

აჭარის დაბების და სოფლების წყალმომარაგების და წყალარინების პროგრამის ფარგლებში ქობულეთის მუნიციპალიტეტის დაბა ოჩხამურში ჩამდინარე წყლების №2 გამწმენდი ნაგებობის მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროექტი

*გამწმენდი ნაგებობის ექსპლუატაციის პროცესში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ზედაპირული წყლის ობიექტში ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმების პროექტი*

*სს „აჭარის წყლის ალიანსი“*

## სს „აჭარის წყლის ალიანსი“



ევროკავშირი  
საქართველოსთვის  
The European Union for Georgia



KFW



აჭარის წყლის  
ალიანსი

აჭარის დაბების და სოფლების წყალმომარაგების და წყალარინების პროგრამის ფარგლებში ქობულეთის მუნიციპალიტეტის დაბა ოჩხამურში ჩამდინარე წყლების №2 გამწმენდი ნაგებობის და მასთან დაკავშირებული საკანალიზაციო სისტემის მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროექტი

*გამწმენდი ნაგებობის ექსპლუატაციის პროცესში ჩამდინარე წყლებთან ერთად შედაპირული წყლის ობიექტში ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმების პროექტი*

შემსრულებელი: არასამთავრობო ორგანიზაცია „ეკოტონი“

თბილისი, 2023 წ.

## ანგარიშის სტრუქტურა

საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №414. ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდრ) ნორმების გაანგარიშების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნების შესაბამისად წინამდებარე ანგარიში მოიცავს:

1	შესავალი.....	3
2	სატიტულო ფურცლები.....	4
3	ზდრ-ის ნორმების გაანგარიშების მეთოდისა ცალკეული დამაბინძურებელი ნივთიერებისათვის.....	6
4	საქმიანობის მოკლე აღწერა.....	7
4.1	ადგილმდებარეობა .....	7
4.2	საპროექტო გამწმენდი ნაგებობის ტექნიკური პარამეტრები და ოპერირების მახასიათებლები... 9	
4.2.1	ზოგადი მიმოხილვა .....	9
4.2.2	ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად აშენებული ჭაობების ზოგადი მახასიათებლები.....	9
4.2.3	ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად აშენებული ჭაობების ტექნოლოგიების განვითარება.....	14
4.2.4	საპროექტო გამწმენდი ნაგებობის ძირითადი პარამეტრები .....	16
4.2.5	ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა .....	20
5	წყალმომარაგება და ჩამდინარე წყლები.....	24
6	ჩამდინარე წყლების მიმღები წყლის ობიექტის დახასიათება და წყლის ხარისხის ფონური მდგომარეობა.....	25
7	ზდრ-ს ნორმების გაანგარიშება .....	25
8	წყალჩაშვების მონიტორინგი .....	29
9	ჩამდინარე წყლების ავარიული ჩაშვების თავიდან აცილებისათვის საჭირო ღონისძიებები 30	
10	გამოყენებული ლიტერატურა .....	31
11	დანართები .....	32
11.1	დანართი 1. უსახელო მდინარის წყლის ფონური ხარისხის გამოკვლევის შედეგები.....	32
11.2	დანართი 2. „პად“ ფორმები .....	34

# 1 შესავალი

წინამდებარე დოკუმენტი წარმოადგენს სს „აჭარის წყლის ალიანსი“-ს მიერ, აჭარის ავტონომიურ რესპუბლიკაში, ქობულეთის მუნიციპალიტეტის დაბა ოჩხამურში ჩამდინარე წყლების №2 გამწმენდი ნაგებობის და მასთან დაკავშირებული გამწმენდი ნაგებობის ექსპლუატაციის პროცესში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ზედაპირული წყლის ობიექტში ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმების პროექტს.

პროექტის ფინანსური მხარდაჭერა ხორციელდება გერმანიის რეკონსტრუქციის საკრედიტო ბანკის (KfW) და ევროკავშირის მიერ. სს „აჭარის წყლის ალიანსი“ (AWA) წარმოადგენს პროექტის განმახორციელებელს.

პროგრამის ფარგლებში გათვალისწინებულია დაბა ოჩხამურის წყალმომარაგების და წყალარინების სისტემის სრული განახლება. საკანალიზაციო სისტემები გათვალისწინებულია დაბის ყველაზე მჭიდროდ ურბანიზებული ადგილებისთვის. დასახლებული პუნქტის განაშენიანების სპეციფიკის, ადგილობრივი რელიეფის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით დაგეგმილია ხუთი ცალკეული ცენტრალიზებული საკანალიზაციო სისტემის მოწყობა, რომლებიც გრავიტაციულად დაუკავშირდება სხვადასხვა ლოკაციაზე განლაგებულ ჩამდინარე წყლების მცირე ზომის ხუთ გამწმენდ ნაგებობას (№№1, 2, 3, 4 და 5). წინამდებარე დოკუმენტი შეეხება ჩამდინარე წყლების №2 გამწმენდი ნაგებობის მშენებლობას და ექსპლუატაციას. საპროექტო გამწმენდი ნაგებობა გათვლილი იქნება მოსახლეობის საერთო რაოდენობაზე 200 PE<sub>50</sub>.

მოქმედი გარემოსდაცვითი კანონმდებლობის მიხედვით ზედაპირული წყლის ობიექტებში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (შემდგომში – ზდჩ) ნორმების დადგენა აუცილებელია იმ საქმიანობის სუბიექტებისათვის (საკუთრებისა და ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ფორმის მიუხედავად), რომლებიც ახორციელებენ გარემოზე ზემოქმედების შეფასებას დაქვემდებარებულ საქმიანობას და ამასთან, აწარმოებენ ზედაპირული წყლის ობიექტებში საწარმოო, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო, სანიაღვრე და სადრენაჟო ჩამდინარე წყლების, აგრეთვე სამელიორაციო სისტემების ნარჩენი წყლების ჩაშვებას. აღნიშნული მოთხოვნებიდან გამომდინარე შემუშავებული იქნა წინამდებარე ზდჩ-ს ნორმების პროექტი.

ზედაპირული წყლის ობიექტებში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვება განისაზღვრება, როგორც ჩამდინარე წყლებში არსებულ ნივთიერებათა ის მაქსიმალური მასა, რომლის ჩაშვება დროის ერთეულში წყლის ობიექტის მოცემულ კვეთში დასაშვებია წყლის ობიექტის დადგენილი რეჟიმის და წყლის ხარისხის უზრუნველყოფის გათვალისწინებით.

ზდჩ-ის ნორმა დგინდება თითოეულ საკონტროლო მაჩვენებელზე ფონური კონცენტრაციის, წყალსარგებლობის კატეგორიის, წყლის ობიექტში არსებული ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების და მისი ასიმილაციის უნარიანობის გათვალისწინებით.

ზდჩ-ის ნორმებს თითოეული წყალმოსარგებლისათვის ითანხმებს საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სსიპ – გარემოს ეროვნული სააგენტოს უფლებამოსილი პირი, არაუმეტეს 5 წლის ვადით.

ზდჩ-ის ნორმების პროექტში ჩამდინარე წყლის შემადგენლობის, რაოდენობის ან/და წყლის ჩაშვების კოორდინატების ცვლილების შემთხვევაში, ასევე ზდჩ-ის ნორმების პროექტის მოქმედების ვადის გასვლის შემთხვევაში, საქმიანობის სუბიექტი უზრუნველყოფს მის ხელახალ შემუშავებასა და შეთანხმებას.

## 2 სატიტულო ფურცლები

შეთანხმებულია  
სსიპ – გარემოს ეროვნული სააგენტო  
გარემოსდაცვითი შეფასების დეპარტამენტი

\_\_\_\_\_  
(უფლებამოსილი პირის  
სახელი, გვარი, თანამდებობა)

\_\_\_\_\_  
(უფლებამოსილი პირის ხელმოწერა)

„ “ 2023 წ.

ზღვრ შეთანხმებულია „ “ 20 წ.

„ “ 20 წ. ვადამდე

სარეგისტრაციო ნომერი \_\_\_\_\_

### წყალმოსარგებლის რეკვიზიტები:

1. დასახელება, საიდენტიფიკაციო კოდი: სს „აჭარის წყლის ალიანსი“, ს/კ: 445505178;
2. წყალმოსარგებლის საფოსტო მისამართი, წყალსარგებლობაზე პასუხისმგებელი თანამდებობის პირის გვარი, სახელი, თანამდებობა და ტელეფონი: თეიმურაზ ბედინაძე, „აჭარის წყლის ალიანსი“-ს დირექტორი, ტელ: +995 422 27 86 86; +995 591 51 11 15
3. ზღვრ შეთანხმებულია ჩამდინარე წყლების ჩაშვების 1 (ერთი) წერტილისათვის (ჩაშვების სქემა თან ერთვის);
4. ზღვრ პროექტის დამამუშავებელი ორგანიზაციის დასახელება და მისამართი: არასამთავრობო ორგანიზაცია „ეკოტონი“, მისამართი: ქ. თბილისი, ჭავჭავაძის 75.

**წყლის ობიექტში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებული დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმები**

1. საწარმო (ორგანიზაცია): სს „აჭარის წყლის ალიანსი“;
2. ჩაშვების წერტილის ნომერი - №2, კოორდინატები: – X – 735536; Y – 4637377.
3. ჩამდინარე წყლის კატეგორია: სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო;
4. მიმღები წყლის ობიექტის კატეგორია და დასახელება: უსახელო მდინარე, სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო კატეგორიის;
5. ჩამდინარე წყლის ხარჯი: 2.63 მ<sup>3</sup>/სთ (მაქსიმალური), 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ
6. შეთანხმებული ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმები (სხვა ნივთიერებების ჩაშვება აკრძალულია):

№	ინგრედიენტი	დასაშვები კონცენტრაცია ჩამდინარე წყალში, მგ/ლ	შეთანხმებული ზდჩ-ის ნორმა	
			გ/სთ.	ტ/წელ.
1.	შეწონილი ნაწილაკები:	83	218.29	0.72708
2.	ჟებ	83	218.29	0.72708
3.	ჟქმ	229	602.27	2.00604
4.	საერთო აზოტი	33	86.79	0.28908
5.	საერთო ფოსფორი	11	28.93	0.09636

7. ჩამდინარე წყლის ფიზიკური თვისებების დამტკიცებული მაჩვენებლები:
  - ა) მცურავი მინარევები – 0;
  - ბ) შეფერილობა – უფერო;
  - გ) სუნი –1 ბალი;
  - დ) ტემპერატურა, °C – < 25 °C ზაფხულში, > 5 °C ზამთარში;
  - ე) pH – 6.5 – 8.5;
  - ვ) კოლი-ინდექსი/E.coli – არაუმეტეს 10000/ლიტრში.
  - ზ) წყალში გახსნილი ჟანგბადი - >მგ O<sub>2</sub>/ლ – 4

სს „აჭარის წყლის ალიანსი“-ს დირექტორი



თეიმურაზ ბედინაძე

05  „-----“ 2023 წელი

### 3 ზღრ-ის ნორმების გაანგარიშების მეთოდთა ცალკეული დამაბინძურებელი ნივთიერებისათვის

ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების ნორმა დგინდება თითოეულ მაჩვენებელზე მიმდებ წყლის ობიექტში არსებული ფონური კონცენტრაციის, წყლის ობიექტის კატეგორიის, წყალში ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების და მათი ასიმილაციის უნარიანობის გათვალისწინებით.

ცალკეული დამაბინძურებელი ნივთიერების ზღრ-ის ნორმა წყლის ობიექტის ყველა კატეგორიისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$\text{ზღრ} = q \times C_{\text{ზღრ}}$$

სადაც:

$q$  – ჩამდინარე წყლის დამტკიცებული ხარჯი, მ<sup>3</sup>/სთ.

$C_{\text{ზღრ}}$  – ჩამდინარე წყალში დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია, მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>).

#### ჩამდინარე წყლის ხარჯის ( $q$ ) გაანგარიშება:

ჩამდინარე წყლის ხარჯის ( $q$ ) გაანგარიშება ხდება მრეწველობისა და სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგებისათვის პროდუქციის ერთეულზე დადგენილი/რეკომენდირებული წყლის გამოყენებისა და ჩაშვების დარგობრივი ნორმების მიხედვით.

სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების, აგრეთვე სანიაღვრე და სადრენაჟო წყლების ხარჯი იანგარიშება არსებული შესაბამისი რეკომენდაციების/მეთოდის მიხედვით.

ყველა შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იყოს ჩამდინარე წყლის ჩაშვების უთანაბრობის კოეფიციენტი და  $q$  განისაზღვროს როგორც მაქსიმალური ხარჯი დროის ერთეულში.

#### მდინარეებში ჩაშვებულ ჩამდინარე წყალში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა დასაშვები კონცენტრაციების ( $C_{\text{ზღრ}}$ ) განსაზღვრა:

$C_{\text{ზღრ}}$  იანგარიშება წყლის ობიექტში ჩამდინარე წყლის ჩაშვების შემდეგ განზავების გათვალისწინებით.

გამოიყენება შემდეგი ფორმულები:

– შეწონილი ნაწილაკებისთვის:

$$C_{z.d.c} = p \left( \frac{a \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_f$$

– ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილებისთვის (ჟბმ<sub>ბ</sub>):

$$C_{z.d.c} = \frac{a \cdot Q (C_r - C_r \cdot 10^{-kt})}{q \cdot 10^{-kt}} + \frac{C_r}{10^{-kt}}$$

– სხვა დამაბინძურებელი ნივთიერებებისთვის:

$$C_{z.d.c} = \frac{aQ}{q} (C_{z.d.k} - C_f) + C_{z.d.k}$$

ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები  $C_{\text{ზღრ}}$  შესაბამისი კატეგორიის წყლის ობიექტისათვის დადგენილია „ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის წესებით“.

ფონური კონცენტრაციები  $C_{\text{ფ}}$  მიიღება ამ სფეროში მომუშავე კომპეტენტური ლაბორატორიის მონაცემების მიხედვით.

## 4 საქმიანობის მოკლე აღწერა

### 4.1 ადგილმდებარეობა

ადმინისტრაციულად საქმიანობის განხორციელების ადგილი მდებარეობს აჭარის ავტონომიურ რესპუბლიკაში, ქობულეთის მუნიციპალიტეტში, დაბა ოჩხამურის საზღვრებში. ფიზიკურ-გეოგრაფიული თვალსაზრისით საპროექტო ტერიტორია განლაგებულია კოლხეთის დაბლობის სამხრეთ ნაწილში.

ქობულეთის მუნიციპალიტეტი მოქცეულია შავ ზღვას, მდინარე ჩოლოქსა და მესხეთის ქედს შორის. მუნიციპალიტეტს ჩრდილოეთიდან ესაზღვრება ოზურგეთის მუნიციპალიტეტი, სამხრეთ-დასავლეთით – ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტი, სამხრეთით – ქედის მუნიციპალიტეტი, სამხრეთ-აღმოსავლეთით – შუახევის მუნიციპალიტეტი. ზღვისპირა ზოლის სიგრძეა 24 კმ. მუნიციპალიტეტს უჭირავს 711,8 კმ<sup>2</sup> ფართობი. ქობულეთის მუნიციპალიტეტი 21 ადმინისტრაციული ერთეულადაა დაყოფილი, მათ შორის 1 ქალაქი, 2 სადაბო და 18 სასოფლო თემია.

