

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნიკოლოზ ნებიერიძე

**ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების
ენერგოეფექტურობის ამაღლება და კონტროლი**

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა: ჰიდროინჟინერია, 0406 შიფრი

თბილისი - 2017 წ.

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამშენებლო ფაკულტეტის წყალმომარაგების, წყალარინების,
თბოაირმომარაგების და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის № 105
დეპარტამენტში

ხელმძღვანელი:

პროფ. **ლევან კლიმიაშვილი**

რეცენზენტები:

პროფ. **გურამ სოსელია,**

ტექ. მეცნ. დოქტ. **მერაბ კანდელაკი**

დაცვა შედგება 2017 წლის 25 თებერვალს, 14.00 საათზე საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო
საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე.

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 68, სტუ, კორპუსი I, აუდ. 227

სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი:

პროფ. **დემურ ტაბატაძე**

შესავალი

ნაშრომის საერთო დახასიათება

ნაშრომის აქტუალურობა. დღევანდელი მდგომარეობით, ქვეყნის ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლების ნორმატიული მოთხოვნების შესაბამისად, ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში წყლის გაწმენდა (გაუვნებლება) და ისე ჩაშვება წყალსატევებში (მდინარეებში, ტბებში და ა.შ.) უდიდესი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობის ამოცანაა. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩამდინარი წყლები შედგენილობის მიხედვით მკვეთრად ცვალებადობს, საკითხი დგება, საწმენდ სადგურებში მათი გაუვნებლებისათვის გამოყენებულ იქნას თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიები“. ამ მოტივით მნიშვნელოვანი პრობლემაა ჩამდინარი წყლების საწმენდი ნაგებობების ენერგოეფექტურობის ამაღლება და კონტროლი თანამედროვე ტექნიკურ-ტექნოლოგიური მიღწევების შედეგების შესაბამისად, როგორც ფიზიკურ-მექანიკური გაწმენდის ურეაგენტო მეთოდების, ასევე ფიზიკურ-ქიმიური სრული ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდების მიხედვით.

აღნიშნულ კონტექსტში წინამდებარე დისერტაცია: „ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების ენერგოეფექტურობის ამაღლება და კონტროლი“ ქმედით აქტუალობას იძენს და აქვს როგორც სამეცნიერო, ასევე პრაქტიკული ღირებულება.

სამუშაოს მიზანი და კვლევის ამოცანები. მიზნის მისაღწევად გამოყენებული იქნება ჩამდინარი წყლების გაწმენდის მეთოდების მიხედვით შემუშავებული თანამედროვე „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიები“. გამოყენების ეფექტურობის კვლევის სისტემურ-ლოგიკური მიდგომა (ГОСТР54097-2010 „რესურსდაზოგვა. საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიები. იდენტიფიკაციის მეთოდოლოგია“), რომელიც შერჩეული საწმენდი კომპლექსის ქმედების მაღალი ენერგოეფექტურობით ხასიათდება. შესაბამისად, სისტემურ-ლოგიკური მეთოდოლოგიის გამოყენებით გადაწყვეტილია შემდეგი ამოცანები, კერძოდ:

- შემუშავებულია საწმენდი სადგურისთვის ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შერჩევის ალგორითმი (ბლოკ-სქემა) შესაბამისი კრიტერიალური მაჩვენებლების (ეკოლოგიური, კლიმატური, ეკონომიკური, ენერგოეფექტურობის) გამოყენებით, რომლებიც ევროპაში მიღებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ შერჩევის დადებითი გამოცდილებით გამოირჩევა;
- შემუშავებულია საწმენდი სადგურისთვის ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ მონაცემების დაზუსტებისა და გამოყენების სფეროს შესაბამისად დანერგვის შესაძლებლობის ამსახველი ბლოკ-სქემები, მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ეკონომიკური დანახარჯების, ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლების მიზანშეწონილობის შეფასების პრინციპების გათვალისწინებით;
- განხილულია ჩამდინარი წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პროგრესის დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე. შესაბამისად, მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქებისთვის წარმოდგენილია გაწმენდის შესაძლო ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების რეკომენდებული კომპლექსებით, რომლებიც ნორმატიული მოთხოვნის ფარგლებში უზრუნველყოფს ჩამდინარი წყლის გაუვნებლების სათანადო ხარისხს.
- მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისათვის გადაწყვეტილებათა მიღების ოთხეტაპიანი სტრატეგის საფუძველზე (გეგმა>კეთება>შემოწმება>ქმედება) შემუშავებულია „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისი მენეჯმენტის ბლოკ-სქემა მათი ენერგოეფექტურობის კვლევისა და პროგრამის განხორციელების მიზნით.
- რეკომენდებულია ჩამდინარი წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით წმენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს პირობებში, როგორც ჩამ-

დინარი წყლების გაწმენდის არსებული ტექნოლოგიების შესაძლო ალტერნატივა.

- შედგენილია დესკრიფციული მოდელები, რომლებიც აგებულია საქართველოს პირობებში ჩამდინარი წყლების ზედაპირულ წყლებში ჩაშვებისათვის ევროსაბჭოს დირექტივის 91/271/ EEC შესაბამისად .

მეცნიერული სიახლე. სისტემურ-ლოგიკური კვლევის მეთოდოლოგიის საფუძველზე შემუშავებულია მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისთვის წყლის გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესარჩევად შესატყვის გადაწყვეტილებათა მიღების, მონაცემების დაზუსტებისა და განსახილველ სფეროში დანერგვის ლოგიკური მიდგომის ბლოკ-სქემები. შესაბამისად, შემუშავებულია სრული ბიოლოგიური გაწმენდის ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების კომპლექსებით: რენტაბელობის მახასიათებელი კრიტერიუმების, მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ენერგოეფექტურობის, ეკონომიკური დანახარჯების მიზანშეწონილობის შეფასების პრინციპების გათვალისწინებით.

კვლევის პერსპექტიული ობიექტები: საქართველოს მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურები.

კვლევის მეთოდი. სისტემურ-ლოგიკური კვლევის მეთოდოლოგია, ანალიზისა და სინთეზის, როგორც გადაწყვეტილებათა მიღების ინსტრუმენტული საშუალება, ინდუქციისა და დედუქციის მეთოდები.

სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება და შედეგების რეალიზაცია. მიღებული შედეგები შეიძლება პერსპექტივაში რეალიზებულ იქნას საქართველოს ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლის საწმენდ სადგურებში მათი ეფექტური ფუნქციონირების უზრუნველყოფის მიზნით.

სამუშაოს აპრობაცია. დისერტაციის ძირითადი შედეგები 2016 წლის 2 სექტემბერს მოხსენებულ იქნა ბათუმის რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტში გამართულ საერთაშორისო კონფერენციაზე.

სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, საერთო დახასიათების, ოთხი თავის, 93 დასახელების ლიტერატურული წყაროსა და დასკვნისაგან. ძირითადი ტექსტი 102 კომპიუტერული ნაბეჭდი გვერდია, მათ შორის 12 ნახაზი და 6 ცხრილია.

შესავალში მოყვანილია პრობლემის საერთო დახასიათება; დასაბუთებულია სადისერტაციო ნაშრომის აქტუალობა, ფორმულირებულია სამუშაოს მიზანი და კვლევის ამოცანები, მეცნიერული სიახლე, კვლევის, სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება და შედეგების რეალიზაცია, ინფორმაცია ნაშრომის აპრობაციისა და პუბლიკაციის შესახებ.

პირველ თავში განხილულია ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო პრიციპული სქემა.

განხილულია (ან აღწერილია) ქალაქებსა და დასახლებულ ადგილებში ჩამდინარი-საყოფაცხოვრებო წყლების მიღება საცხოვრებელი, ადმინისტრაციული, კომუნალური და აგრეთვე სამრეწველო საწარმოების საყოფაცხოვრებო შენობებიდან. წყალარინების (კანალიზაციის) სისტემის დანიშნულებაა შენობა-ნაგებობების სანიტარული მოწყობილობებიდან მიიღოს ჩამდინარი წყლები და თვითდენითი (უდაწნეო) გარე ქსელით გაიყვანოს დასახლებული ადგილის გარეთ გასაწმენდად, შემდეგ ეს წყლები გააუვნებლოს საწმენდ სადგურში ნორმატივების შესაბამისად ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში და ისე ჩაუშვას წყალსატევში.

განხილულია ქალაქების და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი-ფეკალური წყლების თავისებურებანი შედგენილობის მიხედვით და შესაბამისად - მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის გამოყენების მეთოდები.

როგორც ცნობილია, ჩამდინარი საყოფაცხოვრებო წყლები შედგება მინერალური და ორგანული წარმოშობის მინარევებისაგან. როგორც პირველი, ისე მეორე იმყოფება გაუხსნელ, გახსნილ და კოლოიდურ მდგომარეობაში. გაუხსნელი მინარევების ნაწილს, რომელთა დაკავება ხდება ქაღალდის ფილტრის ანალიზის დროს, უწოდებენ შეწონილ ნივთიერებებს. ამათგან ყველაზე დიდ სანიტარიულ საფრთხეს ორგანული წარმოშობის მინარევები წარმოადგენს.

ჩამდინარ-საყოფაცხოვრებო წყლებში ორგანული წარმოშობის შეწონილ ნივთიერებათა შემცველობა საშუალოდ არის 100-300 მგ/ლ. ორგანული მინარევების შემცველობა, რომლებიც გახსნილ მდგომარეობაშია, ფასდება ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილებისა (ჟბმ) და ჟანგბადის ქიმიური

მოთხოვნის (ჟქმ) მაჩვენებლების მიხედვით. საყოფაცხოვრებო ჩამდინარ-ფეკალურ წყლებში აღინიშნება $\mu\text{მ} = 100 - 400$ მგ/ლ, ხოლო ჟქმ = 150-600 მგ/ლ ფარგლებში, და ისინი შეიძლება შეფასდეს, როგორც უაღრესად დაბინძურებული.

