

CURRENT ECOLOGICAL STATE OF GLDANI BIG (WHITE) LAKE AND PROSPECTS FOR ITS REPLENISHMENT

V. Gvakharia^{***}, J. Akhvlediani^{**}, A. Maglakelidze^{***}, B. Lebanidze^{***},
T. Adamia^{***}, Z. Mgaloblishvili^{**}

**Alexandre Janelidze Institute of Geology of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

***LTD Research Center "GAMMA"*

DOI: <https://doi.org/10.52340/pajig.2024.136.08>

Abstract. This study describes the ecological situation of Gldani Large (White) Lake. It characterizes the hydrogeological and hydrological conditions of the lake and its surrounding areas. The hydrochemical indicators of the lake's water have been examined. Currently, the water balance of Gldani Lake is disrupted. The research identified the main factors contributing to the reduction of water in the lake and evaluated several alternatives for its replenishment.

Key words: Gldani lake; ecology; replenishment.

საკვანძო სიტყვები: გლდანის ტბა; ეკოლოგია; შევსება.

გაფართოებული რეზიუმე

გლდანის დიდი (თეთრი) ტბის თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობა და მისი წყლით შევსების პერსპექტივა. გვახარია, ჯ. ახვლედიანი, ა. მაღლაკელიძე, ბ. ლებანიძე, ტ. ადამია, ზ. მგალობლიშვილი. გლდანის დიდი ტბა მდებარეობს ქ. თბილისის განაპირა ჩრდილოეთ ნაწილში, სოფ. გლდანის სიახლოვეს. ბოლო წლებში, მთელი რიგი ფაქტორების გავლენით, მნიშვნელოვნად გაუარესდა ტბის ეკოლოგიური მდგომარეობა, იკლებს წყლის დონე და სარკის ზედაპირის ფართობი, გაუარესდა წყლის ხარისხი, ინტენსიურად მიმდინარეობს წყალმცენარეთა გამრავლებისა და ეუთროფიკაციის შეუქცევადი პროცესები.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა „კვდომის“ პირას მისული ტბის გადარჩენა, მის შესავსებად საჭირო წყლის რესურსების მოძიება-მიწოდება და მიმდებარე ტერიტორიების სანიტარულ-ეკოლოგიური მდგომარეობის გამოსწორების ღონისძიებათა შემუშავება. სამუშაო ინიცირებულია ქ. თბილისის მერიის მიერ და მისი დაკვეთით არის შესრულებული. კვლევის ფარგლებში, შესწავლილია ტბის და მიმდებარე ტერიტორიის მდგომარეობა, ტბის კვების არსებული და პოტენციური წყაროები, განსაზღვრულია ტბაზე ნეგატიურად მოქმედი ფაქტორები და სხვ.

სანაპიროს გასწვრივ აღინიშნება ჭაობის მცენარეულობით - ისლითა და ლაქაშით დაჭაობებული ადგილები. ტბის სანაპირო ზოლში და მის მიმდებარე ფერდობებზე მრავლადაა წარმოდგენილი საყოფაცხოვრებო და სამშენებლო ნარჩენებით დაბინძურებული ტერიტორიები.

ჩატარებული კვლევების მიხედვით, ტბაში წყლის შემცირების სავარაუდო ფაქტორად შეიძლება ჩაითვალოს ტბის სიახლოვეს, ქ. თბილისის შემოვლითი ავტომაგისტრალისა და რკინიგზის შეწყვეტილი მშენებლობით გამოწვეული რელიეფის ცვლილება.

ასევე, ერთ-ერთი ფაქტორი შეიძლება იყოს ტბის მიმდებარე ტერიტორიის მჭიდრო განაშენიანება, რომელსაც შესაძლოა ზემოქმედება გამოეწვია და გადაეკეტა ნასერალის ქედის სამხრეთი კალთებიდან მიწისქვეშა, გრუნტის წყლების ჩამონადენი, რომელიც ვერ აღწევს ტბამდე და იტბორება დასახლებულ ადგილებში. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ტბის ძირითადი კვების წყარო - ნასერალის ქედის ჩრდილოეთი ფერდობის წყაროებით შექმნილი პატარა მდინარე აღარ ჩადის ტბაში და ამჟამად უერთდება მდ. მტკვრის მარცხენა შენაკადს - მდ. გლდანულას. ტბაში წყლის შემცირება ასევე უკავშირდება ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამის შემცირებას, ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურისა და აორთქლების მაჩვენებლის ზრდას.