დაბა ოჩხამური მდებარეობს ქობულეთის ვაკეზე, მდინარე ოჩხამურის ნაპირებზე, ზღვის დონიდან 12 მ სიმაღლეზე, ქობულეთიდან 10 კმ მანძილის დაშორებით.

საქმიანობის განხორციელების ტერიტორია (საპროექტო გამწმენდი ნაგებობა №2) მოეწყობა დაბა ოჩხამურის ცენტრალურ ნაწილში, ქობულეთის შემოვლითი ახალი საავტომობილო გზის მიმდებარედ. გამწმენდი ნაგებობის მოწყობისთვის გამოყოფილია ქობულეთის მუნიციპალიტეტის საკუთრებაში არსებული 2364 კვ.მ საერთო ფართობის მქონე არასასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის ნაკვეთის (საკ. კოდი: 20.37.02.510). მშენებლობისთვის გამოყოფილი ტერიტორიის მიახლოებითი კოორდინატებია: X – 735470; Y – 4637440..

ტერიტორიის სიმაღლე ზ.დ. 14-15 მ-ია. ნაკვეთი სწორია, არ აღინიშნება დაჭაობება. ტერიტორიაზე წარმოდგენილია ლითონბადის კუსტარულად მოწყობილი ლობეები და ძირითადად ხარობს მცენარეთა კულტურული სახეობები (თხილი და სხვ.). შესამჩნევია, რომ ნაკვეთი აქტიურად გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო მიზნით. უნდა აღინიშნოს, რომ ტერიტორიაზე გადადის მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზი და კუსტარულად მოწყობილი მცირე დიამეტრის პლასტმასის მილები (სავარაუდოდ ინდივიდუალური წყალმომარაგების მიზნით). ასევე ტერიტორიის მიმდებარედ გადის ჩქაროსნული მაგისტრალი. აუდიტის დროს სხვა ხილული საინჟინრო კომუნიკაციები არ დაფიქსირებულა. ტერიტორიაზე არ აღინიშნება მყარი ნარჩენებით დაბინძურების ფაქტები. ტერიტორიაზე მოხვედრა შესაძლებელია აღმოსავლეთით გამავალი ადგილობრივი მნიშვნელობის საავტომობილო გზიდან. აღნიშნული გზიდან მოეწყობა ხრეშიანი მისასვლელი გზა, დაახლოებით 35 მ სიგრძით, რომელიც საპროექტო ტერიტორიას დაუკავშირდება ჩრდილოეთის მხრიდან.



4.1.1 სიტუაციური სქემა



## 4.2 საპროექტო გამწმენდი ნაგებობის ტექნიკური პარამეტრები და ოპერირების მახასიათებლები

### 4.2.1 ზოგადი მიმოხილვა

დაბა ოჩხამურის ტერიტორიაზე წარმოქმნილი საკანალიზაციო ჩამდინარე წყლებისთვის გათვალისწინებულია ხელოვნური ტბორებით ფიტოგამწმენდის ტექნოლოგიის გამოყენება. ამავე ტექნოლოგიით მოეწყობა №2 გამწმენდი ნაგებობა. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ეს ტექნოლოგია ცნობილია „აშენებული ჭაობების“ „Constructed Wetlands“ (CW), ასევე „ჰიდრობოტანიკური მოედნების“ სახელით. ის უფრო და უფრო ფართოდ გამოიყენება განვითარებულ ქვეყნებში, განსაკუთრებით მცირე ტიპის დასახლებებისთვის. ასევე ბიომრავალფეროვნების თვალსაზრისით მგრძობიარე ტერიტორიებისთვის, სადაც ტიპური რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების მშენებლობა მიზანშეწონილი არ არის. იგი ხასიათდება სხვადასხვა ტიპის ჩამდინარე წყლებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოცილების საკმაოდ მაღალი მაჩვენებლებით.

### 4.2.2 ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად აშენებული ჭაობების ზოგადი მახასიათებლები

ჩამდინარე წყლების დამუშავებისა და გაწმენდის მიზნით აშენებული ხელოვნური ჭაობები ინჟინერიულ სისტემებს წარმოადგენს, რომლებიც აგებულია ბუნებრივი ჭაობის პროცესების გამოსაყენებლად, რათა კონტროლირებად პირობებში მოხდეს დამაბინძურებლების ტრანსფორმაცია და მოცილება. ჰიდრობოტანიკური მოედნები შენდება გამწმენდი ნაგებობების სუბსტრატების, მცენარეულობის ტიპებისა და ნაკადის სქემების კარგად განსაზღვრული შემადგენლობით და გაცილებით კონტროლირებადია ვიდრე ბუნებრივი სისტემები.

აშენებული ჭაობები და ბუნებრივი წყლის გამწმენდი სისტემები მიზნად ისახავს აკონტროლოს და ოპტიმიზაცია გაუწიოს ჭარბტენიანების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ეკოსისტემურ სერვისს და უნარს - ამოიღოს ან გარდაქმნას ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებლები. მათი უპირატესობა სასურველი ადგილის შერჩევაში, გამწმენდი ნაგებობების ზომების მოქნილობასა და რაც მთავარია, ჰიდრავლიკური გამტარუნარიანობის ჰიდროლოგიური რეჟიმის კონტროლში გამოიხატება. სისტემაში წყლის დომინანტური პოზიციიდან გამომდინარე, შესაძლებელია ორი ძირითადი ჯგუფის გამოყოფა: ზედაპირული ნაკადით აშენებული ჭაობები და მიწისქვეშა ნაკადის მქონე ჭაობები. მიწისქვეშა ნაკადის სისტემები შემდგომში დინების მიმართულების მიხედვით იყოფა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ნაკადის მქონე აშენებულ ჭაობებად.

ზედაპირული ნაკადით აშენებული ჭაობები, როგორც წესი, შედგება არაღრმა აუზებისგან ან არხებისგან, სადაც მაკროფიტების ზრდაგანვითარებისათვის ხელსაყრელი გარემო პირობებია შექმნილი. მისი დიზაინის ერთ-ერთი მთავარი პირობაა ნელი დინებით ჩამდინარე წყლების კონტაქტი რეაქტიულ ბიოლოგიურ ზედაპირებთან. ზედაპირული ნაკადის ჭაობები შეიძლება კლასიფიცირებული იყოს მაკროფიტის ტიპის მიხედვით: როგორცაა: თავისუფლად მცურავი მაკროფიტები, მცურავი ფოთლოვანი მაკროფიტები, წყალქვეშა მაკროფიტები და ხეები. ასეთი ტიპის ჭაობებში გამოყენებული ყველაზე გავრცელებულ მაკროფიტებს წარმოადგენს: ლელი (*Phragmites australis*), ლაქაში (*Typha angustifoli*) და სამგვერდა წყლის წაბლი (*Scirpus triquetar*).

როგორც წესი, ზედაპირული ნაკადით აგებულ ჭაობებს, განსაკუთრებით წყლის ზედაპირთან ახლოს აქვთ აერირებული ზონები, რომლის მიზეზი ატმოსფერული დიფუზიისა და წყალმცენარეებისა და ციანობაქტერიების ფოტოსინთეზური აქტივობის შედეგად ჟანგბადის წარმოქმნაა. ანოქსიური და თუნდაც ანაერობული პირობები შეიძლება მოხდეს ფსკერთან და განსაკუთრებით დაშლილი მცენარეული მასალის ფენაში.

თავისუფლად მცურავი მაკროფიტები ფორმით და ჰაბიტატის მახასიათებლებით მრავალფეროვანია. ძალიან პატარა ზომის მრავალწლოვანი მცენარეები პატარა ფესვებით. მაგ. როგორცაა წყლის პერი (*Lemna minor*) თავისუფლად მცურავ, მაღალპროდუქტიულ და

პლანეტის ყველაზე სწრაფად მზარდ მცენარეთა რიცხვს მიეკუთვნება. მას აქვს გავრცელების ფართო გეოგრაფიული დიაპაზონი, რადგან მათ შეუძლიათ გადარჩენა მსუბუქი ყინვის პირობებშიც კი. თავისუფლად მცურავი მაკროფიტებით აშენებული ჭაობები ინტენსიურად იყო შესწავლილი 1970-იანი წლების ბოლოს და 1980-იანი წლების დასაწყისში, მაგრამ ექსპლუატაციისა და მოვლის მაღალი ხარჯების გამო არ მოხდა ამ სისტემების ფართო მასშტაბით გამოყენება. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ეს მცენარე ბუნებრივად შეიძლება გაჩნდეს ყველა სახის ზედაპირული ნაკადით აშენებულ ჭაობებში, რადგან ამ მცენარეების ტრანსპორტირება ადვილად შესაძლებელია ქარით ან ფრინველებით.

წყლის ზედაპირზე თავისუფლად მცურავი ფოთლოვანი მაკროფიტები მოიცავს მცენარეთა სახეობებს, რომლებიც ფესვიანდება ჭაობის სუბსტრატში, ხოლო, მათი ფოთლებიწყლის ზედაპირზე ტივტივებს. ამ ტიპის მაკროფიტის ტიპური მაგალითია თეთრი დუმფარა (*Nymphaea alba*). ამ ჯგუფის მცენარეებს, როგორც წესი, აქვთ დიდი რიზომები და გრძელი ღეროებით მათთან დაკავშირებული წყლის ზედაპირზე მცურავი ფოთლები. წყალქვეშა მაკროფიტების შემთხვევაში მთელი მცენარე ჩაძირულია წყალში. ისინი საკვებ ნივთიერებებს ნალექებიდან იღებენ, თუმცა, აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთ მათგანს შეუძლია საკვები ნივთიერებების უშუალოდ წყლიდან შთანთქმაც. ჩაძირული მაკროფიტების გამოყენება ხდება ჟანგბადით გაჯერებულ წყლებში მყარი ნივთიერებების დაბალი კონცენტრაციით. წყალქვეშა მაკროფიტების გამოყენება რეკომენდირებულია აშენებული ჭაობებისთვის, რომლებიც განკუთვნილია მესამეული დამუშავებისთვის. ხშირად ისეთ მაკროფიტებსაც იყენებენ, როგორცაა: თავთავა ფრთაფოთოლა (*Myriophyllum spicatum*) და რქაფოთოლა (*Ceratophyllum demersum*), რომლებიც კოლხეთის დაბლობის ჭაობებში იზრდება. წყალქვეშა მცენარეები ბუნებრივად დაფარულია პერიფიტონით, რომელსაც ჟანგბადის გამოყოფის გზით გავლენა აქვთ დამაბინძურებლების მოცილებაზე. ტიპური, ზედაპირული ნაკადით აშენებული ჭაობები მაკროფიტებით შედგება არაღრმა აუზისგან ან აუზების თანმიმდევრობისგან, რომელიც შეიცავს 20-30 სმ დასაფესვიანებელ ნიადაგს, სადაც წყლის სიღრმე 10-60 სმ-ია. წყლის ნაკლები სიღრმე, დაბალი ნაკადის სიჩქარე და მცენარის ღეროებისა და შლამის არსებობა წყლის ნაკადს არეგულირებს. ამგვარ სისტემებში მერქნიან სახეობებს ნაკლებად იყენებენ. თუმცა, აღსანიშნავია ჭაობის კვიპაროსი (*Taxodium distichum*), რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას მლაშე წყლების დასამუშავებლად. ზედაპირული ნაკადით აშენებულ ჭაობებში, ორგანული ნივთიერებების ამოღება ძირითადად ხდება როგორც მიმაგრებული, ასევე თავისუფლად მცხოვრები ბაქტერიების მიერ ბაქტერიული მეტაბოლიზმის შედეგად. ბაქტერიები შეიძლება დაერთოს ან თავისუფლად მცურავი მცენარეების ფესვებსა და რიზომებს, ან დაფესვიანებული მაკროფიტების ღეროებსა და ფოთლებს. შეჩერებული მყარი ნივთიერებების მოცილება ხდება გრავიტაციული დალექვის გზით. მცენარეები მინიმუმამდე ამცირებენ ქარისგან გამოწვეულ ტურბულენტობას და წყლის აღრევას, რაც იძლევა ეფექტური დალექვის საშუალებას.

მიწისქვეშა ნაკადის მქონე აშენებული ჭაობები დინების მიმართულების მიხედვით შეიძლება დაიყოს ჰორიზონტალურად (HF CWs) და ვერტიკალურად (VF CWs). ჰორიზონტალური სისტემები მუდმივად იკვებება, ხოლო ვერტიკალური სისტემები კი პერიოდულად. კვების რეჟიმი ქმნის განსხვავებულ პირობებს ფილტრაციის მედიაში, ჰორიზონტალურის შემთხვევაში არის ანოქსიური/ანაერობული, ხოლო ვერტიკალურის შემთხვევაში კი აერობული. ჰორიზონტალური ნაკადით აშენებული ჭაობებში მექანიკურად წინასწარ დამუშავებული ჩამდინარე წყლები ნელა მიედინება. მას ხელს უწყობს ფილტრაციის კალაპოტის ზედაპირის ქვეშ დარგული მაკროფიტების მიერ შექმნილ სავსე ფოროვანი მასალა. ფილტრაციის მასალაში გავლისას ჩამდინარე წყლები აერობული, ანოქსიური და ანაერობული ზონების ქსელთან შედის კონტაქტში. მზარდი მაკროფიტები ხელს უწყობენ დაბინძურების მოსაშორებლად შესაფერისი პირობების შექმნას. მათი არაპირდაპირი როლია ზედაპირის იზოლაცია ცივი ამინდის პერიოდში, მიმაგრებული ბაქტერიებისთვის სუბსტრატების უზრუნველყოფა და ფესვის ექსუდატების გამოყოფა, რომლებსაც შეუძლიათ გააჩნდეთ ანტიმიკრობული თვისებები.

პირდაპირი როლი კი გულისხმობს ჩამდინარე წყლებიდან საკვები ნივთიერებების დაგროვებას ბიომასაში, რომელიც შეიძლება მოიხსნას.

აღნიშნული სისტემები უზრუნველყოფს ორგანული ნივთიერებების და შეჩერებული მყარი ნივთიერებების მაღალ და სტაბილურ მოცილებას. ორგანული ნივთიერებები იშლება როგორც ანაერობული, ასევე აერობული მიკროორგანიზმების მიერ, მაგრამ აერობული დეგრადაცია ძირითადად შემოიფარგლება ფესვებისა და რიზომების მიმდებარე ვიწრო ზონებში, რომლებშიც ჟანგბადი შეიძლება გამოთავისუფლდეს. ფილტრაციის ადგილზე გაბატონებული ანოქსიური/ანაერობული პირობების გამო, სისტემა უზრუნველყოფს შესაფერის პირობებს დენიტრიფიკაციისთვის. მეორეს მხრივ, ჟანგბადის ნაკლებობის გამო, ნიტრიფიკაცია და აორთქლება შეზღუდულია, თავისუფალი წყლის ზედაპირის არარსებობის გამო.