ნორმატივების მიხედვით ცნობილია, რომ ჩამდინარი წყლები (როგორც საყოფაცხოვრებო, ისე ზედაპირული) წყალსატევში ჩაშვებამდე აუცილებლად უნდა გაიწმინდოს ამა თუ იმ დამაბინძურებელი ნივთიერების მაქსიმალურად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში. ამასთან, გაწმენდილი ჩამდინარი წყლების კონტროლს ახორციელებენ და ამტკიცებენ სახელმწიფო ზედამხედველობის ორგანოები და სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური სადგური.

ნებისმიერი დასახლებული პუნქტის საწმენდი სადგურებისთვის დადგენილია ჩამდინარი წყლების ხარისხის კონტროლის ნორმატივები წყალსატევებში ჩაშვებამდე. ამასთან, ქალაქის ან დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლების საწმენდი ნაგებობები იღებენ საყოფაცხოვრებო-ფეკალურ წყლებს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა გარკვეული კონცენტრაციით, რომელთა გასაუვნებლად საჭირო იქნება ჩამდინარი წყლების ეფექტური გაწმენდის პრინციპული სქემის შემუშავება სათანადო მოწყობილობა-ნაგებობების კომპლექტაციით.

ქალაქის და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლები ფორმირდება იქ განთავსებული ზოგიერთი სამრეწველო საწარმოს საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო წყლებისა და სხვა სახის ჩანადენისაგან, რომელთა შედგენილობა და დაბინძურება, როგორც აღვნიშნეთ, მკვეთრად ცვალებადობს. საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო წყლებს მიეკუთვნება ფორმირებული ჩამდინარი წყლები საცხოვრებელი ბინებიდან, საავადმყოფოებიდან, სკოლებიდან, სასტუმროებიდან და სხვა ადგილებიდან, სადაც ცხოვრობს და მოღვაწეობს ხალხი, წყალი სამრეცხაოებიდან, აბანოებიდან, სასადილო-ებიდან და სხვა კომუნალური დაწესებულებებიდან. დღე-ღამეში ქალაქის წყალარინების სისტემაში (კანალიზაციაში) მუდმივად საშუალოდ ჩაედინება სიბინძურის მუდმივი რაოდენობა (მგ/ლ):

შეწონილი ნივთიერებები.....65

გაღიავებული სითხის $\mu\text{მ}$ μ35

გაღიავებული სითხის ჟბმ ₂₀	40
ამონიუმის მარილების აზოტი, N	8
ფოსფატები, P ₂ O ₅	1,7
ქლორიდები, Cl	9.

აღსანიშნავია, რომ სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო სახის ჩამდინარი წყლები სამრეწველო მინარევების გარეშე დღეს პრაქტიკულად არ არსებობს. გამონაკლისია ზოგიერთი საკურორტო დაბის ჩამდინარი წყლები, მაგრამ მასაც უერთდება ავტოფარეხებიდან მიღებული წყლები, რომლებიც შეიცავენ ნავთობპროდუქტებს და სხვა სახის სიბინძურეს, რაც ტიპური და დამახასიათებელია საწარმოო ჩამდინარი წყლებისათვის.

საყოფაცხოვრებო წყლების, და აქედან გამომდინარე, ქალაქის ჩამდინარი წყლების თავისებურება ისაა, რომ ისინი შეიცავენ მრავალ მიკროორგანიზმს, მათ შორის, პათოგენურ ბაქტერიებს, ნაწლავური ინფექციების გამომწვევებს. ბაქტერიები წარმოადგენენ საყოფაცხოვრებო-ჩამდინარი წყლების ორგანულ ნივთიერებათა მნიშვნელოვან ნაწილს. 1 მლ ჩამდინარ სითხეში მილიონობით და ათობით მილიონი ბაქტერიაა. სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარი წყლები ასევე შეიცავენ დიდი რაოდენობით ჰელმინთების კვერცხებს.

მრავალი მონაცემი ცხადყოფს, რომ უხეში დისპერსიული ნივთიერებები დაბინძურების საერთო მასის 35,4%-ს შეადგენენ, კოლოიდები - 14.3%-ს, ხსნადი ნივთიერებები - 50.3%-ს. ჩამდინარი წყლები შეიცავენ ორგანული ნივთიერებების 53,7%-ს, მინერალურის - 46.3%-ს. მიჩნეულია, რომ საყოფაცხოვრებო-ჩამდინარ წყლებში ორგანული ნივთიერებები შეადგენენ 58%-ს, ხოლო მინერალური - 42%-ს.

ქალაქის და დასახლებული ადგილების ტიპის ჩამდინარი წყლების გაწმენდა გულისხმობს სხვადასხვა მეთოდების ერთობლიობას, რომლებიც თანმიმდევრულად ასუფთავებენ წყალს მსხვილი მინარევებისგან (ქალაქის, ქსოვილის და სამზარეულო ნარჩენებისგან და სხვ.), მძიმე მინარევებისგან (ქვიშის, წიდის), კოლოიდური და ხსნადი ორგანული დამაბინძურებლებისგან და აუსნებოვნებენ მას პათოგენური მიკროფლორისგან.

დაბინძურება, რომლისგანაც წყალი თანამიმდევრულად იწმინდება, გროვდება სქელი სუსპენზიის (ჩამდინარი წყლების ნალექის) სახით და ასევე ექვემდებარება გადამუშავებას, რომლის მიზანია ნალექის გაუსნებოვნება სა-

ნიტარიული და ეპიდემიოლოგიური კუთხით. სპეციალური გადამუშავების შემდეგ ნალექის გამოყენება შეიძლება სოფლის მეურნეობაში სასუქის სახით, ან შეიძლება მოხდეს მისი უტილიზაცია სხვა ნებისმიერი საშუალებით. ყველაზე მიზანშეწონილად შეიძლება ჩაითვალოს განეიტრალებული ნალექის გამოყენება სოფლის მეურნეობაში - ეს უზრუნველყოფს ბუნებაში ნივთიერებათა შეკრული მიმოქცევის ციკლს, რითაც ბიოსფეროში ნარჩუნდება საერთო ბალანსი.

ჩამდინარი წყლების საწმენდ ნაგებობათა მთელი კომპლექსი შეიძლება ხუთ ჯგუფად დაიყოს [3], ესენია:

- 1) მექანიკური გაწმენდა;
- 2) ბიოლოგიური გაწმენდა;
- 3) წყლის დამატებით გაწმენდა;
- 4) წყლის დეზინფექცია;
- 5) ნალექის დამუშავება.

ქალაქის და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლები შეიცავენ დიდი ოდენობით უხსნადი და ნაკლებად ხსნადი ნივთიერებების ნაწილაკებს, რომელთა სიდიდე აღემატება 0,1 მკმ-ს. ისინი წყალთან ერთად ქმნიან დისპერსიულ სისტემებს - სუსპენზიას და ემულსიებს. ასეთი სისტემები კინეტიკურად არასტაბილურია და გარკვეულ პირობებში შეიძლება განადგურდეს - ნალექად გამოიყოს ან წყლის ზედაპირზე ამოტივტივდეს.

მექანიკური გაწმენდა ნიშნავს ჩამდინარი წყლებიდან არსებული გაუხსნელი უხეშდისპერსიული მინარევების გამოყოფას, რომლებსაც მინერალური და ორგანული ბუნება აქვთ. ამისათვის იყენებენ შემდეგ მეთოდებს:

- დაწურვას - განსაკუთრებით მსხვილი დაბინძურების და ნაწილობრივ შეწონილ ნივთიერებათა დაკავებას ცხაურებსა და საცრებზე;
- დალექვას - გამდინარი წყლებიდან შეწონილი ნივთიერებების გამოყოფას ქვიშადამჭერზე სიმძიმის ძალის ზემოქმედებით (მინერალური მინარევების გამოსაყოფად), სალექარში (უფრო წვრილი დალექილი და ამოტივტივებული მინარევების შესაჩერებლად), ასევე, ნავთობსაჭერებით, ცხიმ- და ფისდამჭერებით. ამ მეთოდის ნაირსახეობას წარმოადგენს ცენტრიდანული დალექვა, რომელიც გამოიყენება ჰიდროციკლონებსა და ცენტრიფუგებში;

- ფილტრაციას - ძალიან წვრილი სუსპენზიის დაკავებას შეწონილ მდგომარეობაში ბადისებრ და მარცვლოვან ფილტრებში.

სამრეწველო ჩამდინარი წყლების არათანაბარი წარმოქმნის შემთხვევაში საწმენდ ნაგებობებზე მიწოდებამდე მათ ასაშუალებენ კონცენტრაციის მიხედვით სხვადასხვა კონსტრუქციის გამასაშუალებელში.

დალექვის მეთოდი ნალექის დუღილთან ერთად გამოიყენება კომბინირებულ ნაგებობებში მცირე რაოდენობის ჩამდინარი წყლების გასაწმენდად - სეპტიკებში, ორსართულიან სალექარში და გამლიავებელ დამლპობში. ამჟამად მექანიკური გაწმენდა, როგორც დამოუკიდებელი მეთოდი, იშვიათად გამოიყენება. ასეთი შესაძლებლობა არსებობს, თუ მხოლოდ მექანიკური გაწმენდის გამოყენებისას, წყალსატევში ჩაშვების პირობებიდან გამომდინარე, ხერხდება წყლის საჭირო ხარისხის უზრუნველყოფა (სამრეწველო ჩამდინარი წყლებისათვის - ხელახლა დაბრუნება ტექნოლოგიურ პროცესში).

