

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

ყოველკვარტალური გამოცემა  
QUARTERLY PUBLICATION

Certificate  
ICI Journals master Lists

ISSN 1512-0996  
DOI:<https://doi.org/10.36073/1512-0996>  
Impact Factor: <https://www.isindexing.com>

INDEX  COPERNICUS  
I N T E R N A T I O N A L

ურობები  
WORKS

N2(540)



თბილისი – TBILISI  
2026

დაარსებულია 1924 წელს.

პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

სამეცნიერო ჟურნალი „მრომები“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რეფერირებადი, რეცენზირებადი, მულტიდისციპლინური, ყოველკვარტალური სამეცნიერო ჟურნალია. მას მინიჭებული აქვს ISSN, DOI და ლიცენზირებულია Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) ლიცენზიით.

ჟურნალი რეგისტრირებულია შემდეგ საერთაშორისო და ადგილობრივ მონაცემთა ბაზებში: Copernicus, Google Scholar, Ivereli (საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა), Eurasian Scientific Journal Index, International Scientific Indexing (ISI) — Impact Factor: 3.792 (2024). სტატიებისა და რეფერატების ნაწილი ასახულია ქართულ რეფერატულ ჟურნალში (ქრე) ქართულ და ინგლისურ ენებზე, აგროკულტურის საკითხები კი უქსპორტირდება UN FAO AGRIS მონაცემთა ბაზაში. ასევე რეგისტრირებულია ბაზაში „საქართველოს პუბლიკაციები“.

ყველა უფლება დაცულია. ამ კრებულში გამოქვეყნებული მასალების (ტექსტის, ფოტოს, ილუსტრაციის და სხვა) სრულად ან ნაწილობრივ გამოყენება ნებადართულია მხოლოდ გამომცემლის წინასწარი წერილობითი თანხმობით. საავტორო უფლებების დარღვევა ექვემდებარება საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებულ პასუხისმგებლობას.

ავტორი (ავტორები) პასუხისმგებელია სტატიის შინაარსზე და საავტორო უფლებებისა და სამეცნიერო ეთიკის საყოველთაოდ მიღებული სხვა ნორმების დაცვაზე. სტატიის ავტორის (ავტორების) პოზიცია შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახლის პოზიციას.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ მადლიერებით მიიღებს ყველა კონსტრუქციულ შენიშვნას, წინადადებას და გამოიყენებს საქმიანობის შემდგომი სრულყოფისათვის.

მოგვწერეთ:  
sagamomcemlosakhli@yahoo.com  
publishing@gtu.ge

## მთავარი რედაქტორი დ. გურგენიძე

### მთავარი რედაქტორის მოადგილეები:

- თ. ლომინაძე
- თ. წერეთელი
- კ. კოპალიანი
- ლ. კლიმიაშვილი

### სწავლული მდივანი

დ. გორგიძე

### სარედაქციო კოლეგია:

- პ. ალბრეხტი (გერმანია), ნ. ბაღათურია, პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), გ. ბიბილეიშვილი, მ. ბურჯანაძე, ვ. ბურკოვი (რუსეთი), ივ. გიორგაძე, ზ. გვიშანი, გ. გავარდაშვილი, ბ. გითოლენდია, ბ. გუსევი (რუსეთი), ლ. დზიენისი (პოლონეთი), პ. ზუნკელი (ავსტრია), გ. თავაძე, ლ. თარგამაძე, ლ. ივანოვი (რუსეთი), ი. კუტუბიძე, ა. კაბულოვი (უზბეკეთი), ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვესიტაძე, ე. კვესიტაძე, მ. კოსიორ -კაზბერუკი (პოლონეთი), გ. კობახიძე, მ. კუხალეიშვილი, თ. კუნჭულია, მ. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, პ. მამედოვი (აზერბაიჯანი), ვ. მაჭვევი (რუსეთი), ს. მინასიანი (სომხეთი), ს. მიჰარა (იაპონია), გ. მეძმარიაშვილი, ა. ნონეშვილი, თ. ნატრიაშვილი, თ. ფვანია, ბ. ჟუმაგულოვი (ყაზახეთი), მ. რაძმაძე, გ. სალუქვაძე, ი. სკოჩკო (პოლონეთი), ა. სიკორსკი (პოლონეთი), ალ. სიჭინავა, ა. სუზუკი (იაპონია), თ. სულაბერიძე, გ. ტყემალაძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), მ. ფიფია, კ. ფხაკაძე, ა. ფრანგიშვილი, ქ. ქუთათელაძე, გ. ყურაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ს. შმიდტი (გერმანია), პ. შტროერი (გერმანია), თ. ძაგანია, ზ. წამალაიძე, ნ. ხვედელიანი, ნ. ხოზრევანიძე, რ. ხუროძე, მ. ჯანიკაშვილი.

### სამეცნიერო კონსულტანტები:

- ა. აბრალავა, გ. აბრამიშვილი, ჯ. ბერიძე, ჯ. გაბელია, დ. გორგიძე, რ. გრიგოლია, შ. დეკანოსიძე, რ. დიაკონიძე, შ. დოდონაძე, ჯ. იოსებიძე, თ. კაიშაური, ტ. კვიციანი, ი. კვესელავა, ზ. კოვზირიძე, ნ. ლოლაძე, ნ. ლომინაძე, თ. მაგრაქველიძე, ი. მეგრელიშვილი, გ. მელაძე, პ. მელაძე, მ. მეძმარიაშვილი, ბ. მხეიძე, დ. ნატროშვილი, ა. სონდულაშვილი, თ. ფარესიშვილი, ლ. ყუფარაძე, ბ. შანშიაშვილი, ა. ჩიქოვანი, თ. ჩუბინიშვილი, ე. ციტიშვილი, კ. წერეთელი, შ. წეროძე, ნ. წითანავა, მ. ხოსიტაშვილი, თ. ჯაგოდნიშვილი.

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2026

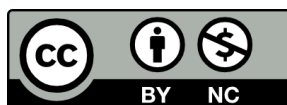
ISSN 1512-0996



9 771512 099004



Verba volant,  
scripta manent



# შინაარსი

## ხელოვნება და ჰუმანიტარული მეცნიერებები

თამარ მებუკე. ელექტრონული ლიტერატურა, როგორც ახალი ტენდენცია თანამედროვე ლიტერატურის ევოლუციაში ..... 11

## ბიზნესი, მენეჯმენტი და ბუღალტრული აღრიცხვა

თინა გელაშვილი, ნელი მახვილაძე. აგროსაინფორმაციო სისტემების გამოწვევები, მონიტორინგისა და ანალიზის სისტემის სრულყოფის მექანიზმები..... 18

ლევან ხაბელაშვილი. საერთაშორისო ანტიკორუფციული მოდელები და მექანიზმები ..... 31

## კომპიუტერული მეცნიერება

მარიამ ჯანელიძე. კვანტური სიგნალების ანალიზი კრიოგენულ და არაკრიოგენულ გარემოში ..... 37

მარიამ ჯანელიძე, მარინა ქურდაძე. კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია..... 48

## დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და პლანეტოლოგია

ზურაბ ვარაზაშვილი, ზურაბ კაკულია, გიორგი გაფრინდაშვილი, დალი ჩუტკერაშვილი. ზოგიერთი ბუნებრივი ფაქტორის როლი დვარცოფული ნაკადების სიჩქარის ჩამოყალიბებაში მდ. ჩოხელთ-ხევის და ნაღვარევის-ხევის მაგალითზე..... 58

ლუდმილა ღლონტი, ზურაბ კაკულია, ავთანდილ სონღულაშვილი, ინგული ნანაძე, მანანა კოპაძე, ლაშა ხვიჩია. იმერეთის მინერალური წყლის გამოსავლების ჰიდროქიმიური მონიტორინგი მათი რაციონალური გამოყენების მიზნით ..... 68

**ნიკო ფოფორაძე.** მეწყრული პროცესების კლასიფიკაციის თანამედროვე სისტემები  
და მათი შედარებითი ანალიზი ..... 79

**გიორგი ჩუბინიძე, მანუჩარ შიშინაშვილი.** ტოპოგეოდეზიური კვლევის თანამედროვე  
მეთოდების გამოყენება საგზაო ინფრასტრუქტურის დაპროექტებისა და მშენებლობისთვის..... 85

**გიორგი დურგლიშვილი, მევლუდ შარიქაძე, ნიკოლოზ დურგლიშვილი.**  
ნაპრალოვან -კავერნული ტიპის ნავთობის საბადოების გაწყლოვანების  
კანონზომიერებების შესახებ ..... 93

**საინჟინრო საქმე**

**ივანე ნონიევი, გრიგოლ ხელიძე, თეიმურაზ ბულია, ზაჩანა ფიფია.** ჰიდროტექნიკური  
ნაგებობების ტექნიკური უსაფრთხოების შესახებ ..... 116

**თენგიზ პაპუაშვილი, ალექსი ბურდულაძე, ნუგზარ რურუა, გიორგი აღნიაშვილი,**  
**თორნიკე ფოჩხიძე.** საავტომობილო გზის ასფალტბეტონის საფარის ცვეთა სატრანსპორტო  
ნაკადის მოქმედებისას, როგორც მისი საექსპლუატაციო მდგომარეობის ფუნქცია..... 130

**თენგიზ პაპუაშვილი, ალექსი ბურდულაძე, ნუგზარ რურუა, გიორგი აღნიაშვილი,**  
**თორნიკე ფოჩხიძე.** დამატებითი ძალების წარმოქმნაზე სატრანსპორტო საშუალებების  
მოდრაობის სიჩქარის გავლენის მოდელირება..... 139

**ხვიჩა ირემაშვილი, გიორგი ბერძენაშვილი, ნუგზარ რურუა, პეტრე ნადირაშვილი.**  
წყალსაცავში კაშხლის რღვევით წარმოქმნილი ღვარცოფული პროცესის ერთგანზომილებიანი  
(1D) განტოლების შედგენა არაერთგვაროვანი და არათანაბარი ნაკადის  
მოდრაობის პირობებში ..... 146

**ლავრენტი გუდავაძე.** სამაგრისა და გარემომცველი მასივის ერთობლივი მუშაობა  
გვირაბის ეტაპობრივი მშენებლობის პროცესში სამაგრისა და ქანის  
არაწრფივი მუშაობის გათვალისწინებით..... 153

ლავრენტი გუდავაძე. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის  
გვირაბების გარემომცველ ქანებში მიმდინარე მექანიკური პროცესების  
ექსპერიმენტული კვლევა ..... 164

**ფიზიკა და ასტრონომია**

ალექსი მესტვირიშვილი, იური ბაღათურია, ირაკლი ლომიძე, დავით ლომიძე,  
თენგიზ ტორიაშვილი, აბესალომ იაშვილი, ზვიადი წამალაიძე. SiPM-ის დახასიათებისთვის  
LED-ზე დაფუძნებული კალიბრაციის სისტემა ..... 175

**სოციალური მეცნიერებები**

ზვიად ტყაბლაძე. „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა (I ნაწილი)..... 192  
ზვიად ტყაბლაძე. „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა (II ნაწილი) ..... 228

ავტორთა საძიებელი ..... 254  
რეცენზენტთა საძიებელი ..... 255  
ავტორთა საყურადღებოდ ..... 256

# CONTENTS

## Arts and Humanities

**Tamar Mebuke.** Electronic Literature as a New Trend in the Evolution of Modern Literature ..... 11

## Business, Management and Accounting

**Tina Gelashvili, Nelly Makhviladze.** Challenges of Agricultural Information Systems, Mechanisms  
for Improving the Monitoring and Analysis System..... 18

**Levan Khabelashvili.** International Anti-Corruption Models and Mechanisms..... 31

## Computer Science

**Mariam Janelidze.** Analysis of Quantum Signals in Cryogenic and Non-Cryogenic Environments ..... 37

**Mariam Janelidze, Marina Kurdadze.** Decoherence of Quantum Signals ..... 48

## Earth and Planetary Sciences

**Zurab Varazashvili, Zurab Kakulia, Giorgi Gaprindashvili, Dali Chutkerashvili.** Some Natural Factors Role  
in Determining the Mudflows Speed on Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi Rivers Example..... 58

**Ludmila Glonti, Zurab Kakulia, Avtandil Songhulashvili, Inguli Nanadze, Manana Kopadze,**

**Lasha Khvichia.** Hydrochemical Monitoring of Imereti Natural Mineral Water for the Purpose of Their  
Rational Use ..... 68

<b>Niko Poporadze.</b> Modern Classification Systems of Landslide Processes and Their Comparative Analysis .....	79
<b>Giorgi Chubinidze, Manuchar Shishinashvili.</b> The Use of Modern Topographic and Geodetic Survey Methods for the Design and Construction of Road Infrastructure.....	85
<b>Giorgi Durglishvili, Mevlud Sharikadze, Nikoloz Durglishvili.</b> On the Regularities of Increasing Water-cut of Fractured-Cavernous Oil Fields.....	93

## Engineering

<b>Ivane Nonievi, Grigol Khelidze, Teimuraz Bulia, Bachana Pipia.</b> On the Technical Safety of Hydrotechnical Structures .....	116
<b>Tengiz Papuashvili, Aleksii Burduladze, Nugzar Rurua, Giorgi Agniashvili, Tornike Pochkhidze.</b> Wear of Asphalt Concrete Road Surfaces Under Traffic Flow as a Function of their Operational Condition.....	130
<b>Tengiz Papuashvili, Aleksii Burduladze, Nugzar Rurua, Giorgi Agniashvili, Tornike Pochkhidze.</b> Modeling the Influence of Vehicle Speed on the Generation of Additional Forces.....	139
<b>Khvicha Iremashvili, Giorgi Berdzenashvili, Nugzar Rurua, Petre Nadirashvili.</b> Formulation of a One-Dimensional Equation for the Mudflow Process Caused by a Dam Failure in a Pond under Conditions of Nonuniform and Uneven Flow Motion.....	146
<b>Lavrenti Gudavadze.</b> Joint Behavior of Support and Surrounding Rock Mass During Staged Tunnel Excavation Considering Nonlinear Interaction of Support and Rock .....	153
<b>Lavrenti Gudavadze.</b> Experimental Investigation of Mechanical Processes in Rocks Surrounding the Tunnels of the Shaft Laboratory at the Georgian Technical University .....	164

**Physics and Astronomy**

**Aleks Mestvirishvili, Yuri Bagaturia, Abesalom Iashvili, Davit Lomidze, Irakli Lomidze,**

**Tengiz Toriashvili, Zviad Tsamalaidze.** LED-Based Calibration System for SiPM Radiation

Damage Studies ..... 175

**Social Sciences**

**Zviad Tkabladze.** Daesh’s Organisational Structure and Management System (Part I) ..... 192

**Zviad Tkabladze.** Daesh’s Organisational Structure and Management System (Part II) ..... 228

**Author’s Index** ..... 254

**Reviewer’s Index** ..... 255

**Guidelines for Authors** ..... 262

UDC 004

SCOPUS CODE 1208

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-11-17>

## Electronic Literature as a New Trend in the Evolution of Modern Literature

**Tamar Mebuke**

Georgian Technical University, faculty of social sciences, professor, Georgia  
E-mail: mebuket@yahoo.com

### Reviewers:

**Ts. Dekanozishvili**, Georgia Technical University, faculty of social sciences, associate professor  
E-mail: tsiia26@yahoo.com

**N.Lomsadze**, Georgian Technical University, faculty of social sciences, associate professor  
E-mail: lomsadze@yahoo.com

---

**Abstract.** The paper explores how literature has evolved in response to the development of digital technologies, which found its manifestation in Electronic literature, a new and significant trend in the evolution of modern literary forms. The paper aims at tracing evolution of Electronic Literature from the first works of narrative hypertext fiction created in imitation of paper-based works, to recent syncretic, hybrid forms that tend to split into works continuing tradition of printed literature and new forms of computer-generated art. Essential features, distinguishing electronic literature from codex literary texts are highlighted. Traits, sustaining the continuity of literary tradition in works created on a new medium are traced.

**Keywords:** Chtonotope; Code; Feedback loop; Hypertext; Non-linear time; Synesthesia.

---

### Introduction

The emergence of electronic literature, or computer-mediated writing, represents one of the most remarkable transformations in the history of literature. Just as the invention of the printing press reshaped writing, reading, and dissemination for over five centuries, the rise of computers and the Internet has altered how texts are created, distributed, and interpreted. This shift from paper-based to digital formats has introduced new compositional and rhetorical principles, producing what is called born-digital works.

The evolution of electronic literature runs parallel to that of digital technology itself. Modern databases and systems of information storage have changed the relationship between a text and its medium. Unlike traditional printed texts, where the written surface and the stored information coincide, computer-mediated texts consist of two distinct levels: the interface and the storage medium. This separation has influenced how both writers and readers engage with a text, creating

new forms of interaction and interpretation. However, even though the field is young, electronic literature has already become a legitimate subject of literary criticism.

### Generations of Electronic Literature

The first experiments with electronic writing appeared in the 1950s in the form of generative literary works—texts created by computer programs. In the 1960s, text-based computer games began to explore the possibilities of the digital medium, paving the way for what was called the first, or classic generation of electronic literature. These were pre-web, text-heavy, link-driven works that still preserved many conventions of print culture, and mainly transferred a text from a page to a screen.

The 1980s saw the development of hypertext fiction, where readers could navigate stories through links and non-linear paths. As a net structure of computer-mediated texts allowed every point of a text to be connected with any other point, it changed the role of the reader from interpretation to intervention with the aim to gain control of a narrative. This innovation turned readers from passive observers into active participants—or even to so-called co-creators—of the text. Espen Aarseth (1997) described this kind of work as ergodic literature, meaning that it requires non-trivial effort from the reader to traverse the text.

The second generation of electronic literature, from the mid-1990s onward, emerged with the rise of the Internet. Web-based works incorporated multimedia, animation, and interactivity, expanding the expressive possibilities of literature. By the early 2000s, digital poetry became a vibrant form that combined text with sound, image, and animation. Around 2005, a third generation appeared, using familiar platforms such as social media, mobile apps, and web APIs (Application

Programming Interface services). As Leonardo Flores (2019) observes, this generation coexists with earlier ones and reflects a culture in which digital media have become naturalized. In recent years, electronic literature has also begun to use social media as a platform for collective authorship, a form of pop-culture, turning readers into contributors.

### Main Part

#### Structure and Principles of Hypertext Fiction

My research was focused on analyzing the principles of structure and composition that define hypertext narrative fiction. The term “hypertext,” coined by Theodor Nelson (1992), literally means “beyond text” and refers to the surpassing of linear narrative constraints. Our analysis was based on works from the four volumes of Electronic Literature Collection, composed at Washington State University.

Three essential features: code, a linked structure, and feedback loops represent the main properties of hypertexts, besides non-linear approach to time, that became a structural element for creating works of hypertext fiction. The notion of non-linear time, which is connected with the theory of parallel times that exist simultaneously, lies symbolically at the background of the narration in Jorge Luis Borges’s short story “The Garden of Forking Paths” (1941), which is considered to be an inspiration for the concept of hypertext. Hypertext exploits the idea of non-uniform time and provides a single user- interface to a variety of thematically connected episodes.

A linked structure of hypertexts is directly related to the function changing chronotopes acquire in the composition of a story. Chronotope (Bakhtin: 1981), that marks intersection of spatial and time coordinates in the fictional text, is distinct for each node of a hyper-

text and indicates a separate lexia. A linked structure of hypertext and its interconnection with changing chronotopes shows the different principles of composition of paper-based and computer-mediated texts of fiction. Though the plot line – the logical causal and temporal sequence of a chain of events is identical for both works of hypertext fiction and codex literature, the innovative ways of composing a story -- the way the plot unfolds, distinguish electronic literature from paper-based texts.

By clicking on links, which indicate to possible connections between different lexias (Barthes: 1977) in a hypertext, the reader makes a leap in time and, consequently, in space, i.e. changes a chronotope. The change of chronotopes permits authors to show various types of cause-effect relations, associations and connections between the events of a fictional world. Chronotopes of lexias show parallel worlds in which characters live and events or situations that bring them together. Links make it possible to show how human lives intersect and integrate into a single picture of our multifaceted life. Through links and changing chronotopes the net also enables authors to integrate life events of an individual character into a unified whole, thus bringing a human life to a common denominator by combining and showing connections between its constituent elements.

Combinations of lexias, that are marked as nodes, into a network by joining them links, at a static level resembles “a mosaic” of chronotopes. However during the process of reading, the combination of chronotopes changes according to the paths taken by the reader, and the previously static picture starts to move, likening reading a hypertext to looking into a kaleidoscope, when at each turn a new picture is created from already available parts. Constantly “changing pictures” account for the absence of a fixed end in most works of hypertext fiction.

In hypertext discourse, two tropes define the reader’s experience: aporia, that indicates to an absent piece of a text, which the reader failed to find, and epiphany, the sudden revelation that resolves the gap. Together, these tropes sustain narrative tension and reader engagement (Aarseth: 1994).

### Hybrid and Intermedial Forms

As technology advanced, authors of electronic literature began to merge text with images, sounds, colors, and animations, producing hybrid forms that appeal to multiple senses. These works use various interface metaphors that de-emphasize the traditional notion of the link. Such literature reflects the co-evolution of humans and technology; as Hayles (2007) states, the development of Homo sapiens has always been intertwined with the tools we create.

This fusion of sensory modes produces synesthetic perception, achieved through the integration of linguistic, visual, auditory, gestural, and spatial semiotic systems. With the rise of touchscreen devices and virtual-reality environments, reading has become an embodied experience that engages sight, hearing, and touch. This process bridges what Hayles (2005, 2007) described as the Cartesian divide between mind and body, making interaction with digital texts more natural and immersive. As nowadays people spend more of their time in virtual reality than in the real world, where our perception of reality comes from our senses, inclusion of visual, auditory and sensory aids into electronic media makes interaction with computer more natural and life less estranged from reality by activating the work of both reader’s sensory and cognitive functions while interacting with the Web. Reading, in this context, becomes an act of navigation, interpretation, and decision-making—a feedback loop between user and text.

However, a central question arises: should these multimedia and interactive works still be called literature? Many digital texts blend elements of literature, art, music, cinema, and gaming, creating what scholars describe as intermedial or plurimedial forms. Intermediality—the interaction of several media within a single work—reveals literature’s intrinsic ability to absorb and reinterpret other art forms. In many intermedial works signs of all five semiotic systems – linguistic, audio, visual, gestural and spatial start to play meaning bearing, constitutive role in creation of computer-mediated works of new art. They have acquired content-bearing function, and act as constitutive elements of composition that have an equal role to elements of the linguistic system in transmitting a message. In this way new, hybrid form of computer art is created. Synesthetic perception of such works merges virtual and real worlds, as perception of these works happens through the same senses as it happens in the real world.

### **Continuity and Return to the Book**

However, after numerous experiments with computer-generated hybrid literary forms, that by now have lasted for over four decades, as our research has evidenced, in the Fourth Volume of Electronic Literature Collection (2022), besides further experiments with the net, we again come across works that evoke aesthetic experience mainly through expressive use of language, as it is peculiar to traditional literary works, reflecting a trend “Back to Book.”

The variety of created on computer literary forms of electronic literature require systematization in order to define the main trends of their evolution in spite of the fact that electronic literature is still a new phenomenon which undergoes rapid transformation and constant modification. Accepted properties of works of different

genres should be taken into consideration while attributing a work of electronic literature to a genre of narrative fiction and its participation in continuation of existing up to now literary tradition. The first, and the most essential property, which is characteristic to all literary works, is to evoke aesthetic experience through expressive use of the language of the linguistic semiotic system. The second criterium is based on the fact that though print literature existed as the only form of preserving and transmitting knowledge for five centuries, it had inherited ages long oral and written traditions of composing and telling stories of various genres, that are imprinted in texts and in our memory, and constitute the basis of our understanding of what literature is. That is the reason for which a work may be qualified as a literary narrative text if it satisfies some accepted requirements, such as a title, upper and lower borders, plot, characters, conflict, setting, theme, point of view and style. Both print and electronic narrative texts meet all these requirements, perhaps except the lower border, which is often missing in electronic fiction, though it may exist implicitly. However, this may be the case with many experimental paper-based works as well. Creation of texts is affected by the medium that is used for their creation.

Another similarity of printed works of narrative fiction and works of narrative hypertext fiction is the structure of plot lines that fall into three basic categories: axial, arborescent, and networked (Ciccoricco, 2007: 5). In multi-plot genres, in terms of formalists, plot lines have a chain, parallel, or circular organization (Mebuke, 2022, 2023: 22).

I have suggested to draw a demarcation line based on the primary and complementary function intermediality has in the composition of literary works. When visual, linguistic, and auditory components carry equal struc-

tural importance, the resulting work can be classified as a hybrid form of computer art. However, when language remains primary and other media serve an expressive or supportive role in the composition of a text by visualizing, or otherwise objectifying content with the help of different forms of synesthesia, expressed through signs of others than linguistic semiotic system, such works continue the literary tradition in electronic form. This distinction allows us to see electronic literature both as a continuation of literary heritage and as a gateway to new aesthetic territories.

### Conclusion

To conclude, the development of electronic literature illustrates how storytelling continues to evolve alongside technology while preserving its essential di-

mension. The boundary between literature and digital art depends on the degree to which aesthetic power of linguistic expression remains central. Electronic literature thus represents both innovation and continuity: it merges centuries-old narrative traditions with the creative potential of new media.

As Monteiro and Carvalhais (2023: 21) remind us, storytelling is a fundamental aspect of human existence, continually shaped by the tools we invent. And as Heckman and O’Sullivan (2018: 22) observe, the miracle of electronic literature does not lie in computers themselves, but in the timeless human impulse to imagine, create, and share meaning. Whether printed on paper or generated by code, literature remains one of the most profound expressions of human consciousness.

### References

1. Aarseth, E. J. (1994). Nonlinearity and literary text theory. In G. P. Landow (Ed.), *Hyper/text theory* (pp. 51–86). Johns Hopkins University Press.
2. Aarseth, E. J. (1997a). *Cybertext: Perspectives on ergodic literature*. Johns Hopkins University Press.
3. Aarseth, E. J. (1997b). *Ergodic literature*. Johns Hopkins University Press.
4. Bakhtin, M. (1981). Forms of time and of the chronotope in the novel. In *The dialogic imagination* (pp. 84–258). University of Texas Press.
5. Barthes, R. (1977). Introduction to the structural analysis of narratives. In *Image–Music–Text*. Fontana.
6. Borges, J. L. (1999). *Collected fictions* (A. Hurley, Trans.). Penguin Classics.
7. Carvalhais, M., & Monteiro, A. C. (2023). How we construct meaning in interactive digital narratives: A structurally coupled relation. *Journal of Digital Media & Interaction*, 6(14), 21–32. <https://doi.org/10.34624/jdmi.v14.32177>
8. Ciccoricco, D. (2007). *Reading network fiction*. University of Alabama Press.
9. Flores, L. (2019). Third generation electronic literature. <https://doi.org/10.7273/axyj-3574>
10. Hayles, N. K. (2005). *My mother was a computer: Digital subjects and literary texts*. University of Chicago Press.
11. Hayles, N. K. (2007a). *Electronic literature: New horizons for the literary*. University of Notre Dame Press.

12. Hayles, N. K. (2007b). Electronic literature: What is it? Electronic Literature Organization.
13. Heckman, D., & O'Sullivan, J. (2018). Electronic literature: Contexts and poetics.  
<https://dlsanthology.mla.hcommons.org>
14. Mebuke, T. (2022). Prospects and confines of electronic literature. In A. Mammadov & B. Lewandowska-Tomaszczyk (Eds.), *Analysing media discourse: Traditional and new* (pp. 62–86). Cambridge Scholars Publishing.
15. Mebuke, T. (2023). Temporal and spatial coordinates in hypertext fiction. *Global Journal of Human Social Sciences: G. Linguistics & Education*, 23(7), 21–24. <https://doi.org/10.17406/GJHSS>
16. Nelson, T. H. (1992). Opening hypertext: A memoir. In M. C. Tuman (Ed.), *Literary online: The promise (and peril) of reading and writing with computers* (pp. 43–57). University of Pittsburgh Press.

UDC 004

SCOPUS CODE 1208

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-11-17>

## ელექტრონული ლიტერატურა, როგორც ახალი ტენდენცია თანამედროვე ლიტერატურის ევოლუციაში

**თამარ მებუკე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო  
E-mail: mebuket@yahoo.com

### რეცენზენტები:

**ც. დეკანოზიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი  
E-mail: tsiia26@yahoo.com

**ნ. ლომსაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი  
E-mail: lomsadze@yahoo.com

**ანოტაცია.** ნაშრომში გამოკვლეულია, თუ როგორ განვითარდა ლიტერატურა ციფრული ტექნოლოგიების განვითარების საპასუხოდ, რამაც თავისი გამოვლინება პოვა ელექტრონულ ლიტერატურაში, რაც თანამედროვე ლიტერატურული ფორმების ევოლუციის ახალ და მნიშვნელოვან ტენდენციას წარმოადგენს. ნაშრომის მიზანია ელექტრონული ლიტერატურის ევოლუციის კვალის შესწავლა ქაღალდზე დაფუძნებული ნაწარმოებების იმიტაციით შექმნილი თხრობითი ჰიპერტექსტური მხატვრული ლიტერატურის პირველი ნაწარმოებებიდან დაწყებული, ბოლოდროინდელი სინკრეტული, ჰიბრიდული ფორმებით დამთავრებული, რომლებიც, როგორც წესი, იყოფა ნაბეჭდი ლიტერატურის ტრადიციის გაგრძელების ნაშრომებად და კომპიუტერული ხელოვნების ახალ ფორმებად. ხაზგასმულია ელექტრონული ლიტერატურის კოდექსური ლიტერატურული ტექსტებისგან განმასხვავებელი ძირითადი მახასიათებლები. გამოკვეთილია ის მახასიათებლები, რომლებიც ახალ საშუალებაზე შექმნილ ნაწარმოებებში ლიტერატურული ტრადიციის უწყვეტობას ინარჩუნებს.

**საკვანძო სიტყვები:** არაწრფივი დრო; კოდი; სინესთეზია; უკუკავშირის მარყუქი; ქტონოტოპი; ჰიპერტექსტი.

*The date of review 20.03.2026*

*The date of submission 26.03.2026*

*Signed for publishing 26.06.2026*

UDC 336.02

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-18-30>

## აგროსაინფორმაციო სისტემების გამოწვევები, მონიტორინგისა და ანალიზის სისტემის სრულყოფის მექანიზმები

- თინა გელაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიკური უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო  
E-mail: tinikogel@gmail.com
- ნელი მახვილაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიკური მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, დოქტორი, საქართველო  
E-mail: nellym@gtu.ge

### რეცენზენტები:

- თ. სანიკიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტ ტექნიკური მეცნიერი მკვლევარი, დოქტორი  
E-mail: Taosan31@yahoo.com
- ლ. ნოზაძე**, სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი (მიმართულება – აგროსაინფორმაციო ტექნოლოგიები)  
E-mail: lerinozadze@yahoo.com

**ანოტაცია.** ფერმის მართვის ინფორმაციული სისტემების (FMIS) მენეჯმენტის ასპექტები მოიცავს ფერმის საქმიანობის დაგეგმვას, ორგანიზებას, ანალიზს, მონიტორინგსა და კონტროლს (Husemann & Novković, 2014). თანამედროვე FMIS-ები მნიშვნელოვნად განვითარდა და მოიცავს ისეთ ციფრულ მოდელებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მოსავლიანობის მონიტორინგს, ინფორმაციის ავტომატურ შეგროვებასა და ფერმის მართვას (Köksal & Tekinerdogan, 2019). ნაშრომში შესწავლილია აგრო-

საინფორმაციო სისტემებისა და ფერმერთა წინაშე მდგარი გამოწვევები, თეორიული მასალის ანალიზისა და რესპონდენტთა (N:41) გამოკითხვის შედეგებზე დაყრდნობით შემოთავაზებულია რეკომენდაციები, რომლებიც ხელს შეუწყობს აგროსაინფორმაციო სისტემაში გამოწვევების დაძლევას, ანალიზისა და მონიტორინგის სისტემის სრულყოფას. კერძოდ, შეთავაზებულია ციფრული ინფრასტრუქტურისა და ციფრული პლატფორმების შექმნა-განვითარება, მონაცემთა ინტეგრირებული მართვა, სპეციალისტთა უწყვეტი პროფესიული გადამზა-

დება, მონაცემთა ბაზის შექმნა, სადაც ფერმერებს ექნებათ ხელმისაწვდომობა ამინდის პროგნოზებზე, ნიადაგის ანალიზზე, მცენარეთა დაცვის რჩევებზე და ბაზრის ფასებზე. პლატფორმა უნდა იყოს მარტივი გამოყენების, ხელმისაწვდომი მობილური აპლიკაციის სახითაც, რათა ინფორმაცია სოფლის მოსახლეობისთვის ადვილად მისაღები იყოს.

**საკვანძო სიტყვები:** აგროსაინფორმაციო სისტემები; მონიტორინგი; ციფრული აგროსერვისი.

### შესავალი

აგროსაინფორმაციო სისტემები (AIS) არის მონაცემთა შეგროვებისა და გავრცელების ინტეგრირებული მექანიზმები, რომლებიც მიზნად ისახავენ სოფლის მეურნეობის ეფექტიანობის, პროდუქტიულობისა და მდგრადობის ზრდას. თანამედროვე ეკონომიკურ პირობებში AIS-ის განვითარება საქართველოსთვის კრიტიკულად მნიშვნელოვანია, რათა ფერმერებმა მიიღონ დროული და სანდო ინფორმაცია კლიმატურ ცვლილებებზე, ბაზარზე ფასების დინამიკასა და ინოვაციურ აგროტექნოლოგიებზე.

მიუხედავად იმისა, რომ აგრარული საინფორმაციო სისტემები (AIS) და ფერმის მართვის სისტემები (FMIS) უკვე დაახლოებით სამი ათეული წელია არსებობს და ვითარდება, მათი გამოყენება და დანერგვა მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში ერთნაირი ტემპით არ მიმდინარეობს. განვითარებულ ქვეყნებში ეს სისტემები უფრო აქტიურად გამოიყენება, ხოლო განვითარებად ქვეყნებში – ნაკლებად, ძირითადად ინფრასტრუქტურული და ფინანსური პრობლემების გამო. აგროსაინფორმაციო

სისტემების გამოყენების დაბალი მაჩვენებლები დაკავშირებულია სხვა მიზეზებთანაც. კვლევები ხშირად არ ეყრდნობა ფერმერთა რეალურ საჭიროებებს, ასევე, კვლევით ორგანიზაციებსა და ფერმერულ საკონსულტაციო ცენტრებს შორის კავშირიც სუსტია. ბევრ შემთხვევაში საინფორმაციო სისტემები იქმნება განვითარებული ქვეყნების პირობებზე მორგებით და ნაკლებად გამოიყენება განვითარებად ქვეყნებზე. ასევე, პრობლემაა ტექნოლოგიის მიწოდების არაეფექტური სისტემა და მეთოდები, რომლებიც ადგილობრივი ფერმერების მოთხოვნებს არ შეესაბამება. ბევრ რეგიონში ფერმერებს ურჩევნიათ პირადი კონტაქტი აგროკონსულტანტებთან, რათა მიიღონ ახალ ტექნოლოგიებზე რჩევები. თავის მხრივ, კონსულტანტმა აუცილებელია გაითვალისწინოს რა სახის, როგორ და რა მოცულობით მიიღოს და გამოიყენოს რჩევები ფერმერმა. კონსულტაციის მიღებაზე გავლენას ახდენს ფერმერის განათლება და გამოცდილება, რომელიც TOE (ტექნოლოგია–ორგანიზაცია–გარემო) მოდელის მიხედვით დამოკიდებულია სამ ფაქტორზე: ტექნოლოგიურ, ორგანიზაციულ და გარემო პირობებზე.

აგროსაინფორმაციო სისტემის სრულყოფის ერთ-ერთი პრობლემა ასევე არის ის, რომ ფერმერები ხშირად არ აგზავნიან მონაცემებს სისტემებში, რადგან ვერ ხედავენ პირად სარგებელს. ამის მიზეზია ტექნიკის (კომპიუტერების, სმარტფონების) ნაკლებობა და მთავრობის მხრიდან სტიმულების არქონა. ზოგი მკვლევარი სთავაზობს „გეომიფიკაციის“ მეთოდის გამოყენებას — თამაშის ელემენტების მეშვეობით ფერმერების მოტივაციის გაზრდას. მაგალითად, Riceville-ის სიმულაციური

თამაში ფერმერებს ასწავლის საუკეთესო პრაქტიკებს (Ahmadvand, M., & Karami, E. 2011). ამასთან ერთად, ტექნოლოგიების ათვისებასა და გამოყენებაზე გავლენას ახდენს ფერმერის გამოცდილება, ასაკი, შემოსავალი, განათლება, ტექნიკური უნარები და სხვა, რის გამოც ფერმერები გადიან ტრენინგს და ეცნობიან ტექნოლოგიის გამოყენებას, ყოველივე ეს კი ხელს უწყობს როგორც მათი ნდობის ზრდას აგროსაინფორმაციო სისტემისადმი, ისე კვალიფიკაციის ამაღლებას.

აგროსაინფორმაციო სისტემა (AIS) სამ ძირითად ელემენტს მოიცავს: კვლევის, ექსპერტიზისა და მომხმარებლის (ფერმერი) ქვესისტემებს. ასევე მნიშვნელოვანია ყურადღების გამახვილება AIS-ის ორ მთავარ განზომილებაზე – შემოქმედებითა და ინტერაქტიულზე. შემოქმედებითი განზომილება ეხება იმას, თუ როგორ განისაზღვრება აგრარული პრობლემები, ხოლო ინტერაქტიული განზომილება – იმ როლს, რომელსაც ასრულებენ სხვადასხვა მონაწილეები AIS-ში. ორივე განზომილება წინასწარ უნდა იყოს განსაზღვრული და გათვალისწინებული, რათა თავიდან იქნეს აცილებული სისტემაში კავშირის რღვევები და ხელი შეუწყოს ფერმერთა საზოგადოების მიერ AIS-ის წარმატებულ მიღებასა და გამოყენებას (Ahmadvand & Karami, 2011).

AIS-ის წარმატებული დანერგვა ფერმერთა და აგრარული სფეროთი დაინტერესებული საზოგადოების მიერ საინფორმაციო სისტემებზე როგორც წვდომას, ასევე აქტიურ გამოყენებას უზრუნველყოფს (Bitrus, Strang, & Vajjhala, 2019). სისტემებზე წვდომა ნაწილობრივ დამოკიდებულია შესაბამის ინფრასტრუქტურაზე, რაც განსაკუთრებით აქტუა-

ლურია განვითარებადი ქვეყნების შემთხვევაში, სადაც ინფრასტრუქტურული პრობლემებია. ფერმერებს სჭირდებათ სათანადო მომზადება და ცოდნა, რათა შეძლონ ტექნოლოგიურად რთული საინფორმაციო სისტემების გამოყენება. Bitrus-ი და Strang-ი აღნიშნავენ, რომ მიუხედავად იმისა, რომ განვითარებადი ქვეყნების მთავრობები საწყის ეტაპზე AIS-ის დანერგვაში დებენ ინვესტიციას, ეს პროგრამები ვერ იქნება წარმატებული, თუ არ შეფასდება ფერმერთა მხრიდან სისტემის უწყვეტად გამოყენების სურვილი და არ მოხდა მისი უწყვეტი მონიტორინგი.

კვლევებით დასტურდება, რომ FMIS-მა შეიძლება ფერმერებს მიაწოდოს სასოფლო-სამეურნეო ინფორმაცია ციფრული ტექნოლოგიების მეშვეობით, რამაც შეიძლება საშუალო მოსავლიანობა 4%-ით (ფერმის მართვის საინფორმაციო სისტემა) გაზარდოს. ასევე 22%-ზე მეტად იზრდება რეკომენდებული, აგრონომიული პრაქტიკების მიღების ალბათობა (Fabregas, Kremer, & Schilbach, 2019). FMIS-ის გამოყენება უფრო გავრცელებულია მსხვილ მეურნეობებში, ვიდრე საშუალო ან მცირე ფერმებში. ამის მიზეზებია, მათ შორის, ცოდნის ნაკლებობა და არსებული FMIS-ების მენეჯმენტის სირთულე (Husemann & Novković, 2014).

FMIS-ის მენეჯმენტური ასპექტები მოიცავს ფერმის საქმიანობის დაგეგმვას, ორგანიზებას, მონიტორინგსა და კონტროლს (Husemann & Novković, 2014). თავდაპირველად FMIS მხოლოდ მარტივი აღრიცხვის სისტემებს წარმოადგენდა, რომლებიც ფერმერებს ეხმარებოდა საბაზისო მონაცემების და ფინანსური აღრიცხვის წარმოებაში, თუმცა დროთა განმავლობაში, „ჭკვიანი“ და ზუსტი მეურნეობის

განვითარების პარალელურად, ეს სისტემები მნიშვნელოვნად განვითარდა. თანამედროვე FMIS-ები მოიცავს თანამედროვე მოდელებს, რომლებიც უზრუნველყოფს მოსავლიანობის მონიტორინგს, ინფორმაციის ავტომატურ შეგროვებასა და ფერმის მართვას (Köksal & Tekinerdogan, 2019).

Miller, Griffin, Ciampitti და Sharda (2019) ზუსტ ტექნოლოგიებს ორ კატეგორიად ყოფენ – დაგროვილ ცოდნაზე დაფუძნებულ ტექნოლოგიებად და ინფორმაციაზე დაფუძნებულ ინტენსიურ ტექნოლოგიებად. პირველის გამოყენებას დამატებითი მომზადება არ სჭირდება, ხოლო მეორეს – მაგალითად, ზუსტი ნიადაგის ნიმუშების აღებას – დამატებითი უნარები და სწავლება ესაჭიროება.

FMIS შეიძლება დაეხმაროს ფერმერებს ისეთ მონაცემებზე წვდომაში, როგორცაა მიწის ღირებულება, შრომის დანახარჯი, სასუქები, პესტიციდები, სარწყავი წყალი და სხვა. ICT-ინსტრუმენტების გამოყენება ფერმერებს აძლევს საშუალებას მიიღონ საჭირო ინფორმაცია, რათა განსაზღვრონ რომელი კულტურები დათესონ და რა რესურსები გამოიყენონ როგორც აგრონომიული, ისე ფინანსური თვალსაზრისით.

რამდენიმე საერთაშორისო ორგანიზაცია, მათ შორის ევროპული კომისია (EC), მუშაობს ისეთი პროგრამული კომპონენტებისა და ICT-ინსტრუმენტების შექმნაზე, რომლებიც დეველოპერებს საშუალებას მისცემს შექმნან ფერმერებისთვის გამოსადეგი აპლიკაციები (de Oliveira et al., 2014). მაგალითად, EC-მ 2011 წელს წამოიწყო Future Internet Public-Private Partnership Program (FI-PPP), რომლის მიზანი იყო პროგრამული კომპონენტების ბიბლიოთეკის — ე.წ. ზოგადი გამაძლიერებლების (Generic

Enablers GE) — შექმნა, რათა დეველოპერებს შეეძინათ აპლიკაციები ინოვაციური ტექნოლოგიების, მათ შორის IoT-ის, დიდი მონაცემების ანალიტიკისა და ღრუბლოვანი გამოთვლის გამოყენებით (de Oliveira et al., 2014).

ინოვაციური FMIS-ის ერთ-ერთ მაგალითად შეიძლება მივიჩნიოთ ღრუბელზე დაფუძნებული სისტემა *iFarma*, რომელიც შეიქმნა *საბერძნეთში კომპანიის — Agrotis Agricultural Information Systems — მიერ (de Oliveira et al., 2014)*. *iFarma* იყო ინტეგრირებული ფერმის მართვის აპლიკაცია როგორც ინდივიდუალური ფერმერებისთვის, ისე კოოპერატივებისთვის, რომლებიც იყენებდნენ მობილურ ტელეფონებსა და თანამედროვე ტექნოლოგიებს ზუსტი მეურნეობის განსახორციელებლად.

### ძირითადი ნაწილი

საქართველოში საერთაშორისო დონორებისა და არასამთავრობო ორგანიზაციების ხელშეწყობით 2010–2014 წლებში სახელმწიფოს მხრიდან ყურადღება გამახვილდა სოფლის მეურნეობის დარგის განვითარებაზე. 2014 წელს შეიქმნა სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, რომელიც ატარებს და აკოორდინირებს სასოფლო-სამეურნეო კვლევას. მანამდე, 2013 წელს ჩამოყალიბდა ფერმერთა საინფორმაციო-საკონსულტაციო ცენტრები, რომლებიც ექვემდებარება სოფლის მეურნეობის სამინისტროს (FAO, 2014). საინფორმაციო და საკონსულტაციო ცენტრები სამინისტროს რეგიონული წარმომადგენლებია. სოფლის მეურნეობის კონკურენტუნარიანობის გასაუმჯობესებლად ისინი ასრულებენ ინფორმაციის გავრცელების ფუნქციას. 2019 წლის შემდეგ საინფორმაციო-საკონსულტა-

ციო ცენტრები არასამეწარმეო (არაკომერციული) იურიდიული პირები არიან და ექვემდებარებიან სოფლის განვითარების სააგენტოს (RDA). იმავე წელს სამინისტრომ დაიწყო სასოფლო-სამეურნეო ექსტენსიის სტრატეგიის შემუშავება სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (FAO) ტექნიკური დახმარებითა და ევროკავშირის ENPARD-ის პროექტის ფინანსური მხარდაჭერით (UNDP, 2020).

საინფორმაციო-საკონსულტაციო ცენტრების შექმნის გარდა 2013 წელი აღსანიშნავი იყო „მცირე ფერმერთა დახმარების საგაზაფხულო პროექტის“ დაწყებით. ამ პროგრამით მცირე ფერმერები იღებდნენ ორ ბარათს (ვაუჩერს): „სახნავ ბარათს“ მიწის დამუშავების სამუშაოების დასაფინანსებლად და „აგრობარათს“ სასოფლო-სამეურნეო საშუალებების შესაძენად. კვლევამ აჩვენა, რომ პროგრამის შედეგად გაიზარდა მოთხოვნა სასოფლო-სამეურნეო საშუალებებზე და, შედეგად, გაიხსნა ბევრი ვეტერინარული და მცენარეთა დაცვის საშუალებებით მოვაჭრე მაღაზია (ISET, 2015). ამჟამად, ქართველი ფერმერებისათვის აგროწარმოების საშუალებათა მიმწოდებლები არიან ინფორმაციის მნიშვნელოვანი წყაროები.

ამერიკული და ევროპული არასამთავრობო ორგანიზაციებისა და დონორების თანაარსებობამ გამოიწვია აგროსაინფორმაციო სისტემაში ექსტენციის ორი მოდელის კონკურენცია: თავისუფალი ბაზრის ექსტენცია ამერიკული მოდელით და კაპიტალისტური სახელმწიფოს ექსტენცია ევროკავშირის მოდელით, რომელიც არის ექსტენციის მეტად თანამშრომლობითი ვერსია. შედეგად, საქართვე-

ლოს სოფლის მეურნეობაში არის ექსტენციის ბევრი მომსახურება და ფორმა, მაგრამ ისინი არ არის სისტემურად ორგანიზებული (Assche et al 2013).

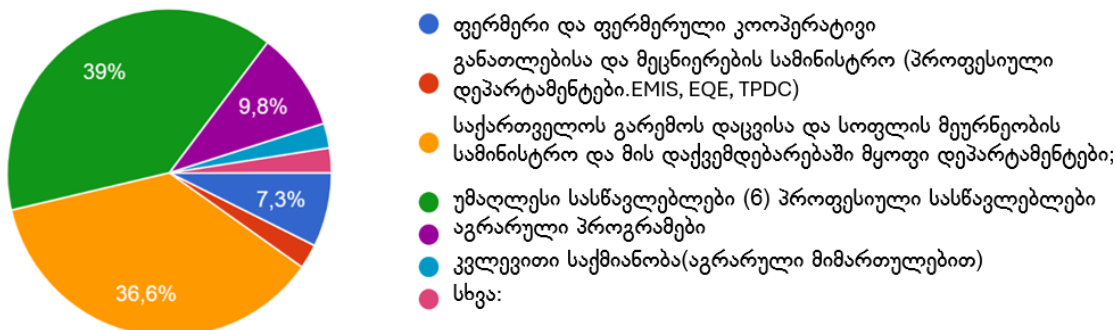
ეროვნულ და საერთაშორისო გამოცდილებაზე დაყრდნობით კვლევის მიზანად დავისახეთ აგროსაინფორმაციო სისტემების მართვის გამოწვევების, ცოდნისა და ინფორმაციის გადაცემის მეთოდოლოგიის, მონიტორინგისა და ანალიზის სისტემის სრულყოფის მექანიზმების შესწავლა.

კვლევისათვის მომზადდა 23 ღია და დახურული კითხვარი (N:9 ღია და N:14 დახურული), რომელიც „გუგლ-დრაივზე“ განთავსდა და ლინკის მეშვეობით დაეგზავნა აგროსაინფორმაციო სისტემაში შემავალ სამიზნე ჯგუფებსა და პირებს. კვლევაში მონაწილეობა მიიღო 41-მა რესპონდენტმა. მათ შორის ყველაზე მეტი აგრარული მიმართულების უმაღლესი სასწავლებლებისა და პროფესიული კოლეჯების პროგრამის ხელმძღვანელები (39%) და საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო და მის დაქვემდებარებაში მყოფი დეპარტამენტები შეადგენდნენ (36,6%), ხოლო შედარებით მცირე რაოდენობით აგრარული მიმართულებით მკვლევრები და აგრარული კოოპერატივები მონაწილეობდნენ – შესაბამისად, 9,8% და 7,3% (იხ. დიაგრამა 1).

მონაწილე რესპონდენტებთან დასმულ შეკითხვაზე: „სარგებლობთ თუ არა აგროსაინფორმაციო სისტემის მომსახურებით“, გამოკითხულთა 75,6% ეთანხმება აგროსაინფორმაციო სისტემებით სარგებლობას, ხოლო თანაბარი რაოდენობით განაწილდა პასუხი: „არა“ და „იშვიათად“ – 12,2%.

დიაგრამა 1

I ცოდნისა და ინფორმაციის სისტემის მონაწილეთა/მომხმარებელთა გამოწვევების გამოკვლევა 1.თქვენი საქმიანობის სფერო  
41 პასუხი



აღსანიშნავია ისიც, რომ რესპონდენტთა უმრავლესობისთვის (56,1%) აგროსაინფორმაციო სისტემებზე წვდომა „მეტ-ნაკლებად“ მარტივია, თუმცა აღნიშნავენ, რომ გარკვეულ სირთულეებს მაინც აწყდებიან ინფორმაციის მოძიებისას, კერძოდ ესაა,

ვიწროდარგობრივი ინფორმაციის სიმცირე, არასაკმარისი კვალიფიციური კადრი, დროის სიმცირე, სერვისებზე ხელმისაწვდომობა და სხვა (დეტალურად იხ. დიაგრამა 2).

დიაგრამა 2

4. რა ტიპის სირთულეებს ხედავთ აგროსაინფორმაციო სისტემაში, ან აგროსაინფორმაციო სერვისებიდან ინფორმაციის მისაღებად?  
41 პასუხი



მომხმარებელთა უმრავლესობა ინფორმაციის მისაღებად ძირითადად დამოკიდებულია ინტერნეტსერვისებსა (65,9%) და სოფლის მეურნეობისა და გარემოს დაცვის სამინისტროს მიერ შეთავაზებულ სერვისებზე (26,8%), ხოლო 7,3%-ისთვის ინფორმა-

ციის მიღების წყაროდ ტელე-რადიო და ტექნიკურ-მის მიერ მომზადებულ ინფორმაციაა, ცოდნის მიღების ყველაზე ეფექტურ მეთოდად კი გამოკითხვები ტრენინგ/ვორკშოპებსა (85.4%) და კონსულტანტებთან პირად კონტაქტებს (12,2%) თვლიან.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ 41 რესპონდენტიდან 38-სთვის აგროსაინფორმაციო სისტემების (AIS) როლი ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოებასა და ეკონომიკურ ზრდაში ძალზე მნიშვნელოვანია, რადგან აგროსაინფორმაციო სისტემა და საკონსულტაციო სერვისები ფერმერისთვის წარმოადგენს ცოდნის, ინფორმაციისა და რჩევების მიცემის მხარდაჭერის პლატფორმას, რომელიც აერთიანებს მეცნიერებასა და პრაქტიკას და განაპირობებს აგროსექტორის მდგრად განვითარებას. ასევე, რესპონდენტთა 97,8% თვლის, რომ ცოდნის ეფექტური მიწოდება ზრდის სოფლის მეურნეობის პროდუქტიულობას. კერძოდ, აგროსაინფორმაციო სისტემა ეხმარება (Q:9) დაინტერესებულ მხარეებს ბაზრების შესახებ ინფორმაციის მოძიებასა და გაყიდვების მოცულობის ზრდაში; სურსათის უსაფრთხოებასა და სანიტარიული ნორმების დაცვაში, ცოდნის მიღებასა და პრაქტიკაში დანერგვაში, ვალიდური ინფორმაციის მიწოდებაში, რაც პირდაპირ აისახება პროდუქციის ხარისხსა და გაყიდვებზე; აგროსაინფორმაციო სისტემები და საკონსულტაციო ცენტრები ფერმერებს ეხმარება სწორი გადაწყვეტილებების მიღებაში, მათგან იღებენ თანამედროვე აგროტექნოლოგიებზე, ბაზრის მოთხოვნებსა და კლიმატურ პირობებზე მორგებულ ინფორმაციას, რაც ხელს უწყობს მათი საქმიანობის გაუმჯობესებას; აგროსაინფორმაციო სისტემა და საკონსულტაციო სერვისები ფერმერისთვის წარმოადგენს ცოდნის, ინფორმაციისა და გადაწყვეტილების მხარდაჭერის პლატფორმას, რომელიც აერთიანებს მეცნიერებასა და პრაქტიკას და განაპირობებს აგროსექტორის მდგრად განვითარებას; ასეთი სისტემები ქმნის

ცოდნაზე დაფუძნებულ სოფლის მეურნეობას, რაც ზრდის წარმოების ხარისხს, ამცირებს დანახარჯებს და უზრუნველყოფს პროდუქციის კონკურენტუნარიანობას ბაზარზე; პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებაში საკონსულტაციო ცენტრები და აგროსაინფორმაციო სისტემა ნამდვილად ეხმარება და დიდ როლს ასრულებს; საკონსულტაციო ცენტრები მნიშვნელოვან ინფორმაციას აწვდიან ფერმერებს, როგორ მოიყვანონ მაღალი ხარისხის პროდუქცია და, ხშირ შემთხვევაში, პროდუქციის რეალიზაციაშიც ეხმარებიან. მნიშვნელოვანია კვალიფიციური აგრონომების მომზადება, რომლებიც კონსულტაციას გაუწევენ ფერმერებს; საგანმანათლებლო და საინფორმაციო მხარდაჭერა, კონსულტაციები სპეციალისტებთან, ინოვაციური ტექნოლოგიების ხელმისაწვდომობა და სხვა; იზრდება ცნობადობა და უფრო მარტივდება ინფორმაციის გაცვლა, გაზიარება. ზოგადად უნდა იყოს სწორი, სანდო, ბაზრის ანალიზის შედეგად მიღებული ინფორმაციის გაზიარება, რაც დაეხმარება ფერმერებს სწორად დაგეგმონ თავიანთი მეურნეობები, განსაზღვრონ პროდუქციის რეალიზაციის და მოთხოვნილების მოცულობა.

ასევე, მნიშვნელოვანი იყო გამოკითხულთა აზრი კითხვაზე (კ:10): „რა ეკონომიკური სარგებელი აქვს სრულყოფილ აგროსაინფორმაციო სისტემასა და საკონსულტაციო ცენტრებს“, რომელთა პასუხები ასეთია: „ფერმერი უფრო მობილიზებული ხდება, სწორად გეგმავს როგორც პროდუქციის წარმოების, ისე მისი რეალიზაციის საკითხებს, ეცნობა ახალ ბაზრებს და ა.შ.“; „ხელს უწყობს ფერმერული და საოჯახო მეურნეობების განვითარებას

მათი ეკონომიკური შემოსავლის ზრდაში“; „სრულყოფილი აგროსაინფორმაციო სისტემა ახალი ინფორმაციის მიწოდებით აუმჯობესებს ეკონომიკურ სარგებელს“; „ინფორმაცია ეხმარება ფერმერებს კრიზისულ სიტუაციებში“; „ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით დროულად აწვდის ინფორმაციას ფერმერებს მოსალოდნელი საფრთხეების თავიდან ასაცილებლად, ასწავლის სხვადასხვა ხერხს“; „მოსავლიანობის ზრდა, ხარჯების შემცირება, რისკების შემცირება, ბაზარზე უკეთესი პოზიცია, ინვესტიციების მოზიდვა, ეკოლოგიური სარგებელი და სხვ; მათ მიერ მიწოდებული ცოდნა და ბაზრის ანალიტიკა ფერმერებს აძლევს საშუალებას უკეთ დაგეგმონ წარმოება, სწორად ჩადონ ინვესტიციები და გააძლიერონ მეურნეობის ეფექტიანობა“; „ინფორმაცია, რომელსაც აწვდის საკონსულტაციო ცენტრი და საინფორმაციო სისტემა ეხმარება მეურნეს სწორად წარმართოს პროდუქციის წარმოების და რეალიზაციის პროცესი; ასეთი სისტემა უზრუნველყოფს რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, წარმოების ხარჯების შემცირებას, შემოსავლების ზრდას და აგრარული სექტორის კონკურენტუნარიანობის გაძლიერებას როგორც ეროვნულ, ისე გლობალურ დონეზე“; „ასეთი სისტემა ამცირებს რისკებს, ზრდის სარგებელს და აძლიერებს ფერმერთა ეკონომიკურ სტაბილურობას, რაც პოზიტიურად აისახება მთელ ეროვნულ ეკონომიკაზე“ და სხვა. გამოკითხულთა აზრებს თუ შევაჯამებთ, ძლიერი და ინფორმირებული ფერმერი ქმნის ხარისხიან და კონკურენტუნარიან პროდუქციას, რაც შესაბამისად აისახება როგორც ფერმერის, ისე საქართველოს ეკონომიკური მაჩვენებლების ზრდაზე.

სარგებელი არის ის, რომ:

- საკონსულტაციო ცენტრები ადგილზე მიდიან, ფერმერებთან სოფლის მეურნეობის საკითხებს ინფორმაციის სახით უზიარებენ, ხშირ შემთხვევაში: სატელეფონო საუბრით კმაყოფილდებიან ნებისმიერი საკითხის ახსნა-განმარტებისას;
- ზრდის სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციას, ამცირებს დანახარჯებს. ეხმარება ფერმერს მეურნეობის სწორად მართვაში;
- ოპტიმალური დანახარჯებით იღებენ მაღალი ხარისხის პროდუქციას;
- სოფლის მეურნეობაში არსებული გამოწვევების საპასუხოდ კვალიფიციური კონსულტაციების გაცემა ნამდვილად ეკონომიკური ეფექტის მომტანია;
- რაც უფრო ძლიერი, ინფორმაციული, საუკეთესო კადრებით დაკომპლექტებული იქნება საკონსულტაციო ცენტრები, მით უფრო მეტი სარგებლის მოტანა შეუძლია მათ და შესაბამისი პროდუქტი დროულად იქნება მიწოდებული;
- ძალიან მნიშვნელოვანია მეურნეობების დაგეგმვა და ბაზარზე ორიენტირებული პროდუქციის წარმოება;
- იზოგება დრო, ფიზიკური საინფორმაციო წყაროს შექმნის ხარჯი.

აგროსაინფორმაციო სისტემის სრულყოფის მექანიზმების გამოკვლევის მიზნით დასმულ შეკითხვებზე რესპონდენტთა 58,5%-ის აზრით უნდა გაუმჯობესდეს ინფორმაციული ნაკადი, 63,4%-ისთვის მნიშვნელოვანია ტექნოლოგიური გაუმჯობესება; 68,3% უპირატესობას ანიჭებს სპეციალის-

ტების გადამზადებას და 46,3% – საინფორმაციო-საკონსულტაციო სამსახურის კვალიფიციური კადრებით დაკომპლექტებას.

ასევე საინტერესო იყო რესპონდენტთა აზრი, თუ რომელ ფუნქციას ფარავდა აგროსაინფორმაციო სისტემა (დიაგრამა 3), გამოკითხულთა უმრავლესობა (34,1%) პროგნოზირებასა და რისკების შეფასებაზე ამახვილებს ყურადღებას, 9,8% მიწათმოქმედების დაგეგმვასა და მონიტორინგს ასახელებს, ხოლო 12%-ისთვის სისტემა უცნობია და პასუხზე თავს იკავებს, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ

სომა (34,1%) პროგნოზირებასა და რისკების შეფასებაზე ამახვილებს ყურადღებას, 9,8% მიწათმოქმედების დაგეგმვასა და მონიტორინგს ასახელებს, ხოლო 12%-ისთვის სისტემა უცნობია და პასუხზე თავს იკავებს, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ

დიაგრამა 3

17. თქვენი აზრით, რომელ ფუნქციებს ფარავს აგროსაინფორმაციო სისტემა?  
41 პასუხი



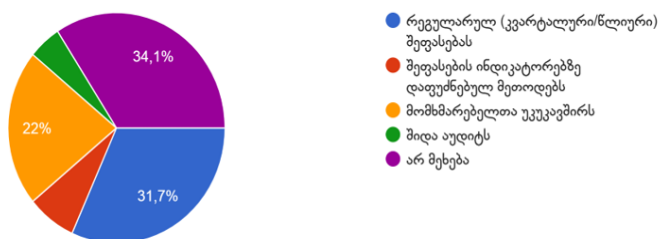
ანალიზისა და მონიტორინგის პროცესში გამოკითხულთა ნახევარზე მეტი იყენებს კვარტალურ და წლიურ ანგარიშებს და მომხმარებელთა უკუკავშირის (იხ.დიაგრამა 4), 7,3% – შეფასების ინდიკატორებზე დაფუძნებულ მეთოდებს, 4,9% – შიდა აუდიტს, ხოლო 34,1%-ს არ ეხება ანალიზი და მონიტორინგი.

რებზე დაფუძნებულ მეთოდებს, 4,9% – შიდა აუდიტს, ხოლო 34,1%-ს არ ეხება ანალიზი და მონიტორინგი.

დიაგრამა 4

V აგროსაინფორმაციო სისტემების მონიტორინგისა და ანალიზის სისტემა

20 რა სახის მონიტორინგის/დაკვირვების მოდელს იყენებთ?  
41 პასუხი



## დასკვნა

კვლევის შედეგად აგროსაინფორმაციო სისტემების ანალიზისა და მონიტორინგის პროცესში გამოიკვეთა შემდეგი პრობლემები:

- ციფრული აგროსერვისების სუსტი განვითარება და მასზე ფერმერთა წვდომის დაბალი უნარები; ფერმერთა შეზღუდვა ინოვაციურ ტექნოლოგიებზე;
- მონაცემთა გაბნეულობა სხვადასხვა უწყებაში და ერთიანი პლატფორმის არარსებობა: აგროსაინფორმაციო სისტემის ეფექტურ მუშაობას ხშირად აფერხებს უწყებათაშორისი კოორდინაციის სუსტი მექანიზმები, არასაკმარისი ციფრული ინფრასტრუქტურა, მონაცემთა ფრაგმენტაცია და განახლების შეფერხება;
- კვალიფიციური კადრების დეფიციტი, ფინანსური რესურსების შეზღუდულობა და ფერმერთა ინფორმაციული ცნობიერების დაბალი დონე, რაც ერთობლივად ამცირებს სისტემის ოპერაციულ და სტრატეგიულ შედეგიანობას.

## რეკომენდაციები

თეორიული მასალის ანალიზისა და რესპონდენტთა გამოკითხვის შედეგებზე დაყრდნობით შემოთავაზებულია რეკომენდაციები, რომელიც ხელს შეუწყობს აგროსაინფორმაციო სისტემაში გამოწვევების დაძლევას, ანალიზისა და მონიტორინგის სისტემის სრულყოფას, კერძოდ:

- აგროსაინფორმაციო სისტემების ეფექტური მუშაობისთვის შეიქმნას ინტეგრირებული ქსელური მოდელი, სადაც ყველა მონაწილე

— სახელმწიფო, მეცნიერება, ბიზნესი და ფერმერები — ერთიანად მოქმედებენ. მათი ურთიერთთანამშრომლობა უნდა იყოს სისტემატიური, მონაცემებსა და გამოცდილების გაცვლაზე დაფუძნებული, რაც შექმნის ცოდნაზე დამყარებულ, მოქნილ და მდგრად აგროსექტორს;

- აუცილებელია ციფრული ინფრასტრუქტურისა და ციფრული პლატფორმების შექმნა-განვითარება, მონაცემთა ინტეგრირებული მართვა, სპეციალისტთა უწყვეტი პროფესიული გადამზადება, მონაცემთა ბაზის შექმნა, სადაც ფერმერებს ექნებათ ხელმისაწვდომობა ამინდის პროგნოზზე, ნიადაგის ანალიზზე, მცენარეთა დაცვის რჩევებზე და ბაზრის ფასებზე. პლატფორმა უნდა იყოს მარტივი გამოყენების, ხელმისაწვდომი მობილური აპლიკაციის სახითაც, რათა ინფორმაცია სოფლის მოსახლეობისთვის ადვილად მისაღები იყოს;
- უნივერსიტეტებსა და კვლევით ცენტრებთან მჭიდრო თანამშრომლობა, აგრეთვე ეკონომიკური სტიმულების შექმნა ინოვაციური პრაქტიკების დასანერგად, ხელს შეუწყობს ცოდნაზე დაფუძნებულ აგროკონსულტაციური გარემოს ჩამოყალიბებას, რაც საბოლოოდ გააუმჯობესებს როგორც წარმოების ეფექტიანობას, ისე პროდუქციის რეალიზაციის შესაძლებლობებს;
- აგროსაინფორმაციო სისტემის სრულყოფისთვის აუცილებელია მონაცემთა შეგროვებისა და ანალიზის მექანიზმების გამართვა, ინფორმაციის ციფრული პლატფორმების ინ-

ტეგირება, სპეციალისტთა კვალიფიკაციის მუდმივი ამაღლება და ფერმერთა ინფორმაციული ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა. მნიშვნელოვანია სახელმწიფოს, აკადემიური სექტორისა და კერძო სექტორის კოორდინირებული თანამშრომლობა, რათა სისტემა გახდეს ეფექტიანი, ინოვაციური და ფერმერთა საჭიროებებზე მორგებული.

- შეიქმნას ერთიანი ელექტრონული ბაზა სადაც ფერმერს ან დაინტერესებულ პირს ექნება სრულყოფილი ინფორმაცია სხვადასხვა მიმართულებით.
- ფერმერთა განათლება და მოტივაცია – უნდა განვითარდეს საინფორმაციო კამპანიები და ტრენინგები, რომლებიც აჩვენებენ, როგორ ეხმარება სისტემა ფერმერს მოსავლიანობისა და შემოსავლის გაზრდაში.
- მომზადდეს ახალგაზრდა მკვლევრები; სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის გააქტიურება (მინდვრის და სავეგეტაციო ცდების გაჩენა, რადგან ფაქტობრივად ამ მიმართულებით მუშაობა არ მიმდინარეობს); თანა-

მედროვე კვლევებზე დამყარებული რეკომენდაციების მომზადება წარმოებისათვის;

- აგროსაინფორმაციო-ანალიზური სისტემის როლი სტრატეგიულ დაგეგმვაში ერთ-ერთი გადამწყვეტია, რადგან სისტემამ უნდა შეაგროვოს და გაანალიზოს ინფორმაცია კლიმატზე, ნიადაგზე, მოსავლიანობაზე, რესურსების გამოყენებასა და ბაზრის ტენდენციებზე, რაც საშუალებას მისცემს აგრარული პოლიტიკის შემმუშავებლებს დაგეგმონ სექტორის განვითარება ზუსტ და ობიექტურ მონაცემებზე დაყრდნობით;

აგროსაინფორმაციო სისტემის სრულყოფა გულისხმობს არა მხოლოდ ტექნოლოგიური პლატფორმის შექმნას, არამედ მთელი აგრარული ეკოსისტემის მოდერნიზაციას — საინფორმაციო ნაკადების, ცოდნის გაცვლის, გადაწყვეტილების მიღებისა და ბაზარზე ინტეგრაციის მიმართულებით. ეს ნაბიჯები საბოლოოდ გაზრდის სოფლის მეურნეობის ეფექტურობასა და ქვეყნის ეკონომიკურ მდგრადობას.

## ლიტერატურა

1. Bletter, D., Deisadze, S., Fele, F., Gelashvili, S., Kochlamazashvili, R., & Lehmann, R. (2020). *Analysis of the agricultural knowledge and information system in Georgia: Final report*. UNDP.
2. Assche, K. van, Hornidge, A. K., Shtaltovna, A., & Boboyorov, H. (2013). Cognitive cultures, knowledge cultures, and the transformation of agricultural practices: Agricultural development in Tajikistan, Uzbekistan, and Georgia.
3. Köksal, B., & Tekinerdogan, B. (2019). Architecture design approach for IoT-based farm management information systems. *Precision Agriculture*, 20(5).
4. Ahmadvand, M., & Karami, E. (2011). Factors influencing the success of agricultural information systems: A factor analysis. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5(1), 101–108.

5. Kumar, M. S., Suman, S., Kulkarni, U. P., & Siddalingaswamy, N. H. (2019). Feasibility study of effective usage of available agricultural information systems for village boundaries in India. *Journal of Robotics and Mechanical Engineering Research*, 3(2), 1–7. <https://doi.org/10.24218/jrmer.2019>
6. de Oliveira, T. H. M., Painho, M., Santos, V., Sian, O., & Barriguinha, A. (2014). Development of an agricultural management information system based on open-source solutions. In *Proceedings of the CENTERIS 2014 – Conference on Enterprise Information Systems*.
7. Bitrus, N. S., Strang, K. D., & Vajjhala, N. R. (2019). Exploring socio-cultural factors impacting agriculture in information system acceptance. In *UK Academy for Information Systems Conference Proceedings*.
8. Strang, K. D., Vajjhala, N. R., & Bitrus, N. S. (2019). Examining e-adoption of agricultural systems by farmers in central Nigeria. *International Journal of E-Adoption*, 11(2), 31–40.
9. Fabregas, R., Kremer, M., & Schilbach, F. (2019). Realizing the potential of digital development: The case of agricultural advice. <https://doi.org/10.1126/science.aay3038>
10. Husemann, C., & Novkovic, N. (2014). Farm management information systems: A case study on a German multifunctional farm. *Economics of Agriculture*, 61(2), 441–453.
11. Carrer, M. J., Filho, H. M., Batalha, M. O., & Rossi, F. R. (2015). Farm management information systems (FMIS) and technical efficiency: An analysis of citrus farms in Brazil. *Computers and Electronics in Agriculture*, 119, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.10.013>
12. Miller, G., Ciampitti, I., & Sharda, R. (2019). How quickly do farmers adopt technology? A non-parametric duration analysis of Kansas farmers' adoption. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3387434>
13. Gelashvili, T. (2025). Research results: Survey of managers employed in state and private structures within the agro-information system (September–October 2025). <https://docs.google.com/forms>

UDC 336.02

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-18-30>

## Challenges of Agricultural Information Systems, Mechanisms for Improving the Monitoring and Analysis System

**Tina Gelashvili** Georgian Technical University, institute tekhinform, Senior Researcher, Georgia  
E-mail: tinikogel@gmail.com

**Nelly Makhviladze** Georgian Technical University, Director Institute Tekhinform, Chief Researcher, Georgia  
E-mail: nellym@gtu.ge

### Reviewers:

**T. Sanikidze**, Georgian Technical University Senior Researcher, Institute Tekhinformi, doctor  
E-mail: Taosan31@yahoo.com

**L. Nozadze**, Samtskhe Javakheti State University, ICT direction, Associated Professor  
E-mail: lerinozadze@yahoo.com

**Abstract.** The managerial aspects of Farm Management Information Systems (FMIS) include planning, organizing, analyzing, monitoring, and controlling farm activities (Husemann & Novković, 2014). Modern FMIS have significantly evolved and incorporate digital models that ensure yield monitoring, automated data collection, and overall farm management (Köksal & Tekinerdogan, 2019).

The paper examines agro-information systems and the challenges faced by farmers. Based on the analysis of theoretical materials and the results of a survey of respondents (N:41), recommendations are proposed to help overcome challenges within the agro-information system and to improve analysis and monitoring mechanisms. Specifically, the study proposes the creation and development of digital infrastructure and digital platforms, integrated data management, continuous professional training for specialists, and the establishment of a database that provides farmers with access to weather forecasts, soil analysis, plant protection advice, and market prices.

The platform should be user-friendly and also available as a mobile application, ensuring that information is easily accessible to the rural population.

**Keywords:** Agro-information systems; Digital agro-service; Monitoring.

---

*განხილვის თარიღი 07.03.2026*

*შემოსვლის თარიღი 13.03.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 355.3

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-31-36>

## საერთაშორისო ანტიკორუფციული მოდელები და მექანიზმები

**ლევან ხაბელაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის, საჯარო მმართველობის სადოქტორო საგანმანათლებლო პროგრამის დოქტორანტი, საქართველო  
E-mail: khabelashvililevan@yahoo.com

### რეცენზენტები:

**ა. სიჭინავა**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: alekosichi@mail.ru

**ბ. შერაზადიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: b.sherazadisvhvili@gtu.ge

**ანოტაცია.** თანამედროვე სახელმწიფოებრივი განვითარების პროცესში კორუფცია ერთ-ერთ ყველაზე მწვავე და სტრატეგიულად მნიშვნელოვან გამოწვევად განიხილება. თავისი არსიდან გამომდინარე, იგი წარმოადგენს მაღალი რისკის მქონე სისტემურ ფენომენს: მიუხედავად იმისა, რომ ხშირად საწყის ეტაპზე მისი გამოვლენა მხოლოდ ერთ კონკრეტულ სექტორს ან უწყებას უკავშირდება, დროთა განმავლობაში ის ტენდენციურად ფართოვდება და მთელ ინსტიტუციურ სისტემაზე ახდენს დესტრუქციულ ზეგავლენას. გლობალიზაციის, ეკონომიკური ინტეგრაციისა და ინფორმაციულ-ტექნოლოგიური პროგრესის პირობებში კორუფცია

აღარ შეიძლება განიხილებოდეს მხოლოდ როგორც მორალური გადაცდომა ან ადმინისტრაციული სამართალდარღვევა; იგი გარდაიქმნა კომპლექსურ, მრავალგანზომილებიან სოციალურ-პოლიტიკურ და ეკონომიკურ ფენომენად, რომელიც უშუალოდ განსაზღვრავს სახელმწიფოების მდგრადობასა და მმართველობის თანამედროვე ხარისხს.

კორუფციის მიერ გამოწვეული ზიანის მასშტაბი მრავალშრიანია. იგი მნიშვნელოვნად ასუსტებს დემოკრატიულ ინსტიტუტებს, არღვევს სამართლიანი კონკურენციის პრინციპებს, ამცირებს სახელმწიფო ინსტიტუტების ლეგიტიმაციას და საზოგადოებრივი ნდობა სერიოზულ დეფიციტამდე მიჰყავს. ეკონომიკური თვალსაზრისით, კორუფციული

პრაქტიკა აფერხებს ინვესტიციების მოზიდვას, ამცირებს საჯარო პოლიტიკის ეფექტიანობას და ხელს უწყობს სოციალური უთანასწორობის გაღრმავებას.

მოცემულ სტატიაში განხილულია საერთაშორისო ანტიკორუფციული მოდელები და მექანიზმები.

**საკვანძო სიტყვები:** კორუფცია; საერთაშორისო გამოცდილება; სახელმწიფო; მოდელები; გლობალიზაცია.

### შესავალი

კორუფციასთან ბრძოლის აქტუალობა განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მცირე და

საშუალო ზომის სახელმწიფოებში, სადაც ინსტიტუციური სისტემა ჯერ კიდევ სუსტი და მოწყვლადია, ხოლო პოლიტიკური პროცესები პოლარიზაციისკენ არის მიდრეკილი. ასეთ კონტექსტში კორუფცია სცდება ადმინისტრაციული პრობლემის ჩარჩოებს და გარდაიქმნება განვითარების სტრატეგიულ ბარიერად, რომელიც აფერხებს სამართლებრივი სახელმწიფოს ჩამოყალიბებას, ინსტიტუციურ კონსოლიდაციასა და ეფექტური საჯარო მმართველობის განვითარებას. საერთაშორისო დონეზე კორუფციასთან ბრძოლა აღიარებულია როგორც გლობალური უსაფრთხოების, ეკონომიკური მდგრადობის, ადამიანური განვითარების და დემოკრატიული წესრიგის ერთ-ერთი მთავარი პრიორიტეტი. გაერო, მსოფლიო ბანკი და ევროკავშირი სახელმწიფოებისგან მოითხოვენ არა მხოლოდ ფორმალური რეფორ-

მების განხორციელებას, არამედ ისეთ სტრუქტურულ ცვლილებებს, რომლებიც რეალურად უზრუნველყოფენ ანგარიშვალდებულების, გამჭვირვალობისა და ინსტიტუციური ხარისხის ზრდას.

### ძირითადი ნაწილი

საერთაშორისო ანტიკორუფციული არქიტექტურა ეფუძნება მინიმუმ სამი ფუნდამენტური სტანდარტის ერთობლიობას, რომლებიც თანამედროვე ანტიკორუფციული პოლიტიკის საყრდენ ბირთვს წარმოადგენს. პირველ რიგში, ეს არის კორუფციის პრევენციის სისტემური უზრუნველყოფა, რაც გულისხმობს რისკების ადრეულ იდენტიფიცირებას, პრევენციული მექანიზმების განვითარებასა და ინსტიტუციური კონტროლის გაძლიერებას. მეორე მნიშვნელოვანი სტანდარტი უკავშირდება საჯარო და კერძო სექტორებში გამჭვირვალობის ხარისხის ამაღლებას, რაც უზრუნველყოფს გადაწყვეტილებების მიღების პროცესის ღიაობას და ამცირებს კორუფციული პრაქტიკების წარმოშობის შესაძლებლობას. მესამე მიმართულება კი სამართალდამცავი და სასამართლო ინსტიტუტების ეფექტიანობას, დამოუკიდებლობასა და ანგარიშვალდებულებას მოიცავს, ვინაიდან სწორედ ეს ინსტიტუტები განსაზღვრავს სამართლებრივი რეაგირების რეალურ შესაძლებლობას.

აღნიშნულ სტანდარტებზე დაყრდნობით სხვადასხვა საერთაშორისო ორგანიზაციამ შეიმუშავა ანტიკორუფციული მოდელები და ჩარჩოები, რომლებიც სახელმწიფოებს ეხმარება საერთო წესების დანერგვაში და ანტიკორუფციული პოლიტიკის სტრუქტურულ განხორციელებაში. ამგვარი მიდგომა ხელს უწყობს არა მხოლოდ ფორმალური შესაბა-

მისობის მიღწევას, არამედ ინსტიტუციური პრაქტიკის ეტაპობრივ ტრანსფორმაციას.

საერთაშორისო ანტიკორუფციული არქიტექტურა არ უნდა აღიქმებოდეს როგორც ერთგვაროვანი ან ერთმანეთისგან განცალკევებული სისტემა. პირიქით, იგი წარმოადგენს მრავალსაფეხურიან და ურთიერთდაკავშირებულ კომპლექსს, რომელიც მოიცავს ნორმებს, ინსტრუმენტებსა და პროცესებს და მათი კოორდინირებული მოქმედებით ქმნის ერთიან დაცვის მექანიზმს. ამ სისტემური ქსელის ძირითად ელემენტებს განეკუთვნება საერთაშორისო სამართლებრივი კონვენციები (მათ შორის გაეროს კორუფციის წინააღმდეგ კონვენცია), მონიტორინგისა და შეფასების მექანიზმები, ფინანსურ-ეკონომიკური ინსტრუმენტები (მსოფლიო ბანკი, საერთაშორისო სავალუტო ფონდი), ტექნიკურ-ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებები და სამოქალაქო საზოგადოების ჩართულობის პლატფორმები.

თითოეულ ამ კომპონენტს მკაფიოდ განსაზღვრული ფუნქცია აკისრია. სამართლებრივი კონვენციები ქმნის საერთაშორისოდ აღიარებულ ნორმატიულ ჩარჩოს, რომლის საფუძველზეც ქვეყნები იღებენ ვალდებულებებს. მონიტორინგისა და შეფასების მექანიზმები უზრუნველყოფს ანგარიშვალდებულებასა და ვალდებულებების შესრულების ხარისხის სისტემურ კონტროლს. ფინანსურ-ეკონომიკური ინსტრუმენტები კი აყალიბებს სტიმულებისა და სანქციური ზეწოლის ბალანსს, რომელიც სახელმწიფოებს რეფორმების განხორციელებისკენ უბიძგებს. ტექნოლოგიური გადაწყვეტები ამცირებს ადამიანური ფაქტორის რისკს და აძლიერებს მონაცემებზე დაფუძნებულ მმართველობას, ხოლო სამოქალაქო საზოგადოების პლატფორმები უზ-

რუნველყოფს საზოგადოებრივ ზედამხედველობას, რაც დემოკრატიული კონტროლისა და პოლიტიკის ლეგიტიმაციის მნიშვნელოვანი წინაპირობაა.

აღნიშნული არქიტექტურის ცენტრალურ ელემენტად შეიძლება ჩაითვალოს **გაეროს კორუფციის წინააღმდეგ კონვენცია (UNCAC)**, რომლის მნიშვნელობა მხოლოდ საკანონმდებლო რეგულაციების დაწესებით არ შემოიფარგლება. UNCAC მოითხოვს სისტემურ ცვლილებებს, რომლებიც აერთიანებს როგორც სანქციურ, ისე პრევენციულ ღონისძიებებს და განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს საერთაშორისო თანამშრომლობის გაღრმავებასა და უკანონოდ მოპოვებული აქტივების დაბრუნების მექანიზმების განვითარებას.

UNCAC-ის პრაქტიკული როლი ორ ძირითად მიმართულებაში იკვეთება. ერთი მხრივ, იგი უზრუნველყოფს რეფორმების ინსტრუმენტულ მხარდაჭერას, რაც მოიცავს კანონმდებლობის მოდერნიზაციასა და პრევენციული ინსტიტუციური სტრუქტურების გაძლიერებას. მეორე მხრივ კი, კონვენცია აძლიერებს საერთაშორისო სამართლებრივ თანამშრომლობას, რაც გამოიხატება სახელმწიფოებს შორის ინფორმაციისა და მტკიცებულებების გაცვლაში, ექსტრადიციის პროცესებში და აქტივების დაბრუნების სამართლებრივი მექანიზმების ამოქმედებაში.

**GRECO-ს (Group of States against Corruption)** მიდგომა ეფუძნება მრავალდონიან ანალიტიკურ ჩარჩოს, რომელიც აერთიანებს როგორც მაკრო-, ისე მიკროსამართლებრივ და ადმინისტრაციულ პროცესებს. ეს მოიცავს პარტიული ფინანსების გამჭვირვალობის, იურიდიული პროფესიული ეთიკის სტანდარტების, მოსამართლეთა და პროკურორების ქცევის წესების, ინტერესთა კონფლიქტის პრე-

ვენციისა და დეკლარირების სისტემების დეტალურ ანალიზს. მსგავსი მრავალგანზომილებიანი სტრუქტურა არა მხოლოდ ასახავს ქვეყნის ინსტიტუციური მოწყობის სისუსტეებს, არამედ ხშირად იქცევა კონკრეტული საკანონმდებლო და ადმინისტრაციული რეფორმების საფუძვლად. ამ ფაქტს ადასტურებს მრავალი სახელმწიფოს მიერ GRECO-ს რეკომენდაციების შესრულების შედეგად მიღებული ცვლილებები.

GRECO-ს ეფექტიანობა განსაკუთრებულად გამოიხატება ანგარიშვალდებულების მკაცრი მექანიზმით: რეკომენდაციების მიღება არ ნიშნავს პროცესის დასრულებას. წევრ სახელმწიფოებს ვალდებულების წინაშე უწყვეტ კონკრეტული ზომების განხორციელება და დეტალური შუალედური ანგარიშის წარდგენა. ამავე კონტექსტში, საერთაშორისო ფინანსური ინსტიტუტების მიერ შემუშავებული პროგრამები ეფუძნება მკაფიოდ განსაზღვრულ ინსტიტუციურ, ფისკალურ და მართვის სტანდარტებს. აღნიშნული პროგრამული პირობები, სრული ან ეტაპობრივი შესრულების შემთხვევაში, წარმოადგენს წინაპირობას მაკროფინანსური მხარდაჭერის მიღებისა და შენარჩუნებისთვის. ჩვეულებრივ, ეს პირობები მოიცავს ინსტიტუციური რეფორმების ფართო სპექტრს, მათ შორის:

- ✓ საჯარო შესყიდვების სისტემის რეგულირება და სტანდარტიზაცია;
- ✓ ფისკალური და საბიუჯეტო ინფორმაციის სრული გამჭვირვალობის უზრუნველყოფა;
- ✓ სახელმწიფო აუდიტის ორგანოების დამოუკიდებლობის გაძლიერება;

- ✓ საჯარო ფინანსების მართვის (PFM) მოდერნიზება;
- ✓ ინტერესთა კონფლიქტისა და ქონებრივი დეკლარაციების მკაცრი ზედამხედველობა;
- ✓ სახელმწიფო კომპანიების კორპორაციული მმართველობის რეფორმა.

თუმცა, ასეთი ინსტიტუციური და პროგრამული ჩარჩო, მიუხედავად თავისი მნიშვნელობისა, მხოლოდ პირობაა ეფექტური რეფორმებისთვის. კვლევები მიუთითებს, რომ ფორმალური ცვლილებების მიღება არ არის საკმარისი, რათა ისინი რეალურად გარდაიქმნას ინსტიტუციურ პრაქტიკად. პრაქტიკაში ხშირად ხდება, რომ საკანონმდებლო ან სტრატეგიული დოკუმენტების დონეზე მიღებული ცვლილებები არ იპყრობს პოლიტიკური ნებისა და ადმინისტრაციული შესაძლებლობების კოორდინირებულ მხარდაჭერას, რის შედეგადაც ანგარიშვალდებულების მექანიზმები სუსტია. შედეგად, რეფორმები შესაძლოა დარჩეს ზედაპირული და სიმბოლური, ხოლო მათი რეალური გავლენა – შეზღუდული და არასტაბილური.

### დასკვნა

ამრიგად, საქართველოს ინსტიტუციური განვითარების ამჟამინდელ ეტაპზე ყველაზე ეფექტიან ანტიკორუფციულ მოდელად უნდა განიხილებოდეს ის მიდგომა, რომელიც სისტემურად ზღუდავს დისკრეციულ გადაწყვეტილებებს, ამყარებს ზედამხედველობის ორგანოების სრულფასოვან დამოუკიდებლობას და მიმართულია საზოგადოებრივი ნდობის აღდგენისა და განმტკიცებისკენ. მხოლოდ ასეთ შერეულ, ინტეგრირებულ და სისტე-

მურად ორგანიზებული მიდგომას შეუძლია უზრუნველყოს მდგრადი, გამჭვირვალე და სტაბილური ანტიკორუფციული გარემო, რომელიც წარმოადგენს ქვეყნის დემოკრატიული განვითარების და ეკონომიკური პროგრესის აუცილებელ საფუძველს.

თუმცა, გარე წნეხით ინიცირებული რეფორმები ხშირად წარმოშობს მოვლენას, რომელსაც აკადემიური ლიტერატურა „შერჩევით შესაბამისობას“ (selective compliance) უწოდებს. ამ პროცესისთვის დამახასიათებელია, რომ სახელმწიფოები აქცენტს აკეთებენ მხოლოდ იმ რეფორმის კომპონენტებზე, რომლებიც პირდაპირ უკავშირდება საერთაშორისო მოთხოვნების ფორმალურ დაკმაყოფილებას, ანგარიშგებას და საგარეო პარტნიორებთან ურთიერ-

ობის გამყარებას. ასეთ პირობებში რეფორმების განხორციელების პროცესს ახასიათებს ზედაპირული, სტრატეგიულად გათვლილი მიდგომა: განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა იმ ნაწილს, რომლის იგნორირება საფრთხეს უქმნის ფინანსურ მხარდაჭერას, საერთაშორისო პრესტიჟს ან პოლიტიკური ალიანსების მიღებას. შედეგად, დასახული მიზნების ეფექტური მიღწევა მხოლოდ იმაზეა დამოკიდებული, რომ რეფორმები იყოს **სისტემური, ერთიანი და სიღრმისეული** ანუ არ შემოიფარგლოს ფორმალური ქმედებებით, არამედ მოიცავდეს ინსტიტუციური, სამართლებრივი და ადმინისტრაციული ცვლილებების ერთობლიობას, რომელიც რეალურად ანტიკორუფციული სტრუქტურების ხარისხსა და საზოგადოების ნდობას ამაღლებს.

