადი
21. ქლორის ბალონებში ნაშთი
22. დაჭირხვნის ტუმბოების მდგომარეობა
23. დასაქლორი წყლის ნაკადი
24. ქლორის გაჟონვა
25. ქლორის დოზირების მაჩვენებელი
26. წყლის დონე ავზებში, რომელთაც აქვთ საერთო გამოყენება სამივე ბლოკისთვის
27. სიმღვრივის მაჩვენებელი
28. შემომავალი უდულის/ურდულების მდგომარეობის სიგნალები
29. ჰიდროციკლონის სიგნალები

ჩამოთვლილ ინფორმაციას SCADA კონტროლერი ინახავს ისტორიის სახით. მნიშვნელოვანი მონაცემები და მართვის ღილაკები გამოტანილია მთავარ ეკრანზე, დეტალური კი მენიუს სხვა და სხვა განყოფილებაში. ასევე შესაძლებელია ხელით მართვის (მექანიკური) რეჟიმის გამოყენებისას პარა-

მეტრების შეცვლა, პროცესების ან თითოეული კვანძების მართვა (ურდულები, ტუმბოები...)

კონტროლერის მონაცემებზე დაკვირვება და მართვა შესაძლებელია დისტანციურად, უსაფრთხო პროტოკოლითა და კოდით დაცულ რეჟიმში მხოლოდ წინასწარ შეთანხმებული პირების მიერ ინტერნეტის გამოყენებით, შემდეგი მოწყობილობებიდან:

- პერსონალური კომპიუტერი
- ნოუტბუქი
- ტაბლეტი
- სმარტფონი

შესაძლებელია დამახსოვრებული ისტორიის excel-ის ფაილის სახით ჩაწერა და დანადგარის, წყლის ნაკადის, საერთო ხარჯისა და ა.შ. მონაცემების თავმოყრა, ანალიზი.

SCADA კონტროლერის შემომავალ-გამავალი სიგნალების ნუსხა იხ. დანართ 4.

აბასთუმნის ულტრაფილტრაციაზე დამყარებული სასმელი წყლის
გამწმენდი სისტემის დანადგარების, კვანძების, ხელსაწყოების და
მოწყობილობების სპეციფიკაციები

01. წინარე ფილტრაცია

01-01. ჰიდროციკლონი - 2 ცალი

1 ც ჰიდროციკლონის სპეციფიკაცია:

Timex-ის მსგავსი

მაქსიმუმი ნაკადი 1 ფილტრის $Q=200$ მ³/სთ

მინიმალური მუშა წნევა 1 ბარი

მაქსიმალური მუშა წნევა 10 ბარი

შემავალ-გამომავალი დიამეტრი DN 150

მასალა Carbon Steel

წონა 160 კგ

ფილტრაციის ზომა 70 მიკრონი

01-02. ავტომატური ბადურა ფილტრი - 2 ცალი

1 ც ავტომატური ბადურა ფილტრის სპეციფიკაცია:

AmiadABF-ის მსგავსი

მაქსიმუმი ნაკადი 1 ფილტრის $Q=700$ მ³/სთ

მინიმალური მუშა წნევა 2 ბარი

მაქსიმალური მუშა წნევა 10 ბარი

ფილტრაციის ფართობი 6000 სმ²

შემავალ-გამომავალი დიამეტრი 200მმ (8")

ფილტრის კორპუსის დიამეტრი 400მმ (16")

მაქსიმალური მუშა ტემპერატურა 60 °C

წონა 213 კგ

ფილტრაციის ბადის ზომა 500 მიკრონი

ავტომატური ბადურა ფილტრის გამორეცხვის გამოსაბოლქვი

სარქველი 50 მმ

ავტომატური ბადურა ფილტრის გამორეცხვის ციკლის დრო 15-30 წმ
ავტომატური ბადურა ფილტრის გამორეცხვის ციკლის გამორეცხვის
მოცულობა 200 ლ

ავტომატური ბადურა ფილტრის გამორეცხვის ციკლის მინიმალური
ნაკადი 50 მ³/სთ

ნომინალური მუშა 3 ფაზიანი ძაბვა 380 ვ (50 ჰც)

მართვის ძაბვა 24 V AC

01-03. სიმღვრივის მზომი CRIUS-ის მსგავსი - 1 ცალი

დიაპაზონი 0.01-2000მგ/ლ

სიზუსტე 0.005მგ/ლ

მუშა წნევა (მაქს.) – 10 ბარი

მიმდევრობითი ან ქსელის პორტი SCADA სისტემაში
ინტეგრირებისათვის დოკუმენტირებული მონაცემთა მიმოცვლის
პროტოკოლით

მასალა: PE

შერთება ხრახნიანი 1” BSP

წონა 1 კგ

01-04. წინარე ფილტრაციის მილთა სისტემა, ფიტინგები, სარქველები - 1
კომპლექტი

ბატერფლაის ტიპის ხელის ურდული D160, U-PVC, PN10 – 4 ცალი

მილი D200, U-PVC, PN10 – 8 მ

მილი D160, U-PVC, PN10 – 1 მ

მილი D40, U-PVC, PN10 – 20 მ

მუხლი D200, U-PVC, PN10 – 6 ცალი

მუხლი D40, U-PVC, PN10 – 6 ცალი

სამკაპი D200, U-PVC, PN10 – 6 ცალი

გადამყვანი რგოლი 160x140, U-PVC, PN10 – 3 ცალი

გადამყვანი რგოლი 200x160, U-PVC, PN10 – 11 ცალი

თავისუფალი მილტუჩი D160, U-PVC, PN10 – 8 ცალი

გადამყვანი ბურტი D160, U-PVC, PN10 – 8 ცალი
 რეზინის შუასადები D160, U-PVC, PN10 – 8 ცალი
 ხრახნიანი გადამყვანი 40x1 1/4", U-PVC, PN10 – 2 ცალი
 ხელის ურდული D150 ლითონის, PN10 – 6 ცალი
 მილი D150 ლითონის, PN10 – 6მ
 მილტუჩი D150 ლითონის, PN10 – 16 ცალი
 მუხლი D150 ლითონის, PN10 – 2 ცალი
 სამკაპი D150 ლითონის, PN10 – 4 ცალი
 უნაგირი 200x2", PP, PN10 – 1 ცალი
 ჭანჭიკი M16x80 – 112 ცალი
 ქანჩი M16 – 112 ცალი
 საყელური M16 – 224 ცალი