მექანიკური გაწმენდა ძირითადად გამოიყენება, როგორც წინასწარი ეტაპი ბიოლოგიური გაწმენდის წინ ან როგორც ჩამდინარი წყლის დამატებითი წმენდა.

ბიოლოგიური გაწმენდის პროცესი ეყრდნობა მიკროორგანიზმების უნარს, საკვებად გამოიყენონ ჩამდინარ წყლებში გახსნილი ორგანული ნივთიერებები. ორგანული ნივთიერებების ნაწილი გარდაიქმნება წყალში, ნახშირის დიოქსიდში, ნიტრიტ- და სულფატ-იონებში, ნაწილი კი მიდის ბიომასის შესაქმნელად.

ბიოლოგიური საწმენდი საშუალებები პირობითად შეიძლება დაიყოს 2 ტიპად:

- იმ პირობებში გაწმენდით, რომლებიც ბუნებრივთაა ახლოს;
- ხელოვნურად შექმნილ პირობებში გაწმენდით.

პირველ ტიპს მიეკუთვნება ფილტრაციის და სარწყავი მინდვრები (მიწის ნაკვეთები, რომლებშიც გაწმენდა მიმდინარეობს ფილტრაციის ხარჯზე გრუნტის ფენის მეშვეობით), ასევე, ბიოლოგიური ტბორები (მცირე სიღრმის წყალსატევები, სადაც მიმდინარეობს გაწმენდა, ეყრდნობა წყალსატევების თვითგაწმენდას).

მეორე ტიპს შეადგენენ ისეთი ნაგებობები, როგორებიცაა: ბიოფილტრები

და აეროტენკები. აღნიშნულ ნაშრომში განიხილება ბიოლოგიური ფილტრები. ბიოფილტრი წარმოადგენს რეზერვუარს გამფილტრავი მასალით, რომლის ზედაპირი დაფარულია ბიოლოგიური აპკით (მიკროორგანიზმების კოლონია, რომელსაც შეუძლია ჩამდინარი წყლებიდან ორგანული ნივთიერებების სორბირება და დაჟანგვა).

ბიოლოგიური გაწმენდა წარმოადგენს ქალაქის და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლების დამუშავების ძირითად მეთოდს. ამასთან, არსებობს ჩამდინარი წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის აერობული და ანაერობული მეთოდები. აერობული წმენდის დროს ხდება მიკროორგანიზმების კულტივირება აქტიურ შლამსა და ბიოაპკში.

ბიოაპკი იზრდება ბიოფილტრის შემვსებზე და აქვს ლორწოვანი წარმონაქმნის ფორმა, რომლის სისქეა 1-2 მმ. ბიოაპკის სახეობრივი შედგენილობა უფრო მრავალფეროვანია, ვიდრე აქტიური შლამისა. ბიოაპკი შედგება ბაქტერიების, სოკოების, საფუარის, მწერების მატლების, ჭიების და სხვა ორგანიზმებისაგან.

ბიოლოგიური გაწმენდის ტექნოლოგიურ სქემაში იყენებენ აგრეთვე მეორად სალექარს, რომელიც განთავსებულია ბიოლოგიური საწმენდი სადგურის შემდეგ ხელოვნურად შექმნილ პირობებში (აეროტენკები, ბიოფილტრები, საცირკულაციო ჟანგვითი არხები, ბიოტენკები და სხვ.) და ემსახურება აქტიური ლამის ან მკვდარი ბიოაპკის გამოყოფას გაწმენდილი ჩამდინარი წყლიდან.

მეორად სალექარში გაწმენდის (გალიავების) ეფექტურობა განსაზღვრავს წყლის გაწმენდის საერთო ეფექტს და ბიოლოგიური გაწმენდის საწმენდი ნაგებობების მთელი კომპლექსის ეფექტურობას.

ვერტიკალური ტიპის სალექარის უპირატესობად მიჩნეულია დალექილი შლამის მარტივი მოშორება, ხოლო ბიოაპკისა - ჰიდროსტატიკური წნევის ქვეშ, მათი განთავსების კომპაქტურობა და მარტივი კონსტრუქცია. უარყოფითი მხარეებია - დიდი სიღრმე და ანაერობული პროცესების განვითარება დალექილ აქტიურ შლამში. აღნიშნული სალექარის უარყოფითი მხარეა აგრეთვე საფხევი მექანიზმების ექსპლუატაციის სირთულე.

არსებობს რადიალური სალექარის მოდიფიკაციები, რომლებშიც გამოიყენება დაბალგრადიენტული შერევის პრინციპი და გაუმჯობესებული

შლამის შემწოვი, რაც საშუალებას აძლევს შეწონილ ნივთიერებათა შემცველობის შემცირებას და გაღიავებულ წყალში ბიოაპკის კონცენტრაციის გაზრდას.

ჩამდინარი წყლების დამუშავების ბოლო ეტაპზე ხდება წყლის ქლორით ან ქლორის შემცველი რეაგენტებით გაუსნებოვნება - დეზინფექცია - წყლიდან პათოგენური და სხვა მიკროორგანიზმებისა და ვირუსების მოცილება. ქლორაგენტებად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ძირითადად თხევადი ქლორი, ქლორის კირი, ჰიპოქლორიდები, ქლორის დიოქსიდი. ქლორის წყალში ხსნადობა დამოკიდებულია ტემპერატურასა და წნევაზე. ატმოსფერული წნევის და ტემპერატურის დროს 14°C-ის დროს 1 ლ-ში იხსნება დაახლოებით 3 მლ გაზისებრი ქლორი (9,65 გ). ქლორისებრ მჟავას აქვს დიდი ბაქტერიოციდული ეფექტი, რის გამოც ქლორი მჟავა გარემოში უფრო ეფექტურია, ვიდრე ტუტეში.

ამრიგად, **პირველ თავში** განხილულია ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო პრინციპული სქემა, გამომდინარე ჩამდინარი წყლების საწყისი დაბინძურებისა და კონცენტრაციისგან. კომპლექსში მექანიკურ გაწმენდასთან ერთად შემოთავაზებულია ბიოლოგიური საწმენდი ნაგებობების ბიოფილტრისა და მეორადი სალექარის გამოყენება შესაბამის სადეზინფექციო კვანძთან ერთად, რომელიც ხასიათდება გაწმენდის მაღალი ეფექტურობითა (89%) და ნაკლები ენერგოდანახარჯებით.

მეორე თავში, რომელიც ერთ-ერთი ძირითადია სადისერტაციო ნაშრომში, მოყვანილია ჩამდინარი წყლების გაწმენდის დახასიათება „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისად. ამავე დროს, აღსანიშნავია, რომ „საუკეთესო დასაშვები ტექნოლოგიის“ არსი შეესაბამება ГOCT P 54097-2010-ის ძირითად მიზანდასახულობას, „რესურსდაზოგვა. საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიები. იდენტიფიკაციის ტექნოლოგია“.

შესაბამისად, ამა თუ იმ კონკრეტული საწმენდი სადგურისთვის შემუშავებულია ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შერჩევის ალგორითმი (ბლოკ-სქემა) სათანადო კრიტერიალური მაჩვენებლების (ეკოლოგიური, კლიმატური, ეკონომიკური, ენერგოეფექტურობის) გამოყენებით. ეს მაჩვენებლები ეყრდნობა ლიტერატურულ წყაროებში აღწერილ ევროპაში მიღებულ „საუკეთესო

ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ შერჩევის დადებით გამოცდილებას, სამეცნიერო-კვლევის შედეგების ანალიზს და დარგის გამოცდილი ექსპერტ-სპეციალისტების კონსულტაციებს (ნახ. 1). 1-ლ ნახ-ზე მოყვანილი ბლოკ-სქემა კონკრეტულად აღებული ჩამდინარი წყლების საწმენდი სადგურისთვის ითვალისწინებს შემდეგ კრიტერიუმებს:

- საერთაშორისო ხელშეკრულებით მიღებულ ტექნიკურ ხერხებს გაწმენდილი წყლის წყალსატევში (მდინარე, ტბა და ა.შ.) ჩაშვებამდე;
- ჩამდინარი წყლების მოცულობებისა და შედგენილობის მიხედვით ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ფარგლებში გაწმენდის პროცესის დაგეგმვა მისაღები ეკონომიკური დანახარჯებისა და ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლების მიხედვით, „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიის“ უზრუნველსაყოფად. ამასთან, ჩამდინარი წყლების გაწმენდის რიგ ვარიანტებს შორის უნდა შეირჩეს ისეთი ალტერნატიული გადაწყვეტილება, რომელიც ნაკლებ ნეგატიურ გავლენას მოახდენს გარემოზე (აქ უმთავრესია ჰიდრო-სფეროზე ზემოქმედება გაწმენდილი წყლის წყალსატევებში ჩაშვებისას) და მოსალოდნელი ფინანსური დანახარჯები ტექნიკურ მოწყობილობებზე გაწმენდის პროცესის მაღალი ენერგოეფექტურობის მისაღებად იქნება ეკონომიური.

ჩამდინარი წყლების გაწმენდის შესახებ მონაცემების ფორმირების ბლოკ-სქემა (ნახ.2) მოიცავს ყველა იმ პირობის შესახებ ინფორმაციის (ჩამდინარი წყლების მოცულობები და შედგენილობა ნივთიერებების მიხედვით, დამაბინძურებელი ნივთიერებების წყალსატევში ჩაშვების პირობები, და ა.შ.) გათვალისწინებას, აგრეთვე ჩამდინარი წყლების გაწმენდის მეთოდს, ჩამდინარი წყლების ხელმეორედ გამოყენების შესაძლებლობას და სხვ., რომლებიც საჭიროა „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიის“ უზრუნველსაყოფად.