ვერტიკალური ნაკადით აშენებული ჭაობები, როგორც წესი, შედგება ფოროვანი მასალის ფსკერისაგან, რომლის მეშვეობითაც წყალი მოძრაობს ვერტიკალური მიმართულებით. ჭაობების ეს ჯგუფი აერთიანებს სხვადასხვა ჰიდროლოგიურ მახასიათებლებს. ვერტიკალური მიწისქვეშა ნაკადით აგებული ჭაობები შეიძლება ფუნქციონირებდეს წყვეტილ ნაკადთან, ქვედა ნაწილისკენ მიმართულ გაუჯერებულ ნაკადთან, გაჯერებული ქვემოთ ან ზემოთ მიმართულ ნაკადთან და მოქცევად ნაკადთან ერთად. ასეთი ტიპის სისტემები მოიცავს ჩარეცხვისა და შრობის ფაზებს.

ზემოთ მიმართული ნაკადის შემთხვევაში ჩამდინარე წყლები ნაწილდება ფილტრის ბოლოში და მოძრაობს ზევით ფილტრაციის ზედაპირისკენ. გადინება შეიძლება იყოს მცანარეთა ზედაპირის ქვემოთ ან ზემოთ. ეს სისტემა გამოიყენება შედარებით იშვიათად, ქვედა დინების სისტემებთან შედარებით და უზრუნველყოფს იგივე დამუშავების პირობებს, როგორც ჰორიზონტალური ნაკადის მქონე აშენებული ჭაობები. კალაპოტის გაჯერების გამო ქვემოთ მიმართული დინების შემთხვევაში ჩამდინარე წყლები ფილტრაციის კალაპოტის ზედაპირზე თანდათანობით მიეწოდება. ყოველი ახალი პარტია შემოდის მას შემდეგ, რაც წინა პარტიიდან წყალი გაჟღენთილია ფილტრში. ეს იძლევა ჰაერის დიფუზიის საშუალებას. ჩამდინარე წყლები ფილტრის ზედაპირზე ვრცელდება ნახვრეტებიანი მილების ქსელით, რაც წყლის თანაბარ მიწოდებას უზრუნველყოფს. წყალი სიმძიმის ძალით და ფილტრების მატრიცის გავლით ქვევით მიედინება დრენაჟის ფენისკენ. ყველაზე გავრცელებული ფილტრაციის მასალა ქვემო დინების აშენებულ ჭაობებში არის ქვიშა, უხეში ხრეში ან ქვები. ყველაზე ხშირად გამოიყენებული მაკროფიტი ამ ტიპის აშენებულ ჭაობებში არის ლელი (*Pragmites australis*). საფრანგეთში, ქვემოთ მიმართული ნაკადის მქონე ჭაობები გამოიყენება კანალიზაციის დასამუშავებლად ორსაფეხურიანი სისტემით, რომელსაც "ფრანგულ სისტემას" უწოდებენ. პირველ ეტაპზე ხდება ლამის დამუშავება, ორგანული ნივთიერებების ნაწილობრივი მოცილება და ნიტრიფიკაცია. მეორე ეტაპზე ხდება ორგანული ნივთიერებების შემდგომი მოცილება და ნიტრიფიკაცია. მნიშვნელოვანი განსხვავება ვერტიკალურ და ჰორიზონტალური დინებას შორის წარმოადგენს შევსებისა და გაშრობის ციკლები და გაუმჯობესებული ანაერობული პირობები ვერტიკალური დინების შემთხვევაში. ასევე, სისტემის უპირატესობებია ლამის ნელი დაგროვება ზედა ფენაზე და შედარებით მცირე ფართობის ტერიტორიის საჭიროება.

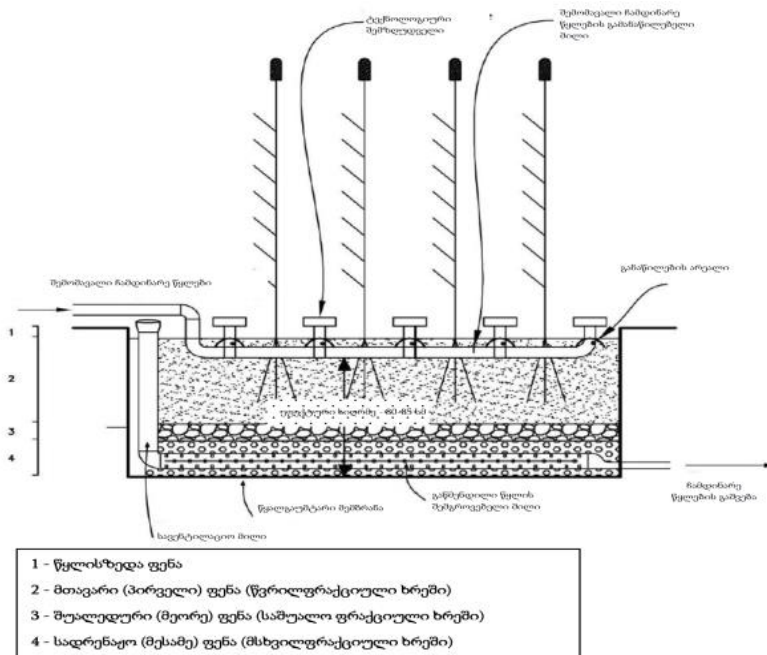
ძირითადი გამწმენდი მექანიზმები შეიძლება დაიყოს **ბიოტურ და აბიოტურ პროცესებად**. დამაბინძურებლების მოცილებაზე პასუხისმგებელი აბიოტური პროცესებიდან აღსანიშნავია დალექვის პროცესი, რომელიც მყარი და შეწონილი ნაწილაკების მოცილებას უწყობს ხელს. მცენარეთა ზედაპირზე მიმდინარე ადსორბციის და აბსორბციის პროცესები, როლის შედეგადაც ხდება დამაბინძურებლების შეკავება, ქიმიური ჟანგვა-აღდგენისა და დალექვის პროცესი, როდესაც მძიმე მეტალები გადადიან უხსნად, მყარ ფორმებში და სუბსტრატთან წყლის შეხებისას არააქტიურ მდგომარეობაში არიან. მზის სისტემით გამოწვეული ფიტოდეგრადაცია, დაჟანგვა და ნივთიერებათა დაშლა და აქროლადი ნაერთების აირად მდგომარეობაში გადასვლისას აორთქლება. ბიოტური პროცესებიდან აღსანიშნავია აერობული და ანაერობული ბიოდეგრადაცია მიკროორგანიზმების მეტაბოლიზმის შედეგად, არაორგანული ელემენტების ფიტო-აკუმულირება, მცენარეთა ფესვების მიერ არაორგანული ელემენტების შთანთქმა,

მცენარეებში ფერმენტების მიერ გადატანილი ორგანული და არაორგანული დამაბინძურებლების ფიტოდეგრადაცია, მცენარეების მიერ გამოწვეული რიზო-დეგრადაცია, რომელიც იწვევს ორგანული ნაერთების მიკრობულ დეგრადაციას და ფიტოაორთქლება მცენარეთა ფოთლების მეშვეობით.

ხელოვნურ ჭაობებშიც, მსგავსად ბუნებრივისა, წყალიკალაპოტის ზედაპირზე მიედინება და წყლის მცენარეების მკვრივი ფენის მეშვეობით იფილტრება. მაკროფიტებს აქვთ იგივე ტიპის კვების მოთხოვნა, როგორც ხმელეთზე მზარდ მცენარეებს და მათზე მრავალი იგივე გარემო ფაქტორი ახდენს გავლენას. განსაკუთრებული მნიშვნელობა კი წყალს, ჰიდროლოგიურ რეჟიმსა და დრენაჟს ენიჭება. ფოტოსინთეზის დროს მცურავი მცენარეები იყენებენ ატმოსფერულ ჟანგბადს და ნახშირორჟანგს. საკვები ნივთიერებების მიღება წყლის სვეტიდან ფესვების მეშვეობით ხდება. ფესვები კი შესანიშნავი საშუალებაა შეჩერებული მყარი ნივთიერებების ფოლტრაციის/ადსორბციისთვის და ბაქტერიების ზრდისთვის. ფესვების განვითარება არის მცენარის წყალში საკვები ნივთიერებების ხელმისაწვდომობის და საკვები ნივთიერებების მოთხოვნილების (ანუ ზრდის ტემპის) ფუნქცია. ამრიგად, პრაქტიკაში, გამწმენდი გარემოს სიმკვრივეზე და სიღრმეზე გავლენას ახდენს ჩამდინარე წყლების ხარისხი/წინასწარი დამუშავება და მცენარის ზრდის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები, როგორცაა ტემპერატურა. ფოტოსინთეზური ქსოვილის მიერ წარმოქმნილი მოლეკულური ჟანგბადი გადადის ფესვებში და შეუძლია შეინარჩუნოს ფესვის ზონა-მიკროორგანიზმების აერობული მეტაბოლიზმი, თუმცა მიმდებარე წყალი ანაერობული/ანოქსიურია. წყლის სისტემებში ჩამდინარე წყლები ძირითადად ბაქტერიული მეტაბოლიზმითა და ფიზიკური დალექვით მუშავდება, როგორც ეს ხდება ჩვეულებრივი წვეთოვანი ფილტრის სისტემებში. წყალმცენარეების ძირითადი ფუნქციაა წყლის გარემოს კომპონენტების უზრუნველყოფა, რომლებიც აუმჯობესებენ ჩამდინარე წყლების დამუშავების შესაძლებლობას და/ან ამ გარემოს საიმედოობას.

ვერტიკალურ ნაკადიანი აშენებული ჭაობების ტიპური სქემა იხ. სურათზე 4.2.2.1. ტიპური ხედები მოცემულია სურათებზე 4.2.2.2.

სურათი 4.2.2.1. ვერტიკალურ ნაკადიანი ჰიდრობოტანიკური მოედნის - . ე.წ. „აშენებული ჭაობების“ ტიპური სქემა





უნდა აღინიშნოს, რომ ტექნოლოგიის ეკოლოგიური მნიშვნელობა არა მარტო ჩამდინარე წყლების გაწმენდაში გამოიხატება, არამედ ზოგიერთ შემთხვევაში ხელოვნური ჭაობები ითავსებს წყალთან დაკავშირებული ცხოველთა სახეობებისთვის (განსაკუთრებით მიგრირებადი ფრინველები) მიმზიდველი ჰაბიტატის ფუნქციას. მიუხედავდ იმისა, რომ ჩვენს შემთხვევაში ხელოვნური ჭაობების საერთო ფართობი მცირეა, ხაზგასასმელია ის ფაქტი, რომ საპროექტო ტერიტორია მდებარეობს ფრინველთა სამიგრაციო დერეფნის სიახლოვეს, აქედან გამომდინარე ხელოვნური ჭაობი ამ ფრინველებისთვის მნიშვნელოვანი ჰაბიტატის ფუნქციასაც შეითავსებს.

ამ ტიპის გამწმენდ ნაგებობებში ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ხდება ორ ძირითად ეტაპად: პირველ რიგში ხდება სამეურნეო-ფეკალური წყლებიდან მყარი მასალის განცალკევება. ჩამდინარე წყლები კი მდორედ გაედინება გუბურებში. ეს გუბურები ერთდონიანია, რომლის ფსკერზეც მოწყობილია გარკვეული რაოდენობით თიხოვანი ნიადაგი, კალიუმის ქლორიდის, რკინის და ალუმინის შემცველობით. გუბურების ზედა იარუსს წარმოადგენს წყალმცენარეები, როგორც უკვე აღინიშნა ძირითადი მაკროფიტია ლელი (*Phragmites australis*). აქ ჩამდინარე წყლებისგან დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოცილება ხდება ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების შედეგად, რომელთაგან მთავარია: ბიოდეგრადაცია, ნიტრიფიკაცია/დენიტრიფიკაცია, ფილტრაცია, ადსორბცია.

ასეთ სისტემებში გაწმენდის ზოგადი ეფექტურობა ხასიათდება შემდეგი მნიშვნელობებით - შეწონილი ნაწილაკების მოცილება 80%-ს აღწევს, ჟმ და ჟქმ - 75-80%-ის ფარგლებშია, ხოლო აზოტის ნაერთების - 60%-მდე.

ხელოვნურ ჭაობებში მიმდინარე ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესები ხელს არ უწყობს მწერების განსაკუთრებულ გავრცელებას. ასეთი რისკები შეიძლება ითქვას არ განსხვავდება სხვა ღია ტიპის გამწმენდი ნაგებობებისგან.

აღნიშნული უპირატესობებიდან გამომდინარე, ჩვენს შემთხვევაშიც პროექტით გათვალისწინებულია ფრანგული ტიპის ვერტიკალური ნაკადის მქონე ჭაობების მოწყობა ერთფილტრიანი საფეხურით.

ევროპის მრავალ ქვეყანაში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ხელოვნურად შექმნილ ჭაობებში მზარდი მაკროფიტები ხელს უწყობენ დაბინძურების მოსაშორებლად შესაფერისი პირობების შექმნას. იმ შემთხვევაში თუ ლელის (*Phragmites australis*) და ლაქაშის (*Typha angustifolia*) მჭიდრო პლანტაციისათვის ხელსაყრელი სუბსტრატია შექმნილი მათი მძლავრი ფესვთა სისტემიდან გამომდინარე ისინი ძალიან მჭიდრო პოპულაციას ქმნიან და ამით ახდენენ ხელოვნური ჭაობის ზედაპირის იზოლაციას ცივი და ყინვიანი ამინდის პირობებში.

ხელსაყრელი პირობები/სუბსტრატი იქმნება ასევე ანტიმიკრობული თვისებების მქონე ბაქტერიებისათვის.

HF CW უზრუნველყოფს ორგანული ნივთიერებების და შეჩერებული მყარი ნივთიერებების მაღალ და სტაბილურ მოცილებას. ორგანული ნივთიერებები იშლება როგორც ანაერობული, ასევე აერობული მიკროორგანიზმების მიერ, მაგრამ აერობული დეგრადაცია ძირითადად შემოიფარგლება ფესვებისა და რიზომების მიმდებარე ვიწრო ზონებში, რომლებშიც ჟანგბადი შეიძლება განთავისუფლდეს.

აზოტის მოცილება მცენარის შეწოვისა და შემდგომი მოსავლის გზით შეზღუდულია და შეიძლება მიაღწიოს იმავე მნიშვნელობებს, როგორც ბუნებრივ ჭაობებში, ანუ დაახლოებით 30-60 გ N/m<sup>2</sup> წლიურად დიდი მაკროფიტებისთვის, როგორცაა ლელი *Phragmites australis* ან *Typha latifolia*. ფოსფორის მოცილება ჩვეულებრივ დაბალია.

ფილტრაციის საწოლში გაბატონებული ანოქსიური/ანაერობული პირობების გამო, HF CWs უზრუნველყოფს შესაფერის პირობებს დენიტრიფიკაციისთვის. მეორეს მხრივ, ჟანგბადის ნაკლებობის გამო, ნიტრიფიკაცია ძალიან შეზღუდულია და ასევე აორთქლება, რადგან არ არის თავისუფალი წყლის ზედაპირი.