02. ულტრაფილტრაციის ბლოკი (შეწონილი ნაწილაკების-300 მგ/ლ) - 3 კომპლექტი

1 ულტრაფილტრაციის ბლოკის სპეციფიკაცია:

02-01. მემბრანული მოდულები Dizzer-ის მსგავსი - 1 ბლოკში 30 ცალი (სულ 3 ბლოკში 90 ც)

მემბრანის ბოჭკოს შიდა დიამეტრი 1,5 მმ

ერთი მოდულის ფართობი 50 მ²

02-02. მილტუჩის გადამყვანი – 4 ცალი

DN 150 x 6", PN 10, ANSI class 150

02-03. ვიკტაულიკის ტიპის გადამყვანი – 2 ცალი

შეერთება 6"

02-04. ტუმბო დოზატორი უკუწნევის სარქველით (კოაგულანტისთვის) – 1 ცალი.

ნაკადი 7,8 ლ/სთ, წნევა 4 ბარი, 25 ვტ სიმძლავრის ტუმბო, IP65 დაცვა, კვება 100÷240 ვ, 50/60 ჰც, წონა 3 კგ

კოაგულაციის დოზირების პლასტიკის ავზი - 1 ცალი

02-05. კოაგულაციისთვის 30-60 წმ დაყოვნების ავზი – 1 ცალი

- ტევადობა 1360 ლ, შერთება 6“ , მაქს. წნევა 10 ბარი, მასალა PE
- 02-06. კოაგულაციისთვის სტატიკური შემრევი(მიქსერი) – 1 ცალი
სიგრძე 670მმ, წონა 15კგ, მაქს. წნევა 10 ბარი, მასალა U-PVC
- 02-07. ციფრული წნევის მზომი - 2 ცალი
დაცვა IP65, მუშა ტემპერატურა -10÷+80°C, კვება 24 VDC, გამომავალი
სიგნალი 4÷20 მა, მუშა წნევა 0-10 ბარი.
- 02-08. ციფრული ნაკადის მზომი - 1 ცალი
კორპუსის მასალა C-PVC, კვება 24 VDC, გამომავალი იმპულსური
სიგნალი, მუშა წნევა 10 ბარი
- 02-09. ნაკადის და წნევის მართვის სარქველი - 1 ცალი
ზომა 150 მმ (6“), წნევა N16, მასალა Stainless Steel, წონა 75 კგ
- 02-10. ელექტრო მართვადი სარქველი D250– 3 ცალი
მასალა U-PVC, კვება 24 VDC, PN10
- 02-11. ელექტრო მართვადი სარქველი D140– 3 ცალი
მასალა U-PVC, კვება 24 VDC, PN10
- 02-12. ელექტრო მართვადი სარქველი D110 – 1 ცალი
მასალა U-PVC, კვება 24 VDC, PN10
- 02-13. ულტრაფილტრაციის მილთა სისტემა, ფიტინგები, სარქველები

03. გამორეცხვის სადგური (უკუგამორეცხვა, CEB, CIP) - 1 კომპლექტი

- 03-01. უკუგამორეცხვის ტუმბო – 1 ცალი
ნაკადი 345 მ³/სთ, აწევა 28 მ, სიმძლავრე 37 კვტ, მასალა Cast iron GG-
25
- 03-02. უკუგამორეცხვის ტუმბოს სიხშირული მართვის ბლოკი – 1 ცალი
სიმძლავრე 37 კვტ
- 03-03. უკუგამორეცხვის ავზი – 1 ცალი
ბეტონის, ტევადობა 16 მ³
- 03-04. უკუგამორეცხვის ავზის სამდონიანი ტივტივა – 1 ცალი
DC-24v, ElcoHRH-5\UNI, მასალა უჟანგავი ფოლადი

03-05. მჟავით CEB გამორეცხვის სადგური – 1 ცალი

მჟავით CEB გამორეცხვის დიაფრაგმული ტუმბო დოზატორი (უკუწნევის სარქველით) ნაკადი 177,1 ლ/სთ, მაქსიმალური მუშა წნევა 10 ბარი, დიაფრაგმის დიამეტრი 64-165 მმ, სამ ფაზიანი 0,37 კვტ სიმძლავრის ტუმბო

მჟავით CEB გამორეცხვის პლასტიკის ავზი ტივტივით - 1 ცალი

03-06. ტუტით CEB გამორეცხვის სადგური – 1 ცალი

ტუტით CEB გამორეცხვის დიაფრაგმული ტუმბო დოზატორი (უკუწნევის სარქველით) ნაკადი 388,4 ლ/სთ, მაქსიმალური მუშა წნევა 10 ბარი, დიაფრაგმის დიამეტრი 64-165 მმ, სამ ფაზიანი 0,37 კვტ სიმძლავრის ტუმბო

ტუტით CEB გამორეცხვის პლასტიკის ავზი ტივტივით - 1 ცალი

03-07. CIP გამორეცხვის ტუმბო – 1 ცალი

ნაკადი 42 მ³/სთ, აწევა 18,5 მ, სიმძლავრე 3 კვტ, მასალა AISI-316

03-08. CIP გამორეცხვის ტუმბო დოზატორი უკუწნევის სარქველით – 1 ცალი

ნაკადი 8 ლ/სთ, წნევა 2 ბარი, 14 ვტ სიმძლავრის ტუმბო, IP65 დაცვა, კვება 100÷240 ვ, 50/60 ჰც, წონა 3 კგ

03-09. CIP გამორეცხვის პლასტიკის ავზი - 1 ცალი

ტევადობა 3.5 მ³

03-10. გამორეცხვის სადგურის მილთა სისტემა, ფიტინგები, სარქველები

04. ქლორგაზის დოზირების სისტემა - 1 ცალი

04-01. ქლორგაზის დოზირების სისტემა Advance-ის მსგავსი - 2 ცალი

წარმადობა 25 – 500 გრ/სთ;

მუშა წნევა 0 – 1,4 ბარი;