იმისათვის, რომ დადგინდეს, თუ რა ღონისძიებებს უნდა მიენიჭოს უპირატესობა სასურველი ეკოლოგიური მიზნის მისაღწევად, საჭიროა ჩატარებულ იქნას დანახარჯების ეფექტურობის ანალიზი კონკრეტული საწმენდი სადგურისთვის, ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ მონაცემების დაზუსტებისა და გამოყენების სფეროს შესაბამისად დანერგვის შესაძლებლობის ამსახველი ბლოკ-სქემის

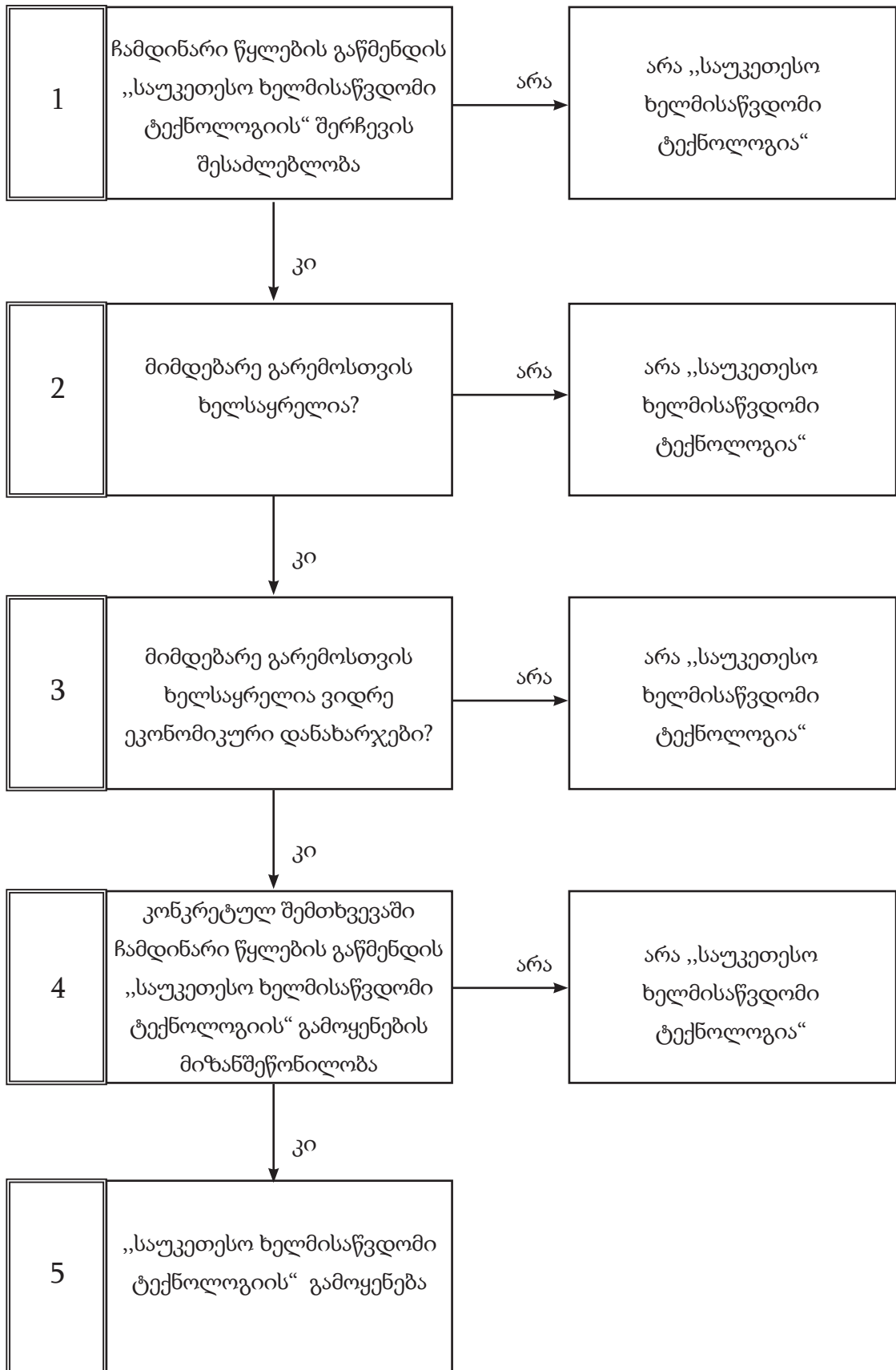
თანახმად (ნახ. 3) ისე, რომ გათვალისწინებულ იქნას მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ეკონომიკური დანახარჯებისა და ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლების მიზანშეწონილობის შეფასების პრინციპები.

აღსანიშნავია, რომ „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიის“ უზრუნველსაყოფად კონკრეტული საწმენდი სადგურის პირობებში საჭირო იქნება როგორც ეკონომიკური დანახარჯების, ასევე ეკოლოგიური პირობებისა და მაღალი ენერგოეფექტურობის შესაბამისი მაჩვენებლების კომპლექსური გადაწყვეტილების მიღება სპეციალისტების მიერ ფორმირებული ექსპერტული შეფასებების მეთოდის გამოყენებით, საანალიზო ტექნოლოგიის ხასიათის გათვალისწინებით.

1-ლ,მე-2 და მე-3 ნახ-ებზე მოყვანილი, აღწერილი და დახასიათებულია ბლოკ-სქემები:

ტექნოლოგიური საჭიროებებისთვის მსხვილი სამრეწველო საწარმოები იყენებენ როგორც ზედაპირული წყაროებისა და არტეზიული ჭაბურღილების, ასევე მათ საწმენდ ნაგებობებში გაწმენდილ ჩამდინარ წყლებს. წყლის მომხმარებელ მსხვილ საწარმოებში ზედაპირული წყაროების წყლის მოხმარებაზე მოდის 90%-97%; გაწმენდილი ჩამდინარი წყლების ჩაშვება ზედაპირულ წყაროებში შეადგენს 92%-დან 98%-მდე. საწარმოთა ტექნოლოგიურ ციკლში წყლის ხელმეორედ გამოყენება აღწევს 90%-ზე მეტს. უმრავლესობა საწარმოებისა, რომლებიც წყალს იღებენ უმეტესად ზედაპირული წყაროებიდან, აღნიშნავენ, რომ ხშირ შემთხვევაში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა დასაშვები კონცენტრაცია, რომელიც დადგენილია თევზსამეურნეო დანიშნულების წყალსატევში ჩამდინარი წყლების ჩასაშვებად, იმავე წყალსატევში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა კონცენტრაციაზე დაბალია, საიდანაც საწარმოები განახორციელებენ წყალაღებას.

რადგან სამრეწველო საწარმოებში ტექნოლოგიური მიდგომები წყლის მომზადებისა და წყლის გაწმენდის მეთოდების შესარჩევად ერთი და იგივეა და განსხვავდება მხოლოდ გაწმენდილი წყლის გამოყენების გადაწყვეტილებებით, საწმენდი მოწყობილობების მრავალ სახეობას



ნახ.1. ჩამდინარი წყლების გასაწმენდად „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შერჩევის გადაწყვეტილებათა მიღების ლოგიკური მიდგომის ბლოკ-სქემა

საერთო მონაცემები ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესახებ:

- საწმენდი ობიექტების რაოდენობა და ტერიტორიული განაწილება;
- ეკონომიკურობის მაჩვენებელი;
- გასაწმენდი ჩამდინარი წყლების შესახებ მონაცემები;
- გასაწმენდი ჩამდინარი წყლების მოცულობები;
- ძირითადი ეკოლოგიური პრობლემები და ა.შ .

ჩამდინარი წყლების „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიიდან“ გამომდინარე:

- ჩამდინარი წყლების ხარისხი;
- გაუწმენდავი ჩამდინარი წყლების მოცულობები;
- თანმდევი ეკოლოგიური გარემოს პრობლემები და ა.შ.

ჩამდინარი წყლების გაწმენდაში გამოყენებული ტექნოლოგიური პროცესის შესახებ მონაცემები და შესაძლო „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შერჩევა

ჩამდინარი წყლების შესახებ მონაცემების დამუშავება და „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისად მისაღწევი ხარისხი

პრიორიტეტული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ რეკომენდირება, რომელიც:

- ჩამდინარი წყლების შემცირებას უზრუნველყოფს წყალსატევში (მდინარე, ტბა და ა.შ.) ჩაშვებამდე;
- უზრუნველყოფს გასაწმენდ წყალში არსებული დააბინძურების შემცირებას ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში;
- უზრუნველყოფს მიმდებარე გარემოზე მინიმალურ ზემოქმედებას (სუნი,ფერი და ა.შ.);
- უზრუნველყოფს მოხმარებული რესურსისა და ენერგოეფექტურობის (ელ. მოხმარება, რეაგენტი და ა.შ) მაღალ მაჩვენებელს

ჩამდინარი წყლების გაწმენდისათვის შერჩეული ტექნოლოგიური პარამეტრების განსაზღვრა, რომლის დროსაც მიიღწევა გაწმენდის მაღალი ხარისხი, ენერგოეფექტურობა და მისაღები ეკოლოგიური გარემო:

- მიმდებარე ეკოლოგიურ გარემოზე უარყოფითი ზეგავლენის შემცირება;
- შესაბამისი ტექნიკური მახასიათებელი;
- მიღებადობა;
- დანახარჯები დანერგვაზე;
- დანერგვის განმაპირობებელი ძირითადი მიზეზები.