#### 4.2.3 ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად აშენებული ჭაობების ტექნოლოგიების განვითარება

პირველი, დოკუმენტირებული ვერტიკალური ნაკადის მქონე აშენებული ჭაობის სისტემა დაპატენტებულია 1901 წელს. თუმცა, ცნობილია, რომ ჯერ კიდევ 1960-იან წლებში ტარდებოდა ექსპერიმენტები მაკროფიტების გამოყენებით სოფლის არაეფექტური გამწმენდი სისტემების გასაუმჯობესებლად (სეპტიკური ტანკები და იმჰოფის ტანკები), როდესაც ხდებოდა მაღალი გამტარი სუბსტრატების გამოყენება სხვადასხვა მაკროფიტებით დარგულ მოდულირებულ აუზებში. შედარებით მოგვიანებით გამოჩნდა ჰორიზონტალური დინების სისტემის მქონე გამწმენდები, რომელიც ცნობილია, როგორც "Root Zone Method". ამ შემთხვევაში ფილტრაციის ფსკერი ივსებოდა თიხის შემცველი მძიმე ნიადაგით, რომელზეც დარგული იყო ლელი (*Phragmites australis*). მოგვიანებით დაიწყო მათი ნიადაგით შევსებაც, თუმცა, მან ვერ მიაღწია და შეინარჩუნა საჭირო ჰიდრაულიკური გამტარობა და სწრაფად დაიხურა. ნიადაგის, როგორც ფილტრაციის მასალის შეუსაბამობა მოგვიანებით დადასტურდა დანიასა და გაერთიანებულ სამეფოში ჩატარებული კვლევების შედეგად და დაზუსტდა, რომ ხრეში წარმოადგენდა ყველაზე შესაფერის ფილტრაციის საშუალებას. ამჟამად, აშენებული ჭაობების უმეტესობაში სწორედ ხრეში ან დაქუცმაცებული ქანები გამოიყენება, ფრაქციების ზომით 5-დან 20 მმ-მდე.

1960-იან წლებში აშენებული გამწმენდი ჭაობების კვლევის უმეტესი ნაწილი მიმართული იყო მიწისქვეშა სისტემებზე, თუმცა ჰოლანდიასა და უნგრეთში ასევე ხდებოდა ზედაპირული ნაკადის ჭაობების მშენებლობაც. ამავე პერიოდში ჩრდილოეთ კაროლინაში დაიწყო სანაპირო ლაგუნების გამოყენება მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გადამუშავებისთვის. დარტებოდა ექსპერიმენტები მცურავ მცენარეებზე, განსაკუთრებით წყლის ჰიაცინთან (*Eichhornia crassipes*-თან). ექსპერიმენტები შემოიფარგლებოდა მცირე მეზოკოსმებით და ისეთ ადგილებში ტარდებოდა, სადაც ეს მცენარე ბუნებრივად გვხვდება, როგორცაა სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზია და შეერთებული შტატების სამხრეთ ნაწილები.

1970-იან წლებში, ევროპაში, ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად აშენებულ ჭაობებზე კვლევა ძირითადად შეეხებოდა მიწისქვეშა ნაკადით აგებულ ჭაობებს, შეერთებულ შტატებში ჩატარებული კვლევები კი ძირითადად ფოკუსირებული იყო ზედაპირული ნაკადით აშენებულ ჭაობებზე, თუმცა ასევე ხდებოდა მიწისქვეშა ნაკადის ტექნოლოგიების შესწავლაც. პირველი სრულმასშტაბიანი მიწისქვეშა ნაკადის მქონე ჰორიზონტალური ტიპის სისტემა ამოქმედდა 1974 წელს გერმანიაში, მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად.

ბოლო ათწლეულებში განსაკუთრებით შეინიშნება აშენებული ჭაობების ტექნოლოგიის სწრაფი ზრდა მთელ მსოფლიოში. 1980-იანი და 1990-იანი წლები შეიძლება ჩაითვალოს მსოფლიოში ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად აშენებული ჭაობების სწრაფი განვითარების პერიოდად. აღნიშნულ ტექნოლოგიაზე განსაკუთრებული აქცენტით ტარდებოდა მრავალი საერთაშორისო კონფერენცია მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში, რომლებიც ძირითადად ორგანიზებული იყო წყლის საერთაშორისო ასოციაციის (1990-იან წლებში, წყლის დაბინძურების კვლევისა და კონტროლის საერთაშორისო ასოციაციის და წყლის ხარისხის საერთაშორისო ასოციაციის) მიერ. 1986 წლის ოქტომბერში, ათ ევროპულ ქვეყანას შორის თანამშრომლობის შედეგად მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება ევროპული საკოორდინაციო ჯგუფის ჩამოყალიბების შესახებ. ამავე პერიოდში, შერთებულ შტატებში მოეწყო საერთაშორისო კონფერენციები ჩამდინარე წყლების გაწმენდისთვის აშენებულ ჭაობებში მცენარეების გამოყენების შესახებ, რომლებმაც მნიშვნელოვანი როლი ითამაშეს ამ ტექნოლოგიების განვითარებაში. აღნიშნული ტექნოლოგიების გამოყენება დაიწყო დანიაში, ავსტრიაში და დიდი ბრიტანეთში, ძირითადად მუნიციპალური კანალიზაციის გაწმენდისთვის. ჰიბრიდული სისტემის მქონე გამწმენდების მშენებლობა მიმდინარეობდა ასევე საფრანგეთში. ტექნოლოგიების დანერგვა მიმდინარეობდა ავსტრალიასა და აფრიკაში, სხვადასხვა ტიპის ნარჩენების გაწმენდის მიზნით. აშენებული ჭაობების დაკვირვებებზე დაყრდნობით მალევე დაიწყო ჩამდინარე წყლების გაწმენდისთვის აშენებული ჭაობების დიზაინისა და ექსპლუატაციის შესახებ სახელმძღვანელო დოკუმენტების გამოცემა.

მე-20 საუკუნის ბოლო ათწლეულის განმავლობაში, აშენებული ჭაობების ტექნოლოგია გავრცელდა ყველა კონტინენტზე, ყველა ტიპის სისტემის გამოყენებით. 1990-იან წლებში მისი დანერგვა დაიწყო აზიის რამდენიმე ქვეყანაში (ჩინეთი, ინდოეთი, ნეპალი). ჩინეთში, პირველი სრულმასშტაბიანი სისტემა ამოქმედდა 1990 წელს. აშენებული ჭაობები გამოიყენებოდა ძირითადად მუნიციპალური კანალიზაციისა და სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაწმენდისთვის. ამავე პერიოდში, ნეპალში აშენებული ჭაობები გასანაკურებელი ყურადღების ქვეშ მოეცა ექსპლუატაციისა და მოვლა-პატრონობის დაბალი ხარჯების გამო. აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენება დაიწყო საავადმყოფოს ჩამდინარე წყლების გასაწმენდადაც.

აშენებული ჭაობები 21-ე საუკუნეში მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ჩამდინარე წყლების დამუშავების „სერტიფიცირებულ“ მეთოდად იქცა. ზოგიერთ ქვეყანაში, მაგალითად, ჩინეთში, აშენებული ჭაობების რაოდენობამ ასი ათასს გადააჭარბა და მისი რაოდენობა კვლავ იზრდება. ასევე მზარდია აშენებული ჭაობების რაოდენობა სამხრეთ ამერიკაში, განსაკუთრებით კოლუმბიაში, არგენტინასა და ჩილეში. სამწუხაროდ, ტექნოლოგია მნიშვნელოვნად არ გავრცელებულა აფრიკაში, სადაც მისი განვითარების დიდი პოტენციალია.

21-ე საუკუნის დასაწყისში, ჩამდინარე წყლების დამუშავების კვლევა აშენებულ ჭაობებში ფოკუსირებული იყო დიზაინისა და ექსპლუატაციის სხვადასხვა ასპექტზე, განსაკუთრებით დამაბინძურებლების გაძლიერებული მოცილებისთვის. ყურადღება გამახვილებული იყო აერაციაზე, მიკრობული საწვავის უჯრედებსა და ბიოაუგმენტაციაზე, არაორგანული ანიონების მოცილებაზე, ფილტრის მასალების შერჩევაზე, სორბციის უნარზე, სხვადასხვა ბაქტერიების ჯგუფის ფუნქციების განსაზღვრაზე; ფარმაცევტული და პირადი მოვლის საშუალებების მოსაშორებლად გამოვლენილ ეფექტურობაზე. არაერთ კვლევაში იქნა აღნიშნული აშენებული ჭაობების მიერ ურბანულ და პერიფერიულ რაიონებში კანალიზაციისა და სადრენაჟო სისტემების გაწმენდის ეფექტურობისა და ტექნოლოგიის წრიული ეკონომიკის პრინციპებთან შესაბამისობაზე. ხაზგასმულია აშენებული გამწმენდი ჭაობების მნიშვნელობა წყლის ციკლების აღდგენისა და შენარჩუნების, წყლისა და ჩამდინარე წყლების დამუშავების, აღდგენისა და ხელახალი გამოყენების, აგრეთვე საკვები ნივთიერებების აღდგენისა და ხელახალი გამოყენების კუთხით.

მთელი ამ პერიოდის განმავლობაში ჩატარებული სხვადასხვა კვლევების თანახმად, ხელოვნური ჭაობები აღიარებულ იქნა ჩამდინარე წყლების გაწმენდის საიმედო ტექნოლოგიად. ასევე,



კვლევებში აღნიშნულია, რომ ხელოვნური ჭაობები კიდევ უფრო უკეთ ფუნქციონირებს ცივი კლიმატის პირობებში. ასევე, აღნიშნულია ის ფაქტი, რომ ისინი არ საჭიროებენ მიწის დიდ ფართობს, ამის გამო მათი გამოყენება შესაძლებელია მჭიდროდ დასახლებულ ადგილებშიც, თუმცა აღსანიშნავია ისიც, რომ აღნიშნული ტექნოლოგიები უკეთ ფუნქციონირებენ შედარებით მცირე დასახლებებისთვის.

#### 4.2.4 საპროექტო გამწმენდი ნაგებობის ძირითადი პარამეტრები

ჰიდრობიოტანკური მოედნების (CW უჯრედების) პროექტირების ფაზა პირობითად იყოფა ორ ნაწილად: აუზების საჭირო ფართობის გამოთვლა და მათი ფიზიკური მახასიათებლების დადგენა. გამოთვლებისას საჭიროა სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინება, მათ შორის: შემომავალი ჩამდინარე წყლების მახასიათებლები (ნაკადის სიჩქარე, ქიმიური შემადგენლობა, ფიზიკური პარამეტრები), რეგიონის კლიმატი, ასევე გაწმენდის სტანდარტები. როგორც წესი, აუცილებელია ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური, სოციალური და ეკონომიკური ფაქტორების მხედველობაში მიღებაც.

ზემოაღნიშნული ფაქტორების გათვალისწინებით დაბა ოჩხამურის №2 გამწმენდი ნაგებობისთვის განისაზღვრა 3 ერთნაირი ზომის CW უჯრედი, ზედაპირის საერთო ფართობით 200 მ<sup>2</sup> (თითოეული 67 მ<sup>2</sup>). გამწმენდი ნაგებობის სიმძლავრე იქნება 200 მოსახლის ექვივალენტი 50. ჩამდინარე წყლების გაწმენდა განკუთვნილია 24 მ<sup>3</sup>/დღ კანალიზაციის სიმძლავრეზე.

მიმღები და კვების სტრუქტურა: CW უჯრედებს წინ გააჩნია წყლის მიმღები და კვების სტრუქტურა, რომელიც თავდაპირველად აღჭურვილია გისოსებით და ხდება წყლის წინასწარი დამუშავება (ე.წ. სკრინინგის ეტაპი).

გაწმენდის მაქსიმალური ეფექტის მისაღწევად საჭიროა, რომ ჩამდინარე წყლები კარგად განაწილდეს CW უჯრედების მთლიან ზედაპირზე. ადგილობრივი რელიეფი (სიმაღლის მისაღები სხვაობა) საშუალებას იძლევა, რომ შემომავალი წყლის გადანაწილება უჯრედებში მოხდეს თვითდენით, ტუმბოების გარეშე.

კვების სტრუქტურა წარმოადგენს ავტომატური რეგულირების სიფონურ სისტემას, რომელსაც შეუძლია დაიწყოს, ან შეაჩეროს წყლის მიწოდება CW უჯრედებში. სისტემა ძალიან მარტივი და სტაბილური იქნება. ის დამზადებული იქნება სამი 90° მუხლისაგან, რომელიც ჩასმული იქნება ფსკერის ფილაში: თითოეული განსაზღვრულია თითო მოედნისათვის. ორი სწორი მილი ჩასმულია მილმაბრში, რომელიც დახურული უნდა იყოს: ის შემდეგ კეტავს 2 ერთმანეთთან დაკავშირებული მიწოდების ხაზს. სიფონური სისტემიდან CW უჯრედებში მიმწოდებელი მილსადენები მიწაში იქნება ჩამარხული.

ხმაურისა და სუნის გავრცელების შესამსუბუქებლად მიმღები და კვების სტრუქტურა იქნება დახურული ტიპის.

ავარიული გადასხმის მოწყობილობა დამონტაჟებული იქნება იმავე კამერაში, სადაც სკრინინგის გისოსებია. ის იმგვარად იქნება დაპროექტებული, რომ წყალი გადმოიღვაროს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ შემომავალი ფაქტიური ნაკადი უფრო მეტია, ვიდრე წვიმიანი ამინდისათვის გათვალისწინებული საპროექტო ნაკადი. გადასხმის მოწყობილობა მდებარეობს გისოსების შემდეგ, ანუ თუ ჩამდინარე წყლის ავარიული გადასხმა მოხდება, ის გისოსებს გაივლის.