04-02. დოზირების კონტროლის სისტემა ნაკადის მზომით ECOFLOAT-ის მსგავსი - 1 ცალი

ნაკადის მზომის კონტროლერი - 1 ცალი;

დაცვის კლასი IP65;
კვების ძაბვა 230 V ~ AC;
მოხმარებული სიმძლავრე 50 ვტ;
LCD დისპლეი - 1 ცალი;
ანალოგიური გამომავალი - 1 ცალი;
განგაშის რელეური გამოსასვლელი - 1 ცალი;
RS485 პორტი - 1 ცალი;
წონა 1,8 კგ

04-03. ქლორგაზის დოზირების სისტემის კოლექტორი - 2 ცალი

წარმადობა 10 კგ/სთ-მდე
მუშა წნევა 16 ბარი
შემათბობლის ძაბვა 24 ვ.
შემათბობლის სიმძლავრე 25 ვტ.
კოლექტორი მარჯვენა გამომყვანით 1 ცალი;
კოლექტორი მარცხენა გამომყვანით 1 ცალი;
წონა 7 კგ

04-04. ქლორის გაჟონვის ინდიკატორი ECOGAS-ის მსგავსი - 1 ცალი

კვების ძაბვა 230 V ~ AC;
სენსორი - 2 ცალი;
მგრძობიარობა 300 nA/ppm±120 nA/ppm (კალიბრდება
ინდივიდუალურად);
ნულოვანი დენი 20°C: <10 nA;
წრფივობა: 5%;
ტემპერატურული დიაპაზონი: -20 + 40 °C;
ფარდობითი ტენიანობა: 5 – 95 %;
ამორტიზაცია: 10% / 6 თვე;
ექსპლუატაციის ვადა > 24 თვე;
დაცვის კლასი IP65;
წონა 2,6 კგ

- 04-05. ავტომატური გადამრთველი - 1 ცალი
კორპუსი U-808
სარქველის კორპუსი U-628
მემბრანა D-104
- 04-06. ქლორის ნაკადის გაქრობის სენსორი WEDENDGAS-ის მსგავსი - 1 ცალი
დაცვის კლასი IP65;
კვების ძაბვა 230 V ~ AC;
მოხმარებული სიმძლავრე 20 ვტ;
მუშა ძაბვა 12 V ~ AC;
რელეური გამომავალი 1 ცალი;
- 04-07. ქლორის ავზის საავარიო დამცლელი ჭურჭელი - 1 ცალი
წონა 122 კგ;
გარე დიამეტრი 324 მმ;
სიგრძე 1960 მმ;
მუშა წნევა 0,7 Mpa;
გატესტვის წნევა 1,05 მპა;
- 04-08. გაზის ბალონი 40-50 კგ - 2 ცალი
გატესტვის წნევა 300 ბარი;
დაზიანების წნევა 472 ბარი;
მუშა ტემპერატურა: -20 + 50 °C;
მასალა 34 Cr Mo 4
- 04-09. სასწორის ტენზოსენსორებიანი პლათფორმა - 2 ცალი
ტენზოსენსორი პლათფორმაზე 1 ცალი;
ტენზოსენსორის მასალა: უჟანგავი ფოლადი;
გაზომვის დიაპაზონი 0 – 200 კგ;
შემავალი იმპედანსი: 425Ω ± 15Ω;
გამომავალი იმპედანსი: 350Ω ± 3Ω;
სრული გამომავალი სიგნალი: 2mV/V ± 10%;

04-10. წყლის მიმწოდებელი დაჭირხვნის ტუმბო – 2 ცალი

ნაკადი 0.7 მ³/სთ, აწევა 30 მ, სიმძლავრე 0.37კვტ, მასალა AISI 304

04-11. ქლორგაზის დოზირების სისტემის მართვის კონტროლერი Unitronics მსგავსი - 1 ცალი

მგრძნობიარე ეკრანის ზომა 5,7“, მენიუ ქართული, RS485 ინტერფეისი, ინფორმაციის გაცვლა Modbus ან რომელიმე სხვა პროტოკოლით, კონტროლერის პროგრამა მზად უნდა იყოს SCADA სისტემაში ინტეგრირებისათვის

04-12. ქლორგაზის დოზირების სისტემის მართვის ფარი და ელექტრო გაყვანილობა - 1 კომპ.

მართვის ფარი 400x600x200 მმ – 1 ცალი

კვების ბლოკი DC-24v 2.5A – 1 ცალი

ავტომატური ამომრთველი C10a 1P – 1 ცალი

კლემა AVK 2.5 ლურჯი/ნაცრ/დამიწება – 25 ცალი

საკაბელო არხი (სამონტაჟო) 25X60 – 6 ცალი

04-13. ქლორგაზის დოზირების სისტემის მილთა სისტემა, ფიტინგები, სარქველები - 1 კომპ.

ბურთულიანი ხელის ურდული D40, U-PVC, PN10 – 6 ცალი

მუხლი D40, U-PVC, PN10 – 3 ცალი

სამკაპი D40, U-PVC, PN10 – 3 ცალი

გადამყვანი სამკაპი 250x110, U-PVC, PN10 – 2 ცალი

გადამყვანი რგოლი 110x63, U-PVC, PN10 – 2 ცალი

გადამყვანი რგოლი 63x40, U-PVC, PN10 – 2 ცალი

უკუსარქველი D40, U-PVC, PN10 – 4 ცალი

ორმაგი ქურო (ამერიკანკა) D40x1 1/4, U-PVC, PN10 – 2 ცალი

05. პროცესების მართვა და SCADA-ს სისტემა - 1 ცალი

05-01. SCADA-ს სისტემის ლოგიკური კონტროლერი Unitronics ან მსგავსი - 1 ცალი

მგრძნობიარე ეკრანის ზომა 12,1“, მენიუ ქართული, RS485 ინტერფეისი, ინფორმაციის გაცვლა Modbus ან რომელიმე სხვა პროტოკოლით, კონტროლერის პროგრამა მზად უნდა იყოს SCADA სისტემაში ინტეგრირებისათვის