ნახ. 2. ჩამდინარი წყლების გაწმენდის შესახებ მონაცემები „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ დასაწერად



ნახ. 3. „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ ეკონომიკური სარგებლიანობის ეფექტურობის მახასიათებელი ძირითადი პრინციპები

გამოიყენებენ როგორც წყლის მოსამზადებლად, ისე წყალარინებისთვის. მაგალითად, დაბინძურებული წყლის დამუშავების ტრადიციულ მეთოდებს - დალექვას და გაფილტვრას საწარმოები გამოიყენებენ ორივე შემთხვევაში. საწარმოები ასევე იყენებენ ერთსა და იმავე საყოველთაოდ მიღებულ მეთოდებს წყლის ღრმა გაწმენდის აუცილებლობის შემთხვევაშიც რომელიმე სპეციფიკური კომპონენტის გამოყოფის ან დემინერალიზაციის დროს.

ამასთან, აშკარაა, რომ წყლის მომზადებისას წყლის გაწმენდის ხარისხისადმი მოთხოვნები, რომლებიც წაეყენება წყლის გამოყენებას ტექნოლოგიურ პროცესში, განსხვავდება იმ მოთხოვნებისგან, რომლებსაც უყენებენ ჩამდინარი წყლების გაწმენდას მათი წყალსატევში, განსაკუთრებით, თევზსამეურნეო დანიშნულების წყალსატევში, ჩაშვებისას. მაგალითად, რიგ საწარმოებში ტექნოლოგიური საჭიროებებისთვის მიმართული წყალი იწმენდება ხარისხის იმ მინიმალურ დონემდე, რომელიც მისაღებია არსებული ტექნოლოგიური პროცესისთვის, გაწმენდის ზოგიერთი ეტაპის გარდა, რომელიც აუცილებელია წყალსატევში ჩაშვებისას. ცალკეულ საწარმოებში გაწმენდილი ჩამდინარი წყლები გამოიყენება ბრუნვითი სისტემების გასაშვებად, ასამოქმედებლად, შესავსებად, რაც დაკავშირებულია ბრუნვით სისტემებში აორთქლების დროს წყლის დანაკარგსა და აუცილებელ გამორეცხვასთან მარილების დაგროვების თავიდან ასაცილებლად.

საწარმოში შეიძლება დაინერგოს ეკოლოგიური მენეჯმენტის სისტემები სტანდარტის შესაბამისად. თუმცა რიგ საწარმოებში მსგავსი სისტემები ინერგება ფორმალურად მხოლოდ იმისთვის, რომ მიაღწიონ შესაბამისობას უცხოური ბაზრების მოთხოვნებთან, ან რაიმე სხვა მიზნით, რომელიც არ არის დაკავშირებული ეკოლოგიურ შემადგენელთა გაუმჯობესებასთან. საწარმოთა უმრავლესობაში ეკოლოგიური მენეჯმენტის სისტემების დანერგვის მიზანია გარემოსდაცვითი საქმიანობის ეფექტურობის ზრდა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. საწარმოები ინფორმაციას გასცემენ დანერგვის პოზიტიური შედეგების შესახებ, როგორც ფინანსური (გადასახადის შემცირება გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედებისათვის), ასევე ნატურალური მაჩვენებლების თვალსაზრისით, ესენია: ჩაშვებული ჩამდინარი წყლების მოცულობის შემცირება, წყლის მოხმარების შემცირება, ბრუნვით წყალმომარაგებაში გამოყენებული წყლის

მოცულობის ზრდა.საწარმოების მიერ მოყვანილი მონაცემები მოწმობენ აღნიშნული მაჩვენებლების ცვლილებებს; გარკვეულ შემთხვევებში ეს ცვლილებები მნიშვნელოვანია, მაგრამ გათვალისწინებული უნდა იქნას ისიც, რომ ეკოლოგიური მენეჯმენტის სისტემები, როგორც წესი, ინერგება ეკოლოგიურად პასუხისმგებელ საწარმოებში; მათ დანერგვას შეიძლება ახლდეს ტექნოლოგიური ღონისძიებები საწმენდი ნაგებობების სრული მოდერნიზაციის ჩათვლით. ამრიგად, საწარმოების მიერ წარმოდგენილი მონაცემების საფუძველზე ძნელია იმ პოზიტიური ცვლილებების გამიჯვნა, რომლებიც იქნა მიღწეული მხოლოდ ეკოლოგიური მენეჯმენტის სისტემების დანერგვის ხარჯზე, მაგრამ თავად პოზიტიური ტენდენციების არსებობის ფაქტი უდავოა.

ცალკეულმა საწარმოებმა შეიძლება განახორციელონ ენერგომომხმარების შემცირების პროგრამები, მათ შორის, ჩამდინარი წყლების გადამუშავების ობიექტებზე მას შემდეგ, რაც ჩაატარებენ ძირითადი ტექნოლოგიური ოპერაციების ენერგეტიკულ აუდიტს.

ტექნოლოგიურ პროცესებში წყალმომხმარების ყველაზე დაბალ შესაძლო დონემდე შემცირების და გაწმენდილი წყლის ხელახლა გამოყენების ხარისხის ზრდის მიზნით საწარმოებში შეიძლება შეიქმნას წყალბრუნვის სისტემების დახურული ციკლი.

არჩევანი ტექნოლოგიური მიდგომების, მეთოდების, ზომების და ღონისძიებებისა, რომლებიც მიმართულია საწარმოო ჩამდინარი წყლების გასაწმენდად, განისაზღვრება „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ გამოყენების კონკრეტული სფეროების ჩამდინარი წყლების თავისებურებებით, რომლებიც ქვემოთაა განხილული.

საწარმოო ჩამდინარი წყლების ხარისხის შეფასებისას ყურადღება მახვილდება შემდეგ ძირითად მახასიათებლებზე: pH, ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები, მინერალიზაცია, შეწონილ ნივთიერებათა და ნავთობ-პროდუქტების (მათ შორის, მინერალური ზეთების) საერთო შემცველობა, ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილება, ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება, NH₃, ტოქსიკანტები, Fe, Mn, SO₃, SO₄, Ca, Mg, Al, ექსტრაჰირებული ორგანული ჰალოგენები, ფენოლები, პოლიქლორირებული დიბენზო-დიოქსინები/დიბენზოფურანები, საერთო ორგანული ნახშირბადი, საერთო

N, ნიტრატები და ნიტრიტები, საერთო P, Cr, Cu, Zn, Cl-, F-. ამ პარამეტრების მნიშვნელობა და მათი კონტროლისთვის გამოყენება დამოკიდებულია კონკრეტული საწარმოს სპეციალიზაციაზე და მის მიერ გამოყენებულ ტექნოლოგიებზე, რომლებიც ასევე ავლენენ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს და მათ კონცენტრაციას ჩამდინარ წყლებში გაწმენდამდე.

მესამე თავში განხილულია ჩამდინარი წყლების გასაწმენდად მიმართული ტექნოლოგიური მიდგომების, მეთოდების, ხერხების და ღონისძიებების აღწერა „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისად, კერძოდ:

- ფიზიკურ-მექანიკური დამუშავების არარეაგენტული მეთოდები,
- წყლის გაწმენდის ფლოტაციური მეთოდები,
- ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები,
- გაწმენდის რეგენერაციული მეთოდები,
- მემბრანული მეთოდები,
- ჩამდინარი წყლების გაწმენდის დესტრუქციული მეთოდები,
- ჟანგვა-აღდგენითი მეთოდები,
- ჩამდინარი წყლების ბიოლოგიური გაწმენდა,
- შეწონილი ნივთიერებებისგან გაწმენდა.

გაწმენდის წარმოდგენილი მეთოდები და ხერხები დეტალურადაა განხილული და დახასიათებული სადისერტაციო ნაშრომში.

მეოთხე თავში წარმოდგენილია ჩამდინარი წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პროგრესის დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე. შესაბამისად, მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქებისთვის წარმოდგენილია გაწმენდის შესაძლო ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების რეკომენდებული კომპლექსებით, რომლებიც ნორმატიული მოთხოვნის ფარგლებში უზრუნველყოფენ ჩამდინარი წყლის გაუვნებლების სათანადო ხარისხს. ამ თავში აგრეთვე განხილულია ჩამდინარი წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით წმენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს პირობებში, როგორც ჩამდინარი წყლების გაწმენდის არსებული ტექნოლოგიების შესაძლო ალტერნატივა.

ჩამდინარი წყლების დასაპროექტებელ საწმენდ ნაგებობებში თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიების“ გამოყენება რთულად რეალიზებადი საინჟინრო ამოცანაა, რომლის გადაწყვეტა უნდა განხორციელდეს ენერგოეფექტურობის მოხოვნების გათვალისწინებით.

აღსანიშნავია, რომ ჩამდინარი წყლების საწმენდი ნაგებობების დაპროექტება ბუნებრივი წყლების საწმენდი ნაგებობების დაპროექტებასთან შედარებით რთული ხასიათისაა. აღნიშნული სირთულე განპირობებულია ჩამდინარ წყლებში არსებული სხვადასხვა შედგენილობისა და შემადგენელი ინგრედიენტების მრავალფეროვნებით, რომელთა გაუვნებლება მოქმედი სტანდარტების მიხედვით (ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ფარგლებში) აუცილებელია წყალსატევებში მათ ჩაშვებამდე. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ, რომ სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო სახის ჩამდინარი წყლები მეტ-ნაკლებად შესწავლილია, ვიდრე სამრეწველო ჩამდინარი წყლები (რადგან სარეწველო ჩამდინარი წყლები შედგენილობის მიხედვით რთულ კომპონენტებს შეიცავენ, ხოლო საწმენდი ნაგებობები - რთული კომპლექსებს), ამიტომ ქმედით აქტუალობას იძენს თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიების“ გამოყენება საკვლევ პრობლემაში.