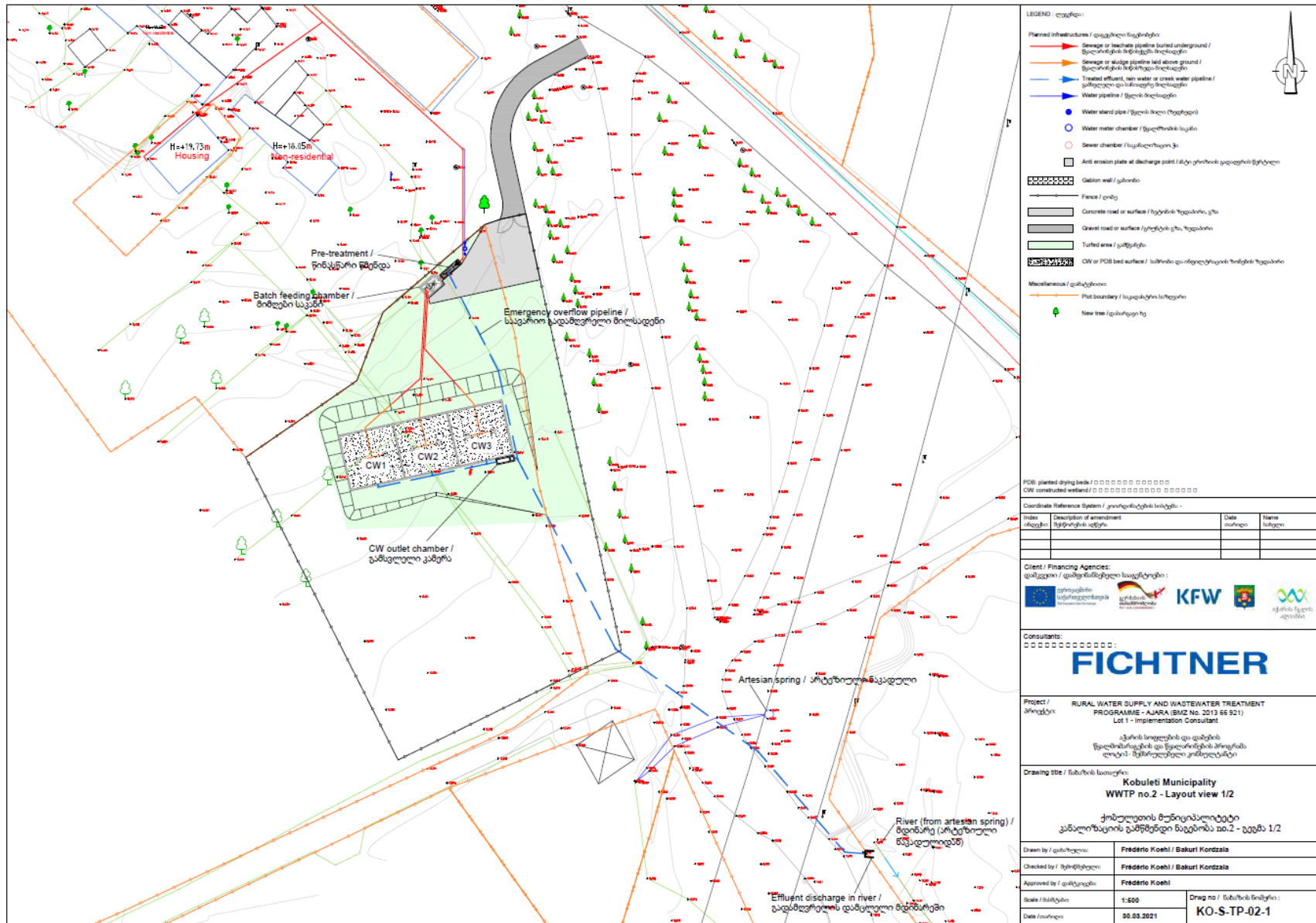
საპროექტო გამწმენდი ნაგებობის ძირითადი პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 4.2.4.1 ნახაზზე 4.2.4.1 წარმოდგენილია გამწმენდი ნაგებობის გენ-გეგმა, ხოლო დანართში 1 წარმოდგენილია ცალკეული შემადგენელი ობიექტების საპროექტო ნახაზები.

ცხრილი 4.2.4.1 გამწმენდი ნაგებობის ძირითადი პარამეტრები

აღწერა	ერთეული	მოცულობა
<b>ჩადინების დატვირთვები:</b>		
მოსახლეობის ექვივალენტი	PE <sub>50</sub>	200
მოსახლეობის ექვივალენტი	PE <sub>60</sub>	167
<b>ჩადინების ჰიდრაულიკური დატვირთვები:</b>		
მშრალი ადმინდის დინება	მ <sup>3</sup> /დღ	24,0
მშრალი ამინდი - საათობრივი მინიმუმი	ლ/წმ	0,1
მშრალი ამინდი - საშუალო საათში	ლ/წმ	0,3
მშრალი ამინდის დინება - საათობრივი მაქსიმუმი	ლ/წმ	0,6
სველი ამინდის დინება - საათობრივი მაქსიმუმი	ლ/წმ	0,7
<b>ჩადინების დაბინძურების დატვირთვები გამწმენდი ნაგებობის შესასვლელთან</b>		
BOD <sub>5</sub> (ჟბმ <sub>5</sub> )	კგ/დღ	100
COD (ჟკმ)	კგ/დღ	220
TSS (შეწონილი ნაწილაკები)	კგ/დღ	100
საერთო აზოტი	კგ/დღ	20
<b>ჩადინების დაბინძურების დატვირთვები გამწმენდი ნაგებობის გამოსასვლელთან</b>		
BOD <sub>5</sub> (ჟბმ <sub>5</sub> )	კგ/დღ	20
COD (ჟკმ)	კგ/დღ	55
TSS (შეწონილი ნაწილაკები)	კგ/დღ	20
საერთო აზოტი	კგ/დღ	8
<b>კონცენტრაციები გამწმენდი ნაგებობის გამოსასვლელთან:</b>		
BOD <sub>5</sub> (ჟბმ <sub>5</sub> )	მგ/ლ	83
COD (ჟკმ)	მგ/ლ	229
TSS (შეწონილი ნაწილაკები)	მგ/ლ	83
საერთო აზოტი	მგ/ლ	33
საერთო ფოსფორი	მგ/ლ	11,0
<b>CW უჯრედების მიმღები და კვების სტრუქტურა</b>		
მანძილი გისოსების ნახვრეტებს შორის	მმ	50
გისოსების დახრის კუთხე	°	45
წყალქვეშა ერთსაფეხურიანი ცენტრიდანული ჩამდინარე წყლის ტუმბოები		
ერთეულების რაოდენობა	მ <sup>2</sup> /PE	1.00
წარმადობა	მ <sup>2</sup>	200
აწევის სიმაღლე	ცალი	3
<b>CW უჯრედები</b>	მ <sup>2</sup>	67
სპეციფიური ზედაპირის ფართობი	მ	80 სმ
ზედაპირის ფართობი	სმ	3-5
უჯრედების რაოდენობა	ლ/PE	10-17
ზედაპირის ფართობი თითო უჯრედზე	მ <sup>3</sup> /სთ/PE	0,167
უჯრედის მიახლოებითი სიღრმე	წთ	3-6
წყლის სიღრმე	მ <sup>2</sup>	≤ 50
მიწოდების მოცულობა	ერთ	2
მიწოდების წარმადობა	მმ	50
მიწოდების ხანგრძლივობა	°	45

მაქსიმალური ფართობი თითო კვების წერტილზე		
კვების წერტილების რაოდენობა	მ <sup>2</sup> /PE	1.00
<b>CW უჯრედების ფილტრის აგებულება:</b>		
მცენარეთა ჯიშები	-	ენდემური ლერწამი
მცენარეების სიმჭიდროვე	რაოდენობა/მ <sup>2</sup>	9
მცენარეების ზრდის პერიოდი	-	გაზაფხული
ზედა (პირველი) ფენის სიღრმე	სმ	45
შუალედური (მეორე) ფენის სიღრმე	სმ	10
სადრენაჟო (მესამე) ფენის სიღრმე	სმ	25
წყლისზედა ფენა	სმ	20 (მინიმალური)
ზედა (პირველი) ფენის ფრაქციის ზომა	მმ	2/6
შუალედური (მეორე) ფენის ფრაქციის ზომა	მმ	5/15
სადრენაჟო (მესამე) ფენის ფრაქციის ზომა	მმ	20/60
<b>CW უჯრედების დრენაჟის სისტემა:</b>		
მინიმალური დაქანება	‰	5
დიამეტრი	მმ	100
სიმჭიდროვე	მ/100 მ <sup>2</sup>	35 - 45
გადაკვეთები	45° Y გადაკვეთები (90° მუხლები და T ფორმის დეტალების გამოყენება აკრძალულია)	
დრენაჟის მილები	მილის ბოლოები აწეული უნდა იქნეს წყლის დონის ზევით ვენტილაციისათვის, და სახშობით	
ფესკერის მოპირკეთება	20 სმ თიხა, თუ ადგილობრივად ხელმისაწვდომია, ან გეომემბრანა	
ფესკერის დაქანება	დრენაჟის დაქანების შესაბამისად (მუდმივად შენარჩუნებული იქნება დრენაჟის ფენის სიღრმე)	
<b>ლამის წარმოქმნა</b>		
წლიური ლამის მოცულობის ზრდა, კონცენტრაციით 25%	მ <sup>3</sup> /წელ	4
წლიური ლამის მოცულობის ზრდა (გამომშრალი და სტაბილიზირებული)	მ <sup>3</sup> /წელ	1
ლამის მოცულობა 5 წლის განმავლობაში, კონცენტრაციით 25%	მ <sup>3</sup>	20
ლამის მოცულობა 5 წლის შემდეგ, (გამომშრალი და სტაბილიზირებული)	მ <sup>3</sup>	5
ლამის მოცულობა 10 წლის განმავლობაში, კონცენტრაციით 25%	მ <sup>3</sup>	40
ლამის მოცულობა 10 წლის შემდეგ, (გამომშრალი და სტაბილიზირებული)	მ <sup>3</sup>	10

ნახაზი 4.2.4.1 გამწმენდი ნაგებობის გენ-გეგმა



D:\Bakuri\Bakuri\TEMP\Translat\PDF & DWG\KO\_SAN\_TP\210401-ko-s-tp\KO\_SAN\_TP\210401-ko-s-tp.dwg

#### 4.2.5 ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა

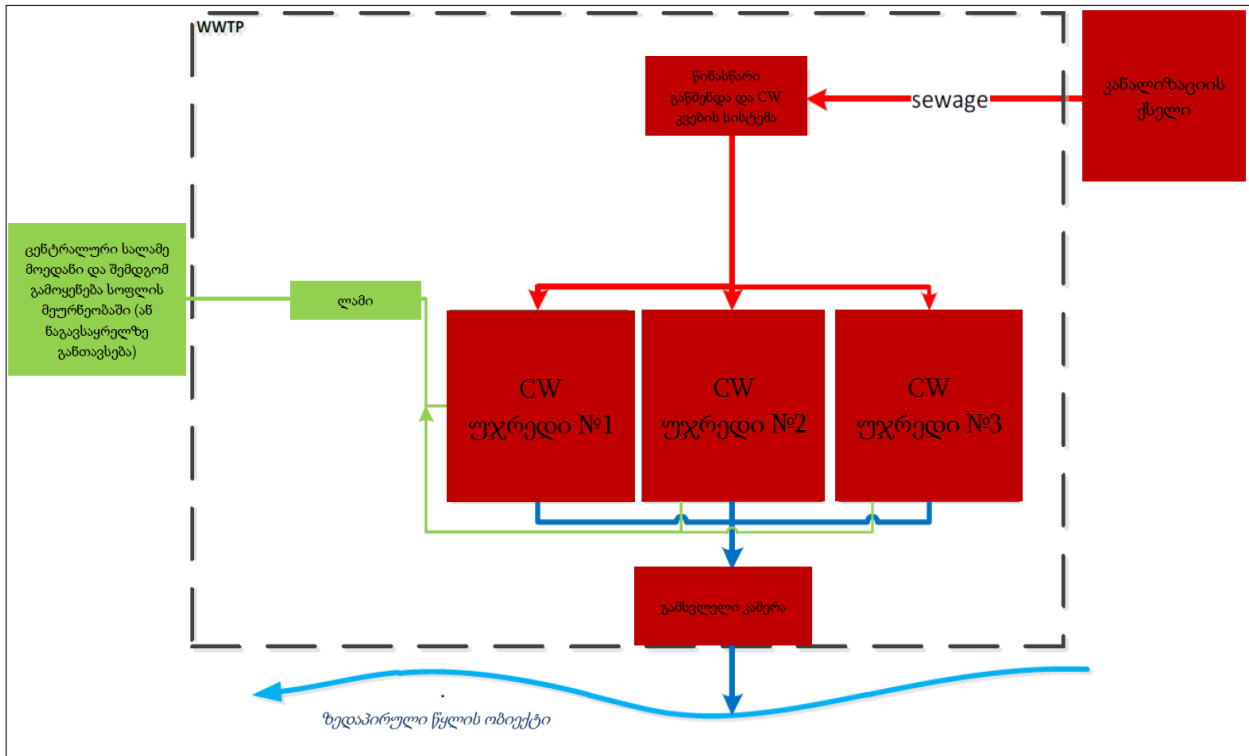
გამწმენდი ნაგებობის შემოთავაზებული ტექნოლოგია უფრო და უფრო ფართოდ გამოიყენება ევროპის განვითარებულ ქვეყნებში. იგი ძალზედ პერსპექტიულია მცირე ზომის დასახლებების და ასევე ბიომრავალფეროვნების მხრივ მგრძობიარე ტერიტორიებზე წარმოქმნილი ჩამდინარე წყლების გაწმენდისთვის.

შემოთავაზებული პროექტის მიხედვით გამწმენდ ნაგებობაზე შემოსული ჩამდინარე წყლები გაივლის ოთხ ძირითად ეტაპს:

- წინასწარი გაწმენდა (მექანიკური ფილტრი - ე.წ. სკრინინგი), სადაც წყალი იწმინდება მექანიკურად;
- CW უჯრედები No. 1-დან 3-მდე, სადაც მიმდინარეობს ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ძირითადი პროცესი;
- ჩამდინარე წყლების გამსვლელი კამერა.

პროექტის მიხედვით ჩამდინარე წყლების გაწმენდის და ლამის მართვის ზოგადი ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია ნახაზზე 4.2.5.1.

ნახაზი 4.2.5.1. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის და ლამის მართვის ტექნოლოგიური სქემა



კანალიზაციის ქსელიდან გამწმენდ ნაგებობაში შემოდინებული ჩამდინარე წყალი პირველ რიგში გაივლის წინასწარ მექანიკურ გაწმენდას გისოსებზე (ე.წ. სკრინინგის ეტაპი). სკრინინგის შემდგომ წყალი გადადის CW კვების სისტემაში, რომელიც თავის მხრივ ახორციელებს მექანიკური გაწმენდას. სკრინინგის გისოსებზე და კვების სისტემაში დაგროვილი მყარი ნარჩენების დროებითი შენახვა შესაძლებელია ადგილზე, სკრინინგის დახურულ კონტეინერში, სანამ განთავსდება უახლოეს ნაგავსაყრელზე. გისოსების გავლის შემდგომ წყალი ხვდება CW კვების სისტემაში, რომელიც ასრულებს CW უჯრედებში წყლის გადანაწილების ფუნქციას. სამივე CW უჯრედის კვების საერთო ციკლის ხანგრძლივობაა 10 – დან 11 დღემდე.

CW უჯრედებში მიმდინარეობს წყლის გაწმენდის მთავარი პროცესები, რაც უზრუნველყოფს შემდეგი დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოცილებას:

- ორგანული ნივთიერებები (ჟებ, ჟქმ);
- შეწონილი ნაწილაკები;

- ნუტრიენტები;
- პათოგენები და მძიმე მეტალები.

აშენებულ ჭაობებს ხშირად მოიხსენიებენ, როგორც „მარტივ, დაბალტექნოლოგიურ სისტემებს“, მაგრამ ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური, ფიზიკური და ქიმიური დამუშავების პროცესები სინამდვილეში არც ისე მარტივია. გაწმენდის პროცესი მიმდინარეობს უჯრედის სხვადასხვა ზონაში. ეს ზონები მოიცავს:

- ნალექი, ქვიშის საგები;
- მცენარეების ფესვების ზონა, წყალი ფორებში,
- არაცოცხალი ნაწილაკების ორგანული მასალა, როგორცაა ფოთლები;
- აჰაერო (ანუ ჰაერთან შეხების) ზონა;
- ბიომასის ზონები, როგორცაა ქვიშაში მზარდი და ფესვებზე მიმაგრებული ბაქტერიები.