რაც შეეხება მიწისქვეშა წყლებს, ტერიტორია სპორადულადაა გაწყლოვანებული. ამიტომ, ჭაბურღილების გაყვანა/მოწყობა არაპერსპექტიული აღმოჩნდა.

ტბის წყლით შევსების ერთ-ერთ ალტერნატივას წარმოადგენდა, ახლომდებარე მდ. ხევძამარაზე სარეგულაციო ფარებით აღჭურვილი საინჟინრო ნაგებობის მოწყობა და სატუმბო სადგურის საშუალებით, ტბაში მდინარის წყლის გადატუმბვა. თუმცა, აღნიშნული ვარიანტი მიუღებელი აღმოჩნდა პროექტის სიძვირისა და რთულად გადასაწყვეტი ინფრასტრუქტურული და ტექნიკური პრობლემების გამო.

გლდანის ტბის შევსების მიზნით ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა პროექტის განხორციელების როგორც ბუნებრივი რესურსების მწირი შესაძლებლობა, ასევე ურბანული მშენებლობით გამოწვეული პრობლემების გადაწყვეტის სირთულე. არა ერთი ვარიანტის შესწავლის შედეგად, ნაპოვნია ერთადერთი გამოსავალი - ტბის წყლით შევსების საუკეთესო ალტერნატივას წარმოადგენს შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერი“-ს ბალანსზე არსებული ბოდორნა-ღრმადელის წყალგამტარი გვირაბის საშუალებით, მდ. არაგვის წყლის აღება.

ჩვენ მიერ ჩატარებული წყლების ქიმიური შემადგენლობის კვლევის შედეგების მიხედვით, დადგინდა, რომ წყალი მაღალმინერალიზებულია - 21 გ/ლ, ხოლო წყლის ტიპი სულფატურ ნატრიუმიან-მაგნიუმიანია; წყალგამტარი გვირაბით მოდენილი მდ. არაგვის წყალი ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიან-მაგნიუმიანი ტიპისაა, მისი მინერალიზაცია განისაზღვრება 0.2 – 0.3 გ/ლ. ასეთი წყლის ჩადინება ტბაში, არა მარტო შემატებს მას წყალს, არამედ მნიშველოვნად შეამცირებს გახსნილი მარილების კონცენტრაციას და გააუმჯობესებს წყლის ხარისხს. ტბა და მიმდებარე ტერიტორია გადაიქცევა საუკეთესო რეკრეაციულ ზონად, წყალი ვარგისი გახდება საცურაოდ და თევზის მოსაშენებლად, ადგილი მიმზიდველი გახდება როგორც ადგილობრივი მცხოვრებლებისთვის, ასევე ტურისტებისთვის.

და ბოლოს გაცნობებთ, რომ განხორციელებული კვლევების შედეგების საფუძველზე, თბილისის მერიასა და შპს „ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერ“-ს შორის შედგა მოლაპარაკება და გაფორმდა კონტრაქტი - ტბის წყლით შევსებისა და ტბის ირგვლივ სარეკრეაციო ზონის მოწყობის საკითხი დადებითად გადაიჭრა.

INTRODUCTION

Tbilisi cannot boast of an abundance of natural lakes; the main ones are Lisi, Turtle, and the large Gldani lakes. These lakes, under the pressure of urban development, global warming, and sharp temperature changes, face significant threats to their existence if no action is taken.

While Lisi and Ku lakes are now actively functioning as recreational areas and are under private ownership, Gldani Lake is in a very poor state. Its ecological condition has severely deteriorated, the water volume has significantly decreased, water quality has worsened, and the lake is polluted with various types of waste. The fish fauna has disappeared, and there is an increase in the growth of aquatic plants and the process of eutrophication. The local population is concerned and demanding help.