მიზნის მისაღწევად ჩამდინარი წყლების საწმენდი ნაგებობების დამპროექტებელმა შესაბამისი საპროექტო გადაწყვეტილებების მიღების შემოქმედებით პროცესში უნდა გაითვალისწინოს მოქმედების მექანიზმების მიხედვით რიგი ურთიერთგამომრიცხავი კრიტერიუმებისა, კერძოდ:

1. გაწმენდის ხვედრითი კაპიტალური დანახარჯები, ლარი/მ³;
2. ერთეულ მწარმოებლურობაზე საწმენდი ნაგებობების მიერ დაკავებული ხვედრითი ფართობი, მ²/მ³;
3. ხვედრითი დადგენილი სიმძლავრე, კვტ.სთ/მ³;
4. ხვედრითი რესურს- და ენერგომოხმარება, გ/მ³ (რეაგენტი) და კვტ.სთ/მ³ (ენერგომოხმარება);
5. გაწმენდილი წყლის თვითღირებულება, ლარი/მ³;
6. ხვედრითი საექსპლოატაციო დანახარჯები, ლარი/მ³.

ენერგოეფექტურობის მისაღები დონე და პროექტების სტადიაზე, რომელ-

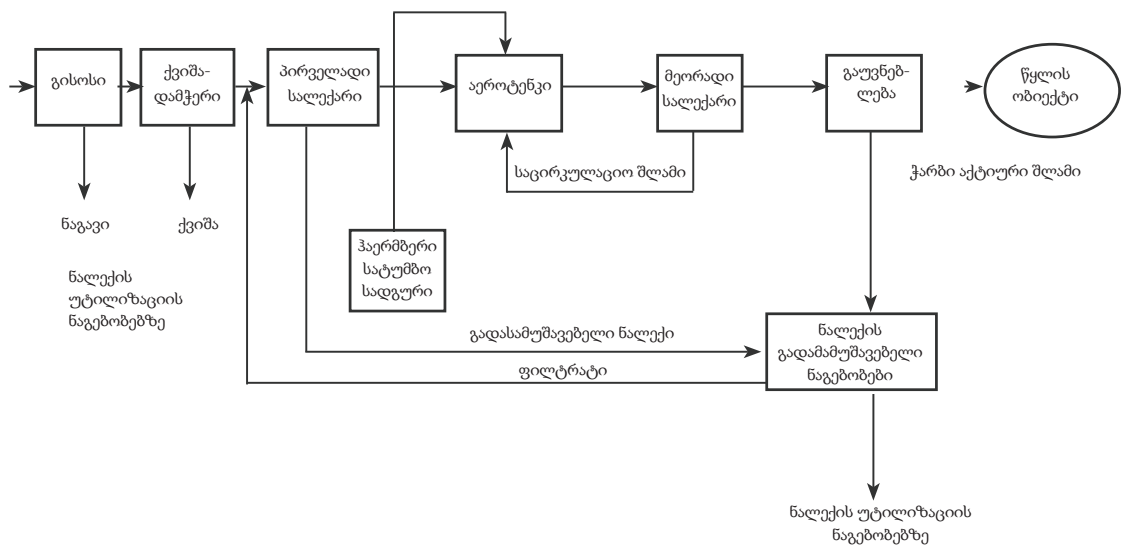
საც მოითხოვს შემკვეთი, უნდა შეესაბამებოდეს აღნიშნული კრიტერიუმების გარკვეულ მნიშვნელობებს. სრულებითაც არ არის შეუძლებელი, რომ საწმენდი ნაგებობები, რომლებიც მოიხმარენ მცირე ელექტროენერგიას, ვერ უზრუნველყოფენ გაწმენდის სათანადო ხარისხს, ან კიდევ, ის ნაგებობები, რომლებიც მოიხმარენ ბევრ ელექტროენერგიას, შეძლებენ ძალიან კარგად გაწმინდონ წყალი. აქედან გამომდინარე, აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ჩამდინარი წყლების საწმენდი ნაგებობების დაპროექტება უმეტესწილად გარკვეული საინჟინრო ხასიათის შემოქმედებითი ხელოვნებაა, ამიტომ ენერგოეფექტურობის მიღწევის წინასწარ მოცემული მკაცრი რეგლამენტებული წესები არ არსებობს. ამასთან დაკავშირებით ისიც გასათვალისწინებელია, რომ საწმენდი ნაგებობების დაპროექტების პროცესში, გარდა აღნიშნული ენერგოეფექტურობის მახასიათებელი კრიტერიუმებისა, დაპროექტების პროცესში კომპლექსში ჩართული უნდა იქნას როგორც ჩამდინარი წყლების შედგენილობა, ასევე მათი უთანაბრო მოდინების რეჟიმი. როგორც ცნობილია, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარი წყლების მოდინების უთანაბრობის კოეფიციენტის სიდიდე შეიძლება აღემატებოდეს $K=1,4$ -ის ტოლი. ასეთ პირობებში მიიჩნევენ, რომ დასაპროექტებელი საწმენდი ნაგებობები იფუნქციონირებენ ეფექტურად.

დღეისათვის ქვეყანაში მოქმედებს ჩამდინარი წყლების გაწმენდის ხარისხის უზრუნველყოფისა და მათ წყალსატევებში ჩაშვებაზე მკაცრად რეგლამენტებული ნორმები, განსაზღვრული ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ფარგლებში, რომლებიც შეესაბამება თევზსამეურნეო დანიშნულების წყალსატევებს. მაგრამ ისიც ნიშანდობლივია, რომ არსებული ეკონომიკური და ტექნოლოგიური მდგომარეობა ყოველთვის ვერ იძლევა ამის განუხრელი დაცვის საშუალებას.

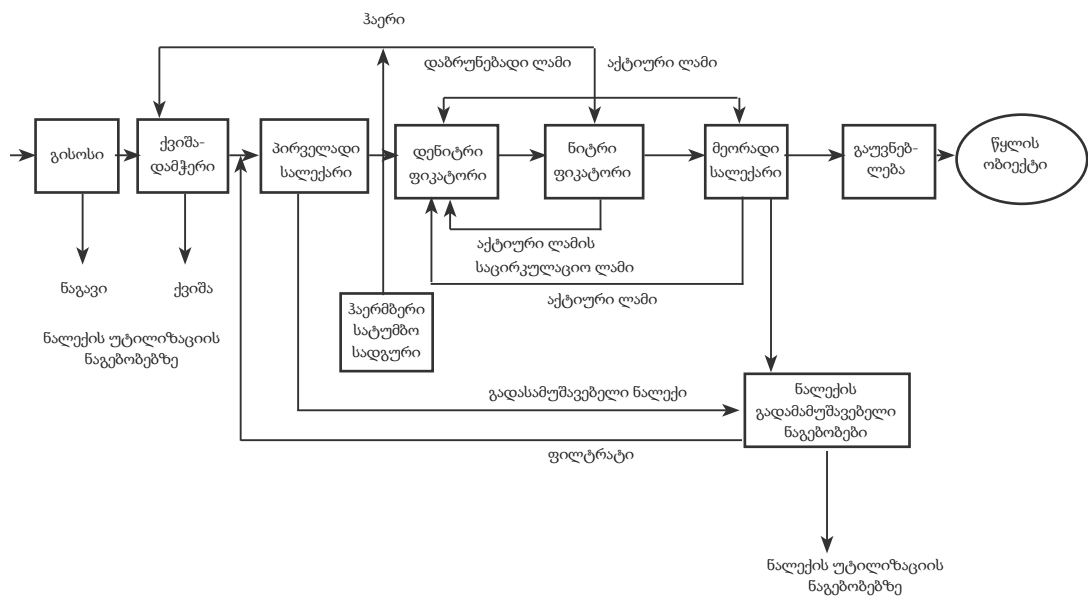
საყურადღებოა მცირე დასახლებული ადგილების (5-10 ათ. მ3/დღ. ღამ. ხარჯი), საშუალო ქალაქების (80-მდე ათ. მ3/დღ. ღამ. ხარჯი) და დიდი ქალაქების (80 და მეტი ათ. მ3/დღ. ღამ. ხარჯი) ჩამდინარი წყლების გაწმენდის შედეგების განხილვა, რომელიც მიღწეულია საზღვარგარეთის (რუსეთის) პრაქტიკაში რეალურად მოქმედ სადგურებში და ხასიათდებიან საექსპლოატაციო ფუნქციონირების საკმაოდ მაღალი ენერგოეფექტურობით (ცხრ.1):

ჩამდინარი წყლების შედგენილობის მაჩვენებლები, მგ/დმ3	დასახლების ტიპი					
	მცირე დასახლებები		საშუალო ქალაქები		დიდი ქალაქები	
	საკანალიზაციო საწმენდი ნაგებობა		საკანალიზაციო საწმენდი ნაგებობა		საკანალიზაციო საწმენდი ნაგებობა	
	გაწმენდამდე	გაწმენდის შემდეგ	გაწმენდამდე	გაწმენდის შემდეგ	გაწმენდამდე	გაწმენდის შემდეგ
შეწონილი ნაწილაკები	250-300	12-20	200	10-15	250	3-8
ჟემ სრული	250-300	15-20	250	5-15	250	3-7
ამონიუმის აზოტი	40-მდე	5-7	30	1-2	30	0,39
ნიტრიტული აზოტი	-	-	0,1	-	0,5-მდე	0,1
ნიტრატული აზოტი	10-მდე	15	5,0	12-15	6-მდე	9,1
ფოსფორი (P)	2-4	1-2	3,0	1-2	15-მდე	0,2-1,0
ნავთობპროდუქ.	4	1	4,7	0,5	4	0,05-0,50
ზან-ზედ. აქტ. ნივ	-	1	4	0,8	4	0,2
მინერალიზაცია	-	-	1000	1000	1000	1000
ქლორიდები	-	-	300	300	300	300
სულფატები	-	-	100	100	100	100
ქრომი-სამვალენ.	-	-	0,5	0,30	0,5	0,3
ნიკელი	-	-	0,25	0,1	0,25	0,10
სპილენძი	-	-	0,1	0,05	0,1	0,05
თუთია	-	-	0,3	0,20	0,3	0,20
ტყვია	-	-	0,05	0,03	0,05	0,01