ჩამდინარე წყლების დამუშავება აშენებული ჭაობების ფილტრებში არის ყველა ამ ზონას შორის რთული ურთიერთქმედების შედეგი. აშენებულ ჭაობებში არსებობს ჟანგბადის სხვადასხვა დონის მქონე ადგილების მოზაიკური განლაგება, რაც იწვევს დეგრადაციისა და მოცილების მრავალფეროვან პროცესებს.

უჯრედები მოქმედებს როგორც მექანიკური და ბიოლოგიური ფილტრი. შემოსული შეჩერებული და წარმოქმნილი მიკრობული მყარი ნივთიერებები ძირითადად მექანიკურად ინახება, ხოლო ხსნადი ორგანული ნივთიერებები ფიქსირდება ან შეიწოვება ე.წ. ბიოფილმის საშუალებით. მთელი ორგანული ნივთიერებები იშლება და სტაბილიზდება დიდი ხნის განმავლობაში ბიოლოგიური პროცესებით. უჯრედების ფილტრებში ბიოლოგიური დამუშავება ეფუძნება მიკროორგანიზმების, ძირითადად აერობული და ფაკულტატური ბაქტერიების აქტივობას. ეს მიკროორგანიზმები იზრდება ნიადაგის ნაწილაკებისა და ფესვების ზედაპირზე, სადაცქმნიან მაღალაქტიურ ბიოფილმს.

CW უჯრედების მიწისქვეშა ნაკადი განკუთვნილია აერობული და ფაკულტატური გაწმენდისთვის. აერობულ პროცესებს ყოველთვის სჭირდება ჟანგბადის (ჰაერის) არსებობა. ფაკულტატური პროცესები შეიძლება მოხდეს ჟანგბადის დროებით შეზღუდულ პირობებში ან ჟანგბადის არარსებობის პირობებში, როდესაც ნიტრატი ( $\text{NO}_3^-$ ) გამოიყენება სპეციალიზებული ბაქტერიების მიერ ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვისთვის. ამას ანოქსიურ პროცესს უწოდებენ.

CW უჯრედებში არ მიმდინარეობს ანაერობული დამუშავება (რაც ხდება ჟანგბადის არარსებობის შემთხვევაში). მაგრამ მცირე ანაერობული ზონა შეიძლება არსებობდეს უჯრედებში, სადაც ბიოგაზის შესაძლო ემისიები სხვა წყაროებთან შედარებით უმნიშვნელოა.

დაბალი ორგანული დატვირთვა CW-ზე იძლევა ნაკლებად დეგრადირებადი ორგანული ნივთიერებების (ორგანული დამაბინძურებლების) დეგრადაციის საშუალებას, რომელიც იშლება სპეციალიზებული ბუნებრივი ბაქტერიებით. ამ სპეციალიზებულ ბაქტერიებს აქვთ ძალიან დაბალი ზრდის ტემპი. ყველა ორგანული ნივთიერება, შეჩერებული მყარი და ასევე წარმოქმნილი მიკრობული მყარი ნივთიერებები საბოლოოდ მცირდება აერობული და ანოქსიური პროცესების შედეგად.

CW უჯრედებში ასევე ფიქსირდება მძიმე მეტალების ათვისება მცენარეთა მიერ. მძიმე მეტალების შეწოვის ფიზიოლოგიური მიზეზები ჯერ კიდევ ბოლომდე არ არის შესწავლილი და, სავარაუდოდ, ძლიერ არის დამოკიდებული მცენარის სახეობებზე. მიუხედავად ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ მძიმე ლითონები არ ქრება, მაგრამ მაინც რჩება მცენარის ქსოვილებში. საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლებში მძიმე ლითონები, როგორც წესი, პრობლემას არ წარმოადგენს, რადგან მათი კონცენტრაცია ასეთ ტიპის ჩამდინარე წყლებში უმნიშვნელოა.

CW უჯრედებში მცენარეთა ზრდა ასევე იწვევს ნუტრიენტების მოცილებას, როგორცაა აზოტი და ფოსფორი. აზოტის მოცილებისთვის უფრო მნიშვნელოვანია ბაქტერიების მიერ განხორციელებული ნიტრიფიკაციის/დენიტრიფიკაციის პროცესები.

ამრიგად ჩამდინარე წყლებისგან დამაბინძურებლების მოცილებისას მიმდინარეობს ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური ტრანსფორმაციის/გარდაქმნის პროცესები. ცხრილში 4.2.5.1. შეჯამებულია CW უჯრედებში დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოცილების და გარდაქმნის მთავარი პროცესები.

ცხრილში 4.2.5.1. CW უჯრედებში დამაბინძურებლების მოცილების და გარდაქმნის პროცესები

დამაბინძურებელი	მოცილების / გარდაქმნის პროცესები		
	ფიზიკური	ქიმიური	ბიოლოგიური
ორგანიკა (ჟბმ და ჟქმ)	ფილტრაცია და დალექვა	დაჟანგვა	ბაქტერიული დაშლა (გახსნილი ორგანული ნივთიერებები); მიკრობული შთანთქმა
შეწონილი ნაწილაკები	ფილტრაცია და დალექვა	-	ბაქტერიული დაშლა
აზოტის ნაერთები	ვოტილაცია	იონური გაცვლა	ნიტრიფიკაცია/დენიტრიფიკაცია ბიოტისმიერი შთანთქმა
ფოსფორი (ფოსფორის გაწმენდა შეზღუდულია)	ფილტრაცია	ადსორბცია და პრეციპიტაცია	ბიოტისმიერი შთანთქმა
პათოგენები	ფილტრაცია	დეგრადაცია და ადსორბცია	მტაცებლობა, ბუნებრივი სიკვდილიანობა
მძიმე მეტალები	დალექვა	ადსორბცია და პრეციპიტაცია	ბიო-დეგრადაცია, ფიტო-დეგრადაცია, მცენარეების მიერ შთანთქმა

საპროექტო გამწმენდი ნაგებობის, მათ შორის CW უჯრედების პარამეტრები შერჩეულია ჩამდინარე წყლების მოსალოდნელი ჰიდრაულიკური და დაბინძურების დატვირთვების გათვალისწინებით. საპროექტო მონაცემების მიხედვით ქობულეთის N2 გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობა - ჩამდინარე წყლების ხარისხობრივი მდგომარეობა მის გაწმენდამდე და გაწმენდის შემდგომ, მოცემულია ცხრილში 4.2.5.2.

ცხრილი 4.2.5.2. ჩამდინარე წყლების ხარისხობრივი მდგომარეობა გაწმენდამდე და გაწმენდის შემდგომ

პარამეტრი	გამწმენდი ნაგებობის შესასვლელთან		გამწმენდი ნაგებობის გამოსასვლელთან		მოცილების ეფექტურობა
	კონცენტრაცია [მგ/ლ]	დაბინძურების დატვირთვა [კგ/დღ]	კონცენტრაცია [მგ/ლ]	დაბინძურების დატვირთვა [კგ/დღ]	
ჟბმ	417	100	83	20	80%
ჟქმ	917	220	229	55	75%
შეწონილი ნაწილაკები	417	100	83	20	80%
საერთო აზოტი	83	20	33	8	60%

რაც შეეხება საერთო ფოსფორს: გაუწმენდავ საკანალიზაციო წყლებში საერთო ფოსფორის ტიპიური სპეციფიკური დატვირთვა არის 1.5 გ/PE<sub>50</sub>-ზე. პროექტის მიხედვით პროექტის მიხედვით ჩამდინარე წყლების წარმოქმნის ჯამური რაოდენობა ერთეულზე (PE) შეადგენს 120 ლ/PE.დღ. შესაბამისად გაუწმენდავ ჩამდინარე წყლებში საერთო ფოსფორის კონცენტრაცია იქნება 1,5 გ 120 ლ-ში, ანუ 12,5 მგ/ლ. როგორც ზემოთ აღინიშნა, ჩვეულებრივ ამენებული ჭაობის ტიპის გამწმენდი ნაგებობებში ფოსფორის მოცილება შეზღუდული და უკონტროლოა. სათანადო მოვლა-პატრონობის და ოპერირების ტექნოლოგიური სქემის დაცვის პირობებში ფოსფორის მოცილების ეფექტურობამ შეიძლება მიაღწიოს 10-14%-ს (საშუალოდ - 12%). შესაბამისად საერთო ფოსფორის საწყისი და საბოლოო კონცენტრაციები პროექტის მიხედვით იქნება (იხ. ცხრილი 4.2.5.3.):

**ცხრილი 4.2.5.3. ჩამდინარე წყლებში საერთო ფოსფორის კონცენტრაციები გაწმენდამდე და გაწმენდის შემდგომ**

პარამეტრი	კონცენტრაცია გაწმენდამდე [მგ/ლ]	კონცენტრაცია გაწმენდის შემდგომ [მგ/ლ]	მოცილების ეფექტურობა
საერთო ფოსფორი	12,5	11,0	10-14%

გაწმენდილი წყალი უჯრედებიდან მდორედ მიემართება გასასვლელისკენ და მილსადენის საშუალებით გადამისამართდება ჩამდინარე წყლების ჩაშვების წერტილისკენ (უსახელო მდინარეში) წყალჩაშვების წერტილის კოორდინატებია: X – 735536; Y – 4637377.

წყლის გაწმენდის პროცესში ლამი გროვდება CW შრეების თავზე 5-10 წლის განმავლობაში, რომლის დროსაც ორგანული მასალა იშლება და ლამი გარდაიქმნება სტაბილურ მასად.

**გაწმენდილი წყლის გამყვანი მილსადენი**

საპროექტო საკანალიზაციო ქსელი მოეწყობა დაბა ოჩხამურის №2 გამწმენდი ნაგებობის ჩრდილოეთით და თვითდენით დაუკავშირდება გამწმენდ ნაგებობას. საკანალიზაციო ქსელის მომსახურების არეალი იხ. ნახაზზე 4.2.5.1

*ნახაზი 4.2.5.1 საპროექტო საკანალიზაციო ქსელის არეალი (მონიშნულია ვარდისფრად)*



საკანალიზაციო ქსელის საერთო სიგრძე იქნება 170 მ და მოეწყობა DN/OD 110 მილებით. მილებს ექნება შემდეგი ტექნიკური მახასიათებლები:

- მასალა: პოლიპროპილენი (PP);
- ჩალაგების სიღრმე: 2.0 მ-მდე.
- თხრილის სიგანე: 1.0 მ-მდე;
- ჭების რაოდენობა: 11
- ჭების დიამეტრი: DN 300, DN425, DN600 და DN 1 000 მმ

გამყვანი მილსადენისთვის შერჩეულია პოლიმერული მილები - HDPE PE100 SDR26 OD110, რომელიც მდგრადი იქნება ულტრაიისფერი სხივების მიმართ (50 წლიანი გარანტიით).



## 5 წყალმომარაგება და ჩამდინარე წყლები

*ექსპლუატაციის ეტაპი:* გამწმენდი ნაგებობის ტერიტორიაზე წყლის გამოყენება მოხდება მხოლოდ სასმელ-სამეურნეო დანიშნულებით. ყოველდღიურად დასაქმებული მომსახურე პერსონალის რაოდენობიდან (დაახლოებით 5) და თითოეულ პერსონალზე დახარჯული წყლის (დაახლოებით 45 ლ/დღ) გამომდინარე მოხმარებული წყლის რაოდენობა იქნება:

$$5 \times 45 = 225 \text{ ლ/დღ} \text{ (ანუ } 0,225 \text{ მ}^3/\text{დღ} \text{ და } 82 \text{ მ}^3/\text{წელ)}$$

სასმელ-სამეურნეო დანიშნულების წყალმომარაგება მოხდება დაბა არსებული წყალმომარაგების ქსელიდან, რომელიც იმ დროისთვის უკვე გაშვებული იქნება ექსპლუატაციაში.

სამეურნეო-ფეკალური წყლების მიახლოებითი რაოდენობა, დაახლოებით 10%-იანი დანაკარგის გათვალისწინებით შეადგენს 0,2025 მ<sup>3</sup>/დღ და 73.8 მ<sup>3</sup>/წელ. ობიექტზე წარმოქმნილი სამეურნეო-ფეკალური წყლები დაერთებული იქნება CW უჯრედების მიმღებ კამერასთან.

პროექტის მიხედვით ქობულეთის N2 გამწმენდი ნაგებობა გათვლილი იქნება PE<sub>50</sub> – 200 მოსახლეობის ექვივალენტზე. ერთეულზე საკანალიზაციო წყლების საშუალო რაოდენობა შეადგენს 120 ლ/PE/დ. აქედან გამომდინარე საკანალიზაციო წყლების საშუალო ხარჯი შეადგენს:

$$\text{საშუალო: } 200 \times 120 = 24\,000 \text{ ლ/დღ} \text{ და } 24 \text{ მ}^3/\text{დღ}$$

$$\text{საშუალო } 24000 / 24 / 3600 \approx 0,28 \text{ ლ/წმ}$$

საკანალიზაციო ქსელის და გამწმენდი ნაგებობის პროექტირების პროცესში ჩატარდა ჰიდრავლიკური მოდელირება, რის მიხედვითაც განისაზღვრა საკანალიზაციო ქსელის და გამწმენდი ნაგებობების საჭირო მაქსიმალური პარამეტრები შესაბამისი მარაგების გათვალისწინებით (მათ შორის ფორსმაჟორულ სიტუაციებში უსაფრთხო ექსპლუატაციისთვის). ჰიდრავლიკური მოდელირების შედეგებით საპროექტო ქსელის პარამეტრები გაანგარიშებული იქნა 130%-იანი ნამატით, ხოლო სველი ამინდის (ინტენსიური წვიმა) პირობებისთვის - 160%-იანი ნამატით, წყლის მაქსიმალური ხარჯების უსაფრთხო გატარებისთვის, ანუ:

$$\text{მაქსიმალური: } 0,28 + (0,28 \times 1.3) \approx 0,644 \text{ ლ/წმ.}$$

$$\text{სველი ამინდი (ინტენსიური წვიმა), მაქსიმალური: } 0,28 + (0,28 \times 1.6) \approx 0,73 \text{ ლ/წმ.}$$

წინამდებარე დოკუმენტში ზდჩ-ს ნორმები გაანგარშებულია შესაძლო მაქსიმალური ხარჯების (ანუ უარესი სცენარის პირობებისთვის). შესაბამისად ჩამდინარე წყლების მაქსიმალურ ხარჯებად აღებული იქნა:

$$0,73 \text{ ლ/წმ ანუ } 0,00073 \text{ მ}^3/\text{წმ};$$

$$0,00073 \times 3600 \approx 2,63/\text{სთ}$$

საშუალო წლიური ხარჯის მნიშვნელობა შეადგენს:

$$24 \times 365 = 8\,760 \text{ მ}^3/\text{წელ.}$$

გაწმენდილი წყალი გაყვანილი იქნება მილსადენის საშუალებით და ჩაშვებული იქნება უსახელო მდინარეში მიახლოებით გეოგრაფიული კოორდინატებში: X – 735536; Y – 4637377.