### ლიტერატურა

1. Council of Europe, Group of States against Corruption (GRECO). (2023). *Fifth evaluation round: Evaluation report on [Country]*. Council of Europe.
2. United Nations. (2020). *United Nations Convention against Corruption: Implementation Review Group – Progress report*. United Nations Publications.
3. World Bank. (2021). *Enhancing government transparency and accountability: Global governance indicators report*. World Bank Publications.
4. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *OECD guidelines on managing conflict of interest in the public sector*. OECD.
5. Transparency International Secretariat. (2022). *Corruption perceptions index (CPI) 2022 report*. Transparency International.
6. Meyer-Sahling, J.-H., & Mikkelsen, K. (2020). Civil service professionalism and corruption. *Public Administration*, 98(3), 513–531.

UDC 1403

SCOPUS CODE 355.3

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-31-36>

## International Anti-Corruption Models and Mechanisms

**Levan Khabelashvili** Georgian Technical University, Faculty of business technologies, doctor of science candidate of the doctoral educational program in public administration, Georgia  
E-mail: [khabelashvililevan@yahoo.com](mailto:khabelashvililevan@yahoo.com)

### Reviewers:

**A. Sichinava**, Georgian Technical University, Faculty of Social Sciences, professor  
E-mail: [khabelashvililevan@yahoo.com](mailto:khabelashvililevan@yahoo.com)

**B. Sherazadishvili**, Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, professor  
E-mail: [b.sherazadisvhili@gtu.ge](mailto:b.sherazadisvhili@gtu.ge)

**Abstract.** In the dynamics of the development of modern states, corruption appears to be one of the most acute and strategically important problems. By its very nature, it becomes a major systemic risk: although it may initially appear in only one sector or agency, it often later develops into a large-scale dysfunction that dominates the entire institutional architecture. In the era of globalization, economic integration and the expansion of information technologies, corruption is no longer just a moral lapse or administrative offense; it is a complex, multidimensional phenomenon that directly affects political and economic stability, directly determining the sustainability of states and the quality of modern governance.

The harm caused by corruption is multifaceted: it weakens democratic institutions, disrupts fair competition, reduces the legitimacy of state institutions, and creates a deficit of trust in society. From an economic perspective, corruption discourages investment, reduces the effectiveness of public policies, and increases social inequality. At the socio-cultural level, corruption shapes norms, values, and moral order in such a way that illegality and behavior oriented toward personal gain are perceived as “systemic” and “normal.” As a result, corruption becomes a self-replicating mechanism that constantly reinforces its existence through newly emerging social practices.

This article discusses international anti-corruption models and mechanisms.

**Keywords:** Corruption; globalization; international experience; models; state.

---

*განხილვის თარიღი 16.01.2026*

*შემოსვლის თარიღი 11.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.02.2026*

UDC 621.391:530.145; 004.1; 004.4, 530.145.

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-37-47>

## კვანტური სიგნალების ანალიზი კრიოგენულ და არაკრიოგენულ გარემოში

**მარიამ ჯანელიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო  
E-mail: mariamjanelidze100@gmail.com

### რეცენზენტები:

**ნ. აბზიანიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: n.abzianidze@gtu.ge

**გ. გოდერძიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: g.goderdzishvili@gtu.ge

**ანოტაცია.** კვანტური სიგნალების კვლევა ტელეკომუნიკაციისა და საინჟინრო მეცნიერებების ერთ-ერთ ფუნდამენტურ და სტრატეგიულ მიმართულებას წარმოადგენს, რადგან იგი უშუალოდ უკავშირდება მატერიისა და ენერჯის მიკროსკოპული დონის კანონზომიერებების სიღრმისეულ გაგებასა და სატელეკომუნიკაციო სისტემების ახალ ეტაპზე გადასვლას, ამასთანავე ინფორმაციის გადაცემისა და დამუშავების ახალი პრინციპების ჩამოყალიბებას და ტექნოლოგიური ინოვაციების განვითარებას. კვანტური სიგნალი, როგორც კვანტური მდგომარეობის მატარებელი ფიზიკური ობიექტი, იქნება ეს ფოტონი, ელექტრონი, ზეგამტარ კონტურში ლოკალიზებული კუბიტი თუ ატომური სპინის სისტემა, შეიცავს ინფორმაციას, რომელიც

კოდირებულია სუპერპოზიციისა და კვანტური ჩახლართულობის მეშვეობით. სწორედ ამ თვისებების წყალობით ხდება შესაძლებელი ისეთი ამოცანების შესრულება, რომლებიც კლასიკური ფიზიკის ჩარჩოებში ან პრაქტიკულად მიუწვდომელია, ან უკიდურესად რესურსგამოუყენებელი. მაგალითად, კვანტური მექანიკის პრინციპებზე დაფუძნებული გამოთვლითი მოდელები ქმნის საფუძველს კვანტური სისტემებისთვის, რომელიც პოტენციურად რადიკალურად ცვლის მონაცემთა დამუშავების სიჩქარესა და ეფექტიანობას, ხოლო კვანტური კომუნიკაცია უზრუნველყოფს ინფორმაციის გადაცემის ფუნდამენტურად უსაფრთხო არხებს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კიბერუსაფრთხოების თანამედროვე გამოწვევების ფონზე. კრიოგენულ და არაკრიოგენულ გარემოებში კვანტური

სიგნალების შედარებითი კვლევა მნიშვნელოვან თეორიულ შედეგებს იძლევა.

**საკვანძო სიტყვები:** არგონი; ბოზე-აინშტაინის განაწილება; დეკოჰერენცია; იონური ბმები; კოჰერენტულობა; კუბიტი; კვანტური მექანიკა; კვანტური სიგნალები; მასტერ-განტოლებები; ნეონი; სპინური სისტემა; ტელეკომუნიკაცია; ქიმიური ინტერულობა; შრედინგერის განტოლება; ჰამილტონი; ჰელიუმი.

## შესავალი

თანამედროვე მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის განვითარება ერთ-ერთ მთავარ მიზანს წარმოადგენს მთელი მსოფლიოსთვის, კვანტური სიგნალების კვლევა და განვითარება კი მოწინავე პრიორიტეტია სამეცნიერო წრეებისთვის, მისი პოტენციალიდან გამომდინარე. კვანტური სიგნალები, როგორც კვანტური მდგომარეობების მატარებელი ფიზიკური პროცესები, წარმოადგენს იმ ინფორმაციული ერთეულების ფიზიკურ რეალიზაციას, რომლებიც ეფუძნება სუპერპოზიციის, ჩახლართულობისა და კვანტური ინტერფერენციის პრინციპებს. ამგვარი სიგნალების კვლევა არ შემოიფარგლება მხოლოდ თეორიული ანალიზით; იგი მოიცავს მაღალი სიზუსტის ექსპერიმენტულ მეთოდებს, სენსორულ ტექნოლოგიებსა და რთულ საინჟინრო სისტემებს, რაც ერთობლიობაში ქმნის საფუძველს კვანტური ტექნოლოგიების ფორმირებისათვის. კვანტური მექანიკის განვითარებამ ცხადყო, რომ ინფორმაციის მატარებელი ობიექტები მიკროსკოპულ დონეზე

ექვემდებარება ფუნდამენტურად განსხვავებულ კანონებს, ვიდრე კლასიკური სისტემები, რაც თავის მხრივ ხსნის ახალ შესაძლებლობებს ინფორმაციის დამუშავების, გადაცემისა და დაცვის მიმართულებით. კვანტური სიგნალების მნიშვნელობა განსაკუთრებულად გამოიკვეთა სფეროებში, როგორც კვანტური კომპიუტერები და კვანტური კომუნიკაცია, სადაც ინფორმაციის კვანტური კოდირება და მანიპულაცია საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ისეთი ამოცანები, რომლებიც კლასიკური ალგორითმებისთვის პრაქტიკულად მიუწვდომელია. ამ კონტექსტში კვანტური სიგნალის სტაბილურობა, კოჰერენტულობის დრო და გარემოსთან ურთიერთქმედების ხარისხი განსაზღვრავს სისტემის ეფექტიანობასა და სანდობას. ნებისმიერი გარე ზემოქმედება, მათ შორის თერმული ფლუქტუაციები, ელექტრომაგნიტური ხმაური და მატერიალური დეფექტები, იწვევს დეკოჰერენციას, რაც კვანტური ინფორმაციის დაკარგვის ძირითადი მიზეზია. შესაბამისად, კვანტური სიგნალების კვლევა მოითხოვს გარემოს პირობების მკაცრ კონტროლს და იმ მექანიზმების გააზრებას, რომლებიც განსაზღვრავს კვანტური მდგომარეობების ევოლუციას. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კვანტური სიგნალების ანალიზს სხვადასხვა ტემპერატურულ რეჟიმში, კერძოდ კრიოგენულ და არაკრიოგენულ გარემოებში. ტემპერატურა წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად ფიზიკურ პარამეტრს, რომელიც გავლენას ახდენს სისტემის ენერგეტიკულ სპექტრზე, ხმაურის დონესა და კვანტური კოჰერენტულობის შენარჩუნებაზე. კრიოგენულ პირობებში, სადაც ტემპერატურა უახლოვდება აბსოლუტურ ნულს,

თერმული აგზნებები მინიმუმამდე მცირდება, რაც ხელს უწყობს კვანტური ეფექტების სტაბილიზაციას და ზუსტი გაზომვების განხორციელებას. ამგვარი გარემო ფართოდ გამოიყენება ზეგამტარ სისტემებსა და თანამედროვე კვლევით ინფრასტრუქტურაში, სადაც მიზანია კვანტური მოწყობილობების ოპტიმიზაცია და სკალირება. ამის საპირისპიროდ, არაკრიოგენულ პირობებში კვანტური სიგნალების კვლევა აწყდება მაღალი თერმული ფონით განპირობებულ სირთულეებს, თუმცა სწორედ ამ მიმართულებას აქვს მნიშვნელოვანი პრაქტიკული პოტენციალი, რადგან იგი ქმნის წინა პირობას კვანტური ტექნოლოგიების ფართომასშტაბიანი ინტეგრაციისათვის ყოველდღიურ საინჟინრო სისტემებში. ამრიგად, კვანტური სიგნალების კვლევა არის როგორც ფუნდამენტური, ისე გამოყენებითი მეცნიერების ცენტრალური ამოცანა, რომლის შესწავლა სხვადასხვა გარემო პირობებში იძლევა საფუძველს კვანტური ტექნოლოგიების მდგრადი და ეფექტური განვითარებისათვის. კვანტური სიგნალები, როგორც კვანტური მდგომარეობების მატარებელი ფორმალიზებული ობიექტები, წარმოადგენს იმ ინფორმაციული ერთეულების აბსტრაქტულ აღწერას, რომლებიც ეფუძნება სუპერპოზიციის, ჩახლართულობისა და კვანტური ინტერფერენციის პრინციპებს. ამგვარი სიგნალების კვლევა თეორიულ კრილში ეყრდნობა მათემატიკურ აპარატს, რიცხვით ანალიზს და კომპიუტერულ სიმულაციებს, რაც შესაძლებელს ხდის რთული კვანტური სისტემების ქცევის პროგნოზირებას სხვადასხვა ფიზიკურ პირობებში. კვანტური მექანიკის ფარგლებში ჩამოყალიბებული ფორმალიზმი, რომელიც ეფუძნება ჰილბერტის სივრცეებს, ოპერატორულ

აღებებსა და შრედინგერის განტოლებას, ქმნის საფუძველს კვანტური სიგნალების დინამიკის აღწერისათვის. თეორიული სიმულაციები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ გარემოებების შესასწავლად, სადაც ექსპერიმენტული რეალიზაცია ტექნიკურად რთული ან რესურსმოხმარებადია, რის გამოც კომპიუტერული მოდელირება იქცევა კვლევის მთავარ ინსტრუმენტად.

### ძირითადი ნაწილი

კრიოგენული გარემო წარმოადგენს ფიზიკურ მდგომარეობას, რომელშიც სისტემა იმყოფება უკიდურესად დაბალ ტემპერატურულ რეჟიმში, როგორც წესი, რამდენიმე კელვინის ან მილიკელვინის დიაპაზონში, სადაც თერმული აგზნებები მნიშვნელოვნადაა ჩახშობილი და მატერიის მიკროსკოპული დინამიკა უახლოვდება ძირითადი ენერგეტიკული მდგომარეობის დომინირებას. თეორიულ ფიზიკაში ასეთი რეჟიმი განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს, რადგან დაბალი ტემპერატურა ამცირებს თერმული განაწილების სიგანეს, ზღუდავს ფონურ ფლუქტუაციებს და აძლიერებს კვანტური ეფექტების გამოვლენას მაკროსკოპულ მასშტაბებზე კი. კრიოგენული პირობების მიღწევა შესაძლებელია სხვადასხვა ტექნოლოგიური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდით, რომელთა შორის მნიშვნელოვანია გაზების თხევად ფაზაში გადაყვანა და შემდგომი აორთქლებითი გაგრილება, ადიაბატური დემაგნიტიზაცია, ასევე დახვეწილი თერმოდინამიკური ციკლები, როგორცაა განზავების რეფრიჟერაცია. მაგალითად, ჰელიუმის იზოტოპების ნარევის ფაზური განცალკევების თერმოდინამიკური ეფექტი იძლევა მილიკელვინის ტემპერატურების

მიღწევის შესაძლებლობას, რადგან სისტემის ენტროპიის ცვლილება სითბოს შთანთქმით მიმდინარეობს და გარემოს დამატებით აგრილებს. ქიმიური მეთოდების კონტექსტში შეიძლება განიხილებოდეს ენდოთერმული რეაქციები და ფაზური გადაქმნები, რომლებიც შთანთქავენ სითბოს და ლოკალურად ამცირებენ ტემპერატურას, თუმცა პრაქტიკაში ღრმა კრიოგენული რეჟიმის მისაღწევად ისინი ძირითადად დამხმარე როლს ასრულებენ და ინტეგრირებულია კომპლექსურ თერმოდინამიკურ სისტემებში. კრიოგენული გარემოს ფუნდამენტური მნიშვნელობა კვანტური სიგნალების კვლევისათვის განპირობებულია იმით, რომ ტემპერატურა უშუალოდ განსაზღვრავს გარემოსეული მოდების ოკუპაციის რიცხვს ბოზე-აინშტაინის ან ფერმი-დირაკის განაწილების მიხედვით. როდესაც მნიშვნელობა გაცილებით მცირეა სისტემის ენერგეტიკულ სპექტრში არსებულ შუალედებთან შედარებით, თერმულად ინდუცირებული გადასვლები მინიმუმამდე მცირდება და კვანტური მდგომარეობები ინარჩუნებს სისუფთავს. ღია კვანტური სისტემების თეორიაში გარემოსთან ურთიერთქმედება აღწერილია მასტერ-განტოლებების ფორმალიზმით, სადაც დეკოჰერენციისა და დეფაზირების ტერმინები პროპორციულია გარემოს სპექტრული სიმკვრივისა და თერმული აგზნებების ინტენსივობისა. კრიოგენულ პირობებში აღნიშნული პარამეტრები მნიშვნელოვნად მცირდება, რის შედეგადაც იზრდება კოჰერენტულობის დრო და მცირდება ფაზური დისპერსია. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ზეგამტარ სისტემებში, სადაც დაბალი ტემპერატურა უზრუნველყოფს ელექტრული წინა-

ლობის ნულოვან მნიშვნელობას და კუპერის წყვილების სტაბილურ არსებობას, რაც აუცილებელია კვანტური ლოგიკური ელემენტების ფუნქციონირებისათვის. თეორიული სიმულაციების თვალსაზრისით, კრიოგენული გარემოს მოდელირება გულისხმობს დაბალი ტემპერატურის ლიმიტში მოქმედი ჰამილტონიანის სპექტრულ ანალიზს, გარემოს სპექტრული ფუნქციის კორექტირებას და თერმული აბაზანის ეფექტის რაოდენობრივ შეფასებას. ასეთ პირობებში შემთხვევითი ფლუქტუაციები ხშირად აღწერილია თეთრი ან ფერადი ხმაურის მოდელებით, რომელთა ამპლიტუდა ტემპერატურის კლებასთან ერთად მცირდება. შედეგად, კვანტური სიგნალების ამპლიტუდური და ფაზური სტაბილურობა იზრდება, რაც ზრდის გაზომვათა სიზუსტესა და ინფორმაციის გადაცემის სანდობობას. ამასთანავე, კრიოგენული რეჟიმი ამცირებს მრავალფოტონურ და მრავალწილაკურ არასუსურველ პროცესებს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მრავალკუბიტანი არქიტექტურების მასშტაბირებისას. მეცნიერული თვალსაზრისით, კრიოგენული გარემო წარმოადგენს არა მხოლოდ ტექნიკურ საშუალებას, არამედ კვლევის მეთოდოლოგიურ ჩარჩოს, რომლის ფარგლებშიც შესაძლებელი ხდება კვანტური სისტემების ფუნდამენტური თვისებების იზოლირებული შესწავლა. დაბალი ტემპერატურის პირობებში სისტემის ენერგეტიკული რელაქსაციის დრო იზრდება, ხოლო თერმული ბარიერების შემცირება იძლევა საშუალებას დეტალურად გაანალიზდეს კვანტური გადასვლების მექანიზმები. საბოლოო ჯამში, კრიოგენული გარემოს მიღწევა და მისი თეორიული მოდელირე-

ბა ქმნის აუცილებელ საფუძველს კვანტური სიგნალების სტაბილურობის, კოჰერენტულობისა და ინფორმაციული სიმძლავრის სიღრმისეული გააზრებისათვის, რაც განსაზღვრავს კვანტური ტექნოლოგიების შემდგომ განვითარებას. კრიოგენული გარემოს ფორმირება და სტაბილიზაცია არსებითად ეყრდნობა ქიმიურ ფაქტორებს, განსაკუთრებით ინერტული (დექტიური) აირების უნიკალურ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, რომლებიც უზრუნველყოფს როგორც ღრმა გაგრილების შესაძლებლობას, ისე კვანტური სისტემების ქიმიურ ინერტულობასა და სისუფთავეს. ინერტული აირები, მათ შორის ჰელიუმი, ნეონი და არგონი, ხასიათდება დახურული ელექტრონული შრით, რაც განაპირობებს მათ დაბალ ქიმიურ რეაქტიულობას და მინიმალურ ქიმიურ ინტერაქციას გარემოსთან. სწორედ ეს თვისება კრიტიკულად მნიშვნელოვანია კრიოგენულ სისტემებში, სადაც ნებისმიერი ქიმიური რეაქცია ან ზედაპირული ადსორბცია შეიძლება გახდეს ენერგეტიკული დისიპაციისა და დეკოჰერენციის დამატებითი წყარო. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ჰელიუმს, რომლის დაბალი დუდილის ტემპერატურა და სუსტი ვან-დერ-ვაალსის ურთიერთქმედებები შესაძლებელს ხდის უკიდურესად დაბალი ტემპერატურების მიღწევას და შენარჩუნებას. ჰელიუმის ქიმიური ინერტულობა განპირობებულია მისი  $1s^2$  ელექტრონული კონფიგურაციით, რაც მას პრაქტიკულად გამორიხავს კოვალენტურ ან იონურ ბმებში ჩართვისგან სტანდარტულ პირობებში. ამ თვისებასთან ერთად, მისი მცირე ატომური რადიუსი და დაბალი პოლარიზებადობა იწვევს ძალიან სუსტ ინტერმოლეკულურ მიზიდულობას, რის გამოც ჰელიუმი თხევად ფაზაში გადადის მხოლოდ უკიდურესად დაბალ

ტემპერატურაზე. თხევადი ჰელიუმის მიღება და შემდგომი აორთქლებითი გაგრილება ეფუძნება ენდოთერმულ ფაზურ გარდაქმნას, რომლის დროსაც სისტემიდან სითბო შთანთქმულია და გარემო დამატებით ცივდება. კიდევ უფრო ღრმა კრიოგენული რეჟიმის მისაღწევად გამოიყენება ჰელიუმის ნარევი, სადაც ქიმიური შედგენილობა და იზოტოპური განსხვავება განაპირობებს ფაზურ სეპარაციას დაბალ ტემპერატურაზე. აღნიშნული პროცესი თერმოდინამიკურად განპირობებულია ენტროპიის სხვაობით კონცენტრირებულ და განზავებულ ფაზებს შორის;  $^3\text{He}$  ატომების გადასვლა კონცენტრირებული ფაზიდან განზავებულში შთანთქავს სითბოს, რაც უზრუნველყოფს მილიკელვინის დიპაზონის ტემპერატურებს. აქ ქიმიური იდენტობა და იზოტოპური ბუნება არა მხოლოდ მასის, არამედ კვანტური სტატისტიკის განსხვავებასაც განსაზღვრავს, ვინაიდან  $^3\text{He}$  ფერმიონულია, ხოლო  $^4\text{He}$  ბოზონური ბუნების მატარებელია, რაც გავლენას ახდენს მათ კოლექტიურ თვისებებზე. ინერტული აირების გამოყენება კრიოგენულ სისტემებში ასევე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ქიმიური სისუფთავისა და ზედაპირის პასიურობის უზრუნველყოფაში. კრიოგენულ ტემპერატურაზე ზედაპირებზე მოლეკულური ადსორბცია შეიძლება გახდეს არასასურველი ელექტრული ხმაურის წყარო, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც საქმე ეხება ზეგამტარ ან ნანოსტრუქტურულ ელემენტებს. ინერტული აირების ატმოსფეროში წარმოებული პროცესები ამცირებს ჟანგის, ჰიდროლიზის ან სხვა რეაქციების ალბათობას, რაც უზრუნველყოფს მასალის სტრუქტურული და ელექტრონული თვისებების სტაბილურობას. არგონი და ნეონი ხშირად გამოიყენება როგორც დამცავი გარემო კრიოგენულ სისტემებში,

რადგან მათი ქიმიური პასიურობა ამცირებს რეაქტიული მინარევების წარმოქმნას და ხელს უშლის ზედაპირულ დეფექტთა ჩამოყალიბებას. ქიმიური თვალსაზრისით, კრიოგენული გარემოს ეფექტურობა განისაზღვრება არა მხოლოდ დაბალი ტემპერატურის მიღწევით, არამედ სისტემის კომპოზიციური სისუფთავითა და მინარევების კონცენტრაციის კონტროლით. მცირე რაოდენობის რეაქტიული გაზებიც კი, როგორცაა ჟანგბადი ან წყლის ორთქლი, კრიოგენულ პირობებში შეიძლება კონდენსირდეს და წარმოქმნას მყარი ფაზა, რომელიც გავლენას მოახდენს თერმულ გამტარობაზე და ელექტრულ მახასიათებლებზე. ამიტომ, ინერტული აირების გამოყენება დაკავშირებულია მაღალვაკუუმურ ტექნოლოგიებთან და გაზთა ქიმიური ანალიზის მეთოდებთან, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს სისტემის სისუფთავე ატომურ დონეზე. დამატებით, კრიოგენულ ქიმიამი მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს სორბციულ მასალებსა და ქიმიურ გეტერებს, რომლებიც შთანთქავენ აქტიურ მინარევებს და ამცირებენ მათ ნაწილობრივ წნევას დახურულ სისტემაში. კვანტურ სიგნალებზე ზემოქმედების თვალსაზრისით, ინერტული აირებით ფორმირებული კრიოგენული გარემო ამცირებს ფლუქტუაციურ ელექტრომაგნიტურ ველებს, თერმულად ინდუცირებულ ფონონურ პროცესებსა და ქიმიური ენერჯის შემცირება ამცირებს გარემოსეული მოდების ოკუპაციას, რის შედეგადაც მცირდება სპონტანური აგზნებების ალბათობა და იზრდება კვანტური მდგომარეობების კოჰერენტულობა. ამასთანავე, ქიმიურად სტაბილური გარემო ხელს უწყობს

მასალაში არსებული დეფექტური დონეების პასივაციას, რაც ამცირებს ორდონიანი ფლუქტუატორების რაოდენობას და ამით ამცირებს ფაზურ ხმაურს. შედეგად, ინერტული აირების საფუძველზე აგებული კრიოგენული ქიმიური ინფრასტრუქტურა წარმოადგენს კვანტური სისტემების სტაბილურობის ერთ-ერთ ფუნდამენტურ წინაპირობას. ამრიგად, კრიოგენული გარემოს ქიმიური ასპექტები ინერტული აირების ელექტრონული სტრუქტურა, იზოტოპური შედგენილობა, ფაზური გარდაქმნები და მინარევების კონტროლი, ქმნის ინტეგრირებულ მეცნიერულ ჩარჩოს, რომლის ფარგლებშიც შესაძლებელია უკიდურესად დაბალი ტემპერატურების მიღწევა და შენარჩუნება. ეს გარემო, ქიმიური ინერტულობისა და თერმოდინამიკური ეფექტების საფუძველზე, უზრუნველყოფს კვანტური სიგნალების მინიმალური დეკოჰერენციით არსებობას და იძლევა მათი სიღრმისეული თეორიული ანალიზის შესაძლებლობას. წარმოდგენილი სიმულაციური ექსპერიმენტი მიზნად ისახავს კვანტური სიგნალის ქცევის თეორიულ ანალიზს ტემპერატურულ ფუნქციად, განსაკუთრებით კრიოგენულ რეჟიმთან მიახლოებულ პირობებში და შედარებით უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. კვლევა ეფუძნება ორდონიანი კვანტური სისტემის მოდელს, რომელიც ფართოდ გამოიყენება კუბიტის, ატომური ტრანზიციის ან სპინური სისტემების აღწერისათვის. ასეთ სისტემაში კვანტური სიგნალი შეიძლება გაიგივდეს კოჰერენტულ ამპლიტუდასთან, რომელიც დროში ევოლუციას განიცდის როგორც ერთეულოვანი დინამიკის, ისე გარემოსთან ურთიერთქმედების ზემოქმედებით. სიმულაციაში გამოყენებულია დეკოჰერენციის მოდელი, სადაც სიგნალის ამპლიტუდა

დროში ქვეითდება ექსპონენციალურად, ხოლო დეკო-  
ჰერენციის სიჩქარე დამოკიდებულია თერმულ  
ოკუპაციაზე, რომელიც გამოითვლება ბოზე-აინ-

შტაინის განაწილების ფორმულით. მოდელის ცენ-  
ტრალური იდეა არის ის, რომ გარემოსეული მოდე-  
ის თერმული ოკუპაცია განსაზღვრავს სისტემაზე

```

1  import numpy as np
2  import matplotlib.pyplot as plt
3  hbar = 1.0
4  kB = 1.0
5  omega = 1.0
6  t = np.linspace(0, 10, 1000)
7  def thermal_occupation(T):
8      if T == 0:
9          return 0.0
10     return 1.0 / (np.exp(hbar * omega / (kB * T)) - 1.0)
11  def decoherence_rate(T, gamma0=0.05):
12     nT = thermal_occupation(T)
13     return gamma0 * (1 + 2 * nT)
14  def quantum_signal(t, T):
15     gamma = decoherence_rate(T)
16     return np.exp(-gamma * t) * np.cos(omega * t)
17  T_cryogenic = 0.01
18  T_higher = 1.0
19  signal_cryogenic = quantum_signal(t, T_cryogenic)
20  signal_higher = quantum_signal(t, T_higher)
21  plt.figure(figsize=(8, 5))
22  plt.plot(t, signal_cryogenic, label=f"Cryogenic T = {T_cryogenic}")
23  plt.plot(t, signal_higher, label=f"Higher T = {T_higher}")
24  plt.xlabel("Time")
25  plt.ylabel("Quantum Signal Amplitude")
26  plt.title("Quantum Signal Decoherence vs Temperature")
27  plt.legend()
28  plt.grid(True)
29  plt.show()

```

მოქმედი ფლუქტუაციური პროცესების ინტენსივო-  
ბას. როდესაც ტემპერატურა უახლოვდება ნულ  
კელვინს, თერმული წევრი პრაქტიკულად ქრება, ამ  
პირობებში გარემოს მიერ ინდუცირებული აგზნე-  
ბების ალბათობა მინიმალურია და დეკოჰერენციის

სიჩქარე უახლოვდება თავის ფუნდამენტურ, ე.წ.  
„ნულოვანი ტემპერატურის“ ლიმიტს. სიმულაციის  
შედეგები ცხადყოფს, რომ კრიოგენულთან მიახ-  
ლოებულ ტემპერატურაზე (მაგალითად,  $T = 0.01$

ნორმირებული ერთეულებით) სიგნალი ინარჩუნებს ოსცილაციურ ხასიათს დიდი დროის განმავლობაში, ხოლო მისი ამპლიტუდის ჩახშობა ნელი და გლუვია. ეს მიუთითებს კოჰერენტულობის ხანგრძლივობაზე და ფაზური სტაბილურობის მაღალ დონეზე. შედარებით მაღალ ტემპერატურაზე კი, (მაგალითად,  $T = 1.0$ ) ბოზე-აინშტაინის განაწილების წევრი მნიშვნელოვნად იზრდება, რაც იწვევს დეკოჰერენციის სიჩქარის ზრდას. სიმულაციურ გრაფიკზე ეს აისახება სიგნალის სწრაფ ექსპონენციურ ჩახშობაში. ოსცილაციები მოკლე დროში კარგავს ამპლიტუდას და სისტემა სწრაფად გადადის დინამიკური წონასწორობის მდგომარეობაში. აღნიშნული ქცევა ასახავს თერმულად ინდუცირებულ დეფაზირებასა და ენერგეტიკულ რელაქსაციას, რომლებიც ღია კვანტური სისტემების თეორიაში აღწერილია მასტერ-განტოლებების საშუალებით. შედეგები ხარისხობრივად შეესაბამება იმ თეორიულ მოლოდინს, რომლის მიხედვითაც დეკოჰერენციის დრო ( $T_2$ ) უკუპროპორციულია გარემოს ხმაურის სპექტრული სიმკვრივისა და თერმული ოკუპაციის. ექსპერიმენტის ანალიზი აჩვენებს, რომ კრიოგენულ რეჟიმში სიგნალის ამპლიტუდა და ფაზა სტაბილურია, რაც ზრდის ინფორმაციის სანდო გადაცემისა და დამუშავების შესაძლებლობას. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კვანტური გამოთვლითი არქიტექტურებისათვის, სადაც ლოგიკური ოპერაციების სიზუსტე კრიტიკულად არის დამოკიდებული კოჰერენტულობის ხანგრძლივობაზე. მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში კი სისტემის ქცევა თანდათან უახლოვდება

კლასიკურ დინამიკას, რადგან კვანტური სუპერპოზიციური ეფექტები სწრაფად იშლება გარემოსთან ინტენსიური ურთიერთქმედების გამო. აღსანიშნავია, რომ წარმოდგენილი მოდელი არის ფენომენოლოგიური მიახლოება და არ ითვალისწინებს ყველა შესაძლო მიკროსკოპულ მექანიზმს, როგორცაა ფერადი ხმაური, არამარკოვული პროცესები ან მრავალნაწილაკური ურთიერთქმედებები. მიუხედავად ამისა, იგი მკაფიოდ ასახავს ტემპერატურის გავლენის ძირითად ტენდენციას კვანტურ სიგნალზე. სიმულაციური შედეგები ადასტურებს, რომ ტემპერატურის შემცირება კვანტური კოჰერენტულობის შენარჩუნების ერთ-ერთი მთავარი სტრატეგიაა და კრიოგენულთან მიახლოებული პირობები არსებითად აუმჯობესებს სიგნალის დინამიკურ სტაბილურობას. ამრიგად, ჩატარებული სიმულაციური ექსპერიმენტი ქმნის თეორიულ საფუძველს ტემპერატურული რეჟიმების ოპტიმიზაციისათვის და იძლევა რაოდენობრივ წარმოდგენას იმაზე, თუ როგორ იცვლება კვანტური სიგნალის ამპლიტუდა და სიცოცხლის დრო კრიოგენული და არაკრიოგენული პირობების შედარებისას. დამატებით, მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ მოდელში გამოყენებული დეკოჰერენციის კოეფიციენტი მოიცავს როგორც სპონტანურ ემისიას, ისე თერმულად სტიმულირებულ პროცესებს, რაც საშუალებას იძლევა ტემპერატურის ზრდასთან ერთად გაიზარდოს როგორც ენერგეტიკული რელაქსაციის, ისე ფაზური დეფაზირების წვლილი. დაბალ ტემპერატურაზე დომინირებს ნულოვანი წერტილის ფლუქტუაციები, რომლებიც კვანტური ვაკუუმის თვისებას წარმოადგენს და სრულად ვერ ნულდება. შესაბამისად,

თუნდაც იდეალურ კრიოგენულ პირობებში, სიგნალის სრული კონსერვაცია შეუძლებელია, თუმცა მისი სიციფხლის დრო მნიშვნელოვნად იზრდება. უფრო მაღალ ტემპერატურაზე კი გარემოს სპექტრული სიმკვრივე ეფექტურად ფართოვდება, იზრდება ფონონური და ფოტონური მოდების აქტივობა, რაც ზრდის კუპლინგის ეფექტურობას სისტემასა და გარემოს შორის. სიმულაციური ანალიზი ასევე გვაძლევს საშუალებას შევაფასოთ კვანტური სიგნალის ხარისხობრივი მახასიათებლები, როგორცაა ფაზური კორელაცია და ენერგეტიკული სტაბილურობა. ასევე აღსანიშნავია, რომ დაბალ ტემპერატურაზე ოსცილაციების პერიოდულობა მკაფიოდ შენარჩუნებულია, რაც მიუთითებს ჰამილტონიანით განსაზღვრული ერთეულოვანი დინამიკის დომინირებაზე. მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში კი ამპლიტუდის სწრაფი ჩახშობა ამცირებს დაკვირვებადი ოსცილაციების რაოდენობას, რაც პრაქტიკულად ზღუდავს კვანტური ოპერაციების შესრულების ფანჯარას. ეს ფაქტორი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კვანტური ალგორითმების განხორციელებისას, სადაც ოპერაციების თანამიმდევრობა უნდა დასრულდეს დეკოჰერენციამდე. მოდელის გაფართოების პერსპექტივაში შესაძლებელია არამარკოვული ეფექტების ჩართვა, სადაც გარემოს მეხსიერება გავლენას ახდენს სისტემის დინამიკაზე და დეკოჰერენციის პროცესი აღარ არის წმინდა ექსპონენციური. ასეთ შემთხვევაში, დაბალ ტემპერატურაზე შეიძლება გამოვლინდეს კოჰერენტულობის ნაწილობრივი აღდგენა ან ოსცილაციური დეკოჰერენცია. წარმოდგენილი სიმულაციური ექსპერიმენტი ნათლად აჩვენებს ტემპერატურის გავლენის ფუნდამენტურ ტენდენციას

და ქმნის რაოდენობრივ ჩარჩოს, რომლის ფარგლებში შეიძლება შეფასდეს კვანტური სისტემის ოპტიმალური სამუშაო რეჟიმი.

### დასკვნა

ჩატარებულმა სიმულაციურმა ექსპერიმენტმა ცხადად წარმოაჩინა ტემპერატურის ფუნდამენტური როლი კვანტური სიგნალის დინამიკაში და განსაკუთრებით მისი კოჰერენტულობის შენარჩუნების პროცესში. მოდელირების შედეგად დადასტურდა, რომ კრიოგენულთან მიახლოებულ პირობებში, როდესაც თერმული აგზნებების წვლილი პრაქტიკულად მინიმუმამდეა დაყვანილი, კვანტური სისტემა დიდხანს ინარჩუნებს ოსცილაციურ ხასიათს, ხოლო ამპლიტუდის ჩახშობა მიმდინარეობს შედარებით ნელი ტემპით. ეს მიუთითებს დეკოჰერენციის სიჩქარის შემცირებაზე და გარემოსთან სუსტი ეფექტური კუპლინგის არსებობაზე. შედეგად, კვანტური ინფორმაცია ნაკლებად ექვემდებარება დეგრადაციას, რაც კრიტიკულად მნიშვნელოვანია მაღალი სიზუსტის გამოთვლითი და საინფორმაციო პროცესებისათვის. სიმულაციის მეორე რეჟიმში, სადაც ტემპერატურა შედარებით მაღალია, ნათლად გამოჩნდა თერმული ოკუპაციის ზრდით განპირობებული ეფექტები. გარემოსეული მოდების აქტივაციის შედეგად იზრდება დეფაზირების და ენერგეტიკული რელაქსაციის ალბათობა, რაც ექსპონენციურად ამცირებს სიგნალის ამპლიტუდას დროში. ამ პირობებში კვანტური ოსცილაციები სწრაფად ქრება და სისტემა უახლოვდება კლასიკურ ქცევით რეჟიმს, სადაც კვანტური სუპერპოზიციის ეფექტები პრაქტიკულად აღარ არის დაკვირვებადი. აღნიშნული შედეგი თანხვედრაშია ღია

კვანტური სისტემების თეორიულ პროგნოზებთან ერთ-ერთ მთავარ მაკროსკოპულ პარამეტრს, რო-  
და ადასტურებს, რომ ტემპერატურა წარმოადგენს მელიც განსაზღვრავს მიკროსკოპული კვანტური  
პროცესების მდგრადობას.

---

### ლიტერატურა

1. Zanardi, P., & Venuti, L. C. (2007). *Quantum computation: A new paradigm*. Cambridge University Press.
2. Sergienko, A. V. (2005). *Quantum communications and cryptography*. CRC Press.
3. Wiseman, H. M., & Milburn, G. J. (2009). *Quantum measurement and control*. Cambridge University Press.
4. Scully, M. O., & Zubairy, M. S. (1997). *Quantum optics*. Cambridge University Press.
5. Shankar, R. (1994). *Principles of quantum mechanics*. Springer.
6. Wilde, M. M. (2017). *Quantum information theory*. Cambridge University Press.
7. Berman, P. R., & Malinovsky, V. S. (2011). *Principles of laser spectroscopy and quantum optics*. Princeton University Press.

UDC 621.391:530.145; 004.1; 004.4, 530.145.

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-37-47>

## Analysis of Quantum Signals in Cryogenic and Non-cryogenic Environments

**Mariam Janelidze**

Georgian Technical University, faculty of informatics and Management systems,  
academic candidate, Georgia

E-mail: mariamjanelidze100@gmail.com

### Reviewers:

**N. Abzianidze**, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Associate Professor

E-mail: n.abzianidze@gtu.ge

**G. Goderdzishvili**, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Professor

E-mail: g.goderdzishvili@gtu.ge

**Abstract.** The study of quantum signals is one of the fundamental and strategic directions of telecommunications and engineering sciences, as it is directly related to the in-depth understanding of the laws of matter and energy at the microscopic level and the transition to a new stage of telecommunications systems, as well as the formation of new principles of information transmission and processing and the development of technological innovations. A quantum signal, as a physical object carrying a quantum state, be it a photon, an electron, a qubit localized in a superconducting circuit, or an atomic spin system, contains information encoded through superposition and quantum entanglement. It is thanks to these properties that it becomes possible to perform tasks that are either practically inaccessible or extremely resource-intensive within the framework of classical physics. For example, computational models based on the principles of quantum mechanics provide the basis for quantum systems, which potentially radically change the speed and efficiency of data processing, while quantum communication provides fundamentally secure channels for information transmission, which is especially important in light of modern cybersecurity challenges. Comparative studies of quantum signals in cryogenic and non-cryogenic environments provide important theoretical results.

**Keywords:** Argon; Bose-Einstein Distribution; Chemical Inertness; Coherence; Decoherence; Hamilton; Helium; Ionic Bonds; Master Equations; Neon; Qubit; Quantum Mechanics; Quantum Signals; Schrödinger Equation; Spin System; Telecommunications.

---

*განხილვის თარიღი 25.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 27.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 621.391:530.145; 004.1; 004.4, 530.145.

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-48-57>

## კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია

**მარიამ ჯანელიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო  
E-mail: mariamjanelidze100@gmail.com

**მარინა კურდაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: m.kurdadze@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**გ. გოდერძიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: g.goderdzishvili@gtu.ge

**ნ. აბზიანიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი  
E-mail: n.abzianidze@gtu.ge

**ანოტაცია.** კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია წარმოადგენს თანამედროვე კვანტური ინფორმაციული სისტემებისა და ტექნოლოგიების ერთ-ერთ მთავარ გამოწვევას. ეს ფენომენი განისაზღვრება როგორც კვანტური სისტემის კოჰერენტული მდგომარეობის დაქვეითება გარემოს ზემოქმედების შედეგად, რაც პირდაპირ აისახება კუბიტების ინფორმაციულ სანდოობაზე, ასევე ოსცილაციებისა და სუპერპოზიციის შენარჩუნებაზე. დეკოჰერენცია არის კვანტური სისტემის ბუნებრივი პროცესის შედეგი, როდესაც სისტემა ურთიერთქმედებს თერ-

მულად აქტიურ ან სხვა კვანტურ-მექანიკურად აქტიურ გარემოსთან. ეს ეფექტი მნიშვნელოვანია როგორც თეორიულ კვლევებში, ისე პრაქტიკულ კვანტურ მოწყობილობებში, მათ შორის კვანტური ტელეკომუნიკაციის, კვანტური კომპიუტინგისა და მაღალი სიზუსტის კვანტური სენსორების განვითარებაში. კრიოგენულ გარემოში, სადაც ტემპერატურა მიუახლოვდება ნულ კელვინს, თერმული აგზნებების შემცირება უზრუნველყოფს კვანტური სიგნალის გრძელვადიან კონსერვაციას. ასეთ პირობებში ნულოვანი წერტილის ფლუქტუაციები რჩება დეკოჰერენციის ერთადერთ წყაროდ, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის კუბიტების კოჰერენტულობას და

კომპლექსური კვანტური ოპერაციების განხორციელების შესაძლებლობას. შედარებით მაღალი ტემპ-რატურის პირობებში ბოზონური და ფერადი სპექტრის აგზნებები მნიშვნელოვნად ზრდის დეკოჰერენციის სიჩქარეს, რაც იწვევს კვანტური სიგნალის სწრაფ დეგრადაციას და სისტემის მდგომარეობის სწრაფ გადასვლას კლასიკური პარადიგმისკენ.

**საკვანძო სიტყვები:** გეითები – Hadamard და Toffoli; დეკოჰერენცია; ინერტული აირები; კვანტური სიგნალები; კვანტური გასაღების განაწილება (QKD); კრიოგენული გარემო; სუპერპოზიცია; CNOT, ტელეკომუნიკაცია.

## შესავალი

კვანტური ტექნოლოგიები წარმოადგენს თანამედროვე ტელეკომუნიკაციის, ფიზიკისა და ინფორმაციული მეცნიერებების ერთ-ერთ ყველაზე სწრაფად განვითარებად სფეროს, რომელიც მოიცავს კვანტურ კომპიუტერებს, კვანტურ ტელეკომუნიკაციას, კვანტურ კრიპტოგრაფიას და მაღალი სიზუსტის კვანტურ სენსორებს. აღნიშნული სისტემების ფუნქციონირება განპირობებულია კუბიტების კოჰერენტული მდგომარეობებისა და სუპერპოზიციის შენარჩუნებით, რაც უზრუნველყოფს მონაცემთა პარალელურ დამუშავებას, ინფორმაციის უსაფრთხო გადაცემას და გამოთვლითი ოპერაციების მაღალ სიზუსტეს. კვანტური სისტემების ეფექტურობა პირდაპირ დამოკიდებულია კუბიტების კოჰერენტულობის ხარისხზე და დეკოჰერენციის დინამიკაზე, ანუ იმაზე, თუ რამდენად სწრაფად კარგავს სისტემა ფაზურ კორელაციას გარემოს

ზემოქმედების პირობებში. დეკოჰერენცია წარმოადგენს ფუნდამენტურ ფიზიკურ პროცესს, რომელიც წარმოიქმნება კვანტურ სისტემასა და მის გარემოს შორის ურთიერთქმედების შედეგად. გარემოს თერმული და კვანტური ფლუქტუაციები იწვევს კუბიტების ფაზური კორელაციების რღვევას და სუპერპოზიციის დაშლას, რაც პირდაპირ აისახება კვანტური ინფორმაციის შენახვისა და გადაცემის სანდობაზე. ამ პროცესის კვლევა მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ თეორიულად, არამედ პრაქტიკულადაც, ვინაიდან იგი განსაზღვრავს კვანტური მოწყობილობების დიზაინსა და ოპტიმალურ გამოყენებას. ინერტული აირების გამოყენება და მაღალი სისუფთავის ქიმიური პირობების უზრუნველყოფა მინიმუმამდე ამცირებს არასასურველ ქიმიურ და ფიზიკურ ურთიერთქმედებებს, რაც ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კვანტური სიგნალების სტაბილურობაზე. სიმულაციური მეთოდები კვანტური სიგნალების დეკოჰერენციის შესასწავლად გახდა ცენტრალური ინსტრუმენტი, რადგან ისინი იძლევა სისტემის ქცევის პროგნოზირების საშუალებას სხვადასხვა გარემო პირობებში, ფიზიკური ექსპერიმენტის საჭიროების გარეშე. სიმულაციურ ანალიზში გამოიყენება მასტერ-განტოლებები, ბოზონური განაწილებები, კუბიტების ჰამილტონიანის მოდელირება და გარემოს პარამეტრების კორელაცია. ეს მიდგომა საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად შეფასდეს კუბიტების კოჰერენტულობის დრო, ოსცილაციების ამპლიტუდა და დეკოჰერენციის დინამიკა, რაც აუცილებელია კვანტური სისტემების ოპტიმიზაციისა და სტაბილური მუშაობისთვის. დეკოჰერენციის ეფექტების სისტემატური ანალიზი არა მხოლოდ აღწერს ფუნდამენტურ ფიზიკურ პროცესებს, არამედ წარმოადგენს

პრაქტიკულ საფუძველს კვანტური ტექნოლოგიების განვითარებისთვის. კუბიტების მდგრადობის გაზრდა, კვანტური ინფორმაციის დაცვის სტრატეგიების განსაზღვრა და კვანტური ოპერაციების ეფექტურობის ამაღლება დამოკიდებულია კრიოგენული პირობების, ინერტული აირების გამოყენებასა და სიმულაციური მოდელების ეფექტურ კომბინაციაზე. ამრიგად, კვანტური სიგნალების დეკოჰერენციის კვლევა წარმოადგენს ინტერდისციპლინურ სფეროს, რომელიც აერთიანებს კვანტურ მექანიკას, ქიმიას, კომპიუტერულ სიმულაციებს და ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს, რაც თანამედროვე კვანტური სისტემების კვლევის ფუნდამენტური საფუძველია. კვანტური ტექნოლოგიები წარმოადგენს თანამედროვე ფიზიკისა და ინფორმაციული მეცნიერების ერთ-ერთ ყველაზე სწრაფად განვითარებად სფეროს, რომელიც მოიცავს კვანტურ კომპიუტერებს, კვანტურ ტელეკომუნიკაციას, კვანტურ კრიპტოგრაფიას და მაღალი სიზუსტის კვანტურ სენსორებს. აღნიშნული სისტემების ფუნქციონირება განპირობებულია კუბიტების კოჰერენტული მდგომარეობებისა და სუპერპოზიციის შენარჩუნებით, რაც უზრუნველყოფს მონაცემთა პარალელურ დამუშავებას, ინფორმაციის უსაფრთხო გადაცემას და გამოთვლითი ოპერაციების მაღალ სიზუსტეს. კვანტური სისტემების ეფექტურობა პირდაპირ დამოკიდებულია კუბიტების კოჰერენტულობის ხარისხზე და დეკოჰერენციის დინამიკაზე, ანუ იმაზე, თუ რამდენად სწრაფად კარგავს სისტემა ფაზურ კორელაციას გარემოს ზემოქმედების პირობებში. დეკოჰერენცია წარმოადგენს ფუნდამენტურ ფიზიკურ პროცესს, რომელიც წარმოიქმნება კვანტური სისტემისა და იმ გარემოს ურთიერთქმედების შედეგად, რომელშიც ის იმყოფება.

გარემოს თერმული და კვანტური ფლუქტუაციები იწვევს კუბიტების ფაზური კორელაციების რღვევას და სუპერპოზიციის დაშლას, რაც პირდაპირ ასახება კვანტური ინფორმაციის შენახვისა და გადაცემის სანდოობაზე.

### ძირითადი ნაწილი

კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია წარმოადგენს კვანტური სისტემების ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ფიზიკურ პროცესს, რომელიც განსაზღვრავს კუბიტების კოჰერენტულობის შენარჩუნებას და, შესაბამისად, კვანტური ინფორმაციის სანდოობას. დეკოჰერენცია წარმოიქმნება, როდესაც კვანტური სისტემა ურთიერთქმედებს გარემოსთან, რაც იწვევს ფაზური კორელაციების რღვევას, სუპერპოზიციის დაშლას და კუბიტების სტატუსის კლასიკური პარადიგმისკენ გარდამავლობას. გარემოს ზემოქმედება შეიძლება გამოწვეული იყოს თერმული ფლუქტუაციებით, ბოზონური და ფერმიონული აგზნებების სხვადასხვა რეჟიმით, ქიმიური რეაქციებით ან სხვა მიკროსკოპული პროცესებით. შესაბამისად, დეკოჰერენცია არის ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი, რომელიც განსაზღვრავს კვანტური კომპიუტერების, კვანტური ტელეკომუნიკაციისა და სენსორების ეფექტურობას. ფუნდამენტური თეორიული ჩარჩო დეკოჰერენციის შესასწავლად ეფუძნება მასტერ-განტოლებებს, რომლებიც აღწერენ სისტემასა და გარემოს შორის ენერჯისა და ფაზის ცვლილების დინამიკას. ეს განტოლებები საშუალებას იძლევა გამოითვალოს კუბიტების დინამიკა სხვადასხვა ტემპერატურაზე და მოხდეს გარემოს სპექტრული თვისებების გავლენის ანალიზი. ბოზონური აგზნებების განაწილება, როგორც

ბოზონური – აინშტაინის სტატისტიკა, განსაზღვრავს დეკოჰერენციის მთავარ წყაროებს, განსაკუთრებით მაღალი სიხუსტის კრიოგენულ კვლევებში. კრიოგენული გარემო ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდია დეკოჰერენციის მინიმალიზაციისთვის. თერმული ფლუქტუაციები მინიმუმამდე მცირდება, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის კუბიტების კოჰერენტულობას და საშუალებას აძლევს ხანგრძლივი და კომპლექსური ოპერაციების განხორციელებას. კრიოგენული მეთოდების ეფექტურობა ბევრ შემთხვევაში დამოკიდებულია ქიმიური პირობების კონტროლზე, მაგალითად, ინერტული აირების (არგონი, ნეონი, ჰელიუმი) გამოყენებაზე, ისინი არ მონაწილეობენ კუბიტებთან ქიმიურ პროცესებში. ეს პირობები აუცილებელია არა მხოლოდ სიგნალის შენარჩუნებისთვის, არამედ ექსპერიმენტული მოწყობილობის სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად. სიმულაციური კვლევები დეკოჰერენციის შესწავლისთვის განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს. სიმულაციები საშუალებას აძლევს ექსპერტებს შეაფასონ სხვადასხვა გარემოს პარამეტრების ზეგავლენა კუბიტების კოჰერენტულობაზე, დეკოჰერენციის დროის შეფასება, ოსცილაციების ამპლიტუდისა და ფაზური სტაბილურობის დინამიკა. კრიტიკული მნიშვნელობა აქვს იმას, რომ სიმულაციური კვლევები ხორციელდება თეორიულ დონეზე, რაც გამორიცხავს ფიზიკური მოწყობილობების ზიანს ან ექსპერიმენტის სირთულეებს. დეკოჰერენციის სიჩქარის მაჩვენებელი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს კვანტური სიგნალების სტაბილურობაში. მაღალი დეკოჰერენციის სიჩქარე სწრაფად ამცირებს კუბიტების კოჰერენტულობას, რაც იწვევს კვანტური ინფორმაციის დეგრადაციას. შედეგად, კვანტური ოპერაციების ეფექტურობა მცირდება და

წარმოიქმნება საჭიროება სხვადასხვა ტექნიკური და თეორიული სტრატეგიების შემუშავებისთვის, როგორცაა გარემოს იზოლირება, ქრონომეტრიული კონტროლი, კუბიტების განლაგება და პარამეტრიული ოპტიმიზაცია. დეკოჰერენციის შესწავლა ასევე მიმართულია კვანტური ინფორმაციის დაცვითი სტრატეგიების განსაზღვრისკენ. მაგალითად, კუბიტების კოჰერენტულობის გაუმჯობესება შესაძლებელია გარემოს სპექტრის ოპტიმიზაციით, სტაბილური კავშირის დამყარებით, ხმაურის მინიმალიზაციით და სიმულაციური მოდელირებით, რომელიც განსაზღვრავს ოპტიმალურ ოპერაციულ პირობებს. ამავე დროს, კვლევები აჩვენებენ, რომ კუბიტების ურთიერთქმედება გარემოსთან, თუნდაც მინიმალური, წარმოქმნის ფუნდამენტურ ლიმიტებს კვანტური სისტემების მდგრადობაზე. ამ კონტექსტში, კვანტური სიგნალების დეკოჰერენციის რაოდენობრივი შესწავლა არის როგორც ფუნდამენტური მეცნიერული ინტერესი, ისე პრაქტიკული ინსტრუმენტი კვანტური კომპიუტერების, ტელეკომუნიკაციისა და კრიპტოგრაფიული სისტემების განვითარებისთვის. სიმულაციური კვლევები უზრუნველყოფს დეტალურ ანალიზს, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს საუკეთესო კრიოგენული და ქიმიური პირობები, ოპტიმალური კუბიტების არქიტექტურა და გარემოს ზემოქმედების შემცირების სტრატეგიები. ამრიგად, კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია არა მხოლოდ ფუნდამენტური ფიზიკური პროცესი, არამედ პრაქტიკული გამოწვევაა, რომლის გაკონტროლება აუცილებელია კვანტური ტექნოლოგიების პრაქტიკულ გამოყენებაში. კვლევის ინტერდისციპლინური ხასიათი აერთიანებს კვანტურ მექანიკას, ქიმიას, კომპიუტერულ სიმულაციებსა და ინფორმაციულ

ტექნოლოგიებს, რაც თანამედროვე კვანტური სისტემების დიზაინის, ოპტიმიზაციისა და ექსპლუატაციის საფუძველია. კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია წარმოადგენს კვანტური სისტემების ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ფიზიკურ პროცესს, რომელიც განსაზღვრავს კუბიტების კოჰერენტულობის შენარჩუნებას და, შესაბამისად, კვანტური ინფორმაციის სანდოობას. კუბიტი, როგორც კვანტური ინფორმაციის ძირითადი ერთეული, განსხვავდება კლასიკური ბიტისგან იმით, რომ იგი ერთდროულად იმყოფება რამდენიმე მდგომარეობაში (სუპერპოზიცია) და შეუძლია მონაწილეობა მიიღოს კვანტური სიგნალის გადაცემაში, ოსცილაციებში და კვანტურ ჩახლართულობაში. დეკოჰერენცია წარმოიქმნება, როდესაც კუბიტი ურთიერთქმედებს გარემოსთან, რაც იწვევს ფაზური კორელაციების რღვევას, სუპერპოზიციის დაშლას და საბოლოოდ სიგნალის დეგრადაციას. აღნიშნული პროცესი უშუალოდ ახდენს გავლენას კვანტური ლოგიკური ოპერაციების შესრულების სიზუსტეზე, კუბიტების ურთიერთკავშირის ხარისხზე და მათ მიერ ინფორმაციის გადაცემის ეფექტურობაზე. დეკოჰერენცია არის მნიშვნელოვანი, რადგან კუბიტების კოჰერენტულობა განსაზღვრავს კვანტური ოპერაციების სამიზნეს. მაგალითად, კუბიტების ფაზური კორელაციების დარღვევა (phase decoherence) იწვევს კვანტური ლოგიკური გეიტების არაზუსტ შესრულებას და გამოთვლითი შეცდომების დაგროვებას. მაგალითად „CNOT, Hadamard და Toffoli,“ ოპერაციების გადამუშავების დროს. ასეთ პირობებში კუბიტების გადაცემისას ტელეკომუნიკაციურ ქსელებში წარმოიქმნება სიგნალის დამახინჯება, რაც იწვევს ინფორმაციის ნაწილობრივ ან

სრულ განადგურებას. შედეგად, კვანტური ტელეკომუნიკაციის სისტემებში, როგორცაა კვანტური გასაღების განაწილება (Quantum Key Distribution, QKD), დეკოჰერენცია უშუალო გავლენას ახდენს გადაცემის სიგნალის სანდოობაზე და დაშიფრულ ინფორმაციაზე. ფუნდამენტური თეორიული ჩარჩო დეკოჰერენციის შესასწავლად ეფუძნება მასტერ-განტოლებებს, რომლებიც აღწერენ კუბიტების დინამიკას გარემოსთან ენერგეტიკული და ფაზური ურთიერთქმედების კონტექსტში. ბოზონური აგზნებების, ფერმიონული ზემოქმედების და გარემოს სპექტრული თვისებების გათვალისწინება მნიშვნელოვანია სიგნალის სტაბილურობის პროგნოზირებისთვის. სიმულაციური კვლევები, რომლებიც ეფუძნება მასტერ-განტოლებებს, საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ, როგორ იცვლება კუბიტების კოჰერენტულობა და სიგნალის ხარისხი სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში და გარემოს ცვლილებების შედეგად. კრიოგენული გარემო წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ სტრატეგიას დეკოჰერენციის მინიმალიზაციისთვის. იგულისხმება დაბალ ტემპერატურაზე, ნულ კელვინს მიახლოებული კრიოგენული გარემო. ინერტული აირების გამოყენება კი (არგონი, ნეონი, ჰელიუმი) უზრუნველყოფს ქიმიურად სტაბილურ გარემოს, რომელიც არ უწყობს ხელს არასასურველ რეაქციებს კუბიტებთან, რაც კრიტიკულია სიგნალის შენარჩუნებისთვის. ასეთ პირობებში კუბიტების მიერ გადაცემული კვანტური სიგნალი დიდხანს ინარჩუნებს ფაზურ კორელაციებს, რაც აუცილებელია როგორც კომპლექსური ლოგიკური ოპერაციების განხორციელებისთვის, ისე ტელეკომუნიკაციურ მონაცემთა გადაცემისთვის. კვანტურ ტელეკომუნიკაციაში დეკო-

ჰერენცია იწვევს არა მხოლოდ კუბიტების სუპერპოზიციის დაკარგვას, არამედ ოსცილაციების ამპლიტუდის ცვლილებას და ფაზური გადახრის წარმოქმნას. ეს, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს კვანტური სიგნალების სიზუსტეზე და ინფორმაციის გადაცემის სანდობაზე. კუბიტების განლაგება ქსელში, გარემოს სპექტრული კონტროლი და სიგნალის სინქრონიზაცია მნიშვნელოვნად ანელებს დეკოჰერენციის პროცესს, რაც ზრდის ტელეკომუნიკაციური ოპერაციების ეფექტურობას. სიმულაციური ანალიზი კუბიტების დეკოჰერენციის დინამიკის შესასწავლად მეცნიერებს აძლევს შესაძლებლობას მოსალოდნელი პროგნოზი შექმნან ოპტიმალური

ოპერაციული პარამეტრებით. აღნიშნული მიდგომა არა მხოლოდ განსაზღვრავს გადაცემის სიგნალის სანდობის ზღვარს, არამედ გვამძლევს საშუალებას შექმნათ სტრატეგიები კუბიტების დაცვაზე, ლოგიკური ოპერაციების კორექციაზე და ხმაურის მინიმალიზაციაზე. კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია არის კვანტური სისტემების დიზაინის, ოპტიმიზაციისა და უსაფრთხო ინფორმაციის გადაცემის ძირითადი საზომი. მისი ინტერდისციპლინური შესწავლა აერთიანებს კვანტურ მექანიკას, ქიმიას, კომპიუტერულ სიმულაციებსა და ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს, რაც თანამედროვე კვანტური სისტემების კვლევის საფუძველს ქმნის.

```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3 hbar = 1.0
4 gamma = 0.05
5 time_steps = 100
6 dt = 0.1
7 temperatures = [0.01, 0.1, 0.5, 1.0]
8 rho0 = np.array([[0.5, 0.5],
9                 [0.5, 0.5]])
10 def lindblad_decay(rho, gamma, dt):
11     """
12     Lindblad master equation for a single qubit decoherence
13     """
14     sigma_z = np.array([[1, 0], [0, -1]])
15     drho = -gamma * (np.dot(sigma_z, np.dot(rho, sigma_z)) - rho) * dt
16     return rho + drho
17 results = {}
18 for T in temperatures:
19     decoherence_factor = 1 + T
20     rho = rho0.copy()
21     coherence = []
22     for t in range(time_steps):
23         rho = lindblad_decay(rho, gamma * decoherence_factor, dt)
24         coherence.append(np.abs(rho[0,1]))
25     results[T] = coherence
26 plt.figure(figsize=(8,6))
27 for T, coh in results.items():
28     plt.plot(np.arange(time_steps)*dt, coh, label=f"T = {T} K")
29 plt.xlabel("Time")
30 plt.ylabel("Coherence (|rho_01|)")
31 plt.title("Qubit Coherence Decay under Decoherence at Different Temperatures")
32 plt.legend()
33 plt.grid(True)
34 plt.show()

```

წარმოდგენილი სიმულაციური კვლევის მიზანი იყო კუბიტის კოჰერენტულობის დინამიკის შესწავლა სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში, რაც საშუალებას იძლევა გაანალიზდეს კვანტური სიგნალების დეკოჰერენციის პროცესები. ექსპერიმენტი მოდელირებდა კუბიტის ინიციალურ სუპერპოზიციურ მდგომარეობას და მისი დინამიკის ცვლილებას ლინდბლადის მასტერ-განტოლების საშუალებით. დეკოჰერენცია წარმოდგენდა გარემოს ზემოქმედების სიმულაციას, რომელსაც კუბიტი განიცდის, ხოლო ტემპერატურული პარამეტრები გამოიყენებოდა იმისთვის, რომ განისაზღვროს სიგნალის დამახინჯების სიჩქარე რეალურ კრიოგენულ და უფრო მაღალ ტემპერატურებზე. სიმულაციურმა მონაცემებმა აჩვენა, რომ დაბალი ტემპერატურების პირობებში ( $T \approx 0.01$  K) კუბიტების კოჰერენტულობა შენარჩუნებულია შედარებით დიდი დროით. off-diagonal ელემენტები მაღალი სიძლიერის მქონე რჩებოდა, რაც მიუთითებდა სუპერპოზიციის შენარჩუნებაზე. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ( $T \approx 0.1-1$  K) დეკოჰერენციის სიჩქარე მნიშვნელოვნად მატულობდა. შედეგად, კუბიტის სუპერპოზიცია სწრაფად ირღვეოდა, რაც წარმოდგენდა კვანტური სიგნალის მნიშვნელოვან დამახინჯებას. კვლევის ფარგლებში შექმნილმა სიმულაციამ აჩვენა, რომ კუბიტების მიერ განხორციელებული კვანტური ლოგიკური ოპერაციები გარემოს ზემოქმედების გამო კარგავს სიზუსტეს. კერძოდ, „off-diagonal“ ელემენტების შემცირება პირდაპირ იწვევს შეცდომებს „CNOT“, „Hadamard“ და „Toffoli“ გეიტებში, რაც ხაზს უსვამს დეკოჰერენციის კრიტიკულ გავლენას კვანტური სიგნალის ზუსტი გადაცემის შესრულებაზე. კვანტური ტელეკომუნიკაციის კონტექსტში, მაღალი ტემპერატურა იწვევს

სიგნალის დამახინჯებას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს QKD (Quantum Key Distribution) ან სხვა კვანტური პროტოკოლების სიგნალის დაკარგვა. სიმულაციური კვლევის შედეგებმა მკაფიოდ აჩვენა, რომ კრიოგენული გარემოს გამოყენება აუცილებელია კუბიტების კოჰერენტულობის შენარჩუნებისა და სიგნალის ხარისხის გარანტირებისთვის. დაბალი ტემპერატურა მნიშვნელოვნად აფერხებს დეკოჰერენციის პროცესს, ინარჩუნებს ფაზურ კორელაციას და ამცირებს სიგნალის დამახინჯების ალბათობას. გარდა ამისა, მოცემული ექსპერიმენტი ხაზს უსვამს გარემოს ქიმიური სტაბილურობის მნიშვნელობას, ინერტული აირების გამოყენება, როგორცაა არგონი ან ჰელიუმი, უზრუნველყოფს გარემოს პასიურობას და შემდგომში სტაბილურ კუბიტურ ოპერაციას. სიმულაციური კვლევა წარმოაჩენს, რომ კუბიტების განლაგება, გარემოს ზემოქმედების მინიმალიზაცია და ოპტიმალური ტემპერატურული კონტროლი აუცილებელია როგორც კვანტური ლოგიკური ოპერაციების შესასრულებლად, ისე ტელეკომუნიკაციური კვანტური სიგნალების სანდო გადაცემისთვის შედეგად, დეკოჰერენციის კომპიუტერული მოდელირება წარმოდგენს ძლიერ ინსტრუმენტს კვანტური სისტემების ოპტიმიზაციისა და სტაბილურობისთვის. სიმულაციური შედეგების დეტალური ანალიზი აჩვენებს, რომ კუბიტების კოჰერენტულობის დაცვა პირდაპირ უკავშირდება არა მხოლოდ გარემოს ტემპერატურულ პირობებს, არამედ სისტემის მრავალნაწილიან არქიტექტურას და კუბიტებს შორის ურთიერთქმედების სტრუქტურას. მრავალკუბიტიან სისტემებში, როდესაც კუბიტები კვანტურად ჩახლართულ მდგომარეობაშია, დეკოჰერენცია ერთი კუბიტის მხრივ იწვევს მთლიანი სისტემის, კვანტური

სიგნალის დეგრადაციას. off-diagonal ელემენტების დაქვეითება სიგნალის მატრიცაში გამოიწვევს კუბიტების ფაზური კორელაციების დაკარგვას, რაც განსაკუთრებით მტკივნეულია კომპლექსური ლოგიკური ოპერაციების შესრულებისას. მაგალითად, CNOT და Toffoli გეითები, რომლებიც გამოიყენება კვანტურ ალგორითმებში ინფორმაციის პარალელური დამუშავებისთვის, ძალიან მგრძობიარეა დეკოჰერენციის მიმართ, რადგან თითოეული შეცდომა ვრცელდება მთელ კვანტურად ჩახლართულ ქსელში. შედეგად, კუბიტების სუპერპოზიციაში მცირე ცვლილებებიც კი იწვევს კვანტური სიგნალის გადაცემის მნიშვნელოვან დამახინჯებას. კვანტური ტელეკომუნიკაციის კონტექსტში შედეგები ხაზს უსვამს, რომ მაღალი ტემპერატურის პირობებში კუბიტების მიერ გადაცემული სიგნალი კარგავს კოჰერენტულობას ბევრად უფრო სწრაფად, რაც ზრდის მონაცემთა შეცდომების მაჩვენებელს. Quantum Key Distribution (QKD)-ში ასეთი დეკოჰერენცია იწვევს კვანტური გასაღების განაწილების დარღვევას, რაც პირდაპირ აღემატება უსაფრთხოების კრიტიკულ ზღვარს. სიმულაციებმა აჩვენა, რომ მაღალი ტემპერატურის პირობებში კუბიტების კოჰერენტულობა თითქმის მთლიანად ირღვევა მოკლე დროში. ეს შედეგი ხაზს უსვამს საჭიროებას გამოვიყენოთ კრიოგენული პირობები და ინერტული აირები, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს როგორც თერმული, ისე ქიმიური აგზნებები. დეკოჰერენციის პროცესის სიმულაციური კვლევით ასევე შეფასდა კუბიტების კოჰერენტულობის დრო (coherence time) სხვადასხვა ტემპერატურაზე. დაბალ ტემპერატურულ რეჟიმში,  $T \approx 0.01$  K-ზე, coherence time საკმაოდ დიდი იყო, რაც გულისხმობს, რომ

კუბიტები ხანგრძლივი დროით ინარჩუნებს ფაზურ კორელაციებს და შეუძლიათ მრავალგეითიანი ოპერაციების შესრულება. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, „coherence time“ მკვეთრად მცირდება, რაც ქმნის ლიმიტს კვანტური ოპერაციების რაოდენობაზე და სიგნალის სანდობაზე. აღნიშნული შედეგი წარმოადგენს პრაქტიკულ მითითებას კვანტური ტელეკომუნიკაციური არხების ოპტიმიზაციისთვის, ვინაიდან სიგნალის მიწოდება შორ მანძილზე ეფექტური იქნება მხოლოდ მაშინ, როდესაც გარემო იქნება სტაბილური, იგულისხმება დაბალი ტემპერატურა და ქიმიურად ინერტული გარემო. სიმულაციებმა ასევე აჩვენა, რომ კუბიტების სტრატეგიული განლაგება ქსელში, ენერგეტიკული დონეების კონტროლი და გარემოს სპექტრული მორგება საშუალებას გვაძლევს შევძლოთ დეკოჰერენციის შენელება, რაც მნიშვნელოვანი შედეგია როგორც კუბიტების მიერ ინფორმაციის გადაცემისთვის, ისე კვანტური ლოგიკური ოპერაციების სიზუსტისთვის. მაგალითად, სისტემის ოპტიმალური დიზაინი საშუალებას იძლევა აღადგინოს გარკვეული კუბიტების კოჰერენტულობა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც სხვა ნაწილები უკვე დაზიანებულია გარემოს ზემოქმედების გამო. სიმულაციური ანალიზი ხაზს უსვამს სიმულაციის მნიშვნელობას კვანტური სისტემების კვლევაში. სიმულაციები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ოპტიმალური პარამეტრები, პროგნოზირება მოხდეს დეკოჰერენციის დინამიკაზე და შემოწმდეს სხვადასხვა სცენარის ეფექტურობა კუბიტების კოჰერენტულობის შენარჩუნებისათვის. შედეგების მიხედვით ნათელია, რომ კვანტური სიგნალების სტაბილურობასა და კუბიტების კოჰერენტულობას უდი-

დესი მნიშვნელობა აქვს როგორც კვანტური ოპერაციების სიზუსტის, ისე ტელეკომუნიკაციური ინფორმაციის სანდოდ გადაცემისთვის. დეკოჰერენცია კუბიტების ეფექტური გამოყენების ერთ-ერთი მთავარი შემზღვეველი ფაქტორია, ხოლო მისი სიმულაციური მოდელირება შესაძლებელს ხდის სისტემის ქცევის პროგნოზირებას გარემოს სხვადასხვა პირობებში. კვლევა აჩვენებს, რომ კრიოგენული პირობები, ინერტული აირების გამოყენება და ოპტიმალური კუბიტების განლაგება მნიშვნელოვნად ანელებს დეკოჰერენციის პროცესს. შედეგად, კუბიტების კოჰერენტულობის შენარჩუნება შესაძლებელია უფრო ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში, რაც აუცილებელია როგორც ლოგიკური ოპერაციების, ისე კვანტური ტელეკომუნიკაციისთვის. სიმულაციური მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევა შეფასდეს სიგნალის დამახინჯება და ოპტიმალური ოპერაციული პარამეტრები, წარმოადგენს თანამედროვე კვანტური სისტემების კვლევისა და ოპტიმიზაციის აუცილებელ ინსტრუმენტს.

### დასკვნა

სიმულაციური კვლევები ადასტურებს, რომ კვანტური სიგნალების დეკოჰერენცია არის მთავარი ფაქტორი კუბიტების კოჰერენტულობის, კვანტური ოპერაციების სიზუსტისა და ტელეკომუნი-

კაციული ინფორმაციის სანდოობის განსაზღვრისთვის. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ დაბალი ტემპერატურა, კრიოგენული პირობები და ინერტული აირების გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის კუბიტების კოჰერენტულობას, ანელებს დეკოჰერენციის პროცესს და ამცირებს სიგნალის დამახინჯების ალბათობას. სიმულაციურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ მრავალკუბიტიან სისტემებში, განსაკუთრებით კვანტურ ჩახლართულობაში მყოფ კუბიტებზე, დეკოჰერენციის მაჩვენებელი თუ ახდენს გავლენას ერთ კუბიტზე ის პარალელურად გავლენას ახდენს მთელ სისტემაზე, რაც ხაზს უსვამს ოპტიმალური არქიტექტურისა და გარემოს კონტროლის აუცილებლობას. კუბიტების ფაზური კორელაციების შენარჩუნება კრიტიკულია ლოგიკური ოპერაციების ეფექტურობისა და QKD-ს მსგავს კვანტურ ტელეკომუნიკაციურ პროტოკოლებში ინფორმაციის უსაფრთხოებისთვის. შედეგად, სისტემის სიმულაციური მოდელირება არა მხოლოდ საშუალებას იძლევა შეფასდეს სიგნალის ხარისხი და კუბიტების კოჰერენტულობა, არამედ წარმოადგენს მნიშვნელოვან ინსტრუმენტს კვანტური ტექნოლოგიების განვითარებისა და ოპტიმიზაციისთვის, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კვანტური ქსელების განვითარებაზე, ოპერატიულ სტაბილურობასა და ინფორმაციის გადაცემის სანდოობაზე.

### ლიტერატურა

1. Zanardi, P., & Venuti, L. C. (2007). *Quantum computation: A new paradigm*. Cambridge University Press.
2. Sergienko, A. V. (2005). *Quantum communications and cryptography*. CRC Press.
3. Wiseman, H. M., & Milburn, G. J. (2009). *Quantum measurement and control*. Cambridge University Press.
4. Scully, M. O., & Zubairy, M. S. (1997). *Quantum optics*. Cambridge University Press.
5. Wilde, M. M. (2017). *Quantum information theory*. Cambridge University Press.
6. Berman, P. R., & Malinovsky, V. S. (2011). *Principles of laser spectroscopy and quantum optics*. Princeton University Press.

UDC 621.391:530.145; 004.1; 004.4, 530.145.

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-48-57>

## Decoherence of Quantum Signals

**Mariam Janelidze** Georgian Technical University, faculty of informatics and management systems, academic candidate, Georgia

E-mail: mariamjanelidze100@gmail.com

**Marina Kurdadze** Georgian Technical University, faculty of informatics and management systems, professor, Georgia

E-mail: m.kurdadze@gtu.ge

### Reviewers:

**G. Goderdzishvili**, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Professor

E-mail: g.goderdzishvili@gtu.ge

**N. Abzianidze**, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Associate Professor

E-mail: n.abzianidze@gtu.ge

**Abstract.** Decoherence of quantum signals is one of the main challenges of modern quantum information systems and technologies. This phenomenon is defined as the degradation of the coherent state of a quantum system as a result of environmental influences, which directly affects the information reliability of qubits, as well as the preservation of oscillations and superposition. Decoherence is a natural process of a quantum system when the system interacts with a thermally active or other quantum-mechanically active environment. This effect is important both in theoretical research and in practical quantum devices, including the development of quantum telecommunications, quantum computing, and high-precision quantum sensors. In cryogenic environments, where the temperature approaches zero Kelvin, the reduction of thermal excitations ensures the long-term preservation of the quantum signal. Under such conditions, zero-point fluctuations remain the only source of decoherence, which significantly increases the coherence of qubits and the possibility of performing complex quantum operations. At relatively high temperatures, bosonic and color spectrum excitations significantly increase the decoherence rate, which leads to rapid degradation of the quantum signal and a rapid transition of the system state towards the classical paradigm.

**Keywords:** CNOT, Hadamard, and Toffoli gates; Cryogenic environment; Decoherence; Inert gases; Quantum key distribution (QKD); Quantum signals; Superposition; Telecommunications;

---

*განხილვის თარიღი 20.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 27.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1902

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-58-67>

**ზოგიერთი ბუნებრივი ფაქტორის როლი ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის ჩამოყალიბებაში მდ. ჩოხელთ-ხევის და ნაღვარევის-ხევის მაგალითზე**

- ზურაბ ვარაზაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო  
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge
- ზურაბ კაკულია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო  
E-mail: z.kakulia@gtu.ge
- გიორგი გაფრინდაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო  
E-mail: gaprindashvili.george@gmail.com
- დალი ჩუტკერაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო  
E-mail: d.chutkerashvili@gtu.ge

**რეცენზენტები:**

- მ. მარდაშოვა**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: m.mardashova@gtu.ge
- ლ. გლონტი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის ჰიდროგეოლოგიის განყოფილების უფროსი  
E-mail: glonti2006@yahoo.com

**ანოტაცია.** სტატიაში წარმოდგენილია მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადების ჩოხელთ-ხევისა და ნაღვარევის-ხევის ღვარცოფული მოვლენების მაფორმირებელი ბუნებრივი ფაქტორების როლი მათი სიჩქარეების ჩამოყალიბებაში. სავლე და კამერალური კვლევების მონაცემებზე დაყრდნობით მიღებულია ზემოთ აღნიშნულ მდინარეებში

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების პირობების, სიჩქარეებისა და თავისებურებების შეფასება. გამოვლენილი ემყარება ამ მდინარეების ხეობებში ჩატარებული აგეგმვითი სამუშაოების შედეგად 2023–25 წლებში მიღებულ მონაცემებს. ეს მონაცემები აღნიშნული ხეობებისთვის შეიძლება ჩაითვალოს ღვარცოფული ნაკადების მაფორმირებელი ფაქტორების მახასიათებელ ფარდობით სიდიდეებად.

სტატიაში მოცემულია საკვლევი ხეობების კალაპოტების მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური, კლიმატური და გეომორფოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულება და ამ დამოკიდებულებების ფონზე ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის შესაძლებლობები, სიმძლავრე (სიჩქარიდან გამომდინარე) და მათი მხრიდან არსებულ ბუნებრივ და ტექნოგარემოზე ზემოქმედების შეფასების საშუალება.

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით მიღებული ზოგიერთი ფარდობითი სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავენ ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის რისკებს, შესაძლოა გათვალისწინებული იყოს ნატახტარი-მლეთის საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო და სამშენებლო საკითხების მოსაგვარებლად.

**საკვანძო სიტყვები:** გეოდინამიკური მოვლენები; გეოლოგიური აგებულება; კლიმატი; ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი სიდიდეები; წყალმემკრები აუზი; ჰიდროგრაფიული ქსელი.

## შესავალი

უკანასკნელ პერიოდში დედამიწაზე კლიმატის გლობალური ცვლილებების ფონზე ძალზე გააქტიურდა ისეთი სტიქიური მოვლენები, როგორცაა წყალდიდობა, ეროზია, ღვარცოფი, მეწყერი და სხვა.

ზემოაღნიშნული სტიქიები მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნის ადამიანის სიცოცხლეს, ისინი ანადგურებენ შენობა-ნაგებობებს, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის სავარგულებს, აზიანებენ სარკინიგზო და საავტომობილო გზებს და სამოქალაქო ინფრასტრუქტურის სხვა ობიექტებს

(Gaprindashvili, M., Tsereteli, E., Gaprindashvili, G., & Kurtsikidze, O. 2021).

აქვე უნდა დავსძინოთ, რომ მსგავსი სენსიტიური რაიონები და უბნები საქართველოში მრავლადაა. მათგან, თავისი აქტიურობით, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მდ. არაგვის შენაკადები და მათი ფერდობებიდან მომდინარე სხვადასხვა სახის საშიშროებები. ეს ხეობები დროგამოშვებით ხასიათდება ძლიერი წყალმოვარდნებით, რომლებიც ღვარცოფულ ხასიათს ატარებენ. ისინი საშიშროებას უქმნიან ადგილობრივ მოსახლეობას და საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარი-მლეთის მონაკვეთს (Theodoradze, D. (2019). *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River Basin and engineering-geological evaluation*).

ამ საავტომობილო გზის ფუნქციონირება და გამტარუნარიანობა ძალზე მნიშვნელოვანია არა მარტო საქართველოსთვის, არამედ სამხრეთ კავკასიისა და სამხრეთის სხვა ქვეყნებისათვისაც. ეს დატვირთვები ბოლო წლების მოვლენებმა კიდევ უფრო გაზარდა და, ალბათ, მომავალში კვლავ გაიზრდება, რისთვისაც ჩვენი სახელმწიფო მზად უნდა იყოს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე გვინდა დავასკვნათ, რომ საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარი-მლეთის მონაკვეთზე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ჩატარებას და გეოდინამიკური საშიშროებების გამოვლენას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ჩვენი ქვეყნის უსაფრთხოებისა და მდგრადი ეკონომიკური განვითარებისათვის.

## ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის მთავარი მიზანი იყო მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადების მხრიდან მომდინარე გეოდინამიკური საფრთხე-

ების შესწავლა, რომლებმაც შესაძლოა საშიშროება შეუქმნას საქართველოს სამხედრო გზის შეუფერხებელ ფუნქციონირებას. კერძოდ, საუბარია მდ. ჩოხელთ-ხევიდან და მდ. ნაღვარევის-ხევიდან პერიოდულად გამომავალ ღვარცოფულ ნაკადებზე, რომლებსაც არაერთხელ მიუყენებია მნიშვნელოვანი ზარალი ქვეყნის ეკონომიკისათვის (ადრეულ წლებში იყო ადამიანთა მსხვერპლიც) (Theodoradze, D. 2019. *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River Basin and engineering-geological evaluation.*

Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. 2023–2025)

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებული საველე კვლევების მონაცემების შესწავლამ და ადრეული წლების საექსპედიციო მონაცემების გაცნობამ გვაჩვენა, ზემოთ აღნიშნულ ხეობებში ღვარცოფული ნაკადები საკმაოდ ხშირი მოვლენაა. მათ წარმოშობას ხელს უწყობს ისეთი ბუნებრივი ფაქტორები, როგორებიცაა: კლიმატი, გეოლოგიური აგებულება, გეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების განვითარების ინტენსივობა, გეომორფოლოგიური, ჰიდროგრაფიული და ჰიდროლოგიური თავისებურებები (Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. 2023–2025.

Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024). ამ ფაქტორების გააქტიურებამ და თანხვედრამ შესაძლოა აღნიშნულ ღვარცოფულ მდინარეებში ძალზე მძლავრი ნაკადები წარმოქმნას, რასაც სავალალო შედეგი მოჰყვება. ამიტომ მნიშვნელოვანია გავცნოთ მათ მთავარ წარმომქმნელ ფაქტორებს და შევაფასოთ თუ რა

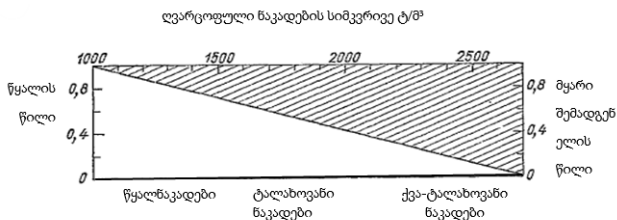
სიმძლავრის ნაკადები შეიძლება წარმოიქმნას და როგორ იცვლება ამ ფაქტორების როლი ღვარცოფული მოვლენის განვითარებაში. ასეთი ნაკადების შეფასების ერთ-ერთი უმთავრესი საშუალება მათ მიერ განვითარებული სიჩქარე და წარმოქმნილი სელური მასის სიმკვრივეა. ამ სიდიდეებზეა დამოკიდებული მათი დარტყმის ძალა და გავრცელების არეალი.

ამ მიმართულებით ჩატარებულია მრავალი სამეცნიერო კვლევა და მათი განსაზღვრის ხერხიც არსებობს. ჩვენი შემთხვევისათვის გვინდა ვისარგებლოთ სენჟენის მიერ შემუშავებული ფორმულით, ცოტაოდენი დამატებებითა და შესწორებებით:

$$V=K [4gH(Y_H- Y_{mf})*(1/f)*\sin\alpha/3fY_{mf}]^{0.5}, \quad (1)$$

სადაც K არის მყარი ნატანის მასიური მიერთების კოეფიციენტი, რომელიც 1,3-1,5 შორის მერყეობს და, ძირითადად, საკვლევი ტერიტორიის გეოდინამიკურ პირობებს ასახავს. g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, 9,8 მ/წმ<sup>2</sup>. H – ღვარცოფის ტალღის სიმაღლე მ-ობით. (Vardumyan, G. G. 1978. *Determination of the speed and discharge of mudflows.*) უნდა ითქვას, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარე პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია მათ მიერ წარმოქმნილი ნაკადის სიმაღლეზე. ეს სიდიდე მეტად ცვალებადია და ძირითადად დამოკიდებულია ერთჯერადად მოსული ნალექების სიუხვეზე (ღვარცოფწარმომქმნელი ზედაპირული ჩამონადენი). ვინაიდან ჩვენი კვლევების ძირითადი მიზანი ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი სიდიდეების განსაზღვრაა, მათი სიმაღლე (1) ფორმულისთვის პირველი შემთხვევისთვის ერთეულ სიდიდემდე დავიყვანეთ და მას 1 მ მივანი-

ჭეთ, ხოლო მეორე შემთხვევისთვის – 2,0 მ იხ. ცხრილი.  $Y_{mf}$  არის ღვარცოფული ნაკადის სიმკვრივე ტ/მ<sup>3</sup>, ხოლო  $Y_H$  – ღვარცოფული ნატანის (მყარი ნაწილის) სიმკვრივე, ტ/მ<sup>3</sup>. ეს უკანასკნელი განსაზღვრულია ჩვენი სავლე კვლევების საფუძველზე. ამის მიხედვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ  $Y_H$  – ღვარცოფული ნატანის (მყარი ნაწილის) სიმკვრივე 2,7–2,8 ტ/მ<sup>3</sup>-ს უტოლდება (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024). ჩოხელთ-ხევში და მდ. ნაღვარევის-ხევში ღვარცოფული ნაკადების წარმოქმნის აუცილებელი პირობაა კალაპოტის ნატანი (მყარი ნაწილი) ნალექები გაწყლიანდეს ისეთი თანაფარდობით, რომლის დროსაც წყლოვანი მასა 65%-ს შეადგენს. ასეთ შემთხვევაში ღვარცოფული მასის სიმკვრივე 1,5-1,7 ტ/მ<sup>3</sup> შორის მერყეობს (სურ. 1) (Vinogradov, Y. (1980). *Sketches of mudflows*. Meteozdat.).

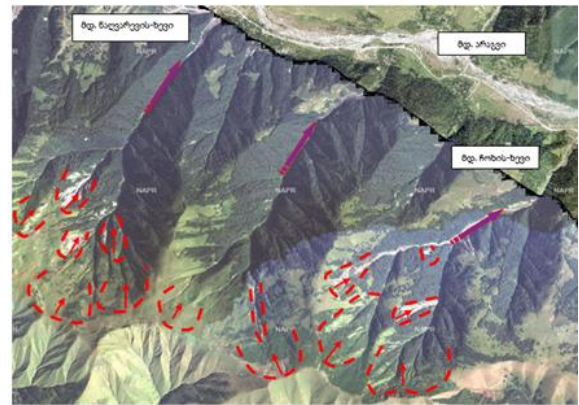


სურ. 1. ი. ვინოგრადოვის სქემა, რომელიც ასახავს დამოკიდებულებას ღვარცოფული ნაკადების ტიპს, სიმკვრივესა და შედგენილობას შორის.

$\alpha$  და  $f$  ემპირიული კოეფიციენტებია. პირველი მათგანი არის მყარი მასის შემადგენელი ნაწილაკების ფორმის კოეფიციენტი და ტოლია 0,076, ხოლო  $f$  - ამ ნაწილაკებს შორის ხახუნის კოეფიციენტი (Vardumyan, G. G. (1978). Determination of the speed and discharge of mudflows). იგი ცვალებადობს 0,7-0,8 შორის.  $\alpha$  - ღვარცოფული ხეობის კალაპოტის დახრა გრადუსობით. მისი მაჩვენებელი მდ. ჩო-

ხელთ-ხევისთვის არის 20°, ნაღვარევის-ხევისთვის – 22° (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024)).

ასეთ შემთხვევაში გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ღვარცოფული ნაკადის სიჩქარე მდ. ჩოხელთ-ხევისთვის 9,0 მ/წმ-მდე აღწევს, ხოლო მდ. ნაღვარევის-ხევისთვის აჭარბებს მას, 9,32 მ/წმ.



პირობითი აღნიშვნები: ღვარცოფული კერები: მეწყერები, კლდეზავები - მუქი წითელი წიგნი; ღვარცოფსადინარები - მუქი წითელი ხაზი

სურ. 2 მდ. ჩოხელთ-ხევში და ნაღვარევის-ხევში მიმდინარე გეოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების რუკა (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024)

საერთოდ, აღიარებულია, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის განსაზღვრა საკმაოდ რთულია, ვინაიდან მის ჩამოყალიბებაში ძალზე ბევრი ბუნებრივი ფაქტორი იღებს მონაწილეობას. იმისათვის, რომ მისი რაოდენობრივი მაჩვენებელი რეალობას მივუახლოოთ, საჭიროა ეს ბუნებრივი ფაქტორები გავითვალისწინოთ ყველა იმ ხერხსა და მიდგომაში, რომლის გამოყენებასაც ვაპირებთ.