05-02. SCADA-ს სისტემის ინსტალაცია

05-03. SCADA-ს სისტემის მართვის ფარი და ელექტრო გაყვანილობა

სათადარიგო კომპონენტები - 1 კომპლექტი

03-01. უკუგამორეცხვის ტუმბო– 1 ცალი

ნაკადი 345 მ³/სთ, აწევა 28 მ, სიმძლავრე 37 კვტ

05-01. SCADA-ს სისტემის ლოგიკური კონტროლერი Unitronics ან მსგავსი - 1 ცალი

მგრძნობიარე ეკრანის ზომა 12,1“, მენიუ ქართული, RS485 ინტერფეისი, ინფორმაციის გაცვლა Modbus ან რომელიმე სხვა პროტოკოლით, კონტროლერის პროგრამა მზად უნდა იყოს SCADA სისტემაში ინტეგრირებისათვის

02-10. ელექტრო მართვადი სარქველი D250 – 1 ცალი

მასალა U-PVC, კვება 24 VDC, PN10

02-11. ელექტრო მართვადი სარქველი D140 – 1 ცალი

მასალა U-PVC, კვება 24 VDC, PN10

02-12. ელექტრო მართვადი სარქველი D110 – 1 ცალი

მასალა U-PVC, კვება 24 VDC, PN10

აბასთუმანის წყლის გამწმენდი სადგურის მუშაობის ტექნიკური მახასიათებლები		
შემავალი წყალი		
წყლის ტიპი	ზედაპირული	
სიმღვრივე	160	NTU
შემავალი წყლის მყარი ნაწილაკები	300	მგ/ლ
გახსნილი ორგანული ნახშირბადი	10	ppm
წინარე ფილტრის ზომა	< 300	მიკრონი
წინარე გაწმენდა		
ჰიდროციკლონი		
რ-ბა	2	
მაქსიმუმი ნაკადი 1 ფილტრის	200	მ ³ /სთ
მინიმალური მუშა წნევა	1	ბარი
მაქსიმალური მუშა წნევა	10	ბარი
შემავალ-გამომავალი დიამეტრი	DN 150	მმ
მასალა	Carbon Steel	
წონა	160	კგ
ფილტრაციის ზომა	70	მიკრონი
ავტომატური ბადურა ფილტრი		
რ-ბა	2	
მაქსიმუმი ნაკადი 1 ფილტრის	700	მ ³ /სთ
მინიმალური მუშა წნევა	2	ბარი
მაქსიმალური მუშა წნევა	10	ბარი
ფილტრაციის ფართობი	6	სმ ²
შემავალ-გამომავალი დიამეტრი	200 (8")	მმ (")
ფილტრის კორპუსის დიამეტრი	400 (16")	მმ (")
მაქსიმალური მუშა ტემპერატურა	60	°C
წონა	213	კგ
ფილტრაციის ბადის ზომა	300	მიკრონი
ავტომატური ბადურა ფილტრის გამორეცხვა		
გამოსაბოლქვი სარქველი	50	მმ
გამორეცხვის ციკლის დრო	15-30	წმ
ციკლის გამორეცხვის მოცულობა	200	ლ
ციკლის მინიმალური ნაკადი	50	მ ³ /სთ
მართვა და ელექტროობა		

ელექტროძრავი	43558	HP
ნომინალური მუშა 3 ფაზიანი ძაბვა	380 (50)	3 (3ც)
მართვის ძაბვა	24	V AC
ულტრაფილტრაცია		
სისტემის კონფიგურაცია		
მემბრანის ბოჭკოს შიდა დიამეტრი	43586	მმ
მემბრანის ფართობი	50	მმ ²
სისტემის კონფიგურაცია	n	
მემბრანა ბლოკში	30	
ბლოკი დიზაინით	3	
ბლოკი სულ	3	
სულ მემბრანა	90	
სულ მემბრანის ფართობი	4,5	მმ ²
მთავარი ოპერაციული სისტემა		
მთლიანი ნაკადი	67.9	ლ/მ ² /სთ
სუფთა გაფილტრული ნაკადი	51.4	ლ/მ ² /სთ
აღდგენის პროცენტი	84.4	%
ფილტრაციის დრო	30	წთ
უკუგამორეცხვის დრო	65	წმ
უკუგამორეცხვის ნაკადი	230	ლ/მ ² /სთ
ნაკადები		
დიზაინის შემავალი ნაკადი	305.7	მ ³ /სთ
საშუალო შემავალი ნაკადი	273.9	მ ³ /სთ
საშუალო დღიური შემავალი ნაკადი	6,574	მ ³ /დღე
საშუალო გაფილტრული ნაკადი	64.2	ლ/წმ
საშუალო გაფილტრული ნაკადი	231.12	მ ³ /სთ
საშუალო დღიური გაფილტრული ნაკადი	5,547	მ ³ /დღე
საშუალო უკუგამორეცხვის ნარჩენი ნაკადი	35.7	მ ³ /სთ
საშუალო ქიმიური გამორეცხვის ნარჩენი ნაკადი	43472	მ ³ /სთ
საშუალო ჯამური ნარჩენი ნაკადი	42.8	მ ³ /სთ
კოაგულაცია		
ვარიანტი ა		
კოაგულანტი	FeCl3	
კონცენტრაცია	14	%
კოაგულანტის სიმკვრივე	43556	გ/სმ ³

დიზაინით დოზირების პორცია	5	ppm
საშუალო დოზირების პორცია	43587	ppm
pH	6,5 - 8,5	
საკონტაქტო დრო	30-60	წმ
30-60 წმ დაყოვნების რეზერვუარი	1,36	ლ
ვარიანტი ბ		
კოაგულანტი	PACl	
კონცენტრაცია	43529	%
კოაგულანტის სიმკვრივე	43497	გ/სმ ³
დიზაინით დოზირების პორცია	43587	ppm
საშუალო დოზირების პორცია	43525	ppm
pH	6,5 - 7,3	
საკონტაქტო დრო	30-60	წმ
30-60 წმ დაყოვნების რეზერვუარი	1,36	ლ
CEB პარამეტრები		
CEB 1.1 A - ტუტე		
ნივთიერება	NaOH	
დოზა	12	ppm
სიხშირე	12	სთ
ინექციის დრო	120	წმ
ინექციის ნაკადი	120	ლ/მ ² /სთ
დაყოვნების დრო	15	წთ
გამორეცხვის დრო	80	წმ
გამორეცხვის ნაკადი	230	ლ/მ ² /სთ
CEB 1.1 B - ტუტე+მჟავა		
ნივთიერება	+NaOCl	
დოზა	20	ppm
სიხშირე	12	სთ
ინექციის დრო	120	წმ
ინექციის ნაკადი	120	ლ/მ ² /სთ
დაყოვნების დრო	15	წთ
გამორეცხვის დრო	80	წმ
გამორეცხვის ნაკადი	230	ლ/მ ² /სთ
CEB 1.2/2 - მჟავა		
ნივთიერება	HCl	
დოზა	43526	ppm
სიხშირე	12	სთ