## 6 ჩამდინარე წყლების მიმღები წყლის ობიექტის დახასიათება და წყლის ხარისხის ფონური მდგომარეობა

გამწმენდი ნაგებობიდან გაწმენდილი წყლის ჩაშვება გათვალისწინებულია სამხრეთ-აღმოსავლეთით გამავალ მცირე ზომის უსახელო მდინარეში. ეს წყლის ობიექტი ჰიდროლოგიური თვალსაზრისით შეუსწავლელია. ზოგადად კოლხეთის დაბლობის სამხრეთ ნაწილში გამდინარე ზედაპირული წყლის ობიექტები საზრდოობს წვიმის, მიწისქვეშა და თოვლის წყლით. წყალმცირეა მასიდან აგვისტომდე. აქ წარმოდგენილ მცირე ზომის წყლის ობიექტებს, მათ შორის განსახილველ მდინარეს გრუნტის წყლების დრენაჟირების მნიშვნელოვანი ფუნქცია, რაც გარკვეულწილად ხელს უშლის ამ არეალის დაჭაობების პროცესს. აღსანიშნავია, რომ დღეისათვის ამ წყლის ობიექტში თავს იყრის მიმდებარედ არსებული დასახლებული ზონის სამეურნეო-ფეკალური წყლების ნაწილი.

ჩამდინარე წყლების მიმღები წყლის ობიექტი მდ. ოჩხამურის წყალშემკრებ აუზს განეკუთვნება, რომელიც თავის მხრივ მდ. ჩოლოქის მარცხენა შენაკადია. წყალჩაშვების წერტილში უსახელო მდინარის კალაპოტის სიგანე დაახლოებით 1,6 მ-ია. სიღრმე შეადგენს დაახლოებით 0,5 მ-ს. ნაკადის სიჩქარე არ აღემატება 0,7 მ/წმ-ს. წყლის ხარჯი შეადგენს 0,70მ<sup>3</sup>/წმ-ს.

გზშ-ს ანგარიშის და ზდრ-ს ნორმების პროექტის მომზადების პროცესში წყალჩაშვების წერტილის სიახლოვეს უსახელო მდინარის წყლის ფონური ხარისხის დადგენის მიზნით ჩატარდა ლაბორატორიული გამოკვლევა. წყლის სინჯი აღებული და ლაბორატორიული ანალიზი შესრულებული იქნა სსიპ „გარემოს ეროვნული სააგენტო“-ს გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტის მიერ, ა(ა)იპ „ეკოტონი“-ს დაკვეთით, 2022 წლის 8 ივნისს. ლაბორატორიული ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში 6.1 (შესაბამისი წერილის და გამოცდის ოქმის ასლი მოცემულია წინამდებარე დოკუმენტის დანართში 1) <sup>1</sup>.

ცხრილი 6.1 უსახელო მდინარის წყლის ფონური ხარისხის მდგომარეობა

№	გამოსაკვლევი მაჩვენებლები	ერთეული	მიღებული შედეგები
1.	PH		7.0
2.	შეწონილი ნაწილაკები	მგ/ლ	1.5
3.	ჟბმ.	მგ O <sub>2</sub> /ლ	1.36
4.	ჟქმ	მგ O <sub>2</sub> /ლ	3.17
5.	ჯამური აზოტი	მგ/ლ	2.89
6.	ჯამური ფოსფორი	მგ/ლ	0.170
7.	ნიტრიტები	მგ/ლ	0.072
8.	ნიტრატები	მგ/ლ	11.405
9.	ამონიუმის აზოტი	მგ/ლ	0.28

$$M_{NH_4^-} = 2.89 - N_{0.072} - N_{11.405} = 2.89 - 0.021 - 2.59 = 0.28$$

## 7 ზდრ-ს ნორმების გაანგარიშება

ზდრ-ს ნორმების დადგენა მოხდა პარაგრაფში 3 მოცემული ფორმულების გამოყენებით. როგორც ზემოთ აღინიშნა საქმიანობის პროცესში წარმოიქმნება სამეურნეო-საყოფაცხოვრები საკანალიზაციო ჩამდინარე წყლები.

ჩამდინარე წყლებისთვის ცალკეული დამაბინძურებელი ნივთიერების ზდრ-ის ნორმა წყლის ობიექტის ყველა კატეგორიისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$\text{ზდრ} = q \times C_{\text{ზდრ}}$$

<sup>1</sup> ამონიუმის კონცენტრაცია გამოთვლილი იქნა საანგარიშო მეთოდით, საერთო აზოტის, ასევე ნიტრატებში და ნიტრიტებში აზოტის წილის (გრამ-ექვივალენტის) გათვალისწინებით.

სადაც:

$q$  – ჩამდინარე წყლის დამტკიცებული ხარჯია, მ<sup>3</sup>/სთ და მ<sup>3</sup>/წელ. პარაგრაფი 5-ის მიხედვით ჩამდინარე წყლების რაოდენობებია: 2.63 მ<sup>3</sup>/სთ და 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ.

$C_{ზ.დ.რ.}$  – ჩამდინარე წყალში დამაბინძურებელი ნივთიერების დასაშვები კონცენტრაცია, მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>).

**შეწონილი ნაწილაკებისთვის**  $C_{ზ.დ.რ.}$  იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$C_{ზ.დ.რ.} = P \left( \frac{aQ}{q} + 1 \right) + C_{გ}$$

სადაც,

$Q$  - ჩამდინარე წყლების მიმღები წყლის ობიექტის საანგარიშო (მინიმალური) ხარჯია. პარაგრაფი 6-ის მიხედვით, წყალჩაშვების კვეთის სიახლოვეს უსახელო მდინარის 90%-იანი უზრუნველყოფის საშუალო ხარჯი შეადგენს 0.70 მ<sup>3</sup>/წმ-ს;

$q$  - ჩამდინარე წყლის მაქსიმალური ხარჯია და შეადგენს 0.00073 მ<sup>3</sup>/წმ-ს;

$P$  - მდინარეში შეწონილი ნაწილაკების შესაძლო ზრდაა ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შემდეგ და 0,75 მგ/ლ. ტოლია;

$C_{გ}$  - მდინარეში შეწონილი ნაწილაკების ფონური კონცენტრაციაა. პარაგრაფი 6.1.-ის მიხედვით ჩატარებული ანალიზების შესაბამისად უსახელო მდინარის წყალჩაშვების წერტილის სიახლოვეს შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაციამ შეადგინა 1.5 მგ/ლ-ს.

$\alpha$  - კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს ჩამდინარე და მდინარის წყლების შერევისა და განზავების დონეს (განზავების უზრუნველყოფის კოეფიციენტი) და ვანგარიშობთ რომილერის ფორმულის მიხედვით:

$$\alpha = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \cdot \beta}$$

სადაც,

▣▣- შუალედური კოეფიციენტია და განისაზღვრება ფორმულით:

$$\beta = e^{-\alpha^3 L}$$

$L$  - მანძილია ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილიდან საანგარიშო კვეთამდე მდინარის დინების მიმართულებით მეტრებში და უდრის 200 მ-ს

▣▣- კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს შერევის ჰიდრავლიკურ ფაქტორებს და განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$\alpha = \ell \cdot i \cdot \sqrt[3]{\frac{E}{q}}$$

$\ell$  - კოეფიციენტია, რომელიც არის დამოკიდებული მდინარეში ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილისაგან. ნაპირთან ჩაშვებისას იგი უდრის 1.0-ს.

$i$  - მდინარის სიმრუდის კოეფიციენტია და უდრის:

$$i = \frac{L_{გ}}{L_{სწ}}$$

$L_{გ}$  - მანძილია ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილიდან საანგარიშო კვეთამდე მდინარის დინების მიმართულებით მეტრებში და უდრის 200 მ-ს.

$L_{სწ}$  - უმოკლესი მანძილი ამ ორ პუნქტს შორის (სწორის მიხედვით) და შეადგენს 190 მ-ს.

$E$  - არის ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი, რომელიც უდრის:

$$E = \frac{V_{საშ} * H_{საშ}}{200}$$

$V_{საშ}$ ,  $H_{საშ}$  - საანგარიშო მონაკვეთზე მდინარის საშუალო სიჩქარე და სიღრმეა.  $V_{საშ}$  უდრის – 0,7 მ/წმ, ხოლო  $H_{საშ}$  უდრის 0,5 მ-ს.

მონაცემების ფორმულებში ჩასმით მივიღებთ:

$$E = \frac{0.7 * 0.5}{200} = 0.00175$$

$$i = \frac{200}{190} = 1,05$$

$$a = 1 * 1.05^3 \sqrt{\frac{0.00175}{0.00073}} = 1.4$$

$$\beta = 0,00018$$

მონაცემების როდილერის ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$a = \frac{1 - 0.00018}{1 + 0.00073 * 0.00018} = 0.797422$$

აღნიშნულის გათვალისწინებით, შეწონილი ნაწილაკებისთვის,  $C_{ზღვ}$ :

$$C = 0,75 \left( \frac{0.797422 * 0,70}{0.00073} + 1 \right) + 1.5 = 573,096734$$

**ჟბმ-ისთვის**  $C_{ზღვ}$  იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$C_{zdc} = \frac{a \cdot Q(C_t - C_r \cdot 10^{-Kt})}{q \cdot 10^{kt}} + \frac{C_t}{10^{-kt}}$$

სადაც,

$C_t$  - მდინარის წყალთან ჩამდინარე წყლის შერევის შემდეგ საანგარიშო კვეთში ჟბმ-ის ზღვრულად დასაშვები მაჩვენებელია და შეადგენს 6 მგ/ლ;

$C_r$  - მდინარეში ჟბმ-ის ფონური მაჩვენებელია. პარაგრაფი პარაგრაფი 6.1.-ის მიხედვით ჩატარებული ანალიზების შესაბამისად უსახელო მდინარის წყალჩაშვების წერტილის სიახლოვეს ჟბმ-ის კონცენტრაციამ შეადგინა 1.36 მგ/ლ.

$10^{-kt}$  - კოეფიციენტია, რომელიც განსაზღვრავს წყლის ობიექტში ორგანული ზნივთიერებების დაჟანგვის სიჩქარეს და შეადგენს 1-ს.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, ჟბმ-ისთვის,  $C_{ზღვ}$ :

$$C_{ზღვ} = \frac{0.797422 * 0.70 (6 - 1.36 * 1)}{0.00073 * 1} + \frac{6}{1} = 2680,245778$$

$C_{ზღვ}$  - წყლის ობიექტის კატეგორიის მიხედვით დადგენილი დამაბინძურებელი ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციაა მგ/ლ-ში. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №425-ით დამტკიცებული ტექნიკური რეგლამენტის - „საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის შესახებ“ მიხედვით:

**ჟქმ-ისთვის**  $C_{ზღვ}$ -ს მნიშვნელობა იქნება:

$$C_{ზღვ} = \frac{0.797422 * 0.70}{0.00073} (30 - 3.17) + 30 = 20530,00406$$

**საერთო ფოსფორის**  $C_{ზღვ}$ -ს მნიშვნელობა იქნება:

$$C_{ზღვ} = \frac{0.797422 * 0.70}{0.00073} (1.2 - 0.170) + 1.2 = 788,1923289$$

**ნიტრიტის**  $C_{ზღვ}$ -ს მნიშვნელობა იქნება:

$$C_{\text{ზდრ}} = \frac{0.797422 * 0.70}{0.00073} (3.3 - 0.072) + 3.3 = 2469,718677$$

ნიტრატის  $C_{\text{ზდრ}}$ -ს მნიშვნელობა იქნება:

$$C_{\text{ზდრ}} = \frac{0.797422 * 0.70}{0.00073} (45 - 11,405) + 45 = 25713,93911$$

ამონიუმის  $C_{\text{ზდრ}}$ -ს მნიშვნელობა იქნება:

$$C_{\text{ზდრ}} = \frac{0.797422 * 0.70}{0.00073} (0.39 - 0,28) + 0.39 = 84,43772444$$

ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშებებით ყველა დამაბინძურებელი დამაბინძურებელი ნივთიერებისთვის მიღებული იქნა  $C_{\text{ზდრ}}$ -ს არარეალური მნიშვნელობები, რაც რამდენიმე ასეულჯერ აღემატება გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობას. აღნიშნულის მიზეზია, რომ ჩამდინარე წყლის ხარჯსა და მიმღები წყლის ობიექტის ბუნებრივ ხარჯს შორის მნიშვნელოვანი სხვაობაა და შესაბამისად არსებობს განზავების საკმაოდ მაღალი შესაძლებლობა.

ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდრ) ნორმების გაანგარიშების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის მე-3 მუხლის მე-7 პუნქტის მიხედვით: „თუ ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ფაქტობრივი რაოდენობა ნაკლებია გაანგარიშებულ ზდრ-ზე, მაშინ ზდრ-ის ნორმად მიიღება ფაქტობრივი ჩაშვება“. შესაბამისად  $C_{\text{ზდრ}}$ -ს მნიშვნელობებად მიღებული იქნება გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობის შესაბამისი მაჩვენებლები.

პარაგრაფი 5-ის მიხედვით ჩამდინარე წყლების რაოდენობებია: 2.63 მ<sup>3</sup>/სთ და 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ.

- შეწონილი ნაწილაკებისთვის - 83 მგ/ლ.
- ჟბმ-ისთვის - 83 მგ/ლ.
- ჟქმ-ისთვის - 229 მგ/ლ;
- საერთო აზოტისთვის - 33 მგ/ლ;
- საერთო ფოსფორისთვის - 11 მგ/ლ.

**შეწონილი ნაწილაკები ზდრ-ს ნორმა:**

- ზ.დ.რ. = 83 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 2,63 მ<sup>3</sup>/სთ. = 218.29 გ/სთ.
- ზ.დ.რ. = 83 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 8760 მ<sup>3</sup>/წელ.: 1000000 = 0.72708 ტ/წელ.

**ჟბმ-ისთვის ზდრ-ს ნორმა:**

- ზ.დ.რ. = 83 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 2,63 მ<sup>3</sup>/სთ. = 218.29 გ/სთ.
- ზ.დ.რ. = 83 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ.: 1000000 = 0,72708 ტ/წელ.

**ჟქმ-ისთვის ზდრ-ს ნორმა:**

- ზ.დ.რ. = 229 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 2,63 მ<sup>3</sup>/სთ. = 602.27 გ/სთ.
- ზ.დ.რ. = 229 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ.: 1000000 = 2.00604 ტ/წელ.

**საერთო აზოტისთვის ზდრ-ს ნორმა:**

- ზ.დ.რ. = 33 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 2,63 მ<sup>3</sup>/სთ. = 86.79 გ/სთ.
- ზ.დ.რ. = 33 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ.: 1000000 = 0.28908 ტ/წელ.

**საერთო ფოსფორისთვის ზდრ-ს ნორმა:**

- ზ.დ.რ. = 11მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 2,63 მ<sup>3</sup>/სთ. = 28.93გ/სთ.
- ზ.დ.რ. = 11 მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>) x 8 760 მ<sup>3</sup>/წელ.: 1000000 = 0.09636ტ/წელ.

## 8 წყალჩაშვების მონიტორინგი

„საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის წესები“-ს შესაბამისად, ზედაპირული წყლების დაცვაზე ზედამხედველობას ახორციელებს სსდ გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტი და თვით ობიექტი (თვითმონიტორინგი).