ამ მხრივ საყურადღებო ფაქტორია მდინარის კალაპოტის სიმქისე ანუ  $\delta$  ხაოიანობა, როგორც სიჩქარის შემაკავებელი ფაქტორი. ეს უკანასკნელი გამოითვლება ფორმულიდან  $\delta = \delta^1 / H$ , სადაც  $\delta^1$  არის

კალაპოტის აბსოლუტური სიმქისე,  $H$  – მდინარის წყლის სიღრმე. ეს სიდიდეები განსაზღვრულია ჩოხელთ-ხევის და ნაღვარევის-ხევის კალაპოტში საველე კვლევების დროს აღებული მონაცემების მიხედვით და მათი დამუშავების შედეგად აგებული პროფილები (სურ. 2). მათი სიმქისის საშუალო მაჩვენებელი შესაბამისად ტოლია 2,02 და 1,88 (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2025)) თუმცა ეს მონაცემები შემდგომში გადამუშავდა ახალი მეთოდის მიხედვით დამატებით პროფილებზე. გათვალისწინებულია ის მიდგომა, რომ ნაკადის მგრძობელობა კალაპოტის სიმქისის მიმართ მისი სიმძლავრის მატებასთან ერთად კლებულობს. გამოყენებულ იქნა კოეფიციენტები, რომლის შედეგადაც ამ მონაცემებმა მნიშვნელოვნად სხვა სახე მიიღო: ჩოხელთ-ხევისთვის 1,0 მ-იანი სიმაღლის ნაკადებისთვის მან 1,78 შეადგინა, ხოლო 2,0 მ სიმაღლის ნაკადების შემთხვევაში 1,64. ასევე მდ. ნაღვარევის-ხევის კალაპოტისთვის შესაბამისად 1,68 და 1,54. (Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2025,

Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. 1968,

Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. 2024)

ასევე, ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის განმსაზღვრელ მნიშვნელოვან ფაქტორად შეიძლება ჩავთვალოთ მდინარის ძირითადი კალაპოტის ანუ ტრანზიტის ზონის  $Z$  კლასიკილობა. მისი კოეფიციენტი გამოითვლება მდინარის მთავარი მიმართულების  $\ell$  სიგრძის (სწორი მანძილი სათავიდან შესართავამდე) ფარდობით მდინარის კლასიკილი ნაწილის  $L$  სიგრძესთან ( Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. 1968). ეს სიდიდე ( $Z=\ell/L$ ) ჩვენი გამოთვლებით მდ. ჩოხელთ-ხევისთვის 0,88 ტოლია, ხოლო ნაღვარევის-ხევისთვის 0,92.

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირებაზე და მისი სიმძლავრეებზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენს წყალშემკრები აუზის ასიმეტრიულობა (Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. (1968)). თუ მდინარის წყალშემკრები აუზი ასიმეტრიული აგებულებისაა, ჩამონადენის მიწოდება მთავარ არტერიაში არათანაბრად მოხდება და ღვარცოფული ნაკადების ხარჯი მაქსიმუმს ვერ მიაღწევს. ეს გავლენას იქონიებს ღვარცოფული ნაკადის  $H$  სიმაღლეზე, რაც პირდაპირ პროპორციულ დამოკიდებულებაშია მის სიჩქარესთან. ამ სიდიდის განსაზღვრის მიზნით ვიხელმძღვანელებთ ტოპოგრაფიული მასალით და დადგინდა, რომ მდ. ჩოხელთ-ხევის წყალშემკრები აუზის მარჯვენა და მარცხენა ნაწილის ფართობი ერთმანეთისგან ბევრად არ განსხვავდება და მათმა თანაფარდობამ შეადგინა 0,91, ნაღვარევის-ხევისთვის კი – 0,88.

საბოლოოდ, ამ ფაქტორების სიდიდეების გათვალისწინებით შესაძლებელია ითქვას, რომ მდ. ჩოხელთ-ხევი მოსალოდნელი ღვარცოფის სიჩქარე 1 მ სიმაღლის ნაკადის შემთხვევაში 4,02 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო 2,0 მ სიმაღლის შემთხვევაში – 8,81 მ/წმ. ასევე ნაღვარევის-ხევისთვის, პირველ შემთხვევაში მისი სიჩქარე 4,49 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო მეორე შემთხვევისთვის – 9,89 მ/წმ. ქვემოთ ცხრილში მოყვანილია ყველა ეს მნიშვნელობა:

საბოლოოდ, ამ ფაქტორების სიდიდეების გათვალისწინებით შესაძლებელია ითქვას, რომ მდ. ჩოხელთ-ხევი მოსალოდნელი ღვარცოფის სიჩქარე 1 მ სიმაღლის ნაკადის შემთხვევაში 4,02 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო 2,0 მ სიმაღლის შემთხვევაში – 8,81 მ/წმ. ასევე ნაღვარევის-ხევისთვის, პირველ შემთხვევაში მისი სიჩქარე 4,49 მ/წმ მიაღწევს, ხოლო მეორე შემთხვევისთვის – 9,89 მ/წმ. ქვემოთ ცხრილში მოყვანილია ყველა ეს მნიშვნელობა:

ფაქტორები	მდინარეები			
	ჩოხელთ-ხევი		ნადვარევის-ხევი	
მყარი ნატანის მასიური მიერთების (მიტაცების) კოეფიციენტი, K	1,3	1,5	1,3	1,5
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, g მ/წმ <sup>2</sup>	9,8		9,8	
ღვარცოფის ტალღის სიმაღლე, H მ	1,0	2,0	1,0	2,0
ღვარცოფული ნატანის (მყარი ნაწილის) სიმკვრივე $\gamma_h$ ტ/მ <sup>3</sup>	2,8		2,8	
ღვარცოფული ნაკადის სიმკვრივე, $\gamma_{mf}$ ტ/მ <sup>3</sup>	1,7	1,5	1,7	1,5
მყარი მასის შემადგენელი ნაწილაკების ფორმის კოეფიციენტი, $\beta$	0,076		0,076	
ღვარცოფული ხეობის კალაპოტის დახრა, $\alpha$ გრად	20		22	
მყარი მასის ნაწილაკებს შორის ხახუნის კოეფიციენტი, f	0,8	0,7	0,8	0,7
კალაპოტის სიმქისე $\delta$	1,78	1,64	1,68	1,54
კალაპოტის კლაკნილობა Z	0,88		0,92	
წყალშემკრები აუზის ასიმეტრიულობის კოეფიციენტი S	0,91		0,88	
ღვარცოფული ნაკადის სიჩქარე, $V_c$ მ/წმ	4,02	8,81	4,49	9,89

ცხრილი ნათლად გვიჩვენებს, რომ ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარეზე ყველაზე მნიშვნელოვან ზემოქმედებას ახდენს ნაკადის სიმაღლე H მ. აქედან ადვილი დასკვნის გაკეთება შეიძლება, ვინაიდან ღვარცოფული ნაკადის სიმაღლე უშუალო კავშირშია ატმოსფერული ნალექების ინტენსივობასთან ანუ ადგილობრივ კლიმატთან. ცნობილია, რომ როდესაც ნალექების ფენის სიმაღლე 15-25 მმ-ს აღწევს, მას ზედაპირული ჩამოდინების შემქმნელ ფენას უწოდებენ, ხოლო ამ დროს მოსულ ნალექებს თავსხმა წვიმების კატეგორიას მიაკუთვნებენ. თუ ჩვენ თავს მოვუყრით საკვლევი ტერიტორიის კლიმატის ძველ და ახლო წარსულის მონაცემებს და მოვახდენთ მათ შეპირისპირებას ჩვენი კვლევების მონაცემებთან, შესაძლებლობა მოგვეცემა ვიმსჯელოთ წლის რომელ პერიოდს უკავშირდება

ისინი და რა სიხშირით. ასეთი პირობები საკვლევი ტერიტორიისთვის დამახასიათებელია მაის-ივნისში ყოველწლიურად (მცირე გამონაკლისით).

ამ თვალსაზრისით, ასევე, ძალზე მნიშვნელოვანია გეოლოგიური ფაქტორი, ვინაიდან იგი განაპირობებს ღვარცოფული ნაკადების მყარი მასის (ნატანის) მოცულობას და სიმკვრივეს, რაც მთლიანად ღვარცოფული ნაკადების სიმკვრივის ჩამოყალიბებაში იღებს მონაწილეობას.

ამავე ცხრილიდან ნათლად ჩანს თუ როგორ ზეგავლენას ახდენს ღვარცოფების განვლადობაზე ამ ხეობების ჰიდროლოგიური მახასიათებლები, როგორცაა კალაპოტის სიმქისე, კალაპოტის კლაკნილობა და წყალშემკრები აუზის ასიმეტრიულობის ხარისხი.

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირებაში მონაწილე ზემოთ მოყვანილი ფაქტორების მახასიათებელი სიდიდების გამოთვლის მეთოდები პრაქტიკაში მიღებულია და მას ხშირად იყენებენ სხვადასხვა შემთხვევისათვის, თუმცა მათი თავმოყრა და ერთ საერთო ფაქტორად ჩამოყალიბება არ ხერხდება მათი არაერთგვაროვნებისა და სხვადასხვა ბუნებრივი წარმოშობის გამო, რაც ართულებს ერთი საერთო მნიშვნელის დადგენას. რთულია, ასევე, მათი გამოსახვა მათემატიკური ხერხებით ან რაიმე გრაფიკული საშუალებებით. ამიტომ მივმართეთ არსებულ მათემატიკურ გამოსახულებებს და მათ მივუყენეთ ჩვენ მიერ სავსე და კამერალურ პირობებში განსაზღვრული ფაქტორების მნიშვნელობები, რომელიც ზემოთაა მოყვანილი. ჩვენი აზრით, ღვარცოფული ნაკადების ხელშემწყობი და შემაკავებელი ფაქტორების ასეთმა თანაფარდობამ უნდა გააუმჯობესოს ამ მოვლენის აქტიურობის ფარდობითი მახასიათებლის წარმოჩენა.

ღვარცოფული ნაკადების სიჩქარის გამოთვლის აღნიშნული ხერხი, ძირითადად, ამ მოვლენის წარმომქმნელი და ხელშემწყობი ფაქტორების მიმართ მგრძნობელობის მიხედვით დგინდება, რის გამოც იგი ფარდობითი შეფასების ხასიათს ატარებს. ამის გამო ისინი უფრო საწყისი ეტაპის კვლევების დონეზე – რეგიონული ან მსხვილი ადმინისტრაციული ერთეულების ფარგლებში დარაიონების ან ღვარცოფსაშიში უბნების რუკების მოსასამზადებლად შეიძლება იყოს გამოყენებული.

### დასკვნა

1) მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადებში - მდ. ჩოხელთ-ხევში და მდ. ნაღვარევის-ხევში შეი-

ნიშნება ღვარცოფული მოვლენების პერიოდული გააქტიურება, რაც დაბრკოლებებს ქმნის საქართველოს სამხედრო გზის აღნიშნულ მონაკვეთზე.

2) 2023–25 წლებში ჩოხელთ-ხევში და ნაღვარევის-ხევში ჩატარებული სავსე კვლევების შედეგად შესაძლებელი გახდა დაგვედგინა ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის ძირითადი ფაქტორები. უპირველეს ყოვლისა, უნდა დასახელდეს რეგიონისთვის დამახასიათებელი კლიმატური თავისებურებები, რომელიც გამოიხატება გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში კოკისპირული თავსხმა წვიმებით და ტემპერატურის მკვეთრი ზრდით, რაც იწვევს თოვლის სწრაფ დნობას და ხეობებში წყლის დონის მკვეთრ ზრდას. ღვარცოფული ნაკადების დინამიკაზე, ასევე, ძალზე დიდი როლი აქვს საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ თავისებურებებს, კერძოდ ხეობებში მიმდინარე გეოდინამიკურ პროცესებს და მოვლენებს, მდინარეების კალაპოტების დიდ დახრილობას და კალაპოტის მორფოლოგიურ და ჰიდროლოგიურ ნიშნებს.

3) მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შესაძლებელი გახდა საკვლევი ხეობების კალაპოტების მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური და გეომორფოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულების განსაზღვრა და ამ დამოკიდებულებების ფონზე შემუშავდა ღვარცოფული ნაკადების და მათი სიჩქარეების ფორმირების ფარდობითი მახასიათებლის გამოთვლის შესაძლებლობა. ამ გამოთვლების შედეგად აღნიშნულ მდინარეებში შეფასებულია ღვარცოფული ნაკადების განვლადობის ხასიათი, სიხშირე და სიჩქარეები.

4) ეს მონაცემები შეიძლება ჩაითვალოს ღვარცოფული ნაკადების მაფორმირებელი ფაქტორების მახასიათებელ ფარდობით სიდიდეებად აღნიშნული ხეობებისთვის. რა თქმა უნდა, შემოთავაზებული მეთოდი არ შეიძლება გამოყენებული იყოს ამა თუ იმ ხევის ღვარცოფული ნაკადების პირდაპირი დამრტყმელი სიმძლავრეების მისაღებად, მით უფრო, დამცავი ნაგებობების დასაპროექტებლად, თუმცა მისი გამოყენება შესაძლებელია მსხვილი გეოლოგიური ან გეომორფოლოგიური ერთეულე-

ბის დარაიონებისათვის ღვარცოფული საშიშროებების აღნიშვნის თვალსაზრისით.

5) სტატიაში მოყვანილი ზოგიერთი ფარდობითი სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავენ ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის რისკებს, შესაძლოა გათვალისწინებული იყოს, როგორც ნატახტარი-მლეთის საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო და სამშენებლო საკითხების მოსაგვარებლად, ისე ზემოქმედების შესაფასებლად არსებულ ბუნებრივ და ტექნოგარემოზე.

### ლიტერატურა

1. Gaprindashvili, M., Tsereteli, E., Gaprindashvili, G., & Kurtsikidze, O. (2021). Landslide and mudflow hazard assessment in Georgia. In F. L. Bonali, F. Pasquaré, M. Mariotto, & N. Tsereteli (Eds.), *Building knowledge for geohazard assessment and management in the Caucasus and other orogenic regions* (pp. 265–279). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-024-2046-3\\_14](https://doi.org/10.1007/978-94-024-2046-3_14)
2. Theodoradze, D. (2019). *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River Basin and engineering-geological evaluation* (Ph.D. dissertation, Georgian Technical University). (In Georgian)
3. Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. (2023–2025). *Engineering-geological study of the Natakhtari–Mleta section of the Georgian Military Road for transport traffic safety (fieldwork results)* (Reports, III subproject). (In Georgian)
4. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024). Factors and analysis of debris flow formation in the rivers Chokhelt-Khevi, Nadibaani-Khevi, and Naghvarevi-Khevi. *Collection of Works of GTU*, 2(532), 187–194. (In Georgian)
5. Vardumyan, G. G. (1978). Determination of the speed and discharge of mudflows. *Bulletin of the Academy of Sciences of the Armenian SSR, Earth Sciences*, 1, 69–76.
6. Vinogradov, Y. (1980). *Sketches of mudflows*. Meteorizdat. (In Russian)
7. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2025). Calculation of the relative characteristics of mudflows using the example of Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi rivers. *Collection of Works of GTU*, 3(537), 196–205. (In Georgian)
8. Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. (1968). *Hydrology*. Education.
9. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024). Field and laboratory study of accumulated debrisflow-forming solid mass sediment on the example of River Chokheltkhevi (Mtskheta-Mtianeti region, Georgia). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 12, 151–160. <https://www.scirp.org/journal/gep>

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1902

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-58-67>

## Some Natural Factors Role in Determining the Mudflows Speed on Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi Rivers Example

- Zurab Varazashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia  
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge
- Zurab Kakulia** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia  
E-mail: z.kakulia@gtu.ge
- Giorgi Gaprindashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia  
E-mail: gaprindashvili.george@gmail.com
- Dali Chutkerashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, (academic doctor.) Georgia  
E-mail: d.chutkerashvili@gtu.ge

### Reviewers:

**M. Mardashova**, Georgian technical university, faculty of mining and geology, professor

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

**L. Glonti**, Georgian technical university Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, head of department

E-mail: glonti2006@yahoo.com

**Abstract.** The article presents the possibility of calculating relative indicators of debris flow formation in the right tributaries of the Tetri Aragvi River - Chokheltkhevi and Naghvareviskhevi - and, based on the obtained results, evaluates the character, frequency, and specific features of debris flow occurrence in these river valleys. The calculations are based on data obtained from field survey works carried out in these valleys during 2023-2024. These data can be considered as relative parameters characterizing the main debris-flow-forming factors within the studied catchments.

The paper analyzes the interrelationship of the key hydrological, geological, climatic, and geomorphological characteristics of the investigated channels and, in this context, assesses the potential for debris flow initiation, their intensity, and their impact on the existing natural and anthropogenic environment.

Based on these data, several relative indicators have been derived that define the risk of debris flow occurrence. These indicators may be taken into account in addressing operational and construction issues related to the Natakhtari-Mleta highway

**Keywords:** Geodynamic Events; Geological Structure; Climate; Hydrographic Network; Relative Magnitudes of Mudflows; Watershed.

---

*განხილვის თარიღი 19.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 26.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 556.3

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-68-78>

**იმერეთის მინერალური წყლის გამოსავლების ჰიდროქიმიური მონიტორინგი მათი რაციონალური გამოყენების მიზნით**

<b>ლუდმილა ლლონტი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო E-mail: l.ghlonti@gtu.ge
<b>ზურაბ კაკულია</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის აკადემიური დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: z.kakulia@gtu.ge
<b>ავთანდილ სონღულაშვილი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის მაგისტრანტი, საქართველო E-mail: a.songhulashvili@gtu.ge
<b>ინგული ნანაძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის მაგისტრანტი, საქართველო E-mail: i.nanadze@gtu.ge
<b>მანანა კოპაძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის მაგისტრანტი, საქართველო E-mail: m.kopadze@gtu.ge
<b>ლაშა ხვიჩია</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის ქიმიკოსი, საქართველო E-mail: l.khvichia@gtu.ge

**რეცენზენტები:**

**მ. მარდაშოვა**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

**ზ. ვარაზაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის ხემელეთისა და ზღვის საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების უფროსი

E-mail: z.varazashvili@gtu.ge

**ანოტაცია.** იმერეთის მინერალურმა წყლებმა ადრეული ხანიდან მიიპყრო ადამიანის ყურადღება, თუმცა მათი მეტ-ნაკლებად სისტემატური შესწავლა ძირითადად დაიწყო გასული საუკუნის 30-იანი წლებიდან, ფართოდ გაიშალა სამიეზო-ბურღვითი სამუშაოები, რომელთა შედეგად გამოვლინდა მინერალური წყლების ისეთი ცნობილი სახადოები, როგორცაა წყალტუბოს, საირმის, ნუნისისა და სხვ.

გარდა დაძიებული და მეტ-ნაკლებად სრულყოფილად ათვისებული სახადოებისა, რეგიონში დაფიქსირებულია მინერალური წყლების გამოსავლები, რომელთა ჰიდროგეოლოგიური შესწავლა პერიოდულ, წყვეტით ხასიათს ატარებდა.

სტატიაში მოცემულია იმერეთის რეგიონის მინერალური წყლების 2025 წელს ჩატარებული მონიტორინგის შედეგები. სამუშაოები მოიცავდა წყაროების ან ჭაბურღილების სახით წარმოდგენილი გამოსავლების სავლე და სტაციონარულ კვლევებს. სტატიაში განხილულია მონიტორინგის საფუძველზე იმერეთის ჰიდრომინერალური რესურსების თანამედროვე პოტენციალი და მათი გამოყენების პერსპექტივები.

**საკვანძო სიტყვები:** გოგირდწყალბადიანი წყლები; იმერეთი; მინერალური წყლები; ჰიდროქიმიური შედგენილობა.

## შესავალი

საქართველოს ტექტონიკური დარაიონების მიხედვით, იმერეთი მიეკუთვნება დასავლეთის დაძირვის ზონას, რომელიც ძირითადად შედგება მე-

ოთხეული და ნეოგენური ნალექებისგან. ისინი დაფარულია სუსტად დისლოკაციური პალეოგენური და ცარცული კარბონატული ნალექებით (Gamkrelidze, I. P. (2000). Once again about the tectonic dismemberment of the territory of Georgia). აქ განვითარებულია ვიწრო ანტიკლინები და ფართო, ბრტყელი სინკლინები. შესწავლილი ტერიტორია მდებარეობს ქუთაისის ქვეზონაში და შედგება ორი ნაწილისგან: ჩრდილოეთი ნაწილი თითქმის მთლიანად წარმოდგენილია ბაიოსის პორფირიტული წარმონაქმნებისაგან, ხოლო სამხრეთი ნაწილი – ნეოგენური, პალეოგენური და ნაწილობრივ ცარცული ნალექებისაგან.

ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების მიხედვით, იმერეთი საქართველოს ბელტის არტეზიული აუზების ნაწილია. მისი ტერიტორია მოიცავს წყალტუბოს არტეზიული აუზის ფოროვან, ნაპრალოვან, ნაპრალოვან-კარსტულ და კარსტულ წყლებს და არგვეთის არტეზიული აუზის ფოროვან, ნაპრალოვან, ნაპრალოვან-კარსტულ წყლებს.

წყალტუბოს არტეზიული აუზი მოიცავს ქვემო იმერეთის ვაკეს და მიმდებარე სამეგრელოს ქედს. ძირითადი არტეზიული ჰორიზონტებია ცარცული და პალეოგენური კირქვები და ნეოგენური ქვიშაქვიანი. ქვედა ცარცული კირქვის წყალშემცველი ჰორიზონტი შეიცავს დაბალმინერალიზებულ თერმულ წყლებს. ნაწილობრივი განტვირთვა ხდება საქართველოს ბელტის და აჭარა-თრიალეთის ნოჟა სისტემის საზღვარზე მსხვილი რღვევის ზოლზე. ზედა ცარცულ-პალეოგენური კარბონატული ჰორიზონტი სუსტად არის განვითარებული. ქვედა და ზედა ცარცული წყალშემცველი ჰორიზონტები

ერთმანეთისაგან გამოყოფილია თიხა-მერგელების შრეებით. მეოთხეული ქვიშა-კენჭნარის ჰორიზონტი კარგად არის განვითარებული, მისი სისქე მერყეობს 120-დან 400 მ-მდე. ამ ჰორიზონტში გრუნტისა და დაწნევითი წყლები დაბალმინერალიზებულ ჰიდროკარბონატულ კალციუმინია.

არგვეთის არტეზიული აუზი იმავე წყალშემკრები ფენებისგან შედგება. ქვედა ცარცული კირქვის ჰორიზონტი შეიცავს სუსტად მინერალიზებულ ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ თერმულ წყლებს ( $33^{\circ}\text{C} - 47^{\circ}\text{C}$ ). ზედა ცარცულ-პალეოგენური ჰორიზონტი 450–700 მ სიღრმეზე შეიცავს ქლორიდულ წყლებს 15 გ/ლ-მდე მინერალიზაციით. აქაც, მეოთხეული ქვიშა-კენჭნარის ჰორიზონტი წყლის მაღალი შემცველობით ხასიათდება (Chikhelidze, S. S. (1961). *Natural resources of the Georgian SSR. Mineral waters*. Vol. 3, pp. 355–358, 373–374, 380).

### ძირითადი ნაწილი

საქართველოს მთათაშუა დეპრესიის ფარგლებში გავრცელებულია ძირითადად თერმული გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლები, რომლებსაც თავისი განსაკუთრებული ქიმიური შედგენილობის წყალობით სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი თვისებები აქვს. ამჟამად ამ წყლების ნაწილის რესურსები ათვისებულია და მათ ბაზაზე ფუნქციონირებს რამდენიმე ბალნეოლოგიური კურორტი, თუმცა ასეთი წყლების გარკვეული ნაწილი, არასაკმარისი შესწავლის გამო, ჯერაც გამოუყენებელია.

მათი რესურსებისა და ქიმიური შედგენილობის დაზუსტება-წარმოჩენა ზიძგს მისცემს მათ ბაზაზე საქართველოში ახალი სამკურნალო ობიექტების ბალნეოკურორტების, სანატორიუმების, საბაზანოებისა და სხვათა წარმოქმნა-აღმშენებლობას. ამ ამოცანების შესასრულებლად ინსტიტუტი მუშაობს პროექტზე „საქართველოს მთათაშუა დეპრესიის მინერალური წყლების კვლევა მათი ჰიდროქიმიური მახასიათებლებისა და რესურსული პოტენციალის დადგენის მიზნით“.

2025 წ. შესრულდა პროექტის მე-3 ეტაპი „იმერეთის რეგიონის გოგირდწყალბადიანი და თერმული მინერალური წყლების საველე და ლაბორატორიული კვლევა“. ჩატარდა საველე-საექსპედიციო სამუშაოები შემდეგ მარშრუტებზე: სამტრედიის, წყალტუბოს, ტყიბულის, ვანის, ბაღდათის, თერჯოლისა და ხარაგაულის რაიონებში (სურ. 1). შესწავლილია არსებული მინერალური წყლების გამოვლინებები წყაროებსა და ჭაბურღილებში.

ველზე განისაზღვრა შემდეგი კომპონენტები: pH,  $\text{HCO}_3$ , გახსნილი  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ . გაზომილია გამოსავლის დებიტი ( $\text{მ}^3/\text{დღ.დ-ში}$ ) და წყლის ტემპერატურა ( $^{\circ}\text{C}$ ).

სტაციონარულ ლაბორატორიაში განისაზღვრა ძირითადი იონები: ნატრიუმი+კალიუმი (Na + K); მაგნიუმი (Mg); კალციუმი (Ca); ქლორი (Cl); სულფატი ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ხოლო მიკროკომპონენტების შემცველობა განისაზღვრა სპექტროფოტომეტრზე EMC – 11D –V.



სურ. 1. საკვლევი მინერალური წყლების გამოვლინების ადგილმდებარეობის სქემატური რუკა.

2025 წ. შესწავლილია მინერალური წყლების 13 გამოსავალი (წყარო და ჭაბურღილი). კვლევების ზოგიერთი შედეგი მოცემულია ცხრილში.

იმერეთის მინერალური წყლები თბილი (20°C-დან 35°C-მდე) და თერმულია (37 °C-დან 42 °C-მდე). ამ ფონზე გამოირჩევა ყოფილი სამტრედიის კურორტის ტერიტორიაზე არსებული ჭაბურღილი. აქ 1970 წ. 1450 მ სიღრმიდან მიღებულ იქნა ჰიპერთერმული წყალი, აშენდა ბალნეოკურორტი. 1991 წ. ხანძარმა კურორტი მთლიანად გაანადგურა. გარკვეულ დროს მის ტერიტორიაზე სათბურები ფუნქციონირებდა. ამჟამად ჭაბურღილი პრაქტიკულად გამოუყენებელია. ქალაქის ადმინისტრაციის ცნობით, კურორტი ინვესტორებს ელოდება. 1981 წ. მონაცემებით, თერმული წყლის ტემპერატურა 80 °C იყო, დებიტი – 3 024 მ<sup>3</sup>/დღ. 2025 წ. მონაცემებით ჭაბურღილის დებიტი 860 მ<sup>3</sup>/დღ.

მდე დაეცა, ხოლო წყლის ტემპერატურა – 61.5 °C-მდე (Tsertsvadze, N. (2017). *Georgian mineral waters*).

შესწავლილი მინერალური წყლები ძირითადად ხასითდება ნეიტრალური (pH 6.7 – 7.1) და ტუტე რეაქციით (pH 7.9 – 10.2). ასეთი წყლით აბაზანების განსაკუთრებული თვისებაა კანზე მათი დამარბილებელი ეფექტი, რაც სასარგებლოა კანის ზოგიერთი დაავადებებისას.

საკვლევი ტერიტორიის მინერალური წყლები სუსტი (0.2 – 3.5 გ/ლ) მინერალიზაციისაა. მომატებული მინერალიზაციით ხასითდება ვანის რაიონის ჭაბურღილები: დიხაშხოს ჭაბურღილი (10.1 გ/ლ) და გეიზერი (9.4 გ/ლ) ასევე ჭაბურღილი სოფ. ამაღლებაში (8.5 გ/ლ).

გაზური შედგენლობის მიხედვით წყლები გოგირდწყალბადიანია (H<sub>2</sub>S – 13.1 – 14.7 მგ/ლ), ხშირად აზოტის შემცველობით. თითქმის ყველგან მცირე რაოდენობით შეინიშნება ნახშირორჟანგა აირი.

მინერალური წყლის ყველა გამოსავალში ქლორის კათიონების მომატებული შემცველობაა, რაც შესაბამება საქართველოს ბელტის წყლებს (Tsertsvadze, N. (2017). *Georgian mineral waters*). ესაა ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული, ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული, ქლორიდული კალციუმიან-ნატრიუმიანი ან ნატრიუმიან-კალციუმიანი წყლები.

რკინის შემცველობა საკვლევ მინერალურ წყლებში ყველგან გვხვდება, ხოლო დიხაშხოს გეიზერში 170 მგ/ლ-ს აღწევს.

ყველა შესწავლილი წყალი ბრომს შეიცავს. მისი შემცველობა 1 მგ/ლ-დან 4 მგ-მდე მერყეობს, ხოლო

დიხაშხოს ჭაბურღილში 16.5 მგ/ლ, სოფ. ამაღლებაში კი - 14.9 მგ/ლ შეადგენს.

კვლევებმა აჩვენა, რომ კურორტები, რომლებიც პოპულარული იყო არა მხოლოდ ადგილობრივ მოსახლეობაში, არამედ რეგიონის ფარგლებს გარეთაც, საჭიროებს აღდგენას. განვიხილავთ ზოგიერთ მათგანს.

1975 წლიდან 90-იან წლებამდე ვანის მუნიციპალიტეტში სოფ. ამაღლებაში ფუნქციონირებდა კარგად მოწყობილი ადგილობრივი მნიშვნელობის ბალნეოკურორტი. ამჟამად შენობები დანგრეულია, კურორტი კი – გაუქმებული.



ფოტო 1. ამაღლება, ჭაბურღილი

ამაღლების ქლორიდული ნატრიუმ-კალციუმიანი ნეიტრალური რეაქციის თერმული წყალი გამოირჩევა ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით.

წყალი მიეკუთვნება რკინის შემცველ ტიპს: რკინის საერთო შემცველობა 28.4 მგ/ლ-ია. როგორც

ცნობილია, რკინის შემცველია წყალი, რომელიც მინიმუმ 20 მგ/ლ რკინას შეიცავს. ისინი გამოიყენება გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების დროს. გოგირდწყალბადისა და რკინის გარდა, მინერალური წყალი ასევე შეიცავს იოდს და ბრომს. იოდ-ბრო-

მის აბაზანებს აქვს ტკვილგამაყურებელი ეფექტი, აუმჯობესებს სისხლის მიმოქცევას, ცენტრალური ნერვული სისტემის მუშაობას. ასეთი შედეგნილობა ამ წყალს აქცევს ფასეულ თერაპიულ და პროფილაქტიკურ რესურსად. კურორტის აღორძინება მნიშვნელოვან სარგებელს მოუტანს არა მხოლოდ ადგილობრივებს.

ზეკარის თერმული წყაროები მდებარეობს ბაღდათის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე. აქ მდ. ქერშავეთის ხეობაში შუა ეოცენურ ვულკანოგენურ-დანალექწარმონაქმნებში დაფიქსირებულია ოთხი ბუნებრივი გამოსავალი. მათგან ტემპერატურითა (35 °C) და დებიტით (320 მ<sup>3</sup>/დღ. ღ-მდე) გამორჩეული წყარო № 1 დაკაპტაჟებული იყო დახურული აუ-

ზით. არსებობდა სააბაზანო ნაგებობა და შენობები დამსვენებლებისათვის (Tsertsvadze, N. (2017). *Georgian mineral waters*.

Mkheidze, B., Kakulia, Z., Glonti, L., Songhulashvili, A., Nanadze, I., & Kopadze, M. (2017). *Cadastre of mineral waters of the mountainous-folded zone of Adjara–Trialeti*). ამჟამად ეს ყველაფერი სავალალო მდგომარეობაშია, მაშინ, როცა ზეკარის თერმული წყლები ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით უდავოდ იმსახურებს განსაკუთრებულ ყურადღებას: აბაზანების მისაღებად იდეალური ტემპერატურის გარდა, ისინი გამოირჩევა რკინისა და სილიციუმის მჟავას მომატებული შემცველობით.



ფოტო 2. ზეკარი, სააბაზანო ნაგებობა.

ცხრილი

მინერალური წყლების ზოგერთი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებელი

ჭაბურღილი	M, გ/ლ	T, °C	D, გ/დღ.დ	pH	H <sub>2</sub> S	As	Fe	Mn	Pb	Cu	Ni	Cr	I	Br	ძირითადი იონები
1 სამტრუდია, გორმადალას სულორი	2.3	61.5	800	6.7	13.1	არა	31.0	0.05	არა	0.04	33.	0.01	არა	3.5	Cl-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Ca-Na
2 დიხაშხო, გეიზური	0.6	39.5	60.5	10.9	14.6	33.	12.8	0.02	არა	0.05	არა	არა	არა	0.4	Cl-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub> -Ca-Na
3 დიხაშხო, გეიზური	9.4	38	90	6.6	32.1	არა	170	0.07	არა	0.03	0.01	არა	6.4	2.1	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na-Ca
4 დიხაშხო, ჭაბურღილი	10.1	45	95	6.6	14.6	0.02	7.1	0.04	არა	0.06	არა	არა	1.4	16.5	Cl-HCO <sub>3</sub> -Na-Ca
5 წყალტუბო	1.2	33	164.2	6.4	13.6	0.01	1.1	0.01	33.	0.05	0.02	0.01	არა	2.1	HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca-Mg
6 ამაღლება	8.5	35.2	400	7.1	14.1	33.	28.4	0.06	არა	0.01	0.01	არა	2.1	14.9	Cl-Na-Ca
7 კურსები	0.7	16.7	14.7	7.1	13.9	არა	11.1	33.	არა	0.03	არა	33.	არა	1.5	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Ca-Na
8 ქვედა სიმონეთი, ჭაბ.1	0.9	40	60.5	6.7	13.9	არა	8.8	0.06	არა	0.07	33.	არა	33.	1.8	HCO <sub>3</sub> -Cl-Ca-Mg
9 ქვედა სიმონეთი, ჭაბ.2	1.8	30	43.2	7.0	13.9	არა	13.3	0.01	0.02	0.04	არა	არა	არა	2.1	Cl-Ca-Mg
10 ქვედა სიმონეთი, ჭაბ.3	0.8	30	34.6	7.9	13.8	არა	4.2	0.03	არა	0.02	33.	არა	არა	1.9	SO <sub>4</sub> -Na-Ca-Mg
11 ალისმურეთი	0.2	16	არ იზომ.	10.1	13.8	არა	0.05	0.05	არა	0.01	არა	არა	არა	1.0	HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub> -Mg-Ca
12 ზეკარი	0.2	35	არ იზომ.	10.0	14.5	არა	32.3	0.03	33.	0.06	არა	არა	არა	0.4	HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub> -Fe-Mg
13 ვახანი	3.5	23.5	არ იზომ.	7.1	13.3	არა	5.9	0.07	33.	0.03	33.	33.	2.1	3.9	Cl-Na-Ca

კიდევ ერთი მიტოვებული ბალნეოკურორტი თერჯოლის მუნიციპალიტეტში სოფ. ქვედა სიმონეთში მდებარეობს. დღეს კურორტისგან მხოლოდ ორი, ერთმანეთთან ახლოს მდებარე ჭაბურღილია შემორჩენილი. კურორტის შენობები და კლინიკა მიტოვებულია. ადგილობრივები ღია ცის ქვეშ საბანაოდ მიდიან; იქ ელემენტარული სააბაზანოც კი არ არის.



ფოტო 3. ქვედა სიმონეთი, ჭაბურღილები.

ქვედა სიმონეთის გოგირდწყალბადიანი თერმული წყალი ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდული კალციუმიან-ნატრიუმიან-მაგნიუმიანია ნეიტრალური რეაქციით. ორივე ჭაბურღილის ჯამური დებიტი შეადგენს 103 მ<sup>3</sup>/დღ.დ.

ყურადღებას იმსახურებს მინერალური წყლის გამოსავლები რომლებიც არ არის გამოყენებული ბალნეოლოგიური დანიშნულებისათვის, მაგრამ მა-

თი ფიზიკური და ქიმიური თვისებები შეიძლება პერსპექტიული აღმოჩნდეს.

ერთ-ერთი ასეთია დიხაშხოს გეიზერი, რომელიც ტურისტებში დიდი პოპულარობით სარგებლობს. წყალი მკვეთრად გამოირჩევა მომატებული მინერალიზაციით (9.4 გ/ლ). ესაა ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატული ნატრიუმიან-კალციუმიანი დიდი რკინის შემცველობის (170 მგ/ლ) მქონე წყალი. ხაზგასასმელია, ბიოლოგიურად აქტიური მიკროკომპონენტების მომატებული შემცველობა: ბრომი – 2.1 მგ/ლ და იოდი – 6.4 მგ/ლ. გეიზერი გარდა უნიკალური სამკურნალო თვისებებისა სილამაზითაც გამოირჩევა. ეს საოცარი ბუნების ძეგლი უნდა იყოს დაცული და მოვლილი.



ფოტო 4. დიხაშხოს გეიზერი.

ვახანის ჭაბურღილი მდებარეობს ზვარეს დასავლეთით, იმავე გეოლოგიურ ზონაში, შუა ეოცენის ვულკანოგენური დანალექების გავრცელების ტერიტორიაზე. მისი დებიტი იმდენად დაბალია, რომ გაზომვა შეუძლებელია. ასეთი სუსტად მინერალიზებული ქლორიდულ-ნატრიუმიან-კალციუმიანი

წყალი ბუნებაში ფრიად იშვიათია. არაა გამორიცხული, რომ საძიებო ბურღვით ამ უბანზე მიღებულ იქნეს „ზვარეს“ ტიპის მინერალური წყალი

### დასკვნა

ჩატარებულმა სამუშაოებმა გამოავლინა იმერეთის რეგიონში არსებული თერმული წყლების მრავალფეროვანი ჰიდროქიმიური შედგენილობა. აუცილებელია შევებოთ მინერალური წყლის რესურსების საკითხს. საქმე ისაა, რომ ბუნებრივი მრავლების დებიტი, როგორც წესი, ძალზე მცირეა. მაგრამ აღნიშნული გარემოება სულაც არ ნიშნავს რეგიონში მინერალური წყლის რესურსების სიმცირეს. როგორც ჰიდროგეოლოგიური ძიების შედეგები გვიჩვენებს, მთელ საქართველოში (ბორჯომი, ნაბეღლავი, საირმე), ორიოდე უმნიშვნელო დები-

ტიანი წყაროების უბანზე ჩატარებული საძიებო ბურღვის მეშვეობით მნიშვნელოვანი რესურსების გამოვლენა არის შესაძლებელი.

იმერეთში არის ყველა პირობა იმისათვის, რომ კეთილმოეწყოს და განვითარდეს არაერთი ბალნეოკურორტი, რომელიც მოემსახურება არა მხოლოდ საქართველოს მოსახლეობას, არამედ უცხოელ დამსვენებლებსაც. ამის ნათელი მაგალითია წყალტუბოსა და სულორის კურორტები, რომლებიც აღდგენილია, ფუნქციონირებს და ვითარდება, მაგრამ ზოგიერთი ძველი ბალნეოკურორტი (ქვედა სიმონეთი, ზეკარი, ამაღლება და სხვა) სავალალო მდგომარეობაშია და საჭიროებს სრულ რეაბილიტაციას. ასევე უნდა აღინიშნოს დადებითი ტენდენციები: შენდება კურორტი „შატო კოლხა“ ვანის რაიონში დიხაშხოს ჭაბუღდილზე.

### ლიტერატურა

1. Gamkrelidze, I. P. (2000). Once again about the tectonic dismemberment of the territory of Georgia. *Proceedings of Geology Institute, New Georgian Academy of Sciences*, New Series No. 115. (In Russian)
2. Chikhelidze, S. S. (1961). *Natural resources of the Georgian SSR. Mineral waters* (Vol. 3, pp. 355–358, 373–374, 380). Publishing House of the USSR Academy of Sciences. (In Russian)
3. Tsertsvadze, N. (2017). *Georgian mineral waters*. Nakeri. (In Georgian)
4. Mkhaidze, B., Kakulia, Z., Glonti, L., Songhulashvili, A., Nanadze, I., & Kopadze, M. (2017). *Cadastre of mineral waters of the mountainous-folded zone of Adjara–Trialeti*. Funds of the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology.

UDC 556.3

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-68-78>

## Hydrochemical Monitoring of Imereti Natural Mineral Water for the Purpose of Their Rational Use

- Ludmila Glonti** Georgian technical university, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, academic doctor, Georgia  
E-mail: l.ghlonti@gtu.ge
- Zurab Kakulia** Georgian Technical University Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, academic doctor Professor, Georgia  
E-mail: z.kakulia@gtu.ge
- Avtandil Songhulashvili** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Scientist, Georgia  
E-mail: a.songhulashvili@gtu.ge
- Inguli Nanadze** Georgian Technical University ,Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Scientist, Georgia  
E-mail: i.nanadze@gtu.ge
- Manana Kopadze** Georgian Technical University Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Scientist, Georgia  
E-mail: m.kopadze@gtu.ge
- Lasha Khvichia** Georgian Technical University Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Chemist, Georgia  
E-mail: l.khvichia@gtu.ge

### Reviewers:

**M. Mardashova**, Georgian Technical University, faculty of the Mining-Geological, Professor

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

**Z. Varazashvili**, Georgian Technical University Head of the Land and Marine Engineering Geology Department, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology

E-mail: z.varazashvili@gtu.ge

**Abstract.** The mineral waters of Imereti have attracted human attention since ancient times, although their more or less systematic study began mainly in the 1930s, with extensive exploration and drilling work, as a result of which such famous mineral water deposits as Tskaltubo, Sairme, Nunisi and others were discovered.

Addition to the explored and more or less fully exploited deposits, natural mineral waters have been recorded in the region, the hydrogeological study of which was characterized by periodic, intermittent characteristics.

The article presents the results of Imereti mineral waters monitoring conducted in 2025. The work included field and stationary studies of sources presented in the form of springs or wells. The article discusses the modern potential of Imereti's hydro mineral resources and the prospects for their use based on monitoring.

**Keywords:** Hydrogen Sulfide Waters; Hydrochemical Composition; Imereti; Mineral Waters.

---

*განხილვის თარიღი 20.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 26.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-79-84>

## მეწერული პროცესების კლასიფიკაციის თანამედროვე სისტემები და მათი შედარებითი ანალიზი

**ნიკო ფოფორაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო  
E-mail: nick.poporadze@gmail.com

### რეცენზენტები:

**გ. გაფრინდაშვილი**, თბილისის სსახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ასისტენტ პროფესორი

E-mail: Gaprindashvili.george@gmail.com

**ხ. ავალიანი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: Kh.avaliani@gtu.ge

### ანოტაცია.

მეწერული პროცესები ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გეოდინამიკურ საფრთხედ განიხილება, რომელიც პირდაპირ გავლენას ახდენს ურბანულ და საინჟინრო ინფრასტრუქტურაზე. მათი სწორად იდენტიფიკაცია და კლასიფიკაცია წარმოადგენს საფუძველს ფერდობთა მდგრადობის შეფასების, რისკის ანალიზისა და პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვისათვის.

სტატიაში განხილულია მეწერული პროცესების კლასიფიკაციის ორი ძირითადი სისტემა: საერთაშორისო პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებული დ.ჯ. ვარნესის (D.J. Varnes) (1978) ტიპოლოგიური კლასიფიკაცია და საქართველოში დანერგილი საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებისთვის ოპტიმალურია მათი ინტეგრირებული გამოყენება.

რო-გეოლოგიური, გენეტიკური მიდგომა. ასევე წარმოდგენილია მათი თეორიული საფუძვლები, სტრუქტურა, განვითარების ეტაპები და პრაქტიკული გამოყენების სფეროები. გაანალიზებულია კლასიფიკაციების მეთოდოლოგიური განსხვავებები და გამოვლენილია მათი უპირატესობები ფერდობთა მდგრადობის შეფასების, საშიშროების ზონირებისა და საინჟინრო დაგეგმარების კონტექსტში. აღნიშნული სისტემები ურთიერთშემავსებელ ხასიათს ატარებს და თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებისთვის ოპტიმალურია მათი ინტეგრირებული გამოყენება.

**საკვანძო სიტყვები:** კლასიფიკაცია; მეწერი; რისკების შეფასება; საინჟინრო გეოლოგია; ფერდობის მდგრადობა.

**შესავალი**

საერთაშორისო პრაქტიკაში მეწყერების კლასიფიკაციის ყველაზე გავრცელებულ სისტემას წარმოადგენს დ.ჯ. ვარნესის მიერ 1978 წელს შემუშავებული სქემა, რომელიც ეფუძნება მოძრაობის ტიპსა და გადაადგილებული მასალის მახასიათებლებს. საქართველოში კი ფართოდ გამოიყენება საინჟინრო-გეოლოგიური სკოლის საფუძველზე ჩამოყალიბებული გენეტიკური კლასიფიკაცია, რომელიც ორიენტირებულია პროცესის გამომწვევ მიზეზებსა და მექანიზმებზე.

წინამდებარე სტატიის მიზანია აღნიშნული ორი სისტემის ანალიზი, მათი შედარება და თანამედრო-

ვე საინჟინრო პრაქტიკაში მათი ინტეგრირებული გამოყენების შესაძლებლობების შეფასება.

**ძირითადი ნაწილი**

მეწყერული პროცესების კლასიფიკაცია უზრუნველყოფს ფერდობთა მდგრადობის შეფასებას, საშიშროების ზონირებასა და საინჟინრო გადაწყვეტილებების მიღების პროცესის გამარტივებას. დ.ჯ. ვარნესის მიერ შემუშავებული (ცხრილი 1) და საქართველოში დანერგილი კლასიფიკაცია ერთმანეთისაგან განსხვავდება როგორც თეორიული საფუძვლებით, ისე პრაქტიკული გამოყენების მიზნითაც.

ცხრილი 1

**ვარნესის (1978) მეწყერების კლასიფიკაცია**

მოძრაობის ტიპი	კლდოვანი	ნამსხვრევი	გრუნტი
ჩამოვარდნა (Fall)	1. კლდის ჩამოვარდნა	2. ნამსხვრევების ჩამოვარდნა	3. მიწის ჩამოვარდნა
გადაბრუნებით ჩამოშლა (Topple)	4. კლდის გადაბრუნება	5. ნამსხვრევების გადაბრუნება	6. მიწის გადაბრუნება
როტაციული სრიალი (Rotational sliding / Slump)	7. კლდის სლამპი (როტაციული სრიალი)	8. ნამსხვრევების სრიალი	9. მიწის სრიალი
ტრანსლაციური სრიალი (Translational sliding)	10. ბლოკური სრიალი	11. ნამსხვრევების სრიალი	12. მიწის სრიალი
ლატერალური გაფანტვა (Lateral spreading)	13. კლდის გაფანტვა	—	14. მიწის გაფანტვა
ნაკადი (Flow)	15. კლდის მცოცავი გადაადგილება (creep)	16. ჩამონაშალი ნაკადი	21. მშრალი ქვიშის ნაკადი
		17. ნამსხვრევების ნაკადი	22. სველი ქვიშის ნაკადი
		18. ნამსხვრევების ზვავი	23. სწრაფი თიხის ნაკადი
		19. სოლიფლუქცია	24. მიწის ნაკადი
		20. ნიადაგის მცოცავი გადაადგილება	25. სწრაფი მიწის ნაკადი
			26. ლიოსის ნაკადი
კომპლექსური (Complex)	27. კლდის სრიალი-ნამსხვრევების ზვავი	28. ფერდობის მოხრა / ხეობის ამობურცვა	29. მიწის სლამპი-მიწის ნაკადი

ვარნესის კლასიფიკაცია ეფუძნება მეწყერების მოძრაობის ტიპისა და მასალის გადაადგილების პრინციპებს. ქანის მოძრაობის ტიპები მოიცავს:

- ჩამოვარდნა (fall);
- გადაბრუნებითი ჩამოშლა (topple);
- როტაციული და ტრანსლაციური სრიალი (rotational და translational slide);
- ლატერალური გაფანტვა (lateral spread);
- ნაკადი (flow);
- კომპლექსური ფორმები (Complex).

მასალის კლასიფიკაცია თავდაპირველად დაყოფილი იყო სამ ძირითად ჯგუფად — კლდე (rock), ნამსხვრევი (debris) და გრუნტი (earth), თუმცა მოგვიანებით, ჰუნგრის (Hungar), ლეროუელისა (Leroueil) და პიკარელის (Picarelli) (2014) მიერ მასალის კატე-

გორიები გაფართოვდა გეოტექნიკურ ტერმინოლოგიასთან უკეთესი შესაბამისობის მიზნით, რამაც კლასიფიკაცია კიდევ უფრო დაახლოვა საინჟინრო პრაქტიკასთან.

ვარნესის სისტემის მნიშვნელოვანი განვითარება განხორციელდა 1995–1996 წლებში, როდესაც იუნესკოს მსოფლიო მეწყერთა ინვენტარიზაციის სამუშაო ჯგუფის (WP/WLI) რეკომენდაციებით და ქრუდენისა (Cruden) და ვარნესის (Varnes) ნაშრომებით დაინერგა გადაადგილების სიჩქარის კატეგორიების სკალა (ცხრილი 2). ამან კლასიფიკაციას მიანიჭა დინამიკური და რაოდენობრივი განზომილება — მეწყერები კლასიფიცირდა ექსტრემალურად ნელი მოძრაობებიდან ექსტრემალურად სწრაფ მოვლენებამდე.

ცხრილი 2

მეწყერული პროცესების გადაადგილების სიჩქარის კლასიფიკაცია (ქრუდენი & ვარნესი, 1996; WP/WLI)

სიჩქარის კლასი	აღწერა	სიჩქარე (მმ/წმ)	ტიპური სიჩქარე	რეკომენდებული რეაგირება
7	ექსტრემალურად სწრაფი	$5 \times 10^3$	5 მ/წმ	რეაგირება შეუძლებელია
6	ძალიან სწრაფი	$5 \times 10^1$	3 მ/წთ	რეაგირება შეუძლებელია
5	სწრაფი	$5 \times 10^{-1}$	1.8 მ/სთ	ევაკუაცია
4	საშუალო	$5 \times 10^{-3}$	13 მ/თვეში	ევაკუაცია
3	ნელი	$5 \times 10^{-5}$	1.6 მ/წელიწადში	საინჟინრო ღონისძიებები
2	ძალიან ნელი	$5 \times 10^{-7}$	16 მმ/წელიწადში	საინჟინრო ღონისძიებები
1	ექსტრემალურად ნელი	—	—	ჩარევა საჭირო არ არის

ვარნესის კლასიფიკაცია პასუხობს კითხვას — „როგორ მოძრაობს მასა და რისგან შედგება იგი?“ აღნიშნული სისტემის უპირატესობა მის უნივერსალურობაში სტრუქტურულ სიმარტივესა და საერთაშორისო სამეცნიერო კომუნიკაციის უზრუნველყოფაშია. იგი განსაკუთრებით ეფექტურია მეწყერ-

თა ინვენტარიზაციის, მონაცემთა ბაზების სტანდარტიზაციისა და შედარებითი ანალიზისათვის.

საქართველოში დანერგილ კლასიფიკაციაში, რომელიც საინჟინრო-გეოლოგიურ შესწავლილობას ეფუძნება და განსხვავებული მეთოდოლოგიური პრინციპით ხასიათდება, მთავარ როლს ასრუ-

ლებს გენეტიკური მიდგომა, რომლის მიხედვითაც მეწყრები კლასიფიცირდება მათი გამომწვევი მთავარი ფაქტორების, მექანიზმებისა და ფერდობის მდგრადობის დარღვევის პირობების მიხედვით.

საქართველოს ტერიტორიაზე მეწყრული პროცესების რეგიონული კლასიფიკაციის განვითარებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს ქართველმა მეცნიერებმა — ალ. ჯანელიძემ, გ. არემიძემ, გ. ჭოხონელიძემ, ა. ჯანჯღავამ, ე. წერეთელმა და სხვებმა. მათ ნაშრომებში განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო მეწყრების გენეზისს, მორფოლოგიას, განვითარების მექანიზმებსა და რეგიონულ თავისებურებებს. აღნიშნული ტრადიცია გაგრძელდა თანამედროვე პერიოდში, მათ შორის 2019 წლის ანგარიშში „ქ. თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო-გეო-

დინამიკური პირობები და გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება“, რომელიც მომზადდა გარემოს ეროვნული სააგენტოს მიერ. ამ ანგარიშში მეწყრული პროცესები დაჯგუფებულია შემდეგ ტიპებად (ცხრილი 3):

- სანაპირო (ბაზისური);
- კლიმატოგენური (კონსისტენტური);
- ტექტოსეისმოგენური;
- სუფოზიური;
- ტექნო-ანთროპოგენური.

ეს კლასიფიკაცია პასუხობს კითხვას — „რატომ ვითარდება მეწყერი და რა მექანიზმით?“ იგი განსაკუთრებით ეფექტურია რეგიონული გეოდინამიკური ანალიზისა და საინჟინრო დაგეგმარებისთვის.

ცხრილი 3

**მეწყრული პროცესების გენეტიკური კლასიფიკაცია**  
(გარემოს ეროვნული სააგენტო, 2019)

№	მეწყრის გენეტიკური ტიპი	გამომწვევი ფაქტორი	განვითარების მექანიზმი
1	სანაპირო (ბაზისური)	მდინარის, ზღვის ან წყალსაცავის ეროზიული წარეცხვა	ფერდობის ქვედა ნაწილის ჩამოშლა და გრავიტაციული სრიალი
2	კლიმატოგენური (კონსისტენტური)	ატმოსფერული ნალექები, „დატენიანების ეფექტი“	გაწყლოვანება, სტრუქტურული კავშირის დარღვევა
3	ტექტოსეისმოგენური	მიწისძვრები, ტექტონიკური რღვევები	სეისმური რხევა, ბლოკური გადაადგილება
4	სუფოზიური	მიწისქვეშა წყლების ფილტრაცია	ქანების მექანიკური/ქიმიური დაშლა, სიცარიელების წარმოქმნა, ჩამოქცევა
5	ტექნო-ანთროპოგენური	ფერდობის ხელოვნური ჭრა, დატვირთვა, ინფრასტრუქტურა	ბუნებრივი წონასწორობის დარღვევა, ადგილობრივი სტაბილურობის დაკარგვა

**შედარებითი ანალიზი**

ამ ორი სისტემის შედარება აჩვენებს, რომ ვარნესის კლასიფიკაცია წარმოადგენს ტიპოლოგიურ

ჩარჩოს, რომელიც აღწერს პროცესის ფორმასა და დინამიკას, ხოლო საქართველოში გამოყენებული სისტემა ორიენტირებულია პროცესის მიზეზობრი-

ვი მექანიზმების გამოვლენაზე. პირველ შემთხვევაში, კლასიფიკაცია ემყარება დაკვირვებად მორფოლოგიურ-კინემატიკურ ნიშნებს, მეორე შემთხვევაში კი — ფერდობის სტაბილურობის დარღვევის გამომწვევ ფაქტორებსა და გარემო პირობებს.

მეთოდოლოგიური თვალსაზრისით, ვარნესის სისტემა უფრო მეტად შეესაბამება გლობალური სტანდარტიზაციის მოთხოვნებს, ხოლო საქართველოში დანერგილი სისტემა ეფექტურია რეგიონული გეოდინამიკური ანალიზისა და საინჟინრო დაგეგმარებისთვის. საქართველოს რთულ გეოლოგიურ გარემოში, სადაც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სეისმურობა, გამოფიტვა, სუფოზიური პროცესები და ანთროპოგენური ზემოქმედება, გენეტიკური მიდგომა იძლევა უფრო ღრმა ინტერპრეტაციის შესაძლებლობას.

## დასკვნა

შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული სისტემები ურთიერთგამომრიცხავი კი არა, ურთიერთშემაჯავებელია. ვარნესის კლასიფიკაცია უზრუნველყოფს მეწყრული პროცესების საერთაშორისო ტიპოლოგიურ იდენტიფიკაციას, ხოლო საქართველოში დანერგილი საინჟინრო მიდგომა იძლევა ფერდობის მდგრადობის დარღვევის მიზეზთა დეტალურ ანალიზს და წარმოადგენს საფუძველს რისკის შეფასებისა და პრევენციული ღონისძიებების დაგეგმვისათვის. თანამედროვე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევებისთვის ოპტიმალურია ორივე სისტემის ინტეგრირებული გამოყენება, მორფო-კინემატიკური კლასიფიკაციისა და გენეტიკური ანალიზის ერთობლიობა ქმნის სრულყოფილ მეთოდოლოგიურ ჩარჩოს მეწყრული პროცესების შეფასებისა და მართვისათვის.

## ლიტერატურა

1. Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. In *Landslides: Analysis and control (Special Report 176)* (pp. 11–33).
2. Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslide types and processes (pp. 36–75).
3. Hungr, O., Leroueil, S., & Picarelli, L. (2014). The Varnes classification of landslide types – an update (pp. 167–194).
4. Working Party on World Landslide Inventory (WP/WLI). (1995). *International guidelines for landslide inventory*. UNESCO.
5. Lapiashvili, M. (2014). *Engineering geology: Engineering geodynamics*. Georgian Technical University. (In Georgian)
6. National Environmental Agency. (2019). *Engineering-geodynamic conditions of the territory of Tbilisi and assessment of geological hazards*. (In Georgian)

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-79-84>

## Modern Classification Systems of Landslide Processes and Their Comparative Analysis

**Niko Poporadze**

Georgian Technical University, faculty of mining geology and mountain development  
academic candidate, Georgia

E-mail: [nick.poporadze@gmail.com](mailto:nick.poporadze@gmail.com)

### Reviewers:

**G. Gaprindashvili**, Georgian state university, Faculty of Exact and Natural Sciences, Assistant Professor

E-mail: [Gaprindashvili.george@gmail.com](mailto:Gaprindashvili.george@gmail.com)

**Kh. Avaliani**, Georgian Technical University, faculty of mining geology and mountain development, Associate Professor

E-mail: [Kh.avaliani@gtu.ge](mailto:Kh.avaliani@gtu.ge)

**Abstract.** The article discusses two principal classification systems of landslide processes — the typological classification developed by D. J. Varnes (1978), which is widely applied in international practice, and the engineering-geological, genetic approach implemented in Georgia. Their theoretical foundations, structural frameworks, stages of development, and fields of practical application are presented. The methodological differences between the classifications are analyzed, and their advantages are identified in the context of slope stability assessment, hazard mapping, and engineering planning. These systems are complementary in nature, and their integrated application is considered optimal for modern engineering-geological investigations.

**Keywords:** Classification; Engineering Geology; Landslide; Risk Assessment; Slope Stability.

---

*განხილვის თარიღი 27.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 02.03.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 625.7/.8:528

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-85-92>

## ტოპოგეოდეზიური კვლევის თანამედროვე მეთოდების გამოყენება საგზაო ინფრასტრუქტურის დაპროექტებისა და მშენებლობისთვის

**გიორგი ჩუბინიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო  
E-mail: g.chubinidze@gtu.ge

**მანუჩარ შიშინაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო  
E-mail: m.shishinashvili@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**ნ. რურუა**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საგზაო დეპარტამენტის უფროსი

E-mail: n.rurua@gtu.ge

**პ. ნადირაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

**ანოტაცია.** საქართველოს საავტომობილო გზების ქსელის განვითარება ქვეყნის ეკონომიკური და რეგიონული მდგრადი განვითარების მნიშვნელოვანი ფაქტორია, მისი დაგეგმვა და განხორციელება რთულ რელიეფურ და ბუნებრივ პირობებში მნიშვნელოვან ტექნიკურ სირთულეებს უკავშირდება. მოქმედი ნორმებისა და სტანდარტების შესაბამისად, საგზაო ინფრასტრუქტურის დაპროექტებისათვის აუცილებელია მაღალი სიზუსტის ტოპოგეოდეზიური მონაცემების მიღება WGS 1984 UTM კოორდინატთა სისტემაში, რაც Geo-CORS მუდმივმოქმედი ქსელის არასრული დაფარვის პირობებში ყოველთვის ვერ ხერხდება. ტრადიციული გეოდეზიური

მეთოდები და ფოტოგრამეტრია შეზღუდულია მცენარეული საფარით დაფარულ და რთულად მისადგომ ტერიტორიებზე. ნაშრომში განხილულია LIDAR ტექნოლოგიის გამოყენება, როგორც მაღალი სიზუსტის სივრცითი მონაცემების სწრაფი და ეფექტური მიღების საშუალება. კვლევის შედეგები აჩვენებს, რომ LIDAR მნიშვნელოვნად ზრდის საპროექტო გადაწყვეტილებების სიზუსტეს და ამცირებს დროით და შრომით დანახარჯებს საგზაო ინფრასტრუქტურული პროექტების დაგეგმვის პროცესში.

**საკვანძო სიტყვები:** ლიდარი; დრონი; ფოტოგრამეტრია; საავტომობილო გზები.

**შესავალი**

საავტომობილო გზების სრულყოფილი ქსელი და შესაბამისი ინფრასტრუქტურის არსებობა ქვეყნის კეთილდღეობის, ეკონომიკური, სოციალური, უსაფრთხოებისა და რეგიონული განვითარების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია. მისი მუდმივი გაუმჯობესება წინაპირობაა სახელმწიფოს მდგრადი განვითარებისთვის, კონკურენტუნარიანი ეკონომიკისა და მოსახლეობის კეთილდღეობისთვის. საქართველოს საავტომობილო გზების ქსელი მოიცავს სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების, მათ შორის საერთაშორისო, შიდასახელმწიფოებრივ და ადგილობრივ გზებს. მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყნის თითქმის მთლიანი ტერიტორია დაფარულია აღნიშნული ქსელით, კვლავ არის ახალი გზების დაპროექტება-მშენებლობის და არსებულის გაუმჯობესება-მოდერნიზაციის საჭიროება, რაც გარდა ფინანსურისა, უამრავ სირთულესთან არის დაკავშირებული, ისეთებთან როგორცა, მაგალითად, რთული კლიმატური და ბუნებრივი პირობები. ყოველივე ეს ართულებს და ახანგრძლივებს საკვლევაძიებო და საპროექტო სამუშაოების წარმოების პროცესს.

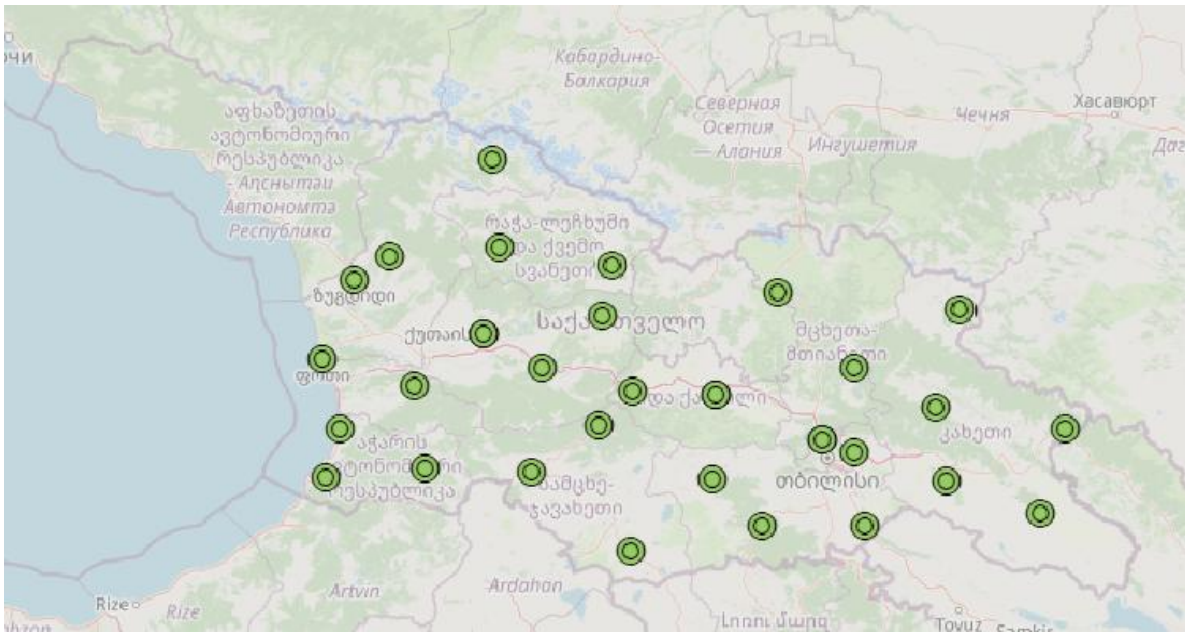
იმ ფაქტორის გათვალისწინებით, რომ საქართველოში არსებული საგზაო ქსელი ძირითადად გადის მთაგორიან რელიეფზე და კვეთს ტყით დაფარულ ტერიტორიებს, ხშირად საპროექტო-საკვლევაძიებო სამუშაოების წარმოების პროცესში წარმოიქმნება სხვადასხვა სახის სირთულე, კერძოდ: მცირე ხილვადობის მანძილი, გარკვეული ტერიტორიების მიუწვდომლობა თუნდაც სპეციალური სატრანსპორტო საშუალებით (სრულამძრავიანი კვადროციკლები, ბაგის ტიპის ავტომობილები, მა-

ღალი გამავლობის ავტომობილები და ა.შ.), GSM ქსელის არარსებობა, შესაბამისად საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტოს მუდმივმოქმედ საინფორმაციო სისტემასთან Geo-CORS, შეზღუდული წვდომა და ა.შ

**ძირითადი ნაწილი**

დღევანდელი მდგომარეობით და სახელმწიფოს შესაბამისი სამსახურების მოთხოვნების და ქვეყანაში მოქმედი ნორმებისა და სტანდარტების შესაბამისად, ასევე, საჯარო რეესტრის ბაზებში რეგისტრირებულ საკადასტრო მონაცემებთან თანხვედრისათვის აუცილებელია, ტოპოგრაფიული კვლევა განხორციელდეს მაღალი სიზუსტით, WGS 1984 UTM კოორდინატთა სისტემაში.

მაღალი სიზუსტის მისაღწევად და ქვეყანაში მოქმედ კოორდინატთა სისტემასთან შესაბამისობისათვის, საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტოს მიერ შექმნილია მუდმივმოქმედი საბაზო სადგურების ქსელი და ქვეყნის ტერიტორიაზე დამონტაჟებულია 34 (A და B კლასის) GPS სტაციონარული სადგური, რომელთა რაოდენობაც მუდმივად ზრდადია ქვეყნის ტერიტორიის სრულად დაფარვის მიზნით. გასათვალისწინებელია, რომ ქვეყნის ოკუპირებული ტერიტორიები და ის ადგილები, რომელიც რთულად მისადგომია (მაღალმთიანი რეგიონები, ხეობები, ტყის მასივები და ა.შ.), ამ პერიოდისათვის არ არის მოქმედი აღნიშნული ქსელის დაფარვის ზონაში, რაც დიდ პრობლემას წარმოადგენს ზემოაღნიშნულ ტერიტორიებზე მოთხოვნების შესაბამისად ზუსტი ტოპოგეოდეზიური განაზომების წარმოებისათვის.



სურ.1 Geo-CORS მუდმივმოქმედი GPS სტაციონარული სადგურების განლაგება საქართველოს ტერიტორიაზე.

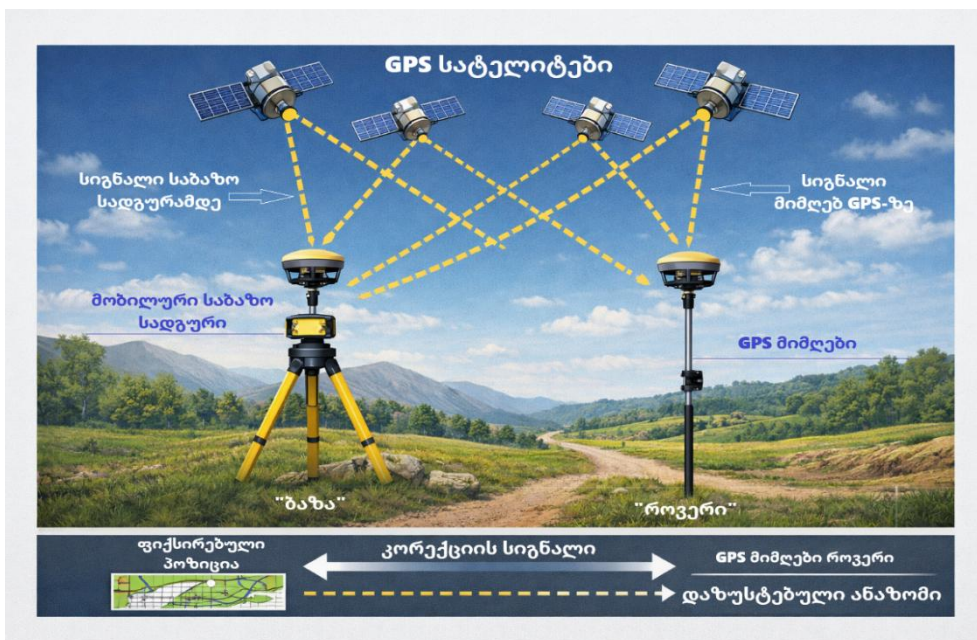
მიმდინარე პერიოდისათვის ქვეყნის მასშტაბით მაღალი ინტენსივობით ხორციელდება საავტომობილო-საგზაო ქსელის მოდერნიზაცია, რაც მოიცავს არსებული საავტომობილო გზების რეაბილიტაციარეკონსტრუქციას და ასევე ახალი საავტომობილო გზების დაპროექტებასა და მშენებლობას, განსაკუთრებით ისეთ ადგილებში, როგორცაა რიკოთის, გოდერძის, გომბორის, აბანოს უღელტეხილები, ზემო და ქვემო სვანეთი, რაჭა-ლეჩხუმის, სვანეთის და იმერეთის მთიანი რეგიონების დამაკავშირებელი გზები და ა.შ.

იმ ტერიტორიებზე, სადაც ვერ ხდება Geo-CORS ქსელით დაფარვა, საგზაო ინფრასტრუქტურის დაპროექტებისათვის საჭირო ტოპოგეოდეზიური კვლევების განსახორციელებლად გამოიყენება დროებითი ლოკალური მობილური საბაზო სადგურები, რომელთა მუშაობის პრინციპიც ეფუძნება ე.წ. „სტატი-

კური“ მეთოდის გამოყენებას. იგი გულისხმობს მობილური საბაზო სადგურის მეშვეობით მისი დგომის წერტილების კოორდინატების წინასწარ განსაზღვრას ადგილზე ხანგრძლივი განაზომების აღების და მათი შემდგომში Geo-CORS ვებპორტალზე ან კამერალურ პირობებში შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით დამუშავებას, სადაც გამოყენებული იქნება საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტოს მიერ შექმნილი მუდმივმოქმედი საბაზო სადგურების ქსელიდან განაზომების წარმოების ადგილმდებარეობასთან განლაგებული უახლოესი 5 ან მეტი საბაზო სადგურის ჩანაწერები. შემდგომში, ამ დაზუსტებულ წერტილებზე ხორციელდება მობილური საბაზო სადგურების დაყენება და მათგან GSM - ან რადიოკავშირის საშუალებით კორექციების მიღება გამზომ ინსტრუმენტზე. ყოველივე ზემოაღნიშნული, დაკავშირებულია დიდ შრომით და დროის

დანახარჯებთან, ამავდროულად, ამ სახის სამუშაოები განხორციელებადია მხოლოდ ისეთ ადგილებზე, სადაც შესაძლებელია ადამიანის ფიზიკური გადაადგილება და თან უზრუნველყოფილია ღია არეალი სატელიტების ხედვისათვის, როგორც მობილური საბაზო სადგურის დგომის, ისე გამზომი ხელსაწყოების საშუალებით ანათვალის აღებისა ყოველი წერტილისათვის.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საკვლევაში ტერიტორია დაფარულია მაღალი ხეებით და შეზღუდულია ღია ცის ქვეშ მუშაობა, რაც შესაბამისად ხელს უშლის სატელიტური სიგნალების მიღებას, მიზანშეწონილია თანამედროვე ელექტრონული ტაქიმეტრის გამოყენება, რაც ასევე მეტად შრომატევადია, ვიდრე ზემოაღწერილი მეთოდი.



სურ. 2 . დროებითი მობილური საბაზო სადგურისა და GPS მიმღები როვერის მუშაობის სქემა.

ბოლო წლებში, მეტად აქტუალური და ფართოდ გავრცელებულია ადგილმდებარეობის ზედაპირის ციფრული მოდელის შექმნა GPS სისტემით აღჭურვილი დრონისა (ან სხვა ტიპის უპილოტო მართვადი საფრენი აპარატი) და მასზე დამონტაჟებული მაღალი გარჩევადობის მქონე სპეციალური ფოტოკამერის საშუალებით, ფოტოგრამეტრიის მეთოდის გამოყენებით. აღნიშნული მეთოდი საშუალებას იძლევა ძნელად მისაღწეად ადგილებში განხორციელ-

დეს აეროგადაღება, შემდგომში კი კამერალურად, ფოტოგრამეტრიის მეთოდით, სხვადასხვა სპეციალიზებული პროგრამული კომპლექსის გამოყენებით შედგეს ადგილმდებარეობის ზედაპირის საკმაოდ ზუსტი ციფრული მოდელი და დამუშავდეს ადგილმდებარეობის მაღალი გარჩევადობის აერო-ორთოფოტოები, რომლებიც შესაბამისად განთავსებული იქნება ქვეყანაში მოქმედ WGS 1984 UTM კოორდინატთა სისტემაში. აღნიშნული მეთოდი

ძალზე მოსახერხებელია საგზაო ინფრასტრუქტურული პროექტების როგორც დაპროექტების, ისე მშენებლობის სტადიების წარმოებისას, მაგრამ სამწუხაროდ, ასევე აქვს უარყოფითი მხარეც – თოვლით ან მცენარეული საფარით დაფარულ რელიეფზე (მაღალი ბალახი, ბუჩქნარი და ა.შ.), შეუძლებელია რელიეფის ზედაპირის ზუსტი ნიშნულების მიღება.

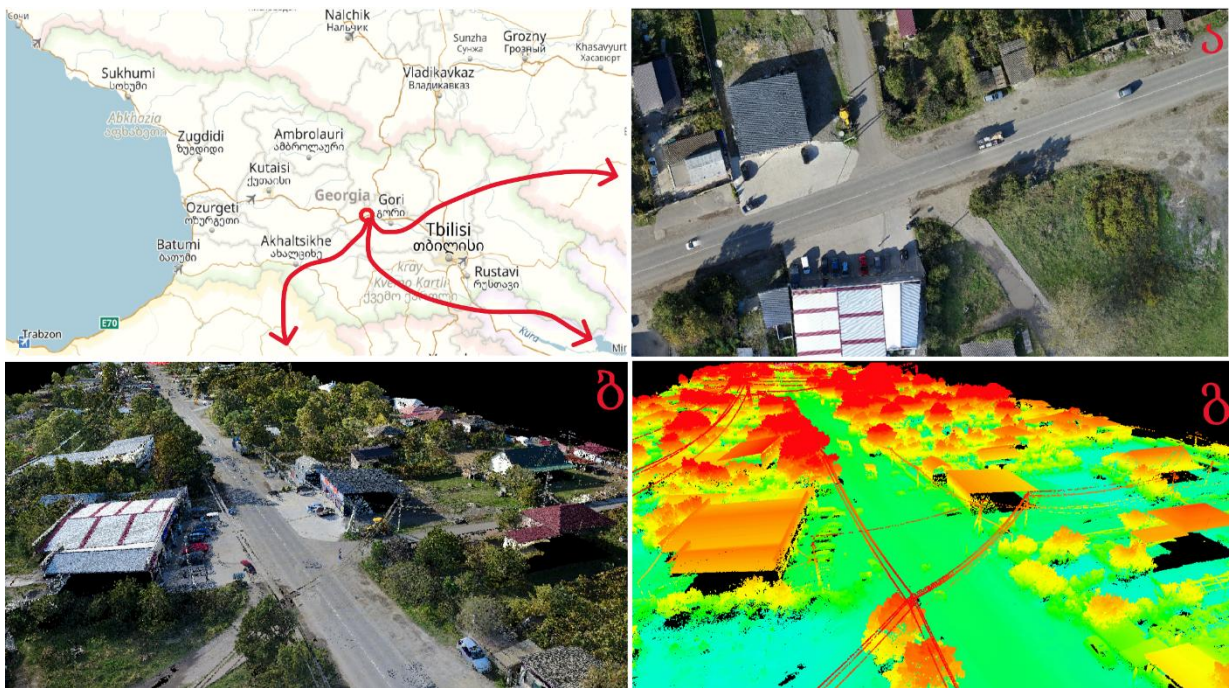
უკვე განხილული მეთოდების გარდა, ამ სამუშაოების შესასრულებლად ძალზე მნიშვნელოვანი როლი აქვს ლიდარ ტექნოლოგიის გამოყენებას LIDAR (Light Detection and Ranging). მისი ძირითადი უპირატესობებია:

- ძალიან მაღალი სიზუსტე და შესაბამისად, დეტალური ტოპოგრაფიული მონაცემების მიღების საშუალება. LIDAR-ის გამოყენებით იქმნება მაღალი რეზოლუციის სამგანზომილებიანი წერტილების ღრუბელი, რაც საშუალებას იძლევა ზუსტად განისაზღვროს რელიეფის ზედაპირი და მცირედი დეტალიც კი არ იქნეს უგულვებელყოფილი, შესაბამისად, ტრადიციული მეთოდებით წარმოებულ გეოდეზიურ ანაზომებთან შედარებით, მიღებული მონაცემები უფრო კომპლექსური და დეტალურია;
- დიდი არეალებისათვის მონაცემთა სწრაფი შეგროვება – დრონზე ან სხვა საფრენ აპარატზე დამონტაჟებული LIDAR-ის გამოყენებით

უზარმაზარი ტერიტორიების სკანირება შესაძლებელია საათობით, მაშინ როცა იმავე სამუშაოს შესასრულებლად ტრადიციული მეთოდების გამოყენებით დღეები ან კვირები საჭირო;

- სამუშაო მონაკვეთზე უსაფრთხოების მაღალი დონის უზრუნველყოფა – ინჟინრებს აღარ უწევთ სახიფათო ადგილებზე ფიზიკურად მისვლა, რადგან მონაცემების შეგროვება შესაძლებელია საფრენ აპარატზე დამაგრებული მოწყობილობის საშუალებით;
- ადგილმდებარეობის ზუსტი მოდელირებისა და სამგანზომილებიანი ვიზუალიზაციის შექმნა – LIDAR-ის მონაცემებზე დაყრდნობით შესაძლებელია შეიქმნას DTM/DEM მოდელები, რომლებიც გამოიყენება გზის დაპროექტებისთვის, მიწის სამუშაოების მოცულობების დათვლისათვის, ასევე ჰიდროლოგიური მონაცემების დასამუშავებლად, ანალიზისათვის და.ა.შ. ასევე, საშუალებას იძლევა, კამერალური სამუშაოებისას ტერიტორია უფრო ადვილად აღქმადი იყოს პროექტზე მომუშავე პერსონალისათვის.

მე-3 სურ-ზე მოცემულია სოფ. აგარაში საავტომობილო გზის მონაკვეთის Lidar-ით გადაღებული და დამუშავებული მონაცემები სხვადასხვა ვიზუალიზაციით ერთი და იმავე მონაკვეთისათვის:



სურ. 3. Lidar-ით გადაღებული და დამუშავებული მონაცემები სხვადასხვა ვიზუალიზაციით ერთი და იმავე მონაკვეთისათვის: ა) აეროორტოფოტო; ბ) სამგანზომილებიანი წერტილების ღრუბლის RGB ვიზუალიზაცია; გ) სამგანზომილებიანი წერტილების ღრუბლის სიმადლური მოდელის ვიზუალიზაცია.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი უპირატესობებისა, აუცილებლად აღსანიშნავია ის ფაქტორი, რომ LIDAR-ით გადაღებისას, მისი ტექნიკური მონაცემებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია მცენარეული საფარით გარკვეულწილად დაფარულ ტერიტორებზე რელიეფის რეალური ზედაპირიდან განაზომების მიღება. LIDAR ტექნოლოგია საგზაო ინფრასტრუქტურის მიმართულებით კვლევადიებისათვის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური ინსტრუმენტია სივრცითი მონაცემების სწრაფად და მაღალი სიზუსტით მიღებისათვის. აღნიშნული სისტემა მუშაობს ლაზერული იმპულსების გამოსხივებისა და ზედაპირიდან მათი არეკვლის დროის გაზომვის პრინციპზე, რაც ობიექტიდან მაღალი სიზუსტის განაზომების მიღების საშუალებას იძლევა. მიღებული მონაცემების საფუძველზე იქმნება სამგანზომ-

ილებიანი წერტილების ღრუბელი, რომელიც ასახავს გზის (რელიეფის ან ტერიტორიის) ზედაპირს, მიმდებარე ინფრასტრუქტურას და რელიეფის სხვა თავისებურებებს. ტექნოლოგიის ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობაა მისი უნარი იმუშაოს დაბალი განათების პირობებშიც, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის სავალე სამუშაოების მოქნილობას. მაღალი სიხშირით გენერირებული ლაზერული იმპულსები უზრუნველყოფს ზედაპირის დეტალურ სკანირებას და გზის გეომეტრიული პარამეტრების ზუსტ ფიქსაციას. შემდგომ ეტაპზე წერტილების ღრუბელი საჭიროებს ფილტრაციასა და კლასიფიკაციას, რის შედეგადაც გამოიყოფა სხვადასხვა ტიპის ელემენტები: მცენარეული საფარი, მიწა, გზის საფარი, ბორდიურები, ნიშნები და სხვა. ამ მონაცემების ინტეგრაცია GIS პლატფორმებში შესაძლებელს ხდის

სივრცით ანალიზს, გრძივი და განივი პროფილების აგების საშუალებას და რეაბილიტაციის ან მოვლა-შენახვის სამუშაოებისათვის დეფორმაციების იდენტიფიცირებას.

### დასკვნა

LIDAR-ის გამოყენება უზრუნველყოფს მონაცემთა ხარისხის გაუმჯობესებას, დროისა და ხარჯების შემცირებას და გადაწყვეტილების მიღების პროცესის ეფექტიანობას საგზაო ინფრასტრუქტურის მართვაში. მიუხედავად ხსენებული დადებითი ფაქტორებისა, უნდა აღინიშნოს, რომ მოცემული ტექნო-

ლოგიის ერთადერთ უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს მისი სრულყოფილად დამუშავებისათვის საჭირო მაღალი წარმადობის, ძლიერი და ძვირად ღირებული კომპიუტერული სისტემები, ხოლო დამუშავებული მონაცემები ძალიან დიდი მოცულობისაა, რაც გარკვეულწილად ართულებს მათ გამოყენებას. თუმცა, მისი ფინანსური და დროითი დანაზოგის, ასევე მიღებული შედეგის ხარისხი მეტად მნიშვნელოვანია და თავისუფლად შეიძლება ითქვას, რომ საგზაო ინფრასტრუქტურული პროექტების წარმოებისათვის ამ ტექნოლოგიის გამოყენებას ამ ეტაპზე კონკურენტი არ გააჩნია.

### ლიტერატურა

1. Roriz, R., Cabral, J., & Gomes, T. (2021). Automotive LiDAR technology: A survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(7), 6282–6297.
2. Hatta Antah, F., Khoiry, M. A., Abdul Maulud, K. N., & Abdullah, A. (2021). Perceived usefulness of airborne LiDAR technology in road design and management: A review. *Sustainability*, 13(21), 11773.
3. Rurua, N., Shishinashvili, M., & Chubinidze, G. (2018). Geographic information systems for railway and road. *Theoretical & Applied Science*, (12), 113–116.
4. National Agency of Public Registry (NAPR). (n.d.). *SBC geocors system*. <http://geocors.napr.gov.ge/SBC> (accessed January 22, 2026)

UDC 625.7/.8:528

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-85-92>

## The Use of Modern Topographic and Geodetic Survey Methods for the Design and Construction of Road Infrastructure

**Giorgi Chubinidze** Georgian Technical University, faculty of civil engineering, associate professor, Georgia  
E-mail: g.chubinidze@gtu.ge

**Manuchar Shishinashvili** Georgian Technical University, faculty of civil engineering, associate professor, Georgia  
E-mail: m.shishinashvili@gtu.ge

### Reviewers:

**N. Rurua**, Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, head of road department, Professor  
E-mail: n.rurua@gtu.ge

**P. Nadirashvili**, Georgian Technical University Faculty of Civil Engineering, Professor  
E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

**Abstract.** The development of Georgia's road network is a key factor in the country's economic and regional sustainable growth; however, its planning and implementation in complex terrain and natural conditions are associated with significant technical challenges. In accordance with existing regulations and standards, the design of road infrastructure requires the acquisition of high-accuracy topographic and geodetic data in the WGS 1984 UTM coordinate system, which is not always feasible due to incomplete coverage of the Geo-CORS permanent reference station network. Traditional geodetic methods and photogrammetry are limited in densely vegetated and hard-to-access areas. This paper examines the application of LiDAR technology as an effective tool for the rapid acquisition of high-precision spatial data. The results of the study demonstrate that LiDAR significantly improves the accuracy of design decisions while reducing time and labor costs in the planning process of road infrastructure projects.

**Keywords:** Drone; Lidar; Photogrammetry; Roads.

---

*განხილვის თარიღი 02.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 6.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 594

SCOPUS CODE 1911

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-93-115>

## ნაპრალოვან -კავერნული ტიპის ნავთობის საბადოების გაწყლოვანების კანონზომიერებების შესახებ

<b>გიორგი დურგლიშვილი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: gogitadurghlishvili@gmail.com
<b>მეველუდ შარიქაძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: mevshar@mail.ru
<b>ნიკოლოზ დურგლიშვილი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის I კურსის დოქტორანტი, საქართველო E-mail: nikoloz.durghlishvili@gmail.com

### რეცენზენტები:

**ნ. ჯიქია**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: niazjikia@gtu.ge

**ნ. მაჭავარიანი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n\_machavariani@gtu.ge

**ანოტაცია.** ნავთობმომპოვებელი ჭაბურღილების გაწყლოვანების მექანიზმი განპირობებულია ფენის წყლის და ნავთობის კონტაქტის ზედაპირის დეფორმაციით, რომელიც გადაადგილდება დაბალი წნევის მიმართულებით – ჭაბურღილისკენ. ვერტიკალურ ჭაბურღილებში ფენის წყლის კონუსი ვითარდება ვერტიკალური მიმართულებით, წყლისა და ნავთობის კონტაქტის თანდათანობითი აწევით ჭაბურღილის სანგრევისკენ. ჰორიზონტალურ

ჭაბურღილებში შემოჭრილი ფენის წყლის გეომეტრია ტრაპეციულია და ხასიათდება არათანაბარი კონფიგურაციით; იგი ყალიბდება ჰორიზონტალური ლულის გასწვრივ, ფენაში ნაპრალოვანი სისტემების გადაკვეთით და მათზე ჰიდრავლიკური დეპრესიის ზეგავლენით.

თბილისის მიმდებარე ნავთობგაზიანი რაიონის შუაეოცენურ ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებში განვითარებული ნაპრალოვან-კავერნული კოლექტორების ათვისებისა და ჭაბურღილის ოპტიმალური

ექსპლუატაციის სტრატეგიის შერჩევის მიზნით შევისწავლეთ ნინოწმინდის ბუდობში (საგარეჯოს მუნიციპალიტეტი), ერთი წერტილიდან გაბურღილი ჭაბურღილის ორი – ვერტიკალური (№96) და ჰორიზონტალური (№96z) ლულეებით ექსპლუატაციის პროცესში გაწყლოვანების კანონზომიერებები. როგორც გაირკვა, ორივე ჭაბურღილში, პროდუქტიულ ფენაზე მიყენებული ჰ.დეპრესიის სიდიდე, მეტწილად, აღმატებოდა დასაშვებ ნორმას, რამაც, სხვა ფაქტორებთან ერთად, გამოიწვია ფენის წყლის ნაადრევი შემოჭრა ჭაბურღილების ლულეებში. შედეგად გაწყლოვანებული ადმოჩნდა მატრიცულ ფორებში არსებული, დრენაჟის შემცირებული უნარის მქონე ნავთობის მთელანები (უბნები).

ბურღვის, გეოლოგიური, პეტროფიზიკური, სა-რეწაო-გეოფიზიკური, ბიტუმინოლოგიური, ჰიდროდინამიკური და საექსპლუატაციო მონაცემების კომპლექსური ანალიზი საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ არა მარტო №96 და 96z ჭაბურღილების უბნის, არამედ მთელი ნინოწმინდის შუა-ეოცენური ბუდობის კოლექტორების ენერგეტიკული პოტენციალი და ნავთობის რესურსი სრულად ამოწურული არ არის - დარჩენილია ამოსაღები მთელანები შედარებით დაბალგამტარ ზონებში (ძირითადად, მატრიცაში), რომლებშიც ნავთობის ფილტრაცია შეზღუდულია ნაპრაღთა არასრულფასოვანი კომუნიკაციით და ადგილობრივი კაპილარული ბარიერებით. შესაბამისად, ახალი ჰორიზონტალური და დახრილ-მიმართული ჭაბურღილების ბურღვა ასეთ უბნებში მიზანშეწონილია ნავთობის მოპოვების გაზრდის თვალსაზრისით.