ინექციის დრო	120	წმ
ინექციის ნაკადი	120	ლ/მ ² /სთ
დაყოვნების დრო	15	წთ
გამორეცხვის დრო	80	წმ
გამორეცხვის ნაკადი	230	ლ/მ ² /სთ
სხვადასხვა		
უკუგამორეცხვის წინ დაყოვნება	5	წმ
სარქველის რეაგირების დრო	7	წმ
უკუგამორეცხვის ტუმბოს აჩქარების დრო	7	წმ
ძირითადი დანადგარები		
ტუმბოები		
უკუგამორეცხვის ტუმბო		
დინების სიჩქარე	345	მ ³ /სთ
მუშა ტუმბოს რ-ბა	1	
ტრანსმემბრანული წნევა	43587	ბარი
სისტემის წნევის დანაკარგი	0.3	ბარი
ტუმბოს წნევა	43679	ბარი
ტუტით დოზირების ტუმბო		
დინების სიჩქარე	388.4	ლ/სთ
მქავით დოზირების ტუმბო		
დინების სიჩქარე	177.1	ლ/სთ
ქლორით დოზირების ტუმბო		
დინების სიჩქარე	750	ლ/სთ
კოაგულანტით დოზირების ტუმბო		
დინების სიჩქარე - ვარიანტი ა	43684	ლ/სთ
დინების სიჩქარე - ვარიანტი ბ	12.0	ლ/სთ
უკუგამორეცხვის ავზი		
საჭირო წყალი	13	მ ³
დამატებით	25	%
ავზის მინიმალური მოცულობა	16	მ ³
CIP სისტემა		
CIP ავზის მინიმალური მოცულობა	0.5	მ ³
CIP შემავალი მილთა სისტემის მოცულობა	1	მ ³
UF მოდულის და მილთა სისტემის მოცულობა	43499	მ ³

CIP ნარჩენი წყლის მილთა სისტემის მოცულობა	1	მ ³
CIP გაწმენდილი წყლის მილთა სისტემის მოცულობა	1	მ ³
ჯამური CIP მოცულობა	43652	მ ³
CIP ავზის მოცულობა დიზაინით	43588	მ ³
CIP გამორეცხვის ტუმბო, 1 ბარი	37.5	მ ³ /სთ
სახარჯი მასალები და ჩამდინარე წყალი		
ჩამდინარე წყალი		
უკუგამორეცხვა		
ბლოკის გამორეცხვის ციკლის მოცულობა	43622	მ ³
გამორეცხვის ციკლის რ-ბა დღეში	43	
ჯამური მოცულობა დღეში	855.7	მ ³
ტუტე		
ბლოკის გამორეცხვის ციკლის მოცულობა	43538	მ ³
გამორეცხვის ციკლის რ-ბა დღეში	2	
ჯამური მოცულობა დღეში	85.7	მ ³
მჟავა		
ბლოკის გამორეცხვის ციკლის მოცულობა	43538	მ ³
გამორეცხვის ციკლის რ-ბა დღეში	2	
ჯამური მოცულობა დღეში	85.7	მ ³
CEB სახარჯი მასალები		
ტუტე		
ნივთიერება	NaOH	
კონცენტრაცია	32	%
დოზა	12	ppm
სიმკვრივე	12420	გ/სმ ³
ჯამური ხარჯი დღეში	37.6	ლ
ჯამური ხარჯი დღეში	50.4	კბ
მჟავა		
ნივთიერება	HCl	
კონცენტრაცია	32	%
დოზა	43526	ppm
სიმკვრივე	42370	გ/სმ ³
ჯამური ხარჯი დღეში	43694	ლ

ჯამური ხარჯი დღეში	43636	კპ
კოაგულაციის სახარჯი მასალები		
ვარიანტი ა		
ნივთიერება	FeCl3	
კონცენტრაცია Me3+	14	%
საშუალო დოზა Me3+	43587	ppm
ჯამური ხარჯი დღეში	83.9	ლ
ჯამური ხარჯი დღეში	117.4	კპ
წყვეტილი კოაგულაციის დოზირების ხარჯი	15.65	კპ
ვარიანტი ბ		
ნივთიერება	PACl	
კონცენტრაცია Me3+	43529	%
საშუალო დოზა Me3+	43525	ppm
ჯამური ხარჯი დღეში	129.2	ლ
ჯამური ხარჯი დღეში	155	კპ
წყვეტილი კოაგულაციის დოზირების ხარჯი	20.67	კპ
ელექტროენერჯის ხარჯი		
ფილტრაცია		
სისტემის წნევა	50	მბარი
ტუმბოს ძრავის ეფექტურობა	0	%
დღიური ელექტროენერჯის ხარჯი	0	კვტსთ
ელექტროენერჯის ხვედრითი ხარჯი	0	კვტსთ/მ ³
უკუგამორეცხვა		
სისტემის წნევა	250	მბარი
ტუმბოს ძრავის ეფექტურობა	70	%
დღიური ელექტროენერჯის ხარჯი	47	კვტსთ
ელექტროენერჯის ხვედრითი ხარჯი	0.009	კვტსთ/მ ³
CEB გამორეცხვა		
სისტემის წნევა	104	მბარი
დღიური ელექტროენერჯის ხარჯი	1	კვტსთ
ელექტროენერჯის ხვედრითი ხარჯი	0.0001	კვტსთ/მ ³
ჯამი		
დღიური ელექტროენერჯის ხარჯი	48	კვტსთ
ელექტროენერჯის ხვედრითი ხარჯი	0.009	კვტსთ/მ ³
ლამის წარმოქმნა		