ჩამდინარე წყლის ხარისხის მონიტორინგს განახორციელებს გამწმენდი ნაგებობის საწარმოო ლაბორატორია ან სხვა სერტიფიცირებული ლაბორატორია ხელშეკრულების საფუძველზე. ლაბორატორიული გამოკვლევები უნდა ჩატარდეს დადგენილი წესით.

ჩამდინარე წყლის და მიმღები წყლის ობიექტის ხარისხის მონიტორინგი განხორციელდება ცხრილში მოცემული სქემის მიხედვით:

#	მონიტორინგის ობიექტი	სინჯის ადების ადგილმდებარეობა	განსასაზღვრი პარამეტრები	სიხშირე
1.	გაწმენდილი ჩამდინარე წყლები	გაწმენდის საფეხურების გავლის შემდგომ, წყალჩაშვებამდე	○ PH	ყოველდღიურად
			○ შეწონილი ნაწილაკები	
			○ ჟბმ	
			○ ჟქმ	კვარტალში ერთჯერ
			○ საერთო აზოტი	
			○ საერთო ფოსფორი	
2.	უსახელო მდინარეში	ჩამდინარე წყლების ჩაშვების წერტილიდან ქვემო დინებაში, 150-200 ინტერვალში	○ PH;	კვარტალში ერთჯერ
			○ შეწონილი ნაწილაკები;	
			○ ჟბმ;	
			○ ჟქმ;	
			○ საერთო აზოტი;	
			○ საერთო ფოსფორი	

გამწმენდი ნაგებობების ოპერატორი კომპანია ვალდებულია:

- დადგენილი წესით აწარმოოს წყალმოხმარების/წყალჩაშვების აღრიცხვა (აღრიცხვის ფორმა იხ. დანართში);
- კომპანია ვალდებულია დაიცვას წინამდებარე ზღვრის ანგარიშით გათვალისწინებული წყლის ხარისხობრივი ნორმები.

## 9 ჩამდინარე წყლების ავარიული ჩაშვების თავიდან აცილებისათვის საჭირო ღონისძიებები

ჩამდინარე წყლების ავარიული ჩაშვების თავიდან აცილებისათვის, ზდჩ-ის ნორმების დასაცავად და ზედაპირული წყლების ჩამდინარე წყლებით დაბინძურების მინიმუმამდე შემცირებისათვის საჭირო ღონისძიებები მოცემულია ცხრილში 9.1.

ცხრილი 9.1.

ღონისძიების დასახელება	შესრულების ვადები	შესრულებაზე პასუხისმგებელი	მიღწეული წყალდაცვითი ეფექტი
თანამედროვე აპარატურით აღჭურვილი ლაბორატორიის მოწყობა და წყლის მონიტორინგის თანამედროვე მეთოდების დანერგვა ან ხელშეკრულების გაფორმება შესაბამის სერტიფიცირებულ ლაბორატორიასთან	ექსპლუატაციაში გაშვებისთანავე	სს „აჭარის წყლის ალიანსი“	ჩამდინარე წყლების ხარისხის მონიტორინგის უზრუნველყოფა
გამწმენდი ნაგებობის მოწყობისას გათვალისწინებული იქნას როგორც შემავალი ჩამდინარე წყლების, ასევე გაწმენდილი წყლის მდინარეში მოხვედრამდე სინჯების აღების შესაძლებლობა	ექსპლუატაციაში გაშვებისთანავე	სს „აჭარის წყლის ალიანსი“	ჩამდინარე წყლების ხარისხის მონიტორინგის უზრუნველყოფა და გამწმენდი ნაგებობის გაწმენდის ეფექტურობის კონტროლი
ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის და კოლექტორების გამართული მუშაობის უზრუნველყოფა და მათი პერიოდული ტექნომოსახურება	სისტემატურად	სს „აჭარის წყლის ალიანსი“	ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზდჩ-ის ნორმების უზრუნველყოფა
მიმღები კამერის, სკრინინგის სისტემის და კოლექტორების პერიოდული გაწმენდა დაგროვილი ლამისგან.	დაგროვების შესაბამისად	სს „აჭარის წყლის ალიანსი“	ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზდჩ-ის ნორმების უზრუნველყოფა

სს „აჭარის წყლის ალიანსი“-ს დირექტორი

თეიმურაზ ბედინაძე

„-----“ „-----“, 2023 წ.

## 10 გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს კანონი “გარემოს დაცვის შესახებ” – თბილისი 1996 წ;
2. საქართველოს კანონი “წყლის შესახებ” – თბილისი 1997 წ;
3. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №425. ტექნიკური რეგლამენტი - „საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის შესახებ“ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე;
4. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №414. ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმების გაანგარიშების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე.



# 11 დანართები

## 11.1 დანართი 1. უსახელო მდინარის წყლის ფონური ხარისხის გამოკვლევის შედეგები



გარემოს ეროვნული სააგენტო  
გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტი  
[www.nea.gov.ge](http://www.nea.gov.ge)

ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ანალიზის ლაბორატორია  
მარშალ გელოვანის გამზ. №6, თბილისი საქართველო, 0159

### - გამოცდის ოქმი – №276- 2022

რეგისტრირებული სინჯის ნომერი: №1433  
გამოცდის ოქმის გვერდების რიცხვი: 1/1  
დამკვეთის სახელი: ა(ა)იპ „ეკოტონი“  
დამკვეთის მისამართი: ქ.თბილისი, ჭავჭავაძის გამზ. №75, კორპ №2, ბ 70  
ტელ.: (+99532) 599 23 75 30  
შემომტანის მიერ მიცემული ეტიკეტი: №5  
სინჯის აღწერა და იდენტიფიკაცია (მატრიცა, ფორმა): ზედაპირული წყალი  
სინჯი აღებული იქნა (მიერ): გიგლა მორგოშია, სერგო ხაცავა  
სინჯის მიღების თარიღი: 13.06.2022  
გამოცდის ჩატარების თარიღი: 13.06.2022 – 22.06.2022  
გამოცდის ოქმის გაცემის თარიღი: 22.06.2022

№1433 (5)

ოჩხამური (3) - უსახელო მცირე მდინარე

10.06.2022 14:45 სთ

№	გამოსაკვლევი მაჩვენებლები	ერთეული	მიღებული შედეგები	გამოყენებული მეთოდები
1	pH		7,0	ISO 10523:2010
2	შეწონილი ნაწილაკები	მგ/ლ	1,5	ISO 11923:2007
3	ჟბმ	მგ O <sub>2</sub> /ლ	1,36	ISO 5815-1:2010
4	ჟქმ	მგ O <sub>2</sub> /ლ	3,17	ISO 6060:2010
5	ჯამური აზოტი	მგ/ლ	2,89	Ю.Ю. Лурье "Унифицированные методы анализа вод"
6	ჯამური ფოსფორი	მგ/ლ	0,170	

შენიშვნა: ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ანალიზის ლაბორატორიის მიერ დამკვეთის/ დაინტერესებული პირის პრეტენზიის განხილვა ან/და სინჯის განმეორებითი ანალიზის ჩატარება შესაძლოა განხორციელდეს გამოცდის ოქმის გაცემიდან არაუმეტეს 14 კალენდარული დღის განმავლობაში.

შედეგები ეკუთვნის მხოლოდ წარმოდგენილ ნიმუშს.

შემსრულებლები:

მ.ჭიდიტაშვილი

მ.ხვედელიანი

ლ.სალამაშვილი

ლაბორატორიის უფროსი:

ლ.აფციაური

შეთანხმებულია: დეპარტამენტის უფროსის მოადგილე

ე.ბაქრაძე

შეთანხმებულია: დეპარტამენტის უფროსი

მ.არაბიძე





გარემოს ეროვნული სააგენტო  
გარემოს დაზიანებების მონიტორინგის დეპარტამენტი  
[www.nea.gov.ge](http://www.nea.gov.ge)

ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და  
ნიადაგის ანალიზის ლაბორატორია  
მარშალ გელოვანის გამზ. N6, თბილისი საქართველო, 0159

**- გამოცდის ოქმი – №8 – 2023 (№276-2022)**

რეგისტრირებული სინჯის ნომერი: №1433  
გამოცდის ოქმის გვერდების რიცხვი: 1/1  
დამკვეთის სახელი: ა(ა)იპ „ეკოტონი“  
დამკვეთის მისამართი: ქ.თბილისი, ჭავჭავაძის გამზ. №75, კორპ №2, ბ 70  
ტელ.: (+99532) 599 23 75 30  
შემომტანის მიერ მიცემული ეტიკეტი: №5  
სინჯის აღწერა და იდენტიფიკაცია (მატრიცა, ფორმა): ზედაპირული წყალი  
სინჯი აღებული იქნა (მიერ): გიგლა მორგოშია, სერგო ხაცავა  
სინჯის მიღების თარიღი: 13.06.2022  
გამოცდის ჩატარების თარიღი: 13.06.2022 – 22.06.2022  
გამოცდის ოქმის გაცემის თარიღი: 22.06.2022

№1433 (5)

ოჩხამური (3) - უსახელო მცირე მდინარე

10.06.2022 14:45 სთ

№	საგამოცდო პარამეტრი	ერთეული	მიღებული შედეგი	გამოყენებული მეთოდი
1	ნიტრიტები	მგ/ლ	0,072	ISO 10304-1:2007
2	ნიტრატები		11,405	

**შენიშვნა:**

- ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ანალიზის ლაბორატორიის მიერ დამკვეთის/ დაინტერესებული პირის პრეტენზიის განხილვა ან/და სინჯის განმეორებითი ანალიზის ჩატარება შესაძლებელია განხორციელდეს გამოცდის ოქმის გაცემიდან არაუმეტეს 14 კალენდარული დღის განმავლობაში.
- \*\* წინამდებარე ოქმი გამოიცა როგორც დამატებითი ოქმი (გამოცდის ოქმი N 276, გაცემის თარიღი 22.06.2022) ხელშეკრულება # ფმ-3/1467 საფუძველზე; დამკვეთის მიერ მითითებული პარამეტრებიდან ერთ-ერთი იყო ჯამური აზოტის განსაზღვრა, რომლის შედეგის მისაღებად საჭიროა არაორგანული აზოტების განსაზღვრა (ნიტრიტები და ნიტრატები), შესაბამისად ანალიზები ჩატარდა ლაბორატორიაში 13.06.2022 – 22.06.2022.
- \*\*\* შედეგები ეკუთვნის მხოლოდ წარმოდგენილ ნიმუშს.

**შემსრულებლები:**

ს.ხმიადაშვილი

ლაბორატორიის უფროსი:

შეთანხმებულია: დეპარტამენტის უფროსის მოადგილე

შეთანხმებულია: დეპარტამენტის უფროსი



ლ.აფციაური

ე.ბაქრაძე

მ.არაბიძე

## 11.2 დანართი 2. „პად“ ფორმები

**ფორმა „პად-4“**  
 დამტკიცებულია საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი  
 რესურსების დაცვის სამინისტროს 1998 წლის  
 “07“ 05 №65 ბრძანებით  
 საქართველოს სტატისტიკის სახელმწიფო  
 დეპარტამენტთან შეთანხმებით (06.04.98)

საწარმო (ორგანიზაცია)

სამქრო (უბანი)

წყლის აღრიცხვის პუნქტის დასახელება და მისი ადგილმდებარეობა

წყლის წყაროს (მიმღების) დასახელება და სახეობა

წყალმზომი ხელსაწყოებით და მოწყობილობებით წყალსარგებლობის აღრიცხვის ჟურნალი

გახსნილია “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.  
 დახურულია “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.  
 ჟურნალი შედგება \_\_\_\_\_ ფურცლისაგან

მოცემული ნიმუშის მიხედვით იბეჭდება ჟურნალის ყველა გვერდი

ხარჯის გაზომვის თარიღი	ხარჯმზომის ახალი მაჩვენებლები	ხარჯმზომის ძველი მაჩვენებელი	წყლის ხარჯი, მ <sup>3</sup> /დღ, ათასი მ <sup>3</sup> /თვე	აღრიცხვის განმახორციელებელი პირის ხელმოწერა
1	2	3	4	5

შეამოწმა \_\_\_\_\_  
 (თანამდებობა)

\_\_\_\_\_ (ხელმოწერა)

\_\_\_\_\_ (სახელი, გვარი)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.

**ფორმა „პად-5“**

დამტკიცებულია საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს 1998 წლის “07“ 05 №65 ბრძანებით საქართველოს სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტთან შეთანხმებით (06.04.98)

საწარმო (ორგანიზაცია)

სამქრო (უბანი)

წყლის აღრიცხვის პუნქტის დასახელება და მისი ადგილმდებარეობა

წყლის წყაროს (მიმღების) დასახელება და სახეობა

არაინსტრუმენტული მეთოდების გამოყენებით წყალსარგებლობის აღრიცხვის ჟურნალი

გახსნილია “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.  
დახურულია “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.  
ჟურნალი შედგება \_\_\_\_\_ ფურცლისაგან

მოცემული ნიმუშის მიხედვით იბეჭდება ჟურნალის ყველა გვერდი

რიცხვი, თვე	წყლის ხვედრითი ხარჯი პროდუქციის ერთეულზე (მ <sup>3</sup> ), ელექტროენერჯის ხვედრითი ხარჯი (კვტ.სთ/მ <sup>3</sup> ), ტუმბოების წარმადობა (მ <sup>3</sup> /სთ)	გამომშვებული პროდუქციის მოცულობა (ტ,ც,მ <sup>3</sup> ), საანგარიშო პერიოდში ელ.ენერჯის ხარჯი (ათ.კვტ.სთ), ტუმბოს მუშაობის ხანგრძლივობა (დღ,სთ)	წყლის ხარჯი საანგარიშო პერიოდში ათას მ <sup>3</sup>	აღრიცხვის განმახორციელებელი პირის ხელმოწერა
1	2	3	4	5

შემოწმა \_\_\_\_\_  
(თანამდებობა)

\_\_\_\_\_ (ხელმოწერა)

\_\_\_\_\_ (სახელი, გვარი)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.

**ფორმა “პად-6”**

დამტკიცებულია საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს 1998 წლის “07” 05 №65 ბრძანებით საქართველოს სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტთან შეთანხმებით (06.04.98)

საწარმო (ორგანიზაცია)

სამეპრო (უბანი)

წყლის აღრიცხვის პუნქტის დასახელება და მისი ადგილმდებარეობა

წყლის წყაროს (მიმღების) დასახელება და სახეობა  
ჩაშვებული ჩამდინარე წყლების ხარისხის აღრიცხვის ჟურნალი

გახსნილია “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.  
დახურულია “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.  
ჟურნალი შედგება \_\_\_\_\_ ფურცლისაგან

მოცემული ნიმუშის მიხედვით იბეჭდება ჟურნალის ყველა გვერდი

თარიღი და სინჯის აღების ადგილი	ინგრედიენტის დასახელება	ინგრედიენტის კონცენტრაცია მგ/ლ	ჩამდინარე წყლების ხარჯი ათას მ <sup>3</sup> /დღ	ჩაშვებული ინგრედიენტების რაოდენობა, კგ	აღრიცხვის განმახორციელებელი პირის ხელმოწერა
1	2	3	4	5	6

შეამოწმა \_\_\_\_\_  
(თანამდებობა)

\_\_\_\_\_ (ხელმოწერა)

\_\_\_\_\_ (სახელი, გვარი)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20 წ.