**საკვანძო სიტყვები:** გაზი; ექსპლუატაცია; ვერტიკალური ჭაბურღილი; მატრიცა; ნავთობი; ნაპრაღები; ტუფი; ფენის წყლის კონუსი; ჰიდროდინამიკური დეპრესია; ჰორიზონტალური ჭაბურღილი.

## შესავალი

ნაპრაღოვან-კავერნული კოლექტორები ფართოდაა გავრცელებული მასიური ტიპის ნავთობ-გაზიან საბადოებში და წარმოადგენს კვლევის და ეფექტური ათვისების მნიშვნელოვან ობიექტს. მათთვის, მეტწილად, დამახასიათებელია ფილტრაციული პარამეტრების მკვეთრი არაერთგვაროვნება (ანიზოტროპულობა) სხვადასხვა მიმართულებით. ასეთი კოლექტორების საწყისი დებიტი მაღალია, თუმცა სწრაფად იცვლება (კლებულობს) ფენის წყლის და გაზის ცალკეული ფაზის ზრდის გამო, რაც ართულებს ჭაბურღილების გრძელვადიან, სტაბილურ ექსპლუატაციას.

ნაპრაღთა სისტემებში, განზომილების მიხედვით, ზოგადად არჩევენ მაკრო- და მიკრონაპრაღებს. მაკრონაპრაღები განაპირობებს ჭაბურღილების მაღალ პროდუქტიულობას და ფენის წყლის ფრონტის სწრაფ გადაადგილებას ჭაბურღილის მიმართულებით, რაც ხშირად ამცირებს ნავთობის მოპოვების ეფექტურობას. მიკრონაპრაღები კი, ფაქტობრივად, შუალედური სისტემაა მატრიცასა და მაკრონაპრაღებს შორის. ისინი მატრიცაში უფრო ხშირია და ქმნიან ქსელს, რომელიც ზრდის სითხის თანდათანობით გადასვლის ეფექტურობას მაკრონაპრაღებში, რაც ხელს უწყობს ჭაბურღილიდან

პროდუქციის სტაბილურ და ხანგრძლივ მოპოვებას (შედარებით დაბალი დებიტის პირობებში).

მაკრო- და მიკრონაპრალთა სისტემები არაერთგვაროვნად მოქმედებს ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ ჭაბურღილებში. კერძოდ, მაკრონაპრალოვანი სისტემის არსებობა ჭაბურღილების გეოლოგიურ ჭრილებში, მაღალ დებიტებთან ერთად, ხშირად განაპირობებს პროდუქციის გაწყლოვანებას და მოპოვების დინამიკის მკვეთრ ცვლილებებს.

ნავთობმომპოვებელი ჭაბურღილების გაწყლოვანება საბადოს დამუშავების თანამდევ პროცესია. მას იწვევს როგორც ნავთობის და ფენის წყლის კონტაქტის იდეალურად ჰორიზონტალური გადაადგილება ჰიფსომეტრიულად ზემოთ, ისე წყლის კონუსის შემოჭრა ჭაბურღილის სანგრევში. ცალკეულ ჭაბურღილებში ფენის წყლის კონუსის ჩამოყალიბება ხდება მაშინ, როდესაც ჰიდროდინამიკური დეპრესია (ჰ.დეპრესია) იმდენად იზრდება, რომ მის მიერ გამოწვეული აღმავალი ძალა ჭარბობს საპირისპირო ვექტორის მქონე გრავიტაციის შემაკავებელ ქმედებას (1. Okon, A. N. Water coning in fractured reservoirs. 2012, September).

ფლუიდის მოძრაობის (მათ შორის საბურღი ხსნარის) დინამიკა **მატრიცულ ფოროვან გარემოში** ძირეულად განსხვავდება ნაპრალოვანი გარემოვან. გეომეტრიული წარმოსახვით, მატრიცა, ნაპრალოვან გარემოსთან შედარებით, გაცილებით დიდია, ხასიათდება მაღალი ფორიანობით და დაბალი შეღწევადობით. ამის გამო ფლუიდის ფილტრაცია დიდ წინააღმდეგობას აწეობს და სითხე შედარებით ნელა მოძრაობს ფოროვან გარემოში. ასეთ ვითარებაში ნავთობის მოპოვება ჭაბურღილიდან

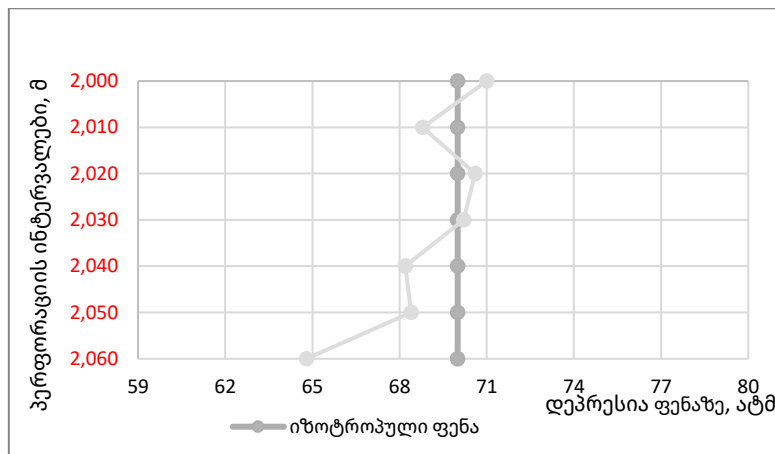
წარმოებს სტაბილურად დაბალი დებიტით, მაგრამ ხანგრძლივი დროით.

**ნაპრალოვანი გარემო** ხასიათდება მაღალი შეღწევადობით, შესაბამისად, ჭაბურღილების დებიტი თავდაპირველად დიდია, რაც გამოწვეულია ნაპრალეებში არსებული ფლუიდის სწრაფი გადაადგილებით. შემდგომში ნავთობის დებიტი კლებულობს, ვინაიდან მატრიციდან ნაპრალში სითხის გადადინების სიჩქარე მცირეა; ექსპლუატაცია წარმოებს მოკლე დროში, მაღალი დებიტით, რასაც მოჰყვება ჭაბურღილის პროდუქციის სწრაფი გაწყლოვანება. მატრიცასა და ნაპრალს შორის მოძრავი ფლუიდის მასის გადაცემის ინტენსივობა დამოკიდებულია  $\sigma$  - გეომეტრიული ფორმის ფაქტორზე, მისი განზომილებაა –  $1/m^2$  და განსაზღვრავს რამდენად სწრაფად ტოვებს სითხე მატრიცას და გადადის ნაპრალში (Rostami, P., Sharifi, M., & Dejam, M. (2019, January). ნაპრალეების ზომებისა და გავრცელების არეალის დასადგენად საჭიროა დამატებითი გეოფიზიკური და ჰიდროდინამიკური კვლევების ჩატარება.

წინამდებარე სტატიაში მოცემულია ნინოწმინდის გაზ-ნავთობიანი ბუდობის ერთი და იმავე ჭაბურღილის გაწყლოვანების პროცესის ანალიზი, თავდაპირველად ვერტიკალურ (№96), ხოლო შემდგომ ჰორიზონტალურ (№96z) ლულაში. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოვიყენოთ ნაპრალოვან-კავერნული კოლექტორების ათვისების და საბადოს ოპტიმალური დამუშავების სტრატეგიის განსაზღვრისთვის. ამასთან დაკავშირებით მოკლედ განვიხილოთ ფენიდან ფლუიდის მოდინებისა და სატუმბ-საკომპრესორო მილების (სსმ-ის) ჭაბურღილში ჩაშვების სიღრმის დამოკიდებულების საკითხები.

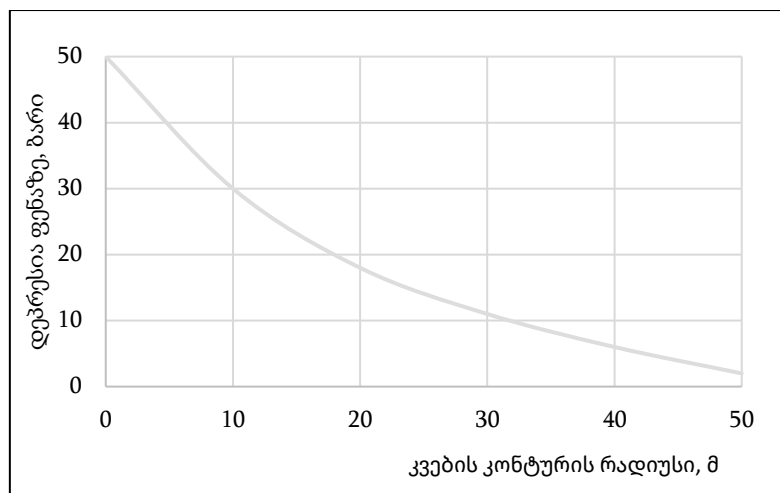
ვერტიკალური ჭაბურღილის ექსპლუატაციის შემთხვევაში, ჰ.დეპრესიის მნიშვნელობა ფენაში, ლულის გასწვრივ, პრაქტიკულად უცვლელია (სურ. 1). შესაბამისად, თუ ფენა იზოტროპულია (ერთგვაროვანია), სითხე, გახსნილი ინტერვალის ყველა წერტილიდან თანაბრად შემოდის საექსპლუატაციო კოლონაში, ხოლო არაერთგვაროვანი ფენის შემთხვევა-

ში შემოსული ფლუიდის მოცულობა დამოკიდებულია გეოლოგიური ჭრილის ცალკეული ზონის ფილტრაციულ პარამეტრებზე, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს ჰ.დეპრესიის განსხვავებული მნიშვნელობების ჩამოყალიბებას ვერტიკალური ჭაბურღილის სხვადასხვა ინტერვალში (სურ. 1).



სურ. 1. ჰ.დეპრესიის სიდიდის ცვლილება ფენაზე ვერტიკალური ჭაბურღილის ცალკეულ ინტერვალებში (იზოტროპული და ანიზოტროპული ფენები).

ჰ.დეპრესიის მნიშვნელობა ვერტიკალური ჭაბურღილის ცენტრიდან კვების კონტურის მიმართულელებით (ლატერალურად) მცირდება (სურ. 2).



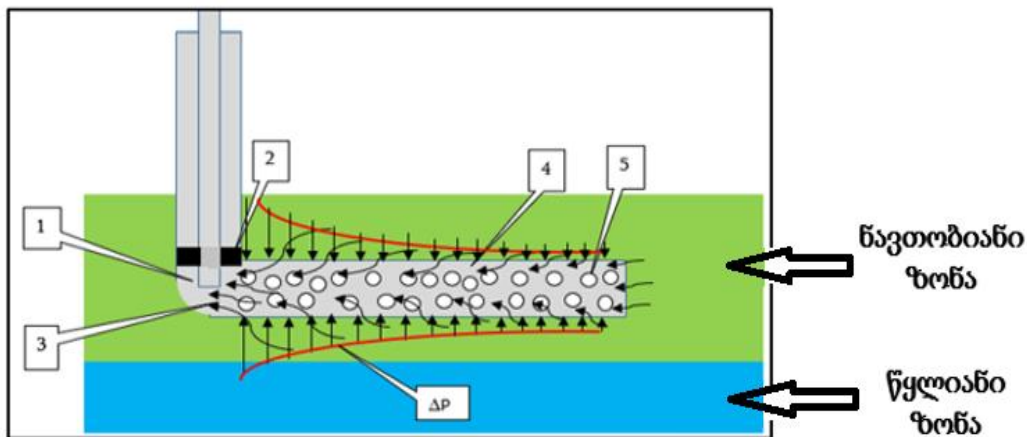
სურ. 2. ჰ.დეპრესიის დამოკიდებულება ფენაზე ვერტიკალურ ჭაბურღილში ლატერალური მიმართულებით.

ჰ.დეპრესიის სიდიდე, ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ლულის პროფილის სხვადასხვა მონაკვეთში, მნიშვნელოვნად მოქმედებს გაწყლოვანების პროცესზე, რასაც ქვემოთ შედარებით ვრცლად შევხებით.

**ჰორიზონტალური ჭაბურღილის** ექსპლუატაციის პროცესში, სითხის შემოსვლა ლულაში, არათანაბარია, რაც გამოწვეულია როგორც კოლექტორის არაერთგვაროვნებით, ისე ჰ.დეპრესიის გავლენით პროდუქტიულ ფენაზე. ჰ.დეპრესიის ზემოქმედება ფენაზე დამოკიდებულია სსმ-ის ბუნის ჩაშვების სიგრძეზე ჰორიზონტალურ ლულაში.

განვიხილოთ სამი შემთხვევა ერთგვაროვანი ფენისთვის, სადაც ნაჩვენებია სსმ-ის ჩაშვების განსხვავებული სიდიდე (სიგრძე) და ამ უკანასკნელის გავლენა ჰ.დეპრესიის მნიშვნელობაზე (Aliyev, Z. S., & Kotlyarova, E. M. 2015).

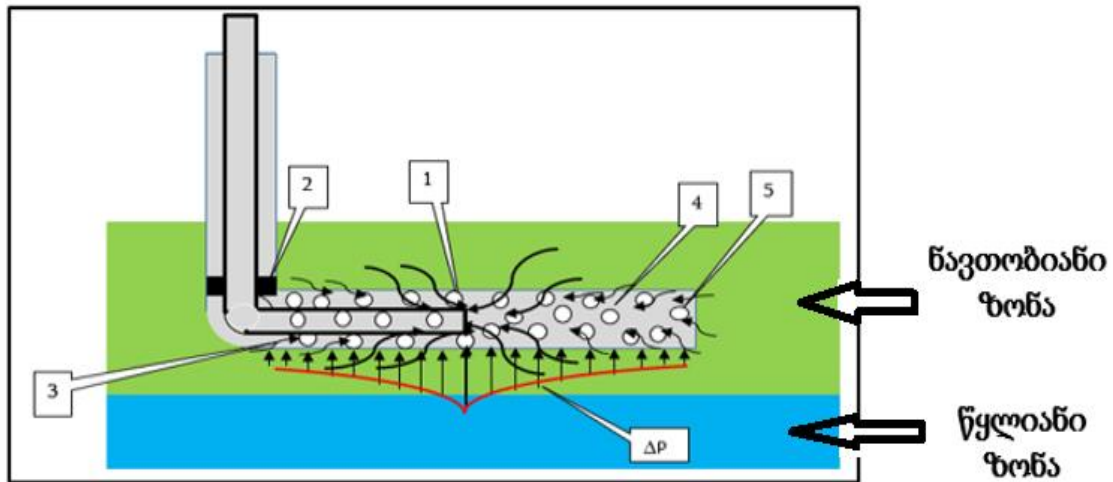
**I.** როდესაც სსმ განთავსებულია ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისში (სურ. 3), ჰ.დეპრესიის მაქსიმალური მნიშვნელობა ფენაზე იქნება სსმ-ის ბუნის ბუნის, (1) წერტილში. ერთგვაროვანი ფენის შემთხვევაში, რაც მეტად დავშორდებით სსმ-ის ბუნის, მით უფრო შემცირდება ჰ.დეპრესია ფენაზე და, შესაბამისად, სითხის ფილტრაციის სიჩქარე ფენიდან ჭაბურღილის მიმართულებით.



სურ. 3. სსმ-ის ბუნის მოთავსებულია ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისში აქ და ქვემოთ მოცემულ მე-4 და მე-5 სურათებზე:  
1-სსმ-ის ბუნის, 2-პაკერი, 3-სითხის ნაკადის მიმართულება, 4-ჰორიზონტალური ლულა, 5-პერფორაციის ხვრელები,  $\Delta P$  - ჰ.დეპრესიის განაწილების მრუდი.

**II.** სსმ-ის ბუნის განთავსებულია ჰორიზონტალური ლულის შუაში (სურ. 4). ფენაზე მიყენებული ჰ.დეპრესიის მაქსიმალური მნიშვნელობა იქნება (1) წერტილში. ერთგვაროვანი ფენის შემთხვევაში,

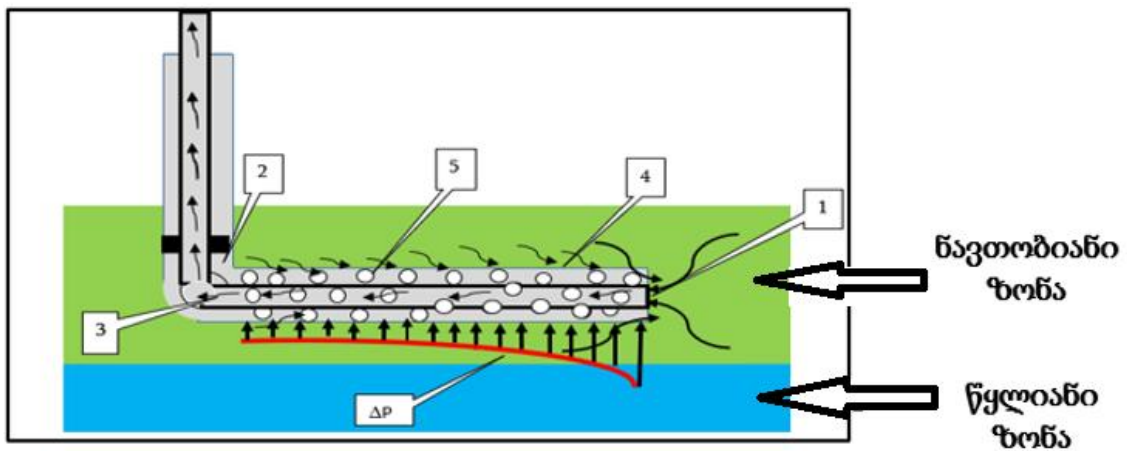
ლულაში შემომავალი სითხის ნაკადის სიდიდე თანაბარი იქნება როგორც ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისში, ისე მის ბოლოში.



სურ. 4. სსმ მოთავსებულია ჰორიზონტალური ლულის შუაში.

III. სსმ-ის ბუნიკი მდებარეობს ჰორიზონტალური ლულის ბოლოში (სურ. 5). ამ შემთხვევაში მაქსიმალური ჰ.დეპრესია ფენაზე იქნება სსმ-ის

ბუნიკთან, (1) წერტილში. სითხის ძირთადი ნაკადი შემოვა ჰორიზონტალური ლულის ბოლოდან.



სურ. 5. სსმ მოთავსებულია ჰორიზონტალური ლულის ბოლოში

მე-6 სურათზე მოცემულია კონკრეტულ ჰორიზონტალურ ჭაბურღილში ჩატარებული ჰიდროდინამიკური კვლევის მონაცემებზე დაყრდნობით გაანგარიშებული ჰ.დეპრესიის სიდიდის მნიშვნელობა ჰორიზონტალური ლულის სიგრძეზე, როდესაც სსმ ჩაშვებული იყო ამავე ლულის

დასაწყისში. ანგარიშის დროს გამოვიყენეთ ექსპონენციალური ტიპის ემპირიული დამოკიდებულება ჰორიზონტალურ ჭაბურღილებში წნევის განაწილების ილუსტრაციისათვის, როცა სსმ ქმნის ლოკალურ დეპრესიას:  $P_x = P_0 * e^{-\frac{(x-x_{სსმ})}{\lambda}}$ , სადაც:

$P_x$  არის დეპრესიის სიდიდე სსმ-ის მდებარეობის ადგილას;

$P_0$  – ფენის წნევა ჰორიზონტალურ ლულაში;

$x$  – ჭაბურღილის ლულის სიგრძე;

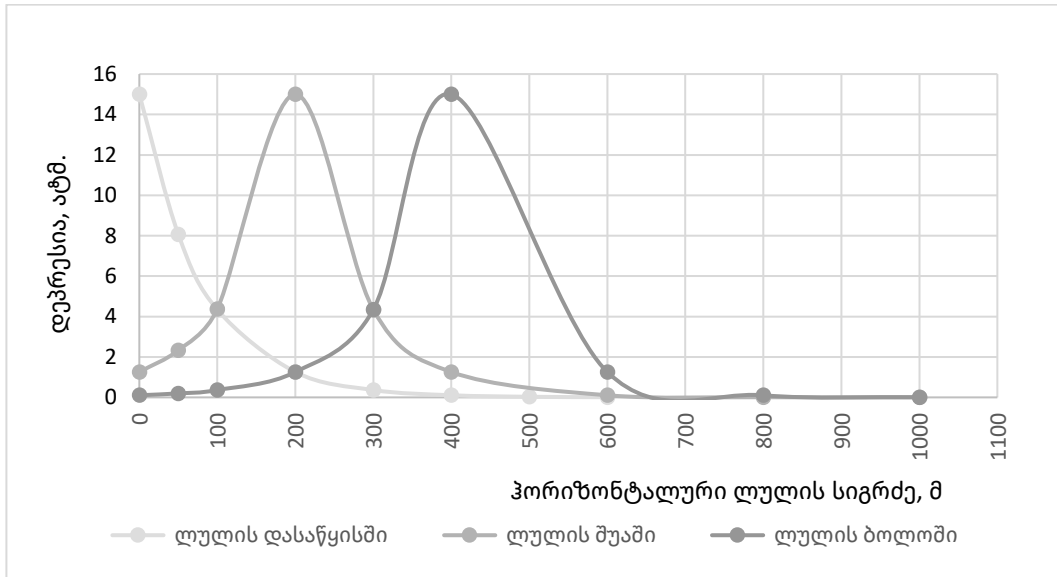
$x_{სსმ}$  – სსმ-ის ჩაშვების წერტილი;

$\lambda$  – დეპრესიის გავრცელების სიგრძე.

აღნიშნული ფორმულის საშუალებით ჰიპოთეტურად განისაზღვრა ჰ.დეპრესიის განაწილების სურათი სსმ-ის ჰორიზონტალური ლულის დასაწყ-

ისში, შუაში და ბოლოში განთავსების შემთხვევაში. მოცემულ ანგარიშში ხახუნზე დანაკარგები უგულებელყოფილია (Joshi, S. D. (1991). Horizontal well technology (p. 535)).

მოცემულ მაგალითში ჰორიზონტალური ლულის სიგრძეა 400მ. ჩვენ გავიანგარიშეთ ჰ.დეპრესიის მნიშვნელობა ფენაში ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისიდან 50მ, 100მ, 200მ, 300მ, 400მ და 600მ, 800მ, 1000 მ-ის დაშორებით (იხ. სურ. 6).



სურ. 6. ჰ.დეპრესიის განაწილება ჰორიზონტალური ლულის სიგრძეზე.

**ძირითადი ნაწილი**

**№96 ვერტიკალური ჭაბურღილის ბურღვა.** ნინო-წმინდის გაზ-ნავთობიანი ბუდობი თბილისიდან დაშორებულია 40 კმ-ზე აღმოსავლეთით. იგი ექსპლუატაციაში შევიდა 1979 წ. და აქტიურად მუშაუდებოდა 1992 წლამდე. 1996წ. ინვესტორის შემოსვლის შემდეგ, ბუდობაში განახლდა როგორც მოპოვება, ისე ბურღვითი სამუშაოები.

ნინოწმინდის შუაეოცენური ანტიკლინური სტრუქტურის ცენტრალურ ნაწილში, 1997წ. გაიბურღა №96 ვერტიკალური ჭაბურღილი, 2731მ (-1754მ) სიღრმემდე (სურ. 7). მოცემული სიღრმე შეირჩა იმ მომპოვებელი ჭაბურღილების ექსპლუატაციის ტექნოლოგიური პარამეტრების მიხედვით, რომელთა პროდუქციის გაწყლოვანება (-1816მ) ნიმულზე 18-25%-ს შეადგენდა. რაც შეეხება ფენის

წყლის და ნავთობის კონტაქტის გეომეტრიას, იგი ბუდობის ჭრილში ხასიათდება კონუსური ამოწევის ფორმით ჭაბურღილების ლულის მიმართ.

ჭაბურღილის მიერ გახსნილი პროდუქტიული წყება, 2412-2731მ ინტერვალი (შუა ეოცენი), შლამის ანალიზის მიხედვით, წარმოდგენილია ტუფებით, ტუფოქვიშაქვებით, ტუფოარგილიტებით, ქვიშაქვებით, კირქვებით, თიხებით და მერგელებით. ჭრილის ზედა ნაწილში ტუფებთან მორიგეობს, ძირითადად, არგილიტები და ტუფოარგილიტები, იშვიათად თიხები, ქვიშაქვები, კირქვები და მერგელები, ხოლო ქვედაში, მეტწილად, ტუფები არის გავრცელებული, რომლებშიც ტუფოქვიშაქვების იშვიათი შუაშრები გვხვდება.

2516-2531მ, 2543-2558მ, 2609-2660მ და 2717-2731მ ინტერვალები, როგორც ჩანს, მთლიანად ტუფებით არის წარმოდგენილი. ტუფები ნაცრისფერი, მუქი ნაცრისფერი, ნაცრისფერ-მომწვანო და

მწვანე შეფერილობისაა. ჭრილის ზედა ნაწილში (2412-2600მ) ძირითადად დაციტური, იშვიათად ანდეზიტური შედგენილობის, პსამიტური კრისტალოკლასტური ტუფები არის გავრცელებული, ხოლო ქვედაში (2600-2731მ) ანდეზიტური, პელიტური, ვიტროკლასტური ტუფები ჭარბობს. ეს ქანები მასივური, შრეობრივი და ზოლებრივი ტექსტურით ხასიათდება და შეცვლილია მეორეული პროცესებით (ცეოლითიზაცია, ქლორიტიზაცია), ამასთანავე ძლიერ დანაპრალეზებულია (Sharikadze, M., Tavdumadze, I., & Suramelashvili, Z. (2020)).

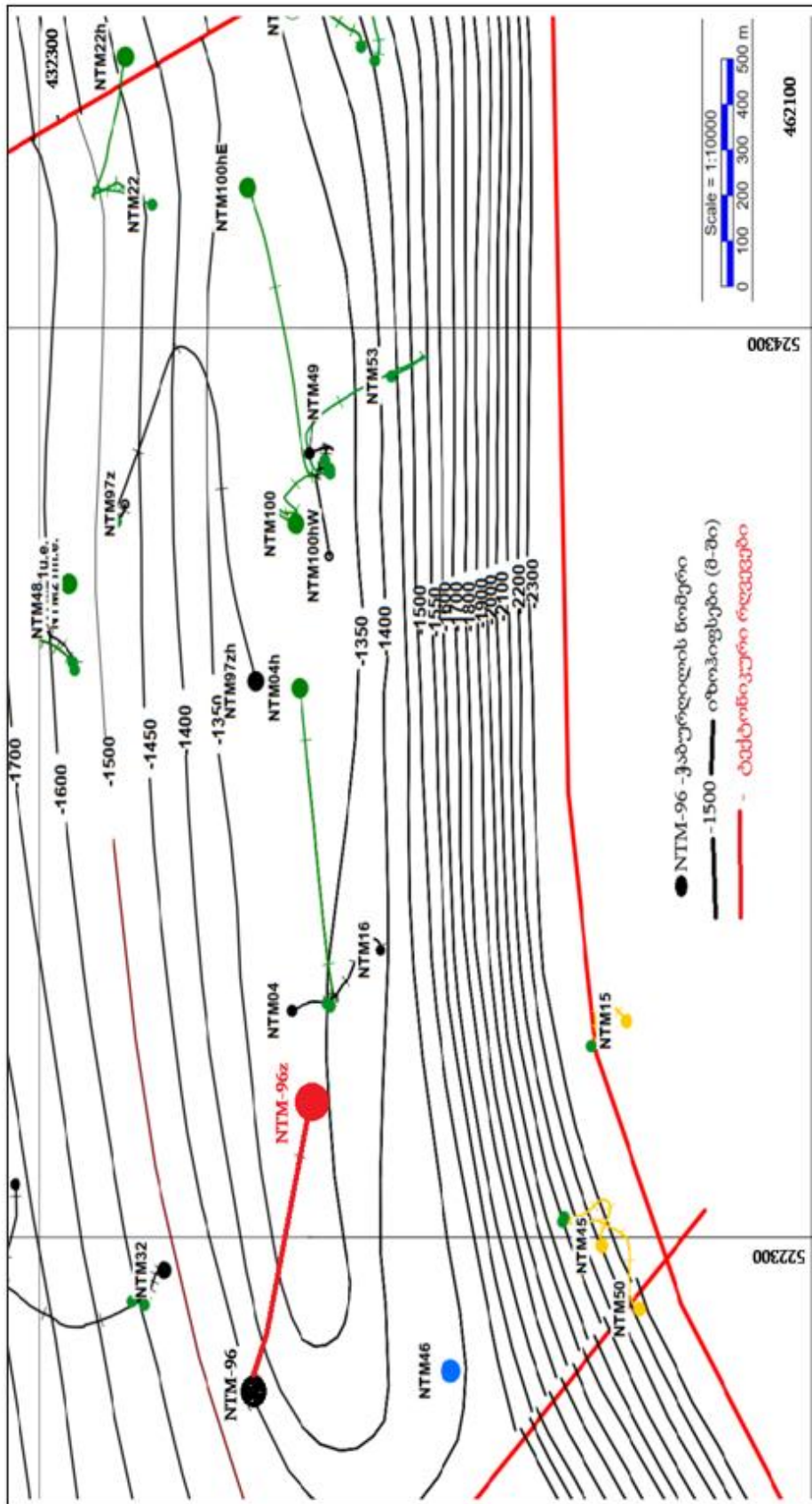
ბურღვის პროცესში საბურღი ხსნარის (სიმკვრივე-1,08გ/სმ<sup>3</sup>) შთანთქმები პროდუქტიულ წყებაში დაფიქსირდა 2611-2612მ ინტერვალიდან (შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი წყების ზედა ნაწილი) სანგრევამდე (2731მ). ქვემოთ ცხრილში მოცემულია საბურღი ხსნარის შთანთქმის ინტერვალები.

ცხრილი

ბურღვის ინტერვალი, მ	საბურღი ხსნარის სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	შთანთქმის ხანგრძლივობა, სთ	შთანთქმული ხსნარის მოცულობა, მ <sup>3</sup>
2611-2612	1,1	0,17	2,0
2639	1,08	1,0	7,3
2639-2641	1,07-1,06	0,5	3,0
2654-2656	1,08	1,0	1,5
2680-2682	1,08	1,0	6,0
2687-2696	1,08	6,0	2,0
2717-2731	1,08	5,5	6,0

ბურღვის, შლამის ანალიზის და ცხრილის მონაცემების მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, სავარაუდოდ,

№96 ვერტიკალურმა ჭაბურღილმა აღნიშნულ ინტერვალებში გადაკვეთა ნაპრალთა სიტემები.



სურ. 7. ნაწილობრივად გაზ-ნავთობიანი საბადოს სტრუქტურული სკემის ამონარაიდი შუა ეოცენის სახურავზე (ი. თავდუმბის მიხედვით).

როგორც ცნობილია, საბურღი ხსნარის შთანთქმის ინტერვალები და ინტენსივობა მჭიდრო კავშირშია ჭაბურღილში ჰიდროდინამიკური გავლენის რადიუსის სიდიდესთან, რომელიც, თავის მხრივ, დაკავშირებულია შეღწევადი სივრცის მოცულობასთან.

ჯ. უორენის, პ. რუტის და ჰ. კაზემის „ნაპრალოვანი სისტემების“ კლასიკური აღწერის მიხედვით:

- თუ შთანთქმის ინტენსივობა დროის მცირე მონაკვეთში მაღალია, ამასთანავე, გახსნილია მაკრონაპრალები, მაშინ ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების რადიუსი დიდია;
- თუ შთანთქმის ინტენსივობა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დაბალია, დომინირებს მიკრონაპრალები ან მატრიცული ფორები და ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების რადიუსიც შეზღუდულია.

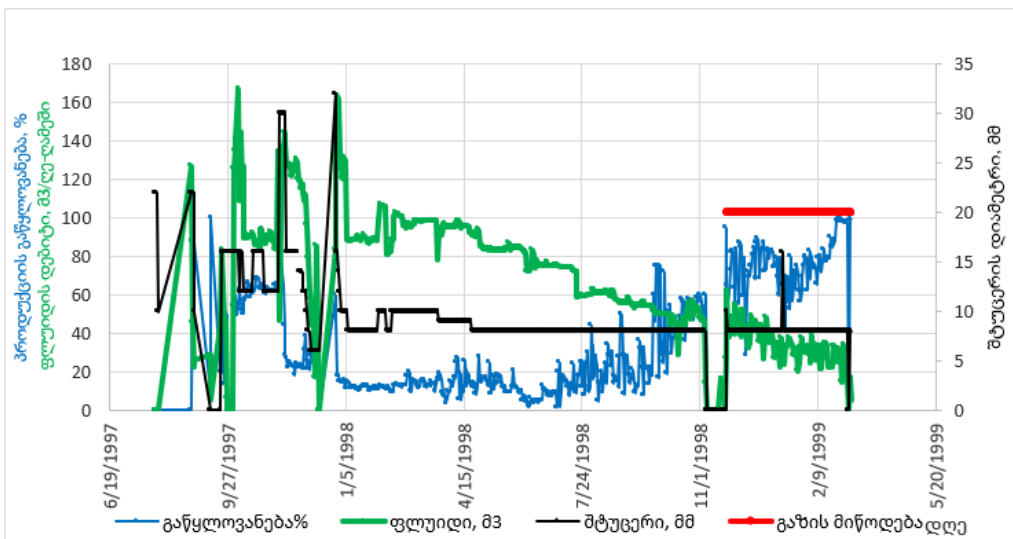
**№96 ვერტიკალური ჭაბურღილის ექსპლუატაციის პროცესი.** ჭაბურღილის ბურღვის დამთავრების შემდეგ (27/08/1997წ.), ღია ლულით აითვისეს 2731-2647 მ (-1746-1661მ) ინტერვალი, საიდანაც 8 მმ შტუცერით მიღებულია 80-85 მ<sup>3</sup>/დღელამური პროდუქცია, 12-15% გაწყლოვანებით.

ჭაბურღილის ექსპლუატაციის ტექნოლოგიური პარამეტრები მოცემულია მე-8 სურათზე.

ექსპლუატაციის საწყის ეტაპზე ჭაბურღილის დებიტი  $d=15-30$  მმ შტუცერით იყო 125-160 მ<sup>3</sup>/დღ.-დ., ჰ.დეპრესია ფენაზე შეადგენდა,  $DP=60-70$  ატმ, პროდუქტიულობის კოეფიციენტი,  $P.I.=2,08-1,8$  მ<sup>3</sup>/დღ-ატმ, რასაც თან ახლდა გაზის მაღალი დებიტი და ფენის წყლის გაზრდილი პროცენტული შემცველობა. 12/09/1997 წლიდან შტუცერის დიამეტრის შემცირებამ 30მმ დან 6-8მმ-მდე გამოიწვია ჰ.დეპრესიის დაცემა,  $\Delta P=22,2-12,5$  ატმ-მდე და პროდუქტიულობის კოეფიციენტის ნავთობის მიმართ გაზრდა,  $P.I.=2,8-3,8$  მ<sup>3</sup>/დღ-ატმ-მდე.

ჭაბურღილის ექსპლუატაციის ტექნოლოგიური პარამეტრების ანალიზმა აჩვენა, რომ მაღალი ჰ.დეპრესიის პირობებში:

1. ერთი მხრივ, გაიზარდა კვების კონტურის რადიუსი, რის შედეგადაც ფლუიდის მოპოვების პროცესში ჩაერთო ფენის წყლის ზონასთან დაკავშირებული მიკრო- და მაკრონაპრალები სისტემები;



სურ. 8. №96 ვერტიკალური ჭაბურღილის ექსპლუატაციის ტექნოლოგიური პარამეტრები.

2. მეორე მხრივ, სანგრევისპირა ზონაში წნევის ინტენსიურმა ვარდნამ გამოიწვია ნავთობიდან მნიშვნელოვანი ოდენობის გაზის გამოყოფა.

ასეთ დროს (სამფაზიანი ფილტრაციის პირობებში), ფაზური შედგენადობების ზეგავლენამ სანგრევის მიმართულებით განაპირობა წყლისა და გაზის უფრო სწრაფი გადაადგილება ნავთობის ფაზასთან შედარებით.

მოგვიანებით, შტუცერის დიამეტრის შეცვლამ 30მმ დან 6-8მმ-მდე გამოიწვია დრენაჟის რადიუსის დამოკლება. ამ პროცესების შედეგად შემცირდა ფენის წყლის პროცენტული რაოდენობა პროდუქციაში.

15/07/1998 წლიდან, ჭაბურღილის ასეთივე რეჟიმით ექსპლუატაციის პროცესში, ფენის წყლის შემცველობა პროდუქციაში იზრდება, რაც მეტყველებს, რომ ვერტიკალურ ლულაში, ნაპრალოთა ქსელის გავლით, წამოიწია წყლის კონუსმა. მოგვიანებით, პროდუქციის 60%-ით გაწელოვანების შემდეგ, ჭაბურღილმა შეწყვიტა შადრევნირება. ამის შემდეგ, 24/11/1998 წლიდან, ექსპლუატაცია გაგრძელდა გაზის მიწოდებით მიღგარე სივრციდან (სურ. 8; წითელი მონაკვეთი ასახავს ჭაბურღილის ექსპლუატაციის დინამიკას გაზის მიწოდებით). აღნიშნული მეთოდით ჭაბურღილმა იმუშავა 104 დღე-ღამე, მიღებულია 906 მ<sup>3</sup> ნავთობი; პროდუქციის გაწელოვანება გაიზარდა 100% -ით და მოპოვებაც შეწყდა.

№96 ვერტიკალური ჭაბურღილის დრენაჟის ზონაში ნავთობის საწყისი მარაგი (სარეწაო-ოპერატიული მონაცემებით), მიწის ზედაპირზე, შეადგენს – 126550მ<sup>3</sup>-ს (საანგარიშო პარამეტრებია: ჭაბურღილის დრენაჟის რადიუსი–178მ, ნავთობიანი ფენის სიმძლავრე–468მ, ქანის ფორიანობა–0,51%, ნავთობგაჯერება–0,8, ნავთობის მოცულობითი კო-

ეფიციენტი–1,351, კოლექტორის სისქის შეფარდება ფენის საერთო სიმძლავრესთან - N/G – 0,9).

№96 ჭაბურღილის I ობიექტიდან (2731-2647მ ინტერვალი–84მ ღია ლულა) მილიანად მიღებულია: 30400 მ<sup>3</sup> ნავთობი, 2,6 მლნ მ<sup>3</sup> გაზი და 11541მ<sup>3</sup> ფენის წყალი. მოპოვებული პროდუქციის გაწელოვანების საშუალო პროცენტი 27,7-ია, რაც მიუთითებს ნავთობიანი ფენის წყლით გარემოცვის შედარებით მცირე მაჩვენებელზე და, შესაბამისად, მიმდინარე ნავთობგაცემის კოეფიციენტის დაბალ სიდიდეზე: R.F.=30400:81122=0,37.

II ობიექტიდან (2646-2417მ პერფორირებული ინტერვალიდან) მიღებულია: 3590მ<sup>3</sup> ნავთობი, 8,4 მლნ მ<sup>3</sup> გაზი და 1950მ<sup>3</sup> ფენის წყალი. ამ ინტერვალში მოპოვებული პროდუქციის გაწელოვანება 35,6 %-ია, ხოლო ნავთობგაცემის კოეფიციენტი: R.F.=3520:45428=0,077.

ნავთობგაცემის კოეფიციენტის მნიშვნელობიდან გამომდინარე, როგორც პირველ, ისე მეორე ობიექტში შეინიშნება პროდუქტიულ ფენაში ნარჩენი ნავთობის ოდენობა.

გაწელოვანებული ზონის 1მ<sup>3</sup> ქანის მოცულობიდან მიღებულია, n=30400:29846328=1.018ლ ნავთობი. ეს მნიშვნელობა მცირეა თუ გავითვალისწინებთ, რომ არაერთ უნიკალურ საბადოში 1მ<sup>3</sup> ქანიდან ნავთობის გამოსავლიანობა 20-50ლ/მ<sup>3</sup>-ია (მაგ., გავარი – საუდის არაბეთში, სამოტლორი – რუსეთში, შაჰ-დენიზი – აზერბაიჯანში, მარაკაიბოს აუზი – ვენესუელაში და სხვ.).

ექსპლუატაციის საბოლოო შედეგები ცხადყოფს, რომ №96 ვერტიკალური ჭაბურღილიდან მოპოვებული ნავთობის ძირითადი მასა მაკრონაპრალებს უკავშირდება, ამასთან ერთად, გაწელოვანებულ კონუსურ ზონასა და მიმდებარე უბნებში, მიკრო-

ნაპრალებსა და მატრიცაში, შენარჩუნებული უნდა იყოს სამრეწველო მნიშვნელობის ამოსაღები (ნარჩენი) ნავთობი.

აღნიშნული გარემოება განპირობებულია როგორც ექსპლუატაციის არაოპტიმალური რეჟიმით, ისე მოპოვების მექანიზმული მეთოდის არასათანადო შერჩევით გაწყლოვანების შემდგომ ეტაპზე (კერძოდ, გაზლიფტური მეთოდით ექსპლუატაციის პროცესში, ჭაბურღილში, გაზის მიწოდება არ იყო სტაბილური პაკერის უქონლობის გამო).

#### №96z ჰორიზონტალური ლულის ბურღვა.

ვერტიკალური ლულით ექსპლუატაციის შემდეგ, №96 ჭაბურღილიდან, 13/11/2003წ., გაიბურღა ჰორიზონტალური ლულა, რომლის მახასიათებლებია: ჭეშმარიტი ვერტიკალური სიღრმე—2515-2508მ, (-1531-1524მ), მანძილი ვერტიკალური ლულიდან ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისამდე – 104მ, ჰორიზონტალური ლულის ინტერვალი— 2564-3116მ, ჰორიზონტალური ლულის სიგრძე – 522მ.

2612-3116მ ინტერვალის ბურღვის დროს სულ შთანთქმა 2700მ<sup>3</sup> საბურღი ხსნარი ( $\gamma=1,01\text{გ/სმ}^3$ ); აქედან, ბურღვის პროცესში—1600მ<sup>3</sup>, ხოლო 1100მ<sup>3</sup> – ათვისების დაწყებამდე.

ყველაზე ინტენსიურად (20 მ<sup>3</sup>/სთ) საბურღი ხსნარის შთანთქმა დაფიქსირდა 2612-2632მ და 2925-2940მ, შედარებით ნაკლებად—2858-2869მ და 2958-2968მ ინტერვალში. სითხის შთანთქმის ინტენსივობიდან გამომდინარე, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მოცემული ინტერვალები ხასითდება ღია ნაპრალოთა სისტემების გავრცელების ფართო არეალით.

**ჰორიზონტალური ლულის გეოლოგიური ჭრილის დახასიათება.** ჰორიზონტალური ლულის გეოლოგიური ჭრილის ლითოსტრატოგრაფია, ქანების გეოლოგიური პეტროფიზიკური და

ლუმინესცენციურ-ბიტუმინოლოგიური კვლევების შედეგები ძირითადად ეყრდნობა სერიული შლამების (134 ნიმუში) მიკროსკოპული და ლუმინესცენციური ოპერატიული ანალიზის მონაცემებს (Sharikadze, M., Tavdumadze, I., & Paataashvili, R. (2004)).

გეოლოგიური ჭრილის 2515-2695მ ინტერვალი აგებულია ანდეზიტურ-დაციტური, მეტწილად ვიტროკრისტალოკლასტური, გაცეოლითებული ტუფებით, აგრეთვე ტუფოარგილიტებით, იშვიათად ტუფოკირქვებით; 2695-2830 მ ინტერვალში გავრცელებულია ვიტროკრისტალოკლასტური, კრისტალო- და ლითოკრისტალოკლასტური, ძლიერ გაცეოლითებული ტუფები, ტუფოარგილიტების იშვიათი შუაშრეებით; 2830-2970მ ინტერვალი წარმოდგენილია ანდეზიტურ-დაციტური და ანდეზიტურ-ბაზალტური, ვიტროფირული, ვიტროკრისტალოკლასტური, კრისტალოკლასტური, გაქლორიტებული და გაცეოლითებული ტუფებით. ქანების დაახლოებით 50% ოლითური სტრუქტურისაა; 2970-3115მ ინტერვალი აგებულია ანდეზიტურ-დაციტური და ანდეზიტურ-ბაზალტური შედგენილობის, ვიტროფირული, ვიტროკრისტალოკლასტური და კრისტალოკლასტური, ინტენსიურად გაქლორიტებული, სუსტად გაცეოლითებული, ნაწილობრივ ოლითური სტრუქტურის ტუფებით, ტუფოარგილიტების, იშვიათად ტუფოკირქვების შუაშრეებით.

აღნიშნული ლითოტიპები, გეოლოგიური ჭრილის ცალკეულ უბანზე, სხვადასხვა ინტენსივობით არის გარდაქმნილი – დანაპრალებული, გაცეოლითებული, გაქლორიტებული, გათიხებული. შესაბამისად, ნივთიერი შედგენილობის, სტრუქტურულ-ტექსტურული თავისებურებებისა და პეტროფი-

ზიკური მახასიათებლების მიხედვით, შესწავლილი გეოლოგიური ჭრილი ანიზოტროპული ბუნებისაა.

2550-2700მ ინტერვალში გავრცელებული უნდა იყოს ნაპრალოვან-კავერნული და ფოროვანი ტიპის კოლექტორები, პირველის პრიმატით. ამ და, განსაკუთრებით, 2570-2630მ ინტერვალში არსებული ალევრო-პელიტურ და წვრილპსამიტურ ტუფებში განვითარებულია ცეოლითებით ნაწილობრივ ამოვსებული მეორეული სიცარიელები – ბიტუმის შემცველი კავერნები და ძარღვები. 2830მ-დან ქანების კოლექტორული თვისებები მკვეთრად უარესდება – 2830-3115მ ინტერვალში გავრცელებული ტუფები, ფაქტობრივად, გაუმტარი უნდა იყოს; გამონაკლისია 2910-2930მ ინტერვალი, სადაც კოლექტორული თვისებები რამდენადმე უმჯობესდება ცეოლითიზაციის ინტენსივობის გაზრდისა და ქლორიტიზაციის ხარისხის შემცირების ხარჯზე.

ლუმინესცენციურ-ბიტუმინოლოგიური ანალიზის მონაცემებით, გეოლოგიური ჭრილის 2612-2800მ ინტერვალი ხასიათდება ბიტუმების შემცველობით. რაც შეეხება 2800-3115მ მონაკვეთს, იგი ბიტუმებით უკიდურესად ღარიბია. ამასთან ერთად აღსანიშნავია, რომ 2615-2930მ ინტერვალის უდიდეს ნაწილში გავრცელებულია მსუბუქი ბიტუმები, 2630-2710მ – ზეთიანი, ხოლო 2620-2625მ ინტერვალში – ფსიანი ბიტუმები. ამრიგად, ბიტუმებით ყველაზე მდიდარია 2610-2635მ ინტერვალი.

საბოლოო ანგარიშით, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ჭაბურღილის გეოლოგიურ ჭრილში ნავთობ-გაზშემცველი კოლექტორების დიდი ნაწილი თავმოყრილი უნდა იყოს 2500-2830მ და, ნაწილობრივ, 2910-2930მ ინტერვალში. ამასთანავე, 2550-2700მ ინტერვალში გავრცელებული უნდა იყოს, ძირითადად, ნაპრალოვან-კავერნული და ფოროვანი ტიპის

კოლექტორები, პირველის პრიმატით, ხოლო 2700-2800მ და 2910-2930მ ინტერვალში, მეტწილად, ნაპრალოვან-კავერნული სახის კოლექტორები.

ნავთობ-გაზშემცველობის თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანი უნდა იყოს 2610-2635მ ინტერვალი: ბურღვის პროცესში აქ მოხდა საბურღი ხსნარის მნიშვნელოვანი შთანთქმა, აქვე გავრცელებულია ბიტუმშემცველი ღია კოლექტორები. ზემოთ მოტანილი ოპერატიული მონაცემები უნისონშია ჭაბურღილის ლულაში მოგვიანებით ჩატარებული სარეწაო-გეოფიზიკური გამოკვლევების და ექსპლუატაციის შედეგებთან (Sharikadze, M., Tavdumadze, I., & Paatashvili, R. (2004)).

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შესაძლებელია შემდეგი დაშვება. ის გარემოება, რომ ჰორიზონტალური ლულის რამდენიმე ინტერვალში აღინიშნებოდა სხვადასხვა მოცულობის საბურღი ხსნარის შთანთქმა, მიუთითებს, ბურღვის პროცესში ჭაბურღილის ლულამ ამ ადგილებში გადაკვეთა სხვადასხვა სახის ნაპრალოვანი სისტემები (მიკრო- და მაკრო-). თუ მივიჩნევთ, რომ 2612-2632მ ინტერვალში განვითარებულია მაკრონაპრალოვანი სისტემა, რომლის გავრცელების დიაპაზონი გეოლოგიურ ჭრილში გაწყლოვანებული ზონიდან გაზის ქუდამდე რამდენიმე ათეულ მეტრს მოიცავს, მაშინ შესაძლებელია აიხსნას №96z ჭაბურღილში როგორც ფენის წყლის, ისე გაზის დიდი ოდენობით შემოჭრა. ჭაბურღილის ექსპლუატაციიდან ერთი თვის შემდეგ, როდესაც პროდუქციის გაწყლოვანებამ 25-30%-ს გადააჭარბა, გაზის ფაქტორის მნიშვნელობა (მოპოვების არსებული მონაცემების მიხედვით) 100 მ<sup>3</sup>/მ<sup>3</sup>-იდან 132 მ<sup>3</sup>/მ<sup>3</sup>-მდე გაიზარდა.

ზემოაღნიშნულთან დაკავშირებით შეიძლება ითქვას შემდეგი.

2612-2632მ ინტერვალის ბურღვის პროცესში, რომელიც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ხასიათდება მაღალი ფილტრაციული პარამეტრებით და რომელმაც ყველაზე მეტად განიცადა ჰ.რეპრესიის და დეპრესიის ზემოქმედება, შთაინთქა 850 მ<sup>3</sup>-ზე მეტი საბურღი ხსნარი. ფენაში შესულმა საბურღმა ხსნარმა, როგორც ჩანს, გრავიტაციულად განდევნა ნავთობი, ძირითადად, მაკრონაპრალთა სისტემიდან და იგი ჰიდროდინამიკურად დაუკავშირდა წყლოვან ზონას.

ჭაბურღილის ათვისების შემდეგ, სხვადასხვა ზონიდან (ინტერვალიდან), უკან იქნა მიღებული როგორც ნავთობი, ისე წყალი და გაზი, მაგრამ, ერთი მხრივ, გამომდინარე ჰორიზონტალურ ლულაში ჰ.დეპრესიის გავლენით წნევის განაწილების პრინციპიდან, ხოლო მეორე მხრივ, თუ გავითვალისწინებთ სსმ-ის ბუნების მდებარეობას, ყველაზე მეტი პროდუქცია უნდა შემოსულიყო ვერტიკალურ ლულასთან მიმდებარე ჰორიზონტალური ლულის ინტერვალებიდან. რაც შეეხება ჭაბურღილის სანგრევს (3116მ), აქ შექმნილი შედარებით დაბალი ჰ.დეპრესია ვერ განაპირობებდა ფლუიდის ინტენსიურ მოდინებას.

**№96z ჰორიზონტალური ჭაბურღილის ექსპლუატაცია.** ჭაბურღილის ექსპლუატაციის პროცესის ანალიზი მიზნად ისახავს შადრევნირების შეწყვეტის მიზეზის დადგენას. აღსანიშნავია, რომ ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ჭაბურღილებში ფენიდან ფლუიდის მოდინების მექანიზმი არსებითად განსხვავებულია ერთმანეთისგან. ორივე შემთხვევაში ფენიდან სითხის ფილტრაცია ძირითადად დამოკიდებულია ლულის მიერ გადაკვეთილი ნაპრალების რაოდენობაზე, ზომებზე, მათ სივრცულ ორიენტაციასა და გახსნაზე. ასევე მნიშვნელო-

ვანია სსმ-ის განთავსება (პოზიცია) ჰორიზონტალური ლულის მიმართ, რაც განსაზღვრავს ჰ.დეპრესიის სიდიდის გავლენას ლულის მთელ სიგრძეზე და, შესაბამისად, ფენიდან ფლუიდის ნაკადის გეომეტრიას (სურ. 3).

№96z ჰორიზონტალური ჭაბურღილის გაწყლოვანების პროცესის მოდელირებისთვის საჭიროა კომპლექსურად განვიხილოთ ბურღვის დროს შთანთქმული სითხის ინტერვალები და ათვისების ქვედი.

ჭაბურღილი ექსპლუატაციაში შევიდა 12/03/2003 წ., 73 მმ-იანი სსმ ჩაეშვა 2488 მ-ზე, პაკერი განთავსდა 2240მ-ზე, ვერტიკალურ ლულაში. ასეთ შემთხვევაში, სსმ-ის მდებარეობიდან გამომდინარე, ფენაზე მაღალი ჰ.დეპრესია წარმოიქმნება ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისში (იხ. სურ. 3). ბურღვის მონაცემების მიხედვით, 2612-2632მ და 2925-2940მ ინტერვალებში დაფიქსირდა საბურღი ხსნარის ძლიერი შთანთქმები, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს მაკრონაპრალის ხშირი ქსელის არსებობასთან. როგორც ჩანს, მოცემული ინტერვალები წარმოადგენს ფენაზე ჰ.რეპრესიის და დეპრესიის აქტიურ ზონებს. აღნიშნულის გათვალისწინებით შეიძლება ითქვას, რომ 522მ სიგრძის ჰორიზონტალურ ლულაში ფენიდან სითხის შემოსვლის მაქსიმუმი უნდა შეესაბამებოდეს 2612-2632მ და 2925-2940მ ინტერვალებს და თანდათანობით მცირდებოდეს სანგრევის მიმართულებით (სურ. 3).

ჭაბურღილის შადრევნირების შეწყვეტის მიზეზი შესაძლებელია აიხსნას შემდეგნაირად:

მოპოვების პროცესში, ფენიდან სითხის მოდინება ჰორიზონტალური ლულის მთელ სიგრძეზე, როგორც ჩანს, თანაბრად არ მიმდინარეობდა. ნაკადის გეომეტრია, ერთი მხრივ, დამოკიდებული იყო ცალ-

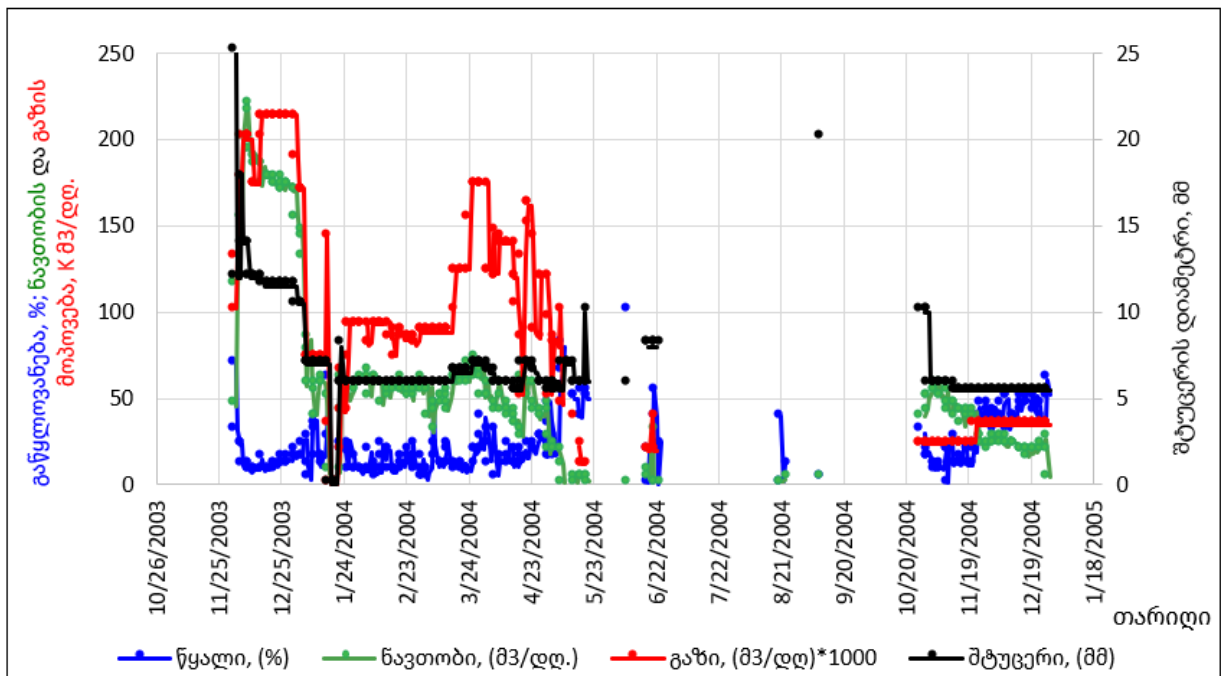
კული ინტერვალის დანაპრალების ინტენსივობაზე, ხოლო მეორე მხრივ, სსმ-ით გამოწვეულ ჰ.დებრესიაზე; ამ უკანასკნელის სიდიდე მაქსიმალურია ლულის დასაწყისში. ამრიგად, შთანთქმული საბურღი ხსნარისა და მოპოვებული პროდუქციის დიდი ნაწილი, როგორც ჩანს, მოდის 2612-2632მ და 2925-2940მ ინტერვალზე. ამ მოსაზრებიდან გამომდინარე, ექსპლუატაციის საწყის ეტაპზე პროდუქციის გაწყლოვანება ძირითადად უნდა გამოეწვიოს ამ ინტერვალებიდან შთანთქმული სითხის უკან მიღებას.

პირველი 8 დღის განმავლობაში,  $d=18-25$ მ შტუცერით ექსპლუატაციის პროცესში, მაღალი დებიტის მიუხედავად (150-245 მ<sup>3</sup>/დღ.-დ.), პროდუქციის გაწყლოვანება 70%-დან შემცირდა 7%-მდე. თავდაპირველად გაწყლოვანების ინტენსივობა დაკავშირებული უნდა ყოფილიყო ბურღვის დროს ფენაში შთანთქმული წყლის უკან მიღებასთან. სამწუხაროდ, მოპოვებული წყლის ქიმიური

ანალიზი არ ჩატარებულა, რაც მნიშვნელოვნად გაამყარებდა აღნიშნულ მოსაზრებას. მე-9 სურათზე მოცემულია ჰორიზონტალური ლულის ექსპლუატაციის ტექნოლოგიური პარამეტრები.

მომდევნო ერთი თვის განმავლობაში, დებიტის ხელოვნურად შემცირების მიუხედავად, გაწყლოვანების მაჩვენებელი გაიზარდა 62,4%-მდე, რის შემდეგაც ჭაბურღილიდან შეწყდა ფლუიდის ბუნებრივი მოდინება.

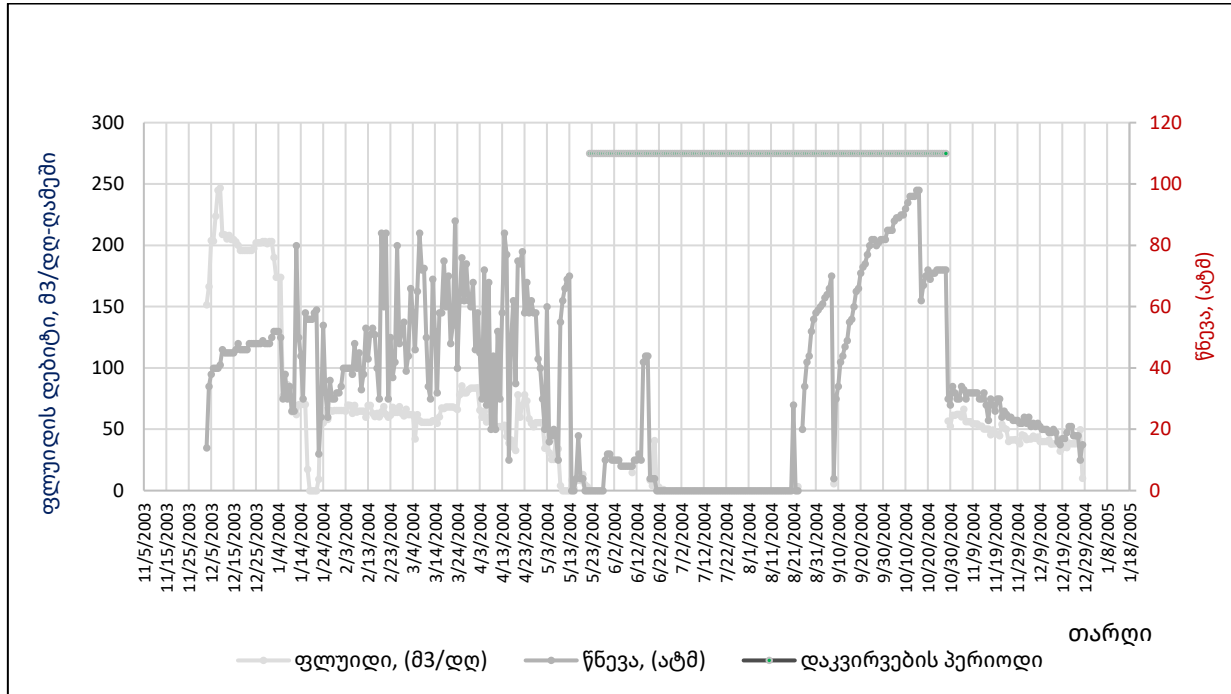
საწყის ეტაპზე (18-21/01/2004წ.) ჭაბურღილის შადრევნიერების სწრაფი შეწყვეტა, როგორც ჩანს, გამოწვეულია ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისში სითხის დაგროვებით, რამაც, თავდაპირველად, ეტაპობრივად შეამცირა ჭაბურღილის დებიტი, ხოლო მოგვიანებით მყისიერად გააჩერა იგი (სურ. 9). მომდევნო 4 დღე საკმარისი აღმოჩნდა ენერჯის დაგროვებასა და ჭაბურღილის ბუნებრივ მოდინებაზე მუშაობისთვის.



სურ. 9. №96z ჰორიზონტალური ჭაბურღილის ექსპლუატაციის ტექნოლოგიური პარამეტრები.

შემდგომში, პროდუქციაში ფენის წყლის შემცველობის ზრდასთან ერთად, თანდათანობით შემცირდა ნავთობის მოპოვების წილი და ექსპლუა-

ტაციის 109-ე დღეს, 80%-იანი გაწყლოვანების შედეგად, ჭაბურღილი გაჩერდა.



სურ. 10. №96ჯ ჰორიზონტალური ჭაბურღილის დებიტის ეტაპობრივი შემცირების გრაფიკი.

მოგვიანებით, 160 დღე-ღამის განმავლობაში, ჭაბურღილი იმყოფებოდა დაკვირვების რეჟიმში. ამ პერიოდში წნევა ჭაბურღილის პირზე 0 ატმ-დან გაიზარდა 98 ატმ-მდე. გახსნეს ჭაბურღილი და 6 მმ შტუცერით განაახლეს მოპოვება: ნავთობი – 45-50 მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ., გაზი – 2400 მ<sup>3</sup>/დღ.-ლ., პროდუქციის გაწყლოვანება – 12-18%. ასეთი პარამეტრებით მოპოვება გაგრძელდა 60 დღ.-დ. და ჰორიზონტალურ ლულაში წყლის დაგროვებამ კვლავ მყისიერად გააჩერა შადრვენირების პროცესი (სურ. 9,10).

№96ჯ ჭაბურღილის ჰორიზონტალური ლულიდან, 230 დღე-ღამეში მთლიანად მოპოვებულია: ნავთობი–14014მ<sup>3</sup>, გაზი–2104500მ<sup>3</sup>, ფენის წყა-

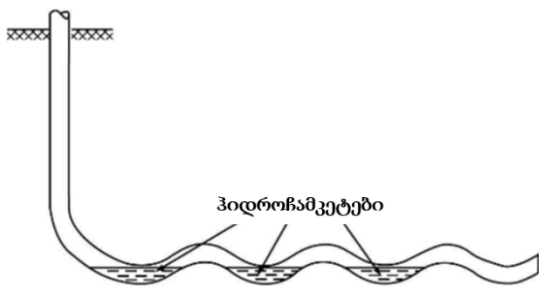
ლი–3126მ<sup>3</sup>. მიღებული პროდუქციის გაწყლოვანების საშუალო მაჩვენებელი შეადგენს 18.24%-ს. ბურღვა – ათვისების დროს, 17 დღე-ღამის განმავლობაში, შთაინთქა 2701მ<sup>3</sup> საბურღი ხსნარი, რაც ნიშნავს, რომ ექსპლუატაციის პროცესში მოპოვებული წყლის მოცულობაში დიდი წილი ბურღვის პროცესში შთანთქმულ სითხეს უნდა ეკავოს. ეს გარემოება უფლებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ ჰორიზონტალური ლულის მიმდებარე ზონის დიდი ნაწილი ბოლომდე არ არის დამუშავებული და შეიცავს ნარჩენი ნავთობის გარკვეულ მოცულობას.

შემდგომში, მრავალჯერადი მცდელობის მიუხედავად, მიღგარე სივრციდან გაზის მიწოდებამ (მარტივი გაზლიფტის მეთოდმა), ჭაბურღილის

ხანგრძლივმა გაჩერებამ, რაც გამოიწვევდა წყლის კონუსის გრავიტაციულად უკან დახევას, დადებითი შედეგი არ გამოიღო.

მიზეზი, რის გამოც ჭბურდილმა ვერ შეძლო შადრევნული მეთოდით ექსპლუატაციის გაგრძელება, როგორც ჩანს, არის ჰორიზონტალური ლულის 2612-2632მ და 2925-2940მ ინტერვალში წყლის დაგროვება, რაც ეწინააღმდეგება ფლუიდის მოძრაობას ჰორიზონტალური ლულის საწყისი მონაკვეთისკენ.

ჰორიზონტალური ლულის ბურღვის პრაქტიკიდან გამომდინარე, აბსოლუტურად ჰორიზონტალური სამთო გამონამუშევარი ვერ მიიღება. შესაბამისად, №96ჯ ჭბურდილის ლულის პროფილში ფიქსირდება რამდენიმე ათეული მ სიგრძის ტალღური ზონები/სიფონები (ჰიდროჩამკეტები). №96ჯ ჭბურდილის ჰორიზონტალური ლულის ტალღური პროფილის ზონების ამპლიტუდა იცვლება 5-6 მ დიაპაზონში, რის გამოც მათში დარჩენილ ფლუიდს უჭირს მოძრაობა თუ სათანადო ჰ.დ.ე.პ.რესია არ შეიქმნა (სურ. 11) (Aliyev, Z. S., & Kotlyarova, E. M. (2015). Technology of using horizontal gas wells, pp. 12–30).

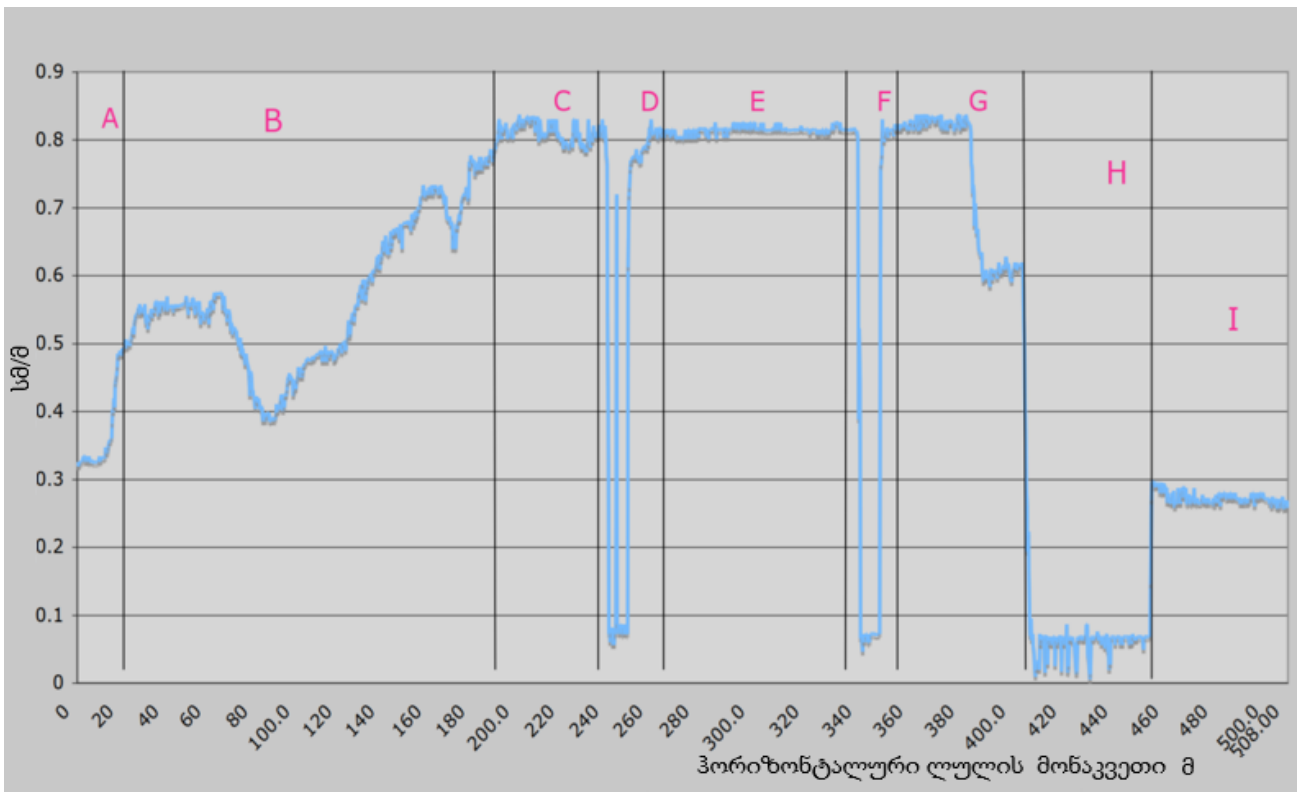


სურ. 11. ჭბურდილის ჰორიზონტალური ლულის ტალღური პროფილი.

ვერტიკალური და დახრილი ლულის პირობებში ეს პროცესი უფრო გამარტივებულია, ვინაიდან ფენიდან გამოყოფილი გაზი გრავიტაციულად წარიტაცება ზემოთ, აგაზიანებს ლულაში გაწყლოვანებულ პროდუქციას, ამცირებს მის სიმკვრივეს (შესაბამისად, ჰიდროსტატიკური წნევის მნიშვნელობას) და ხელს უწყობს ჭბურდილის შადრევნობას. ეს კიდევ ერთი განმასხვავებელი ფაქტორია ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ლულების მქონე ჭბურდილებში გაწყლოვანებული ნავთობის შადრევნული მეთოდით მოპოვებასთან დაკავშირებით.

№96ჯ ჭბურდილის გეოლოგიურ ჭრილში ნარჩენი ნავთობის არსებობა საბოლოოდ დამტკიცდა 2005 წ. ჩატარებული თერმოდებიტომეტრიული კვლევებით, რის შედეგად გამოვლინდა ჭბურდილის ჰორიზონტალურ ლულაში ნავთობიანი და წყლოვანი ზონების არსებობა. მე-12 სურათზე ნაჩვენებია კვლევით მიღებული ელექტროწინაღობის მრუდი, რომელზეც მკაფიოდ აისახება ნავთობის შემოდინების ინტერვალები.

**A ზონა – 0-40მ** (2608-2648მ ბურღვით) ანუ „ფილტრის“ დასაწყისი ჰორიზონტალურ ლულაში. ამ ზონაში, დაახლოებით „ფილტრის“ პირველ 20მ სიგრძეზე, ექსპლუატაციის პროცესში აღინიშნებოდა ნავთობის შემოდინება, ფენისა და ტექნიკურ წყალთან ერთად. ბურღვის მონაცემების მიხედვით, როგორც აღვნიშნეთ, საბურღი ხსნარის ყველაზე ინტენსიური შთანთქმა დაფიქსირდა 2612-2632მ ინტერვალში (20 მ<sup>3</sup>/სთ).



სურ. 12 ელექტროწინაობის მრუდი.

**B ზონა – 40-200 მ** (2648-2808მ ბურღვით), ფიქსირდება ფენის და ტექნიკური წყლის ნარევი. ნიშანდობლივია, რომ ექსპლუატაციის პროცესში, 2678-2718მ ინტერვალში, ფენიდან სითხის შემოსვლა არ აღინიშნებოდა.

**C ზონა – 200-240 მ** (2808-2848მ ბურღვით), ცალსახად ფიქსირდება ფენის წყლის შემოსვლა.

**D ზონა – 240-280მ** (2848-2888მ ბურღვით), ჰორიზონტალური ლულის მოცემული ინტერვალიდან, სავარაუდოდ, შემოედინებოდა ნავთობი.

**E ზონა – 280-340 მ** (2888-2948მ ბურღვით), ხასიათდება ფენის წყლის ინტენსიური შემოსვლით. ბურღვის მონაცემების მიხედვით, 2925-2940მ ინტერვალში აღინიშნებოდა საბურღი ხსნარის (1,1 გ/სმ<sup>3</sup>) ინტენსიური შთანთქმები (20 მ<sup>3</sup>/სთ).

**F ზონა – 340-360 მ** (2948-2968მ ბურღვით), ჰორიზონტალური ლულის მოცემული ინტერვალიდან, როგორც ჩანს, შემოედინებოდა ნავთობი.

**G ზონა – 360-410მ** (2948-3018მ ბურღვით), ხასიათდება ფენის წყლის შემოსვლით.

**H ზონა – 410-460მ** (3018-3068მ ბურღვით), ამ ზონიდან, სავარაუდოდ, შემოედინებოდა ნავთობი.

**I ზონა – 460-508მ** (3068-3116მ ბურღვით), ხასიათდება როგორც ჰიდროდინამიკურად სტატიკური - უძრაობის ზონა, რომელშიც არის ნავთობისა და ფენის წყლის ნარევი, ნავთობის აშკარა პრიმატით.

მოგვიანებით ჭაბურღილში ჩაუშვეს ელექტროცენტრიდანული ტუმბო (ეცტ); ფენაზე 34 ატმ ჰ. დეკურესიის დროს ჭაბურღილიდან მიღებულია 115-120 მ<sup>3</sup>/დღ.-ღ. ფლუიდი, რომელშიც ნავთობი შეადგენდა 37-43 მ<sup>3</sup>/დღ.-ღ., ხოლო გაზი – 5700-6000 მ<sup>3</sup>/დღ.-ღ.

№96z ჭაბურღილიდან, ფორსირებულ მეთოდზე გადასვლის შემდეგ, დამატებით მიღებულია 7100მ<sup>3</sup> ნავთობი, 2,8 მლნ მ<sup>3</sup> გაზი და 107885მ<sup>3</sup> ფენის წყალი.

### დასკვნა

ნავთობისა და გაზის საბადოების დამუშავების თანამდევნი პროცესი ჭაბურღილების გაწვლვანებაა. მისი მექანიზმი განპირობებულია ფენის წყლისა და ნავთობის კონტაქტის ზედაპირის (ფრონტის) დეფორმაციით, რომელიც გადაადგილდება დაბალი წნევის მიმართულებით – ჭაბურღილისკენ. შედეგად ყალიბდება ფენის წყლის კონუსისებრი გეომეტრიული ფორმა, რომლის ზომა და სტაბილურობა დამოკიდებულია ჰ.დეპრესიის მნიშვნელობასა და კოლექტორის ფილტრაციულ პარამეტრებზე.

წყლის კონუსის ფორმირება იწყება მაშინ, როდესაც ჰ.დეპრესიის მნიშვნელობა ჭაბურღილში იმდენად იზრდება, რომ მის მიერ გამოწვეული აღმავალი (ცენტრიდანული) ძალა ჭარბობს გრავიტაციის შემაკავებელ (ცენტრისკენულ) ქმედებას. შედეგად მცირდება ნავთობმოპოვების ეფექტურობა და ფენაში რჩება გამოუმუშავებელი ნავთობიანი ზონები.

წინამდებარე სტატიაში მოტანილია ნინოწმინდის №96 და 96z ჭაბურღილების გაწვლვანების პროცესის ანალიზის მონაცემები, თავდაპირველად ვერტიკალურ, ხოლო შემდგომ ჰორიზონტალურ ლულაში. ფენის წყლის კონუსის ჩამოყალიბების მექანიზმი განსხვავებულია ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ ჭაბურღილებში, თუმცა მისი განვითარების ძირითადი წინაპირობა საერთო ბუნებისაა.

ფენის წყლის ჭაბურღილში შემოჭრის ერთ-ერთ მთავარ კრიტერიუმს წარმოადგენს კოლექტორის არაერთგვაროვნება, რაც გამოიხატება ვერტიკალური და

ჰორიზონტალური შეღწევადობების თანაფარდობით, აგრეთვე ფენაზე შექმნილ ჰ. დეპრესიაში; მნიშვნელოვან როლს ასრულებს, ასევე, ლულის მდებარეობა ფენის წყლის ან ნავთობის კონტაქტის მიმართ.

ჰორიზონტალური ჭაბურღილებით ექსპლუატაციის შემთხვევაში ჰ.დეპრესიის სიდიდის განაწილება ლულის პროფილის გასწვრივ მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სატუმბ-საკომპრესორო მილების (სსმ) ჩაშვების სიღრმესა და მდებარეობაზე, მაშინ, როცა ვერტიკალურ ჭაბურღილებში გადაწყვეტ როლს ასრულებს საექსპლუატაციო კოლონის დაცემენტების ხარისხი – ცემენტის რგოლის არასაკმარისი გამაგრება ხშირად იწვევს წყლის ან გაზის ნაადრევ შემოჭრას ლულაში.

ვერტიკალურ ჭაბურღილში ფენის წყლის კონუსი ვითარდება ვერტიკალური მიმართულებით – წყლის და ნავთობის კონტაქტის თანდათანობით აწევით ჭაბურღილის სანგრევისკენ. შედეგად, კონუსი, გარკვეული დროის შემდეგ, აღწევს პერფორაციის ინტერვალამდე, რაც იწვევს პროდუქციის წყლით გამდიდრებას და ეფექტური ნავთობმოპოვების შემცირებას.

ჰორიზონტალურ ჭაბურღილში ფენის წყლის შემოჭრის გეომეტრია ტრაპეციულია და ხასიათდება არათანაბარი კონფიგურაციით; იგი ვითარდება ჰორიზონტალური ლულის გასწვრივ, ფენაში არსებული ნაპრალების გადაკვეთით და ჰ.დეპრესიის გავლენით. ჰორიზონტალური ჭაბურღილი, ზოგ შემთხვევაში, საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ კონუსის ნაადრევი ჩამოყალიბება, თუმცა არაერთგვაროვან კოლექტორში, განსაკუთრებით მაღალი ვერტიკალური შეღწევადობის ზონებში, გაწვლვანება მაინც ლოკალურად ვითარდება, რაც ართულებს დებიტის სტაბილურ შენარჩუნებას.

შუაოცენური ასაკის ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებში განვითარებული ნაპრალოვანი კოლექტორების ათვისების და გაზ-ნავთობიანი ბუდობის ოპტიმალური ექსპლუატაციის სტრატეგიის შერჩევის მიზნით შევისწავლეთ ნინოწმინდის ბუდობის (საგარეჯოს რ-ნი) ვულკანოგენურ წყებაში ერთი წერტილიდან გაბურღული ჭაბურღილის ორი, ვერტიკალური (№96) და ჰორიზონტალური (96z) ლულეებით ექსპლუატაციის დროს პროდუქციის გაწელოვანების პროცესის კანონზომიერებები.

№96 ჭაბურღილის ვერტიკალური ლულის გაბურღვის შემდეგ ათვისის პროდუქტიული წყების 2731-2647მ ინტერვალი (84მ ღია ლულა), საიდანაც 1997-1999წწ. მიღებულია 30400მ<sup>3</sup> ნავთობი, 2,6 მლნ მ<sup>3</sup> გაზი და 11541მ<sup>3</sup> ფენის წყალი. ჭაბურღილის პროდუქციის 100%-იანი გაწელოვანების შემდეგ, ექსპლუატაცია შეწყდა. მთლიანი პროდუქციის გაწელოვანების საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი 27,7-ია, რაც მიუთითებს ნავთობიანი ფენის წყლით გარემოცვის შედარებით მცირე მაჩვენებელზე, ამასვე ადასტურებს ნავთობგაცემის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, რომელიც პირველი ობიექტისთვის (2731-2647მ) შეადგენს 0,37-ს, ხოლო მეორე ობიექტისთვის (2646-2417მ) – 0,077-ს.

№96 ვერტიკალური ჭაბურღილის ექსპლუატაციის შემდეგ, მისივე ლულიდან გაბურღულმა ჰორიზონტალურმა ლულამ იმუშავა 2003წ.-დან 2005წ.-მდე. პროდუქციის გაწელოვანების შემდეგ ჭაბურღილმა ვეღარ შეძლო შადრევნული მეთოდით ექსპლუატაციის გაგრძელება, რისი მიზეზი უნდა იყოს ჰორიზონტალური ლულის დასაწყისსა (2612-2632მ) და შუაში (2925-2940მ) ფენის წყლის დაგროვება. ჰორიზონტალური ლულით ექსპლუატაციის პროცესში (230 დღე-ღამეში) მიღებულია: ნავთობი - 14014მ<sup>3</sup>,

გაზი - 2,1 მლნ მ<sup>3</sup>, ფენის წყალი - 3126მ<sup>3</sup>. მთლიანი პროდუქციის გაწელოვანების საშუალო მაჩვენებელი შეადგენს 18,24%-ს, რაც კიდევ უფრო მცირეა ვერტიკალურ ლულასთან შედარებით.

საბოლოო ანგარიშით შეიძლება ითქვას, რომ ორივე ჭაბურღილის ექსპლუატაციის პროცესში პროდუქტიულ ფენაზე მიყენებული ჰ.დეპრესიის სიდიდე მეტწილად აღემატებოდა დასაშვებ ნორმას, რამაც ძირითადად გამოიწვია ფენის წყლის კონუსების ნაადრევი შემოჭრა ჭაბურღილის ლულებში. შედეგად ფენის წყლით გაჯერებული აღმოჩნდა მატრიცულ ფორებში (მიკრონაპრალებში) არსებული, დრენაჟის შედარებით შემცირებული უნარის მქონე ნავთობიანი მთელანები (უბნები).

ასეთი უბნები კუნძულების მსგავსად, თითქოს ჩადირულია გაწელოვანებულ ზონებში, საიდანაც ნარჩენი ნავთობის გამოდევნას დროის ფაქტორი განსაზღვრავს, მართებულად შერჩეულ საექსპლუატაციო მეთოდებთან ერთად. ბურღვის, გეოლოგიური, პეტროფიზიკური, სარეწაო-გეოფიზიკური, ბიოტუმინოლოგიური, ჰიდროდინამიკური და საექსპლუატაციო მონაცემების კომპლექსური ანალიზი საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ არა მარტო №96 და №96z ჭაბურღილების უბანი, არამედ მთელი ნინოწმინდის შუაოცენური ბუდობის კოლექტორების ენერგეტიკური პოტენციალი და ნავთობის რესურსი ამოწურული არ არის - დარჩენილია ამოსაღები მთელანები დაბალგამტარ ზონებში (ძირითადად, მატრიცაში), სადაც ნავთობის გადაადგილება იზღუდება ნაპრალოთა არასრული კომუნიკაციით და ადგილობრივი კაპილარული ბარიერებით. შესაბამისად, ახალი ჰორიზონტალური ან დახრილ-მართული ჭაბურღილების ბურღვა ასეთ უბნებში

წარმოადგენს პერსპექტიულ მიმართულებას ნავთობის მოპოვების გაზრდის თვალსაზრისით.

ამრიგად, ორივე შემთხვევაში, ჭაბურღილის ლულაში ფენის წყლის ნაადრევი შემოჭრის თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია პროდუქტიული ფენის ბურღვის პროცესის დეტალურად შესწავლა და მიღებული მონაცემების კორელაცია კერნის ან შლამის ანალიზის შედეგებთან. ბურღვის დასრულების შემდეგ საჭიროა თერმოდებიტომეტრიული გამოკვლევა (PLT), განსაკუთრებით ჰორიზონტალურ ლულაში, რათა მოხდეს ბურღვისა და

ფლუიდის დინამიკის მონაცემთა შეჯერება, მაღალშეღწევადი ზონების გამოვლენა და ფენიდან ლულაში შემომავალი ნაკადების დაბალანსება. ამ მიზნის მისაღწევად ეფექტურ საშუალებად ითვლება ჰორიზონტალურ ლულაში ICD (Inflow Control Device) და AICD (Autonomous Inflow Control Device) სარქვლების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ფლუიდის შემოდინების გათანაბრებას და ხელს უწყობენ ნავთობის მოპოვების პროცესის ოპტიმიზაციას.

#### ლიტერატურა

1. Okon, A. N. (2012, September). *Water coning in fractured reservoirs* (pp. 7–8). NTNU – Norwegian University of Science and Technology.
2. Rostami, P., Sharifi, M., & Dejam, M. (2019, January). *Shape factor for regular and irregular matrix blocks in fractured porous media* (pp. 1–2).
3. Aliyev, Z. S., & Kotlyarova, E. M. (2015). *Technology of using horizontal gas wells* (pp. 12–30). Publishing Center of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas.
4. Joshi, S. D. (1991). *Horizontal well technology* (p. 535). PennWell Books.
5. Sharikadze, M., Tavdumadze, I., & Suramelashvili, Z. (2020). Lithostratigraphy of Ninotsminda oil and gas field according to deep drilling results. *GTU Works*, 2(516), 50–76. (in Georgian)
6. Sharikadze, M., Tavdumadze, I., & Paatashvili, R. (2004). *Ninotsminda well №96z geological report* (pp. 11–15). GBOC. (in Georgian)

UDC 594

SCOPUS CODE 1911

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-93-115>

## On the Regularities of Increasing Water-cut of Fractured-Cavernous Oil Fields

- Giorgi Durglishvili** Georgian Technical University, Faculty of Mining-Geology and Sustainable Development, professor, Georgia  
E-mail: gogitadurglishvili@gmail.com
- Mevlud Sharikadze** Georgian Technical University, Faculty of Mining-Geology and Sustainable Development, professor, Georgia  
E-mail: mevshar@mail.ru
- Nikoloz Durglishvili** Georgian Technical University, Faculty of Mining-Geology and Sustainable Development, 1-st year doctoral student, Georgia  
E-mail: nikoloz.durglishvili@gmail.com

### Reviewers:

**N. Jikia**, Georgian Technical University Faculty of Mining-Geology and Sustainable Development, Professor  
E-mail: niazjikia@gtu.ge

**N. Machavariani**, Georgian Technical University Faculty of Mining-Geology and Sustainable Mountain Development, Professor  
E-mail: n\_machavariani@gtu.ge

**Abstract.** The water-cutting mechanism of the oil producer wells is conditioned by the deformation of the water-and-oil contact surface of the layer, which moves in the direction of low pressure – towards the well. In vertical wells the formation water cone develops vertically, by gradually elevating the water-oil contact towards the well bottom. The geometry of water flowing into the horizontal wells is trapezoidal and is characterized by uneven configuration; it forms along the horizontal section, crossing fracture systems in the formation and creating hydraulic drawdown against them.

The regularities of increasing water-cut during the operation of two wells – vertical (N96) and horizontal (N96z) drilled from the same location of Ninotsminda oil deposit (Sagarejo Municipality) was studied with the purpose of developing the fractured-cavernous reservoirs of the Middle Eocene volcanogenic-sedimentary rocks of near-Tbilisi oil-and-gas bearing region and selecting the optimal well operation regime, as it was determined, the drawdown volume against the productive formation of both wells exceeded the permissible levels in most cases, causing, along with other problems, premature intrusion of formation water into the holes. As a result, oil blocks (sections) in the matrix pores characterized by reduced drainage became water-cut.

Complex analysis of the drilling, geological, petrophysical, production-geophysical, bituminological, hydrodynamic and operational data shall enable us to assume that the energy potential and oil resources of not only N96 and N96z well sites, but of the entire Middle Eocene reservoir deposits of Ninotsminda have not been completely

exhausted – recoverable oil-bearing sections are remaining in the relatively low-permeability zones (mostly, matrix), where oil filtration is limited by insufficient communication between fractures and local capillary barriers. Therefore, drilling of new horizontal and deviated wells in such areas is deemed appropriate in terms of increasing oil production rates

**Keywords:** Formation water cone, Fractures, Gas, Horizontal well, Hydrodynamic drawdown, Matrix, Oil, Operation, Tuff, Vertical well.