ლამის წარმოქმნა ფილტრაციის დროს	41.1	კვ
ლამის წარმოქმნა საათში	82.2	კვ/სთ
ლამის წარმოქმნა დღეში	1,972	კვ/სთ
UF ჯამური ნარჩენი წყლის ნაკადი	42.8	მ ³ /სთ
ჯამური ნარჩენი წყლის ნაკადი დღეში	1,027	მ ³ /დღე
ქლორის მოთხოვნა		
დაქლორვისთვის მაქსიმალური ქლორის მოთხოვნა	43501	კვ/დღე
ქლორის მოთხოვნა ჯამური	43501	კვ/დღე
ფინალური დაქლორვა		
აქტიური ქლორის წარმადობა	43683	კვ/დღე
მარილის ხარჯი	3.0	კვ მარ/კვ ქლ
ელექტროენერჯის ხარჯი	43622	კვტსთ/კვ ქლ
ქლორის ხარჯი დღიური	20210	კვ/დღე
ელექტროენერჯის ხარჯი დღიური	36.61	კვტსთ/დღე
ელექტროენერჯის ხვედრითი ხარჯი	0.007	კვტსთ/მ ³
დოზირების სიჩქარე	72	ლ/სთ
ელექტრო კვება	200-240	VAC, 1 ph
შემავალი წყლის ტემპერატურა	12905	°C
შემავალი წყლის წნევა	1.72-6.89	ბარი
ზომები	91x44x166	სმ ³

დანართი 4

დასახელება	აღწერა
DI-IN	ციფრული შემავალი პორტი
RO	რელეური გამოსასვლელი პორტი
A-IN	ანალოგური შემავალი პორტი 0-10ვ/4-20მა
A-OUT	ანალოგური გამოსასვლელი პორტი 0-10ვ/4-20მა
HS-IN	HIGT SPEED input
HS-OUT	HIGT SPEED Output
COM-PORT	RS-485/RS-232 კავშირის პორტი

დასკვნა

დისერტაციაში კვლევის მთავარ მიზანს სწორედ მოსახლეობისთვის სასმელი წყლის უწყვეტ, 24-საათიან რეჟიმში მიწოდება, ყველა ქალაქსა და დასახლებულ პუნქტში წყალმომარაგებისა და წყალარინების სისტემის მოწესრიგება და ამ სისტემის მსოფლიო სტანდარტებთან მიახლოება წარმოადგენს. თუმცა, ამის მიღწევას უამრავი ფინანსური რესურსი, დრო და შრომა სჭირდება. წყალმომარაგება ერთ-ერთ მთავარ პრიორიტეტს წარმოადგენს ქვეყნის ინფრასტრუქტურის განვითარებისთვის.

არსებული წყლის მიღების დაახლოებით 60% ცუდ მდგომარეობაშია, რაც ხშირ ავარიებს, სასმელი წყლის დაბინძურებასა და სანიტარულ ნორმებთან მისი ხარისხის შეუსაბამობას იწვევს. ტექნიკური დანაკარგი ზოგჯერ 40%-ს აღწევს. ბოლო ხანებში, რამდენიმე საერთაშორისო დონორის მხარდაჭერით განხორციელებული პროექტის წყალობით, მდგომარეობა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა, განსაკუთრებით, კომპაქტურად დასახლებულ ცენტრებში. თუმცა, მიუხედავად ამისა, ამჟამად ქალაქის მოსახლეობის 10%-ზე ცოტა ნაკლებს და სოფლის მოსახლეობის ნახევარს საცხოვრებელ ბინებში ცენტრალური წყალმომარაგება არა აქვს და წყლის გარე ონკანებსა და ჭებზე არიან დამოკიდებული. არის ტერიტორიები, სადაც ნებისმიერი ფორმით წყლის მიწოდება საერთოდ პრობლემაა და ეზომდე წყალს ცისტერნებით ეზიდებიან.

სადისერტაციო ნაშრომში გამოყენებული ყველა ჩატარებული ტესტი და გამოცდილი პროცესი გვაჩვენებს სტაბილურ ოპერირებას ერთიდაიგივე პარამეტრების დროს. განსხვავება მხოლოდ ტრანს მემბრანული წნევა, გამტარუნარიანობა და საოპერაციო ხარჯებია. რაც ასევე დამოკიდებულია კოაგულანტის რაოდენობასთან, ქლორთან და სხვა ქიმიკატებთან.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ არ არის აუცილებელი ქვიშის ფილტრის გამოყენება წინასწარი გაწმენდისთვის თუკი შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია მისაღებია ულტრაფილტრაციისთვის. იმ შემთხვევისთვის კი, თუ ქვიშის ფილტრი ხელმისაწვდომია კოაგულანტით დოზირება

პრიორიტეტულია ულტრაფილტრაციისთვის, რათა თავიდან ავიცილოთ დიდი რაოდენობით ავტომატური ქიმიური უკუგამორეცხვა.

ქვიშის ფილტრისგან განხვავებით, ულტრაფრაციის დახმარებით, ორგანული ნივთიერებების მაღალი მაჩვენებლის მიღება შესაძლებელია მიღწეული იქნას. ეს ფაქტი დადასტურდა სპეციალურად ქრომატოგრაფიული ანალიზით, რომელიც ჩატარებული იყო ამ ტესტირებებამდე - ქვიშის ფილტრის კოაგულანტით დოზირებით და ულტრაფილტრაციის კოაგულანტით დოზირებისას.

თუკი კოაგულანტით დოზირება შეუძლებელია, ქლორირებით უკუგამორეცხვას შეუძლია ისეთივე შედეგის მიღწევა მსგავსი საოპერაციო პარამეტრებისას.

საუკეთესო გადაწყვეტილებას წარმოადგენს ულტრაფილტრაცია კოაგულანტით დოზირებისას. რაც ასევე ხარჯებს ამცირებს 3-6მდე.