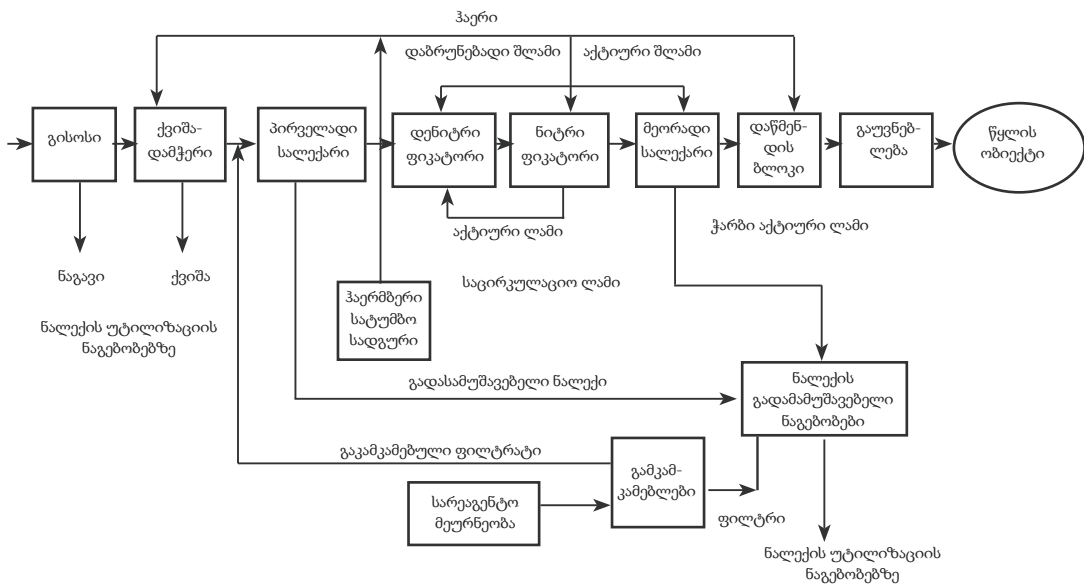
შესაბამისად, ზემოთ მოყვანილი სამივე ტიპის დასახლებისთვის მე-4, მე-5 და მე-6 ნახ-ებზე წარმოდგენილია ჩამდინარი წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის პრინციპული ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების კომპლექსებით, რომლებიც ნორმების შესაბამისად უზრუნველყოფენ გაწმენდის მაღალ ხარისხს, ფუნქციონირებენ თანამედროვე „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ შესაბამისად და ხასიათდებიან მაღალი ენერგოეფექტურობით:



ნახ.4. მცირე დასახლების საკანალიზაციო საწმენდი ნაგებობების ტექნოლოგიური სქემა



ნახ.5. საშუალო ქალაქების საკანალიზაციო საწმენდინაგებობების ტექნოლოგიური სქემა



ნახ.6 . დიდი ქალაქების საკანალიზაციო საწმენდი ნაგებობების ტექნოლოგიური სქემა

აღსანიშნავია, რომ მე-4, მე-5 და მე-6 ნახ-ებზე მოყვანილი ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა ნაგებობების ტიპური კომპლექსების შესაბამისად, კერძოდ:

1. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექარები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალექარები, გაუვნებლების ბლოკი.
2. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექარები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალექარები, გაუვნებლების ბლოკი.
3. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექარები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალექარები, დაწმენდის ბლოკი, გაუვნებლების ბლოკი.
4. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექარები, აეროტენკები ნიტრიფიკაცია-დენიტრიფიკაციით, მეორადი რადიალური სალექარები, გაუვნებლების ბლოკი.
5. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექარები, აეროტენკები ნიტრიფიკაცია-დენიტრიფიკაციით, მეორადი რადიალური სალექარები, გაუვნებლების ბლოკი.
6. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექარები,

აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალექარები, დაწმენდის ბლოკი, გაუვნებლების ბლოკი.

7. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექარები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მემბრანული ბიორეაქტორი, გაუვნებლების ბლოკი.
8. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექარები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მემბრანული ბიორეაქტორი, გაუვნებლების ბლოკი.

„საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისად რეკომენდებულია მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის პრინციპული ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების აღნიშნული კომპლექსებით, რომლებიც მისაღები ენერგოეფექტურობით ხასიათდებიან (ნახ.4,5,6).

ავტორის ხედვით, გადაწყვეტილებათა მიღების 4-ეტაპიანი სტრატეგიის შესაბამისად (გეგმა>კეთება>შემოწმება>ქმედება) მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისათვის შემუშავებულია „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისად მენეჯმენტის ბლოკ-სქემა მათი ენერგოეფექტურობის კვლევისა და პროგრამის განხორციელების მიზნით (ნახ.7):

საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ საწმენდი ნაგებობების კომპლექსში აეროტენკები ელექტროენერჯის ტევადი - 47%-ის მომხმარებლებია, აგრეთვე მათზე მოდის საერთო დანახარჯების -26%, ხოლო ტერიტორიულ განთავსებაზე-54%, ამიტომ აეროტენკების დაპროექტებას, როგორც ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესების შესაძლო რეზერვს, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს.

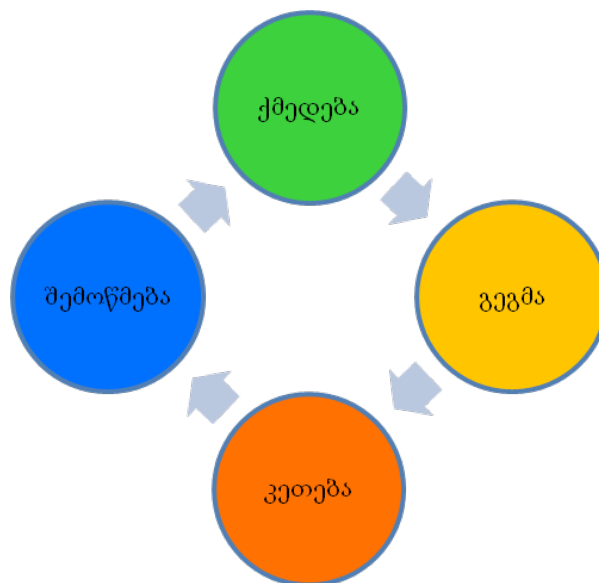
აღსანიშნავია აგრეთვე რიგი მახასიათებლებისა, რომლებსაც საწმენდი ნაგებობების დაპროექტების პროცესში ჯეროვანი ყურადღება უნდა გაეწიოს, კერძოდ: კომპლექსის შემადგენელი ნაგებობების ტერიტორიული განთავსება, ნაგებობების ენერგოდანახარჯები და ავტომატიზაციის აღჭურვის დონე (რომელიც უშუალოდ დაკავშირებულია ენერგოეფექტურობის მახასიათებლების დადგენასთან), ეკოლოგიური გარემოს უზრუნველყოფა, სამონტაჟო-აღდგენითი სამუშაოების წარმოების ორგანიზაცია და საიმედოობა და ა.შ.

გ ე ბ მ ა	<p>ნაბიჯი 1. მომზადება</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ენერგოპოლიტიკის ჩამოყალიბება და საერთო მიზნები ■ საერთო ხედვებზე დამყარებული შეთანხმებული მმართველობის უზრუნველყოფა ■ “ენერგოფენქტორის”(energy fenceline) შერჩევა ■ საუკესესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის (BAT) შერჩევა ■ ეფექტური მმართველი გუნდის შერჩევა ■ თითოეული თანამშრომლის მიერ ენერგოეფექტურობაზე პასუხისმგებლობის გააზრების მიღწევა <p>ნაბიჯი 2. საბაზო ენერგომომხმარებლის დონის განსაზღვრა</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ საბაზო და სანიმუშო ობიექტების დაარსება ■ ენერგოაუდიტის ჩატარება ■ არაეფექტური და ენერგიატევადი კვანძების იდენტიფიცირება <p>ნაბიჯი 3. ენერგოეფექტური ხედვის შექმნა და გაუმჯობესების პრიორიტეტები</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ სამომავლო პროექტებისა და ქმედებების განსაზღვრა და შეფასება <p>ნაბიჯი 4. მიზნებისა და ამოცანების განსაზღვრა</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ენერგეტიკაში მიზნებისა და ამოცანების განსაზღვრა პრიორიტეტული უბნების გაუმჯობესებისათვის ■ ეფექტურობის მაჩვენებლების განსაზღვრა
-----------------------	---

კ ე თ ე ბ ა	<p>ნაბიჯი 5. მმართველობის სისტემის შექმნა ენერგოეფექტურობის პროგრამის განხორციელებისათვის</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ სამოქმედო გეგმის შექმნა ■ ზემდგომ ხელმძღვანელობასთან შეთანხმება და უფლებამოსილების განსაზღვრა ■ ოპერაციების მართვისა და კონტროლის რეგლამენტის დანერგვა ■ დამტკიცების შემდეგ პრაქტიკაში დანერგვა
----------------------------	---