---

*განხილვის თარიღი 29.01.2026*

*შემოსვლის თარიღი 02.03.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 627.4

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-116-129>

### ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტექნიკური უსაფრთხოების შესახებ

<b>ივანე ნონიევი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო E-mail: i.noniev@gtu.ge
<b>გრიგოლ ხელიძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო E-mail: g.khelidze@gtu.ge
<b>თეიმურაზ ბულია</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო E-mail: t.bulia@gtu.ge
<b>ბაჩანა ფიფია</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო E-mail: b.phiphia@gtu.ge

#### რეცენზენტები:

**გ. გიგინეიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერგეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: g.gigineishvili@gtu.ge

**მ. წიქარიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: malkhaztsikari@mail.ru

**ანოტაცია.** ჰიდროტექნიკური ნაგებობების შესაძლო ავარიების ნეგატიური შედეგების გათვალისწინებით კაშხლების უსაფრთხო ექსპლუატაციას დიდი სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური მნიშვნელობა აქვს, რაც აქტუალურს ხდის კაშხლების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხს. ჰიდრორესურსების მნიშვნელოვანი მარაგის მქონე საქართველოსთვის მიზანშეწონილია კაშხლების უსაფრთხოების სფეროში სახელმწიფო ხელისუფ-

ლების ორგანოებს, ჰესების მესაკუთრეებს და ოპერატორებს შორის ურთიერთობების დარეგულირება, კაშხლების დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციაში გაშვების, ექსპლუატაციის, რეაბილიტაციის/რეკონსტრუქციის, კონსერვაციის ან ლიკვიდაციის პერიოდებში. აღნიშნულის რეალიზაცია მოიაზრება შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზის შექმნით, რომელსაც იურიდიულთან ერთად საფუძვლად უნდა დაედოს ტექნიკური საკითხები. ამ კონტექსტში სტატიაში განხილულია საერთა-

შორისო პრაქტიკაში მიღებული, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების სისტემის კომპონენტები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების შესაძლო ავარიების სახეობები და მათი კლასიფიკაცია, ნაგებობის უსაფრთხოების კლასის და ავარიის ალბათობის დასაშვები სიდიდის განსაზღვრა, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების თანამედროვე პრობლემების ნუსხა, კაშხლის უსაფრთხოების ძირითადი შემადგენელი ელემენტების დახასიათება, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკის თანამედროვე საშუალებების უპირატესობები, მოცემულია მიწის და ბეტონის კაშხლების ავარიების ძირითადი სცენარები და მათი შეფასების მიდგომები. აღნიშნულია, რომ საქართველოში დასკვნით სტადიაზე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტის შემუშავება.

**საკვანძო სიტყვები:** ადრეული შეტყობინების სისტემა; ავარიების რისკი; კაშხალი; მონიტორინგი; ტექნიკური უსაფრთხოება; ჰიდროტექნიკური ნაგებობები.

## შესავალი

საქართველოს ენერგეტიკული უსაფრთხოება, რომელიც ქვეყნის უსაფრთხოების ერთ-ერთი არსებითი კომპონენტია, არსებითად განსაზღვრავს ჰიდროენერგეტიკის განვითარებას. ქვეყნის ჰიდროენერგეტიკული სექტორი წარმოდგენილია მძლავრი, საშუალო და მცირე სიმძლავრის ჰესებით. დროის მოთხოვნა ამ სფეროში სახელმწიფო ხელისუფლების ორგანოებს, ჰესების მესაკუთრეებს და ოპერატორებს შორის ურთიერთობების დარე-

გულირება ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის, მათი დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციაში გაშვების, ექსპლუატაციის, რეაბილიტაციის/რეკონსტრუქციის, კონსერვაციის ან ლიკვიდაციის პერიოდებში.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტექნიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა რთული საკითხია, რომელიც ამჟამად მკაცრი საკანონმდებლო/სამთავრობო რეგულაციების, ავარიების პროგნოზირების თანამედროვე მეთოდებისა და სავალდებულო რისკების დაზღვევის გზით წყდება. აქ მთავარი პრინციპია ნაგებობის ურღვევობის შესახებ დეკლარებიდან შესაძლო ავარიის რაოდენობრივ შეფასებაზე გადასვლა.

## ძირითადი ნაწილი

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხო ექსპლუატაციას აქვს ტექნიკური, სამართლებრივი, ეკონომიკური, სოციალური, გარემოსდაცვითი ასპექტები. სხვა საინჟინრო ნაგებობების მსგავსად, სხვადასხვა დანიშნულების ჰიდროტექნიკური ნაგებობა დაქვემდებარებულია ავარიის ხდომილების რისკს, რომელიც ცალკეულ შემთხვევებში შესაძლოა მძიმე შედეგებით დასრულდეს. ბუნებრივია, საზოგადოების ინტერესი არის სისტემის – „წყალ-შემტბორი ნაგებობა-წყალსაცავი“ უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, რაც მოითხოვს იურიდიული, ადმინისტრაციული და საინჟინრო-ტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსურად გატარებას. ცხადია, რომ საქართველოშიც აუცილებელია ყველა აღნიშნული საკითხის მოგვარება, მითუმეტეს, როცა ქვეყნის ტერიტორიაზე ამჟამად ფუნქციონირებს 51 წყალსაცავიანი კაშხალი, რომელთაგან ICOLD-ის (დიდი კაშხლების საერთაშორისო კომისია) კრიტერიუმებს

შესაბამება 34 კაშხალი. საქართველოს დიდი კაშხლების ნუსხა მოცემულია პირველ ცხრილში.

საქართველოში ამ საკითხში მოქმედ რეგულაციებს შორის არის ყოფილი ენერგეტიკის სამინისტროს დარგობრივი წესები 1.17-97 „მშენებარე და ექსპლუატაციაში მყოფი ელექტროენერგეტიკული ობიექტების კაშხლებზე ნატურული დაკვირვებები და კვლევები“ და საქართველოს რესპუბლიკის ორგანული კანონი „სტრატეგიული დანიშნულების ობიექტების საინჟინრო-გეოდეზიური კონტროლისა და უსაფრთხოების შესახებ“ (2003 წ.). იყო რამდენიმე მცდელობა ამ სფეროში კანონმდებლობის მომზადებისა: 2010 წელს მომზადდა და ყოფილ ენერგეტიკის სამინისტროს გადაეცა ფორმა „STUCKY“-ს მიერ დამუშავებული კანონპროექტი „საქართველოს კანონი კაშხლების უსაფრთხოების შესახებ“, რომლის ძირითადი დებულებები ეფუძნება შვეიცარიაში მოქმედ ფედერალურ კანონს „Federal Law Regarding the Supervision of Hydraulic Structures“ (1877 წ.); 2019–21 წწ. მომზადდა და საქართველოს პარლამენტს გადაეცა კანონპროექტი „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების შესახებ“. აღნიშნული მცდელობები არ იყო წარმატებული.

საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების სისტემა აერთიანებს:

ა) საკანონმდებლო მოთხოვნებს, რომლის საფუძველად მოიაზრება სახელმწიფო კანონი „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების შესახებ“. ამ უკანასკნელის დებულებების განსახორციელებლად მუშავდება დეტალური სტანდარტები და რეგულაციები (მაგ., დოკუმენტის პროექტი „ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების ტექნიკური რეგლამენტი“).

ბ) უსაფრთხოების გაუმჯობესებისკენ მიმართუ-

ლი ახალი ეროვნული სტანდარტების რეგულარულად განახლება-დანერგვას.

გ) ძირითად დოკუმენტს – უსაფრთხოების პასპორტს. თითოეული ნაგებობისთვის შემუშავებულია უსაფრთხოების პასპორტი. ეს არის ძირითადი დოკუმენტი, რომელშიც მფლობელს არა მხოლოდ უსაფრთხოების გამოცხადება, არამედ ავარიის რისკის მისაღები დონის დასაბუთებაც მოეთხოვება. პასპორტმა უნდა გაიაროს სავალდებულო სახელმწიფო შემოწმება, რომელშიც მონაწილეობას მიიღებენ სპეციალიზებული ორგანიზაციები ან შესაბამისი დარგის უმაღლესი კვალიფიკაციის ექსპერტები, დარგში მინიმუმ 10-წლიანი სამუშაო გამოცდილებით.

დ) უწყვეტ მონიტორინგს, რაც გულისხმობს: დოკუმენტის შემუშავებას, რომელიც ადგენს ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტექნიკური მდგომარეობის მონიტორინგისა და პოტენციური ავარიების შედეგების პროგნოზირების ზოგად მოთხოვნებს. ეს ნიშნავს, რომ ნაგებობები უწყვეტად კონტროლდება თანამედროვე ინსტრუმენტების და მეთოდების გამოყენებით.

ე) გაფრთხილებას, ჩამოყალიბებულს დოკუმენტის სახით, სადაც მოცემულია ზოგადი მოთხოვნები ადრეული შეტყობინების სისტემების (EWS) დაგეგმარების, განხორციელებისა და ექსპლუატაციის შესახებ ოპერატიული პერსონალისთვის, საზოგადოებისთვის, ობიექტის ნორმალურ ფუნქციონირებასთან დაკავშირებული ინფრასტრუქტურის საექსპლუატაციო სამსახურებისთვის, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოებისთვის ავარიის შემდეგ.

ვ) საგანგებო სიტუაციებში სამოქმედო გეგმას (EAP), რომლის რეალიზაციის უზრუნველყოფის შესაბამისი ქმედებები მოცემულია დოკუმენტში, რომელიც ადგენს საგანგებო სიტუაციის (ნაგებობის ავარიის) დროს სამოქმედო გეგმის განხორციელებ-

ბის ღონისძიებების ერთობლიობას და პროცედურ- პეზზე სახელმწიფოს შესაბამის საგანგებო სამსა-  
რებს. დოკუმენტი მოქმედებს როგორც დაგეგმა- ხურებთან შეთანხმებით.  
რების, ისე მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ეტა-

ცხრილი 1.

კაშხლის ტიპი	რიგითი №	კაშხლის დასახელება	კაშხლის სიმაღლე, მ	წყალსაცავის მოცულობა, მლნ მ <sup>3</sup>	
თაღოვანი, ბეტონის	1	ენგური	271,5	1092	
	2	ლაჯანური	69	25	
გრავიტაციული, ბეტონის	3	გუმათი 1	32	39	
	4	ზაჰესი	24	12	
	5	ორთაჭალჰესი	18	2.4	
	6	თბილისის წყალსაცავის კაშხალი	15	308	
	7	ვარციხე 1	11	4.6	
	8	ჯანდარი	8	52	
	9	დიდაჭარა	55	1	
	10	კირნათი	19,3	6.23	
	11	ხელვაჩაური	12,5	--	
	ადგილობრივი მასალების	12	ჟინვალი	102	520
		13	სიონი	86	326
14		ალგეთი	86,65	65	
15		ზონკარი	81	43.5	
16		ვარდნილი 1	55	146	
17		ნარეკვავი	41	6.8	
18		დალის მთა	38	180	
19		თელეთის წყლის ჰიდროკვანძი	37	1.7	
20		მევრულა	36	82	
21		ხრამი 1	33	313	
22		ჭერეში	32,5	1.2	
23		ასურეთი	30	1.0	
24		ლაფიანას ხევი	20	3.6	
25		კუხის	19,5	1.9	
26		კუხისხევის ჰიდროკვანძი	18,0	5	
27		ჭალის	4 (17)	1.7	
28		კრანჭისხევის ჰიდროკვანძი	14,5	1.9	
29		დმანისის	14	11	
30		ცხენისის ჰა	12	1.53	
31		შაორჰესი	11,5	90	
32		მთისძირის ჰიდროკვანძი	11	3.1	
33		მარაზდა	8	1.2	
34		პანტიანი	--	6.3	
		<b>ჯამი</b>			<b>3355,66</b>

შენიშვნა: დიდ კაშხლებად მიჩნეულია 15 მ-ზე მეტი სიმაღლის ან 1 მლნ. მ<sup>3</sup>-ზე მეტი მოცულობის კაშხლები.

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ტექნიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია ავარიების რისკის ანალიზი, რომელიც ტარდება საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებული მოთხოვნების თანახმად. ავარიების ძირითადი სცენარები სამ ტიპად იყოფა:

1. მშენებლობის შეცდომებით გამოწვეული ავარია. ჰიდროტექნიკური ნაგებობის მშენებლობის დროს პროექტის მოთხოვნების შეუსრულებლობა, სამშენებლო ტექნოლოგიის დარღვევები. მაგ., მიწის კაშხლების შემთხვევაში, ამან შეიძლება გამოიწვიოს ნაგებობის არათანაბარი ჯდომა, ბზარების წარმოქმნა და ფერდებზე მეწყრული მოვლენების განვითარება, რაც გარღვევის ტალღის მაპროვოცირებელია და იწვევს ქვედა ბიეფის დატბორვას.

2. სადაწნეო ფრონტის ჩამოშლა. კაშხალზე წყლის უკონტროლო გადაღვრა, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს: კაშხლის ტანში წარმოიქმნილი ნაპრალით, წყალსაცავის გადავსების, წყალსაცავის გარემომცველი ფერდობების დამეწყრილი ქანების წყალსაცავში მოხვედრის, ძლიერი წყალდიდობის/წყალმოვარდნის ან წყალსაგდების არასაკმარისი გამტარუნარიანობის გამო.

3. ექსპლუატაციის პრობლემებით გამოწვეული ავარიები. წყალსაცავში ნატანის დაღეჟვა, ნაგებობის მასალების დაბერება, სუფუზია (გრუნტის

ნაწილაკების გამორეცხვა). ეს პროცესები შეიძლება შეუმჩნეველად განვითარდეს, მაგრამ საბოლოოდ ნაგებობის კრიტიკული დაზიანება გამოიწვიოს.

არსებითია უსაფრთხოების კლასისა და ავარიის ალბათობის დასაშვები სიდიდის დადგენა. უცხოეთში არსებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რეგულაციები ადგენს არა ნულოვან რისკს (რაც მიუღწეველია), არამედ ავარიის ალბათობის დასაშვებ მნიშვნელობებს, რომლებიც დამოკიდებულია კონსტრუქციის კლასზე. ამ მნიშვნელობების აღება შეიძლება მაგ., ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის კლასის მიხედვით. ავარიის დასაშვები ალბათობა შეიძლება განისაზღვროს მე-2 ცხრილის მიხედვით. ცხრილი აჩვენებს, რომ ნაგებობის კლასის ზრდასთან (პოტენციური ზარალის მატებასთან) ერთად მკაცრდება საიმედოობის მოთხოვნები.

აღსანიშნავია ჰიდროტექნიკური ნაგებობების უსაფრთხოების ამჟამად არსებული პრობლემები. საერთაშორისო პრაქტიკაში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების დაპროექტების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის შესახებ შემუშავებული მარეგულირებელი ჩარჩოს მიუხედავად, შეიძლება გამოიყოს არაერთი ფაქტორი, რომლებიც ზრდის ავარიების რისკს, მათ შორის არსებითია:

ცხრილი 2.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კლასი	ავარიის დასაშვები ალბათობა
I	2
I კლასი (უსაფრთხოების ყველაზე მაღალი დონე)	$1 \times 10^{-5}$ (10000 წელიწადში ერთხელ)
II კლასი	$1 \times 10^{-4}$ (1000 წელიწადში ერთხელ)
III კლასი	$2.5 \times 10^{-3}$ (400 წელიწადში ერთხელ)
IV კლასი (უსაფრთხოების ყველაზე დაბალი დონე)	$5 \times 10^{-3}$ (200 წელიწადში ერთხელ)

ა) *ნაგებობების დაზიანება*. ბევრმა ჰიდროტექნიკურმა ნაგებობამ მიაღწია საექსპლუატაციო ხანგრძლივობის სტანდარტულ ზღვარს. (საქართველოში ასეთი ნაგებობების მნიშვნელოვანი ნაწილის ექსპლუატაციის ხანგრძლივობა აღემატება 40 წელს) დაფინანსების ნაკლებობის გამო, მათი კაპიტალური რემონტი და რეაბილიტაცია/რეკონსტრუქცია ყოველთვის არ ტარდება დროულად.

ბ) *ადამიანური ფაქტორი*. სუბიექტური შეცდომები ნებისმიერ ეტაპზე – საინჟინრო კვლევებიდან და დაპროექტიებიდან ექსპლუატაციამდე – რჩება ავარიების ერთ-ერთ მთავარ მიზეზად.

გ) *ბუნებრივი ფაქტორები*. კლიმატის გლობალური ცვლილება იწვევს უფრო ხშირ და ძლიერ წყალდიდობებს/წყალმოვარდნებს, ასევე ექსტრემალურ ქარს, ტალღურ, ტემპერატურულ და სეისმურ მოვლენებს, რაც განაპირობებს მათ გაზრდილ ზემოქმედებას და ზრდის შესაბამისი დატვირთვების ინტენსიურობას.

დ) *ნაგებობის მფლობელის კვალიფიკაცია*. პრობლემა წარმოიქმნება, როდესაც ნაგებობები ეკუთვნის ფიზიკურ ან იურიდიულ პირებს, რომლებსაც არ აქვთ სათანადო ცოდნა/გამოცდილება და რესურსები მათი უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ტექნიკური უსაფრთხოება თანამედროვე პირობებში აერთიანებს რთულ საინჟინრო გამოთვლებს, სამართლებრივი რეგულირების ინსტრუმენტებს და ეკონომიკურ მექანიზმებს (მაგ., სავალდებულო დაზღვევას), რომლის მიზანია კატასტროფული შედეგების თავიდან აცილება ადამიანებისთვის, ინფრასტრუქტურისთვის, მრეწველობისთვის, სოფლის მეურნეობისა და ტერიტორიებისთვის – საზოგადოდ გარემოსთვის.

კაშხლებთან დაკავშირებით, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ამოცანა ცალსახად მიმართულია რისკის საკვანძო ელემენტების კვლევისკენ. კაშხალი ნებისმიერი დანიშნულების ჰიდროკვანძის ძირითადი კომპონენტია და მისი უსაფრთხოება სამი ძირითადი ასპექტისგან შედგება: ნაგებობაში განვითარებული რომელი პროცესების დაფიქსირებისკენ არის მიმართული დაკვირვება (მონიტორინგი), რას იწვევს ესა თუ ის პროცესი (რისკები და ავარიების მიზეზები) და რამდენად შეესაბამება პროცესის კვლევის სიზუსტე თანამედროვე მოთხოვნებს (დიაგნოსტიკური მეთოდები). კაშხლის მონიტორინგის სისტემა ახდენს კაშხლის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი მრავალი ფაქტორის ერთდროულ ფიქსაციას რეალურ დროში.

საერთაშორისო რეგულაციების თანახმად, კაშხლის ექსპლუატაციისას სპეციალისტებს მოეთხოვებათ შემდეგი ინდიკატორების ჯგუფების მონიტორინგი:

ა) *დატვირთვები და ზემოქმედება*: წყლის ჰიდროსტატიკური წნევა, ნაგებობისა და გრუნტის ტემპერატურა, ყინულის წნევა, დაღეჟილი ნატანის წნევა, სეისმური ზემოქმედება.

ბ) *დეფორმაციები და ძაბვები*: კაშხლის ვერტიკალური ჯდომები და ჰორიზონტალური გადაადგილებები, ძაბვები ბეტონსა ან გრუნტში, სექციათშორისი ნაკერების და ბზარების გახსნა.

გ) *კაშხლის ტანში, მის ფუძესა და შემოვლით წყლის ფილტრაციის რეჟიმში*: ფილტრაციული წყლის ნაკადის სიჩქარე, დეპრესიის მრუდის მდებარეობა, გრუნტის ფორული წნევა, პიეზომეტრიული დაწნევები. უკონტროლო ფილტრაცია ავარიების ხშირი მიზეზია.

დ) ფუძის და კალაპოტის მდგომარეობა: კალაპოტის ჰიდრავლიკური წარეცხვები, მყარი ნატანის დალექვა.

ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებზე მომხდარი კატასტროფების ანალიზით გამოიყოფა კაშხლების სტრუქტურული რღვევის შემდეგი ძირითადი ფაქტორები:

ა) *სტიქიური უბედურებები*: მიწისძვრები, ქარიშხლები, ზვავები და მეწყრები, კლასიკური მაგალითია იტალიაში ვაიონტის კაშხალზე მომხდარი ტრაგედია 1963 წელს, სადაც გიგანტურმა მეწყერმა (მოცულობით 250 მლნ კუბ. მეტრი) გამოიწვია 70 მ წყლის ფენის გადაღვრა კაშხლის თხემზე და 3000-მდე ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა (Muller, L. Landslide in the Vajont Valley / L. Muller // Problems of Engineering Geology).

ბ) *კონსტრუქციული და დაპროექტების შეცდომები*: წყალსაგდების არასაკმარისი გამტარუნარიანობა (რაც იწვევს წყლის გადაღვრას კაშხლის თხემზე და ფერდის წარეცხვას), ფუძის დეფექტები და შეცდომები კაშხლების მდგრადობის გაანგარიშებისას.

ბ) *ექსპლუატაციის წესების დარღვევა*: დაგვიანებული რემონტი, მოწყობილობების ცვეთა და საექსპლუატაციო პერსონალის შეცდომა.

დ) *ფილტრაციით გამოწვეული რღვევა*: გრუნტის სიმტკიცის დაკარგვა შიდა ეროზიის (სუფუზიის) გამო. თვალსაჩინო მაგალითია 2020 წელს სარდობას წყალსაცავის (უზბეკეთი) მიწის კაშხალზე მომხდარი ავარია. ექსპერტების შეფასებამ აჩვენა, რომ მიზეზი იყო კაშხლის ტანისა და ფუძის გრუნტების ფილტრაციული სიმტკიცის დაკარგვა, რამაც გამოიწვია ლოკალური რღვევა და შედეგად წყლის გადაღვრა ქვედა ბიეფში (Shukurov Zh. (2020, May 4)., Shallow Sardoba: natural disaster or human factor?).

თანამედროვე პირობებში ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მონიტორინგის მეთოდები მუდმივად იხვეწება. ამასთანავე ტრადიციული, ვიზუალური დათვალიერება და ინსტრუმენტული მონიტორინგი კვლავ აქტუალურია. ამჟამად, კაშხლების ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკისთვის გამოიყენება მეთოდები, რომლებიც არ საჭიროებს მათი ფუნქციონირების შეფერხებას: კაშხლის ტანისა და ფუძის სეისმური, ელექტრომეტრიული და ულტრაბგერითი ტომოგრაფია; კაშხლის ზედაპირის მრავალწლიანი სკანირება საფრენ აპარატებზე (დრონები, თვითმფრინავები და კოსმოსური თანამგზავრები) და მიწისზედა (სტაციონარული) და მონტაჟებული მოწყობილობებისა და ინსტრუმენტების გამოყენებით; წყალდიდობისა და დატბორვის პროგნოზირებისთვის გლობალური მეტეოროლოგიური მონიტორინგის სისტემის მონაცემთა ბაზების გამოყენება; წყალსაცავის ბათიმეტრიული კვლევები და ა.შ. ტექნიკური მდგომარეობის დიაგნოსტიკის ჩამოთვლილი მეთოდები საშუალებას იძლევა, ადრეულ ეტაპზე იქნეს ამოცნობილი პრობლემები და, შესაბამისად, პროგნოზირებული ნაგებობის მომავალი ყოფაქცევა დარღვევების თვალსაჩინო ნიშნების აღმოჩენის გარეშე. ყოველივე აღნიშნული კაშხლის უსაფრთხოების თანამედროვე მიდგომის საფუძველია, რომელიც, თავისი არსით, მკაცრი მარეგულირებელი მოთხოვნებისა და მოწინავე ტექნოლოგიების ერთობლიობაა. სახელმწიფო სტანდარტებმა უნდა დაადგინოს წესები, ხოლო ახალი გეოფიზიკური და სხვა ინოვაციური მეთოდები საშუალებას იძლევა, საკვლევი ობიექტის სტრუქტურას დავაკვირდეთ შიგნიდან მისი ფუნქციონირების შეფერხების გარეშე. მთავარი მიზანია ავარიის შედეგის შერბილებიდან ავარიის პრევენ-

ციაზე ყურადღების გადატანა, კატასტროფის გამომწვევი უხილავი პროცესების დროულად გამოვლენა.

მიწისა და ბეტონის კაშხლების რისკის შეფასება ფუნდამენტურად განსხვავებულია. ეს განპირობებულია მასალების განსხვავებული ქცევით: გრუნტი დეფორმირდება და ფილტრაციას ექვემდებარება, ხოლო ბეტონი იტანს დატვირთვას, მაგრამ მგრძობიარეა ფუძის გასწვრივ ბზარებისა და ძვრის მიმართ. ქვემოთ მოგვყავს რისკების შეფასების პრინციპები მიწისა და ბეტონის კაშხლებისთვის.

მიწის კაშხლების ძირითადი საფრთხეები დაკავშირებულია ფილტრაციის პროცესებთან და ფერდების მდგრადობის დაკარგვასთან. შეფასების მეთოდები აქ მრავალფეროვანია და შედეგები შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს არჩეული მეთოდოლოგიის მიხედვით. ავარიების ძირითადი სცენარები და მათი შეფასების მიდგომებია:

ა) *ფილტრაციული სიმტკიცის უკმარობა*. ეს არის ავარიების ყველაზე გავრცელებული მიზეზი. რისკის შეფასება ეფუძნება კაშხლის ტანში წნევის გრადიენტების ანალიზს და მათ შედარებას კრიტიკულ მნიშვნელობებთან (Bruschi J., Paiva Guedes V., Carvalho Saar R. Integrating internal erosion into risk charts: a simplified approach for earth dams). მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა მეთოდმა შეიძლება გამოიწვიოს ურთიერთგამორიცხავი შედეგები: მაგ., ერთი მეთოდის მიხედვით მოსალოდნელია კაშხლის ტანში ფილტრაციით გამოწვეული ავარიების უდიდესი რისკი (Volkov, V., & Dobrovolskaya, E. (2015). Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods), ხოლო მეორე პროგნოზირებს უდიდეს რისკს ფუძეში (Volkov, V., & Dobrovolskaya, E. (2015). Analysis of the results of

risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods).

ბ) *სტატიკური მდგრადობის დაკარგვა*. ანალიზი ეყრდნობა კაშხლის ფერდების მდგრადობას მათი მოცურების მიმართ. შედეგები მნიშვნელოვნად განსხვავდება: სხვადასხვა მეთოდის შედარებამ აჩვენა, რომ ავარიის ალბათობის შეფასების შეუსაბამობა შეიძლება მერყეობდეს 14.8%-დან 99.9%-მდე (Volkov V. Dobrovolskaya E. CYBERLENINKA; Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods). ეს მიუთითებს, რომ შეფასების მეთოდის არჩევანი ძალიან მნიშვნელოვანია.

გ) *შიდა ეროზია (სუფუზია)*. თანამედროვე კვლევა ხაზს უსვამს შიდა ეროზიის ცალკე განხილვის აუცილებლობას. შემოთავაზებულია რისკის კლასიფიკაცია ოთხ კატეგორიად: „ნორმალური“, „საყურადღებო“, „საგანგაშო“ და „გადაუღებელი“, ფაქტობრივი და კრიტიკული წნევის გრადიენტების შედარების საფუძველზე (Volkov V. Dobrovolskaya E. CYBERLENINKA; Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods).

დ) *სისტემური მიდგომა*. ზოგიერთი ექსპერტი გვთავაზობს მიწის კაშხლის დინამიკურ სისტემად განხილვას, ტანისა და ფუძის დაზიანების ხარისხზე მოქმედი მრავალი ცვლადის გათვალისწინებით (Volkov V. Dobrovolskaya E. CYBERLENINKA; Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods).

მე-3 ცხრილში მოყვანილია მიწის კაშხლების რისკების შეფასების ძირითადი მეთოდები და მათი მახასიათებელი თავისებურებები.

მეთოდი/მიდგომა	რას აფასებს	დამახასიათებელი თავისებურება
1	2	3
რ.ფელის (R.Fell) მეთოდოლოგია	ფილტრაციული პროცესები, მდგრადობის დაკარგვა (Bruschi, J., Paiva Guedes, V., & Carvalho Saar, R. (2025). Integrating internal erosion into risk charts: A simplified approach for earth dams, Volkov, V., & Dobrovolskaya, E. (2015). Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods.)	აჩვენებს ყველაზე დიდ რისკს კაშხლის ტანში.
რუსეთის წყალთა მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მეთოდოლოგია	ფილტრაციული პროცესები, მდგრადობის დაკარგვა (Bruschi, J., Paiva Guedes, V., & Carvalho Saar, R. (2025). Integrating internal erosion into risk charts: A simplified approach for earth dams, Volkov, V., & Dobrovolskaya, E. (2015). Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods.)	აჩვენებს ყველაზე დიდ რისკს კაშხლის ფუძეში.
კვლევით ინსტიტუტ „ვოდგოს“ (რუსეთი) მეთოდოლოგია	სტატიკური მდგრადობის დაკარგვა (Bruschi, J., Paiva Guedes, V., & Carvalho Saar, R. (2025). Integrating internal erosion into risk charts: A simplified approach for earth dams, Volkov, V., & Dobrovolskaya, E. (2015). Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods.)	შედეგები მნიშვნელოვნად განსხვავდება სხვა მეთოდებისგან.
ჰიდრაულიკური გრადიენტის ანალიზი	შიდა ეროზია (სუფოზია) (Bruschi, J., Paiva Guedes, V., & Carvalho Saar, R. (2025). Integrating internal erosion into risk charts: A simplified approach for earth dams)	იძლევა რისკის კლასიფიკაციის საშუალებას (ნორმა/ყურადღება/სიფრთხილე/ავარია).
დინამიკური სისტემა.	დაზიანებათა კომპლექსი (Zharnitsky, V. Ya., & Andreev, E. V. (2016). Earth dams as an object of a dynamic system).	ითვალისწინებს მრავალ ცვლადს და მოითხოვს კომპლექსურ მოდელირებას.

ბეტონის კაშხლებისთვის, განსაკუთრებით გრავიტაციული კაშხლებისთვის კლდოვან ფუძეზე, ძირითადია კონტაქტის “ბეტონი-კლდე” სიმტკიცე და მთელი ნაგებობის მდგრადობა ძვრაზე. ავარიის

ძირითადი სცენარები და მათი შეფასების მიდგომები შემდეგია:

ა) საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცის დარღვევა. ეს გრავიტაციული კაშხლების ძირითადი ზონაა. რისკი ფასდება ალბათური მეთოდების გამოყენებით,

რომლებიც ითვალისწინებს დატვირთვების შემთხვევით ბუნებას (მაგ., წყლის დონის ცვალებადობას) და ბეტონისა და კლდოვანი ქანის სიმტკიცის მახასიათებლებს.

ბ) ძვრა ფუძის გასწვრივ. ფასდება კაშხლის მდგრადობის დაკარგვის ალბათობა. მნიშვნელოვანია კლდოვანი ფუძის საკონტაქტო ზედაპირის უთანაბრობის გათვალისწინება, რომელიც რეალურად ზრდის ძვრის წინააღმდეგობას, მაგრამ ხშირად იგნორირებულია გამარტივებულ გამოთვლებში.

გ) ბზართყარმოქმნა. ზოგიერთი ტიპის კაშხლისთვის, როგორცაა ფილტრაციის საწინააღმდეგო ბეტონისეკრანის ქვყარილი კაშხლები (CFRD), კაშხლის ბეტონის ეკრანზე ბზარების გაჩენის რისკი კრიტიკულია. გამოიყენება კომპლექსური მეთოდე-

ბი: ალბათური მიდგომის (მასალის პარამეტრების ლატენტური ჰიპერკუბური შერჩევის მეთოდი – LHS) და მანქანური სწავლების (LSTM ალგორითმი რეაგირების ზედაპირის აგებისთვის) კომბინაცია.

დ) თანამედროვე მეთოდები. თანამედროვე პირობებში სულ უფრო ხშირად გამოიყენება საიმედოობის ანალიზი, რაც საშუალებას იძლევა გამოითვალოს „მტყუნების ალბათობა“ დატვირთვის სხვადასხვა სცენარისთვის (მაგ., ექსტრემალური წყალუხვობისთვის) და ჩატარდეს მგრძნობელობის ანალიზი იმის დასადგენად, თუ რომელი ფაქტორები ახდენს ყველაზე დიდ გავლენას უსაფრთხოებაზე.

მე-4 ცხრილში მოყვანილია ბეტონის კაშხლების რისკების შეფასების ძირითადი მეთოდები და მათი დამახასიათებელი თავისებურებები.

ცხრილი 4

მეთოდი/მიდგომა	რას აფასებს	დამახასიათებელი თავისებურება
ალბათური შეფასება	საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცე, ძვრის წინააღმდეგობა (Balabay, O. (2015). Probabilistic assessment of the risk of accidents on concrete gravity dams on rock base.)	ითვალისწინებს დატვირთვების და მასალის თვისებების შემთხვევით ბუნებას.
საიმედოობის ანალიზი	რღვევის ალბათობა სხვადასხვა დატვირთვისას (Sas, G., & Ulfberg, A. (2025). A holistic approach for improved safety of concrete dams.)	იძლევა მგრძნობელობის ანალიზისა და ძირითადი რისკფაქტორების იდენტიფიცირების საშუალებას.
ფუძის საკონტაქტო ზედაპირის უთანაბრობის გათვალისწინება	ძვრაზე წინააღმდეგობა კლდოვან ფუძეზე (Sas, G., & Ulfberg, A. (2025). A holistic approach for improved safety of concrete dams.)	შეფასება უფრო რეალისტურია, კონსერვატიული მეთოდების გვერდის ავლის გამო.
<b>LHS + LSTM</b>	ბზართყარმოქმნის რისკი ბეტონის ეკრანში (CFRD) (Liu, Y. (2025). Dam safety and monitoring. <i>Institute for Building and Design.</i> )	აერთიანებს გრუნტის პარამეტრების ალბათურ მოდელირებას მანქანურ სწავლებასთან.

თაღოვანი კაშხლების რისკის შეფასებას გამორჩეული მახასიათებლები აქვს, რაც ფუნდამენტურად განასხვავებს მათ მიწის ან გრავიტაციული

ბეტონის კაშხლებისგან. თაღოვანი კაშხალი არის თხელი, რომელიც კოლოსალურ წყლის წნევას კლდოვან ნაპირებს გადასცემს. ამიტომ, აქ მთავარი

რისკი არის არა თავად ბეტონის სიმტკიცე, არამედ იმ კლდოვანი სანაპირო ფუძის საიმედოობა, რომელსაც კაშხალი ეყრდნობა.

რისკის შეფასების ძირითადი სფეროებია:

\* სანაპირო საყრდენების სტაბილურობა. ეს უმთავრესი პრიორიტეტია. კლდოვანი ქანების გადაადგილების ან ჩამონგრევის ალბათობა ფასდება მათში ბზარებისა და დასუსტებული ზონების მიხედვით, რომლებიც კაშხლის ძალიან დიდ ზემოქმედებას განიცდის.

\* ფუძის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა. კაშხლის მიყრდნობის პერიმეტრზე არსებული ქანები გაანგარიშებულია დატვირთვებზე მისი რეაგირების თვალსაზრისით, რაც განსაზღვრავს არათანაბარი დეფორმაციების რისკს და შესაძლოა გამოიწვიოს დასაშვებზე მაღალი ძაბვები თაღოვანი კაშხლის ტანში.

\* ბეტონი-ქანის კონტაქტის ზონის მდგომარეობა. ეს არის ყველაზე სახიფათო წერტილი, სადაც რღვევამ ან გაჟონვამ შეიძლება გამოიწვიოს ნგრევა.

\* თავად თაღის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა (SSS). ფასდება იმის მიხედვით, შეუძლია თუ არა ბეტონს წინააღმდეგობა გაუწიოს გამჭიმავ და მკუმშავ ძაბვებს და რამდენად საშიშია განვითარებული ბზარები.

ძირითადი რისკის სახით განიხილება საყრდენი ბორტების სტაბილურობის დაკარგვა. ამ რისკის ილუსტრირების კლასიკური და ყველაზე ტრაგიკული მაგალითია მალპასეს კაშხლის ჩამონგრევა საფრანგეთში 1959 წელს (Londe P., The Malpasset Dam failure, Engineering Geology).

ეს თხელი, 60 მეტრი სიმაღლის თაღოვანი კაშხალი მყისიერად ჩამოინგრა, რამაც 420-ზე მეტი

ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა. კომისიის ოფიციალური დასკვნა ცალსახა იყო: კაშხალი ჩამოინგრა არა ბეტონის დეფექტების, არამედ მარცხენა ნაპირის საყრდენის გადაადგილების გამო, რომელიც გადაადგილდა კლდის მასაში ფარული ბზარის გასწვრივ. დამპროექტებლებმა ვერ გაითვალისწინეს ძირითადი ქანის სიმტკიცე და ბზარები და თაღის ძალოვანმა ზემოქმედებამ გამოიწვია ბორტის რღვევა. ამ კატასტროფამ სამუდამოდ შეცვალა თაღოვანი კაშხლის დაპროექტებისადმი მიდგომა, აიძულა ინჟინრები კაშხლის საყრდენი ბორტის გეოლოგიის შესწავლა მაქსიმალური სიღრმით განხორციელებინათ.

დღესდღეობით, თაღოვანი კაშხლების რისკის შეფასება მაღალტექნოლოგიური პროცესია, რომელიც აერთიანებს ადგილზე დაკვირვებას (მონიტორინგს) და კომპიუტერულ მოდელირებას.

#### 1. მონიტორინგი და დიაგნოსტიკა.

სპეციალისტები მუდმივად აკვირდებიან კაშხლის „ქცევას“. მაგალითად, თაღოვანი კაშხლების ექსპლუატაციის უნიკალური გამოცდილება აჩვენებს ყველაზე ინფორმაციული მდგომარეობის ინდიკატორების იდენტიფიცირების მნიშვნელობას. მეცნიერებმა შეიმუშავეს მეთოდოლოგია, რომელიც საშუალებას აძლევს მათ შექმნან პროგნოზირებადი (სტატისტიკური) მოდელები ადგილზე გაზომვების (ძაბვა, დეფორმაცია, ბზარების გახსნა) საფუძველზე და განსაზღვრონ ამ პარამეტრების კრიტერიალური (მაქსიმალურად დასაშვები) მნიშვნელობები. ტექნიკური მდგომარეობა ფასდება ფაქტობრივი მონაცემების შედარებით საპროგნოზო და კრიტერიალურ მნიშვნელობებთან (ICOLD (International Commission on Large Dams)).

2. მოდელირება სასრული ელემენტების მეთოდით (FEM).

რთული და უნიკალური კაშხლებისთვის იქმნება დეტალური სამგანზომილებიანი (3D) კომპიუტერული მოდელები, რომლებიც ითვალისწინებს ყველა სპეციფიკურ მახასიათებელს: მშენებლობის თანამიმდევრობას, ბეტონისა და კლდის თვისებებს, ზხარის გახსნას, ტემპერატურულ ეფექტებს და წყლის დონის ცვალებადობას.

3. მარეგულირებელი მოთხოვნები.

ყველა ეს გამოთვლა ხორციელდება სამშენებლო ნორმებისა და რეკომენდაციების მკაცრი დაცვით. საერთაშორისო ნორმები და რეკომენდაციები (ICOLD ბიულეტენები) ცალსახად ადგენს, რომ თაღვანი კაშხლებისთვის, კლდის საყრდენების სტაბილურობის გამოთვლები, ასევე სიმტკიცისა და სტაბილურობის გამოთვლები, უნდა შესრულდეს სხვადასხვა ფაქტორის გათვალისწინებით (ICOLD (INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS) Bulletin).

ცხადია, რომ კაშხლების უსასფრთხოების სფეროში კანონმდებლობის შექმნა შრომატევადი და ეტაპობრივად გადასაჭრელი ამოცანაა, რომელიც უნდა შესრულდეს იურიდიული და ტექნიკური სფეროს ექსპერტების ერთობლივი მონაწილეობით და შეჯერდეს მსოფლიო და სამამულო გამოცდილებასთან, რაც, ბუნებრივია, გარკვეულ დროს მოითხოვს.

## დასკვნა

ყოველივე ზემოთ მოყვანილის საფუძველზე შეიძლება აღინიშნოს შემდეგი:

კაშხლის ტიპის მიუხედავად, რისკის შეფასება რთული პროცესია, რომელიც ხშირად მოიცავს:

1. პოტენციური რღვევის რეჟიმების ანალიზს (PFMA).

ექსპერტები მსჯელობენ რღვევის ყველა შესაძლო სცენარის, მათ შორის იშვიათი და ნაკლებად სავარაუდო, გონივრულად შეფასების მიზნით (Project - Soft Maple Development Comprehensive Assessment, Brookfield Renewable, Croghan, New York).

2. რისკის რაოდენობრივ შეფასებას. ავარიის ალბათობა შეიძლება შეფასდეს როგორც რაოდენობრივად (მაგ.,  $5 \times 10^{-5}$ ), ისე რიგითი სიდიდებით. ამ მიზნით ხშირად გამოიყენება ექსპერტების ანონიმური გამოკითხვა, რასაც მოჰყვება დისკუსია კონსენსუსის მისაღწევად (Project - Soft Maple Development Comprehensive Assessment, Brookfield Renewable, Croghan, New York).

3. შედეგების შეფასებას. რისკი არა მხოლოდ ავარიის ალბათობაა, არამედ მისი შედეგებიც. ამიტომ, პოტენციური ზიანი ყოველთვის ფასდება, მათ შორის სიცოცხლის მოსპობა, ქონების დაზიანება და გარემოზე ზემოქმედება (Project - Soft Maple Development Comprehensive Assessment, Brookfield Renewable, Croghan, New York).

4. თაღვანი კაშხლის საიმედოობას განსაზღვრავს კაშხლის ბორტების შემადგენელი ქანების საიმედოობა. თანამედროვე რისკების ამ რთული სისტემის ქცევის მაღალი სიზუსტით პროგნოზირებისა და კატასტროფების პრევენციის შეფასება.

5. ზემოთ მოყვანილის გათვალისწინებით და აგრეთვე სხვა აუცილებელი ფაქტორების მხედველობაში მიღებით, ამჟამად საქართველოში დასკვნით სტადიაზეა ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა უსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტის შემუშავება, რომელიც აუცილებელია ამ სფეროში არსებული

დიდი, წყალსაცავიანი ჰესების უსაფრთხო და მაღალ- კური ღონისძიებების კომპლესურად გატარების ლეფექტური ექსპლუატაციისთვის საჭირო იური- ხელშეწყობისათვის. დიული, ადმინისტრაციული და საინჟინრო-ტექნი-

### ლიტერატურა

1. Muller, L. (1967). Landslide in the Vajont Valley. *Problems of Engineering Geology*, (4).
2. Shukurov, Z. (2020, May 4). Shallow Sardoba: Natural disaster or human factor? *KUN.UZ*.  
<https://kun.uz/ru/news/2020/05/04/obmelevshaya-sardoba-stixiya-ili-chelovecheskiy-faktor>
3. Bruschi, J., Paiva Guedes, V., & Carvalho Saar, R. (2025). Integrating internal erosion into risk charts: A simplified approach for earth dams. *Dams and Reservoirs*, 35(3–4), 92–102.
4. Volkov, V., & Dobrovolskaya, E. (2015). Analysis of the results of risk assessment of hydraulic structures accidents obtained using various methods. *Nature Engineering*. Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy.
5. Zharnitsky, V. Ya., & Andreev, E. V. (2016). Earth dams as an object of a dynamic system. *Nature Management*, (1).
6. Balabay, O. (2015). Probabilistic assessment of the risk of accidents on concrete gravity dams on rock base. *Collection of Scientific Works of the Ukrainian State University of Railway Transport*, (157).
7. Sas, G., & Ulfberg, A. (2025). A holistic approach for improved safety of concrete dams. *Civil and Hydraulic Engineering Research*.
8. Liu, Y. (2025). Dam safety and monitoring. *Institute for Building and Design*.  
<https://cae.au.dk/forskning/forsknings-og-udviklingsomraader/structural-engineering/research-groups-1/structural-dynamics-and-monitoring/research/monitoring/stress-estimation-of-offshore-structures-1>
9. Londe, P. (1987). The Malpasset dam failure. *Engineering Geology*, 24(1–4), 295–329.  
[https://doi.org/10.1016/0013-7952\(87\)90069-X](https://doi.org/10.1016/0013-7952(87)90069-X)
10. International Commission on Large Dams (ICOLD). (1987). *Dam safety: Guidelines* (Bulletin 59).
11. International Commission on Large Dams (ICOLD). (2024). *Arch dam design: Structural analysis methodologies and criteria* (Bulletin 206).
12. GEI Consultants. (2025). *Soft Maple Development comprehensive assessment*.  
<https://www.geiconsultants.com/projects/soft-maple-ca/>

UDC 627.4

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-116-129>

## On the Technical Safety of Hydrotechnical Structures

- Ivane Nonievi** Georgian Technical University, faculty of power engineering, Associate Professor, Georgia  
E-mail: i.noniev@gtu.ge
- Grigol Khelidze** Georgian Technical University, faculty of power engineering, Professor, Georgia  
E-mail: g.khelidze@gtu.ge
- Teimuraz Bulia** Georgian Technical University, faculty of power engineering, Associate Professor, Georgia  
E-mail: t.bulia@gtu.ge
- Bachana Pipia** Georgian Technical University, faculty of power engineering, Associate Professor, Georgia  
E-mail: b.phiphia@gtu.ge

### Reviewers:

**G. Gigineishvili**, Georgian Technical University Faculty of Power Engineering, Academic Doctor, Professor  
E-mail: g.gigineishvili@gtu.ge

**M. Tsikarishvili**, Georgian Technical University Faculty of Construction, Doctor of Technical Sciences, Professor  
E-mail: malkhaztsikari@mail.ru

**Abstract.** Given the potentially severe socioeconomic and ecological consequences of accidents at hydrotechnical structures, ensuring the safe operation of dams is of great importance, making dam safety a critical issue. For Georgia, a country with significant hydropower resources, it is essential to regulate relations between state authorities, owners, and operators of hydroelectric power plants in the field of dam safety—covering all stages from design, construction, commissioning, operation, rehabilitation/reconstruction, to conservation and liquidation. Achieving this requires the development of a comprehensive legislative framework that integrates both legal and technical aspects. In this context, the article examines key components of hydraulic structure safety systems as adopted in international practice. It discusses the types and classifications of potential accidents, the determination of safety classes for structures, and acceptable accident probability levels. The paper also outlines current challenges in hydraulic structure safety, describes the main components of dam safety, highlights the advantages of modern diagnostic tools for assessing technical conditions, and presents primary accident scenarios for earthen and concrete dams along with approaches to their evaluation. It is noted that Georgia is in the final stage of developing a normative document on the safety of hydraulic structures..

**Keywords:** Dam; Early warning system; Hydraulic structures; Monitoring; Risk of accidents; Technical safety.

---

*განხილვის თარიღი 06.03.2026*

*შემოსვლის თარიღი 03.09.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 625.21

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-130-138>

საავტომობილო გზის ასფალტბეტონის საფარის ცვეთა სატრანსპორტო

ნაკადის მოქმედებისას, როგორც მისი საექსპლუატაციო მდგომარეობის ფუნქცია

- თენგიზ პაპუაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: [papuashvilitengizi01@gtu.ge](mailto:papuashvilitengizi01@gtu.ge)
- ალექსი ბურდულაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: [a.burduladze@gtu.ge](mailto:a.burduladze@gtu.ge)
- ნუგზარ რურუა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: [n.rurua@gtu.ge](mailto:n.rurua@gtu.ge)
- გიორგი აღნიაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო  
E-mail: [agniashviligiorgi92@gmail.com](mailto:agniashviligiorgi92@gmail.com)
- თორნიკე ფოჩხიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: [pochkhidzepp@icloud.com](mailto:pochkhidzepp@icloud.com)

#### რეცენზენტები:

**პ. ნადირაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: [p.nadirashvili@gtu.ge](mailto:p.nadirashvili@gtu.ge)

**კ. მჭედლიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: [mtchedlishvilikonstantine01@gtu.ge](mailto:mtchedlishvilikonstantine01@gtu.ge)

**ანოტაცია.** გზის საფარის ცვეთის მიზნების შეფასება აუცილებელია დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის სტადიაზე სამართავი გადაწყვეტილებების მისაღებად საფარის ექსპლუატაციის თავისე-

ბურებების გათვალისწინებით კონკრეტულ ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებში. გზის საფარის ექსპლუატაციის ხანგრძლივი პერიოდები, ცვეთის შემცირების მიზნით იწვევს მისი შენახვის ახალ მოთხოვნებს.

საავტომობილო გზის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენის ცვეთის შეფასება და საექსპლუატაციო მახასიათებლების შემდგომი პროგნოზირება ემყარება შემთხვევითი პარამეტრების მექანიკურ ზემოქმედებას, ცვალებად ძალებს და დროებით საექსპლუატაციო ურთიერთქმედებებს, რომლებიც იცვლება არა მხოლოდ სიდიდეების მიხედვით, არამედ გეომეტრიული, სივრცითი მხარითაც.

სტატიაში განხილულია საავტომობილო გზების ასფალტბეტონის საფარის ცვეთა სატრანსპორტო ნაკადის მოქმედებისას, როგორც მისი საექსპლუატაციო მდგომარეობის ფუნქცია.

**საკვანძო სიტყვები:** კონსტრუქცია; კორელაცია; ლიანდი; საგზაო საფარი; ჩქაროსნული ნაკადი; ცვეთა; ძაბვა; ხახუნი.

## შესავალი

მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებულია ხელოვნური ტიპის ასფალტბეტონის საფარის მქონე გზები, რაც პასუხობს ინტენსიურობისა და ჩქაროსნული მოძრაობის ექსპლუატაციის თანამედროვე მოთხოვნებს და მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში შეადგენს კაპიტალური ტიპის საფარიანი გზების საერთო განფენილობის 90-95%-ზე მეტს. ეს მოითხოვს სამეცნიერო თანამეგობრობის მუდმივ ყურადღებას ექსპლუატაციის დროს წარმოქმნილი პრობლემების მიმართ.

საავტომობილო გზებისა და საგზაო ქსელის ძირითადი მიმართულება არის მათი სრულყოფა და საჭირო მდგომარეობაში შენახვა. სამეცნიერო ძიებების აბსოლუტური უმრავლესობა მიძღვნილია ას-

ფალტბეტონის საფარისა და საცვეთი ფენების მომსახურების ვადის გაზრდისადმი. ამავე დროს აღნიშნულია, რომ საფარის მომსახურების ვადა მცირდება. ამის განმსაზღვრელი მიზეზებია საფარის დეფორმაციის, რღვევისა და ცვეთის გამომწვევი, სატრანსპორტო ნაკადის ასაკობრივი ინტენსიურობის ზრდა, მისი ჩქაროსნული რეჟიმების მომატება.

## ძირითადი ნაწილი

სულ უფრო მზარდი საავტომობილო გზების ქსელი მოითხოვს უფრო მეტ დანახარჯებს მათ საექსპლუატაციო შენახვაზე. ეს ბევრი მიზეზით არის გამოწვეული, ერთ-ერთი მათგანია ნაკადის სატრანსპორტო საშუალებების ზემოქმედება საგზაო კონსტრუქციაზე. ნათელია, რომ ავტომობილების პნევმატური ბორბლების ფიზიკური ან მექანიკური ზემოქმედება იწვევს ფიზიკური პროცესების წარმოქმნას, რასაც შედეგად მოჰყვება გზის ზედა ასფალტბეტონის ფენის საწყისი სტრუქტურის ცვლილება. სამეცნიერო ლიტერატურაში ყოველმხრივ არის განხილული ამ ფიზიკური ზემოქმედების უმეტესი გამოვლინებების საკითხი, გამოხატული – ჩანალუნის, პლასტიკური დეფორმაციების და ძვრის, ცვეთისა და სხვა გამოვლინებების სახით.

დეფექტების უმეტესი ნაწილი ვლინდება სატრანსპორტო ნაკადის მიერ, საფარის ზედაპირზე ფორმირებული ლიანდის სახით, ამასთანავე, ხდება საექსპლუატაციო მახასიათებლების ცვლილება. საგზაო კონსტრუქციაზე დატვირთვის ზემოქმედებისა და წარმოქმნილი დეფექტების კვლევას ატარებდნენ როგორც უცხოელი, ისე ქართველი მეცნიერები, რომელთა ნაშრომების შედეგები არის მათემატიკურად დასაბუთებული ფუნქციური და

კორელაციური დამოკიდებულებები, სატრანსპორტო საშუალების დატვირთვასა და დეფექტებს შორის ცვეთის პროცესების ჩათვლით. გზების საფარის მდგომარეობის რაოდენობრივმა განსაზღვრამ გასული პერიოდის განმავლობაში და დეფექტების ანალიზმა აჩვენა, რომ ლიანდის საგზაო საფარის

დეფექტის ნაწილი არის ცვეთა, და შესაბამისად, საფარის პლასტიკურ დეფორმაციებსა და ცვეთას შორის შეინიშნება დამატებითი პროცესი, ანუ, რაც მეტია სატრანსპორტო დატვირთვა, მით მეტია პლასტიკური დეფორმაცია და მით მეტია ცვეთა.



სურ. 1. საფარის დამახასიათებელი ცვეთა სატრანსპორტო საშუალებების მაღალჩქაროსნული ნაკადის მოქმედებისგან. მოცემული უბანი უმეტესი დროის განმავლობაში გაწყლოვანებულ მდგომარეობაშია.

აღნიშნულია, რომ არსებობს დამოკიდებულება გზის ასფალტბეტონის საფარის შეუქცევად დეფორმაციებსა და სატრანსპორტო ნაკადის შესაბამის მახასიათებლებს შორის, განსაკუთრებით მაღალი ინტენსივობის მოძრაობის ადგილებში. ასევე დადგინილია, რომ გზაზე არსებული წყლის ორთქლი იწვევს შიდა ძაბვის წარმოქმნას საფარის თხელ ფენაში, რის შედეგადაც ძლიერდება ცვეთის სიჩქარე. 1-ელ სურ-ზე ნაჩვენებია საავტომობილო გზის უბნის ცვეთა, რომელზეც მოძრაობს მაღალჩქაროსნული ავტომობილების ნაკადი. ეს უბანი მდებარეობს ისეთ კლიმატურ ზონაში, რომელიც უმეტესი დროის განმავლობაში არის დატენიანებული. აღნიშნული გარემოება განსაკუთრებით დამახასიათებელია

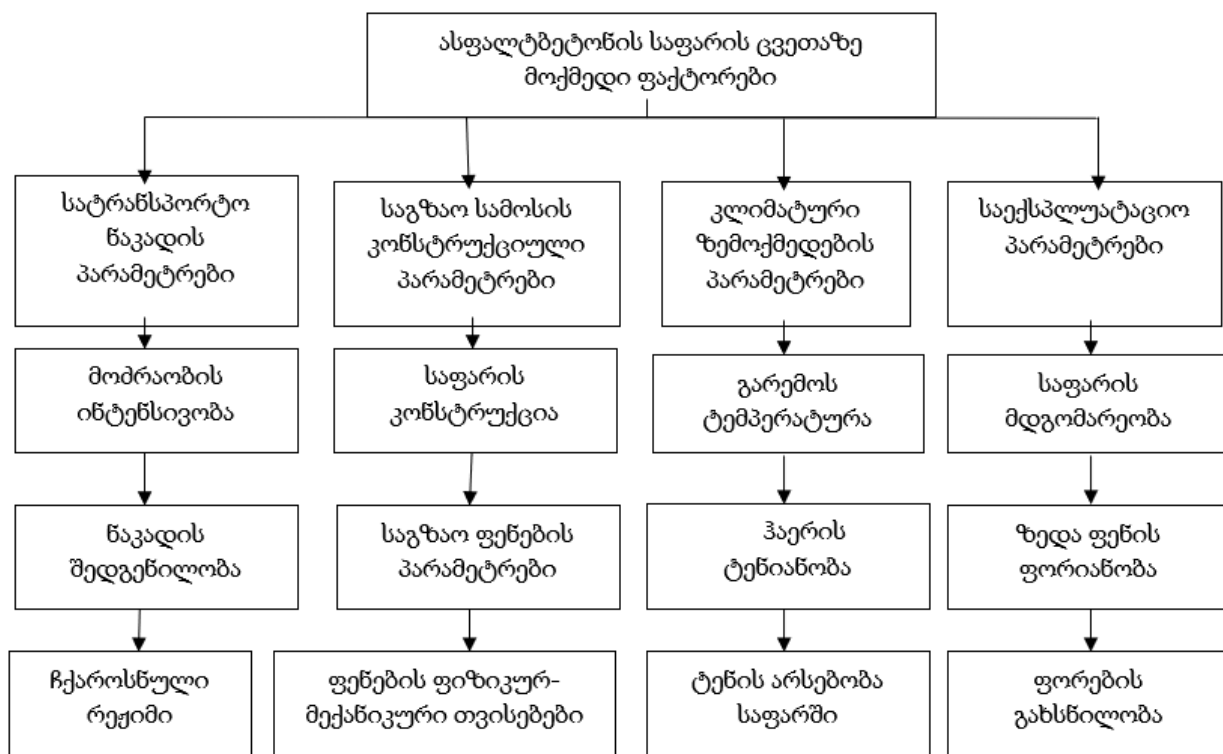
ტენიანი საფარისთვის, რაც იწვევს, ხახუნის ფენის ამოფხვნის სახით გამოხატული დეფექტების ნაადრევ წარმოქმნას. ეს განპირობებულია, სულ ზედა ფენაში, სატრანსპორტო ნაკადის ბორბლების მექანიკური ზემოქმედების შედეგად ორთქლის წნევის წარმოქმნით. სატრანსპორტო ნაკადის დატვირთვის ზემოქმედებისგან, საავტომობილო გზის ასფალტბეტონის საფარის ზედაპირზე ლიანდის სახით წარმოქმნილი დეფექტის დროებითი ინტერვალის განსაზღვრა და გზის ასფალტბეტონის საფარის საექსპლუატაციო ცვეთაზე მიკროფორული წნევის გავლენის შეფასების მეთოდის შემუშავება წარმოადგენს აქტუალურ სამეცნიერო-ტექნიკურ ამოცანას.

ზედა ფენის ცვეთის სიდიდის – მისი მიზეზის განსაზღვრით, დეფექტის გამომწვევი პროცესების შესწავლით, საექსპლუატაციო რეკომენდაციების შემუშავებით, შეიძლება საავტომობილო გზის საიმედოობის გაზრდა. ცვეთამედგობის შეფასების კრიტერიუმების შემუშავებით ტენის, წყალმედგობისა და სხვა ფაქტორის არსებობის შემთხვევაში, შესაძლებელია ნორმატიული დოკუმენტების დებულებების დაზუსტება.

ცალკეულ ფიზიკურ პროცესებად დაყოფა და ტენიანი ცვეთის მექანიზმის – საფარის შიგნით ბმე-

ბის რღვევის ფაქტორების რაოდენობრივი შეფასება პრაქტიკულად შეუძლებელია. მასალის არაერთგვაროვნება და რთული აგრეგატული მდგომარეობა საფარის სისქის მიხედვით, ბუნებრივი კომპონენტების იზომორფული მდგომარეობის ჩათვლით, იწვევს ცვეთის მიზეზის ორაზროვნებას.

ზემოთ აღნიშნული შენიშვნების გათვალისწინებით, ასფალტბეტონის საფარის ცვეთის ძირითადი ფაქტორების კლასიფიკაცია დიაგრამის სახით ნაჩვენებია მე-2 სურ-ზე.



სურ. 2. ასფალტბეტონის საფარის ცვეთის გამომწვევი ძირითადი ფაქტორების კლასიფიკაციის სქემა.

საგზაო საფარის ცვეთის მიზეზების შეფასება აუცილებელია დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის სტადიაზე სამართავი გადაწყვეტილებების მისაღე-

ბად, საფარის ექსპლუატაციის თავისებურებების გათვალისწინებით კონკრეტულ ბუნებრივ-კლიმატურ პირობებში. გზის საფარის ექსპლუატაციის

ხანგრძლივი პერიოდები, ცვეთის შემცირების მიზნით იწვევს მათი შენახვის ახალ მოთხოვნებს.

გზის ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენის ცვეთის შეფასება და საექსპლუატაციო მახასიათებლების შემდგომი პროგნოზირება ემყარება შემთხვევითი პარამეტრების მექანიკურ ზემოქმედებას, ცვალებად ძალებს და დროებით საექსპლუატაციო ურთიერთქმედებებს, რომლებიც იცვლება არა მხოლოდ სიდიდეების მიხედვით, არამედ გეომეტრიული, სივრცითი მხრითაც.

საფარზე ავტომობილის მოძრაობას ახლავს გარე ძალების ერთობლიობის ცვლილების მრავალფეროვნება, ცვეთის ფენასთან პნევმატიკის კონტაქტის არეში. გზის ზედა ფენის ზედაპირის ერთეულამდე დაყვანილი ენერგია ახდენს სითბოს ცვალებადობას და ა.შ. დისიპაციას მექანიკურ დეფორმაციებში. დიდი რაოდენობის ფაქტორის არსებობა, ქცევის ხასიათი და ურთიერთქმედება იწვევს უწყვეტ, ერთიდან მეორეში გადადინებულ მდგომარეობას, რაც იწვევს გზის კონსტრუქციის თითოეული ელემენტის სიმტკიცის თვისებების ცვლილებას, მისი ექსპლუატაციის პროცესში.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ გზის საფარის ხანგამძლეობის გაზრდის პრობლემა მოითხოვს არაერთი სამეცნიერო-ტექნიკური ამოცანის გადაწყვეტას, მათ შორის ასფალტბეტონის მასალების ძვრამდეგობის, ბზარმდეგობისა და ცვეთამდეგობის, მათი მიღების ტექნოლოგიებისა და საგზაო სამოსების ფენების ფორმირების შესაძლო სრულყოფით, იზრდება გზის საიმედოობა. მონაცემების მიღება კონსტრუქციაზე სატრანსპორტო ნაკადების მოქმედების შესახებ, განსაკუთრებით დინამიკური

დატვირთვის რეჟიმებში, წარმოადგენს ინტერესს არა მხოლოდ საბოლოო შედეგის მიღების მიზნით, ხარისხიანი გზის მიღების სახით, არამედ, ასევე, იძლევა ბევრ ინფორმაციას საფარის მდგომარეობის დიაგნოსტიკის ტექნოლოგიების სრულყოფისათვის. ცნობილია, რომ ყველაზე მეტი კორელაცია შეინიშნება ნაკადის პარამეტრებსა და იმ მიკროფიზიკურ პროცესებს შორის, რომლებიც აშკარად არ ვლინდება, ყველაფერი დანარჩენი უკვე გათვალისწინებულია საპროექტო დოკუმენტებსა და მეთოდურ დოკუმენტებში.

განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ცალკეული ფაქტორების გავლენა – უპირველეს ყოვლისა ტემპერატურის, ტენისა და რაც უნდა პარადოქსული იყოს, ატმოსფეროს ჰაერის წნევის. ნათელია, რომ ისინი კლიმატურ ფაქტორებს მიეკუთვნება და ხშირად ერთმანეთთან დაკავშირებულია ატმოსფერული მოვლენებით და იმ ტერიტორიების კლიმატით, სადაც გადის საავტომობილო გზა. ასევე განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს გზის კონსტრუქციაში ტენის არსებობა. ეს არის ატმოსფერული ტენის ორთქლის ფაზა, ორთქლის მდგომარეობა – საფუძვლის ტენიანობა და ქიმიური გარდაქმნების ფარული წყალი, გახსნის, ოსმოსის, ელექტროოსმოსის, ფოროვანი სტრუქტურების კაპილარული ტენის, ფორების კონდენსირებული ტენის, ფორებსა და საფარის ზედაპირზე წყლის ჩათვლით. ეს მრავალფეროვნება მხარდაჭერილია წყლის გადასვლით ფაზებს შორის მდგომარეობაში, ხოლო ქიმიური რეაქციები და ელექტროლიტები ამ საზღვრებს აფართოებს. ნათელია, რომ წყალი არის რღვევის პროცესების აგრეგატორი, რომელიც ხელს

უწყობს ცვეთის ინტენსიფიკაციას, განსაკუთრებით მასალის ფორიანობის არსებობისას.

წყლის რეაქციები – ასე შეიძლება დახასიათდეს პროცესები, რომლებიც აჩქარდება ათჯერ და ასჯერაც წყლის არსებობისას. ის ასუსტებს შეჭიდების შიდა ძალებს, იწვევს სუფოზიის ქიმიურ პროცესს. ხსნის საფარის მასალის მინერალურ კომპონენტს, ხელს უწყობს ბიტუმის გამორეცხვას, ფორების გასწვრივ მოძრაობა აძლიერებს ხსნადობას გარე ძალის ზემოქმედებით, რომელიც არსებობს ავტომობილების ზემოქმედებისას.

მასალებს, რომლისგანაც არის დამზადებული ასფალტბეტონი, ახასიათებთ რელაქსაციური თვისებები. ისინი დამოკიდებული არიან ტემპერატურაზე, რომლის გარკვეულ ზღვრამდე მომატება აჩქარებს ცვეთის პროცესებს, გარკვეული ზღვრის გადაჭარბება იწვევს პლასტიკური დეფორმაციების დაწყებას და მათში გადასვლას, ხოლო ელექტროლიტების, აგრესიული გამხსნელებისა და ტენის არსებობისას, ეს პროცესი ჩქარდება. შემკვრელში მიმდინარე ქიმიური პროცესებისა და გარდაქმნების ზემოქმედებით, ხდება მისი ქიმიური დამკვლევა.

ცვეთის სხვა მექანიზმი მიმდინარეობს ტემპერატურის გარკვეულ ზღვრამდე დაწვევისას, 10–12°C-ის ფარგლებში, ამ მნიშვნელამდე ცვეთა ხდება მყიფე და დინამიკური ძალების ზემოქმედება იწვევს ზედაპირული ნაწილაკების მოწყვეტას, ცვეთა მატულობს. ტენის ზრდა, განსაკუთრებით ზედაპირულის, მინერალურ კომპონენტებს არ აძლევს ბიტუმის მატრიცაში ხელახალი რეინტეგრაციის საშუალებას. ამ კომპონენტებს წაიტაცებს წყლის დინამიკური ნაკადები, რომლებიც ფორმირდება

სატრანსპორტო საშუალებების ბორბლების პნევმატიკებით.

ტემპერატურის 35–50°C-მდე ზრდასთან ერთად იზრდება ასფალტბეტონის ცვეთა, ხოლო წყლის არსებობისას ვითარდება კაფსულა, რომელშიც საწყის ეტაპზე იმყოფება მინერალური ნაწილაკი და წყალი. შემდგომ, წყალი ორთქლდება და ქმნის მცირე სიღრმის ფოროვან სტრუქტურას. ასფალტბეტონის ზედაპირის ტემპერატურის შემდგომი ზრდასას, სტრუქტურის ცვეთისთვის დამახასიათებელი რღვევები გადადის პლასტიკურ დეფორმაციებში და შეიძლება შეინიშნებოდეს პლასტიკური დაჯდომა, ბიტუმის ან პოლიმერული მასალების ნაწილობრივი წატაცება ავტომობილების სალტეებით. ასფალტბეტონის საფარის საშიშ ცალკეულ კატეგორიას წარმოადგენს მდგომარეობა ნულიდან +10°C-მდე ტემპერატურის დროს, ზედაპირული ფენის ჭარბი წყალნაჯერობით ცვეთა შეიძლება 1,2-ჯერ გაიზარდოს. ეს შეიძლება აიხსნას მიკრობზარების განვითარებული ან განვითარებადი ბადით, გაყოფით და მინერალური ნაწილაკების ადჰეზიური მოწყვეტით ორგანული შემკვრელისგან. მასალის შეკუმშვასთან ერთად, მისი გაცივებისას, საფარში ძაბვები ხდება შეკრული. ვინაიდან, მინერალურ კომპონენტს აქვს ორგანულზე ნაკლები მასალის წრფივი გაფართოების ტემპერატურული კოეფიციენტი, ბზარი ან ფორი ახდენს გაწყვეტის ფორმირებას სიხისტის კარკასის გასწვრივ. ტენის არსებობა იწვევს მის შემუშვებას, კონდენსაციას, ამ ბზარებსა და ფორებში მოხვედრას, რამაც მომავალში შეიძლება გამოიწვიოს საფარის რღვევის შემდეგი პროცესები.

კლიმატური ფაქტორების გავლენის გასათვალისწინებლად აუცილებელია გაზომვის, რეგისტრაცია, შემავალი ტენის მოცულობის გამოთვლა სხვადასხვა მაჩვენებლის გაანგარიშებით, მეტეოროლოგიურ უზრუნველყოფაში გამოყენებული არსებული მეთოდების მიხედვით. ამასთანავე, საჭიროა მეტეოროლოგიური პარამეტრების სპეციფიკის გათვალისწინება საგზაო დარგისთვის. მაგალითად, ტემპერატურა უნდა გაიზომოს არა მხოლოდ მიწიდან 2მ-ზე, არამედ მიწის დონეზე არსებულ ფენაშიც, ასფალტზე, საფარის ზედაპირზე და სასურველია 8-10 სმ-ის სიღრმეზე.

ეს ეხება ტენის რაოდენობის გაზომვებსაც, მის მდგომარეობას, ორთქლი-წყალი, წყალი-ყინული გადასვლების შესაძლებლობას, აქროლას და ა.შ. მნიშვნელოვანია ამ პარამეტრების მოქმედების დროებითი ინტერვალებიც, მოცულობებიც ან მეტეოროლოგიურ მოვლენებთან დაკავშირებული რაოდენობრივი მახასიათებლებიც. ტემპერატურისთვის ეს იქნება სითბური ნაკადი, გამოწვეული, საფარის ზედაპირთან კონტაქტირებადი ჰაერის გათბობით ან ინსოლაცია პირდაპირი სხივებით, ამ შემთხვევაში ტემპერატურამ შეიძლება მიაღწიოს კრიტიკულ მაქსიმალურ სიდიდეებს. ცვეთა წარმოადგენს ავტოსატრანსპორტო საშუალებების სალტების პროტექტორების ზედაპირზე საფარის ბლანტი კომპონენტების წატაცებას, მინერალურების ჩათვლით.

ნაკადების სახით შემავალი ტენი, მაგალითად წვიმა, შედის ბზარის ფორმებში, საფარის კარკასული ბადის რღვევებში და, როგორც ზემოთ არის აღნიშნუ-

ლი, უშუალოდ მონაწილეობს წყლით ნაჯერი ასფალტბეტონის საფარის ცვეთაში. მისი აღრიცხვისათვის შეიძლება დავეყრდნოთ ტენიანობის კოეფიციენტის განსაზღვრის ცნობილ თანაფარდობებს  $K_w$ ,

$$K_w = \sum_{i=1}^N P_i K_{wi},$$

სადაც  $P_i$  არის საფარის მუშაობა ტენიან მდგომარეობაში;  $K_{wi}$  – საფარის ტენიანობის კოეფიციენტი;  $N$  – საფარის გაწყლოვანების ციკლების რაოდენობა.

ამ მარტივი დამოკიდებულების ანალიზი აჩვენებს, რომ რაც მეტია ტენიანობა და ამ დროს შესრულებული საფარის მუშაობა, მით მეტია კოეფიციენტი. ეს მოწმობს ტენიანი ცვეთის პროცესების ადიტიურობას, დამახასიათებელს შემთხვევითი ზემოქმედებების პროცესებისათვის მასალების ტრიბოლოგიური რღვევებისას.

ასფალტბეტონის საფარის დატენიანებული მდგომარეობის გაზრდით იზრდება ცვეთაც, ამასთანავე, ამას შეიძლება ეწოდოს ტენიანი, სველი ან აქვაცვეთა. ცვეთა ყველა საფარზე, ტენის არსებობისას 5%-დან 50%-მდე იზრდება და დამოკიდებულია საფარის მასალაზე.

წყალნაჯერი საფარის მდგომარეობაზე დაკვირვებისას, შეიძლება ზოგიერთი კანონზომიერებების დანახვა, რომლებიც არ იყო განხილული ცვეთის პროცესების სხვა მკვლევრების მიერ. ეს, უპირველეს ყოვლისა, არის ასფალტბეტონის ფოროვანი სტრუქტურის ურთიერთქმედება სატრანსპორტო საშუალებების პნევმატიკასთან და მეორე – წყლის დინამიკური მოქმედება ბზარებსა და ფორებში.

## დასკვნა

ცვეთის სხვა მექანიზმი მიმდინარეობს ტემპერატურის გარკვეულ ზღვრამდე დაწევისას, 10-12°C-ის ფარგლებში. ამ მნიშვნელამდე ცვეთა ხდება მყიფე და დინამიკური ძალების ზემოქმედება იწვევს ზედაპირული ნაწილაკების მოწყვეტას, ცვეთა მატულობს. ტენის ზრდა, განსაკუთრებით ზედაპირულის, მინერალურ კომპონენტებს არ აძლევს ბიტუმის მატრიცაში ხელახალი რეინტეგრაციის საშუა-

ლებას. ამ კომპონენტებს წარიტაცებს წყლის დინამიკური ნაკადები, რომლებიც ფორმირდება სატრანსპორტო საშუალებების ბორბლების პნევმატიკით. საგზაო სამოსის კონსტრუქციის შერჩევისას საჭიროა კლიმატური და მეტეოროლოგიური პარამეტრების სპეციფიკის გათვალისწინება, რათა მოხდეს ცვეთამდეგი ნარეგების გამოყენება, რაც უზრუნველყოფს საავტომობილო გზის კონსტრუქციის მუშაობის გაუმჯობესებას დინამიკური დატვირთვებისას.

## ლიტერატურა

1. AASHTO. (2015). *Standard method of test for estimating fatigue resistance of asphalt binders using the linear amplitude sweep* (AASHTO TP 101-12).
2. Bahia, H. U., et al. (2008). *Characterization of modified asphalt binders in Superpave mix design*.
3. Kotov, A. I., Volkov, V. V., & Knyazev, A. V. (2014). Evaluation of the influence of moisture content of asphalt concrete on its strength characteristics. In *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Prospects for the Development of Science and Education"* (January 31, 2014), Tambov.
4. Kozlov, V. A., & Kotov, A. I. (2017). Modeling the destruction of asphalt concrete pavement from the dynamic impact of water. *Scientific Journal of Construction and Architecture*.
5. Werkmeister, S. (2003). *Permanent deformation behaviour of unbound granular materials in pavement constructions* (Ph.D. thesis, University of Technology, Dresden, Germany).
6. Khristolyubov, I. N. (2014). The influence of regional weather and climatic conditions on the service life of rough pavements by the adhesion coefficient. In *Collection of scientific papers "Improving the organization and technology of repair and maintenance of roads"* (Omsk: SibADI).

UDC 625.21

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-130-138>

## Wear of Asphalt Concrete Road Surfaces Under Traffic Flow as a Function of their Operational Condition

<b>Tengiz Papuashvili</b>	Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia E-mail: papuashvilitengizi01@gtu.ge
<b>Aleksi Burduladze</b>	Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia E-mail: a.burduladze@gtu.ge
<b>Nugzar Rurua</b>	Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia E-mail: n.rurua@gtu.ge
<b>Giorgi Agniashvili</b>	Georgian Technical University, Faculty of construction, PhD student, Georgia E-mail: agniashviligiorgi92@gmail.com
<b>Tornike Pochkhidze</b>	Georgian Technical University, Faculty of construction, professor, Georgia E-mail: pochkhidzepp@icloud.com

### Reviewers:

**P. Nadirashvili**, Georgian Technical University, Faculty of Construction, Professor

E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

**K. Mchedlishvili**, Georgian Technical University, Faculty of Construction, Professor

E-mail: mtchedlishvilikonstantine01@gtu.ge

**Abstract.** The article discusses the wear of asphalt concrete road surfaces during traffic flow as a function of their operational state. The assessment of the causes of wear of road surfaces is necessary for making management decisions at the design and operational stages, taking into account the characteristics of the operation of the surfaces in specific natural and climatic conditions. Long periods of operation of road surfaces lead to new requirements for their storage in order to reduce wear. The assessment of wear of the top layer of asphalt concrete road surfaces and the subsequent prediction of operational characteristics are based on the mechanical impact of random parameters, changing forces and temporary operational interactions, which vary not only in magnitude, but also in the geometric and spatial aspects.

**Keywords:** Construction; Correlation; Friction; Gauge; High-speed flow; Road surface; Stress; Wear.

---

*კანხილვის თარიღი 11.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 16.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 625.21

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-139-145>

## დამატებითი ძალების წარმოქმნაზე სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობის სიჩქარის გავლენის მოდელირება

- თენგიზ პაპუაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: papuashvilitengizi01@gtu.ge
- ალექსი ბურდულაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: a.burduladze@gtu.ge
- ნუგზარ რურუა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: n.rurua@gtu.ge
- გიორგი აღნაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო  
E-mail: agniashviligorgi92@gmail.com
- თორნიკე ფოჩხიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: pochkhidzepp@icloud.com

### რეცენზენტები:

**პ. ნადირაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

**კ. მჭედლიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: mtchedlishvilikonstantine01@gtu.ge

**ანოტაცია.** სატრანსპორტო ნაკადის მოქმედებისას წარმოქმნილი ცვეთის სიდიდეების მიღება, დაფუძნებულია დამატებითი ძალების წარმოქმნის ფიზიკური პროცესის მოდელირებაზე, საფარზე სატრანსპორტო ნაკადის დინამიკური ზემოქმედებისას, მის ფორებში წყლის მოძრაობის გათვალის-

წინებით. აუცილებელია ამ წნევის მოძრაობისგან წარმოქმნილი გავლენის შეფასება, რომელიც იწვევს ლიანდის წარმოქმნის დაჩქარებას. საფარის ზედა ფენის რღვევის პროცესი დაკავშირებულია, პირველ რიგში, გარე ძალების მოქმედებასთან. ეს ძალები

სიდიდის მიხედვით განსხვავებულია, მაგრამ მათ წყაროს წარმოადგენს, პირველ რიგში, გაცვეთილი ფენის ზედაპირზე ბორბლის მოძრაობა. ბორბალი კონტაქტის არეში ავითარებს ნორმალურ და მხებ ძაბვებს და თუ ნორმალური ძაბვები დაკავშირებულია სატრანსპორტო საშუალების მასასთან და წნევასთან ბორბლის პნევმატიკში, მხები დეფორმაციები დაკავშირებულია საავტომობილო გზის ზედაპირზე სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობის სიჩქარესთან.

სტატიაში განხილულია გზების მშენებლობის ინოვაციური ტექნოლოგიები, კერძოდ გრუნტების გამაგრების მეთოდები.

**საკვანძო სიტყვები:** განტოლება; გარემო; დეფორმაცია; დისკრეტიზაცია; დრეკადი რეაქცია; კონსტრუქცია; სიხისტის მატრიცა.

## შესავალი

აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია დიფერენციალური განტოლებების სისტემების აგებით, რომლებშიც გათვალისწინებულია გარემოსა და კონსტრუქციის პარამეტრებთან დაკავშირებული ყველაზე დამახასიათებელი სიდიდეები. განტოლებების დისკრეტიზაციის მეთოდის სახით ხელსაყრელია საბოლოო ელემენტების მეთოდის შერჩევა, რომელიც იძლევა, დატვირთვის შემოქმედებით, საფარის დეფორმაციების სიდიდეების, როგორც სტატიკურ, ისე დინამიკურ რეჟიმებში, ფორების დეფორმაციების და მათში მზარდი

ჰიდროდინამიკური წნევის განსაზღვრის საშუალება. ვინაიდან, დეფორმაციის სიდიდე შეიძლება იყოს ელემენტის ზომასთან ახლოს, ძირითად გამოთვლით მეთოდს წარმოადგენს გადაადგილებების მეთოდი. ის იძლევა სიხისტის მატრიცების, საფარის ფენის საბოლოო ელემენტების სხვადასხვა კვანძისთვის, დატვირთვებისა და ძაბვების ვექტორების შექმნის საშუალებას, აღნიშნული ფიზიკური პროცესისთვის დამახასიათებელი მოცემული ზღვრული პირობების გათვალისწინებით.

## ძირითადი ნაწილი

გამოთვლითი მეთოდის თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს საბოლოო ელემენტების მეთოდი გადაადგილებების მეთოდის ფორმით და ჰიდროდინამიკური ამოცანების გადაწყვეტა ცვლადი ზღვრული პირობების მეთოდით. მათემატიკური მიდგომის საფუძველს წარმოადგენს „კომის ამოცანის გადაწყვეტა დრეკადი სივრცისთვის დარტყმითი კომპონენტის წარმოქმნით საფართან ბორბლის კონტაქტის წერტილში. მოცემული ამოცანა სიმეტრიულია და გადაგვარდება ნახევარსივრცის დრეკადი კომპონენტისათვის ამოხსნაში მოცემული ზღვრული პირობებით.

ზედაპირზე ავტომობილის მოძრაობის დინამიკური ამოცანის ამოსახსნელად, წარმოქმნილი დინამიკური ძალებისა და ფორებში წყლის წნევის გათვალისწინებით, აუცილებელია საფარის ჩაღუნვის სიდიდის განსაზღვრის სტაციონარული ამოცანის ამოხსნა, მდებარე დრეკად საფუძველზე, საფარის დრეკადი რეაქციის მქონე ეკვივალენტური ფართობის შტამპის მოძრაობისას.

დეფორმაციის მუშაობა ბორბლის ბრუნვისას აღიქმება სამუშაო სხეულით და სალტის გარე მასალით, ხარჯავს რა 70-80% ჰაერის დაწოლაზე, 20-30% ბორბლის მასალაზე. ბორბლის პნევმატიკის ჩალუნვის სიდიდე შეიძლება გამოისახოს ფორმულით:

$$H = P / (\pi q (DB))^{-1/2}, \quad (1)$$

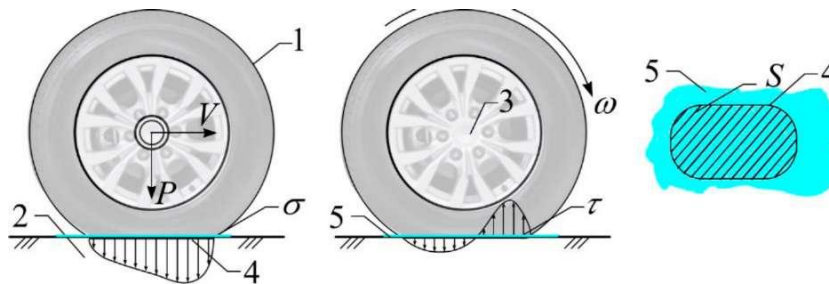
სადაც  $P$  არის დატვირთვა ბორბალზე;  $q$  – ჰაერის წნევა სალტის პნევმატიკში;  $D, B$  – შესაბამისად

ბორბლის გარე დიამეტრი და მისი სიგანე.

რხევის წინააღმდეგობაზე, ცირკულაციის სიმძლავრისა და დიდი მხები ძაბვების წარმოქმნის გამო, გავლენას ახდენს ბორბლის რხევის რადიუსი:

$$r_{რხევა} = (2\pi n)^{-1}, \quad (2)$$

სადაც  $n$  არის ბრუნების რაოდენობა სიგრძის ერთეულზე.



სურ.1. ნორმალური და მხები ძაბვების სიდიდეების განაწილება საფარში სატრანსპორტო საშუალების ბორბლის ქვეშ საფარის დატენიანებული მდგომარეობისას:

- 1 - ავტომობილის ბორბალი, 2 - გზის საფარი, 3 - ავტომობილის ღერძი, 4 - ბორბლის ანაბეჭდი, 5 - საფარის დატენიანების უბანი.

სალტის ცვეთა იქნება მინიმალური, ხოლო წნევის განაწილება თანაბარზომიერი, თუ ექსპლუატაციის პროცესში დაცულია  $P$  წნევის ოპტიმალური თანაფარდობა სალტის გზასთან კონტაქტის ადგილზე და სალტის შიგნით. გამოვლენილია, რომ ავტომობილის მოძრაობისას სხვადასხვა რეჟიმში მხებ ძაბვებს აქვს ნიშანცვლადი ხასიათი (სურ. 1).

მოძრაობის რეჟიმების შესარჩევად, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ხაზური დამოკიდებულებების დამრღვევი პროცესები, გათვალისწინებულია სალტის დეფორმაცია. მასზე მოქმედებს პნევმატიკის შიდა წნევა, ის ცვლის სალტის ფერსოს სიხისტეს, რაც იწვევს როგორც მხები, ისე ნორმალურ

ძაბვების ცვლილებას, ასევე ზრდის სიმძლავრის ცირკულაციას ბორბლის პერიმეტრის გასწვრივ. ჰაერის წნევა ავტომობილის ბორბლის პნევმატიკში მოქმედებს ორთქლის წნევის ზღვრული სიდიდის ზრდაზე და საფარის ფენის ცვეთაზე. წნევა ბორბლის პნევმატიკში ზენორმატიული დატვირთვებისას მკვეთრად იზრდება. ხოლო დამატებითი ძალის არსებობა ვლინდება საფარის ცვეთის ზრდაში.

ჯერ ერთი, წნევის მომატებით იზრდება პროტექტორის დაწოლის დეფორმაცია, მეორეც, რაც მეტია წნევა, მით ახლოს არის შეკუმშული სალტის კონფიგურაცია მის წონასწორულ კონფიგურაციასთან, შესაბამისი მაქსიმალური მოცულობისას.

ჰაერის დაწოლის მუშაობა  $f$  სალტის ჩალუნვისას განისაზღვრება, როგორც

$$A_g = p\Delta V, \quad (3)$$

სადაც  $P$  არის ჭარბი შიდა წნევა,  $\Delta V$  – მოცულობის გაზომილი ცვლილება.

სრული მუშაობა დახარჯული სალტის დაწოლაზე, ტოლია

$$A = \int_0^f Qdf. \quad (4)$$

სხვაობა სრულ მუშაობასა და ჰაერის დაწოლის მუშაობას შორის წარმოადგენს მუშაობას, დახარჯულს სალტის მასალის დეფორმაციაზე:

$$A_M = A - A_g. \quad (5)$$

სატრანსპორტო ნაკადის ზემოქმედებისას წარმოქმნილი ცვეთის სიდიდეების მიღება, დაფუძნებულია დამატებითი ძალების წარმოქმნის ფიზიკური პროცესის მოდელირებაზე, საფარზე სატრანსპორტო ნაკადის დინამიკური ზემოქმედებისას, მის ფორებში წყლის მოძრაობის გათვალისწინებით. აუცილებელია ამ წნევის მოძრაობისგან წარმოქმნილი გავლენის შეფასება, რომელიც იწვევს ლიანდის წარმოქმნის დაჩქარებას.

საფარის ზედა ფენის რღვევის პროცესი დაკავშირებულია, პირველ რიგში, გარე ძალების მოქმედებასთან. ეს ძალები სიდიდის მიხედვით განსხვავებულია, მაგრამ მათი წყარო, პირველ რიგში, არის გაცვეთილი ფენის ზედაპირზე ბორბლის მოძრაობა. ბორბალი კონტაქტის არეში ავითარებს ნორმალურ და მხებ ძაბვებს. და თუ, ნორმალური ძაბვები დაკავშირებულია სატრანსპორტო საშუალების მასასთან და წნევასთან ბორბლის პნევმატიკში, მხები დეფორმაციები დაკავშირებულია

გზის ზედაპირზე სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობის სიჩქარესთან.

$$\left. \begin{aligned} E_x &= \frac{\delta u_x}{\delta x} + \frac{1}{2} \left( \frac{\delta u_z}{\delta x} \right)^2, \\ E_y &= \frac{\delta u_y}{\delta y} + \frac{1}{2} \left( \frac{\delta u_z}{\delta y} \right)^2, \\ E_z &= \frac{\delta u_z}{\delta z} + \frac{1}{2} \left( \frac{\delta u_z}{\delta z} \right)^2, \end{aligned} \right\}$$

სადაც  $G$  არის საფარის ზედა ფენის დაძვრის დეფორმაცია;  $E$  – ასფალტბეტონის დრეკადობის მოდული.

ფორების გადახურვა ბორბლის კონტაქტის მომენტში, იწვევს მათ იზოლაციას, ხოლო საფარის დეფორმაცია, ჯამში წყლის დაწნევის დარტყმით მოქმედებასთან, არღვევს საფარის მასალის სტრუქტურას.

ნაკადის სატრანსპორტო საშუალება მოძრაობს  $V$  სიჩქარით კოორდინატების სისტემაში დადებითი მიმართულებით, ბორბლის სალტის დამწვევი ნაწილის ფრონტისკენ.  $\omega$  ჩალუნვები აღწერილია ეილერის მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლებით, დამახასიათებელი საფარის ზედაპირზე მოძრაობის პნევმატიკის მუშაობისთვის

$$(T - P_r)^2 \frac{d^2 \omega}{ds^2} + k_1 \frac{d\omega}{ds} - k\omega = -Q, \quad (6)$$

სადაც  $T$  არის გამჭიმვი ძალა პნევმატიკში,  $k$  – დრეკადი საფუძვლის სიხისტე,  $P$  – სატრანსპორტო საშუალების წონა,  $V$  – რხევის სიჩქარე;  $k_1$  კოეფიციენტი ახასიათებს მიღევას.

როგორც ვხედავთ (6) არის მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლება საძებნი  $\omega$  სიდიდის მიმართ. რადგან ის არის მეორე რიგის დიფერენციალური განტოლება, ცხადია, მას სჭირდება, რომ ამოიხსნას ორი სასაზღვრო პირობა. აღნიშნული

ორი სასაზღვრო პირობით განისაზღვრება ის ორი მუდმივა, რომლებიც მოცემულია ქვემოთ (7 და 8).