არსებული ზემოთ აღწერილი პრობლემების გათვალისწინებით და წყალმომარაგების სისტემების შესაძლო პრივატიზების შედეგად გამოწვეული უარყოფითი ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად, აუცილებელია შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- ❖ წყლის დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის შემუშავების პროცესში ყველა დაინტერესებული მხარის სრულფასოვანი ჩართვის უზრუნველყოფით;

- ❖ წყლის მართვის სფეროში ჩართულ უწყებებს შორის კომპეტენციათა სწორი და მკაცრი განაწილება;

- ❖ საზოგადოების სრულფასოვანი ინფორმირება და ჩართვა წყლის სექტორში რეფორმების დაგეგმვისა და განხორციელების შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისას;

გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა

- 1) საქართველოს პარლამენტი, საქართველოს კანონი წყლის შესახებ, პარლამენტის უწყებანი, 44, 11/11/1997, ძალაში შესვლის თარიღი 25/11/1997
- 2) საქართველოს მთავრობის დადგენილება, საქართველოს გარემოსა და ჯანმრთელობის 2018-2022 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმის (NEHAP-2) დამტკიცების თაობაზე, თბილისი, #680, 29/12/2018, 89 გვ.
- 3) საქართველოს მთავრობის დადგენილება №7, ათასწლეულის განვითარების მიზნებთან დაკავშირებულ საკითხებზე მომუშავე სამთავრობო მუდმივმოქმედი კომისიის შესახებ, თბილისი, 31/03/2004
- 4) საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი, ბიულეტენი #100, “გარემოს ობიექტების ხარისხობრივი მდგომარეობა საქართველოში და მასთან დაკავშირებული ზოგიერთი სოციალური პრობლემა”, დეკემბერი, 2006 წელი;
- 5) Development Alternatives Inc. (DAI): Water Management in the South Caucasus; Analytical Report; February 2002;
- 6) ლოლობერიძე მ., წყალმომარაგება II ნაწილი, თბილისი, 1987, 419 გვ.
- 7) ლოლობერიძე მ., ქუთათელაძე ქ., წყალმიმღები ნაგებობები, თბილისი, 1986, 68 გვ.
- 8) ნაცვლიშვილი ნ., კლიმიაშვილი ლ., ნაცვლიშვილი მ., გურგენიძე დ., წყალმომარაგებისა და წყალარინების საფუძვლები, თბილისი, 2012, 372 გვ.
- 9) ქუთათელაძე ქ., წყალმომარაგებისა და კანალიზაციის მოკლე კურსი, თბილისი: „განათლება“, 1966, 199 გვ.
- 10) ნამგალაძე პ., კანალიზაცია, პირველი ნაწილი, თბილისი: „განათლება“, 1981, 310 გვ.

- 11) კიკაჩიშვილი გ., ნაცვლიშვილი ნ., წყალმომარაგება პირველი ნაწილი, თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 1999, 204 გვ.
- 12) ნაცვლიშვილი მ., კლიმიაშვილი ლ., ნაცვლიშვილი ნ., შენობების საინჟინრო აღჭურვა, თბილისი: „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2011, 265 გვ.
- 13) Абрамов Н.Н. Водоснабжение, Учебник для вузов, М., Стройиздат, 1982. 440 с.
- 14) Карелин В. Я., Минаев А. В. Насосы и насосные станции. Учебник для вузов, М., Стройиздат, 1986. 320 с.
- 15) Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Канализация. Изд. 5-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1975. 632 с. Табл. 132, рис. 331, список лит.: 43 назв.
- 16) Репин Н. Н., Шопенский Л. А., Санитарно - технические устройства и газоснабжение зданий. Учебник для вузов, М., Стройиздат, 1975. 288 с.
- 17) СНиП 2.04.02-84 (с изм. 1 1986, попр. 2000). Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
- 18) СНиП 2.04.03-85 (с изм. 1 1986). Канализация. Наружные сети и сооружения.
- 19) СНиП 2.04.01-85, Внутренний водопровод и канализация зданий. (2000)
- 20) Абрамов С.К, Биндеман Н.Н., Семенов М.П. Водозаборы подземных вод. Гидрогеологические изыскания и проектирование, М.: Стройиздат. 1947. 230 с.
- 21) Никитко Иван, Водоснабжение, Канализация и отопление загородного дома, Питер, 2013, Современный домострой, 260 Стр. ISBN: 978-5-496-00463-3
- 22) Конюшков А.М., Яковлев С.В. Водоснабжение и канализация, Москва. 1960, 535 страниц.

- 23) Абрамов Н.Н. Водоснабжение, Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Стройиздат, 1974. 480 с. Тебл. 50, ил. 316, список лит.: 22 назв.
- 24) Шевелев Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб, Изд. 5-е, доп. М., Стройиздат, 1973, 112 с.
- 25) Бабушкин В.Д., Лебедянская З.П. и др. Прогноз водопротоков в горные выработки и водозаборы подземных вод в трещиноватых и закарстованных породах, М.: "Недра", 1972. 196 с (М-во геологии СССР. Всесоюз. науч. -исслед. ин-т гидрогеол. и инженерной геол.)
- 26) Гавич И.К. (ред). Методы охраны подземных вод от загрязнения и истощения, М.: Недра, 1985. 320 с., ил.
- 27) Жернов И.Е., Павловец И.Н. Моделирование фильтрационных процессов (гидрогеологическое моделирование), Киев: Вища школа, 1976. 192 с.
- 28) Коносавский П.К., Соловейчик К.А. Математическое моделирование геофильтрационных процессов: Учеб. пособие, СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 96с.
- 29) Всеволожский В.А. Подземный сток и водный баланс платформенных структур, М.: Недра, 1983. 167 с.
- 30) Вевировская М.А. и др. Методы аналогий применительно к фильтрационным расчетам, М.: Изд-во Московского университета, 1962. 252 с.
- 31) Брилинг И.А. Фильтрация в глинистых породах, Гидрогеол. и инж. геология: Обзор ВИЭМС. Москва, 1984. 61 с.
- 32) Бочеввер Ф.М. Гидрогеологические расчеты крупных водозаборов подземных вод и водопонижительных установок, Москва: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963. 60 с.