The current situation clearly shows the need for immediate restoration work on the lake, based on preliminary scientific studies. The project has been initiated by the Tbilisi City Hall and is being carried out at their request.

GENERAL DESCRIPTION OF THE STUDY OBJECT

Our research object, the Large Gldani Lake (Fig. 1), is located on the outskirts of Tbilisi, in the northern part of the city, near the village of Gldani. The primary natural sources of the lake are atmospheric precipitation and underground waters with a small flow rate but high salt content.

The lake is bordered to the north by residential development, a corridor of a suspended railway line construction, the city's bypass highway, and the slopes of the Naserali Ridge. On the western side, the lake is close to a railway line and tunnel under construction. About 150 meters from the lake in this direction are situated the residential area of the village of Gldani and the Gldani cemetery, with the river Gldanula flowing through this zone.

To the south, there is a small elevation, where individual housing development is found, followed by the residential blocks of the 7th and 8th micro-districts of Gldani.

Information about the lake is limited; due to the small surface area and water catchment basin, no hydrogeological or hydrological studies have been conducted, leaving it largely unexplored.



Fig. 1. Large Gldani Lake ("White Lake").

It is noteworthy that in the 1970s, the lake's bed was used for the extraction of salts containing calcium and magnesium sulfates. For this purpose, the water level was deliberately lowered by discharging part of the water into the dry bed of a tributary of the river Khevzmara, and part of the water flowed to the southwest, forming the so-called Small Gldani Lake in a depressed area.

Geotectonically, the area belongs to the eastern subsidence zone of the Adjara-Trialeti fold system, where thick Paleogene flysch and volcanic sediments are widespread. Much of this area is covered by thick Quaternary deposits. Due to the highly dissected terrain, the main rocks are well exposed on the slopes of ridges, hills, and riverbeds. The exposed Paleogene sediments create almost latitudinal folds, with a tendency to tilt northward.

From a hydrogeological perspective, the research area is part of the Oligocene-Miocene-aged sedimentary series (Pg₃-N₁¹⁻²). Most of the Oligocene and Lower Miocene sediments are represented by impermeable clay rocks. These sediments are characterized by impermeability or weak water retention, and the area is sporadically watered.

RESEARCH OBJECTIVE AND CONDUCTED WORK

In recent years, due to a number of factors, the ecological condition of the lake has significantly deteriorated. The water level and surface area have decreased, water quality has worsened, and irreversible processes such as the rapid growth of aquatic plants and eutrophication have intensified.

The goal of our research was to save the lake, which is on the brink of "extinction," by identifying and securing adequate water resources to refill it, and by developing measures to improve the sanitary-ecological conditions of the surrounding areas.

The hydrological regime of the lake has not been studied. According to local residents, the lake historically experiences significant fluctuations in water levels. The maximum level is observed in spring, while the minimum occurs at the end of summer, which is linked to intensive evaporation from the lake's surface. The trend of decreasing water levels has become more pronounced in recent years, possibly due to ongoing climate changes.

To address the problem, we first assessed the current state of the lake and its surroundings, evaluated the existing and potential sources of water supply, and identified the factors negatively affecting the lake.

We carried out a topographic survey of the lake and its coastal zone, producing a topographic map. As part of the field reconnaissance work, we visually assessed the 2.6-kilometer shoreline of Gldani Lake. However, a full inspection of the area was not possible due to the presence of inaccessible and swampy locations.

Hydrogeological and hydrological fieldwork was conducted around the lake, during which underground water sources and surface water inflows were identified.

Samples of surface and groundwater were collected and subjected to chemical and microbiological analysis. The analysis of control parameters in the samples was carried out in the "Gamma" research center's testing laboratory (Accreditation Certificate GAC-TL-0264, valid from October 27, 2023, to July 26, 2026), following international standards.

The results of water analyses were evaluated in line with the technical regulations on the "Protection of Georgia's Surface Waters from Pollution," approved by the Georgian government decree №425 on December 31, 2013.