მუშაობა საფარის ჩაღუნვისას სატრანსპორტო საშუალების წონის პროპორციულია; და თუ საფარის ჩანაღვნი განსაზღვრავს ზღვრულ პირობას  $\delta$  ერთგვაროვანი განტოლებისთვის,  $\omega = e^{\alpha}$ , მაშინ, ცვლილების განხორციელებისა და  $e^{\alpha}$ -ზე შეკვეცის შემდეგ მივიღებთ მეორე რიგის განტოლებას  $c$  კოეფიციენტთან მიმართებით, რომელსაც აქვს ორი მნიშვნელობა:

$$c_1 = \sqrt{\frac{(k_1^2 + 4R(T - \mu v^2) + k_1)}{2(T - \mu v^2)}}, \quad (7)$$

$$c_2 = \sqrt{\frac{(k_2^2 + 4R(T - \mu v^2) + k_2)}{2(T - \mu v^2)}}. \quad (8)$$

სანამ ბორბლის რხევის  $V$  სიჩქარე მცირეა,  $c_1$  სიდიდე უარყოფითია, ხოლო  $c_2$  – დადებითი და, შესაბამისად, (6) განტოლებას აქვს ორი ამონახსნი:  $\omega_1 = Ae^{c_1 s}$  და  $\omega_2 = Be^{c_2 s}$ , სადაც  $A$  და  $B$  მოდელის მუდმივი თავისუფალი ნაწილებია ბორბლის ზედაპირთან კონტაქტის ზონის სავარაუდო უბანში.  $V_{kp} > (T/P)^{1/2}$  სიჩქარისას ზედაპირი მცირედ დეფორმირდება და ზემოქმედება წარმოადგენს სალტის პერიმეტრზე გადაადგილებულ ტალღას. თუ რხევის სიჩქარე  $V_{kp}$ -ზე მეტია, მაშინ საბურავის მასალა მასზე გავრცელებულ დეფორმაციაზე უფრო სწრაფად მოძრაობს, რაც გამოწვეულია კონტაქტის ზონაში დართული დატვირთვით.

ბორბლის რხევა  $V_{kp}$ -ზე მეტი სიჩქარით, იწვევს თავმოყრილი  $Pu_j$  დარტყმითი ძალის წარმოქმნას, რომლის განსაზღვრა ადვილია, განვიხილავთ რა მოძრაობის რაოდენობის ცვლილებას საფართან

კონტაქტში შესვლისას. ძალის იმპულსის პროპორციული მოძრაობის რაოდენობის ცვლილება

$$Pu_j = (Pu^2 - T) \sin \varphi. \quad (9)$$

თუ დავუშვებთ, რომ  $\sin \varphi \approx (2\omega/R)^{1/2}$ , წარმოვიდგინოთ  $Pu$  დარტყმითი ძალა და  $Mu$  მომენტი მოდელის ღერძთან მიმართებით შემდეგი სახით:

$$Pu_j = \left( \frac{V^2}{V_{kp}^2} - 1 \right) \sqrt{2 \frac{\omega}{R}}; \quad Mu_j \approx T \left( \frac{V^2}{V_{kp}^2} - 1 \right) 2\omega. \quad (10)$$

მოქმედი მომენტისა და საფარის ჩაღუნვის შეპირისპირებისას მოძრაობის ცნობილ განტოლებებთან, სატრანსპორტო ნაკადისთვის, შეგვიძლია განვსაზღვროთ წნევის საშუალო ნამატი საფარის ზედაპირზე.

$\Phi$  გრძივი შეჭიდების კოეფიციენტის გაანგარიშება გამოცდების მონაცემების მიხედვით, უკანა წამყვანი ბორბლების სრული ბუქსაობისას, განისაზღვრება ფორმულით:

$$\varphi = P_\delta / Q_3, \quad (11)$$

სადაც  $P_\delta$  არის დინამომეტრის ჩვენება;  $Q_3$ , – დატვირთვა უკანა ბორბლებზე, განსაზღვრული როგორც

$$Q_3 = \frac{G_\alpha + P_\delta h}{L}, \quad (12)$$

სადაც  $G$  არის სატრანსპორტო საშუალების წონა;  $L$  – ავტომობილის ბაზა;  $\alpha$  – მანძილი ჰორიზონტალურად წინა ბორბლების კონტაქტის შუა ნაწილიდან ავტომობილის სიმძიმის ცენტრის წერტილის პროექციამდე ჰორიზონტალზე;  $h$  – ბუქსირის ტროსის დამაგრების სიმაღლე.

ბორბლის ნაწილობრივი სრიალისას დამატებით უნდა იყოს გათვალისწინებული წინა ბორბლების რხევის წინააღმდეგობის ძალა  $P_{f1}$ . ამ შემთხვევაში

$$\varphi = \frac{P_d - P_{f1}}{Q_3} \quad (13)$$

მოყვანილი ფორმულა მართებულია უკანა ბორბლების სრული ან არასრული დამუხრუჭების დროს. დატვირთვა უკანა ბორბლებზე განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$Q_3 = \frac{G_\alpha - P_o h}{L} \quad (14)$$

წინა ბორბლების რხევისადმი წინააღმდეგობის ძალა შეიძლება განისაზღვროს ავტომობილის ბუქსირებით, უკანა ბორბლების ნახევარღერძებისგან მოხსნისას. წინა ბორბლების რხევისადმი წინააღმდეგობის ძალა განისაზღვრება როგორც მიღებული წევის ძალვის ნაწილი, ამ ბორბლებზე დატვირთვის პროპორციულია.

## დასკვნა

ავტომობილის ბორბლების საავტომობილო გზის ზედა ფენასთან ურთიერთქმედებისა და მის შედეგად მიღებული ფიზიკური პროცესების შემსწავლელი კვლევების ანალიზიდან შესაძლებელია შემდეგი დასკვნის გამოტანა.

გზის სამოსის რღვევისკენ მიმავალი ყველა ფაქტორის გათვალისწინება, რაც იწვევს ნარჩენ დეფორმაციებსა და შეუქცევად ცვლილებებს, მოითხოვს არა მხოლოდ საფარის მასალის პლასტიკური დეფორმაციისა და გზის კონსტრუქციის გადახრის დადგენას, არამედ გზის ზედაპირის ცვეთის, მათ შორის მისი სველი მდგომარეობის როგორც ცალკეული ფიზიკური პროცესის შესწავლას.

## ლიტერატურა

1. AASHTO. (2015). *Standard method of test for estimating fatigue resistance of asphalt binders using the linear amplitude sweep* (AASHTO TP 101-12).
2. Bahia, H. U., et al. (2010). *Characterization of modified asphalt binders in Superpave mix design*.
3. Badalyan, A. M., et al. (2016). Modeling energy and environmental characteristics of urban transport flows based on remote monitoring data. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences (TiSU)*.
4. Kozlov, V. A., & Kotov, A. I. (2017). Modeling the destruction of asphalt concrete pavement from the dynamic impact of water. *Scientific Journal of Construction and Architecture*.
5. Louis, H., Pude, F., & von Rad, C. (2013). Potential of polymeric additives for the cutting efficiency of abrasive waterjets. In *Proceedings of the 2003 Waterjet Conference*. Houston, TX.
6. Pershin, M. N. (2007). Strengthening gravel materials with cement at negative temperatures. *Highways*.

UDC 625.21

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-139-145>

## Modeling the Influence of Vehicle Speed on the Generation of Additional Forces

<b>Tengiz Papuashvili</b>	Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia E-mail: papuashvilitengizi01@gtu.ge
<b>Aleksi Burduladze</b>	Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia E-mail: a.burduladze@gtu.ge
<b>Nugzar Rurua</b>	Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia E-mail: n.rurua@gtu.ge
<b>Giorgi Agniashvili</b>	Georgian Technical University, Faculty of construction, PhD student, Georgia E-mail: agniashviligiorgi92@gmail.com
<b>Tornike Pochkhidze</b>	Georgian Technical University, Faculty of construction professor, Georgia E-mail: pochkhidzepp@icloud.com

### Reviewers:

**P. Nadirashvili**, Georgian Technical University Faculty of Construction, Professor

E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

**K.Mchedlishvili**, Georgian Technical University Faculty of Construction, Professor

E-mail: mtchedlishvilikonstantine01@gtu.ge

**Abstract.** The article discusses innovative technologies for road construction, in particular methods of soil reinforcement. Obtaining the values of wear arising from the action of the traffic flow is based on modeling the physical process of the formation of additional forces during the dynamic impact of the traffic flow on the pavement, taking into account the movement of water in its pores. It is necessary to assess the influence arising from this pressure movement, which leads to the acceleration of rutting. The process of destruction of the upper layer of the pavement is primarily associated with the action of external forces. These forces vary in magnitude, but their source is, first of all, the movement of the wheel on the surface of the worn layer. The wheel develops normal and shear stresses in the contact area. And if the normal stresses are related to the mass of the vehicle and the pressure in the tire, then shear deformations are related to the speed of the vehicle on the road surface.

**Keywords:** Deformation; Discretization; Elastic response; Environment; Equation; Stiffness matrix; Structure.

---

*განხილვის თარიღი 06.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 16.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 627.4

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-146-152>

## Formulation of a One-Dimensional Equation for the Mudflow Process Caused by a Dam Failure in a Pond Under Conditions of Nonuniform and Uneven Flow Motion

- Khvicha Iremashvili** Georgian Technical University, faculty of construction, associate professor, Georgia  
E-mail: iremashvilikhvicha05@gtu.ge
- Giorgi Berdzenashvili** Georgian Technical University, faculty of construction Academic doctor, Georgia  
E-mail: george.berdzenashvili@bsc.ge
- Nugzar Rurua** Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia  
E-mail: n.rurua@gtu.ge
- Petre Nadirashvili** Georgian Technical University, faculty of construction, professor, Georgia  
E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

### Reviewers:

- M. Shishinashvili**, Georgian Technical University Faculty of Civil Engineering, Associate Professor  
E-mail: m.shishinashvili@gtu.ge
- G. Cubinidze**, Georgian Technical University Faculty of Civil Engineering, Associate Professor  
E-mail: g.chubinidze@gtu.ge

---

### Abstract.

The two approximate theories used in mathematical modeling of wave processes in reservoirs: the shallow water (long-wave) theory and the small-amplitude wave theory. In shallow water theory, it is assumed that the water depth is small compared to other characteristic quantities (in particular, the wavelength). The main assumption is that the magnitude of the water velocity component in the vertical direction is negligible; accordingly, the pressure distribution in the water submits to depth follows the hydrostatic law, and

wave motion is represented using one-dimensional (1D) or two-dimensional (2D) (horizontal) models.

The purpose of this technical article is to develop a method for calculating the characteristics of a high velocity, long, nonuniform extreme mudflow wave generated by a potential earthen dam failure in a narrow mining pond using one-dimensional (1D) shallow water theory.

**Keywords:** Bottom; Dam; Flood; Flow; Pond; Riverbed; Wave.

**Introduction**

A possible failure of an earthen dam in a narrow mining pond will result in the emergence of a high (relative to the depth of the reservoir), long, nonuniform mudflow wave moving at high velocity.

Since in this case the vertical and transverse components of the velocity are practically equal to zero with respect to the longitudinal (along the channel) velocity, it is best to calculate the characteristics of such extreme waves using one-dimensional (1D) shallow water theory.

**Main Part**

When solving this problem, higher results in assessing and predicting the risks of potential hazards obtained if the actual terrain forms (the cross-section size should correspond to the wave height) and roughness are considered, which is individual for each valley. (Fig. 1)

The equation has the following form:

One-dimensional (1D) shallow water system of equations.

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} u + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{u^2}{2} + gH \right) + g(S_f - S_g) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial t} H + \frac{\partial}{\partial x} (Hu) + \left( \frac{A}{B} - H \right) \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{u}{B} \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)^{H=const} &= 0 \end{aligned} \tag{1}$$

Where:

- $H = H(x, t)$  - Flow depth;
- $A = A(x, H)$  - Wetted cross-sectional area;
- $B = B(x, H)$  - Width of wetted cross-sectional surface;
- $u = u(x, t)$  - Flow velocity;
- $Q = Au$  - Flow rate;
- $S_f = \frac{n^2}{\sqrt[3]{R}} \cdot \frac{u|u|}{R} = n^2 \frac{u|u|}{R^{4/3}}$  - Hydraulic gradient;
- $R = \frac{A}{P_A}$  - Hydraulic radius;
- $P_A$  - Hydraulic perimeter;
- $S_g = -\frac{\partial}{\partial x} Z$  - Bottom gradient
- $Z = Z(x)$  - Bottom height

Note that the third term of the obtained continuity equation characterizes the real cross-section of the terrain, that is, the deviation of the cross-section shape

from the shape of a rectangle, and  $\left( \frac{A}{B} - H \right) \cong 0$  for a sufficiently large width of the cross-section compared to the depth of the rectangular shape.

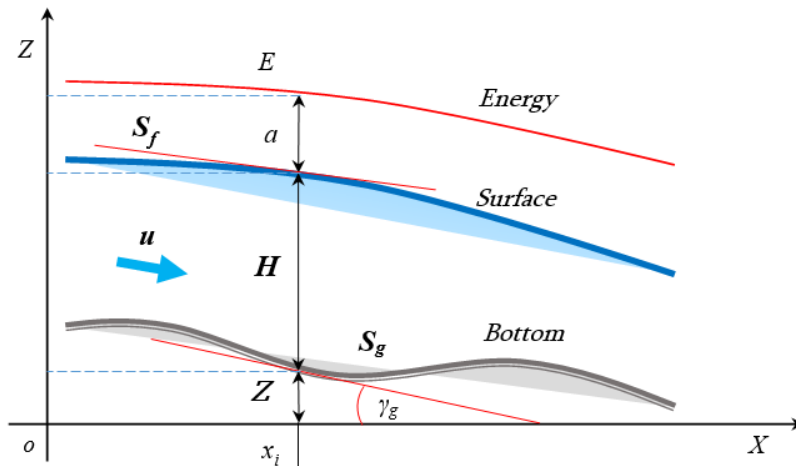


Figure 1. Calculation scheme for mudflow caused by dam failure

Similarly, the fourth term of the continuity equation characterizes the uniformity of the cross-section along the length and  $\frac{1}{B} \left( \frac{\partial A}{\partial x} \right)^{H=const} \cong 0$  for a small change in the cross-section of the riverbed and a

sufficiently large cross-section width compared to the depth, in the case of same depth.

The characteristics of the cross-section are determined according to topological data:

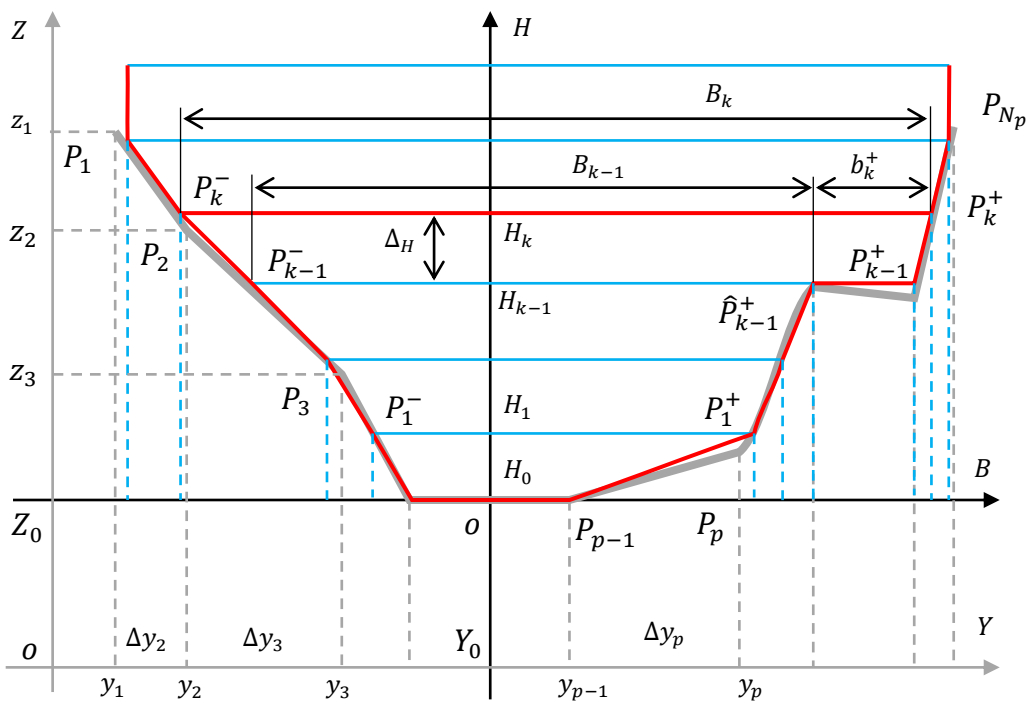


Figure 2. Cross-section approximation and characteristics calculation scheme

To obtain a numerical representation, discretization is performed along the entire length of the riverbed, including the pond and dam areas, and the approximate characteristics of the real cross-sections are determined (Fig. 2). Without limitation of generality, the initial data for each cross-section is the  $P_p(\Delta y_p, z_p)$  number of benchmarks, which determines the location of a point in the vertical plane and the distance from the previous benchmark, and can be assumed that  $\Delta y_1 = 0$ .

With the formulas discussed, it is possible to pre-calculate the discrete values of  $H_k, A_k, B_k, P_k, R_k$  in each cross-section and then, if necessary, obtain continuous values by approximation for any  $H$ .

Consider the linear approximation method. It is possible to find for the intersection parameters  $k, \sigma_H$  such that

$$\sigma_H = \frac{H - H_{k-1}}{H_k - H_{k-1}} = \frac{1}{\Delta_H} (H - H_{k-1}) \quad (2)$$

$$0 \leq \sigma_H < 1$$

Accordingly, the continuous values determined by the proportionality coefficient  $\sigma_H$  can be calculated for  $H$  as follows:

$$\begin{aligned} B(H) &= B_H = B_{k-1} + \sigma_H (B_k - B_{k-1}) \\ P(H) &= P_H = P_{k-1} + \sigma_H (P_k - P_{k-1}) \\ A(H) &= A_H = A_{k-1} + \frac{\sigma_H \Delta_H}{2} (B_H + B_{k-1}) \\ R(H) &= R_H = \frac{A_H}{P_H} \end{aligned} \quad (3)$$

In addition to normalizing each cross-section with respect to  $H$ , it is also necessary to normalize with respect to the length  $L$  with a step of  $\Delta_L$  (Fig. 3).

The methodology we have considered involves linear approximation of not the cross-section, but only the normalized parameters in the  $L$ -section, which significantly simplifies the task and calculations. The method consists in the following: divide the  $oL$  axis into  $\Delta_L$  parts and for each  $L$  cross-section find the closest left and right pair  $S_{s-1}, S_s$  (where  $S$  denotes the

index of the predefined, initial intersections), corresponding to the distances  $L_{s-1}, L_s$ :

$$\sigma_L = \frac{L - L_{s-1}}{L_s - L_{s-1}} = \frac{1}{\Delta_L} (L - L_{s-1}) \quad (4)$$

$$0 \leq \sigma_L < 1$$

Let denote the functions  $A_H, B_H, P_H, R_H$  in the cross-section  $S$  by  $A_{H,S}, B_{H,S}, P_{H,S}, R_{H,S}$ . Accordingly, the continuous values determined by the proportionality coefficient  $\sigma_L$  for  $H$  can be calculated as follows:

$$\begin{aligned} B(L, H) &= B_{LH} = B_{H,S-1} + \sigma_L (B_{H,S} - B_{H,S-1}) \\ P(L, H) &= P_{LH} = P_{H,S-1} + \sigma_L (P_{H,S} - P_{H,S-1}) \\ A(L, H) &= A_{LH} = A_{H,S-1} + \sigma_L (A_{H,S} - A_{H,S-1}) \\ R(L, H) &= R_{LH} = \frac{A_{LH}}{P_{LH}} \end{aligned} \quad (5)$$

In general, the construction of cross-section benchmarks is carried out at all interested geographical locations, therefore, using the discussed formulas of the shallow water theory, it is possible to pre-calculate the discrete values of  $H_k, A_k, B_k, P_k, R_k$  in each cross-section, and then, if necessary, approximate continuous values for any  $H$ . Consider the linear approximation method. It is possible to find for the intersection parameters  $, \sigma_H H$  such that

$$\sigma_H = \frac{H - H_{k-1}}{H_k - H_{k-1}} = \frac{1}{\Delta_H} (H - H_{k-1}) \quad (6)$$

$$0 \leq \sigma_H < 1$$

Accordingly, the continuous values determined by the proportionality coefficient  $\sigma_H$  can be calculated for  $H$  as follows:

$$\begin{aligned} B(H) &= B_H = B_{k-1} + \sigma_H (B_k - B_{k-1}) \\ P(H) &= P_H = P_{k-1} + \sigma_H (P_k - P_{k-1}) \\ A(H) &= A_H = A_{k-1} + \frac{\sigma_H \Delta_H}{2} (B_H + B_{k-1}) \\ R(H) &= R_H = \frac{A_H}{P_H} \end{aligned} \quad (7)$$

In addition to normalizing each cross-section concerning  $H$ , it is also necessary to normalize with respect to the length  $L$  with a step of  $\Delta_L$ .

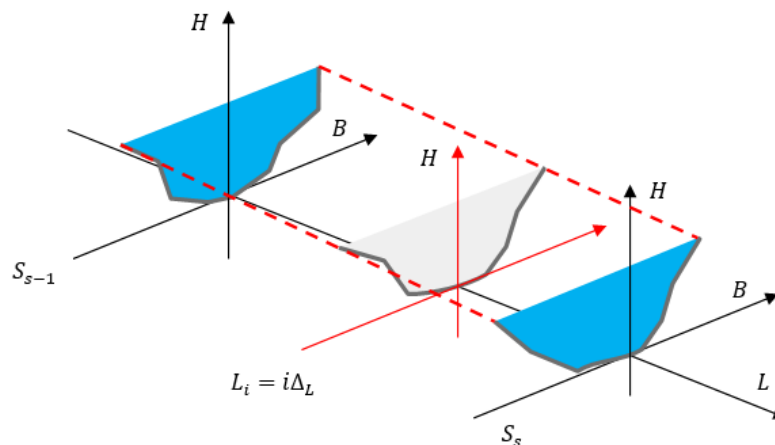


Figure 3. Calculation scheme for terrain approximation and characteristics

Based on the above, to solve ultimate value problems, it is sufficient to construct only a few initial critical cross-sections (where homogeneity decomposed or precise data is required) and, using the discussed method, calculate the necessary parameters obtained from continuous functions.

$$\begin{aligned}
 Z &= Z(x, t), t \leq T_0 \\
 A &= A(x, H, t), t \leq T_0 \\
 B &= B(A, H) \\
 P &= P(A, H) \\
 R &= R(A, H)
 \end{aligned}
 \quad (8)$$

As for considering dam failure, either we assume an instantaneous failure to obtain maximum effect or we

determine the functions of the bottom, cross-sectional area change, and other necessary characteristics over a short period of time in the dam's cross-section area during the time of dam failure, at the dam base section.

### Conclusion

The formulas implement the changes in the cross-section due to the dam failure, but the failure itself and its mathematical modeling are not the subject of our research, therefore, we will limit ourselves to simplified formulas, according to which the cross-section and bottom height change by a certain value over a certain time period.

### References

1. Iremashvili, Kh., & Berdzenashvili, G. (2016). The methodology of risk assessment and forecast of earth dam failure during high water in a deep mountain reservoir. In *VI International Scientific and Technical Conference "Modern-Day Problems of Water Economies, Environmental Protection, Architecture and Construction": Program and proceedings* (pp. 95–100).
2. Iremashvili, Kh., Berdzenashvili, G., & Jinjikhshvili, G. (2015). One-dimensional (1D) numerical modeling of the process of wave generation caused by flood inflow into a reservoir with complex terrain. *Construction*, (4[39]), 51–54.
3. Gvelesiani, T., Danelia, R., & Berdzenashvili, G. (1999). Mathematical model of unsteady hydrodynamic processes caused by mobile mud flow on the bottom of reservoir. *Bulletin of the Georgian Academy of Sciences*, 159(3), 457–459.
4. Gvelesiani, T. L. (2009). *The theory of wave generation as applied to problems of hydroecology*. Universal.

UDC 627.4

SCOPUS CODE 2205

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-146-152>

**წყალსაცავში კაშხლის რღვევით წარმოქმნილი ღვარცოფული პროცესის ერთგანზომილებიანი (1D) განტოლების შედგენა არაერთგვაროვანი და არათანაბარი ნაკადის მოძრაობის პირობებში**

- ხვიჩა ირემაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო  
E-mail: iremashvilikhvicha05@gtu.ge
- გიორგი ბერძენაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის აკადემიური დოქტორი, საქართველო  
E-mail: george.berdzenashvili@bsc.ge
- ნუგზარ რურუა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: n.rurua@gtu.ge
- პეტრე ნადირაშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

**რეცენზენტები:**

- მ. შიშინაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, აკადემიური დოქტორი  
E-mail: m.shishinashvili@gtu.ge
- გ. ჩუბინიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, აკადემიური დოქტორი  
E-mail: g.chubinidze@gtu.ge

**ანოტაცია.** წყალსაცავებში ტალღური პროცესების მათემატიკური მოდელირების მიზნით გამოიყენება ორი მიახლოებითი თეორია: მარჩხი წყლის ანუ გრძელი ტალღებისა და მცირეამპლიტუდიანი ტალღების თეორია. მარჩხი წყლის თეორიაში ითვლება, რომ წყლის სიღრმე მცირე სიდიდეა სხვა მახასიათებელ სიდიდესთან (კერძოდ, ტალღის სიგრძესთან) შედარებით. ძირითადი დაშვებაა, რომ წყლის სიჩქარის მდგენელის სიდიდე ვერტიკალური ღერძის მიმართულებით უგულებელყოფილია. შესაბამისად, წყლის წნევის განაწილება სიღრმის მიხედვით ემორჩილება ჰიდროსტატიკურ კანონს და იმპულსური

ტალღის წარმოდგენა ხდება ერთ- (1D) ან ორგანზომილებიანი (2D) (ჰორიზონტალური) მოდელების სახით.

ნაშრომში შემოთავაზებულია ვიწრო სამთო წყალსაცავში მიწის კაშხლის შესაძლო რღვევის შედეგად წარმოქმნილი დიდი სიჩქარით მოძრავი მაღალი გრძელი არაერთგვაროვანი ექსტრემალური ღვარცოფული ტალღის მახასიათებლების გამოთვლის მეთოდი ერთგანზომილებიანი (1D) მარჩხი წყლის თეორიის გამოყენებით.

**საკვანძო სიტყვები:** კალაპოტი; კაშხალი; ნაკადი; ტალღა; ფსკერი; ღვარცოფი წყალსაცავი.

---

*The date of review 02.02.2026*

*The date of submission 12.02.2026*

*Signed for publishing 26.06.2026*

UDC 624.191

SCOPUS CODE 2215

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-153-163>

## სამაგრისა და გარემომცველი მასივის ერთობლივი მუშაობა გვირაბის ეტაპობრივი მშენებლობის პროცესში სამაგრისა და ქანის არაწრფივი მუშაობის გათვალისწინებით

**ლავრენტი გუდავაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო  
E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**ი. გუჯაბიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი  
E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

**ზ. ლებანიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი  
E-mail: z.lebanidze@gtu.ge

**ანოტაცია.** სტატიაში განხილულია „სამაგრი-გარემომცველი მასივი“ სისტემის ერთობლივი მუშაობა დიდი კვეთის გვირაბის ეტაპობრივი მშენებლობის პროცესში სამაგრისა და ქანის არაწრფივი მუშაობის გათვალისწინებით. კვლევის მიზანი იყო გვირაბის ეტაპობრივი გაყვანის ეფექტის შეფასება უეცარი გაყვანის სქემასთან შედარებით და სისტემის ფიზიკური, გეომეტრიული და დატვირთვის არაწრფივობების გავლენის განსაზღვრა. გაანგარიშებები შესრულებულია სასრულ ელემენტთა მეთოდით, ორციკლიანი (გარე და შიდა ციკლების) სქემის გამოყენებით. შეფასებულია გაჭიმვისა და ძვრის ბზარების წარმოქმნის პირობები, ძაბვების გადანაწილება და რღვევის ზონების განვითარება მა-

სივში. მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ არაწრფივი გაანგარიშება მნიშვნელოვნად ცვლის ძაბვა-დეფორმირებული მდგომარეობის სურათს, ამცირებს სამაგრზე მოქმედ დატვირთვებს თაღოვან ნაწილში და იწვევს რღვევის ზონების გავრცელებას მასივის სიღრმეში. დადგენილია დათმობის კვანძების მნიშვნელოვანი გავლენა კონსტრუქციის გადაადგილებებსა და დატვირთვების გადანაწილებაზე.

### საკვანძო სიტყვები:

არაწრფივი გაანგარიშება; გვირაბი; დათმობის კვანძი; ეტაპობრივი მშენებლობა; რღვევის ზონა; სამაგრი; სასრულ ელემენტთა მეთოდი; ქანთა მასივი; ძაბვა-დეფორმირებული მდგომარეობა.

## შესავალი

დიდი კვეთის გვირაბების მშენებლობა, როგორც წესი ეტაპორივად მიმდინარეობს, რასაც გვირაბების სამაგრი კონსტრუქციების გაანგარიშების არსებული მეთოდები არ ითვალისწინებს. ამიტომ, კვლევის ძირითადი მიზანი იყო სისტემის „სამაგრი-ქანთა მასივის“ გაანგარიშების დროს გვირაბის ეტაპობრივი მშენებლობის ეფექტის გამოვლენა, უეცარი გაყვანის სქემასთან შედარებით და, ამავე დროს, სისტემის არაწრფივი მუშაობის გავლენის შეფასება. აქედან გამომდინარე, განხილული იქნა გაანგარიშებები გვირაბების მშენებლობის შემდეგი სქემებისათვის:

- გვირაბის უეცარი გაყვანის სქემა;
- გვირაბის ეტაპობრივი გაყვანის სქემა სისტემის არაწრფივი მუშაობის გათვალისწინებით.

## ძირითადი ნაწილი

გაანგარიშების შედეგად მიიღება ძალის კვანძებში  $U_x$ ,  $U_y$  გადაადგილებები, ხოლო ელემენტებში – დეფორმაციებისა და ძაბვათა კომპონენტები, აგრეთვე მთავარი ნორმალური და მხები ძაბვები და ძაბვის ტრაექტორიები. ანგარიში წარმოებდა სასრულ ელემენტთა მეთოდით [Amusin, B. Z., & Fadeev, A. B. (1975)].

ჩატარებული კვლევებით შესწავლილია სამაგრისა და გარემომცველი მასივის ერთობლივი მუშაობა გვირაბის ეტაპობრივი მშენებლობის პროცესში სამაგრისა და ქანის არაწრფივი მუშაობის გათვალისწინებით. გაანგარიშების დროს გათვალისწინებული იყო არაწრფივი მუშაობის სამივე ძირითადი მომენტი.

ფიზიკური, კონსტრუქციული (გეომეტრ.) და დატვირთვის არაწრფივობები.

ქანის რღვევა ძირითადად განპირობებულია გამჭიმავი და ძვრის ძალების მოქმედებით, რაც დაკავშირებულია შესაბამისად გაჭიმვისა და ძვრის ბზარების გაჩენასთან.

გაჭიმვის ბზარის გაჩენის შეფასება ხდებოდა მაქსიმალური გამჭიმავი ძაბვების მნიშვნელობებით, კერძოდ, ამ შემთხვევაში რღვევის პირობას აქვს სახე:

$$\sigma_{\min} \geq R_s,$$

სადაც:

$\sigma_{\min}$  არის მინიმალური გამჭიმავი ძაბვა, რომელიც მოქმედებს  $\Theta$  კუთხით დახრილ ფართობზე;

$R_s$  – საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე.

იმ შემთხვევაში, როდესაც გაჭიმვის ბზარები არ წარმოიქმნება ( $\sigma_{\min} < R_s$ ), განსახილველი არის რღვევის საკითხი მოწმდება ძვრის პირობების შეფასებით. ამდენად, ძვრის ბზარების გაჩენის შესაძლებლობის შეფასება ხდება ძვრაზე მარაგის კოეფიციენტის მიხედვით:

$$\eta = \frac{\tau_{\alpha b}}{\tau_{\alpha}},$$

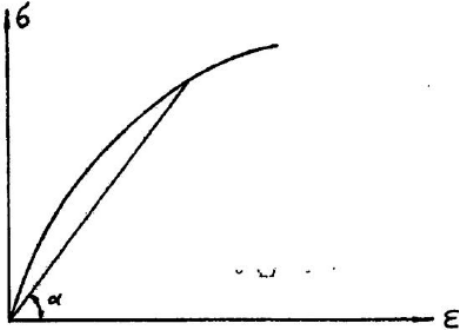
სადაც:

$\tau_{\alpha}$  არის განსახილველ წერტილში  $\alpha$  კუთხით დახრილი ძვრის ყველაზე საშიშ სიბრტყეში მოქმედი მხები ძაბვა;

$\tau_{\alpha b}$  – ქანის საანგარიშო წინაღობა ძვრის ძალაზე იმავე სიბრტყეში.

გაჭიმვის ზონაში, როდესაც  $\sigma_{\min} > R_s$  და  $\eta > 1$ , ჩნდება გაჭიმვის ბზარი, რასაც თან ახლავს ფიზიკური მახასიათებლების შესაბამისი ცვლილებები. კუმ-

ვის ზონაში, როდესაც  $\eta > 1$ , მასალის დეფორმაციის მოდული კორექტირდება  $\sigma$ - $\epsilon$  მრუდის მიხედვით (სურ. 1). როდესაც  $\eta < 1$ , ჩნდება ძვრის ზხარი.

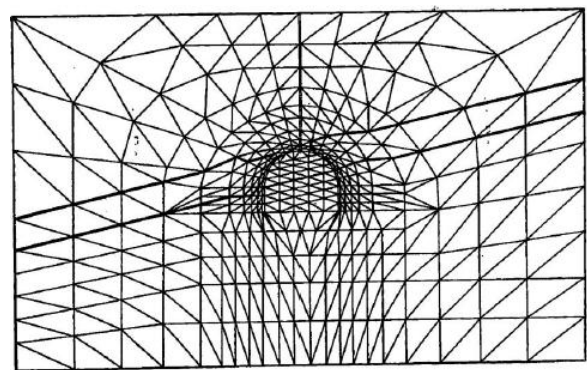


სურ.1. დეფორმაციის ძაბვაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

კონსტრუქციულ არაწრფივობას ძირითადად ექვემდებარება დათმობის კვანძი, რომელიც თალს აძლევს დამოუკიდებლად გადაადგილებების საშუალებას. მისი ღერძის გასწვრივ, გაანგარიშებებში გათვალისწინებული იყო აგრეთვე გეომეტრიული არაწრფივობა ნარჩენი დეფორმაციები მასივში. ამ დროს საანგარიშო ბადის კვანძები თითოეული იტერაციული ციკლის ბოლოს განიცდიდა კორექტირებას კვანძურ გადაადგილებათა მნიშვნელობების მიხედვით.

გვირაბის გაყვანისას, თანმხლებ რღვევის მოვლენებთან დაკავშირებით, სამაგრისა და მასივის ცალკეულ უბნებში ადგილი აქვს დატვირთვისა და განტვირთვის პროცესებს – არსებული დატვირთვების გადანაწილებას. აღნიშნულ პროცესებთან დაკავშირებით დამატებული მდგომარეობის ცვლილებებს საანგარიშო სქემის ბადის კვანძებში თანახლავს შესაბამისი რეაქტიული ძალების ვარირება, რაც განაპირობებს დატვირთვის არაწრფივობას.

განგარიშებებში განხილულია გვირაბის გაყვანის 2-ეტაპიანი სქემა. პირველ ეტაპზე მიმდინარეობს გვირაბის ზედა ნაწილის გაყვანა და შესაბამისი ნაწილის გამაგრება, ხოლო გარკვეულ მანძილზე გაყვანის შემდეგ ამუშავებენ გვირაბის ქვედა ნაწილს და აყენებენ სამაგრის სრულ კონსტრუქციას. აღნიშნულის შესაბამისად გაანგარიშებების დროს საანგარიშო სქემაში თანამიმდევრულად განიხილებოდა თავდაპირველად პირველი, შემდეგ კი მეორე რიგის მშენებლობები, გვირაბის დამუშავების შესაბამისი კვეთებითა და სამაგრის კონსტრუქციის ნაწილების გათვალისწინებით (სურ. 2.).



სურ. 2. „სამაგრი-გარემომცველი მასივის“ სისტემის საანგარიშო სქემა.

გვირაბის გაყვანისას თანმხლები რღვევის პროცესებისა და სამაგრის კონსტრუქციაზე დატვირთვების თანამიმდევრული გადაცემის გასათვალისწინებლად გაანგარიშებებში გამოყენებულია 2-ციკლიანი სქემა გარე და შიგა ციკლებით.

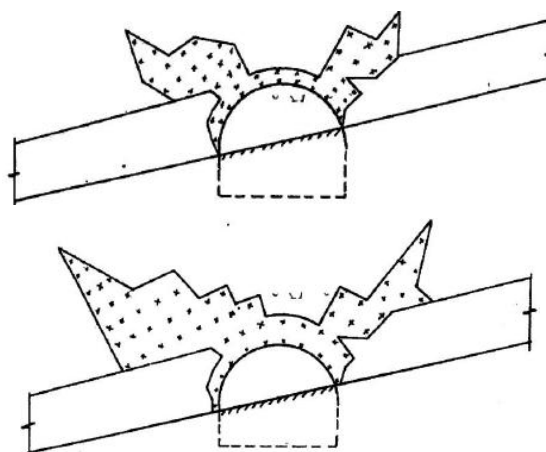
გარე ციკლებში განიხილებოდა საანგარიშო სქემა, რომელშიც ელემენტებისა და კვანძების თანამიმდევრული გამორიცხვა ხდებოდა გვირაბის მშენებლობის ეტაპების შესაბამისად, ხოლო შიგა

ციკლებში დატვირთვების  $\Delta F$  ბიჯი განისაზღვრა საანგარიშო სისტემის „სამაგრი-გარემომცველი მასივის“ I რიგის მშენებლობის შესაბამისი დატვირთვის  $\{F\}$  ვექტორის მიხედვით, მასში მასივის ბუნებრივი დამაბული მდგომარეობის გათვალისწინებით.  $\Delta F = \frac{\{F\}}{n}$ , სადაც  $n$  შიდა ციკლების რაოდენობაა. აღნიშნული ბიჯი შეირჩა იმ პირობით, რომ დატვირთვის მატებისას ადგილი არ ჰქონოდა დამაბული მდგომარეობის მკვეთრ ცვლილებებს და დამაბული მდგომარეობის მდორე ცვლილებისას გამოვლენილიყო რღვევის ზღვრული მდგომარეობების ( $\eta \leq 1$ ) შესაბამისი ძაბვის კომპონენტები. სულ ჩატარდა 12 ციკლი, საიდანაც 8 შეესაბამებოდა პირველ, ხოლო 4 – მეორე რიგის მშენებლობებს.

როგორც გაანგარიშების შედეგებით იქნა მიღებული, ზემოთ ხსენებული სისტემის არაწრფივობამ გვირაბის გაყვანის პროცესის გათვალისწინებით მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა სამაგრსა და გარემომცველი მასივის დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ჩამოყალიბებაში.

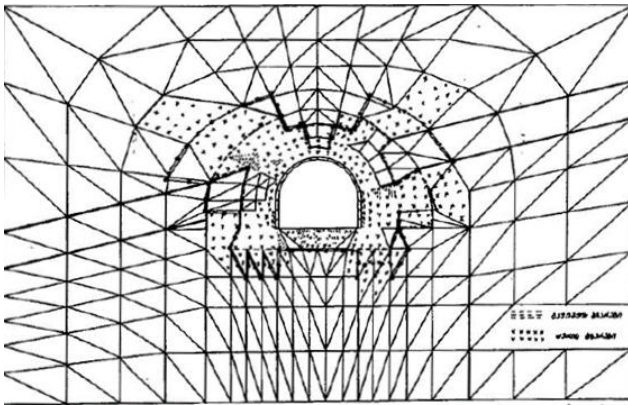
გაანგარიშების III ციკლში დაფიქსირდა რღვევის პროცესები, რომლებშიც ძირითადად სამაგრსა და გარემომცველ მასივს შორის არსებული ამოყორვის შრეში მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ რღვევები ამ ზონებში ძირითადად ძვრის შედეგად განვითარდა ( $\eta < 1$ ), თუმცა სამაგრის მარჯვენა კედლის მხარეს წარმოიქმნა გაჭიმვის ბზარებიც ( $\sigma_{\min} > R_b$ ). გაანგარიშების შემდგომ ციკლებში რღვევა სამაგრის კონტურის მიმდებარე ზონებში და მასივის სიღრმეში ზედა მარცხენა და მარჯვენა კუთხეების მიმართულებით ქვანახშირის ზოლის გასწვრივ განვითარდა (სურ. 3.).

ამდენად, გვირაბის გაყვანის I რიგის მშენებლობამ (I – VIII ციკლები) მასივში ჩამოყალიბდა რღვევის ძირითადი არე. მეორე რიგის მშენებლობამ (IX – XII ციკლები) განავითარა გაანგარიშების წინა ციკლებში წარმოქმნილი რღვევის ზონები, უპირატესად გვირაბის განივად და ფუძის სიღრმისაკენ (სურ. 4). ამდენად, რღვევის ზონამ მასივის მნიშვნელოვანი არეები მოიცვა და მის სიღრმეში გვირაბის გაორმაგებული დიამეტრის მანძილით გავრცელდა, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება წრფივი გაანგარიშების შედეგად წარმოდგენილ არეს.



სურ. 3. რღვევის არეების განვითარება მასივში გვირაბის I ეტაპის დამუშავებისას (არაწრფივი გაანგარიშება).

რღვევის ზონების განაწილების არასიმეტრიული ხასიათი მასივის ანიზოტროპიულობის გავლენაზე მიუთითებს. უკანასკნელის შესაფასებლად განხილული იქნა შემთხვევა, რომლის დროსაც გვირაბის გარემომცველი მასივი განიხილებოდა როგორც იზოტროპული და ერთგვაროვანი. ამ შემთხვევაში რღვევის ზონა მასივის ანიზოტროპიულობის ვარიანტთან შედარებით მნიშვნელოვნად შეიცვალა და სიმეტრიული გახდა (სურ. 4).



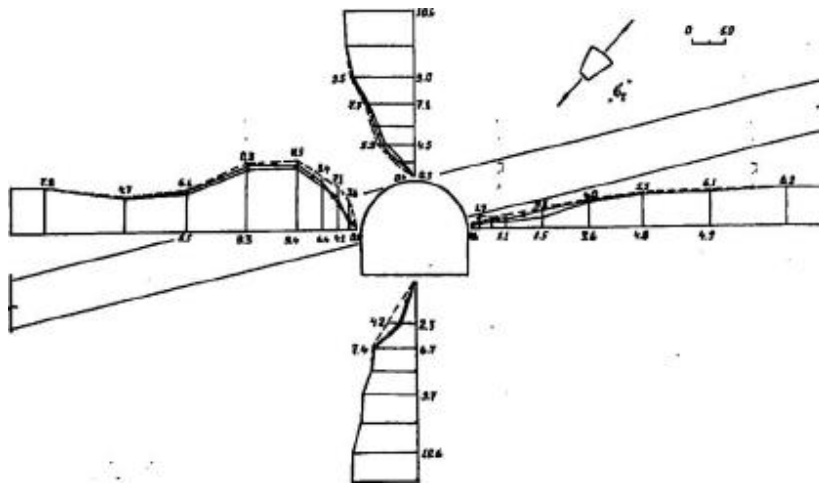
სურ. 4. რღვევის საერთო სურათი მასივში გვირაბის სრული კვეთით გაყვანისას.

გამოსაკვლევი სისტემის არაწრფივი მუშაობა მნიშვნელოვნად აისახა მასივში ძაბვების განაწილების ეპიურებზე. სამაგრის მიმდებარე ზონებში, სადაც ადგილი ჰქონდა რღვევას, აღინიშნა ძაბვების შემცირება განტვირთვა და მასივის სიღრმისეული ზონების დატვირთვა. აღნიშნული შესაბამისად აი-

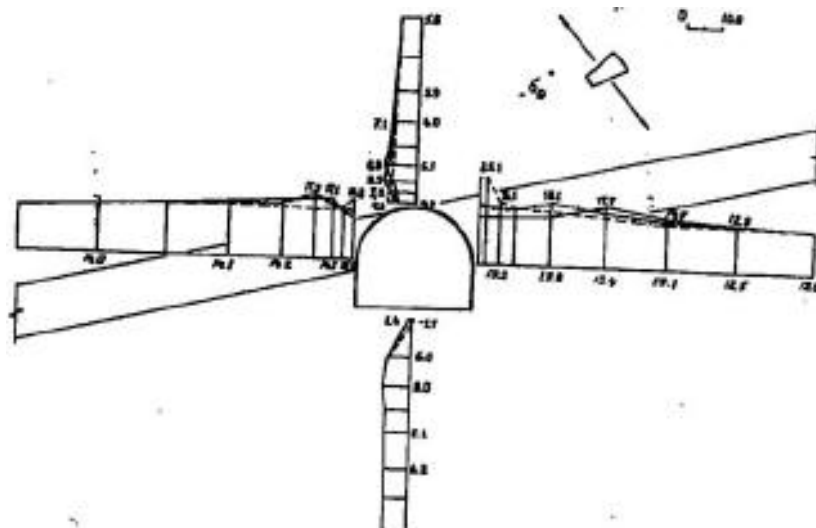
სახა  $\sigma_r$ ,  $\sigma_\theta$  და  $\tau_{r,\theta}$  ძაბვების განაწილების ეპიურებზე (სურ. 5,6,7.), სადაც რღვევის ზონების გავრცელების საზღვრები აღინიშნა ძაბვების გარდატეხით.

გვირაბის კონტურთან, სადაც  $\sigma_\theta$  ძაბვები წრფივი გაანგარიშების დროს აღწევდნენ მაქსიმალურ მნიშვნელობებს, არაწრფივი გაანგარიშებების დროს ძაბვები მცირდება, რაც აღინიშნა გვირაბის მარცხნივ საშუალოდ 1.4-ჯერ ( $\sigma_\theta = 12.1$  მგპა), მარჯვნივ ( $\sigma_\theta = 13.1$  მგპა) და ჭერთან 1.6-ჯერ ( $\sigma_\theta = 4.9$  მგპა) (სურ. 6).

გვირაბის კონტურიდან მასივის სიღრმისაკენ აღნიშნული ძაბვები იზრდება რღვევის გავრცელების საზღვრებამდე, სადაც ისინი აღწევენ მაქსიმალურ მნიშვნელობებს და შეადგინეს: გვირაბის მარცხნივ 17.1 მგპა, მის მარჯვნივ 17.7 მგპა და ჭერთან 8.8 მგპა. აღნიშნული ზონებიდან მასივის სიღრმისაკენ ისინი მცირდება წრფივი გაანგარიშების შესაბამის მნიშვნელობებამდე.



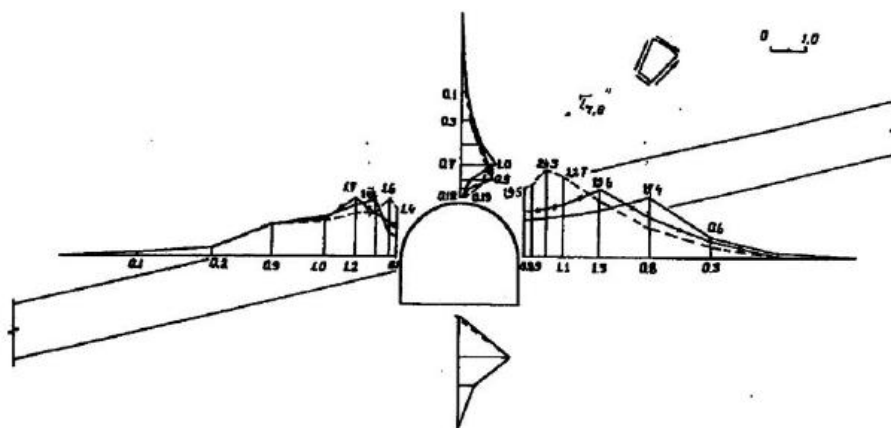
სურ. 5. „ $\sigma_r$ “ ძაბვების ეპიურები.



სურ. 6. „ $\sigma_r$ “ ძაბვების ეპიურები.

$\sigma_r$  რადიალური ძაბვები შემცირდა კვეთების გასწვრივ როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მიმართულებით (სურ. 5). მასივიდან გვირბისკენ წრფივი გაანგარიშების შედეგებთან შედარებით რადიალური ძაბვები თანდათან იკლებს და

რღვევის გავრცელების საზღვრებთან გვირბის მარცხნივ შემცირდა საშუალოდ 3.3-ჯერ ( $\sigma_r=1.1$  მგპა), მარჯვნივ 23-ჯერ ( $\sigma_r=1.5$  მგპა) და ჭერთან 1.5-ჯერ ( $\sigma_r=2.6$  მგპა).



სურ. 7. მხები ძაბვების –  $\tau_{r,\theta}$  ეპიურები.

რღვევის პროცესების განვითარების კვალობაზე, მასივში დამაბული მდგომარეობის ფორმირების შესაბამისად, ადგილი ჰქონდა სამაგრის კონსტრუქციაზე მოქმედი დატვირთვების გადანაწილებას.

სამაგრის კონსტრუქციაზე მოსული დატვირთვები ძირითადად სიმეტრიულ ხასიათს ატარებს (სურ. 8) თალის ძირითად ნაწილზე დატვირთვები შედარებით მცირეა, ისინი მნიშვნელოვნად იზრდე-

ბა დათმობის კვანძებთან და აღწევნ მანქიმალურ მნიშვნელობებს. სამაგრზე დატვირთვების გადანაწილების ხასიათი, რომელიც მიღებულია წრფივი გაანგარიშებისას, შენარჩუნებულია არაწრფივი გაანგარიშების დროსაც. დატვირთვების საშუალო მნიშვნელობამ თაღის ცენტრალურ ნაწილში წრფივი გაანგარიშებისას შეადგინა 0.36 მგპა, რომელიც 4.5-ჯერ იზრდება დათმობის კვანძებთან და თაღის მარცხნივ და მარჯვნივ აღწევს 1.59 მგპა და 1.71 მგპა შესაბამისად. არაწრფივი გაანგარიშებისას თაღის ცენტრალურ ნაწილში დატვირთვები თითქმის 2-ჯერ მცირდება წრფივ გაანგარიშებასთან შედარებით და მისი საშუალო მნიშვნელობა აღწევს 0.18 მგპა-ს. რაც შეეხება დათმობის კვანძებთან, არაწრფივი გაანგარიშების დროს თაღზე მოსულ დატვირთვებს ისინი საშუალოდ 8-ჯერ გაიზარდა და სამაგრის მარცხენა და მარჯვენა კვანძებთან მიაღწია 1.35 მგპა და 1.51 მგპა შესაბამისად, რაც საშუალოდ 1.15-ჯერ ნაკლებია დატვირთვის მნიშვნელობებზე აღნიშნულ კვეთებზე წრფივ გაანგარიშებებთან შედარებით.

დატვირთვები სამაგრის ვერტიკალურ კედლებზე მცირდება დათმობის კვანძებიდან ძირებამდე. არაწრფივი გაანგარიშების დროს დატვირთვები წრფივთან შედარებით 1.1-ჯერ შემცირდა.

ამრიგად, როგორც სამაგრზე მოქმედი დატვირთვების ეპიურებიდან ჩანს, არაწრფივი გაანგარიშებისას სამაგრზე მოქმედი დატვირთვები წრფივთან შედარებით მცირდება – თაღოვან ნაწილში საშუალოდ 12-ჯერ და შეადგენს 32%-ს, ხოლო კედლებზე – 1.1-ჯერ და შეადგენს 13%-ს.

სამაგრის კონსტრუქციის დამაბული მდგომარეობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ  $\sigma_{\theta}$  ტანგენციური

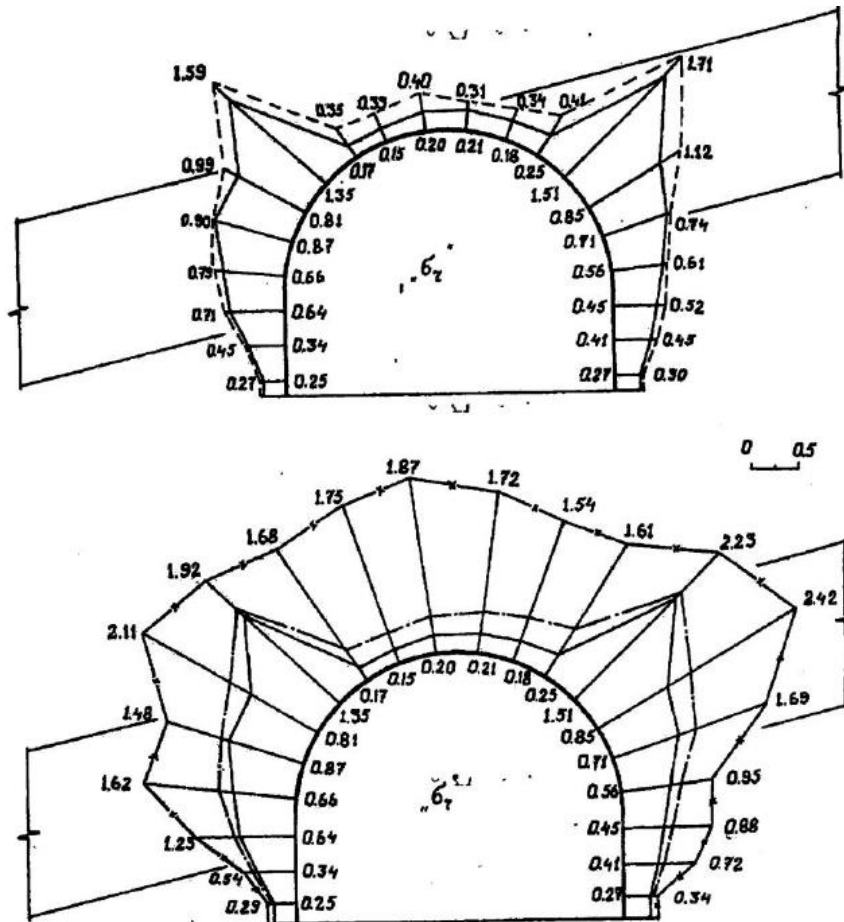
მაბვები შედარებით მცირე სიდიდისაა დათმობის კვანძებს შორის არსებულ თაღში. აღნიშნული მაბვები ინტენსიურად მატულობს თაღიდან სამაგრის კედლებისაკენ მათი ფუძეების მიმართულებით (სურ. 9) მაბვების განაწილების აღნიშნული ხასიათი შენარჩუნებულია როგორც წრფივი, ისე არაწრფივი გაანგარიშებების დროს. არაწრფივი გაანგარიშების შედეგების მიხედვით მიღებულ იქნა, რომ სამაგრის მთელ კონსტრუქციაში, წრფივ გაანგარიშებასთან შედარებით მაბვები იკლებს, რაც თაღის ზონაში აღინიშნა საშუალოდ 1.6-ჯერ, ხოლო სამაგრის კედლებში – 1.2-ჯერ. როგორც აღნიშნული მაბვების ეპიურიდან ჩანს, მიუხედავად სამაგრის კონსტრუქციაში მაბვების განაწილების გარკვეული სიმეტრიულობისა, ადგილი აქვს მის უთანაბრობას. კერძოდ, თაღის მარჯვენა ნაწილი საშუალოდ 12-ჯერ მეტად დამაბული აღმოჩნდა მის მარცხენა ნაწილთან შედარებით.

სამაგრში,  $\sigma_{\theta}$  მაბვების განაწილების ასეთი უთანაბრობა მასივის არაერთგვაროვნების გავლენაზე მიუთითებს. დათმობის კვანძებში ხდება მაბვების უმნიშვნელო ვარდნა თაღის კვეთებთან შედარებით.

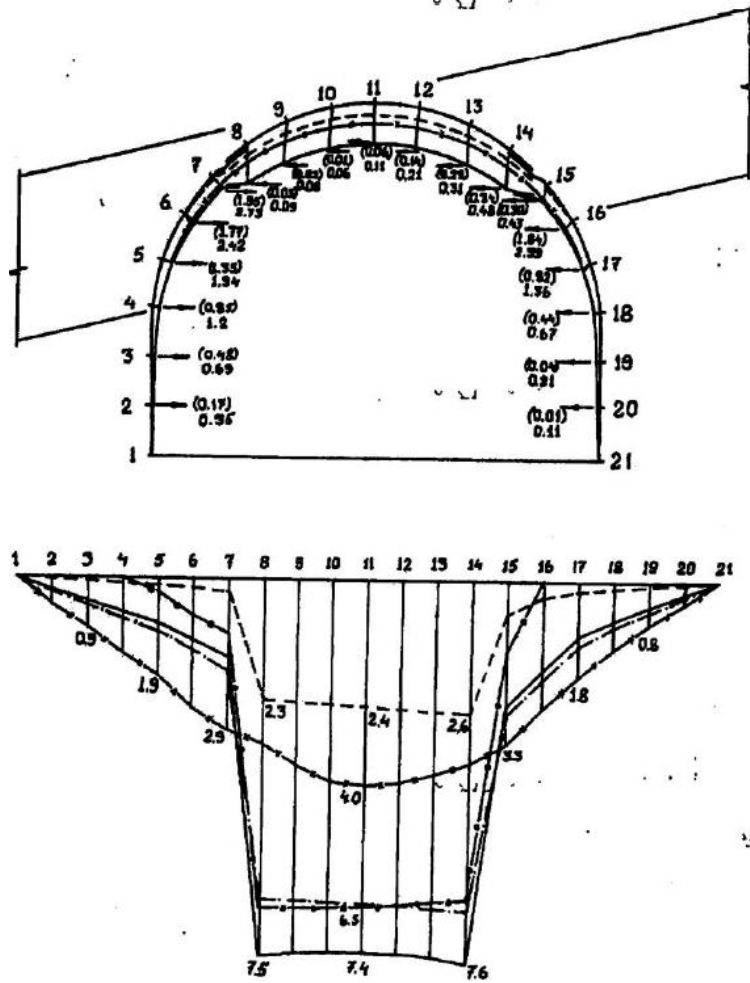
ტანგენციური მაბვების ანალოგიურად არაწრფივი გაანგარიშებისას სამაგრის მთელ კონსტრუქციაში  $\tau_{r,\theta}$  მხები მაბვები იკლებს. წრფივ გაანგარიშებასთან შედარებით სამაგრის კონსტრუქციაში მხები მაბვები საშუალოდ 1.7-ჯერ შემცირდა. ქანების მასივსა და ქვანახშირის შრის საკონტაქტო ზედაპირზე მაბვების გარდატეხა გამოვლინდა ეპიურზე. სამაგრის თაღსა და კედლებზე  $\sigma_{\theta}$  ტანგენციური მაბვების გადანაწილების ზემოთ წარმოდგენილი კანონზომიერება შენარჩუნდა მხები მაბვების გადანაწილების დროსაც. კერძოდ, დათმობის კვან-

ძეხს შორის არსებული თაღის მარჯვენა ნაწილი  
საშუალოდ 1.75-ჯერ მეტად დაძაბული აღმოჩნდა  
მარცხენა ნაწილთან შედარებით, ხოლო სამაგრის  
მარცხენა კედელი საშუალოდ 1.35-ჯერ მეტად და-

ძაბული მარჯვენა კედელთან შედარებით მხები  
ძაბვების მაქსიმალური მნიშვნელობა დაფიქსირდა  
მარცხენა კედლის ფუძეში და შეადგინა 3.62 მგპა.



სურ. 8. დატვირთვის ეპიურები სამაგრის კონსტრუქციაზე: ა) წრფივი და არაწრფივი გაანგარიშებისას;  
ბ) არაწრფივი გაანგარიშებების შედეგები დათმობის კვანძების სხვადასხვა დათმობის მნიშვნელობის დროს.



სურ. 9. გვირაბის კონტურის დეფორმაციების და გადაადგილებების გრაფიკები:

- ა) გვირაბის სამაგროს დეფორმაციის სურათი,
- ბ) გვირაბის სამაგროს ვერტიკალური გადაადგილებების გრაფიკი.

რღვევის პროცესების ფორმირება მნიშვნელოვნად აისახა აგრეთვე სამაგროს კონსტრუქციის დეფორმაციაზე. არაწრფივი გაანგარიშების შედეგად გაიზარდა როგორც თაღის ვერტიკალური, ისე კედლების ჰორიზონტალური გადაადგილებანი (სურ. 9). განსაკუთრებით ეს ითქმის დათმობის კვანძებს შორის არსებულ თაღზე, რომლის ვერტიკალურმა გადაადგილებამ კვეთში 7,4 სმ შეადგინა. თაღის ვერტიკალური გადაადგილებების ზრდა ძირითადად დათმობის კვანძების მუშაობითაა განპირობებული, რო-

მელთა დათმობის სიდიდემ მარცხენა და მარჯვენა კვანძებში 4.5 და 4.0 სმ შეადგინა შესაბამისად. სამაგროს კედლების ჰორიზონტალური მიმართულებით გადაადგილებების ნაზრდმა კონსტრუქციის მარცხენა და მარჯვენა ნაწილში დათმობის კვანძებთან შეადგინა 0.7 სმ და 0.12 სმ, რის შედეგადაც მათმა მაქსიმალურმა გადაადგილებებმა აღნიშნულ კვეთებში მიაღწია 273 სმ და 0.48 სმ შესაბამისად (სურ. 9.)

### დასკვნა

ამრიგად, როგორც არაწრფივი გაანგარიშების შედეგად იქნა მიღებული „სამაგრი–გარემომცველი მასივის“ სისტემის დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანია დათმობის კვანძების გავლენა, რომლებიც გვირაბის ეტაპებად გაყვანის დროს სამაგრზე დატვირთვების ზრდის კვალობაზე თაღს აძლევს დამოუკიდებლად

გადაადგილებების საშუალებას. რღვევის პროცესების განვითარებას თან ახლავს სამაგრის კონსტრუქციის გადაადგილებების ზრდა, მასზე მასივიდან გადმოცემული დატვირთვების კლება და, შესაბამისად, კონსტრუქციის განტვირთვა. მცირდება დატვირთვები სამაგრის მიმდებარე რღვევის ზონებში, ხოლო იზრდება რღვევის ზონების ზომები მასივის შიგა არეებში.

---

### ლიტერატურა

1. Amusin, B. Z., & Fadeev, A. B. (1975). *Metod konechnykh elementov pri reshenii zadach gornoj geometrii*. Nedra.

UDC 624.191

SCOPUS CODE 2215

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-153-163>

## Joint Behavior of Support and Surrounding Rock Mass During Staged Tunnel Excavation Considering Nonlinear Interaction of Support and Rock

**Lavrenti Gudavadze** Georgian Technical University Faculty of mining, geology and sustainable mountain development, professor, Georgia  
E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

### Reviewers:

**I. Gujabidze**, Georgian technical university, faculty of mining, geology and sustainable mountain development, professor

E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

**Z. Lebanidze**, Georgian technical university, faculty of mining, geology and sustainable mountain development, associate professor

E-mail: z.lebanidze@gtu.ge

**Abstract.** The article examines the joint behavior of the “support–surrounding rock mass” system during staged excavation of large-section tunnels, considering the nonlinear interaction between the support and the rock. The main objective of the study was to assess the effect of staged tunnel excavation compared to the full-face excavation scheme and to evaluate the influence of physical, geometrical, and loading nonlinearities of the system. The analyses were performed using the finite element method with a two-cycle (outer and inner cycles) scheme. The conditions for the formation of tensile and shear fractures, stress distribution, and the development of failure zones in the rock mass were evaluated. The results indicate that nonlinear analysis significantly alters the stress–strain state, reduces the loads acting on the support in the arch region, and leads to the propagation of failure zones into the mass. The study also revealed the significant impact of yielding joints on the structure’s displacements and load redistribution.

**Keywords:** Failure zone; Finite element method; Nonlinear analysis; Rock mass; Staged excavation; Stress–strain state; Support; Tunnel; Yielding joint.

---

*განხილვის თარიღი 05.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 12.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 622.2:622.34:550.34

SCOPUS CODE 2215

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-164-174>

## საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის გვირაბების გარემომცველ ქანებში მიმდინარე მექანიკური პროცესების ექსპერიმენტული კვლევა

**ლავრენტი გუდავაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო  
E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**ი. გუჯაბიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

**ზ. ლებანიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: z.lebanidze@gtu.ge

**ანოტაცია.** სტატია ეხება საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის გვირაბების გარემომცველ ქანებში მიმდინარე მექანიკური პროცესების ლაბორატორიულ კვლევებს. განისაზღვრა ქვიშაქვების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები (სიმკვრივე, კუთრი მასა, ფორიანობა, ტენიანობა, სიმტკიცე კუმშვასა და ჭიმვაზე, შეჭიდულობის კოეფიციენტი, შინაგანი ხახუნის კუთხე, დრეკადობის მოდული, პუასონის კოეფიციენტი, ყინვაგამძლეობა). ასევე ექსპერიმენტულად გამოკვლეულია გვირაბების სამაგრ კონსტრუქციაზე მოსული დატვირთვები სპეციალურ დინამომეტრულ მოწყობილობასა და რგოლოვანი კონსტრუქციის ჩარჩოზე. მიღებული მონაცემები მნიშვნელოვანია სამთო ტექნოლოგიების მიმართულების მკვლევ-

რებისთვის და საშუალებას იძლევა შემოწმდეს თეორიული მოდელების სიზუსტე ნატურალური პირობებით მიღებულ შედეგებთან შედარებით.

**საკვანძო სიტყვები:** გვირაბების სამაგრი; დრეკადობის მოდული; ექსპერიმენტული კვლევა; პუასონის კოეფიციენტი; სამთო წნევა; სიმტკიცე (კუმშვაზე, ჭიმვაზე); ფორიანობა, ლაბორატორიული კვლევები; ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები; ქვიშაქვა; შეჭიდულობა, შინაგანი ხახუნის კუთხე.

### შესავალი

გვირაბების გარშემო არადრეკადი დეფორმაციების რეალიზაციის დროს განმსაზღვრელი რო-

ლი ენიჭება ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ქანების ფიზიკურ მდგრადობას, სიმტკიცისა და დეფორმირებადობის ცვლილების კანონზომიერებას [Lomtadze, V. 1989].

კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ლაბორატორიულ პირობებში განისაზღვრება ქანების ნატეხებისა და კერნებისაგან დამზადებული ნიმუშების გამოცდის საფუძველზე. მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ ნიმუშების საშუალებით განსაზღვრული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები განსხვავდება მათი თვისებებისაგან ბუნებრივ პირობებში. ქანები მასივში ხასიათდება გაცილებით ნაკლები სიმტკიცით, მეტი არაერთგვაროვნებითა და ანიზოტროპულობით.

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას საინჟინრო ამოცანების წარმატებული გადაწყვეტა მოითხოვს ცნობებს ქანების სახეობის, დაძაბული მდგომარეობის, არაერთგვაროვნების, ანიზოტროპულობის, შესუსტების ზედაპირების, გამოფიტვისა და ნაპრალების ზონების შესახებ, ასევე აუცილებელია შემდეგი მახასიათებლების დადგენა: მიწერალური შედგენილობა, წყლოვანი თვისებები, მექანიკური თვისებები, სიმარე, სისალე, ფხვიერადობა, ყინვაგამძლეობა და სხვა.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გამოკვლევა ჩაითვლება სრულფასოვნად, თუ იგი მოიცავს მონაცემებს პეტროგრაფიული თავისებურებების შესახებაც.

ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა შესაძლებელია სავლე და ლაბორატორიული კვლევის სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით. ამ მეთოდებით მიღებული შედეგები ავსებს ერთმანეთს.

## ძირითადი ნაწილი

ნაშრომში მოცემულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის გვირაბების გარემომცველი ქვიშაქვებისა და უფლისციხის ამგები ქვიშაქვების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ლაბორატორიული კვლევების შედეგები.

ლაბორატორიულ პირობებში განსაზღვრული იყო მთელი კომპლექსი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებისა, როგორც არის სიმკვრივე, კუთრი მასა, ფორიანობა, ტენიანობა, სიმტკიცის ზღვარი ერთლერმა კუმშვის დროს, სიმტკიცის ზღვარი ერთლერმა ჭიმვის დროს, შეჭიდულობის კოეფიციენტი, შინაგანი ხახუნის კუთხე, დრეკადობის მოდული, პუასონის კოეფიციენტი და ყინვაგამძლეობა. გამოკვლევები წარმოებდა ჰაეროვან-მშრალ მდგომარეობაში მყოფი ნიმუშების გამოყენებით.

სიმკვრივე განსაზღვრული იყო IOCT 2160-82-ის მიხედვით ჰიდროსტატიკური აწონით გამოხდილ წყალში უსწორო ფორმის ნიმუშებზე, მოცულობით დაახლოებით 30 სმ<sup>3</sup>, გამომშრალი მუდმივ წონამდე.

კუთრი მასა განსაზღვრა OCT 2160-82-ის მიხედვით პიკნომეტრული წესით. ფორიანობა – როგორც კუთრი მასისა და სიმკვრივის სხვაობის შეფარდება კუთრ მასასთან პროცენტობით.

მონაცემების საშუალო მნიშვნელობები მოცემულია 1-ელ ცხრილში, აქვე მოყვანილია ჩონჩხის სიმკვრივე.

სიმტკიცე ერთლერმა კუმშვის დროს განისაზღვრა ცილინდრული ფორმის ნიმუშებზე, რომელთა სიმაღლის დიამეტრთან შეფარდება ტოლი იყო 2-ის. გამოცდის დროს ფიქსირდებოდა ნიმუშის საერთო დეფორმაცია. გამოცდა ტარდებოდა TOCT 221153-2-84-ის მიხედვით.

ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის გვირაბების გარემომცველი ქვიშაქვის ფიზიკური თვისებები.

ნომ. №	სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>			ფორიანობა, %		ტენიანობა, %
	ჰაერ. მშრ.	ჩონჩხის	მინერ. ნაწილის	ნომ. №	სიდიდე	
1	2.42	2.41	2.66	3	9.4	03
2	2.42	2.41	2.60	4	73	0.3
5	2.48	2.47	2.63	5	6.1	0.4
6	2.41	2.40	2.60	6	7.7	02
7	2.43	2.42	2.66	7	9.0	03
8	251	2.50	—		—	05
9	251	250	—		—	0.6
1'	2.47	2.46	—		—	0.4
2'	238	237	—		—	02
3'	229	228	—		—	02
1	2.45	2.44	—		—	0.3
2	2.48	2.47	—		—	0.4
3	231	230	—		—	0.2
4	2.48	2.47	—		—	0.4
5	234	233	—		—	03
6	2.49	2.48	—		—	0.5
საშ. 2.43		2.42	2.63		7.9	03

სიმტკიცე ჭიმვის დროს იყო განსაზღვრული მსახველზე განლაგებული ცილინდრული ნიმუშების რღვევით კუმშვაზე („ბრაზილიური მეთოდით“) OCT 21153- 3-85-ის მიხედვით.

კუმშვასა და ჭიმვაზე სიმტკიცის საშუალო მონაცემები და გვირაბების გარემომცველი ქვიშაქვის დრეკადობის მოდულის და პუასონის კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის გვირაბების გარემომცველი ქვიშაქვის სიმტკიცისა და დრეკად-დეფორმაციული თვისებები.

სიმტკიცე კუმშვისას		დეფორმაცია რღვევისას		დრეკადობის მოდული E·10 <sup>-3</sup> მპა	პუასონის კოეფიციენტი	სიმტკიცე გაჭიმვისას	
ნიმუშ. №	სიდიდე	ფარდობ., %	აბსოლ. მმ			ნიმუშ. №	სიდიდე
5	54		1.43	-	-	1	4
6	47	1.4	1.27	-	-	2	4
7	61	1.7	1.57	4.2	0.30	3	3
8	65	1.4	1.23	6.2	0.22	-	-
9	46	1.1	1.03	6.1	0.40	-	-
საშ.	55	1.4	131	5.5	0.31		4

მოცულობითი კუმშვის დროს, გამოცდის შედეგად საკმარისია ორი მორის წრის აგება და ორი წერტილის კოორდინატების მიღება. წერტილებს შორის ავლებენ წრფეს ორდინატთა ღერძის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილის მიხედვით განისაზღვრება შეჭიდულობა, წრფის დახრის კუთხის მიხედვით კი – შინაგანი ხახუნის კუთხე. კვლევის

შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

შეჭიდულობა და შინაგანი ხახუნის კუთხე განსაზღვრული იყო გრაფიკული მეთოდით ГОСТ 21153-5-75-ის მიხედვით. ამ მეთოდის თანახმად ცილინდრული ნიმუში ( $h=d$ ) თავსდება სპეციალურ ყალიბში მრღვევი ძალის მიმართულებასთან  $30^{\circ}$  და  $45^{\circ}$  კუთხით შებრუნებულ მდგომარეობაში.

ცხრილი 3

ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტი-ლაბორატორიის გვირაბების გარემომცველი ქვიშაქვების შეჭიდულობა და შინაგანი ხახუნის კუთხე.

ძაბვა, მგპა								შეჭიდულობა, მგპა	შინაგანი ხახუნის კუთხე, გრად.
ნომ. №	გამოც. კუთხე, გრად	ნორმ.	ტანგენციური	ნომ. №	გამოც. კუთხე, გრად	ნორმ.	ტანგენციური		
1	30	9.4	16.4	4	45	43.4	43.4	8.4	38
2	30	8.5	14.7	5	45	33.7	33.7		
3	30	9.1	15.5	6	45	38.7	38.7		
საშ.		9.0	15.6			38.6	38.6	8.4	38

დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი, სიმტკიცე კუმშვაზე და რღვევის მახასიათებლები (რღვევის მოდული, განივი დეფორმაციების კოეფიციენტი და ნარჩენი სიმტკიცე) განისაზღვრება ცილინდრული ფორმის ნიმუშებზე (რომელთა სიმაღლე ორჯერ აღემატებოდა დიამეტრს) სპეციალურ ხელსაწყოში ე.წ. „ხისტ წნეში“ (სურ.1).

გამოცდის დროს დატვირთვა იზრდებოდა საფეხურებად და აღწევდა მრღვევი დატვირთვის 30 – 70%-ს. დატვირთვის სიჩქარე იყო სტანდარტული – 2% წუთში.

ქანის ნიმუშების ერთდერძა კუმშვაზე გამოცდის დროს აბსოლუტური გრძივი დეფორმაცია განისაზღვრებოდა ორივე ინდიკატორის ჩვენების საშუალო არითმეტიკული სიდიდით. აბსოლუტური განივი

დეფორმაცია შეადგენს ორი ინდიკატორის ჩვენების ჯამს.

დამაბულობების და დეფორმაციების პროპორციულობის მოდული (დრეკადობის მოდული) განისაზღვრებოდა ფორმულის მიხედვით:

$$E = \frac{(P_{\delta} - P_{\phi}) \cdot h_{\delta}}{(S_{\delta} \Delta h_{\delta})} \text{ კგ/სმ}^2 \quad (1)$$

სადაც:

$P_{\delta}$  და  $P_{\phi}$  არის ნიმუშზე ბოლო და საწყისი დატვირთვის მნიშვნელობები, კგ;

$h_{\delta}$  – ნიმუშის სიმაღლე, სმ;

$S_{\delta}$  – ნიმუშის განივკვეთის ფართობი, სმ<sup>2</sup>;

$\Delta h_{\delta}$  – ნიმუშის გრძივი აბსოლუტური დეფორმაცია  $P_{\phi}$ -დან  $P_{\delta}$  -მდე ცვლილების დროს, სმ.

პუასონის კოეფიციენტი განისაზღვრული იყო ფორმულით:

$$\mu = \frac{\epsilon''}{\epsilon'}$$

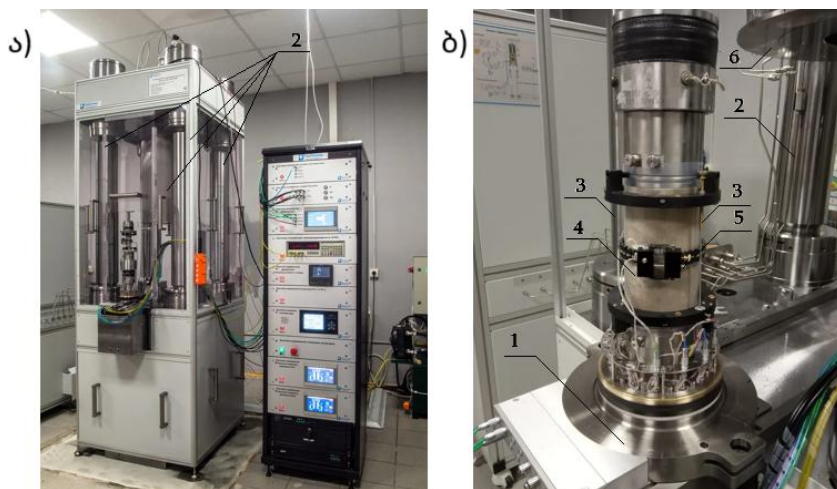
სადაც:  $\epsilon''$  არის ნიმუშის ფარდობითი დეფორმაცია, სმ;

$\epsilon'$  – აბსოლუტური განივი დეფორმაცია, სმ;

$d_5$  – ნიმუშის დიამეტრი, სმ.

სამაგრ კონსტრუქციაზე მოსული დატვირთვების დადგენის მიზნით გვირაბების გარშემო არადრეკადი დეფორმაციების რეალიზაციის დროს

განმსაზღვრელი როლი ენიჭება ქანების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ქანების ფიზიკურ მდგრადობას, სიმტკიცისა და დეფორმირებადობის ცვლილების კანონზომიერებას (Lomtadze, V. 1989. *Laboratory methods for investigating the physical-mechanical properties of rocks*. 368 p.).

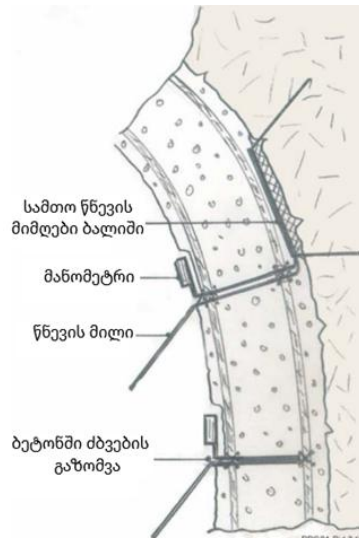


სურ. 1. ნიმუშების გამოსაცდელი დანადგარი: ა) წნეხი (მარცხნივ) გამზომი ბლოკით (მარჯვნივ); ბ) ქანის ნიმუშის გამოსაცდელი ბლოკი: 1 – ქვედა ფუძე; 2 – ოთხი ბიგი, რომლებზეც დამონტაჟებულია ზედა ფილა; 3 – ტრავერსები, მათზე დამაგრებული განივი ქანის ნიმუშის 4 – დეფორმაციების მზომი ინდიკატორებით; 5; 6 – ზედა ფილა.

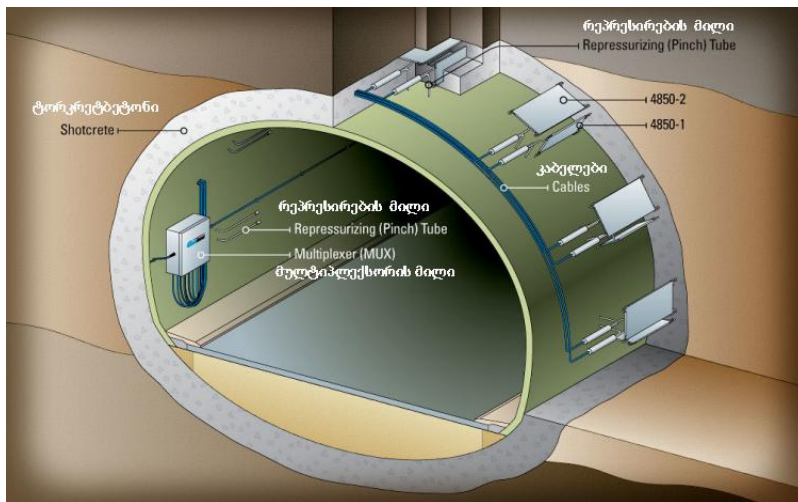
გვირაბის სამაგრ კონსტრუქციაზე მოსული დატვირთვების დადგენის მიზნით სტუ-ის შახტი-ლაბორატორიის სავენტილაციო შტრეკში დაყენებული იყო ლითონის სპეცპროფილის სამსეგმენტიანი თაღური ჩარჩო, რომლის უღლის ნაწილში დამონტაჟდა 5 მექანიკური დინამომეტრი (სურ. 2), რომელშიც მუშა სხეულად გამოყენებული იყო რეზინის საყელური ზომებით:  $D_5=0.113$  მ;  $d_5=0.006$  მ;  $h_5=0.015$  მ. საყელურის ფართობი იყო  $0.001$  მ<sup>2</sup>. სამთო წნევის სტაბილიზაციის შემდეგ ამოყვანილი იყო მონოლითური ბეტონის სამაგრი, რომელზეც ასევე

დამონტაჟდა ზეთის ბალიშებიანი დინამომეტრები. მე-3 სურ-ზე ნაჩვენებია დინამომეტრული სადგურის სქემა.

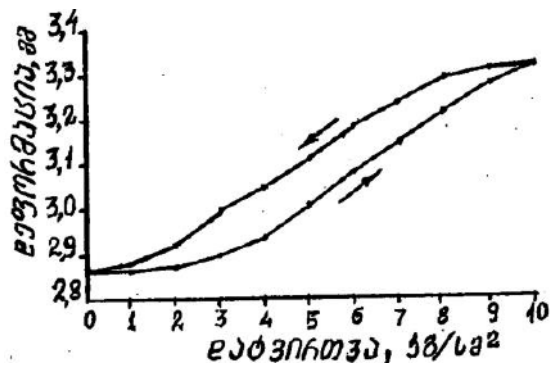
მექანიკური დომკრატებისა და ხელის ტუმბოს საშუალებით შესაძლებელი იყო სამაგრ ჩარჩოსა და გვირაბის ჭერს შორის წნევის ცვლილება, რაც ფიქსირდებოდა თვითჩამწერის საშუალებით. პარალელურად ფიქსირდებოდა სამაგრი ჩარჩოს დეფორმაციები. მიღებული შედეგები მოცემულია 4,5,6,7 სურათებზე და მე-4 ცხრილში.



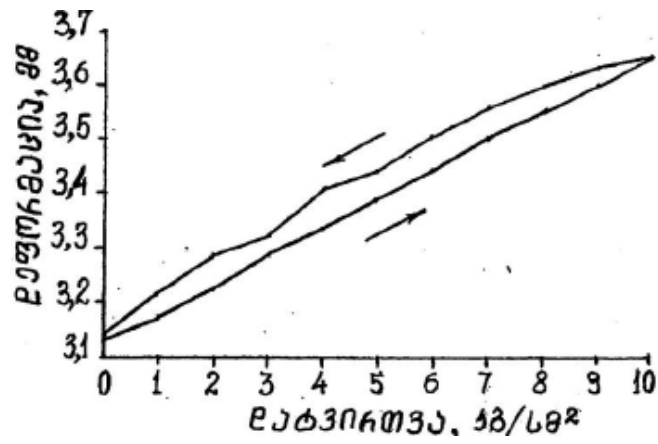
სურ. 2. მექანიკური დინამომეტრის სქემა.



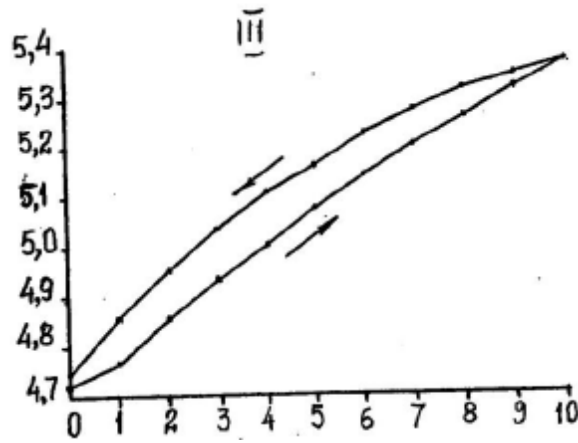
სურ.3. დინამომეტრული სადგურის სქემა.



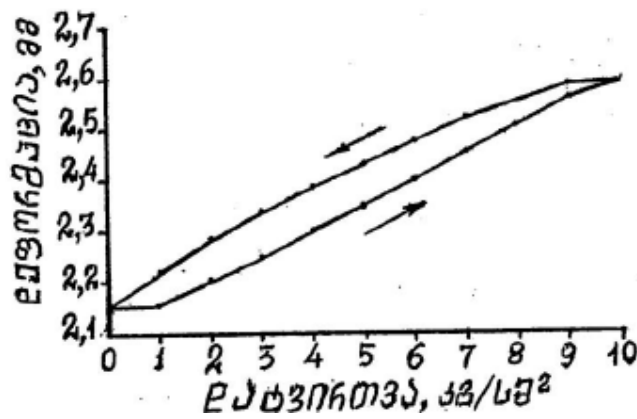
სურ.4. I დინამომეტრის თვითჩამწერის ჩვენება.



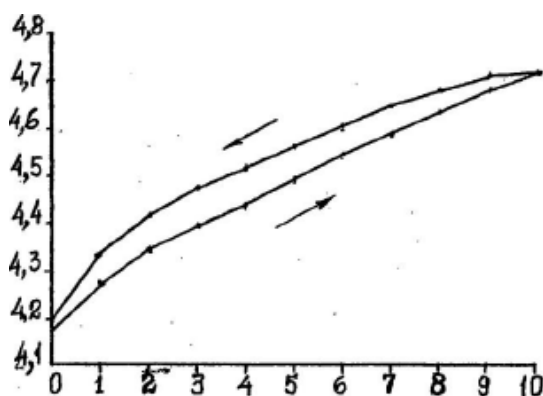
სურ.5. II დინამომეტრის თვითჩამწერის ჩვენება.



სურ.6. III დინამომეტრის თვითჩამწერის ჩვენება.



სურ.7. IV დინამომეტრის თვითჩამწერის ჩვენება.



სურ.8. V დინამომეტრის თვითჩამწერის ჩვენება.

ცხრილი 4

ტექნიკური უნივერსიტეტის შახტ-ლაბორატორიაში მოწყობილ გამზომ სადგურზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები.

წნევა, კგ/სმ <sup>2</sup>	ინდიკატორის ჩვენება, მმ						საშუალო	
	დატვირ.	განტვირ.	დატვირ.	განტვირ.	დატვირ.	განტვირ.	დატვირ.	განტვირ.
	დინამომეტრი I							
0	3.120	3.134	3.134	3.134	3.134	3.139	3.129	3.136
1	3.158	3.218	3.175	3.212	3.378	3.218	3.170	3.216
2	3.212	3.293	3.235	3.291	3.233	2.278	3.227	3.287
3	3.274	3.350	3.290	3.287	3.293	3.331	3.286	3.323
4	3.328	3.410	3.339	3.415	3.345	3.366	3.337	3.408
5	3.376	3.455	3.410	3.506	3.391	3.463	3.392	3.444
6	3.436	3.512	3.455	3.564	3.442	3.516	3.444	3.511
7	3.498	3.559	3.510	3.564	3.500	3.562	3.503	3.562
8	3.551	3.595	3.560	3.564	3.556	3.600	3.556	3.596
9	3.591	3.631	3.619	3.640	3.610	3.639	3.607	3.637
10	3.652	3.0	3.660	-	3.660	-	3.657	—
დინამომეტრი II								
0	2.860	2.865	2.863	2.865	2.863	2.865	2.862	2.865
1	2.863	2.875	2.8665	2.870	2.866	2.875	2.865	2.873

2	2.870	2.908	2.872	2.910	2.873	2.918	2.872	2.912
3	2.883	2.970	2.891	2.973	2.910	2.992	2.895	2.978
4	2.892	3.042	2.950	3.055	2.954	3.060	2.932	3.052
5	2.985	3.100	3.007	3.115	3.010	3.113	3.031	3.109
6	3.110	3.170	3.070	3.190	3.080	3.188	3.087	3.183
7	3.177	3.220	3.135	3.249	3.150	3.250	3.154	3.240
8	3.248	3.270	3.208	3.300	3.212	3.303	3.323	3.291
9	3.312	3.312	3.265	3.337	3.272	3.300	3.283	3.316
10	3.332	-	3.340	-	3.300	-	3.324	-
დინამომეტრი III								
0	4.702	4.727	4.727	4.745	4.744	4.755	4.724	4.742
1	4.730	4.842	4.778	4.856	4.778	4.860	4.762	4.853
2	4.817	4.940	4.870	4.950	4.880	4.956	4.856	4.849
3	4.891	5.020	4.950	5.042	4.968	5.050	4.936	5.037
4	4.960	5.088	5.021	5.117	5.035	5.122	5.005	5.109
5	5.031	5.150	5.090	5.175	5.100	5.180	5.074	5.168
6	5.101	5.212	5.160	5.238	5.172	5.242	5.144	5.231
7	5.172	5.260	5.218	5.284	5.235	5.292	5.208	5.279
8	5.238	5.300	6.267	5.325	5.293	5.335	5.226	5.320
9	5.301	5.340	5.333	5.365	5.352	5.370	5.329	5.358
10	5.361	-	5.378	-	5.391	-	5.377	5.0
დინამომეტრი IV								
0	2.140	2.152	2.150	2.160	2.160	2.160	2.150	2.157
1	2.150	2.212	2.162	2.225	2.168	2.218	2.160	2.218
2	2.190	2.277	2.208	2.294	2.217	2.288	2.205	2.286
3	2.236	2.330	2.250	2.343	2.261	2.335	2.249	2.336
4	2.296	2.378	2.294	2.388	2.308	2.383	2.298	2.383
5	2.330	2.420	2.350	2.433	2.356	2.431	2.345	2.428
6	2.338	2.466	2.405	2.484	2.414	2.480	2.402	2.478
7	2.442	2.512	2.458	2.529	2.465	2.522	2.455	2.521
8	2.490	2.550	2.515	2.567	2.515	2.555	2.507	2.557
9	2.550	2.582	2.570	2.520	2.570	2.590	2.563	2.587
10	2.590	-	2.590	-	2.605	-	2.595	-

### დასკვნა

მიღებული შედეგები განსაკუთრებით საინტერესო იქნება სამთო ტექნოლოგიების მიმართულების მკვლევარებისათვის, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტებისათვის. მათ საშუალება ეძლევათ აწარმოონ სამთო წნევისა და სამაგრზე მოსული

დატვირთვების ანგარიში ლაბორატორიის სხვადასხვა დანიშნულების გვირაბისათვის და შეამოწმონ თავიანთი თეორიული კვლევების შედეგების სისწორე ნატურული კვლევებით მიღებულ შედეგებთან შედარებით.