- 33) Angelakis A., Marecos M., Bontoux L., Asano T., “The status of wastewater reuse practice in the Mediterranean basin: need for guidelines”, *Water Research*, 1999, 33 (10), 2201–2217
- 34) Quist-Jensen, C.; Macedonio, F.; Drioli, E., “Membrane technology for water production in agriculture: Desalination and wastewater reuse”, *Desalination* 2015, 364, 17-32
- 35) Peasey A., Blumenthal U., Mara D., Ruiz-Palacios G.A., “Review of Policy and Standards for Wastewater Reuse in Agriculture: A Latin American Perspective. London School of Hygiene & Tropical Medicine. 2000.
- 36) World Health Organization. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta, and Greywater. Vol. 2, Wastewater Use in agriculture. Geneva, Switzerland. 2006.
- 37) Kovats, R.S., B. Mennie, A.J. McMichael, C. Corvalan and R. Bertollini, 2000, Climate change and human health: Impact and adaptation, World Health Organization (WHO), 47 pp
- 38) Rose, J.B. , A. Huq and E.K. Lipp, 2001, Health, Climate and Infectious Diseases: A Global Perspective, Report from the American Association of Microbiologists, Washington, D.C. 24 pp
- 39) BORJA, A., ELLIOT, M., HENSIKEN, P. and MARBA, N. 2013. Transitional and coastal water ecological status assessment: advances and challenges resulting from implementing the European Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, vol. 704, no. 1, p. 213-229. <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-012-1276-9>
- 40) GHARIBI, H., SOWLAT, MH., MAHVI, AH., MAHMOUDZADEH, H., ARABALIBEIK, H., KESHAVARZ, M., KARIMZADEH, N. and HASSANI, G. 2012. Development of a dairy cattle drinking water quality index (DCWQI) based on fuzzy inferences systems. *Ecological Indicators*, vol. 20, p. 228-237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.02.015>

- 41) Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация, М.: Химия, 1978. — 352 с., ил. Редактор М. В. Миникс. 31 табл. , 166 рис., список литературы 246 ссылок.
- 42) Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами, М.: Наука, 1977. 356 с.
- 43) Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманец С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод, Научное издание. - Москва, 2005. - 576 с.
- 44) Василенко Л.В., Никифоров А.Ф., Лобухина Т.В. Методы очистки промышленных сточных вод, Учеб. пособие. Екатеринбург: УГЛУ Урал. гос. лесотехн. университет, 2009. 174 с.
- 45) Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты, Учеб. пособие для вузов. 4-е изд., репринтное. М.: БАСТЕТ, 2008. 304 с. ISBN 978-5-903178-09-4
- 46) Хенце М. и др. Очистка сточных вод, М.: Мир, 2008. 471 с.
- 47) Ильина Е.В., Макаров С.Ю., Славская И.Л. Технология и оборудование для производства водок и ликероводочных изделий, Учебное пособие. М.: ДеЛи плюс, 2013. 492 с. ISBN 978-5-905170-40-9.
- 48) Anlauf, Harald. "Mechanische Fest/Flüssig-Trennungim Wandel der Zeit". Chemie Ingenieur Technik. 2003, 75 (10): 1460 – 1463. doi:10.1002/cite.200303283
- 49) Евстигнеев Д.В., Круглов В.И. и др. Ручной труд: краткая энциклопедия, СПб.: Редактор, 1993. 367 с. ISBN 5-7058-0203-X.
- 50) Черепашинский М. Водоснабжение, СПб., Издание К. Л. Риккера, 1905. 225 с.
- 51) Jaffrin M. Membrane filtration processes, Bookboon, 2015. 72 p. ISBN 978-87-403-0894-5.
- 52) Wang L.K., Chen J.P., Hung Y.-T., Shammass N.K. (Eds.) Membrane and Desalination Technologies, Humana Press, Springer Science + Business Media, 2011, 716 pages, ISBN: 1588299406

- 53) REGULATION (EU) No 305/2011 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 2011
- 54) CEN, EUROCODE 2 EUROCODE 2 – Design of concrete structures Design of concrete structures Concrete bridges: design and detailing rules Concrete bridges: design and detailing rules, 25 April 2005, Published on October 2005, Supersedes ENV 1992-2:1996
- 55) F.Biasioli, G.Mancini, M.Just, M.Curbach, J.Walraven, S.Gmainer, J.Arrieta, R.Frank, C.Morin, F.Robert, EUROCODE 2: BACKGROUND & APPLICATIONS DESIGN OF CONCRETE BUILDINGS, European Union, 2014
- 56) Eurocode 2, BS EN 1992-1-1:2004 - Design of concrete structures. General rules and rules for buildings
- 57) Eurocode 2, BS EN 1992-1-2:2004 - Design of concrete structures. General rules. Structural fire design
- 58) Eurocode 2, BS EN 1992-2:2005 - Design of concrete structures. Concrete bridges. Design and detailing rules
- 59) Eurocode 2, BS EN 1992-3:2006 - Design of concrete structures. Liquid retaining and containing structures
- 60) BS EN 805:2000, Water supply. Requirements for systems and components outside buildings
- 61) BS EN 1508:1999, Water supply. Requirements for systems and components for the storage of water
- 62) BS EN 752:2017, Drain and sewer systems outside buildings. Sewer system management
- 63) BS EN 476:2011, General requirements for components used in drains and sewers
- 64) BS EN 1917:2002, Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced
- 65) BS EN 1610:2015, Construction and testing of drains and sewers

- 66) <https://www.epa.gov/water-research/epanet> 01.05.2019
- 67) <https://www.bentley.com/en/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watergems> 01.05.2019
- 68) <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm> 01.05.2019
- 69) <https://www.bentley.com/en/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/sewergems> 01.05.2019
- 70) <https://www.gwp.ge/> 01.05.2019
- 71) <http://water.gov.ge/> 01.05.2019
- 72) საქართველოს სტრატეგიული კვლევებისა და განვითარების ცენტრი, ბიულეტენი #100, 2006, 64 გვ.
- 73) საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტრო, ეროვნული მოხსენება საქართველოს მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შესახებ, თბილისი, 2015, 154 გვ.
- 74) ტრაპაიძე ვ., წყლის რესურსები, სასწავლო კურსი, თსუ, 2012, 133 გვ.
- 75) <https://www.un.org/millenniumgoals/> 01.05.2019