შ ე მ ო წ მ ე ბ ა	<p style="text-align: center;">ნაბიჯი 6. ენერგოეფექტურობის ამაღლების მართვის პროგრამის შედეგების მონიტორინგი და შეფასება</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ობიექტზე არსებული და დაგეგმილი პარამეტრების თანხვედრის გადამოწმება ■ შედეგის გასაუმჯობესებლად დამატებითი ღონისძიებების აუცილებლობის დაზუსტება ■ მოწყობილობების მომსახურების გეგმის შედგენა ■ მიღწეული პროგრესის შეფასება ■ შესაბამისი ზომების გატარება, თუ პროგრესი არ შეესაბამება დასახულ მიზნებს ■ წყლის ხარისხის მონიტორინგი
---	--

ქ მ ე დ ე ბ ა	<p style="text-align: center;">ნაბიჯი 7. ენერგოეფექტურობის ამაღლების პროგრამის მხარდაჭერა</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ მუდმივი ზრუნვა ენერგოეფექტურობის მომგებიანობაზე ■ მიღებული გამოცდილების გათვალისწინება ■ პერსონალისა და ხელმძღვანელობის პროცესებში ჩართულობის ზრდა ■ წარმატების გაზიარება
---------------------------------	---



ძირითადი შედეგები და რეკომენდაციები

სისტემურ-ლოგიკური კვლევის მეთოდოლოგიის საფუძველზე შემუშავებულია მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისთვის წყლის გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესარჩევად შესატყვის გადაწყვეტილებათა მიღების, მონაცემების დაზუსტებისა და განსახილველ სფეროში დანერგვის ლოგიკური მიდგომის ბლოკ-სქემები. შესაბამისად, შემუშავებულია სრული ბიოლოგიური გაწმენდის ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების კომპლექსებით: რენტაბელობის მახასიათებელი კრიტერიუმების, მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ენერგოეფექტურობის, ეკონომიკური დანახარჯების მიზანშეწონილობის შეფასების პრინციპების გათვალისწინებით, კერძოდ:

- √ შემუშავებულია საწმენდი სადგურისთვის ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შერჩევის ალგორითმი (ბლოკ-სქემა) შესაბამისი კრიტერიალური მაჩვენებლების (ეკოლოგიური, კლიმატური, ეკონომიკური, ენერგოეფექტურობის) გამოყენებით, რომლებიც ევროპაში მიღებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ შერჩევის დადებითი გამოცდილებით გამოირჩევა;
- √ შემუშავებულია საწმენდი სადგურისთვის ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ მონაცემების დაზუსტებისა და გამოყენების სფეროს შესაბამისად დანერგვის შესაძლებლობის ამსახველი ბლოკ-სქემები მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ეკონომიკური დანახარჯების, ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლების მიზანშეწონილობის შეფასების პრინციპების გათვალისწინებით;
- √ განხილულია ჩამდინარი წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პროგრესის დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე. შესაბამისად, მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქებისთვის წარმოდგენილია გაწმენდის შესაძლო ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების

რეკომენდებული კომპლექსებით, რომლებიც ნორმატიული მოთხოვნის ფარგლებში უზრუნველყოფენ ჩამდინარი წყლის გაუვნებლების სათანადო ხარისხს.

- ✓ მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისათვის გადაწყვეტილებათა მიღების ოთხეტაპიანი სტრატეგიის საფუძველზე (გეგმა>კეთება>შემოწმება> ქმედება), შემუშავებულია „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისად მენეჯმენტის განხორციელების ბლოკ-სქემა მათი ენერგო-ფექტურობის კვლევისა და პროგრამის განხორციელების მიზნით.
- ✓ რეკომენდებულია ჩამდინარი წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით წმენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს პირობებში, როგორც ჩამდინარი წყლების გაწმენდის არსებული ტექნოლოგიების შესაძლო ალტერნატივა.

სამუშაოს ძირითადი შინაარსი ასახულია სამეცნიერო პუბლიკაციებში:

1. **ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნებიერიძე.** ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარი-საყოფაცხოვრებო წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო პრინციპული სქემის შესახებ. თბილისი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ № 3(42), 2016.

2. **ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნებიერიძე.** ჩამდინარი წყლების ბუნებრივი ჭარბტენიანი ეკოსისტემებით გაწმენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების შესახებ. თბილისი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ № 3(43), 2016.

3. **ნ. ნებიერიძე.** ჩამდინარი წყლების ბუნებრივ საწმენდი ეკოსისტემების შესახებ. თბილისი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(42), 2016.

4. **ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ნ. ნებიერიძე.** ჩამდინარი წყლის სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა „საუკეთესო ხელაყრელი ტექნოლოგიის“ ბაზაზე. თბილისი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ № 4 (43), 2016.

5. **ნ. ნებიერიძე.** ჩამდინარი წყლების ბუნებრივი საწმენდი ეკოსისტემების შესახებ. საერთაშორისო კონფერენცია თემაზე: „ბათუმი, წარსული და თანამედროვეობა“ შრომათა კრებული № 7; 2 სექტემბერი 2016 წ

რეზიუმე

სისტემურ-ლოგიკური კვლევის მეთოდოლოგიის საფუძველზე შემუშავებულია მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისთვის წყლის გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესარჩევად შესატყვის გადაწყვეტილებათა მიღების, მონაცემების დაზუსტებისა და განსახილველ სფეროში დანერგვის ლოგიკური მიდგომის ბლოკ-სქემები. შესაბამისად, შემუშავებულია სრული ბიოლოგიური გაწმენდის ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების კომპლექსებით - რენტაბელობის მახასიათებელი კრიტერიუმების, მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ენერგოეფექტურობის, ეკონომიკური დანახარჯების მიზანშეწონილობის შეფასების და მენეჯმენტის პრინციპების გათვალისწინებით. კერძოდ:

- შემუშავებულია საწმენდი სადგურისთვის ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შერჩევის ალგორითმი (ბლოკ-სქემა) შესაბამისი კრიტერიალური მაჩვენებლების (ეკოლოგიური, კლიმატური, ეკონომიკური, ენერგოეფექტურობის) გამოყენებით, რომლებიც ევროპაში მიღებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ შერჩევის დადებითი გამოცდილებით გამოირჩევა;
- შემუშავებულია საწმენდი სადგურისთვის ჩამდინარი წყლების გაწმენდის „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ მონაცემების დაზუსტებისა და გამოყენების სფეროს შესაბამისად დანერგვის შესაძლებლობის ამსახველი ბლოკ-სქემები, მიმდებარე გარემოსთვის ეკოლოგიური ხელსაყრელობის პირობების, ეკონომიკური დანახარჯების, ენერგოეფექტურობის მაჩვენებლების მიზანშეწონილობის შეფასების პრინციპების გათვალისწინებით;
- შემუშავებულია ჩამდინარი წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პროგრესის დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე. შესაბამისად, მცირე, საშუალო და დი-

დი ქალაქებისთვის წარმოდგენილია გაწმენდის შესაძლო ენერგო-ეფექტური ტექნოლოგიური სქემები შემადგენელი ნაგებობების რეკომენდებული კომპლექსებით, რომლებიც ნორმატიული მოთხოვნის ფარგლებში უზრუნველყოფს ჩამდინარი წყლის გაუვნებლების სათანადო ხარისხს.

- ავტორის ხედვით, გადაწყვეტილებათა მიღების ოთხეტაპიანი სტრატეგიის საფუძველზე (გეგმა კეთება შემოწმება ქმედება) მცირე, საშუალო და დიდი ქალაქების ჩამდინარი წყლის საწმენდი სადგურებისათვის შემუშავებულია „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიის“ შესაბამისი მენეჯმენტის ბლოკ-სქემა მათი ენერგო-ეფექტურობის კვლევისა და პროგრამის განხორციელების მიზნით.
- რეკომენდებულია ჩამდინარი წყლების ბუნებრივი ეკოსისტემებით წმენდის საზღვარგარეთული გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობა საქართველოს პირობებში, როგორც ჩამდინარი წყლების გაწმენდის არსებული ტექნოლოგიების შესაძლო ალტერნატივა.

Summary

Systemic-logical survey based on the methodology developed for small, medium and large cities in waste water treatment plant for water purification “best available technology” for the selection of the decisions making, data specification and discussion in the field of implementation of a logical approach to the block-schemes and in accordance with the full biological treatment technological schemes with complex structures : characteristic criteria of profitability, the environment surrounding the ecological conditions of mutual convenience, efficiency, cost-economic feasibility assessment and management principles. In particular:

- Has been designed to clean up the wastewater treatment plant for the “best available technology” selection algorithm (flowchart) criteria with the use of appropriate indicators (environmental, climatic, economic, energy efficiency), which is distinguished with the positive experience of the best available technology selection in Europe;
- Has been designed to clean up the wastewater treatment plant for the “best available technology” for data specification and scope of the implementation of the possibility of block schemes, adjacent to the ecological environment in terms of convenience, economic costs, energy efficiency indicators in assessing the reasonableness of the principles of;
- Developed a complete biological treatment of wastewater to the modern scientific and technological progress at the level of developed “best technology available” basis. According to small, medium and large cities for the clearing of the possible schemes of energy efficient technological facilities with recommended complexes, which are within the statutory requirement to provide essential wastewater treatment.
- The author’s view of the decision making on the basis of the four-stage strategy (Plan> Do> Check> action) for small, medium and large cities in the sewage treatment plant has been designed with the “best available technology” in accordance with the implementation of management

flowchart their energy efficiency research and implementation of the Program.

- Natural ecosystems recommended wastewater cleansing overseas experience in the application of the conditions of possibility, as a possible alternative to wastewater treatment technology.