---

### ლიტერატურა

1. Lomtadze, V. (1989). *Laboratory methods for investigating the physical-mechanical properties of rocks* (368 p.). Tbilisi, Georgia: Ganatleba Publishing.

UDC 622.2:622.34:550.34

SCOPUS CODE 2215

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-164-174>

## Experimental Investigation of Mechanical Processes in Rocks Surrounding the Tunnels of the Shaft Laboratory at the Georgian Technical University

**Lavrenti Gudavadze** Georgian Technical University Faculty of mining, geology and sustainable mountain development, professor, Georgia  
E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

### Reviewers:

**I. Gujabidze**, Georgian Technical University, faculty of mining, geology and sustainable mountain development, professor

E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

**Z. Lebanidze**, Georgian technical university, faculty of mining, geology and sustainable mountain development, associate professor

E-mail: z.lebanidze@gtu.ge

**Abstract.** The paper presents experimental investigations of mechanical processes in rocks surrounding the tunnels of the Shaft Laboratory at the Georgian Technical University. Laboratory tests were performed on sandstones to determine physical-mechanical properties including density, specific mass, porosity, moisture, uniaxial compressive and tensile strength, cohesion, internal friction angle, modulus of elasticity, Poisson's ratio, and frost resistance. Additionally, the study evaluated loads acting on the tunnel support structures using mechanical dynamometers and a special test frame. The obtained results are of high relevance for researchers in mining technologies, as they enable verification of theoretical models and calculations of mining pressure and support loads for different tunnel types, based on real experimental data.

**Keywords:** Cohesion; Experimental investigation; Internal friction angle; Laboratory testing; Mining pressure; Modulus of elasticity; Physical-mechanical properties of rocks; Poisson's ratio; Porosity; Sandstone; Strength (compressive and tensile); Tunnel support.

---

*განხილვის თარიღი 05.02.2026*

*შემოსვლის თარიღი 12.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 539.1.074

SCOPUS CODE 3101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-175-191>

## LED-Based Calibration System for SiPM Radiation Damage Studies

- Aleks Mestvirishvili** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: alexi.mestvirishvili@cern.ch
- Yuri Bagaturia** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: Iuri.bafaturia@cern.ch
- Abesalom Iashvili** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: iashviliab@yahoo.com
- Davit Lomidze** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: David.lomidze@cern.ch
- Irakli Lomidze** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: Irakli.lomidze@cern.ch
- Tengiz Toriashvili** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: Tengizi.toriashvili@cern.ch
- Zviad Tsamalaidze** Georgian technical university institute of quantum physics and engineering technologies, senior research scientist, Georgia  
E-mail: ZviadiTsamalaidze@cern.ch

### Reviewers:

**I. Minashvili**, joint institute for nuclear reaserch, senior reaserch Dubna fellow

E-mail: Irakli.minashvili@cern.ch

**D. Chokheli**, Georgian Technical University joint institute for nuclear reaserch, senior reaserch fellow

E-mail: dchokhel@cern.ch

---

### Abstract.

A compact LED-based calibration system has been developed for the characterization of silicon photo-multipliers (SiPMs). Such calibration stations are

essential for accurate gain determination, breakdown-voltage monitoring, and long-term stability studies in modern photo-detector applications [1,2]. The system combines a DAC-controlled switching power supply for LED biasing with an external fast pulser that generates

short, programmable electrical pulses. This note describes the main building blocks of the system and their role in producing low-intensity, well-defined optical signals suitable for single-photon and few-photon measurements.

This research [Grant number FR-22-985] has been supported by Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (SRNSFG).

**Keywords:** Calibration Station; Pulses; Photo-detection systems; Silicon photodiodes.

## Introduction

The LT3482 integrates a high-voltage switch, internal charge pump, and current monitor amplifier, enabling efficient step-up conversion with minimal external components. Each channel includes a 6.8  $\mu\text{H}$  inductor, high-voltage rectification and filtering capacitors, and a resistive feedback network to define the output voltage.

## Main Part

### High-Voltage Power Supply System Based on LT3482

A compact multi-channel high-voltage power supply (HVPS) was developed to bias silicon photomultipliers (SiPMs) and other solid-state photon sensors requiring stable and adjustable bias voltages up to approximately 100 V. Each channel is based on the LT3482 monolithic photodiode bias IC [3], as illustrated in the schematic in Fig. 2.<sup>1</sup>

**Design Concept:** Switching frequency is set using

a resistor on the FSET pin, allowing optimization between ripple performance and efficiency.

<sup>1</sup>Schematic reference: LT3482 power supply channels.

### 1.1 Digital Voltage Control

Output voltage is digitally programmed via a four-channel precision DAC (Texas Instruments DAC60504 [4]), which biases the FB pin of each LT3482. This architecture allows controlled setting of the SiPM bias voltage in software, enabling automated calibration routines. For laboratory operation, fine control over the voltage range ensures operation slightly above the SiPM breakdown voltage.

### 1.2 Current and Voltage Monitoring

Each bias channel includes digital instrumentation to ensure operational stability and prevent damage in case of abnormal current increases. The LT3482 features a MON pin that provides a voltage proportional to the output current. This signal is routed to a Texas Instruments INA228 precision current and power monitor [5], which measures the MON pin voltage using its differential inputs and digitizes the resulting current information over an I<sup>2</sup>C interface.

In addition, the output voltage is monitored via a high-voltage OPA452 operational amplifier [6], which provides a protected, low-impedance  $V_{\text{BUS}}$  sense signal for the INA228. This combination enables simultaneous readout of both SiPM current and bias voltage, supporting accurate gain calibration and breakdown-voltage tracking.

<sup>1</sup>Schematic reference: LT3482 power supply channels.

LT3482 Bias and Monitoring Block Diagram.

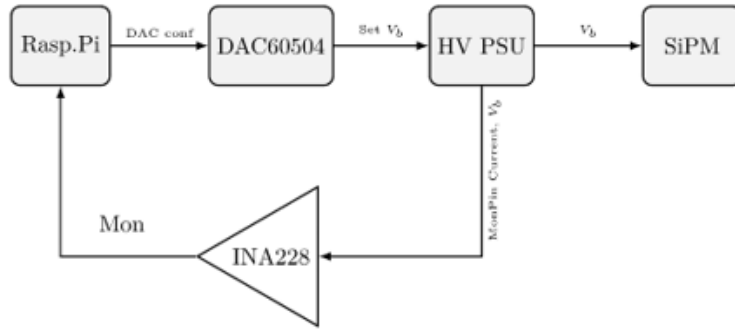


Figure 1: Block diagram of SiPM bias and voltage monitoring.

### 1.3 Output Filtering and Interface

Each bias output channel is equipped with a LEMO coaxial connector for external sensor connection. The output includes additional RC filtering to suppress

switching transients and ground-bounce noise. A dedicated shutdown control pin allows each channel to be individually disabled under software control for safe configuration and during fault recovery.

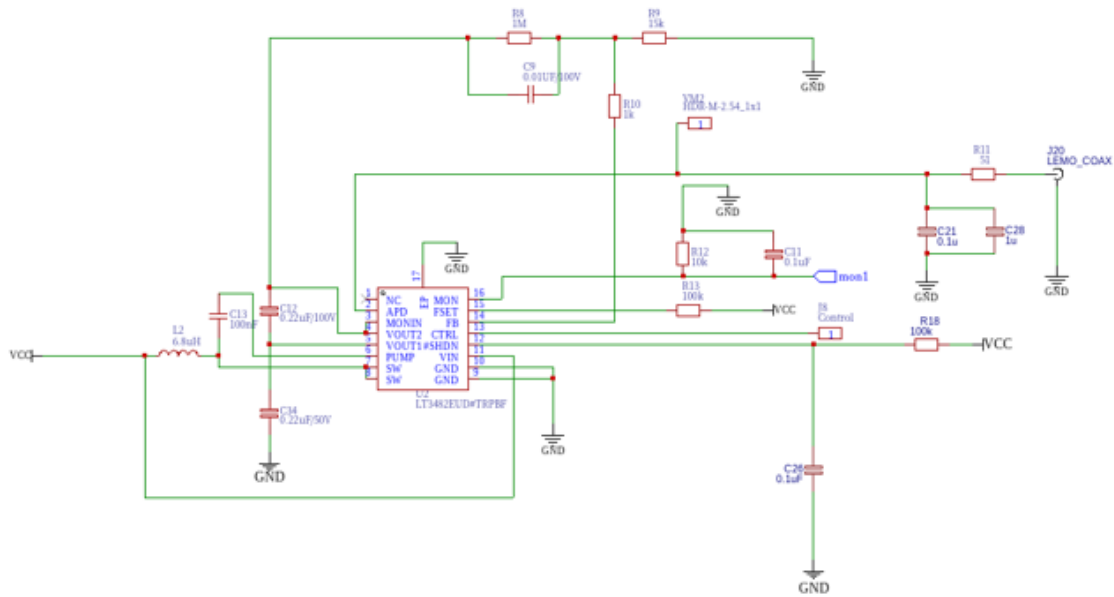


Figure 2: Schematic of a single LT3482 HV power supply channel

Prior to PCB fabrication, each channel topology was validated in LT- spice [12]. Startup transient behavior, output voltage regulation, and ripple characteristics were analyzed over the full operating voltage range and

expected SiPM load currents. Simulation results guided passive component selection including the inductor value, compensation capacitors, and output filtering.

### 1.4 LTspice Simulation and Validation

Figures 3–5 summarize LTspice and laboratory test results characterizing voltage linearity, ripple stability,

and transient behavior of the LT3482-based high-voltage supply.



Figure 3: Simulated startup response of the LT3482 SiPM bias channel. The output reaches stable voltage in approximately 20 ms with clean settling and no overshoot.

Figure 4 shows zoomed-in view of the SiPM bias output in steady-state operation. Output ripple remains in the range of only a few tens of microvolts at approximately 83 V, confirming very low-noise performance.

This confirms that switching artifacts are well suppressed through filtering and proper PCB grounding, making the supply suitable for low-noise photon detector biasing.

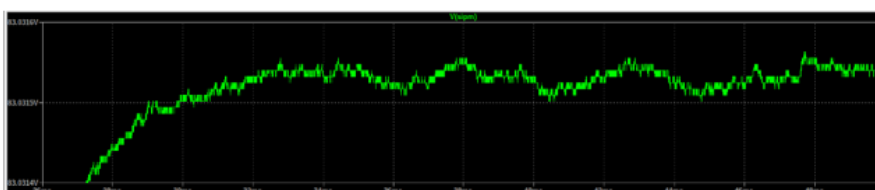


Figure 4: Simulated steady-state output ripple of the SiPM bias supply. Ripple amplitude remains below a few 10s of  $\mu\text{V}$  at  $\sim 83\text{ V}$

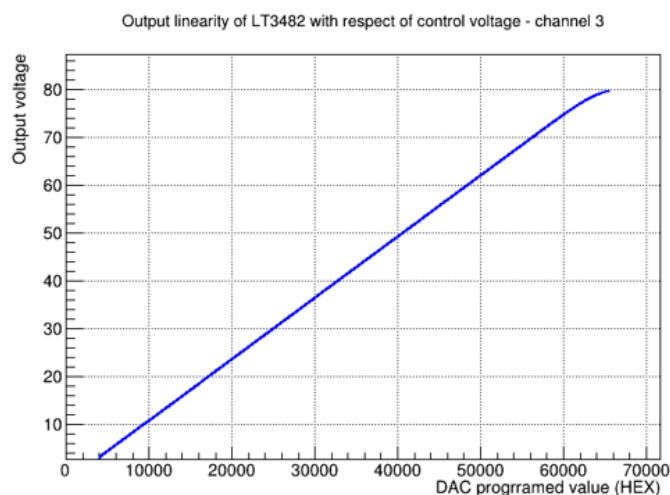


Figure 5: Output voltage linearity of an LT3482-based HV channel vs. DAC programmed value. The bias voltage shows monotonic and nearly linear control over the full operating range.

This measurement demonstrates that the DAC-controlled feedback network provides stable and predictable voltage programming with no discontinuities or hysteresis effects.

### 1.5 Scalability and System Integration

The current implementation supports four independent HV bias channels. Due to the modular architecture, extending the design to eight or more channels requires only:

replication of the LT3482 block and passive components,

- and additional DAC + sensing interfaces.

The system integrates seamlessly with the single-board computer (SBC) control infrastructure already used for LED pulsing, enabling unified software management of:

- SiPM bias voltage,
- LED pulse amplitude and timing,
- real-time current and voltage monitoring.

This flexible and digitally controlled HVPS makes the system suitable for extensive SiPM characterization, gain calibration, and long-term stability studies.

## 2 LED Calibration Light Source

To generate a controlled low-intensity optical signal for SiPM calibration, a blue LED is biased using a programmable DC power supply based on the LM2596 adjustable switching regulator [7]. The regulator's output voltage is dynamically controlled by an external 12-bit MCP4725 digital-to-analog converter (DAC) [8], allowing precise adjustment of the average LED light level over a wide dynamic range.

On top of this continuously adjustable DC bias, fast optical pulses are introduced by briefly modifying the LED current. A low-power N-channel MOSFET (BSS123) is connected in the LED cathode path and is

driven by the fast pulser described in Section 3. When the MOSFET is switched on, the LED current is slightly increased, producing very weak but well-defined light pulses suitable for single-photon response studies.

The LED is connected externally via a header, which also allows flexible installation of an additional series resistor. This optional resistor enables fine control of the modulation depth by introducing a small difference between the LED current during pulsed and non-pulsed states.

## 3 Fast LED Pulser

A dedicated fast pulser circuit was developed to generate short electrical pulses for LED excitation in calibration measurements. The pulser consists of a programmable delay line, a high-speed comparator, and fast CMOS logic for pulse shaping and timing control. Configuration and operation of the pulser are performed by the SBC via its GPIO pins.

### 3.1 Control and Timing Concept

Several GPIO pins from the SBC are connected directly to the control inputs of a DS1023 programmable delay line [9]. One of the GPIO lines is used as a digital trigger signal. The DS1023 generates a delayed version of this trigger according to a programmable control code written by the SBC. In this way, the effective delay—and hence the outgoing pulse width—is set entirely in software.

Both the original trigger and the delayed signal are then processed by a dual high-speed comparator (LT1720 [10]). The comparator provides fast edge sharpening and clean logic transitions, which are important for generating well defined, short pulses at the output. Comparator outputs are subsequently combined by a quad 2-input AND gate (SN74AHC08 [11]). Only the time interval where both comparator

outputs are simultaneously high defines the final electrical pulse, making the pulse width directly proportional to the programmed delay difference.

Additional AC-coupling and trimming elements are included at the input stage in order to prevent accidental triggering and to allow fine threshold adjustments. A separate header connector provides an option for external triggering if needed.

Figure ?? shows the functional block diagram of the external fast pulser. The SBC provides both the trigger signal and the configuration signals to the delay line. The delay line, comparator, and AND logic form a compact chain that converts the trigger into a short, programmable-width output pulse.

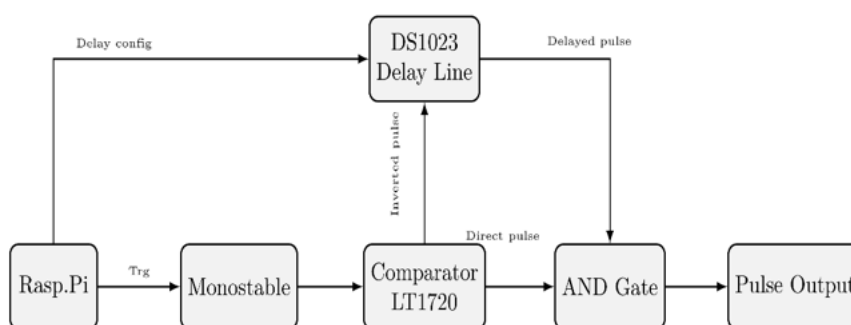


Figure 6: Block diagram of the fast pulser logic. The SBC drives a monostable that feeds the LT1720 comparator. The comparator generates direct and inverted pulses: one path goes directly to the AND gate, while the inverted pulse is routed through the DS1023 delay line before entering the second AND input. The resulting AND output is a short pulse with width defined by the programmed delay.

### 3.2 Pulse Width Range and Rise Time

#### Performance

The pulser can generate a wide range of pulse widths depending on the programmed delay. As shown in Fig. 7, the shortest achievable pulse is approximately 10 ns wide (10 ns/div). The longest programmable pulse width is demonstrated in Fig. 8, where the delay line is configured to its maximum range (200 ns/div).

Figure 9 shows the leading edge transition, exhibiting a rise time below 4 ns (2 ns/div). The rise time is extracted using the standard 10% → 90% definition, with linear interpolation between digitizer samples to achieve subnanosecond accuracy. This confirms the pulser performance is sufficient for precise synchronization of single-photoelectron waveforms from SiPMs.

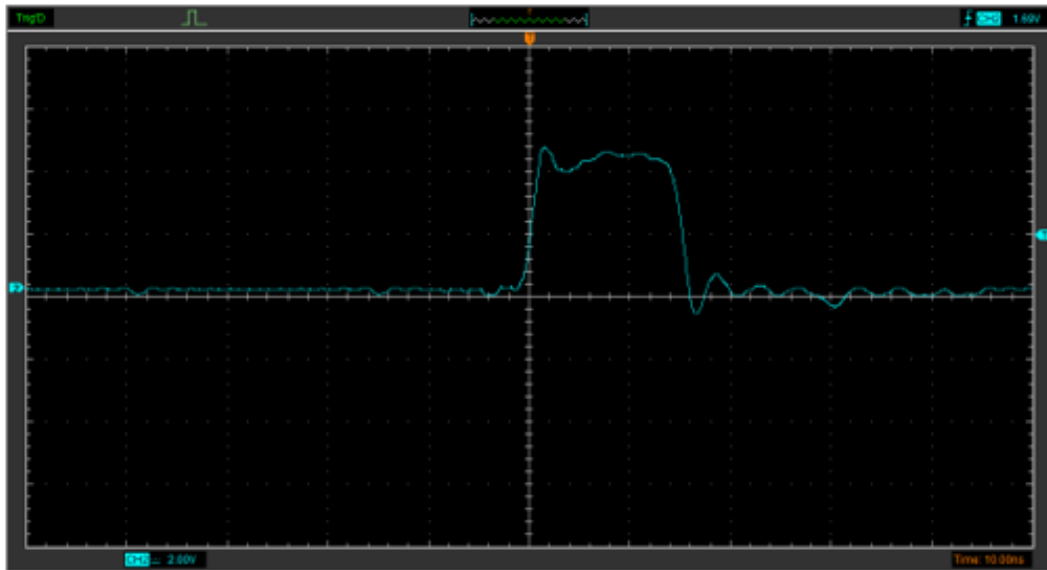


Figure 7: Shortest LED excitation pulse generated by the fast pulser. izontal scale: 10 ns/div.

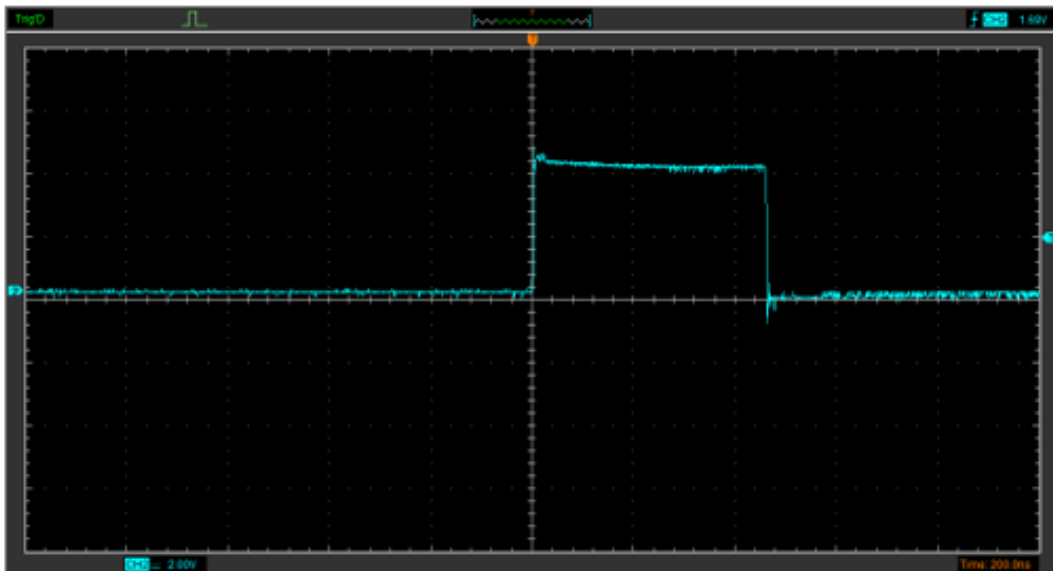


Figure 8: Maximum pulse width programmed via the delay line. scale: 200 ns/div.

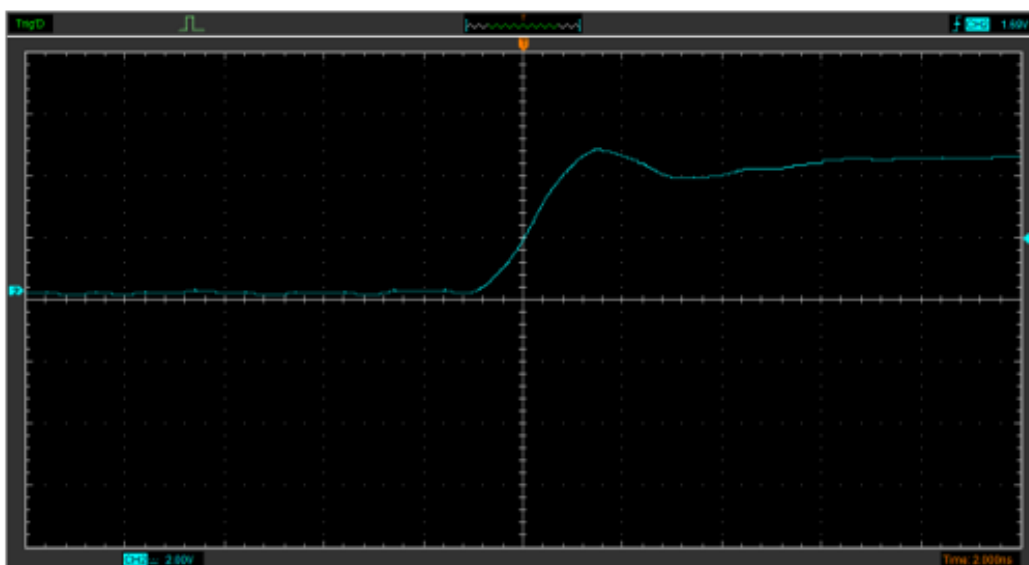


Figure 9: Rising edge performance of the pulser output. The measured rise time is  $< 4$  ns using the 10%–90% method. Horizontal scale: 2 ns/div.

### SiPM Temperature Monitoring and Bias Compensation

Silicon photomultipliers exhibit a strong dependence of breakdown voltage on temperature. To maintain stable gain, the SiPM bias voltage must be adjusted in synchrony with temperature variations. Therefore, continuous temperature monitoring and real-time voltage compensation are implemented in the system.

### 4.1 PT100 Temperature Sensing and Constant-Current Excitation

Each SiPM module incorporates a PT100 platinum resistance temperature detector mounted in close thermal contact with the device package. A four-wire Kelvin configuration is implemented to eliminate errors due to harness resistance and connector variability, ensuring that only the intrinsic PT100 resistance contributes to the measured value.

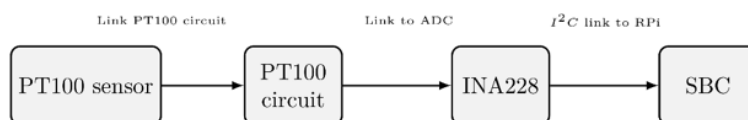


Figure 10: SiPM temperature measurement block diagram

To achieve high measurement accuracy and temperature stability, each PT100 is biased using a compact JFET-based constant-current source. A depletion-mode JFET (J310 [16]) configured with a self-bias feedback

network maintains a nearly constant excitation current over supply voltage variations and cable impedance changes. This approach ensures robust operation in distributed detector layouts.

The excitation current is set to 1.000 mA and verified during commissioning using a precision digital multimeter (Keithley 2000 [17]), providing better than microampere-level accuracy. At this current, the power dissipated in a 100 Ω PT100 is approximately 0.1 mW,

resulting in less than 0.04°C self-heating based on typical sensor thermal resistance. This is negligible compared to the temperature variations encountered in normal SiPM operation and therefore does not degrade bias-voltage compensation performance.

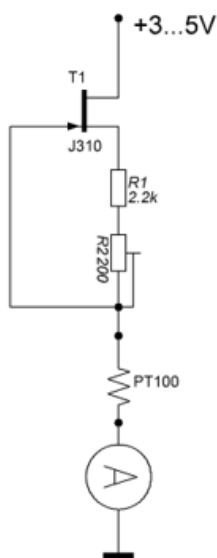


Figure 11: Constant-current excitation circuit used for PT100 biasing. The JFET (J310) with resistive self-feedback ( $R_1$ ,  $R_2$ ) stabilizes the sensing current at  $\approx 1$  mA, while the PT100 is read in a four-wire Kelvin configuration to ensure accurate temperature measurement.

#### 4.2 Digitization Using INA228 Monitors

The PT100 resistance is measured using dedicated Texas Instruments INA228 digital current and power monitors. In this configuration, the INA228 acts as a precision ADC for the sensed resistance, converting it to temperature using a calibrated transfer function. An I<sup>2</sup>C digital interface provides real-time temperature data to the main controller.

#### 4.3 Automated Bias Stabilization

Temperature feedback enables the implementation of dynamic bias control. The system continuously evaluates whether the applied SiPM bias voltage remains consistent with the manufacturer-recommended operating condition at the measured temperature. If a

deviation is detected, a watchdog control loop issues corrective commands to the high voltage supply, ensuring stable overvoltage  $\Delta V = V_{\text{bias}} - V_{\text{bd}}(T)$ .

This automated stabilization minimizes gain drift and supports long-duration measurements with constant photodetector performance. The approach is particularly beneficial in environmental conditions with slow thermal fluctuations or during characterization runs involving significant detector self-heating.

### 5 Test with SiPM

#### 5.1 Data Acquisition System

The SiPM output signals are digitized using a CAEN V1720 waveform acquisition module [14], providing

12-bit ADC resolution and a sampling rate of 250 MS/s.

The module is operated in single-channel mode during the characterization measurements, with the input signals passed directly through the SiPM front-end network without additional shaping.

For remote operation and data readout, the V1720 is connected to the control computer (SBC) through a CAEN USB-to-Optical A4818 communication link [15]. This configuration ensures electrical isolation, immunity to electromagnetic interference, and reliable high-bandwidth data transfer from the detector environment to the processing unit.

The acquisition trigger is provided by the auxiliary output of the fast LED pulser, ensuring synchronous capture of SiPM waveforms with respect to the optical excitation pulses. This timing structure allows precise reconstruction of single-photoelectron charge spectra and enables detailed stability studies of the SiPM gain as a function of bias voltage and temperature.

## 5.2 Monitor-Pin Characterization with a Constant Load

Before connecting SiPMs, the high-voltage supply and monitor circuitry were evaluated using a resistive load to quantify the response of the LT3482 monitor pin (MON). A precision resistor of  $R = 4.3 \text{ M}\Omega$  was connected to the output, and the supply voltage was scanned from 25 V to 75 V. For each voltage point, two currents were determined: (i) the current inferred from the monitor pin,  $I_{\text{MON}}$ , multiplied by the nominal factor of five specified in the LT3482 datasheet, and (ii) the current expected from Ohm's law,  $I = V_{\text{out}}/R$ .

Across the full measurement range, the monitor-derived current agrees with the expected resistive current within experimental uncertainties, confirming the linearity and accuracy of the MON pin. This validates the use of

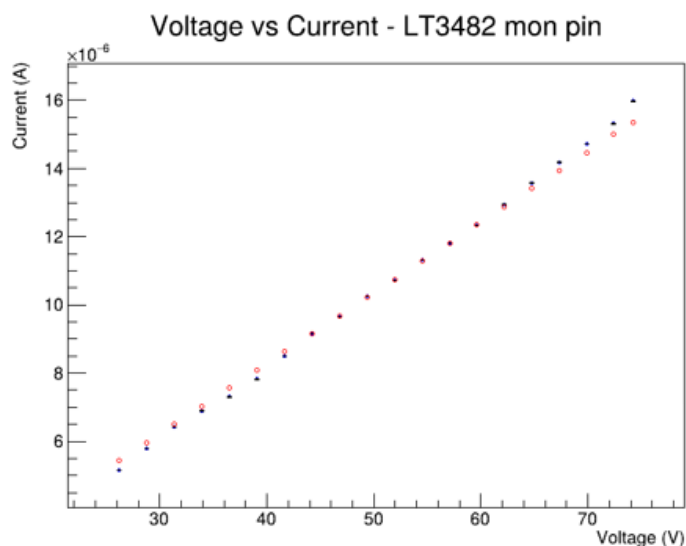


Figure 12: Measured current from the LT3482 monitor pin (scaled by the nominal factor of five) compared with the analytically calculated load current for a  $4.3 \text{ M}\Omega$  resistor as a function of output voltage. The good agreement demonstrates that the MON pin provides a reliable and linear proxy for the SiPM current during operation.

the monitor output for continuous tracking of SiPM dark current and LED- induced signal current during calibration and long-term stability studies.

### 5.3 Measurements with Hamamatsu S13360-1350CS SiPM

The system was subsequently tested with a Hamamatsu series-13 SiPM, [13] S13360-1350CS, which has a nominal breakdown voltage of  $V_{BD} = 51.11$  V. For the measurements presented here, the device was operated at an over- voltage of 5 V, corresponding to an applied bias voltage of approximately 56.1 V.

Low-intensity LED pulses were used to illuminate the device and generate resolvable multi-photoelectron charge spectra. Waveforms digitized by the DAQ syst-

em (Sec. 5.1) were integrated offline to form the charge distributions.

Both spectra exhibit clearly defined and regularly spaced photoelectron peaks, demonstrating excellent single-photon resolution at the chosen operating point. Depending on the illumination level, the spectra show identifiable peaks up to approximately  $N$  photoelectrons (to be updated after final analysis). The uniform peak spacing confirms the stability and linearity of the SiPM gain in the low-occupancy regime. No evidence of saturation or pulse pile-up is observed, indicating that the optical excitation and readout dynamic range are well matched to the measurement conditions.

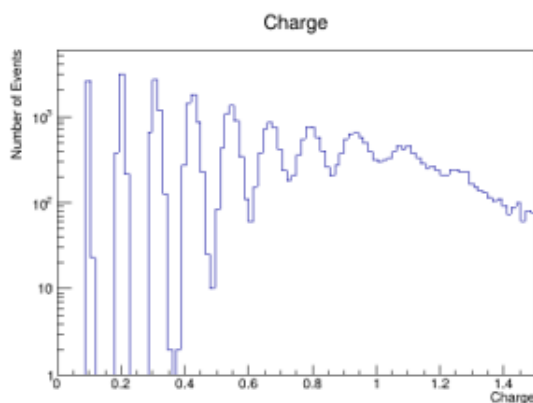


Figure 13: \* (a) Low-light spectrum

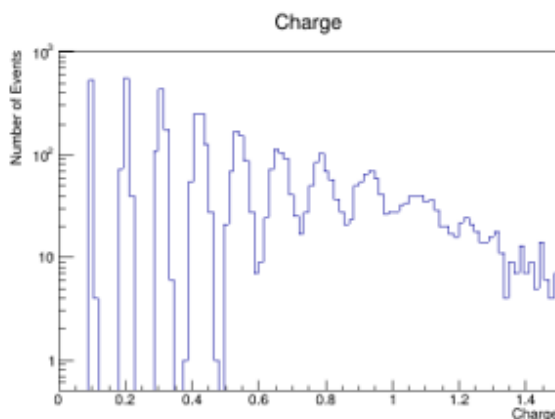


Figure 14: \* (b) Higher-light spectrum

Figure 15: Charge spectra of the Hamamatsu S13360-1350CS SiPM operated at 5 V overvoltage under two LED illumination settings. Multiple well-separated photoelectron peaks are visible, with the higher-intensity setting producing a larger number of resolvable peaks.

These measurements confirm that the LED calibration system, together with the custom bias supply and monitoring circuitry, provides stable and precise optical excitation suitable for SiPM gain calibration and long-term performance monitoring.

#### 5.4 SiPM Current–Voltage Scan Using the Monitor Pin

In addition to monitoring the SiPM operating current, the LT3482 monitor pin (MON) was evaluated for approximate current–voltage characterization. The MON pin provides a current proportional to the load current, corresponding to 20% of the SiPM current, and can therefore be used to reconstruct the I–V dependence when the SiPM output is not directly accessible.

The SiPM bias voltage was scanned across the breakdown region while recording the monitor-pin current, corrected for the nominal scaling factor. The resulting I–V characteristic is shown in Fig. 16.

Although the monitor pin is primarily intended for operational current monitoring, these results show that it can also be used to estimate the SiPM breakdown voltage in constrained or sealed detector configurations. This method provides sufficient accuracy for operational monitoring, stability studies, and radiation-damage investigations, where relative shifts in breakdown voltage are of primary interest.

#### Cross-check Using Low-Side Current Measurement

As an independent cross-check, the SiPM breakdown voltage was also measured directly at the SiPM

anode using the fully assembled bias and readout system. In this configuration, the SiPM current is measured via a low-side shunt resistor using an INA228 precision current and power monitor, providing direct access to the absolute SiPM current independently of the LT3482 monitor pin.

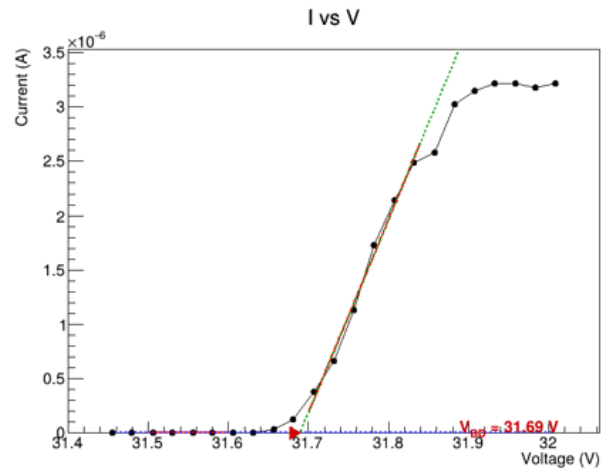


Figure 16: Current–voltage characteristic of the SiPM reconstructed from the LT3482 monitor pin during a bias voltage scan. The breakdown voltage,  $V_{BD} = 31.69$  V, is obtained from the intersection of linear fits to the pre-breakdown and post-breakdown regions.

Figure 17 shows the SiPM current–voltage characteristic measured using the low-side shunt. The transition from the leakage region to the avalanche regime is clearly visible, in agreement with the I–V behavior reconstructed from the monitor pin.

To improve the precision of the breakdown voltage determination, the derivative of the logarithmic current with respect to voltage,  $d(\ln I)/dV$ , was computed from the measured I–V data. This method enhances sensitivity to the onset of avalanche multiplication and is commonly used for robust extraction of the SiPM breakdown voltage.

Figure 18 shows  $d(\ln I)/dV$  as a function of bias voltage. The breakdown voltage is identified as the vol-

tage corresponding to the maximum of the derivative distribution.

The breakdown voltage values obtained using the low-side shunt measurement and the derivative method are consistent with those derived from the LT3482 monitor pin, confirming the validity of both ap-

proaches. This demonstrates that the proposed system allows reliable breakdown voltage monitoring using either embedded current monitoring or direct SiPM current sensing, depending on the accessibility and operational constraints of the detector configuration.

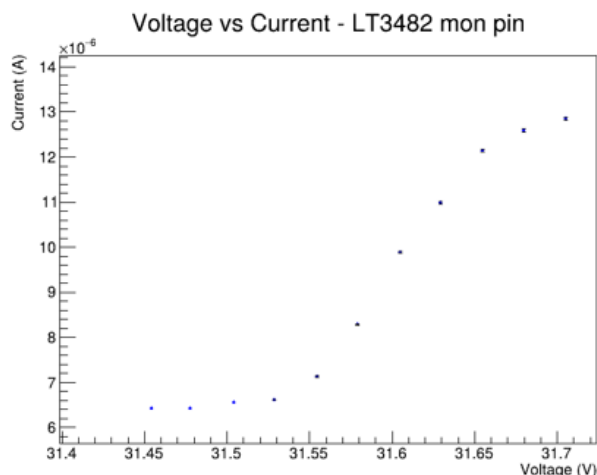


Figure 17: SiPM current–voltage characteristic measured directly at the SiPM anode using the INA228 current monitor on the low-side shunt resistor. The curve exhibits a clear transition at the breakdown voltage.

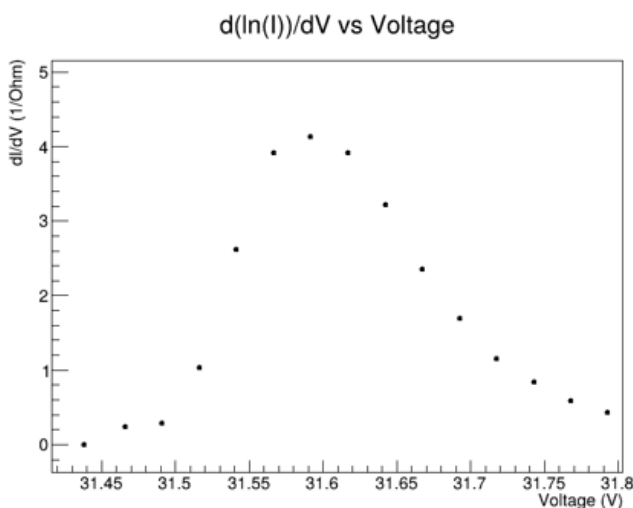


Figure 18: Derivative of the logarithmic SiPM current with respect to voltage,  $d(\ln I)/dV$ , obtained from the low-side current measurement. The peak position provides an alternative and precise estimate of the SiPM breakdown voltage.

## Conclusion

A compact and flexible LED-based calibration system for silicon photomultiplier (SiPM) characterization has been developed and experimentally validated. The system integrates a digitally controlled multi-channel high-voltage power supply, a fast programmable LED pulser, and real-time current, voltage, and temperature monitoring within a unified control framework. This architecture enables precise and stable operation of SiPMs under controlled optical excitation, which is essential for gain calibration, break-down voltage determination, and long-term performance studies.

The LT3482-based high-voltage power supply demonstrated low noise, excellent voltage linearity, and reliable current monitoring through the integrated monitor pin and external precision instrumentation. The DAC-controlled feedback scheme allows fine voltage adjustment and automated bias scans, making the system suitable for large-scale SiPM testing and characterization campaigns.

The LED excitation subsystem, combining a programmable DC bias with a fast MOSFET-based pulser, produced weak and well-defined optical pulses over a wide dynamic range. The fast pulser achieved sub-10 ns pulse widths with rise times below 4 ns, enabling precise synchronization with waveform acquisition and accurate reconstruction of single- and few-photoelectron spectra.

Temperature-dependent gain variations were addressed through continuous monitoring using PT100 sensors and constant-current excitation circuits. The implemented feedback mechanism provides real-time bias compensation, maintaining stable SiPM overvoltage under varying thermal conditions. This capability is particularly important for long-duration measurements and radiation damage studies where environmental stability cannot be guaranteed.

Experimental validation with Hamamatsu S13360 series SiPMs confirmed the system's ability to resolve individual photoelectron peaks with high stability and reproducibility. Current-voltage scans using both the LT3482 monitor pin and low-side shunt measurements yielded consistent breakdown voltage determinations, demonstrating the versatility of the monitoring approach for both operational control and detector characterization.

Overall, the presented calibration platform offers a compact, modular, and cost-effective solution for comprehensive SiPM testing. Its scalability, digital control, and integrated monitoring make it well suited for laboratory characterization, quality assurance, and long-term performance studies, including investigations of radiation-induced degradation effects. Future developments may include expansion to a larger number of bias channels, integration of automated data analysis routines, and adaptation for insitu calibration of detector systems.

---

**References**

1. Querol, M., Rodríguez, J., Toledo, J., Esteve, R., Álvarez, V., & Herrero, V. (2016). A programmable, multichannel power supply for SiPMs with temperature compensation loop and Ethernet interface. *Journal of Instrumentation*, 11, C12035. <https://doi.org/10.1088/1748-0221/11/12/C12035>
2. Garutti, E., et al. (2011). Silicon photomultipliers for high energy physics detectors. *Journal of Instrumentation*, 6, C10003.
3. Analog Devices. (n.d.). *LT3482: High voltage bias controller* [Datasheet].
4. Texas Instruments. (n.d.). *DAC60504: 16-bit quad DAC* [Datasheet].
5. Texas Instruments. (n.d.). *INA228: Precision current and power monitor* [Datasheet].
6. Texas Instruments. (n.d.). *OPA452: High-voltage operational amplifier* [Datasheet].
7. Texas Instruments. (n.d.). *LM2596 SIMPLE SWITCHER power converter* [Datasheet].
8. Microchip Technology. (n.d.). *MCP4725: 12-bit DAC with I2C interface* [Datasheet].
9. Maxim Integrated. (n.d.). *DS1023 programmable delay line* [Datasheet].
10. Analog Devices. (n.d.). *LT1720 ultrafast comparator* [Datasheet].
11. Texas Instruments. (n.d.). *SN74AHC08 quad 2-input AND gate* [Datasheet].
12. Analog Devices. (n.d.). *LTspice XVII circuit simulation software*. <https://www.analog.com/ltspice>
13. Hamamatsu Photonics. (n.d.). *MPPC S13360 series* [Datasheet].
14. CAEN S.p.A. (n.d.). *V1720: 12-bit 250 MS/s waveform digitizer* [User manual/Datasheet].
15. CAEN S.p.A. (n.d.). *A4818: USB-to-optical link interface* [User manual/Datasheet].
16. ON Semiconductor. (n.d.). *J310 N-channel depletion-mode JFET* [Datasheet].
17. Keithley Instruments. (n.d.). *Model 2000 digital multimeter* [User manual/Datasheet].

UDC 539.1.074

SCOPUS CODE 3101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-175-191>

## SiPM-ის დახასიათებისთვის LED-ზე დაფუძნებული კალიბრაციის სისტემა

<b>ალექსი მესტვირიშვილი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო E-mail: alexi.mestvirishvili@cern.ch
<b>იური ბაფატურია</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო E-mail: Iuri.bafaturia@cern.ch
<b>ირაკლი ლომიძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო E-mail: Irakli.lomidze@cern.ch
<b>დავით ლომიძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო E-mail: David.lomidze@cern.ch
<b>თენგიზ ტორიაშვილი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო E-mail: Tengizi.torashvili@cern.ch
<b>აბესალომ იაშვილი</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის ინჟინერი, საქართველო E-mail: iashviliab@yahoo.com
<b>ზვიადი წამალაიძე</b>	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო E-mail: ZviadiTsamalaidze@cern.ch

### რეცენზენტები:

**ი. მინაშვილი**, ბირთვული კვლევის გაერთიანებული ინსტიტუტი, დუბნა, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი

E-mail: Irakli.minashvili@cern.ch

**დ. ჩოხელი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, კვანტური ფიზიკისა და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი

E-mail: dchokhel@cern.ch

**ანოტაცია.** შექმნილია კომპაქტური, შუქდიოდზე დაფუძნებული დაკალიბრების სისტემა სილიციუმის ფოტოგამამრავლებლების (SiPM) კლასიფიკაციისა და დაკალიბრებისთვის. ასეთი დაკალიბრების სადგურები აუცილებელია SiPM-ების მახასიათებლების ზუსტი განსაზღვრისთვის, გარდევის ძაბვის მონიტორინგისთვის და გრძელვადიანი სტაბილურობის კვლევებისთვის თანამედროვე ფოტოდეტექტორულ დანადგარებში. სისტემა აერთიანებს SiPM-ების ოთხარხიან კვების წყაროს, ციფრული ანალოგური გამყვანით კონტროლირებულ შუქდიოდზე დაფუძნებულ გარე სწრაფ პულსერს, რომელიც გვამღევს მოკლე, პროგრამირებად ელექტრულ იმპულსებს. ნაშრომში აღწერილია სისტემის ძირითადი ბლოკები და მათი როლი დაბალი ინტენსივობის, კარგად განსაზღვრული ოპტიკური სიგნალების წარმოქმნაში, რომლებიც შესაფერისია ერთფოტონიანი და რამდენიმეფოტონიანი გაზომვებისთვის

**საკვანძო სიტყვები:** დაკალიბრების სადგურები; პულსები; სილიციუმის ფოტოგამამრავლებლები; ფოტოდეტექტორული დანადგარები.

---

*The date of review 05.02.2026*

*The date of submission 12.02.2026*

*Signed for publishing 26.06.2026*

UDC 327.56

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-192-227>

## „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა (I ნაწილი)

### ზვიად ტყაბლაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო

E-mail: tkabladze.zviad@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**თ. კიკნაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი, პოლიტიკის მეცნიერებათა დოქტორი,

E-mail: kiknadzetamar12@gtu.ge

**მ. მანჩხაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ასისტენტპროფესორი, პოლიტიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: manchkhavilimaia07@gtu.ge

**ანოტაცია.** სტატია არის I ნაწილი ნაშრომისა „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა“, რომელიც ეხება საერთაშორისო ტერორისტული ორგანიზაცია „დაიშის“ („ისლამური სახელმწიფო“, IS, ISIS, ISIL) ორგანიზაციულ სტრუქტურას, მისი ლიდერის, პირველი „ხალიფა“ აბუ ბაქრ ალ-ბადდადის ტერორისტად ჩამოყალიბების ისტორიას და მმართველობის პერიოდს.

2013 წლისთვის „დაიშმა“ გაიარა ჩამოყალიბების ყველა ეტაპი, რომელშიც მთავარი წამყვანი ძალა იყო ნაციონალისტური ღერძი, ერაყის ყოფილი სუნიტურ-ბაასისტური ელიტა. სადამ ჰუსეინის დამხობის შემდეგ მისი რეჟიმის ფუნქციონირები არსად გამქრალან და რაიმე ახალი მმართველობის

სისტემის გამოგონება „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურის ჩამოყალიბებისთვის საჭირო არ იყო.

თავისი არსებობის პირველივე დღეებიდან „დაიში“ უკვე წარმოადგენდა სრულფასოვან სტრუქტურულ, ცენტრალიზებულ ორგანიზაციას, რომლის ელემენტები აქტიურად ასრულებდნენ საჭირო ფუნქციებს სხვადასხვა მიმართულებით, უფლებამოსილებების დელეგირების მეშვეობით.

ნაშრომში ასევე განხილულია ტერორისტული ორგანიზაციის მეორე დონის ლიდერების საქმიანობა და მისი „ინსტიტუციური უწყებები“, რაც მთლიანობაში ქმნის ერთიან სურათს „დაიშის“ ორგანიზაციის სტრუქტურისა და მმართველობის შესახებ.

მართალია, დაჯგუფების რესურსები – ადამიანური, ფინანსური, შეიარაღება და ტერიტორიული, ეტაპობრივად, ჯერ 2017-ში, შემდეგ კი 2019-ში

თითქმის გაქრა, „დაიშის“ არსებობას გარკვეული უჯრედების სახით და ზიანის მიყენების უნარი კვლავ შენარჩუნებული აქვს, ხოლო მისი იდეოლოგიის მომხრეები მიმოფანტულნი არიან მთელ მსოფლიოში.

**საკვანძო სიტყვები:** აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი; „დაიში“; მმართველობა; სტრუქტურა; ტერორიზმი.

### შესავალი

ვაგრძელებთ ნაშრომების ციკლს, საერთაშორისო ტერორისტული ორგანიზაცია „დაიშის“ (არაბ.: داعش; რომანიზ.: Dā'ish, ინგლ.: Daesh – დაჯგუფების აკრონიმი არაბულად; თვითდასახელება „**ისლამური სახელმწიფო**“ – არაბ.: الدولة الإسلامية; რომანიზ.: ad-Dawla al-Islāmiyya; ინგლ.: Islamic State ან IS, ISIS, ISIL) შესახებ. უკვე გამოქვეყნდა სამი სტატია, რომელშიც გავამუქეთ „დაიშის“ წარმოშობის, იდეო-

ლოგიის, ტერორისტული პროპაგანდის საკითხები. ამჟამად წარმოგიდგენთ „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურის და მოწყობის შესახებ კვლევის პირველ ნაწილს, სადაც განხილულია „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა, მისი ლიდერის, პირველი „ხალიფას“, აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადის ტერორისტად ჩამოყალიბების ისტორია და მმართველობის პერიოდი.

2013 წლისთვის „დაიშმა“ უკვე გაიარა ჩამოყალიბების ყველა ეტაპი, რომელშიც მთავარ წამყვან ძალას წარმოადგენდა ნაციონალისტური ლერძი, ერაციის ყოფილი სუნიტურ-ბაასისტური<sup>1</sup> ელიტა. ამ კამპანიის მთავარი, მამოძრავებელი ძალა იყო ერაციული დიქტატორის სადამ ჰუსეინის (ჰუსაინი)<sup>2</sup> უახლოესი თანამებრძოლი, ფელდმარშალი **იზათ იბრაჰიმ ად-დური**,<sup>3</sup> რომელმაც პირველივე ეტაპზე ISIS-ს განკარგულებაში გადასცა დიდი ხნის შექმნილი ბაასის პარტიის საქალაქო და რეგიონალური ფილიალების სისტემა და ასევე სუნიტური<sup>4</sup> სახალ-

<sup>1</sup> **ბაასიზმი** (არაბ.: البعثية; რომანიზ.: Al-Ba'athiyā; არაბული სიტყვიდან „ბა'ს“ [არაბ.: بعث; რომანიზ.: ba'th] აღორძინება) – არაბული ნაციონალისტური იდეოლოგია, რომელიც ისახავდა მიზნად გაერთიანებული არაბული სახელმწიფოს შექმნას, პარტია-ავანგარდისა და რევოლუციური მთავრობის ხელმძღვანელობით. იდეოლოგია ემყარება ერთპარტიული სახელმწიფოს ჩამოყალიბების, არაბული ნაციონალიზმისა და პანარაბიზმის (საზოგადოებრივ-პოლიტიკური მოძრაობა, მიმართული არაბების კონსოლიდაციისკენ) პრინციპებს.

1947 წელს, დამასკოში დაარსდა „არაბულის სოციალისტური აღორძინების პარტია“, შემოკლ.: „ბაასი“. 1966 წელს, სირიაში სახელმწიფო გადატრიალების შედეგად პარტია დაიყო ორ დამოუკიდებელ ფრაქციად – პროსირიულად და პროერაყულად, ხოლო 1968 წელს, ერაციში რევოლუციის შედეგად, ერაციული განყოფილება – „არაბულის სოციალისტური აღორძინების პარტია – ერაციის რეგიონი“ (არაბ.: حزب البعث العربي الاشتراكي في العراق; რომანიზ.: Hizb al-Ba'ath al-'Arabī al-Ishtirākī fī al-'Irāq; ინგლ.: Arab Socialist Ba'ath Party – Iraq Region) საბოლოოდ მოვიდა ხელისუფლებაში და იარსება მმართველი პარტიის სახით, სადამ ჰუსეინის ჩამოგდებამდე, 2003 წლამდე.

<sup>2</sup> **სადამ ჰუსაინ აბდ ალ-მაჯიდ ალ-თიქრიტი** (არაბ.: صدام حسين عبد المجيد التكريتي; ინგლ.: Saddam Hussein Abd al-Majid al-Tikriti, 1937-2006 წწ.) – ერაციის პოლიტიკური და სახელმწიფო მოღვაწე, დიქტატორი, პრეზიდენტი (1979–2003 წწ.) და პრემიერი (1979–1991 და 1994–2003 წწ.), ბაასის პარტიის ერაციული განყოფილების გენერალური მდივანი, რევოლუციური სარდლობის საბჭოს თავმჯდომარე და უმაღლესი მთავარსარდალი (1979 წ.).

<sup>3</sup> **იზათ იბრაჰიმ ად-დური** (არაბ.: عزّة ابراهيم الدوري; ინგლ.: Izzat Ibrahim al-Douri; 1942-2020 წწ.) – ერაციის პოლიტიკური და სამხედრო მოღვაწე, შსს მინისტრი (1974–1979 წწ.), სადამ ჰუსეინის მოადგილე „რევოლუციური სამეთაურო საბჭოს“ თავმჯდომარის პოსტზე (1979–2003 წწ.) და „ბაასის პარტიის“ გენმდივანი (1991–2003 წწ.).

<sup>4</sup> **სუნიტები** არიან „სუნას“ (არაბ.: سنة; ტრანსლიტ.: სუნა – ჩვეულება, მაგალითი) მიმდევრები, რომლებიც უწოდებენ საკუთარ თავს „თემის თანხმობის და სუნას ხალხს“ (არაბ.: أهل السنة والجماعة; ტრანსლიტ.: აჰლ ას-სუნა ვა ალ-ჯამაათ). სუნიზმის მიმდევრები ყურანთან ერთად აღიარებენ სუნას – მუსლიმურ წმინდა თქმულებას, რომელიც ასახავს წინასწარმეტყველ მუჰამადის (არაბ.: مُحَمَّد; ტრანსლიტ.: მუჰამად; ინგლ.: Muhammad; დაბ. 570/571 წ. ქ. მექა (ალ-მაქა) –

ხო გასამხედროებული რაზმები „სადამის ფიდაიები“.<sup>5</sup>

სადამ ჰუსეინის დამხობის შემდეგ ამ სტრუქტურის ფუნქციონერები არსად გამქრალან და რაიმე ახალი, განსაკუთრებული ძალოვანი და სახელმწიფოებრივი მანქანის მშენებლობის მქონე გამოგონება საჭირო არ იყო.

ერაყელი დიქტატორის მმართველობის დროს, მუსლიმებში ყველაზე მეტად შიიტები<sup>6</sup> იყვნენ დაჩაგრული. მისი ჩამოგდების შემდეგ კი, უკმაყოფილოდ და შეურაცხყოფილად თავს უკვე სუნიტები გრძნობდნენ (Muir, J. (2017, November 13). The rise and fall of the Islamic State.). ამ დაპირისპირებამ ნოყიერი ნიადაგი შეუქმნა რელიგიური რადიკა-

გარდ. 632 წ. ქ. მედინა (მადინა)) – არაბი რელიგიური, პოლიტიკური და საზოგადო მოღვაწე, ისლამის ფუძემდებელი. ისლამური დოქტრინის თანახმად იყო წინასწარმეტყველი, ანუ არაბულად – ნაბი [არაბ.: نبي; ინგლ. Prophet; რუს.: Пророк] და მოციქული, ანუ არაბულად – რასულ [არაბ.: رسول; ინგლ.: The Messenger of God; რუს.: Посланник Бога]; ღმერთის – ალაჰის [არაბ.: الله; ალ-ლაჰი] მიერ არჩეული ადამიანი, წმინდა წერილის გადასაცემად და ალაჰის მიერ ზემოთაგონებული, ადამის, აბრაამის, მოსეს, იესოს და სხვა წინასწარმეტყველთა მონოთეისტური სწავლების ქადაგებისთვის] ცხოვრებას, როგორც მაგალითი და სახელმძღვანელო მუსლიმური თემისთვის (უმმა) ყურანის შემდეგ. სუნიზმი ყველაზე გავრცელებული, ორთოდოქსალური მიმართულებაა ისლამში, მუსლიმების 85–90% მსოფლიოში სუნიტია. პოლიტიკური მეცნიერების ტერმინოლოგიით, სუნიტები არიან ცენტრისტები, ანუ ისინი ვინც არ ვარდებიან უკიდურესობაში და უმრავლესობის ინტერესებს იზიარებენ. ასეთმა მიდგომამ საზოგადოებრივ და პოლიტიკურ ცხოვრებაში სუნიზმი გახადა პოპულარული მიმართულება ისლამში. სუნიტების დამახასიათებელი ნიშანია ხელისუფლების არჩევითობის დოქტრინა. შიიტებისგან განსხვავებით, ირჩევენ სასულიერო ლიდერს მუსლიმური თემიდან.

<sup>5</sup> **სადამის ფიდაიები** (არაბ.: فدائيين صدام; ინგლ.: Fedayeen Saddam) გასამხედროებული ორგანიზაცია. სადამ ჰუსეინის ოჯახში შიდა კონკურენციის გამოვლინება გახდა 1995 წელს ალტერნატიული სპეცსამსახურის „სადამის ფიდაიების“ ჩამოყალიბება, რომელსაც სათავეში ჩაუდგა სადამ ჰუსეინის უფროსი შვილი უდაი სადამ ჰუსაინი (1964–2003 წწ.). იგი უკმაყოფილო იყო უმცროსი ძმის კუსაის (1965–2003 წწ.) გაძლიერებით, რომელმაც საკუთარ კონტროლს დაუქვემდებარა ქვეყნის სადაზვერვო საზოგადოებები. ორგანიზაციაში 40 ათასამდე მებრძოლი შედიოდა. სიტყვა „ფიდაი“, მრ. „ფიდაიუნ“ (არაბ.: الفدائيون/الفدائي) ნიშნავს ადამიანს, რომელიც საკუთარ თავს მსხვერპლად წირავს სარწმუნოებისთვის, იდეისთვის). სადამის ფიდაიების ყველაზე ცნობადი ელემენტი იყო შუშაბოქკოს შავი ჩაფხუტები, რაც ძალიან წააგავდა დართ ვეიდერის ჩაფხუტს „ვარსკვლავური ომებიდან“, ასევე II მსოფლიო ომის გერმანულ ჩაფხუტს და იაპონურ კაბუტოს.

<sup>6</sup> **შიიტები** (არაბ.: شيعة; ტრანსლიტ.: შიია – მომხრეები, მიმდევრები) რაოდენობით მეორე ისლამური შტო (შეადგენენ მუსლიმების 10–20%-ს). შიიტები თვლიან, რომ მოციქულმა მუჰამადმა ხელისუფლება გადასცა თავის ნათესავს, ხალიფა ალის (ალი იბნ აბი ტალიბი [ინგლ.: Ali ibn Abi Talib], მუჰამადის ბიძაშვილი და სიძე, მეოთხე მართლმორწმუნე ხალიფა (656–661 წწ.)), პირველი პატივსაცემი იმამი, 12 იმამიდან. ანუ შიიტები მიიჩნევენ, რომ ხალიფა ალი და მისი შთამომავლები არიან ერთადერთი სულიერი მემკვიდრეები და ხელისუფლების ერთადერთი კანონიერი მატარებლები. წინასწარმეტყველ მუჰამადის სიკვდილის (632 წ.) შემდეგ ალის გარშემო წარმოიქმნა დაჯგუფება, რომელიც მალე მომძლავრდა და დასაბამი დაუდო ისლამის ორ მთავარ მიმდინარეობად – სუნიზმად და შიიზმად დაყოფას, რამაც უდიდესი კვალი დააჩინა ისლამის მთელ ისტორიას. შიიტები, თემის ლიდერს უწოდებენ „იმამს“ (არაბ.: امام – წინ მდგომი, ისლამში ლოცვის წინამძღვარი, განაგებს/მართავს მეჩეთს), რომელიც მათთვის არის ერთდროულად სასულიერო და საერო ძალაუფლების განმახორციელებელი. სუნიტისთვის კი იმამი სასულიერო პირის – მომღვრის აღმნიშვნელია. შიიტი იმამი აერთიანებს თავის თავში პოლიტიკური და რელიგიურ ლიდერობას. შიიტების უმრავლესობა ცხოვრობს ირანში, ერაყში, აზერბაიჯანში, ასევე არიან საუდიის არაბეთში, ბაჰრეინში, ლიბანსა და იემენში. მექას გარდა, შიიტების თავყანისცემის ადგილებია ერაყის ქალაქები ნაჯაფი და ქარბალა, ასევე ირანული ყუმი და მეშჰედი. არსებობს შიიტებში რამდენიმე განშტოება/მიმდინარეობა. შიიტებისთვის წმინდანია პირველი 12 იმამი, რომლებიც ხალიფა ალი იბნ აბი ტალიბის, მისი შვილების და შვილიშვილების პირდაპირი შთამომავლები არიან. შიიტობა თავიდანვე გამოირჩეოდა მისტიციზმით, მაგალითად სჯერათ მე-12 ბოლო იმამის, მუჰამად ალ-მაჰდის, რომელიც საიდუმლოდ გაუჩინარდა IX საუკუნის დასასრულს. ალ-მაჰდი (მესია) ხელახლა მოევილინება, გამოჩნდება განკითხვის დღეს/საშინელი სამსჯავროს დროს და ადადგენს დედამიწაზე სამართლიანობას. იბ.: (Gachechiladze, R. (2003). *The Middle East: Space, people and politics.*).

ლიზმისა და ექსტრემიზმის გავრცელებას. სწორედ ად-დურმა უზრუნველყო აღმოცენების პროცესში მყოფი ალ-ფალუჯასა და სამარაში ისლამურ ეროვნულ მოძრაობასა და ანბარისა და ნაინავას პროვინციების სუნიტური ტომების დაკავშირება, რამაც უზრუნველყო სწრაფი აჯანყების მოწყობა და „სუნიტური სამკუთხედის“ მთავარი ადმინისტრაციული ცენტრების დაკავება, ქალაქ მოსულისა (ალ-მავსილ) და თიკრიტის ჩათვლით. ორგანიზაციის ფორმირების პირველ ეტაპზე სამეთაურო და ხელმძღვანელი ორგანოების 80% ბაასისტებისგან შედგებოდა (Sheglovin, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*). ISIS-ის მრავალი ლიდერი, სადამ ჰუსეინის არმიის ყოფილი ოფიცერი იყო, რომლებიც გაეცნენ ბრძოლის ტერორისტულ მეთოდებს სწავლებების ფარგლებში, ორიენტირებული ამერიკული არმიის წინააღმდეგ.

## ძირითადი ნაწილი

### 1. „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა

„დაიშის“ მიერ ჩამოყალიბებული ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა რჩება უნიკალურ და მნიშვნელოვან თემატურ კვლევად, რომლის შემთხვევით შეიძლება შეისწავლო ტერორისტების „საქმიანობა“, საკმაოდ კონკურენტულ გარემოში.

აშშ-ის სამხედრო აკადემია West Point-ის „ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლის ცენტრის“ (Combating Terrorism Center, CTC) მკვლევართა ჯგუფმა ჩაატარა დიდი სამუშაო და მრავალი დოკუმენტის ანალიზის შედეგად მოახდინა სისტემატიზაცია და სტანდარტიზაცია მონაცემების, რომელიც მოიცავდა ISIS-

თან დაკავშირებულ საკითხებს, მათ შორის დაჯგუფების ორგანიზაციულ სტრუქტურას, რასაც მათი ანგარიშის ძირითადი ნაწილი უკავია. იგი იძლევა მნიშვნელოვან წარმოდგენას მმართველობაში დაკავებულ პერსონალზე, ბიუროკრატის დონეზე, სამხედრო იერარქიაზე და ა. შ. (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure*).

ანგარიში იმითაც არის უნიკალური, რომ დაფუძნებულია აშშ-ის შეიარაღებული ძალების მიერ ერაყსა და სირიაში აღმოჩენილი დოკუმენტების შესწავლის საფუძველზე. მათ შორისაა უამრავი მემორანდუმი/ჩანაწერი, ელექტრონული სიები და ცხრილები, რომლებიც იძლევა წარმოდგენას „დაიშის“ ბიუროკრატულ პოლიტიკაზე.

დოკუმენტების თანახმად, „დაიში“ წარმოადგენდა სრულფასოვან სტრუქტურულ ორგანიზაციას, რომლის ელემენტები აქტიურად ასრულებდნენ საჭირო ფუნქციებს საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში. მაგალითად ანგარიშის ერთ-ერთ თავში, ანალიზისთვის ათვლის წერტილად გამოდგა პროპაგანდისტული ვიდეორგოლი, რომელიც გამოუშვა ISIS-მა 2016 წლის 12 ივლისს, სახელწოდებით „სახალიფოს სტრუქტურა“ (The Structure of the Khilafah), სადაც „დაიში“ განიხილავს სხვადასხვა ე. წ. უწყებებს/სამინისტროებს (დავავინ)<sup>7</sup>, რომლებიც წარმოადგენენ ორგანიზაციის ინსტიტუციურ სტრუქტურებს პროვინციებში. ვიდეოს თანახმად, უწყებებს თითოეულ ვილაიეთში აქვს (პროვინციაში) განყოფილებები, რომლებიც საკუთარ თავზე იღებენ საზოგადოებ-

<sup>7</sup> დივან (მრ.: დავავინ; სპარს.: دیوان; ინგლ.: Divan, Diwan) – ნიშნავს უმაღლეს საკანონმდებლო ან აღმასრულებელ ორგანოს – უწყებას/სამინისტროს, არაერთ ისლამურ ქვეყნაში და ასევე ასეთი ორგანოს ხელმძღვანელის ტიტულს.

რივი ინტერესების უზრუნველყოფას, რელიგიის დაცვას და უსაფრთხოებას.

ვიდეოში აღწერილია 14 უწყება და მათი ფუნქციები, ესენია: სასამართლო მოსმენების/განაჩენების და საჩივრების სამინისტრო (Judgment and Grievances); რელიგიური პოლიცია „ჰისბა“ (Religious Police - Hisbah);<sup>8</sup> მოწოდების/ქადაგების – „დავა“ (Preaching (Da'wah))<sup>9</sup> და მეჩეთების; ჯარის საკითხების (Soldiery); საზოგადოებრივი უსაფრთხოების (Public Security); მოწყალეების (Alms); ხაზინის (Treasury); მედიის (Media); განათლების (Education); ჯანდაცვის (Health); სოფლის მეურნეობის (Agriculture), რესურსების (Resources); ნადავლისა და ძარცვის (Spoils and Plunder); და მომსახურების (Services) სამინისტროები.

ანგარიშის თანახმად ცხრილს N 8, 32502 ადამიანი მიეკუთვნება, განაწილებული სამინისტროების მიხედვით. ცხრილის დამუშავებისას დადგინდა, რომ IS-ის ის პირები, რომლებიც იღებდნენ ხელფასს ერაყში, გაგზავნეს თავდაცვის სამინისტროს ნაწილებში (სულ 26488). აღმოჩნდა, რომ სხვა უწყებებთან შედარებით ჯარის სამინისტროს „თანამშრომელთა“ რიცხვი საგრძნობლად დიდია: განაჩენების და საჩივრების უწყებაში ყოფილა 2128 პირი; საზოგადოებრივ უსაფრთხოებაში – 625; განათლებაში – 618; ჰისბაში – 533; სერვისებში – 385; მოწყალეობაში – 366; მოწოდების და მეჩეთების უწყებაში – 319; ჯანდაცვაში – 241; სოფლის მეურნეობაში – 230; რესურსებში – 213; მედიაში – 140; ნადავლისა და ძარცვის უწყებაში – 135 და ხაზინაში – 81 ადამიანი.

თუმცა ამაში გასაკვირი არაფერია, თუ გავითვალისწინებთ, რა დროს განეკუთვნება ეს მონაცემები (2016 წელი), ეს არის დრო, როცა დაჯგუფება უკვე კარგავს კონტროლს მსხვილ ქალაქებზე და ერაყის ტერიტორიის 20%-ზე და ამ პირობებში, ბუნებრივია, მთავარ საყრდენს შეიარაღებულ ძალები წარმოადგენდა (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*). აქვე არ უნდა გამოგვრჩეს, რომ ცხრილში 6000-ზე მეტ ადამიანს (32502-დან), ISIS-ი უხდიდა საფასურს სახელმწიფოებრივი მშენებლობისთვის, ანუ დაახლოებით 18,5%-ს.

ეს მონაცემები ასევე აჩვენებს, რომ მიუხედავად ISIS-ის წინააღმდეგ ბრძოლის გაძლიერებისა, იგი აგრძელებდა პერსონალის მნიშვნელოვანი რაოდენობის ინვესტირებას თავისი მმართველობის პროექტებში, ხოლო ზოგიერთი სამინისტროს თანამშრომელთა დიდი რაოდენობა, ნათელს ხდის, რა პრიორიტეტები ჰქონდა „დაიშ“ მმართველობისა და სახელმწიფოებრიობის მშენებლობის საკითხებში.

განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს „სასამართლო განაჩენების და საჩივრების სამინისტრო“. ეს უწყება პასუხისმგებელი იყო სასამართლო განხილვებზე და რეგულარულ სამართალდამცავ ფუნქციებზე. იგი აერთიანებდა სასამართლოს და პოლიციას. სწორედ ეს უკანასკნელი სტრუქტურა შეადგენდა სამინისტროს პირადი შემადგენლობის (სულ 2128) ყველაზე დიდ ნაწილს: 1900 ადამიანამდე იყო „ისლამური პოლიციის“ (არაბ.: الشرطة

<sup>8</sup> ჰისბა (არაბ.: حسيبة; ინგლ.: Hisbah) – ISIS-ის სტრუქტურაში „ზნეობის/რელიგიური პოლიცია“. ზოგადად ნიშნავს ისლამურ პოლიტიკურ-სამართლებრივ დოქტრინას, რომელიც წარმოადგენს კონფლიქტების მოგვარების ადმინისტრაციულ გზას, მათ შორის კონფლიქტებს ადამიანის უფლებათა სფეროში.

<sup>9</sup> დავა/დავათ (არაბ.: دعوة; ინგლ.: Da'wah, Dawah, Daawah) – მოწოდება, ისლამის ქადაგება, პროზელიტიზმი. მუსლიმი, რომელიც დავას ეწევა, შესაძლოა ჩაითვალოს მისიონერის ისლამურ ეკვივალენტად.

الإسلامية; ტრანსლიტ.: ამ-შურტა ალ-ისლამია) თანამშრომელი (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

„ისლამური პოლიციის“ ფორმირება მმართველი აპარატის ფარგლებში, შიდა დოკუმენტებისა და მოსახლეობასთან ინტერვიუების საფუძველზე, კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ ეს ქვედანაყოფი იყო კრიტიკულად მნიშვნელოვანი „დაიშის“ სისტემის შექმნის, კონსოლიდაციისა და შენარჩუნების უზრუნველყოფისათვის.

ანგარიშში ნათქვამია, რომ „ისლამური პოლიცია“ პასუხისმგებელი იყო სპეციალური სასამართლო დავალებების შესრულებაზე, როგორცაა ჩხრეკა, არასამხედრო დამნაშავეების ტრანსპორტირება, საჩივრების გამოძიება, საკონტროლო გამშვები პუნქტების დაკომპლექტება და უსაფრთხოებასთან დაკავშირებულ სხვა საკითხებზე. არსებობს ასევე მათი საქმიანობის სხვა მხარე, რომელიც უფრო ფართო როლზე მიუთითებს – საფოსტო, საბანკო თუ სადაზვერვო საქმიანობის შესრულება.

არ უნდა გამოგვრჩეს მეორე „სამართალდამცავი“ ორგანო „ჰისბას“, წამყვანი პოზიცია, რომელიც პასუხისმგებელი იყო რელიგიური პოლიტიკის უზრუნველყოფასა და მონიტორინგზე. პროპაგანდისტული ვიდეოს თანახმად „ჰისბა“ „ავალბს საზოგადოებას კეთილი საქმეების შესრულებას და ვალდებულებების აღებას შარიათის შესაბამისად“.

არაერთი მეცნიერის აზრით, „დაიშის“ რელიგიური პოლიცია პატრულირებდა ქალაქებში, შარიათის<sup>10</sup> გამოყენებით ნერგავდა „დამახინჯებულ წესებს“ და მისი დარღვევის შემთხვევაში ზოგჯერ სასჯელი ადგილზე გამოჰქონდათ. „ჰისბას“ მიზანი იყო „ორგანიზებული ბიუროკრატიული სისტემა, რომელიც გამოიყენებოდა ადგილობრივი მოსახლეობის დამცირებისა და ჩაგვრისათვის“.

ფაქტობრივად, ასეთი „წესების“ შესრულება ეხებოდა ცხოვრების ყველა სფეროს, დაჯგუფების მიერ კონტროლირებად ტერიტორიებზე. „დაიშის“ რელიგიური პოლიციის სახელით გამოშვებული დოკუმენტები აჩვენებს პოლიტიკას, რეგულაციებს და წესებს, რომლებიც ასევე ეხება შემოწირული ხორცის გაყიდვას, წვერის გაპარვას, ყოველდღიური ლოცვისაგან თავის არიდებას, სიგარეტების შენახვას, მჭიდრო ან ღია ტანსაცმლის ტარებას, პირადობის დამადასტურებელი დოკუმენტების გაყალბებას ან დავიწყებას, ბიზნესის წარმოებას ლოცვის დროს, მანეკენების გამოყენებას ტანსაცმლის მაღაზიაში, მტრედების ყოლას სახლების სახურავებზე და მრავალი სხვა. თუ გავითვალისწინებთ, რომ „ჰისბას“ მიზანი იყო რელიგიური კანონების ცხოვრებაში განხორციელება და ჯგუფი თვლიდა საკუთარ თავს ამ კანონების მიწიერ განმკარგველად, გასაკვირი არაა, რომ მან პერსონალის დიდი რაოდენობა მიუძღვნა ამ ამოცანის შესრულებას (Milton, D. (2021, June).

<sup>10</sup> შარიათი (არაბ.: شريعة; ტრანსლიტ.: შარია) – სიტყვასიტყვით: პირდაპირი, ჭეშმარიტი/სწორი გზა. ისლამის რელიგიური კანონი. მუსლიმთა რელიგიური ცხოვრების და საქციელის იურიდიული ნორმების, პრინციპებისა და ქვევის წესების კომპლექსი. მათი დაცვა ნიშნავს ალაჰისათვის სასურველ უმწიკვლო ცხოვრებას, რომელიც უზრუნველყოფს მორწმუნეთათვის ადგილს სამოთხეში. შარიათი ითვლება „ღვთაებრივ კანონად“, რომელიც ადამიანებისათვის ხელმისაწვდომია ყურანის, ჰადისებისა და რელიგიური ავტორიტეტების შრომების საშუალებით. დღეს მრავალი მუსლიმური ქვეყნის კონსტიტუციის თანახმად, შარიათი კანონმდებლობის „მთავარი“ ან „ფუნდამენტური“ წყაროა (Gelovani, N. (2024). *Sharia: History, dogmatics, law.* Tbilisi State University Press.).

*Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*)

კვლევებმა აჩვენა, რომ ISIS-მა, ისლამური კანონების დაცვის მიზნით, ასევე შექმნა ქალთა პოლიციური ქვედანაყოფი – „ალ-ხანსას ბრიგადები“.<sup>11</sup> ვრცელდებოდა ცნობები, რომ მრავალი ქალი ევროპიდან, მაგ. ისეთი, როგორც იყო ბრიტანეთის მოქალაქე შამიმა ბეგუმი (Shamima Begum) შედიოდა მათ რიგებში. რამდენიმე წლის შემდეგ, BBC-სთან ინტერვიუში ბრიტანეთის მოქალაქეობაჩამორთმეული ბეგუმი ამტკიცებდა, რომ ეზიზღებოდა საკუთარი თავი, ნანობს თავის ჩადენილ ქმედებებს და სთავაზობდა ლონდონს დახმარებას ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლაში. ინტერვიუს ჩაწერის მომენტში (2021 წლის სექტემბერი) 22 წლის ბეგუმი იმყოფებოდა დევნილთა ბანაკში სირიაში. 2014 წელს, 15 წლის ასაკში სახლიდან, ლონდონიდან, თავისი სკოლის დაქალებთან ერთად გაიქცა სირიაში, სადაც ცოლად გაჰყვა „დაიშის“ ნიდერლანდელ ბოვეკს, რომელიც ციხეშია სირიაში (Jackson, M. (2021, December 15). Former IS teenage bride Shamima Begum offers to help fight terror in UK.).

მათრახით ცემა იყო სტანდარტული სასჯელი იმ ქალებისთვის, რომლებიც ატარებდნენ მაღალქუსლიან ფეხსაცმელს ან თავსაბურავებს ორნამენტით, არ-რაკას ან მოსულის რაიონებში. ეს ქვედანაყოფი, რომელსაც ხელმძღვანელობდა უმ ჰამზა (Umm

Hamza) ცნობილი იყო ქალების სასტიკი წამებით, უბრალო „დანაშაულზე“ კი, როგორცაა თავსაბურავის არქონა ან ქუჩაში მამაკაცის გარეშე გასვლა. თვეში \$ 230 მიღებით, „ალ-ხანსას ბრიგადის“ ტერორისტი ასევე იღებდა საკვებს, თავშესაფარს და გადიოდა ცეცხლსასროლი იარაღის გამოყენების საბაზისო მომზადებას. მართალია Al-Khansaa Brigade-ის ფუნქციაში შედიოდა ქალთა ჩხრეკა სგპ-ზე, რომელიც გამოიყენებოდა მამაკაცების დასაჭერად, ვინც ცდილობდა ქალის ტანსაცმელში გადაცმული გაპარვას, ამ დაჯგუფების ქალები ასევე კურიერდნენ ეზიდი მონა-ქალების საროსკიპოებს. სექს-მონებად დატყვევებული ეზიდი გოგონები, ყოველდღიურ ფიზიკურ ძალადობას განიცდიდნენ – იყიდებოდნენ „დაიშის“ ბოვეკებზე \$ 30. ის, რომ ამ „გასართობ სახლებს“ თვალს ადევნებდნენ სხვა ქალები, მიუთითებს „დაიშის“ ხელისუფლებაში ტერორისტი ქალის მნიშვნელოვან როლზე (Vonderhaar, L. (2021, May 13). ISIS's female morality police.).

ბრიგადის წევრები ასევე მკაცრად ადევნებდნენ თვალყურს ქალების ჩაცმის სტილს. დარღვევად ითვლებოდა თავსაბურავის გარეშე სიარული, თუ ხელების გამოჩენა. იმ დროს როცა ზოგიერთი სასჯელი იყო საჯარო გამათრახება, სხვა შემთხვევებში ქალები საერთოდ ქრებოდნენ. ნებისმიერი ასაკის ქალს ჩაცმულობის დარღვევისთვის 40-ჯერ ამათრახებდნენ.

<sup>11</sup> **ალ-ხანსას ბრიგადები** (არაბ.: **لواء الخنساء**; ინგლ.: Al-Khansaa Brigade) – ISIS-ის ქალთა პოლიციურ-რელიგიური ქვედანაყოფი, რომელიც მოქმედებდა მის დე-ფაქტო დედაქალაქ არ-რაკაში სირიაში და ერაყის მოსულში. იგი ჩამოყალიბდა 2014 წლის დასაწყისში, როგორც გასამხედროებული სტრუქტურა. სახელი ეწოდა ისლამის ადრეულ პერიოდში მცხოვრებ არაბი პოეტი ქალის, ალ-ხანსას პატივსაცემად. დაჯგუფება შედგებოდა უშუალოდ ჯიჰადისტურად განწყობილი ქალებისგან, რომლებიც სწავლობდნენ იარაღის ფლობას და ჰქონდათ მანქანის ტარების უფლება. დაჯგუფებაში ძირითადად შედიოდნენ 18–25 წლამდე გოგონები. ისინი ასრულებდნენ რელიგიური პოლიციის როლს, თვალს ადევნებდნენ ქალთა ზნეობრივ საქციელს, ჩაცმულობას.

ვრცელდებოდა ინფორმაცია, რომ ბრიგადის წევრები აწამებდნენ და სცემდნენ, სიკვდილამდე მიჰყავდათ ახალგაზრდა გოგონები მხოლოდ იმისთვის, რომ მათ ჩადრი კარგად არ ეფარათ ან მათი თავსაბურავები ჩათვალეს საკმაოდ გამჭირვალედ. ერთ შემთხვევაში „ალ-ხანსას ბრიგადის“ წევრებმა 24 წლის ქალი აწამეს და მოკლეს – მკერდზე დაამაგრეს დათვის ხაფანგის მსგავსი მოწყობილობა, მკვნიტარა, იმის გამო, რომ მკერდით კვებავდა საზოგადოებრივ ადგილას, რითაც დაარღვია „დაიშის“ თავმდაბლობის კანონი.

ქალთა ბრიგადაზე იმიტომ გამახვილდა ყურადღება, რომ ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლაში გასათვალისწინებელია გენდერული ფაქტორი. ხშირად კონტრტერორისტული ოპერაციებისას ითვლებოდა, რომ ტერორისტთა ლიდერები, სავსე მეთაურები უშუალოდ მამაკაცები იყვნენ. მაგრამ, „ალ-ხანსას ბრიგადის“ მაგალითით ვხედავთ, რომ ასე მარტივად არ იყო საქმე – ოკუპირებული ტერიტორიების მოსახლეობას და დევნილებს უფრო ამ ქალთა ბრიგადების ემინოდა, ვიდრე „დაიშის“ ბოვეიკი მამაკაცების. ამიტომ ტერორისტი ქალების იგნორირება დაუშვებელია. „ისეთი ქალი მეთაურები, როგორც უმ ჰამზა იყო, ცდილობდნენ გამოეყენებინათ თავიანთი ქალობა ისლამური სახელმწიფოს მიზნების მისაღწევად“, ამბობს მკვლევარი ლორა ვანდერჰარი (Lora Vonderhaar) (Vonderhaar, L. (2021, May 13). ISIS's female morality police.).

როცა საქმე მიდის ინსტიტუციონალური რესურსების განაწილებაზე, აშკარაა, რომ გარდა საბრძოლო მოქმედებებისა, რელიგიური პოლიციის მუშაობა იყო დაჯგუფების ერთ-ერთი მთავარი პრიორიტეტი.

უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული სხვა უწყება,

CTC-ის მასალებიდან, რომელსაც შედარებით მეტი თანამშრომელი ჰყავდა, იყო საზოგადოებრივი უსაფრთხოების სამინისტრო (Ministry of Public Security). 2016 წელს გამოქვეყნებული ვიდეოს თანახმად ამ სტრუქტურის ძირითად ვალდებულებაში შედიოდა კონტრაზვერვა, ჯაშუშებისა და მოლაღატების განადგურება. ამ სამინისტრომ უფრო მეტი მნიშვნელობა შეიძინა „დაიშის“ წინააღმდეგ გააქტიურებული ბრძოლის ფონზე, მიმართავდა რა საჯაროდ უფრო სასტიკ სიკვდილით დასჯისკენ, რათა აღეკვეთა დეზერტირობა, დალატი (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

ვიდეო ერთი საკითხი, რაზეც უნდა გამახვილდეს ყურადღება CTC-ს ანგარიშიდან, არის ის, რომ „დაიში“ დიდ ყურადღებას უთმობდა განათლებას. განათლების სამინისტროს 600 თანამშრომლიდან, 460-ზე, მითითებულია, რომ სხვადასხვა „ინსტიტუტში“ მუშაობენ, მთელი „სახალიფოს“ მასშტაბით.

ზემოთ ჩამოთვლილი უწყებებიდან საინტერესოა მედიის სამინისტროს გამოყოფა. ცხრილის თანახმად, ის ერთ-ერთი ყველაზე მცირე ზომის უწყება აღმოჩნდა (დაახლოებით 140 ადამიანი), რაც ძალიან უცნაურია, თუ გავითვალისწინებთ იმ ფართომასშტაბიან საინფორმაციო-პროპაგანდისტულ მანქანას, რასაც იყენებდა „დაიში“. თუმცა არსებობს მინიმუმ ორი მიზეზი იმისა, რომ მედიის უწყების თანამშრომელთა მცირე რაოდენობა არ უნდა იწვევდეს გაკვირვებას.

პირველი: მედიის საკითხებით დაკავებული ზოგიერთი პირი არ იყო მიმაგრებული სამინისტროსთან. დოკუმენტებიდან ჩანს, რომ მედიასთან მუშაობა განაწილებული იყო სხვადასხვა განყოფილებაზე და სავსე ქვედანაყოფზე, რაც ითვალის-

წინებდა „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურის ფარგლებში მედიამუშაკთა მრავალდონიან ქსელს.

ძირითადი ცხრილის ანალიზმა გამოავლინა იმის მტკიცებულებები, რომ მასმედიის მუშაობაში, მონაწილეობდნენ ისეთი პირები, რომლებიც ფორმალურად დანიშნული იყვნენ სხვადასხვა სამინისტროში: მოწოდების და მეჩეთების უწყებაში, ჰისბაში, საზოგადოებრივი უსაფრთხოების ან ჯარის სამინისტროში. ამას გარდა „დაიშის“ შიდა დოკუმენტები აჩვენებს, რომ „სამხედრო მედია“ მედიის უწყებისგან ცალკე იმართებოდა (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

მთლიანობაში გამოდის, რომ მედიის მუშაობაში ჩართული ადამიანების რიცხვი აჭარბებს მედიის უწყებაზე მიმაგრებულ თანამშრომელთა რიცხვს.

მეორე: მედიის დარგში ISIS-ის საქმიანობა კონტროლდებოდა ცენტრალიზებულად და ხორციელდებოდა დაჯგუფების კონტროლირებად ტერიტორიაზე მცხოვრები რამდენიმე პირის მიერ, ხოლო მათ დახმარებას უწევდა მომხრეთა არატრივიალური რაოდენობა, ან „სახალიფოს“ ფარგლებს გარეთ დარჩენილები, რომლებიც თანაუგრძობდნენ ტერორისტებს.

მაგალითად, მისურის შტატში მცხოვრები ქალი, საფია იასინი (Safya Yassin), აშშ-ის მთავრობამ დააკავა „დაიშისთვის“ დახმარების აღმოსაჩენის გამო. იგი სოციალური ქსელების მეშვეობით ეხმარებოდა „დაიშს“ პროპაგანდისტული მასალების განთავსებაში დაახლოებით 97 საადრიცხო ჩანაწერზე/მომხმარებლის ანგარიშზე.

დოკუმენტების თანახმად, ასევე არსებობდა პირთა სამი ჯგუფი, რომლებიც როგორც ჩანს, არ იყო

დაკავშირებული რაიმე კონკრეტულ სამინისტროსთან და არ ფიგურირებდა ზემოხსენებულ 2016 წლის ვიდეორგოლში. აღნიშნული ჯგუფებია: „პატიმარი მუშები“ (Prison Workers) – 323; „უძრავი ქონება“ (Real Estate) – 162 და „კომუნიკაციების კომიტეტი“ (Communications Committee) – 98.

ზოგიერთი პირველწყარო მიუთითებდა, რომ „წამებულთა და ტუსაღთა კომიტეტი“ (Committee of the Prisoners and Martyrs) ნამდვილად არსებობდა და მის მოვალეობებში შედიოდა ISIS-ის იმ ბოვეიკების ოჯახებზე ზრუნვა, რომლებიც მტრული ძალები-საგან დაიღუპნენ ან დააკავეს.

სხვა საქმეა „უძრავი ქონების სამინისტრო“ (Ministry of Real Estate), რომელიც ცალკე უწყება იყო და შესაძლოა მონაწილეობდა პირადი ქონების კონფისკაციაში, რომელიც შემდეგ გადაეცემოდა „დაიშის“ ტერორისტების ოჯახის წევრებს (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

ამერიკელ მკვლევართა მიერ შესწავლილი მასალები არა მარტო იძლევა ინფორმაციას „სამინისტროებზე“, არამედ წარმოადგენს IS-ის ორგანიზაციული სტრუქტურის დეტალურ აღწერას. ამ ზღვა მასალიდან განვიხილოთ რამდენიმე უწყება.