RESEARCH RESULTS

Based on the topogeodetic survey results, the water surface of the lake is located at an elevation of 548.8 meters above sea level. The shoreline perimeter measures 2,581 meters, and the surface area of the water is 28.6 hectares. A topographic map has been created as a result of the topogeodetic planning (Fig. 2).

Hydrogeological work conducted from December 2023 to March 2024 identified two small water sources near the lake, with flow rates ranging from 0.02 to 0.07 liters per second (Fig. 4, 5). It is worth noting that both surface and underground water flows are directed towards the lake through natural drainage, with filtration eventually bringing them into Gldani Lake.

The information gathered during the research indicates that Gldani Lake was primarily fed by atmospheric runoff from the southern slopes of the Naserali Ridge and small underground water sources. Additionally, local residents historically collected runoff from small springs in the depressed areas of the northern slopes of the Naserali Ridge and used it to irrigate their gardens. Any remaining or excess water from this system flowed into the lake. However, this system is now out of order and no longer functioning.

Changes in the terrain due to the halted construction of the Tbilisi bypass highway and railway, as well as dense development around the lake, have blocked the groundwater flow from the southern slopes of the Naserali Ridge, preventing it from reaching the lake. As a result, water now floods residential areas, causing problems for the local population.

Hydrogeological studies show that the rocks in the lake's area and surrounding regions have sporadic water-bearing capacity. Analysis of annual precipitation has revealed a decrease in the total amount of precipitation and an increase in the average annual air temperature compared to the period from 1930 to 1965. This change is likely due to global climate changes that have intensified in recent years (Climate Norms - Georgia, August 25, 2008; and Georgia's Applied Climate Reference, 2020).



Fig. 3. Swampy areas (eastern shore of the lake).

The catchment area of Gldani Lake is 0.77 km², with a maximum annual precipitation of 502 mm. The long-term average runoff from the lake's catchment area is 0.012 m³/s (Hydrological Studies, Caucasus and Dagestan, 1964). Based on this data, the annual runoff is calculated at 378,432 m³, which exceeds the 200,000 m³ volume needed to raise the lake's water level by 1 meter.

However, over the years, the situation has significantly worsened, and the lake's catchment area has shrunk. According to hydrological calculations, the amount of water evaporating from the lake's surface is nearly 2.5 times greater than the amount of atmospheric precipitation in the catchment area.



Fig. 4. Source 1.



Fig. 5. Source 2.

Based on the study results, it has become clear that due to the limited resources of surface and underground water, the disruption of the water balance, reduced precipitation, rising air temperatures, and high rates of evaporation from the water surface, it is impossible to increase the water volume in the lake or restore the disrupted balance without sourcing and utilizing additional external water resources.

ALTERNATIVE OPTIONS FOR FILLING GLDANI LAKE WITH WATER

Based on the research results, several alternatives were considered to increase the water volume in Gldani Lake.

One alternative involved constructing an engineered structure equipped with regulatory gates on the River Khevzmar, with the idea of pumping the retained water into the lake. However, this proved to be quite challenging, both technically and in terms of cost, making it an impractical solution.

Due to the sporadic water-bearing capacity of the area, the likelihood of obtaining sufficient water from boreholes was deemed minimal. Additionally, the water from these sources has high mineral content, making this option unviable as well.

The most feasible solution identified is the use of water from the River Aragvi, which flows through the Bodorna-Ghrmaghele water conduit tunnel located north of the lake. Water from this tunnel could be delivered to the lake by gravity, making the process straightforward and technically feasible. This tunnel is managed by "Georgian Water and Power" LLC.

As for water quality, it can be assessed based on the hydrochemical analysis results shown in Table 1, which include data from our research. The analysis of the control parameters in the samples was conducted at the "Gamma" research center's testing laboratory (Accreditation Certificate GAC-TL-0264, valid from October 27, 2023, to July 26, 2026) in accordance with international standards.

Table 1 provides the quantitative composition of the main ions present in the waters of Large Gldani Lake and the Aragvi River.

It is evident that the water in Large Gldani Lake is highly mineralized - 21 g/L, characterized by a sulfate-sodium-magnesium type and extremely high hardness - 160.2 mg-eq/L. (Table 1)

The water from the Aragvi River, which flows through the Bodorna-Ghrmaghele tunnel, is of the bicarbonate-calcium-magnesium type, with mineralization ranging from 0.2 to 0.3 g/L and low hardness - 2.8 mg-eq/L.

Such water inflow will not only add to the lake's water volume but also significantly reduce the concentration of dissolved salts, improving the overall water quality. The lake and its surrounding area will be transformed into a prime recreational zone, making the water suitable for swimming and fish farming, and the area attractive to both local residents and tourists.

Table 1

Main Ions Present in Gldani Lake and Aragvi River Waters

| Parameters | Large Gldani (White) Lake | Aragvi River |
|------------------------------|---------------------------|--------------|
| Turbidity (FTU) | 55.0 | 2050.0 |
| pH | 8.30 | 7.55 |
| chemical oxygen demand(mg/L) | 75.50 | 12.48 |
| Calcium (mg/L) | - | 42.08 |
| Magnesium (mg/L) | 1629.44 | 8.51 |
| Sodium (mg/L) | 3520.0 | 7.04 |
| Potassium (mg/L) | - | 2.59 |
| Bicarbonate (mg/L) | - | 151.28 |
| Chloride (mg/L) | - | 9.22 |
| Sulfate (mg/L) | 13 900.0 | 26 |
| Hardness (mg-equiv/L) | 160.2 | 2.804 |
| Mineralization (mg/L) | 21000 | 249.72 |

CONCLUSIONS

- This study describes the severe ecological condition of Gldani (White) Lake. A topogeodetic survey of the lake's shoreline was conducted, and the hydrogeological and hydrological conditions of the lake and surrounding areas were characterized. The hydrochemical indicators of the lake's water were also studied.
- The current water balance of Large Gldani Lake is disrupted. During the research, the main factors contributing to the reduction of water in the lake were identified, and several alternatives for replenishing the lake were evaluated.
- The research on refilling Gldani Lake demonstrated the limited availability of natural resources for the project and highlighted the difficulties caused by urbanization and construction.

- After considering several alternatives for replenishing Large Gldani Lake, the only viable solution was found to be the use of water from the Aragvi River through the Bodorna-Ghrmaghele water conduit tunnel, which is under the management of "Georgian Water and Power" LLC.
- The results of the chemical analysis of the water conducted by our team show that the lake's water is highly mineralized at 21 g/L, and it is of the sulfate-sodium-magnesium type. The water from the tunnel, which carries Aragvi River water, is of the bicarbonate-calcium-magnesium type, with mineralization of 0.2-0.3 g/L. This water inflow will not only add water to the lake but also significantly reduce the concentration of dissolved salts, improving the water quality.
- The lake and its surrounding area will be transformed into an ideal recreational zone, making the water suitable for swimming and fish farming, and the area attractive to both local residents and tourists.
- Based on the results of the conducted studies, negotiations took place between Tbilisi City Hall and "Georgian Water and Power" LLC, and a contract was signed. The issue of refilling the lake with water has been resolved, and a recreational zone will be developed around the lake.

REFERENCES

- Climatological Observation Data for 1960-2010, "Applied Climate Reference of Georgia," 2020.
Design Standards - Climatology of Georgia, August 25, 2008.
- Hydrological Study, Volume 9, Transcaucasia and Dagestan, Western Transcaucasia, Leningrad, Hydrometeoizdat, 1964.
- Technical Regulations on "Protection of Georgia's Surface Waters from Pollution," approved by Decree №425 of the Georgian Government on December 31, 2013.

ORCID iD

- Vakhtang Gvakharia - <https://orcid.org/0009-0008-0430-0197>
Akaki Maglakelidze - <https://orcid.org/0009-0009-8105-6500>
Beka Lebanidze - <https://orcid.org/0009-0004-3381-9773>
Tariel Adamia - <https://orcid.org/0009-0000-8350-8827>