### 1.1. რა ხდება სამხედრო საქმის/ჯარის სამინისტროში

ეს სამინისტრო ასრულებდა ხუთ ძირითად ფუნქციას: ომების მართვა, ჯარისკაცების მომზადება, ბრძოლისთვის ჯარების განლაგება, „სახალიფოს“ საზღვრების დაცვა და საერთო კონფლიქტის დაგეგმვა. ამ ფუნქციების შესრულებისთვის დაჯგუფებამ შექმნა „ქვედანაყოფებისა და კომიტეტების

გაურკვეველი სიმრავლე“ (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

მე-9 ცხრილში აღწერილია იმ პირების საქმიანობა, რომლებიც შეიარაღებულ ძალებში არ იყვნენ მიზნული კონკრეტულ სამხედრო ქვედანაყოფთან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ისინი იყვნენ ტერორისტები, რომლებიც ირიცხებოდნენ „დაიშის“ სამხედრო მანქანის შტაბში. მათ ევალებოდათ სხვადასხვა ნაწილის კონტროლი და ხელმძღვანელობა, სამხედრო ბიუროკრატიული საკითხების მოგვარება, ჩვეულებრივი ქვეყნის თავდაცვის სამინისტროს მსგავსად (სამხედრო პოლიცია, საჰაერო თავდაცვა, მომარაგება, საწყობები და ა. შ.). ის ფაქტი, რომ ამ უწყებაში, რამდენიმე ადამიანი დანიშნული იყო შაირათის ადმინისტრაციაში, მეტყველებს ორგანიზაციის რელიგიურ ხასიათზე და იმაზე, რომ სამხედრო საკითხებშიც არსებობდა რელიგიური ზედამხედველობა.

საქმიანობები მოიცავდა სწავლებას, გადამზადებას, საბრძოლო დაჯგუფებების მორალური სულისკვეთების მხარდაჭერას. სამხედრო ბანაკები უფრო წააგავდა სასწავლო ბანაკებს, სადაც ახალწვეულები სწავლობდნენ იარაღის გამოყენებას და ტაქტიკურ მანევრირებას. მუჯაჰიდების<sup>12</sup> საქმეთა

სამმართველო წააგავდა ადამიანური რესურსების ან კადრების განყოფილებას. დოკუმენტებიდან ჩანს, რომ ეს ორგანიზაცია ახორციელებდა წამებულთა აღრიცხვას და მებროლების დანიშვნა/გაშვებას სამხედრო ნაწილებში (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

## 1.2. რა ხდება ნადავლისა და ძარცვის სამინისტროში

აღნიშნული სამინისტრო პასუხისმგებელი იყო ნადავლის სახით ხელში ჩაგდებული სხვადასხვა ნივთის, შეიარაღებისა თუ ქონების აღრიცხვასა და განაწილებაზე. არსებობდა გარკვეული მითითებები, რომ ეს ორგანიზაცია შესაძლოა ოდესღაც ექვემდებარებოდა სხვა სამინისტროს, თუმცა ცხრილებში ის ცალკე უწყებად არის მოხსენიებული, მაგრამ საქმიანობის განხორციელებისთვის, დაჯგუფება იყენებდა სხვა უწყების წარმომადგენელს. მაგალითად, ერთი ადამიანი ნადავლისა და ძარცვის სამინისტროდან მუშაობდა მეკავშირედ თავდაცვის სამინისტროში (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

<sup>12</sup> მუჯაჰიდი/მოჯაჰიდი (არაბ.: **مجاهد**; ინგლ.: Mujahid. ჯიჰადის მონაწილე, მებრძოლი, რომელიც ძალისხმევას იჩენს სარწმუნოების გზაზე). მუჯაჰიდი შეიძლება იყოს არა მარტო მებრძოლი, არამედ ნებისმიერი მუსლიმი, მასწავლებელი, ღვთისმსახური იქნება ეს თუ დედა, რომელიც ზრდის ბავშვს. გარდაცვლილი მუჯაჰიდი ითვლება **შაჰიდად** (არაბ.: **شهيد**; ტრანსლიტ.: შაჰიდი; წამებული, მოწამე, მოდის სიტყვიდან „შაჰადა“ [არაბ.: **شهادة**, რაც სიტყვასიტყვით ნიშნავს მოწმობას/მოწმედ ყოფნას]), რომელმაც მიიღო მოწამეობრივი სიკვდილი, როცა ალაჰის სახელით იბრძოდა, იცავდა სარწმუნოებას, სამშობლოს, ოჯახს, ღირსებას – „რწმენისთვის წამებული“.

ხშირად ტერმინი მუჯაჰიდი აღიქმება ტერორისტის, ისლამისტი ბოევიკის სინონიმად. აღნიშნული უმეტესად დაკავშირებულია იმასთან, რომ მუჯაჰიდს სწორედ ტერორისტები ან შეიარაღებული დაჯგუფებები უწოდებდნენ საკუთარ თავს, რომლებიც გამოდიან ხელისუფლების წინააღმდეგ და ეწევიან ტერორს (მაგ. ავღანეთის მუჯაჰიდები). მუსლიმები ამას არაკორექტულად თვლიან, ხოლო ტერორისტებისთვის იყენებენ სხვა განმარტებებს, უარყოფით კონტექსტში.

**1.3. „ისლამური სახელმწიფოს“ სამხედრო ორგანიზაციის კარტირება**

საბრძოლო მოქმედებათა დიდი არეალის გამო, რომელშიც ISIS-ი მონაწილეობდა შეტევით და თავდაცვით ოპერაციებში სხვადასხვა საერთაშორისო ძალის წინააღმდეგ, იგი იძულებული იყო შეექმნა მყარი სამხედრო ორგანიზაცია, რათა უზრუნველყო კონტროლი და მართვა. იმ მომენტიდან, როცა დაჯგუფება ჯერ კიდევ იყო ადრეული „ალ-კაიდა ერაყში“ (არაბ.: *القاعدة في العراق*; ინგლ.: Al-Qaeda in Iraq, AQI), მის გადაქცევამდე „ისლამურ სახელმწიფოდ“ 2014 წელს, ამ სტრუქტურას ენიჭებოდა საკვანძო მნიშვნელობა.

დაჯგუფების სამხედრო ორგანიზების სურათი ბოლომდე ნათელი არ არის, რომლის ძირითადი მიზეზი არის ის, რომ ისეთ ტერორისტულ ორგანიზაციას, როგორცაა „დაიში“, სხვადასხვა ქვედანაყოფისთვის, გამოჩენილი პიროვნების ან რაიმე ისტორიული მოვლენის პატივსაცემად, მათი სახელის მინიჭების მიდრეკილება ჰქონდა, როგორც ძველი, ისე თანამედროვე პერიოდიდან, რაც ართულებდა სამხედრო ნაწილებზე დაზუსტებული ინფორმაციის მიღებას, ვინაიდან უფო მაღალი დონის ქვედანაყოფს შეიძლება იგივე სახელწოდება ჰქონოდა, როგორც დაბალი რანგისას.

ჯარის სამინისტროს ერთ-ერთ ვალდებულებაში შედიოდა დივიზიების, ქვედანაყოფების, ბრიგადების ან ბატალიონების ხელმძღვანელობა. ასეთი ჩამონათვალი გამოიყენება ცხრილების საერთო სტრუქტურაში, თუმცა მოითხოვს გარკვეულ განმარტებებს, ვინაიდან დედანში არაბულ ცხრილებს არ გააჩნია დასახელებები. არაბული ვერსიები მოი-

ცავდა ისეთ სათაურებს, რომლებიც შემდეგნაირადაა ასახული:

„სამინისტრო/განყოფილება/დეპარტამენტი/დანომნიშვნელობა“.

**1.4. დივიზიის დონის სამხედრო ნაწილების შესახებ**

ამ განყოფილებაში მონაცემების დახარისხება მოხდა ერაყში დაჯგუფების სამხედრო სტრუქტურაში არსებული ქვედანაყოფების სახელწოდებების იდენტიფიკაციის ფორმით.

ქვედანაყოფების დასახელებები, გადახდების, თარიღების დიაპაზონი შეიძლება ვიხილოთ N 11 ცხრილში, ესენია: Abbas, Abd-al-Hadi, Al-Bilawi, Abu Mu'taz al-Qurashi, Al-Furqan, Al-Qadisiyah, 'Ayn Jalut Mu'tah, Nahawand, Dhat al-Sawari, Al-Yamamah, Al-Yarmuk, Al-Kawasir, Khalid Bin al-Walid (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure*). აქედან ექვსი: Al-Qadisiyah, Al-Yamamah, Ayn Jalut, Dhat al-Sawari, Mu'tah, Nahawand მნიშვნელოვანი ისტორიული ბრძოლების სახელებია.

თითოეულ ქვედანაყოფში მოქმედებდა 1900–4100-მდე ბოვეკი. სამწუხაროდ ელექტრონულ ცხრილებში ნაკლებია ინფორმაცია თუ სად იმყოფებოდა გეოგრაფიული თვალსაზრისით კონკრეტული ქვედანაყოფი ან ფიზიკური პირი. თუმცა მაგ., „დაიშის“ ყოფილი წევრის ჩვენების შედეგად, Al-Kawasir-ის დივიზია მოქმედებდა ანზარის პროვინციაში.

აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთი ამ ქვედანაყოფიდან ჯერ ჩნდება და შედეგ ქრება. მაგ., Abbas-ის და

Abd-al-Hadi-ის ქვედანაყოფები 2016 წლის თებერვლიდან არ ფიგურირებენ, როცა სხვები 2017 წლის აპრილამდე არსებობენ. ეს მოხდა, იმ დროს როცა ISIS-მა მარცხი განიცადა არ-რამადიში, რამაც გამოიწვია დივიზიების ნაწილის რეორგანიზაცია-გადაჯგუფება.

ბრძოლის ველის დინამიკაც მიუთითებს, რომ სამმა დივიზიამ Mu'tah-მა, Al-Yamamah-მა და Al-Yarmuk-მა განიცადა მნიშვნელოვანი დანაკარგი თავიანთ რიგებში, 2016 წლის სექტემბერ-ოქტომბრისთვის. სწორედ ამ დროს გამოჩნდა Al-Kawahir-ის და Khalid Bin al-Walid-ის დივიზიები და დაახლოებით ამ პერიოდში „ისლამურმა სახელმწიფომ“ დიდი ტერიტორიული დანაკარგები განიცადა ერაყში.

2016 წლის ოქტომბერში, ერაყის პრემიერ-მინისტრმა ჰაიდარ ალ-აბადიმ<sup>13</sup> გამოაცხადა მოსულის დაბრუნების კამპანიის დაწყების შესახებ. ამ მოვლენის შედეგად Al-Yarmuk-მა შესაძლოა განიცადა რესტრუქტურირება და იგი შეიყვანეს Al-Kawahir-ის შემადგენლობაში.

ანგარიშის შესაბამისად, ორგანიზაციული სტრუქტურის მიხედვით, სამხედრო ნაწილები დაყოფილი იყო შემადგენლობის კლებადობის მიხედვით: დივიზიები, ბრიგადები და ბატალიონები (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure.*).

აშშ-ის შეიარაღებული ძალების მიერ მოპოვებული დოკუმენტები სირიასა და ერაყში, რომელზეც, როგორც ვთქვით, დამყარებულია ეს უნიკალური ანგარიში, წარმოადგენს მნიშვნელოვან ნაწილს იმ თავსატეხისა, რასაც ეწოდებოდა დისციპლინა – საერთაშორისო ტერორიზმი და მის ირგვლივ არსებული ხანგრძლივი დებატები საკითხზე: რამდენად დიდი იყო „ისლამური სახელმწიფო“?

ადგილებზე მოპოვებული ინფორმაცია, დაწვრილებითი მონაცემების გარეშე, არ იძლეოდა გარკვევის საშუალებას, თუ დანამდვილებით რამდენი ტერორისტი შეუერთდა „დაიშ“, ან სხვა დაჯგუფებას და მნელი იყო განსაზღვრა რამდენი ბოევიკი ირიცხებოდა დაჯგუფებაში სინამდვილეში. ასეთმა პრობლემამ შეუშალა ხელი ISIS-ზე ოპერატიული შეტევას ქალაქ ალ-ბაღუზში (Al-Baghuz Fawqani, დაირ აზ-ზურის პროვინცია, სირია), სადაც, როგორც ჩანს, კოალიციის შეფასებით ბოევიკების რაოდენობა უფრო მცირე აღმოჩნდა, ვიდრე იტყობინებოდა „სირიის დემოკრატიული ძალები“ (SDF).<sup>14</sup>

2016 წლის ბოლოსათვის დაჯგუფების შემადგენლობაში შედიოდა 60 000 ტერორისტი და ეს ციფრები გულისხმობდა ერაყში მყოფ წევრებს. დაახლოებით 17000 ადამიანი იმყოფებოდა არააქტიურ მდგომარეობაში: დაჭრილი ან ტყვედ ჩავარდნილი.

მართალია ISIS-ის სამხედრო წარმატებები შესაძლოა მივაკუთვნოთ ტერორისტების ფანატიზმს,

<sup>13</sup> ჰაიდარ ჯავად ქაჰიმ ალ-აბადი (არაბ.: حيدر جواد كاظم العبادي; ინგლ.: Haider Jawad Kadhim al-Abadi, დაბ. 1952) – ერაყის სახელმწიფო მოღვაწე, პრემიერ-მინისტრი (2014 – 2018 წწ.), კავშირგაბმულობის მინისტრი (2003–2004 წწ.).

<sup>14</sup> სირიის დემოკრატიული ძალები (არაბ.: سوريا الديمقراطية; ქურთ.: Hêzên Sûriya Demokratîk; ინგლ.: Syrian Democratic Forces, SDF) – სამხედრო ალიანსი, რომელიც შეიქმნა 2015 წლის 10 ოქტომბერს, კოალიციური ძალების CJTF-OIR) მხარდაჭერით, ISIS-ის წინააღმდეგ საბრძოლველად. SDF-ის ბირთვს წარმოადგენენ ქურთული „სახალხო თავდაცვის“ (ინგლ.: People's Defense Units ან People's Protection Units; ქურთ.: Yekîneyên Parastina Gel, YPG და „ქალთა დაცვის“ (ინგლ.: Women's Protection Units, YPJ) რაზმები. მის შემადგენლობაში ასევე შედიან სირიის ოპოზიციის, ასირიელების, თურქმენული შეიარაღებული რაზმები. ძირითადად მოქმედებენ სირიის ჩრდილოეთ რეგიონებში.

ყოფილი სამხედრო ოფიცრების გამოცდილებას და ომის წარმოების ტაქტიკის ცოდნას, არაეფექტურ ოპოზიციას და ა. შ., მაგრამ ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორი, რომელმაც განსაზღვრა ამ ტერორისტული ორგანიზაციის წარმატება, არის მათ მიერ შექმნილი რთული ბიუროკრატიული სტრუქტურა, რომელიც იძლეოდა საშუალებას დიდი ტერიტორიებისა და საბრძოლო შესაძლებლობების მართვას მაღალ დონეზე, რაც შეუძლებელი იქნებოდა ასეთის არარსებობის შემთხვევაში.

დოკუმენტებში ასახული სხვადასხვა მიმართულების მიხედვით, უწყებების სიმრავლე, სამხედრო და რელიგიის პოლიციის არსებობა, აღარ ვსაუბრობთ ქალთა პოლიციურ ქვედანაყოფზე, აჩვენებს როგორ ცდილობდა დაჯგუფება წესრიგის დამყარებას თავის რიგებში და ტერიტორიებზე. თუმცა, რაც მოცემულია რეესტრებში და ცხრილებში, შესაძლოა ზუსტად არ ასახავდა რეალურ ვითარებას ადგილებზე, რაც სხვადასხვა ფაქტორზე იყო დამოკიდებული: გეოგრაფიული დამორება, ბრძოლის ინტენსივობა და ლიდერების ქმედებები და ა. შ..

გასაკვირი არ არის, რომ რელიგიური წესების გავრცელებას და შესრულებას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა „დაიშის“ სტატუსისთვის. უსაფრთხოების ძალების დიდი რაოდენობაც ასევე არ იწვევდა დიდ გაკვირვებას. შიდა კონტროლი – ტერიტორიების მართვის მნიშვნელოვანი ნაწილი იყო, თანაც ინტენსიური ანტიტერორისტული კამპანიების მოქმედ-

ებების ფონზე მთელ მსოფლიოში. „დაიში“ პარანოი-დულად უდგებოდა ჯაშუშების თემას თავის რიგებში, ამიტომ დიდი რაოდენობის თანამშრომლების დანიშვნა ამ საფრთხის წინააღმდეგ საბრძოლველად სავსებით გასაგებია. ზოგიერთმა მეცნიერმა კი დამატებითი აქცენტი გაამახვილა ბავშვების საკითხზე, „დაიშის“ „ხანგრძლივი თამაშისათვის“, რესურსების გამოყოფაზე განათლებისთვის. ყურადღება უნდა გავამახვილოთ ასევე „დაიშის“ ფიზიკური ძალების შემცირებაზე, კოალიციური ძალების (CJTF-OIR) ეფექტური ძალისხმევის შედეგად. ცხრილებში ნაჩვენებია ტერორისტთა რაოდენობის თანდათანობითი კლება, 2016 წლიდან 2017 წლის მაისისთვის.

„დაიშის“ შესახებ მნიშვნელოვანი წყარო აღმოჩნდა ის დოკუმენტები, სადაც ასახულია ცალკეული მებრძოლების და დაჯგუფებების ისტორიები, რომელიც შესაძლოა გამოადგეს სხვადასხვა ქვეყნის მთავრობას, უსაფრთხოების სამსახურს, თუ საქმე ექნებათ სამშობლოში დაბრუნებულ ბოევიკებთან (Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure*).

### 1.5. „დაიშის“ სადაზვერვო სამმართველო „ამნი“

„ისლამური სახელმწიფოს“ სტრუქტურაზე საუბრისას, მნიშვნელოვანია ჰაჯი ბაქრთან (Haji Bakr)<sup>15</sup> დაკავშირებული ერთ-ერთი გასაიდუმლოებული

<sup>15</sup> ჰაჯი ბაქრი (ინგლ.: Haji Bakr), ქუნია (პატივსაცემი ზედმეტ სახელი) – აბუ ბაქრ ალ-ირაკი (ინგლ.: Abu Bakr al Iraqi). ნამდვილი სახელი სამირ აბიდ ჰამად ალ-უბაიდი ად-დულაიმი (ინგლ.: Samir Abed Hamad al Obeidi al Dulaimi), ან სამირ აბდ მუჰამად ალ-ხლიფავი (ინგლ.: Samir Abd Muhammad al Khlifawi). იგი იყო „ერაყის რევოლუციური გვარდიის“ (Iraqi Revolutionary Guard), სხვა მონაცემებით „ერაყის სადაზვერვო სამსახურის“ (ინგლ.: Iraqi Intelligence Service) ყოფილი პოლკოვნიკი ან ერაყის საჰაერო ძალების ოფიცერი და „დაიშის“ სადაზვერვო სამსახური „ამნის“ (არაბ.: امنی; ინგლ.: Emni) არქიტექტორი.

სტრუქტურის შექმნა, რომელიც იყო სადამ ჰუსეინის ყოფილი ძალოვანი და „დაიშის“ სადაზვერვო სამსახური ამნ-ის მთავარი არქიტექტორი. სამსახურის არსებობა გამჟღავნდა 2014 წელს, ბაქრის დოკუმენტების შემთხვევით აღმოჩენის შედეგად, მისი გარდაცვალების შემდეგ, რომელიც შედგება 31 ხელნაწერი საორგანიზაციო სქემისაგან, სიებისგან და ცხრილებისაგან, სადაც აღწერილია თუ როგორ ნაბიჯ-ნაბიჯ შეიძლება ერის დამორჩილება.

ამნ-ის დაარსების და საქმიანობის საკითხები გაშუქებულია ICSVE-ს საერთაშორისო ცენტრის კვლევაში, სადაც ჰაჯი ბაქრის ფაილებიდან ნათელი ხდება, რომ „დაიში“ უბრალოდ ტერორისტული დაჯგუფება კი არა, არამედ ყოფილი ბაასისტი ძალოვნების (დაზვერვის) მიერ დაარსებული ორგანიზაცია იყო ახალი სახელმწიფოს შექმნის განზრახვით.

აღნიშნულ ინფორმაციას ასევე ადასტურებს NYT-ის კორესპონდენტი რუკმინი კალიმაჩი (Rukmini Callimachi) და ჟურნალისტი-გამომძიებელი კრისტოფ როიტერი (Christoph Reuter), რომელმაც ჰაჯი ბაქრის დოკუმენტების ანალიზისას აღნიშნა, რომ „გამოვლინდა მრავალფენიანი სტრუქტურა ანარქისტული ვითარების შექმნისთვის სირიის იმ ტერიტორიაზე, რომელსაც აჯანყებულები ფლობდნენ“. ყველა ეს წყარო, ნათელ შუქს ჰფენს იმ ძირგამომთხრელ საქმიანობაზე, რომელსაც ეწეოდა „დაიში“ და ასევე ასახავს მის დასავლეთზე თავდასხმის მისწრაფებებს.

**გარკვეული გაგებით, დოკუმენტები, უახლეს ისტორიაში ყველაზე წარმატებული ტერორისტული**

**არმიის ამოსავალი კოდია** – ტოტალიტარული სახელმწიფოს, რომელსაც შეეძლო თავისი ტერიტორიის კონტროლი და მოქალაქეების დაუნდობლად მართვა.

ამნ-ი სიტყვასიტყვით არაბულად არის „უსაფრთხოება“, „ნდობა“ (არაბ.: أمان; ინგლ.: Amni, Emni), „დაიშისთვის“ კი აღნიშნული „დაზვერვას“ (Intelligence) ნიშნავდა. ამნ-ი პასუხისმგებელი იყო სადაზვერვო ინფორმაციის შეგროვებაზე, როგორც ორგანიზაციის შიგნით, ისე მის ფარგლებს გარეთ და ასევე საგარეო შეტევების გლობალურ დაგეგმარებაზე. მის ამოცანებში შედიოდა:

- სირიაში, ერაყსა და სხვაგან საბრძოლველად სადაზვერვო ინფორმაციის შეგროვება;
- ინფორმაციის შეგროვება ყველას შესახებ, ვინც ცხოვრობს „დაიშის“ შიგნით;
- დეტალური სადაზვერვო ინფორმაციის შეგროვება იმ ტერიტორიების შესახებ, რომელთა აღებას აპირებს ISIS-ი;
- ახალწვეულთა შესწავლა, განსაკუთრებით მათი, ვინც ჩნდება „რეფერალების“<sup>16</sup> გარეშე;
- ISIS-ზე შესაძლო თავდასხმებზე ინფორმაციის შეგროვება და ანალიზი;
- ISIS-ის პროპაგანდისა და შიშის გავრცელება შიგნით და გლობალურად;
- უცხოელი მებრძოლების დაქირავება და განლაგება სადაზვერვო მონაცემების შეგროვებისა და თავდასხმებისთვის მათ ქვეყნებში (Speckhard, A., & Yayla, A. S. (2016, December 3). The ISIS Emni: The inner workings and origins of ISIS's intelligence apparatus.);

<sup>16</sup> ის ვინც ახორციელებს გადაბირებას (ინგლ.: Referrer).

- ISIS-ის მედია ცენტრების ინფორმირება ორგანიზაციის მიერ შთაგონებული და განხორციელებული გარე თავდასხმების შესახებ;
- „დავას“ [ისლამური სწავლების] ოფისების გახსნას ქალაქებში, რათა დაეპყროთ ადგილობრივი მოსახლეობის გულები და გონება;
- სხვადასხვა ქვეყანაში ჯაშუშებისა და გადამბირების აგენტების გაგზავნა-განლაგება, მათ შორის ძალადობისგან გაქცეული სირიელი ლტოლვილების თვალთვალი;
- ISIS-ის ლოჯისტიკური მხარდაჭერის ოპერაციების მონიტორინგი თურქეთის ტერიტორიაზე, რათა დარწმუნდნენ, რომ არ არსებობს გაჟონვა ან შეფერხებები;
- ურთიერთქმედება სხვა მეტოქე ტერორისტული ჯგუფებისა და სახელმწიფოთა აგენტებთან, მათ შორის დაზვერვის წარმომადგენლებთან;
- ნებისმიერი კრიტიკული „ბინძური სამუშაო“, მათ შორის მონების, ნავთობის, ხორბლისა და სიძველეების ორგანიზაციის ჩათვლით, ვაკროზა, ასევე მკვლელობები, გატაცებები და მძევლების გაცვლა.

ადრე, ერაცის Abu Ghraib-ის და საფილტრაციო ციხე ბუქაში (არაბ.: **سجن بوحا**; ინგლ.: USMIL Camp Bucca) დატყვევებული ჰაჯი ბაქრი, ISIS-ის მომავალ ლიდერ **აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადისთან**,<sup>17</sup> ასევე ერაცის

დაზვერვის განრისხებულ და ნაციონალისტურად განწყობილ ყოფილ ოფიცრებთან ერთად, ჩაუდგა სათავეში ჯგუფს, რომელიც 2004–2008 წლებში Camp Bucca-ში შეთქმულებების შემდეგ, კვლავ გაერთიანდა 2012 წელს და შექმნა იატაკქვეშეთის ორგანიზაცია, რომელიც მომავალში გახდა ცნობილი როგორც „ისლამური სახელმწიფო“. ხელისუფლებაში დაბრუნების და სუნიტების ბატონობის აღდგენის სურვილით, ალ-ბაღდადის თავიანთ „ამირ“-ად (არაბ.: **أمير**; მმართველი, წინამძღოლი) და შემდეგ ხალიფად გამოცხადებით, ამ ყოფილმა ოფიცრებმა ოსტატურად შექმნეს, ერაცული „ბაასის“ რეჟიმის სტრუქტურის მსგავსი მოდელი და „ისლამურ სამოსში“ შეფუთული ორგანიზაცია (Speckhard, A., & Yayla, A. S. (2016, December 3). The ISIS Emni: The inner workings and origins of ISIS's intelligence apparatus.).

2012 წლის ბოლოსკენ ჰაჯი ბაქრი გაიგზავნა სირიაში, რათა დასახულიყო ნაბიჯები მომავალი „ისლამური სახელმწიფოსთვის“, რაც შეიძლება მეტი ტერიტორიის გადმობირების და იქედან შეჭრის დაწყებით ერაცში. ბაქრი მალულად დასახლდა სირიის პატარა ქალაქ თალ რიფაათში<sup>18</sup>, სადაც მან გამოიყენა თავისი დიდი სადაზვერვო და რეჟიმის დროინდელი გამოცდილება „ისლამური სახელმწიფოს“ აღზევებისთვის (Reuter, C. (2015, April 18). The terror strategist: Secret files reveal the structure of Islamic State.).

<sup>17</sup> **აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი** (არაბ.: **أبو بكر البغدادي**; ინგლ.: Abu Bakr al-Baghdadi), დაბადებული როგორც **იბრაჰიმ ავად იბრაჰიმ ალი მუჰამად ალ-ბადრი ას-სამარაი** (არაბ.: **إبراهيم عواد إبراهيم علي محمد البدرى السامرائي**; ინგლ.: Ibrahim Awad Ibrahim Ali Muhammad al-Badri al-Samarrai; 28.07.1971–27.10.2019) იგივე **აბუ დუა** (არაბ.: **أبو دعاء**; ინგლ.: Abu Du'a) ან **აბუ ავადი** (არაბ.: **أبو عواد**; ინგლ.: Abu Awad), ერაცული წარმოშობის საერთაშორისო ფუნდამენტალისტი, რადიკალი ისლამისტი და ტერორისტი, „დაიშის“ ლიდერი 2014–2019 წლებში.

<sup>18</sup> **თალ რიფაათ** (არაბ.: **تل رفعت**; ინგლ.: Tal Rifaat, Tel Rifat) – ქალაქი მდებარეობს ალექოდან (არაბ.: **حلب**; ტრანსლიტ.: ჰალაბ; ინგლ.: Aleppo) 40 კილომეტრში ჩრდილოეთით.

ყველაფერი ჰაჯი ბაქრის გეგმის მიხედვით მიდიოდა. სახალიფო ფართოვდებოდა სოფლიდან სოფლამდე, მაგრამ როცა 2013 წლის დეკემბერში ტერორისტებმა სისასტიკე გამოამჟღავნეს და მოკლეს მემამოხეთა ლიდერი და ექიმი, მთელი ქვეყნის მასშტაბით, სირიის სხვადასხვა მემამოხეთა და რადიკალურმა დაჯგუფებებმა, მათ შორის „ჯაბჰათ ან-ნუსრამ“,<sup>19</sup> დაიწყეს გაერთიანება „დაიშის“ წინააღმდეგ საბრძოლველად. რამდენიმე კვირის განმავლობაში „დაიში“, თავიანთი დედაქალაქიდან არ-რაკადანაც თითქმის განდევნეს. მოგვიანებით, ერაყიდან ჩამოსული ტერორისტების დამატებითმა ძალებმა შეცვალეს ვითარებმა „დაიშის“ სასარგებლოდ, თუმცა დიდი მგეგმავის, ბაქრისთვის უკვე ძალიან გვიან იყო. იგი მოკლეს სირიის ქალაქ ალეპოსთან ჩრდილოეთით FSA-ს ქვედანაყოფის<sup>20</sup>, „სირიელ წამებულთა ბრიგადების“ მებრძოლებთან შეტაკების დროს, 2014 წლის იანვარში (Reuter, C. (2015, April 18). The terror strategist: Secret files reveal the structure of Islamic State.).

გარდაცვლილი ჰაჯი ბაქრის ფოტო გამოაქვეყნეს LiveLeak-ზე, თუმცა ის არ შეესაბამებოდა „დაიშის“ მიერ დადებულ ფოტოს. ISIS-მა ჰაჯი ბაქრის გარდაცვალება გამოაცხადა ჯიჰადისტთა Twitter-ის გვერდზე გამოქვეყნებულ ოფიციალურ განცხადე-

ბაში 2014 წლის 2 თებერვალს. განცხადება ითარგმნა გავლენიანი ანალიტიკური ცენტრის, SITE Intelligence Group-ის ჯგუფის მიერ: „ჩვენ ვულოცავთ მუჯაჰიდებს ერაყსა და აშ-შამში (სირია), მუჯაჰიდების შეიხის, მეთაური აბუ ბაქრ ალ-ირაკის მოწამეობრივ დაღუპვას“. ISIS-ი ამტკიცებდა, რომ „ის მშიშარა და მზაკვრული ხელებით იქნა ჩამოგდებული...“ (Roggio, B. (2014, February 5). ISIS confirms death of senior leader in Syria.). სხვა მონაცემებით, ჰაჯი ბაქრის მკვლელობა დაგეგმილი და განხორციელებული იყო „დაიშის“ კონკურენტი, ზემოხსენებული Al-Nusra Front-ის ბოევიკების მიერ (Sheglovina, Y. (2016). *Thinking about Islamic State.*).

სანამ ჰაჯი ბაქრს, სირიელი მემამოხეები მოკლავდნენ, მან უკვე გადასცა თავისი ცოდნა, გამოცდილება და გეგმები თავისი მოწაფეების დაჯგუფებას, ახალშობილ „დაიშს“.

## 2. „დაიშის“ მმართველობა და ლიდერები

ბულდოზერებით მიწაყრილის, მავთულხლართების და სასაზღვრო პუნქტების ჩამოშლით, რომელიც ყოფდა სირიასა და ერაყს, აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადიმ ხაზი გაუსვა, რომ მისთვის მიუღებელია 1916 წლის საიკს-პიკოს შეთანხმებით დადგენილი

<sup>19</sup> **ჯაბჰათ ან-ნუსრა ან ჯაბჰათ ან-ნუსრა ლი-აჰლ აშ-შამ** (სირიის/ლევანტის ხალხის მხარდაჭერის ფრონტი; არაბ.: **جبهة النصرة لأهل الشام**; ინგლ.: Jabhat Al-Nusra/Al-Nusra Front) სალაფიტურ-ჯიჰადისტური დაჯგუფება, „ალ-კაიდას“ ფილიალი სირიისა და ლიბანის ტერიტორიაზე. დაჯგუფება დაარსდა სხვადასხვა მონაცემით 2012 წლის 23 იანვარს. 2016 წლიდან ცნობილია სახელწოდებით **ჯაბჰათ ფათჰ აშ-შამ** (სირიის დაპყრობის ფრონტი; არაბ.: **جبهة فتح الشام**; ინგლ.: Jabhat Fatah al-Sham), ასევე როგორც „ალ-კაიდა სირიაში“ (არაბ.: **القاعدة في العراق**; ინგლ.: Al-Qaeda in Syria, AQI) ან „ალ-კაიდა ლევანტში“ (ინგლ.: Al-Qaeda in the Levant). სირიის ომის დროს ეს დაჯგუფება ჩამოყალიბდა როგორც ერთ-ერთი უმსხვილესი და მძლავრი, სხვა დაჯგუფებებთან შედარებით.

<sup>20</sup> **სირიის თავისუფალი არმია** (არაბ.: **الجيش السوري الحر**; ინგლ.: Free Syrian Army, FSA) – ერთ-ერთი უმსხვილესი შეიარაღებული მემამოხე ოპოზიციური დაჯგუფება სირიაში, რომელიც აწარმოებდა შეიარაღებულ ბრძოლას ბაშარ ალ-ასადის რეჟიმის წინააღმდეგ. შეიქმნა 2011 წლის 29 ივლისს, სირიის არმიის ყოფილი ოფიცრების მიერ. მასში შედიოდა „სირიელ წამებულთა ბრიგადები“ (არაბ.: **تجمع كتائب وألوية شهداء سوريا**; ინგლ.: Martyrs' Brigades, სრული სახელი Union of Martyrs of Syria Battalions and Brigades).

კოლონიური საზღვრები.<sup>21</sup> ორგანიზაცია თავისი მიზნების განხორციელებას სამ ძირითად ჯგუფზე აპელირებით გეგმავდა: ადგილობრივ მომთაბარე ტომებზე, არაბ ნაციონალისტებზე, რომლებიც აღმ-ფოთებული იყვნენ კოლონიური მემკვიდრეობით და მუსლიმური თემის იმ წევრებზე, რომლებიც თვლიდნენ, რომ უნდა ჩამოაყალიბდეს ერთი ერი, ერთი სარწმუნოების საფუძველზე.

ტერიტორიების გაფართოების გარდა „დაიში“, თავისი მმართველობის ავტორიტეტის გამყარების და ლეგიტიმურობის გამართლების მიზნით, ცდილობდა შარიათის დაწესებას, განათლების გამოიყენებით, იდეოლოგიურ დამუშავებას ან გადაბირებას, ასევე სხვადასხვა მომსახურების და ჰუმანიტარული დახმარების აღმოჩენით, საზოგადოებრივი მხარდაჭერის მიღებას ადგილებზე (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.).

ჯობ უორიკის (Joby Warrick)<sup>22</sup> თანახმად, აბუ ბაქრის მომხრეებს შორის იყვნენ სადამ ჰუსეინის არმიის თუ სხვა ძალოვანი სტრუქტურის ყოფილი ოფიცრები: სუნიტი გენერლები, პოლკოვნიკები, მაიორები. მათთვის ალ-ბადდადი შესაძლოა ყოფილიყო იდეალური ნომინალური ფიგურა: „წინასწარმეტყველ მუჰამადის შთამომავალი“, ადდენილი სახალიფოს მეთაურის ნიშნით, ასე ვთქვათ თეოკრატიული მუსლიმური სახელმწიფოსი, რომელიც ოსმალეთის იმპერიის დროიდან მოყოლებული არ

არსებობდა. სინამდვილეში, ისინიც კი ხვდებოდნენ, რომ „სახელმწიფო“ ეს ფიქციაა (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.). „სადაა ისლამური სახელმწიფო თქვენ რომ ამბობთ?“, „ჩვენ უდაბნოში ვცხოვრობთ!“ (ლიდერის ერთ-ერთი ცოლის საჩივარის მიხედვით, ერაყის 2010 წლის სასამართლოს დოკუმენტებიდან).

აბუ ბაქრ ალ-ბადდადის დანიშვნა „ერაყის ისლამური სახელმწიფოს“ (Islamic State of Iraq, ISI) მეთაურად 2010 წელს, როგორც ამას ადასტურებს ერთ-ერთი გაქცეული ბოევიკი, გახდა მოულოდნელი, რომელიც დაგეგმა ზემოხსენებულმა საერო ბაასისტმა, გენერალმა ჰაჯი ბაქრმა, რომელსაც აკრიტიკებდნენ დაჯგუფების სხვა წევრები, იმისთვის, რომ შესაბამის წვერს არ ატარებდა და არ იცავდა რელიგიური პრაქტიკის სხვა მითითებებს (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.). მაგრამ მისმა ორგანიზატორულმა თვისებებმა (იგულისხმება „დაიშის“ ერთ-ერთი სპეცსამსახურის მშენებლობა და სამხედრო რაზმების მოქმედებების ტაქტიკის შემუშავება), ერაყის არმიის და ყოფილი თანამებრძოლებისაგან შექმნილი ბაასისტების ქსელის ცოდნამ, გახდა ის ფასეულ რესურსად იმ დროისთვის, როცა 28–30 წლის ასაკში ISI-ის ორი ლიდერი აბუ უმარ ალ-ბადდადი (Abu Omar al Baghdadi) და აბუ ჰამზა ალ-მასრი (Abu Hamza al

<sup>21</sup> **საიქს-პიკოს შეთანხმება** (ინგლ.: Sykes-Picot Agreement) დაიდო 1916 წლის 16 მაისს – საიდუმლო გარიგება, დიდ ბრიტანეთსა და საფრანგეთს შორის, იტალიისა და რუსეთის თანხმობით, რომლის მიხედვით ამ ქვეყნებმა I მსოფლიო ომის შემდეგ, გავლენის სფეროები ახლო აღმოსავლეთში და ოსმალეთის იმპერიის არაბული სამფლობელოები გაინაწილეს.

<sup>22</sup> **ჯობი უორიკი** (ინგლ.: Joby Warrick), Washington Post-ის კორესპონდენტი, მკვლევარი, პულიცერის პრემიის მფლობელი (2016), რამდენიმე წიგნის ავტორი, მათ შორის „შავი დროშები: დაიშის აჯანყება“ (Black Flags: The Rise of ISIS).

Masri) გარდაიცვალნენ 2010 წელს (United Nations Security Council. (2021, January 10). Ibrahim Awwad Ibrahim Ali Al-Badri Al-Samarrai (QDi.299)). იგი გახდა ISI-ის ერთ-ერთი მთავარი ორგანოს „სამხედრო საბჭოს“ (Military Council) ხელმძღვანელი და მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა აბუ ბაქრ ალ-ბადდადის დაწინაურებაში და ISI-ის ლიდერად დანიშვნაში მას შემდეგ, რაც ზემოხსენებული ორი ტერორისტი მოკლეს (Roggio, B. (2014, February 5). ISIS confirms death of senior leader in Syria.).

არაერთი ინფორმირებული ექსპერტი თვლის, რომ ერაყის ყოფილი მაღალი რანგის სადაზვერვო სამსახურის ხელმძღვანელებს, ჰქონდათ მჭიდრო კავშირი სირიელ კოლეგებთან ამერიკელების ერაყში ყოფნის პერიოდში (Sheglovina, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*). 2014 წელს ჰაჯი ბაქრიმ აღადგინა კავშირები სირიის რეჟიმის ბაშარ ალ-ასადის<sup>23</sup> აგენტებთან, რომლებთანაც კავშირი დაამყარა ჯერ კიდევ 2003 წელს, როცა სირიის პრეზიდენტი შიშობდა, რომ ერაყში გამარჯვებული აშშ-ის ჯარები გააგრძელებდნენ მარშს სირიაში, რათა ჩამოეგდოთ მისი დიქტატურა. 2003 წელს ალ-ასადის ხალხმა გარიგება დადო ერაყის დაზვერვის ყოფილ აგენტებთან, ჰაჯი ბაქრის ჩათვლით, უცხოელი ბოევიკების გადასროლის მიზნით სირიის გავლით ერაყში.

დათვლილია, რომ დაახლოებით 90% ტერორისტი თვითმკვლელები, რომლებმაც მოაწყვეს სუნიტურ/შიიტური კონფესიათაშორისი ძალადობა,

ხოცვა-ჟლეტა და გაართულეს ამერიკული ჯარების მიერ უბრალო ერაყელების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა – შეაღწიეს ერაყში სირიის მეშვეობით (ერაყში ყოფნის პერიოდში თვითმხილველების მხრიდან ბევრჯერ მსმენია, რომ ტერორისტულ აქტებს სირიიდან და სხვა არაბული ქვეყნებიდან „ჩამოსულები“ ახორციელებდნენ, ვიდრე ადგილობრივები, ავტ.).

2014 წელს სირიელი გენერლები, კვლავ მოხარული გახდნენ გაერთიანებულიყენენ საერთო მტრის წინააღმდეგ. ამ აღორძინებული სადაზვერვო კავშირებით, Emni-მ შეძლო დახმარების მიღება ალ-ასადის საჭაერო ძალებიდან, რომლებიც რეგულარულად ბომბავდნენ მოწინააღმდეგე მემბოხე დაჯგუფების პოზიციებსა და შტაბებს, რის გამოც ISIS-ის მებრძოლები უვნებელი რჩებოდნენ. სანაცვლოდ, ISIS-მა Emni-ს მეშვეობით თავის მებრძოლებს უბრძანა თავი შეეკავებინათ სირიის არმიასზე თავდასხმებისგან (Speckhard, A., & Yayla, A. S. (2016, December 3). *The ISIS Emni: The inner workings and origins of ISIS's intelligence apparatus*).

იმავედროულად აბუ ბაქრ ალ-ბადდადის, რომელიც გახდა ორგანიზაციის მეთაური, როგორც ჩანს არ ჰქონდა მებრძოლის ან ლიდერის გამოცდილება და ერთ-ერთი მოხსენება მის ადრინდელ ურთიერთობაზე „ალ-კაიდასთან ერაყში“ დაკავშირებულია „ცოცხალი საფოსტო ყუთის“ როლთან, როცა დებულობდა გზავნილებს დაჯგუფების ერთი უც-

<sup>23</sup> ბაშარ ალ-ასადი (ინგლ.: Bashar Hafez al-Assad; არაბ.: بشار حافظ الأسد; დაბ. 1965; სირიის დიქტატორი, პრეზიდენტი 2000–2024 წლებში), მარშალი და „არაბთა სოციალისტური ბაასის პარტიის – სირიის რეგიონის“ (ინგლ.: Arab Socialist Ba'ath Party–Syria Region) მდივანი. 2021 წლის 26 მაისს, ბოლო, მსოფლიოს მიერ არაღიარებულ საპრეზიდენტო არჩევნებში, ქვეყანაში არსებული მდგომარეობის გამო, მიიღო 13,540,860 ამომრჩევლის ხმა (95,19%). მისი რეჟიმი არსებობდა ძირითადად რუსეთისა და ირანის მხარდაჭერით).

ნობი წვერიდან და ინახავდა სხვისთვის გადასაცემად (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.). თუმცა მის გვერდით იდგა ადამიანი, „დაიშის“ რუხი კარდინალი – ჰაჯი ბაქრი, რომელმაც ალ-ბაღდადის ISI-ის მეთაურად მოსვლის შემდეგ განახორციელა შიდა წმენდა (ათობით მოწინააღმდეგის მკვლელობა), რომ გაემყარებინა ალ-ბაღდადის პოზიციები (Roggio, B. (2014, February 5). ISIS confirms death of senior leader in Syria.).

## 2.1. „ხალიფის“ ბიოგრაფიის ერთ-ერთი ვერსია

კონსერვატიულმა აკადემიურმა კაცმა, რომელიც გახდებოდა მსოფლიოში ყველაზე სასტიკი ტერორისტული დაჯგუფების ლიდერი, მრავალი წელი გაატარა, როგორც ნაკლებად ცნობილმა მეცნიერმა, რომელიც ისწრაფოდა ისლამური სამართლის პროფესორის მშვიდი ცხოვრებისკენ (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.).

ცნობილი ერაყელი ისტორიკოსის ჰიშამ ალ-ჰაშიმის<sup>24</sup> ინფორმაციით, ალ-ბაღდადი დაიბადა 1971 წლის 28 ივლისს, ერაყის ქალაქ სამარაას<sup>25</sup> სამხრეთით მდებარე დასახლება ალ-ჯილამში (არაბ.: الجلام; ინგლ.: Al-Jilam ან Al-Jallam) (Abu al-Khair, W., et al. (2018, June 19). Is ISIS a creation of the West? *Al-Mashareq*).

ცენტრალური ერაყი, მშრალი და უდაბნო ვაკე – აბუ ბაქრი გაიზარდა საშუალო შემოსავლის მქონე, საქონლის მოვაჭრის ღვთისმოსავ სუნიტურ ოჯახში, რომელსაც ჰყავდა 5 ვაჟი, რამდენიმე ქალიშვილი (სხვა მონაცემებით იყო ოთხი შვილი და ის იყო მესამე ძმებს შორის). ოჯახის რამდენიმე წევრი ისლამის მქადაგებელი იყო, რომლებიც ამტკიცებდნენ, რომ წინასწარმეტყველ მუჰამადის შთამომავლები იყვნენ (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.).

როგორც ლიბანელი ჟურნალისტი ვადიჰ ალ-ჰაიქი (Wadih El Hayek)<sup>26</sup> წერს, იბრაჰიმის ერთ-ერთი ძმა და ბიძა სადამ ჰუსეინის დროს იყვნენ სპეცსამსახურების ოფიცრები (El-Hayek, W. (2019, October 30). Enemy number one.). სხვა მონაცემებით, მისი ორი ბიძა მუშაობდა უშიშროებაში, რაც მიუთითებდა მისი ოჯახის მაღალ სტატუსსა და კარგ კავშირებზე.

ერთადერთი დეტალი, რომელიც „ისერის“ მოგვიანებით – ალ-ჯილამი დასახლებული იყო **ალ-ბუ ბადრის ტომის/კლანის** (არაბ.: **البدو بادي**; ინგლ.: Bobadri ან Badri Clan) წარმომადგენლებით, რომელიც კურაიშელთა ტომის ქვედა კლანს წარმოადგენდა,

<sup>24</sup> ჰიშამ (ჰაშიმ) ალ-ჰაშიმი (არაბ.: **هشام الهاشمي**; ინგლ.: Hisham/Husham al-Hashimi, 1973-2020 წწ.) – ცნობილი ერაყელი ისტორიკოსი და მკვლევარი უსაფრთხოების სფეროში, ექსტრემისტული დაჯგუფებების ექსპერტი, მთავრობის მრჩეველი ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლაში. ალ-ჰაშიმი სასიკვდილოდ დაჭრეს 2020 წლის 6 ივლისს სახლთან ბაღდადში, მოტოციკლეტიდან უცნობმა ბოევიკებმა. BBC-ს გამოძიების თანახმად მკვლევრის მკვლელობასთან დაკავშირებული იყო პროირანული დაჯგუფება Kata'ib Hezbollah-ი (ღმერთის პარტიის ბრიგადები, არაბ.: **كتائب حزب الله**, ინგლ.: Brigades of the Party of God). მისმა მკვლელობამ მთელი საზოგადოება შეძრა ახლო აღმოსავლეთში.

<sup>25</sup> **სამარაა** (სამარაა'; არაბ.: **سَامَرَاء**; ინგლ.: Samarra) – ქალაქი მდებარეობს ბაღდადიდან 125 კილომეტრში ჩრდილოეთით, მდ. ტიგროსის აღმოსავლეთ სანაპიროზე.

<sup>26</sup> **ვადიჰ ალ-ჰაიქი** (ინგლ.: Wadih El Hayek) – ლიბანელი ჟურნალისტი, მუშაობდა სირიაში ფრონტის ხაზზე, აშუქებდა მოვლენებს CNN-ის, BBC-ის, Al-Jazeera-სთვის, ასევე მუშაობდა სხვა „ცხელ წერტილებში“; ლიბანში, ეგვიპტეში, ლიბიაში, მაიდანზე კიევში.

მას გააჩნდა დამატებითი – წინასწარმეტყველ მუჰამადის შთამომავლის სტატუსი.<sup>27</sup>

მტკიცებულება იმისა, რომ აბუ ბაქრის გვარი მოციქულ მუჰამადის მონათესავე იყო, სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი აღმოჩნდება მისი „ხალიფად“ გამოცხადებისას. „დაიშის“ მიერ გამოქვეყნებულ ბროშურებში, აბუ ბაქრის გვარის გენეალოგია ფაქტივამდე, მუჰამადის ქალიშვილამდე დაჰყავდათ და მოუწოდებდნენ ალ-ბაღდადისთვის ერთგულების შეფიცვას.

იმ დროისათვის, როცა ალ-ბაღდადი დაწყებით სკოლაში შევიდა, მისი ოჯახი გადავიდა სამარააში. იგი არ „წყვეტდა ვარსკვლავებს“. მას საშუალო სკოლის ნიშნებიდან მაღალი მაჩვენებელი ხელოვნებაში ჰქონდა (95, 100-დან), როცა ისეთ საგანში, როგორცაა ალგებრა 50-ზე ნაკლებს ღებულობდა.

ძნელი სათქმელია, რამ მოახდინა უფრო მეტი გავლენა ახალგაზრდა იბრაჰიმზე – ოჯახის ღვთისმოსაობამ, წარმოშობამ თუ იმან, რომ სკოლაში საგნებს ვერ უმკლავდებოდა. გარდა სიმღერისა (უყვარდა ფეხბურთიც), ბავშვობიდანვე სურდა მეჩეთთან ახლო ყოფილიყო. იბრაჰიმი ჯობნიდა თავის თანატოლებს ყურანის სწავლაში, ხოლო მის მიერ წმინდა წიგნის კითხვა იმდენად სასიამოვნო იყო, სწორედ მას თხოვდა მრევლი ყოფილიყო მეჩეთში წამკითხველი (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.). იმავდროულად მისი თანაკლასელები ყვებიან, რომ არავინ საუბ-

რობდა მასზე, როგორც ქარიზმის მქონე ან ლიდერის თვისებებით გამორჩეულ პიროვნებაზე (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.).

ბავშვობის ასაკიდან ის იყო მოხიბლული ისლამის ისტორიით და სამართლით. ნაცნობებს ახსოვთ ის, როგორც მორიდებული ახლომხედველი ბიჭუნა. Newsweek-ისთვის 2014 წელს მიცემულ ინტერვიუში, ტარიკ ჰამიდი (Tariq Hameed), რომელიც ცხოვრობდა მისი ოჯახის მეზობლად, ISIS-ის მომავალ ლიდერს ახასიათებს მშვიდ და წყნარ ახალგაზრდად. ის მუდამ დადიოდა ველოსიპედით, რომლის უკანა ნაწილზე დამაგრებული ჰქონდა რელიგიური წიგნები. მეზობლები ყვებოდნენ, რომ მას ეხურა მუსლიმური სალოცავი ქუდი, მოშვებული ჰქონდა წვერი და ეცვა ტრადიციული არაბული სამოსი „დიშდაშა“ (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.). ახალგაზრდა აბუ ბაქრს არ სიამოვნებდა დასავლური ტანისამოსი, რომელიც პოპულარული იყო ერაყელ ახალგაზრდებს შორის, არასდროს იცვამდა დასავლურ სტილში და უმეტესობა ახალგაზრდისგან განსხვავებით არ ატარებდა დროს კაფე-ბარებში (Sheglovina, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*.).

17 ადამიანი ინტერვიუში, რომლებიც იცნობდნენ ალ-ბაღდადის, თანაკლასელები, მეზობლები, მასწავლებლები, აღწერდნენ მას, როგორც „მორიდებულ“, „თავშეკავებულ“, „იზოლირებულ“ მოზარს. მათი სიტყვებით, მან თავისი ადგილი იპოვა ად-

<sup>27</sup> ყურაიშიტები/ყურაიშელები (არაბ.: قُرَيش; ინგლ.: Quraysh) – მმართველი კლანი (ტომი) ძველი მექის (ალ-მაქქა), ქაბას მცველები. ამ ტომიდან მოდის წინასწარმეტყველ მუჰამადი, ყველა მართლმორწმუნე ხალიფა, უმაიანთა (ომაიანთა) დინასტიის და ადრეული ისლამის ხანის უმეტესობა საკვანძო მოღვაწეები. გვარის ფუძემდებლად ითვლება ფიჰრ იბნ მალიქი (ინგლ.: Fihri ibn Malik, 208 წელი) სახელით კურაიში.

გილობრივ მეჩეთში, სადაც მამამისმა ის ჩაწერა ყურანის შესწავლის კლასში. „დიახ, მას ჰქონდა სულიერი ნიჭი“, განაცხადა აჰმან ინბ ჰანბალის სახ. მეჩეთის (Ahmed Ibn Hanbal mosque) მფლობელმა ხალიდ აჰმად ისმაილმა (Khalid Ahmed Ismael) და დაამატა: „მისი სული მეჩეთთან იყო დაკავშირებული“. ისმაილი იხსენებდა, რომ მითითებების გარეშე ხელმძღვანელობდა სხვა ბიჭებს მეჩეთის დალაგებისას. მან მალე აჯობა ყველას წმინდა წერილების დამახსოვრებასა და კითხვაში. იმ დროისათვის, როცა ის უფროს კლასში გადავიდა, მრევლი თხოვდა, რომ ლოცვა იმამის მაგივრად მას წაეკითხა, „ძალიან ტკბილი ხმა ჰქონდა და იზიდავდა სხვებს მეჩეთში“, ამბობს ისმაელი.

ასე იზრდებოდა იბრაჰიმის ავტორიტეტი, მაგრამ პარალელურად იზრდებოდა სარწმუნოებაში მისი კონსერვატიული მიდგომის ნიშნებიც. როცა მისმა თანასოფელელმა გაიკეთა ხელზე გულის ფორმის ტატუ, ალ-ბაღდადში ახალგაზრდას საჯარო გაკიცხვა მოუწყო, ისლამის წესების დარღვევის გამო, რომელიც კრძალავს საკუთარ სხეულზე რაიმეს გამოსახვას, იხსენებს მისი მეზობელი იუნუს ტაჰა (Younes Taha).

შემდეგ უკვე შენიშვნებს თავის მოძღვრებსაც აძლევდა. „როცა თქვენ დგებით და ლოცვას ადებლენთ, თქვენი სუნთქვის სუნი აიძულებს ანგელოზებს გაფრინდნენ ამ ადგილიდან“ – განუცხადა მან ისმაილს, მეჩეთის მესაკუთრე მწვეველს, უხუცესებსა და სოფლის მცხოვრებთაც და მოსთხოვა მათ მოწვევისთვის დაენებებინათ თავი.

როცა აბუ ბაქრი 18 წლის გახდა, ბაღდადში გადასახლდა, სადაც ცხოვრობდა ღარიბ რაიონში,

ცენტრთან ახლოს. ერაცის დაზვერვიდან მიღებული, New York Times-ს ჩანაწერების თანახმად, 1991 წელს, 20 წლის იბრაჰიმმა ჩააბარა ბაღდადის უნივერსიტეტის (University of Baghdad) შარიათის კოლეჯში, სადაც მიიღო ბაკალავრის ხარისხი, ხოლო შემდგომ სწავლობდა მაგისტრატურაში სადამ ჰუსეინის ისლამურ უნივერსიტეტში (Saddam University for Islamic Studies), სადაც მიიღო სადოქტორო ხარისხი ისლამის დარგში (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.).

ჯობი უორიკი კი წერს, რომ აბუ ბაქრმა ბაღდადის უნივერსიტეტი დაამთავრა 1996 წელს, ხოლო 1999 წელს ჰუსეინის უნივერსიტეტში მიიღო ყურანის წამკითხველის მაგისტრის ხარისხი. VII საუკუნის რელიგიური კოდექსების საიდუმლო სამყაროში ჩართვით ის უფრო კონსერვატიული გახდა. როგორც თვითმხილველები ამბობდნენ, სტუდენტობის პერიოდში იგი შეურაცხყოფილი დარჩა იმ ფაქტით, რომ მამაკაცები და ქალები ერთ ოთახში ცეკვავდნენ ქორწილის დროს (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.).

ბაღდადში რომ გადაეხადა სწავლის საფასური აბუ ბაქრი ასწავლიდა ყურანს ალ-ჰაჯ ზაიდანის მეჩეთში (Al-Haj Zaidan Mosque), თუბუს რაიონში და ადგილობრივებში დაიმსახურა პატივისცემა და ზედმეტი სახელი „შეიხ იბრაჰიმი“, თავშეკავებულობის, ასკეტიზმის და ღვთისმოსავობის გამო.

სამარაას მცხოვრების მონათხრობის მიხედვით, რომელიც კარგად იცნობდა ალ-ბაღდადის ოჯახს, მან რელიგიური განათლება მიიღო და შემდგომ რე-

ლიგიის მეცნიერებათა დოქტორი გახდა, მაგრამ ამ ინფორმაციის დამადასტურებელი საბუთი არ არსებობს. ფალუჯაში გადასვლის შემდეგ კი აბუ ბაქრი მუშაობდა იმამად ან იმამის თანაშემწედ ერთ-ერთ მეჩეთში (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*).

მაგისტრის ხარისხი, დოქტორანტურა და ბრწყინვალე პერსპექტივები ჰქონდა ახალგაზრდა ღვთისმეტყველს პროფესორად გახდომის გზაზე. მაგრამ 2003 წელს, ერაყში ამერიკელების ინტერვენციის შემდეგ, მისი ცხოვრება სხვა მიმართულებით განვითარდა და იგი შეუერთდა ადგილობრივ წინააღმდეგობის მოძრაობას, განმარტა რა თავისი გადაწყვეტილება, რელიგიური ვალის მოხდით. კიდევ ოთხი წელი გავა, სანამ აბუ ბაქრი დაბრუნდება, რომ დაიცვას დისერტაცია ყურანმცოდნეობის დარგში (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.).

2003 წელს, მომავალი ტერორისტი ერაყში ამერიკელების გამოჩენის თვითმხილველი გახდა, რამაც შეცვალა მისი გეგმები, 2004 წლის იანვარში კი მოხდა მოვლენა, რომლის შემდეგ ახალგაზრდა ისლამის თეოლოგი იბრაჰიმი „გარდაიცვალა“ და „დაიბადა“ სულ სხვა ადამიანი.

ზოგიერთს, მეჩეთის ფარგლებს გარეთ უკვე აწუხებდა აბუ ბაქრის პროზელიტიზმი. დასვენების დროს, ალ-ბაღდადი წვრთნიდა ახალგაზრდას საფეხბურთო გუნდს და ვარჯიშის დროს იყენებდა, თავისი ბროშურების დასარიგებლად და პროპაგანდას უწევდა ულტრაკონსერვატიული ისლამის ნაირსახეობას. „რატომ? ჩვენ აქ იმისთვის ვართ, რომ

ფეხბურთი ვითამაშოთ ...“, იხსენებს ფაისალ ღაზი თაიჰი (Faisal Ghazi Taih), ერთ-ერთი ყოფილი მოთამაშე. მისი სიტყვებით, იგი მშობლებმა გამოყვანეს გუნდიდან, როცა ასეთი რამ გაიგეს.

2003 წელს, როცა სამხედრო თვითმფრინავები ბაღდადის ცას კვეთდნენ, ალ-ბაღდადიმ უთხრა თავის მოწაფეებს მეჩეთში, თუბშიში, რომ მიემგზავრება სახლში. წელიწადიც არ იყო გასული, როცა იუნუს ტაჰამ იცნო მისი ყოფილი მეზობელი ამერიკული ჯარის მიერ ნარინჯისფერ კომბინეზონებში ჩაცმულ დაპატიმრებულთა შორის სატელევიზიო კადრებში. უსაფრთხოების მესვეურთა თქმით, ალ-ბაღდადი დააკავეს ფალუჯაში ნათესავის სახლში 2004 წლის იანვარში (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.).

სიძესთან, დის ქმართან სტუმრად ყოფნისას, რომელიც ალ-ფალუჯასთან ახლოს ცხოვრობდა, იგი დააკავეს ამერიკელი სპეცრაზმელების და ერაყის უსაფრთხოების ძალების ერთობლივი რეიდის დროს, სრულიად შემთხვევით, ვინაიდან რეიდის ძირითადი მიზანი იყო მისი სიძის დატყვევება, რომელიც მონაწილეობდა ამერიკულ წინააღმდეგობაში.

დიდი გარჩევის გარეშე ალ-ბაღდადი 11 თვით, ცუდი რეპუტაციის მქონე ცნობილ და უკვე გაუქმებულ აშშ-ის საფილტრაციო ციხე ბუქაში ჩასვეს, სადაც დაკავებული იყვნენ ტერორისტები და მათი ხელის შემწყობნი. მართალია ეს არ იყო ავადსახსენებელი „გუანტანამო“<sup>28</sup>, მაგრამ, როგორც ამბობენ „ადგილობრივი ერაყელისთვის საკმარისი აღმოჩნ-

<sup>28</sup> გუანტანამოს ბანაკი (ინგლ.: Guantanamo Bay Detention Camp, GTMOB ან Gitmo) – ციხე იმ პირებისთვის, რომლებსაც აშშ-ის ხელისუფლება ადანაშაულებს სხვადასხვა დანაშაულის ჩადენაში, ტერორიზმში, ომის წარმოებაში, უვადო იჯარით აღებულ აშშ-ის სამხედრო საზღვაო ბაზაზე (ინგლ.: Guantanamo Bay Naval Base) გუანტანამოს ყურეში, 30

და, რომ რამდენიმე თვეში გადაეხედა თავისი შეხედულებებისთვის. სწორედ ციხეში დამეგობრდა ალ-ბაღდადი ისლამისტებთან და შემოიკრიბა თანამზრახველები, რომელმაც შემდეგ ტრანსფორმაცია მოახდინა „დაიშის“ ბირთვში. სწორედ იქ მოკვდა მეცნიერი თეოლოგი ალ-ბადრი და დაიბადა ისლამისტური იატაკქვეშეთის ლიდერი „აბუ დუა“, რომელსაც მთელი მსოფლიო რამდენიმე წლის შემდეგ გაიცნობს, როგორც აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი (Pankratenko, I. (2019, November 2). The caliph is dead, long live the caliph! *Haqqin.az*).

მსგავს ციხეებში პატიმრები თვეებს და წლებს ატარებდნენ, სასამართლოს განჩინების და ბრალდების წარდგენის გარეშე. მაგრამ ასევე იყო სპონტანური გათავისუფლებებიც. ასე მოხდა აბუ ბაქრის შემთხვევაშიც, რომელიც გაათავისუფლეს.

აღსანიშნავია, რომ ციხემდე არც ისე რელიგიურები, უკვე საპატიმროდან გამოდიოდნენ შეგნებულ რადიკალებად. ვინაიდან ჩვეულებრივ, უბრალო პატიმრებთან ერთად იმყოფებოდნენ ისლამისტური იდეების მატარებელი პირები, რომლებმაც ეს ციხეები რადიკალურ მედრესებად<sup>29</sup> გადააქციეს. არაა გასაკვირი, რომ რადიკალური იდეები ალ-ბაღდადის გონებაში სწორედ ციხეში ყოფნისას მომწიფდა და იქედან გამოსული უკვე ძალიან ამბიციურ ისლამისტად წარსდგა. ყვებიან, რომ ციხის შენობის

დატოვებისას, მან ამერიკელ მცველს მიაძახა კარებთან: „შეგვხვდებით ნიუ-იორკში“ (El-Hayek, W. (2019, October 30). Enemy number one).

პენტაგონის გასაიდუმლოებული დოკუმენტების თანახმად, მან გაატარა 11 თვე Camp Bucca-ში. ისინი, ვინც მასთან ერთად იყვნენ ციხეში, იხსენებენ, რომ ალ-ბაღდადი უკვე ძალადობისკენ იყო მიდრეკილი. როგორც მოწმეთა დაცვის პროგრამის ქვეშ მყოფი ალ-ბაღდადის ამხანაგი პატიმარი ტალიბ ალ-მაიაჰი (Talib al-Mayahi), იხსენებს, პატიმრები ბანაკის შიგნით კარვებში იკრიბებოდნენ და ნიშნავდნენ საიდუმლო „ამირებს“, ერთ-ერთი კარვის ამირად სწორედ ალ-ბაღდადი აირჩეს. მისი სიტყვებით, იგი მალევე შეუდგა მუშაობას, დაეყრდნო სუნიტებს და გაყარა კარვიდან შიიტები.

მეამბოხე მოძრაობის განმასხვავებელი ხასიათი, რომელმაც მოიცვა ერაყი, იყო შიიტების მიმართ სიძულვილი. მათი საკულტო ნაგებობები, ხშირი თავდასხმის ობიექტი ხდებოდა, რასაც აკრიტიკებდა „ალ-კაიდა“. მოგვიანებით კი აღნიშნული გახდება „დაიშის“ სავიზიტო ბარათი, რომლის მიმდევრები დევნიდნენ შიიტებს მთელ მსოფლიოში აგზავნიდნენ ტერორისტ-თვითმკვლელების შიიტურ ობიექტებზე ლიბანში, ავღანეთში, ირანში და ბანგლადეშში.

„იქამდეც კი მივიდა საქმე, რომ პატიმარი შიიტები ითხოვდნენ, რომ ისინი სხვა კარავში გადაეყვანათ“,

კილომეტრში კუბის დედაქალაქიდან. ტერორიზმისთვის დაკავებულ პატიმრებს მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნიდან, მოკლებული ჰქონდათ საბაზისო კონსტიტუციური უფლებები, რომლებიც წარმოდგენილი იყო პატიმრებისთვის აშშ-ში და მიუხედავად პრეზიდენტების ბარაკ ობამასა და ჯო ბაიდენის დაპირებისა, ციხის დახურვაზე, ის კვლავ აგრძელებს არსებობას. უფლებადამცველი ორგანიზაციების პოზიციით გუანტანამოს ციხე არასამართლიანობის სიმბოლოა. 2025 წლის მაისისთვის ბანაკში იმყოფებოდა სულ 15 პატიმარი.

<sup>29</sup> მედრესე – სწორი ფორმაა **მადრასა** (არაბ.: **مدرسة**; ადგილი სადაც ასწავლიან) – მეორე ხარისხის მუსლიმური რელიგიურ-საგანმანათლებლო და სასწავლო დაწესებულება (დაწყებითი სკოლი მაქთაბის, არაბ.: **مكتبة** შემდეგ). ასრულებს საშუალო განათლების სკოლის და სასულიერო სემინარიის ფუნქციას. მის კურსდამთავრებულებს აქვთ უფლება ჩაირიცხონ უნივერსიტეტებში.

განაცხადა ალ-მაიაჰიმ, შემდეგ, როცა შიიტები აღარ დარჩნენ ის (ალ-ბადდადი) უკვე სუნიტებს ემუქრებოდა: „რას ეწევით? ლოცვაზე რატომ არ დადიხართ? მოკლე წვერს რატომ ატარებთ?“ (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48).

დიდ საერთო კარვებში ერთდროულად განთავსებული იყო თითქმის 26000 პატიმარი. მოგვიანებით, ამერიკელმა სამხედროებმა აღიარეს, რომ ციხე დროდადრო ბოევიკების გადაბირების და გადამზადების ცენტრის როლს ასრულებდა. „ექსტრემისტები შეერივნენ ზომიერ პატიმრებს ყველა კომპლექსში“, დაწერა 2009 წლის პუბლიკაციაში „სამხედრო მიმოხილვა“ ვასილოს ტასიკასმა (Vasilios Tasikas), რომელიც იყო სანაპირო დაცვის ლეიტენანტი და პასუხისმგებელი იყო სამართლებრივ ოპერაციებზე ციხეში. მისი თქმით ბოევიკების და ერაყელი მოქალაქეების აღრევამ „გააღვივა აშშ-ის ქსელის შიგნით“.

ციხე ერთგვარი „საზაფხულო ბანაკი“ აღმოჩნდა ისლამისტებისთვის: ტერორისტულ დაჯგუფებათა ბევრი ლიდერი სწორედ Camp Bucca-ს ციხეში იჯდა და სწორედ აქ გადაიბირეს არაერთი მეამბოხე, გახადეს თანამზრახველი, მათ შორის ალ-ბადდადიც. ციხეში ყოფნისას იგი ხვდებოდა ბევრს, ვინც გამოდიოდა ახალი ერაყის რეჟიმის წინააღმდეგ და შედეგად უფრო მეტად ჩაეფლო მეამბოხეთა მოძრაობაში (Barret, R. (2014, November). *Islamic State. The Soufan Group*). მან დაამყარა მნიშვნელოვანი კავშირები და დაუმეგობრდა ტერორისტული ქსელის წევრებს, რომლებსაც მართავდა „იორდანიელი

ყასაბი“ აბუ მუსაბ აზ-ზარკავი,<sup>30</sup> რომელმაც დააარსა AQI, დაჯგუფება, ცნობილი თავისი სისასტიკით, მძევლებისთვის თავების მოკვეთით და თავდასხმებით შიიტურ მეჩეთებსა და სკოლებზე.

ციხიდან გათავისუფლების შემდეგ, ISIS-ის მომავალი ლიდერი, როგორც აზ-ზარკავის მოწაფე, თანდათან გახდა რელიგიური მოძღვარი და ერაყის პროვინცია ანბარის ადგილობრივი ტერორისტული უჯრედების მრჩეველი.

მას შემდეგ, რაც აშშ-ის ძალებმა 2008 წელს, სერიოზული დარტყმები მიაყენეს AQI-ს, აზ-ზარკავის და დაჯგუფების სხვა ხელმძღვანელების განადგურებით, მას შემდეგ, რაც აშშ-ის დაზვერვამ ჩათვალა, რომ ორგანიზაცია ლიკვიდირებულია, გამოჩნდა „დაიშის“ პირველი ვარიანტი. ბოევიკებმა გამოაცხადეს „ერაყში ისლამური სახელმწიფოს“ (Islamic State of Iraq, ISI) შექმნა, რომლის საფარქვეშ გაერთიანდა AQI და სხვა ექსტრემისტული დაჯგუფებები.

აბუ ბაქრი გადაურჩა დაჭერას და როგორც კი 2010 წელს ერაყულმა და ამერიკულმა ძალებმა მოკლეს ISI-ის დაჯგუფების ორივე მეთაური, აბუ ბაქრი მოულოდნელად აღმოჩნდა ISI-ის ხელმძღვანელ პოზიციაზე (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.).

## 2.2. აბუ ბაქრის ბიოგრაფიის „დაიშის“ ვერსია

ალტერნატიული და უფრო ვრცელი ბიოგრაფია, რომელიც შელამაზებული იყო „დაიშის“ პროპაგანდისტული აპარატის მიერ 2013 წლის ივლისში, იუწყება, რომ აბუ ბაქრს მინიჭებული ჰქონდა ბადდადის ისლამური უნივერსიტეტის (Islamic University in

<sup>30</sup> აბუ მუსაბ აზ-ზარკავი (ინგლ.: Abu Musab al-Zarqawi; არაბ.: أبو مصعب الزرقاوي; 1966–2006 წწ. ნამდვილი სახელი აჰმად ფადილ ან-ნაზალ ალ-ხალაილა (ინგლ.: Ahmad Fadeel al-Nazal al-Khalayleh) იორდანიელი ჯიჰადისტი, ტერორისტი.

Baghdad) ისლამის მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი, სადაც მან დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თაჯვიდში<sup>31</sup> და გახდა თიქრიტის უნივერსიტეტის (Tikrit University) პროფესორი.

ამ ბიოგრაფიით იგი ყოფილა იმამი სხვადასხვა მეჩეთში, სამარააში, ბაღდადსა და ფალუჯაში, ხოლო 2003 წლის შემდეგ დააარსა „ჯამაათ ჯაიშ ას-სუნა“ (Jamaat Jaysh Ahl al Sunnah), რომელიც მოქმედებდა სამარააში, დიალაში, ბაღდადში და ხელმძღვანელობდა შარიათის საბჭოს 2004 წლის იანვრამდე, დაკავებამდე.

2006 წლის დასაწყისში, აბუ ბაქრის ჯგუფი მიუერთდა AQI-ს და სხვა ორგანიზაციებს, როგორც „მაჯლის აშ-შურა მუჯაჰიდინის“ (Mujahideen Shura Council) წევრი-დამაარსებელი, რომელიც იმავე წელს გახდა „ერაყის ისლამური სახელმწიფო“ (ISI). აბუ ბაქრი გახდა ISI-ის შურას და მისი შარიათის კომიტეტის (Sharia Committee) წევრი, აბუ უმარის გარდაცვალების მომენტში, 2010 წლის აპრილში და იყო მესამე კაცი ორგანიზაციაში, რომელიც კურირებდა სამხედრო ოპერაციებს ალ-ანბარში, ფალუჯაში, დიალაში, ბაღდადში და სამარააში (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*).

ISI-ში თავდაპირველად წამყვან როლს „ალ-კაიდა“ ასრულებდა. სწორედ აბუ ბაქრის ხელმძღვანელობის დროს მოხდა „ალ-კაიდასაგან“ და მისი ლიდერისგან – უსამა ბინ ლადინისაგან<sup>32</sup> გამიჯვნა (Sheglovin, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*).

გარდა იმისა, რომ აბუ ბაქრი კურაიშელთა ტომის წარმომადგენელი იყო, „დაიში“ ასევე ამტკიცებდა, რომ იგი აქტიური და ეფექტური მხედართმთავარი იყო, რომელსაც მიჰყავდა თავისი ჯარები ბრძოლაში და მიღებული ჰქონდა ჭრილობები. თუმცა, როგორც თვლის რიჩარდ ბარეტი (Richard Barrett)<sup>33</sup> ეს ნაკლებად სავარაუდოა. გარდა იმისა, რომ აბუ ბაქრს საერთოდ არ ჰქონდა სამხედრო განათლება და გამოცდილება, ის ზრუნავდა თავის უსაფრთხოებაზე და მის გამოჩენამდე ქალაქ მოსულის მეჩეთში, 2014 წლის ივნისში, ბევრმა არც კი იცოდა თუ როგორ გამოიყურებოდა ის (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*). აბუ ბაქრის ადგილმდებარეობა ხშირად უცნობი იყო, მაგრამ ითვლებოდა, რომ ის ხელმძღვანელობდა „დაიშს“ არ-რაკადან და დროს ატარებდა მოსულში.

<sup>31</sup> თაჯვიდი (არაბ.: تاجويد; რომანიზ.: Tajweed) ყურანის ორთოეპიკური წაკითხვის წესი და მისი შესაბამისი დისციპლინა (ილმ ათ-თაჯვიდი), რომლის მეშვეობით მიიღწევა ყურანის სწორი წაკითხვა, რაც გამორიცხავს აზრობრივი მნიშვნელობის დამახინჯებას. ასევე ნიშნავს ორატორულ ხელოვნებას, დიქციას.

<sup>32</sup> უსამა ბინ მუჰამად ბინ ავად ბინ ლადინი/ლადენი (არაბ.: أسامة بن محمد بن عوض بن لادن; ინგლ.: Usama bin Mohammed bin Awad bin Laden; დაბ. 1957 წლის 10 მარტს, არ-რიადში, საუდის არაბეთი, მოკლული 2011 წლის 2 მაისს, აბოთაბადში, პაკისტანი). N 1 საერთაშორისო ტერორისტი, ისლამისტური ტერორისტული ორგანიზაცია „ალ-კაიდას“ დამაარსებელი, რომელმაც აიღო პასუხისმგებლობა 2001 წლის 11 სექტემბრის ტერაქტებზე აშშ-ში, 1998 წელს აფრიკაში აშშ-ის საელჩოების აფეთქებაში და არაერთ სხვა თავდასხმაში სამხედრო და სამოქალაქო სამიზნეებზე მთელ მსოფლიოში. წარმოშობით იყო მდიდარი ოჯახიდან, რომელიც ეკუთვნოდა იემენურ ტომ ქინდას.

<sup>33</sup> რიჩარდ ბარეტი (Richard Barrett) – ყოფილი ბრიტანელი დიპლომატი და დაზვერვის ოფიცერი, სადაზვერვო სამსახურ MI6-ის გლობალური ანტიტერორისტული განყოფილების ყოფილი დირექტორი. 2004–2013 წლებში იყო გაეროს Al-Qaida/Taliban-ის მონიტორინგის ჯგუფის კოორდინატორი, ამჟამად კი Global Strategy Network-ის ხელმძღვანელია და The Soufan Group-ის უფროსი მრჩეველია.

მსოფლიოს ერთ-ერთი ყველაზე სასტიკი ტერორისტი ლიდერი უკიდურესად დისციპლინირებული ადამიანი იყო. ამასთან ერთად პარანოიით იყო შეპყრობილი, პრაქტიკულად უცხო არავის იკარებდა და ენდობოდა მხოლოდ თანამოაზრეთა ძალიან ვიწრო ჯგუფს, რომელთა უმრავლესობა, როგორც ვთქვით, Camp Bucca-ს ციხეში გაიგნო. „ისლამური სახელმწიფოს“ ერთ-ერთი ყოფილი მებრძოლის განცხადებით, რომელთან გასაუბრება Newsweek-ის ჟურნალისტებმა მოახერხეს, ალ-ბადდადი, მხოლოდ მაღალი რანგის მებრძოლებს ეცნობოდა (Sheglovin, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*).

მისი მოწინააღმდეგეები სადავოდ ხდიან არა მარტო მის აკადემიურ ან რელიგიურ კვალიფიკაციას, არამედ აცხადებენ, რომ ის არ იყო კურაიშელთა ჭეშმარიტი წევრი და, შესაბამისად, არ იყო მოციქულ მუჰამადის შთამომავალი, რაც მისი ხალიფობის ეჭვის ქვეშ დაყენების საწინდარს ქმნიდა. ამას გარდა ნათქვამი იყო, რომ 2003–2006 წლებში, იმის მაგივრად, რომ ყოფილიყო AQI-ს აქტიური წევრი, აბუ ბაქრი დამასკოში, უსაფრთხო ადგილას

ცხოვრობდა, ერაყის სამოქალაქო ომიდან მოშორებით. ხოლო როცა დაბრუნდა ერაყში, წინააღმდეგობას შეუერთდა თავისი სიძის მეშვეობით, რომელიც იყო იმ ჯგუფის აქტიური წევრი, რომელიც გახდა ISI-ის ნაწილი და შეჭვივა ერთგულება აბუ უმარს. მალე ის დააკავეს და გათავისუფლების შემდეგ ასრულებდა სწორედ ზემოთ ხსენებულ „საფოსტო ყუთის“ როლს (Barret, R. (2014, November). *Islamic State. The Soufan Group*).

ექვეგარეშეა, სიმართლე სადღაც ამ ურთიერთ-საწინააღმდეგო ვერსიებს შორის არის. მაგრამ ერთი რამის თქმა დანამდვილებით შეიძლება, რომ ორგანიზაციის მეთაურად დანიშვნის დღიდან აბუ ბაქრმა გააძლიერა და გაამყარა თავისი ავტორიტეტი და კონტროლი. მას ჰყავდა მოწინააღმდეგეები, რომლებიც მოკლეს, ხოლო ხელმძღვანელი თანამდებობები დაიკავეს მისმა მომხრეებმა. საკუთარი თავის ხალიფად გამოცხადებით (ტერორისტების აზრით), ის გახდა არა მარტო „დაიშის“, არამედ მსოფლიოს სხვა სალაფიური (სალაფიტური)<sup>34</sup> ჯგუფებისა და თეორიულად ყველა მუსლიმის ლიდერი.

<sup>34</sup> **სალაფია/სალაფიზმის მიმდევრები** (არაბ.: **السلفية**; რომანიზ.: as-Salafiyya; ინგლ.: Salafi movement/ Salafism – წინაპარი, წინამორბედები) – მოძრაობა სუნიტურ ისლამში, რომელიც მოუწოდებს მუსლიმებს გაიზიარონ მართლმორწმუნე წინაპრების, ადრინდელი მუსლიმური თემის ცხოვრების წესი და რწმენა. ისინი გამოდიან ნებისმიერი სიახლის წინააღმდეგ, რომელმაც „დააბინძურა“ ისლამი, დაწყებული ყურანის განმარტებების მეთოდებით, დამთავრებული მუსლიმურ სამყაროში დასავლეთთან კონტაქტების შედეგად შემოტანილი სიახლეებით. სალაფიტებისთვის არსებობს ერთი აბსოლუტური ქვეყნის ნიმუში – წინასწარმეტყველ მუჰამადისა და მისი მიმდევრების ქმედებები პირველ სამ თაობაში. ამ ადრეული ისლამური ერთობის ადათ-წესები, რომელსაც სალაფიტები ისლამის „ოქროს ეპოქას“ უწოდებენ, აყალიბებს მათ იდეოლოგიას. სალაფიზმი დღესაც იცავს ადრეული ისლამის მემკვიდრეობას. მათ იდეოლოგიაში შერწყმულია უკიდურესად კონსერვატიული ისლამის მოაზროვნეთა სწავლებების ცალკეული ფრაგმენტები. სალაფიტების მთავარი იდეოლოგიური ორიენტურია **ვაჰაბიტების** სწავლებები, ცნობილი თავისი იმკაცრით და უკომპრომისო ბუნებით. **ვაჰაბია/ვაჰაბიზმი** (არაბ.: **الوهابية**; ტრანსლიტ.: ალ-ვაჰაბია; ინგლ.: Wahhabism) – სუნიტურ ისლამში რელიგიური პოლიტიკური მიმდინარეობა, რომელიც ჩამოყალიბდა XVIII საუკუნეში. მოძრაობას ეწოდა **მუჰამად იბნ აბდ ალ-ვაჰაბ ათ-თამიმის** (ინგლ.: Muhammad ibn Abd al-Wahhab at-Tamimi; 1699/1703–1792 წწ.) სახელი, რომელიც თავის მხრივ იყო **თაკი ად-დინ იბნ თამიას** (ინგლ.: Taqi ad-Din Ahmad Ibn Taymiyyah, 1263–1328 წწ.) მიმდევარი, სირიელი არაბი თეოლოგის, მოსამართლის, ფილოსოფოსის, ეკონომისტის, „სიახლეების“ კრიტიკოსის რელიგიაში. ალ-ვაჰაბი თვლიდა, რომ ჭეშმარიტი ისლამი არსებობდა მხოლოდ წინასწარმეტყველ მუჰამადის მიმდევართა პირველი სამი თაობის „ას-სალაფ ას-სალიჰუნ“ (არაბ.: **السلف الصالحون** – წმინდანი წინამორბედები/წინაპრები, VII–IX სს.) დროს და ეწინააღმდეგებოდა ყველა გარედან შემოტანილ „ბიდას“ (არაბ.: **بدعة**; ინგლ.:

მისი პოზიცია რასაკვირველია სადავო გახადა თითქმის ყველამ, მაგრამ „ალ-კაიდამაც“ აღიარა მოძრაობის მიღწევები და ვერ შეძლო მისი განსჯა, რჯულგანდგომილური გაგებით, ვინაიდან ISI-ის მიზნები ზუსტად ემთხვეოდა მათ საკუთარ მიწრაფებებს (Barret, R. (2014, November). *Islamic State. The Soufan Group.*).

2011 წლიდან მოყოლებული „არაბული გაზაფხული“<sup>35</sup> ამხობდა ლიდერებს და იწვევდა კონფლიქტების პროვოცირებას ახლო აღმოსავლეთში. აბუ ბაქრს, ამ ქაოსმა და ომმა მისცა ის, რასაც მისი ჯგუფი ყველაზე მეტად საჭიროებდა: ახალი საქმეები და ახალწვეულების და შეიარაღების ახალი უწყვეტი ნაკადი.

ჯობი უორიკს უწერია, რომ 2011 წლის ბოლოს აბუ ბაქრმა გაგზავნა სანდო ხალხი სირიაში, რომ ჩამოყალიბდეს ისლამისტური დაჯგუფება „ჯაბჰათ ან-ნუსრა“, რომელზეც ზემოთ ვწერდით. მაგრამ 2013 წელს ახალი განშტოების კონტროლი რთული აღმოჩნდა და იგი თვითონ ჩაეფლო ომში (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.). დაპირისპირებამ ალ-ბაღდადის ხალხსა და „ჯაბჰათ ან-ნუსრას“ შორის, რომელიც „ალ-კაიდას“ განშტოება იყო, მრავალი წელი გაგრძელდა და განსაკუთრებით გამწვავდა,

როცა 2014 წელს მოკლეს აბუ ბაქრის უახლოესი მოკავშირე, ვისაც ყველაზე მეტად ენდობოდა, ზემოხსენებული ჰაჯი ბაქრი, რომელსაც „ისლამური სახელმწიფოს პრინცის“ ტიტულს პირდებოდა. N 1 ტერორისტისთვის ეს ძალიან მძიმე დარტყმა იყო. ჰაჯი ბაქრის მკვლელობა, როგორც ზემოთ ვახსენეთ, ერთ-ერთი ვერსიით, სწორედ „ჯაბჰათ ან-ნუსრას“ წევრებმა განახორციელეს, რამაც ამ ორ ტერორისტულ ორგანიზაციას შორის კიდევ უფრო გაამწვავა კონფლიქტი.

ISI-ს ლიდერად დანიშნვის შემდეგ აბუ ბაქრი, უსამა ბინ ლადინის მკვლელობის ფაქტს გამოეხმაურა, მსოფლიოს N 1 ტერორისტის მადიდებელი განცხადებით (QI.B.8.01), დაიმუქრა სისხლისღვრის, ნგრევის მოწყობით, შიშის დათესვით. ბინ ლადინის გარდაცვალებიდან სამი დღის შემდეგ, აბუ ბაქრმა აიღო პასუხისმგებლობა ერაცის ქალაქ ალ-ჰილას ტერაქტზე, რის შედეგად გარდაიცვალა 24 და დაშავდა 72 პოლიციელი. მანამდე ISI-მა აიღო პასუხისმგებლობა კიდევ 23 ტერაქტზე, რომელიც მოხდა ბაღდადიდან სამხრეთით 2011 წლის 26 მარტი – 16 აპრილის პერიოდში. 2011 წლის 15 აგვისტოს, ერაცის მოსულში დაიწყო აფეთქებების სერია, შესრულებული ტერორისტი თვითმკვლელების მიერ და გამოიწვია 70 ადამიანის გარდაცვალება. 2011 წლის 19

Bid'ah – სიახლე, ერესი). სალაფიზმის მიმდევრებს ვაჰაბიტებსაც უწოდებენ, მაგრამ თავად სალაფიტები ამას არაკორექტულად თვლიან. ტერმინები სალაფიზმი და ვაჰაბიზმი ხშირად გამოიყენება როგორც ურთიერთშენაცვალებადი.

<sup>35</sup> არაბული გაზაფხული (არაბ.: الربيع العربي; ტრანსლიტ.: არ-რაბი ალ-არაბი; ინგლ.: The Arab Spring) – პროტესტების და აჯანყებების ტალღა არაბულ სამყაროში. რევოლუციები მოხდა თუნისში, ეგვიპტეში, იემენში, ლიბიაში, სირიაში, ბაჰრეინში, ალჟირში, ერაცში, იორდანიაში, მაროკოში, ომანში, ქუვეითში, ლიბანში, მავრიტანიაში, საუდის არაბეთში, სუდანში, ჯიბუთიში და დასავლეთ საჰარაში, იყო შეტაკებები ისრაელის საზღვართან. ყველაფერი დაიწყო 2011 წლის 4 იანვარს, თუნისელი ხილით მოვაჭრე მუჰამად ბუაზიზის თვითმკვლელობით (თავი დაიწვა), პოლიციის კორუფციის და სასტიკი მოპყრობის გამო, რამაც დასაბამი მისცა მასობრივ აჯანყებას თუნისში, გადაზრდილს რევოლუციაში. ძირითადი ლოზუნგი იყო „ხალხს სურს რეჟიმის დაცემა“.

ავგისტოს ISI-მა, აბუ-ბაქრის ხელმძღვანელობით თავის ვებგვერდზე გამოაცხადა, რომ უსამა ბინ ლადინის მკვლელობის გამო შურს იძიებს და მოაწყობს 100 ტერაქტს მთელი ერაყის ტერიტორიაზე. განცხადებაში იყო გაფრთხილება, რომ ამ კამპანიის პერიოდში განხორციელდება აფეთქებები, თავდასხმები, იარაღის გამოყენებით აქციები ერაყის ყველა სოფელსა და ქალაქში (United Nations Security Council. (2021, January 10)).

„ისლამური სახელმწიფო“ გახდა ეფექტური საბრძოლო მანქანა, თანდათანობით იპყრობდა და იკავებდა სულ უფრო მეტ ტერიტორიას, რომლებზეც მკაცრ რელიგიურ კანონებს აწესებდა, დევნიდა მოსახლეობას, დაუმორჩილებლობის შემთხვევაში კი აწყობდა საჯარო სიკვდილით დასჯას, გამათრახებას, კიდურების ამპუტაციას, ამ დროს კი მისი მებრძოლები ემზადებოდნენ ექსპანსიისთვის სირიასა და ერაყში.

2014 წლის გაზაფხულის ბოლოს ერაყში შეჭრის შემდეგ, ტერორისტები უკვე აკონტროლებდნენ ერაყის მესამედს, მათ შორის ერაყის სიდიდით მეორე ქალაქს, ბადადიდან 560 კმ-ში მდებარე მოსულს. ამასთანავე, დაჯგუფების აქტივები მოიცავდა არა მარტო უძრავ ქონებას, არამედ ნავთობის საბადოებს, სამხედრო ბაზებს, უნივერსიტეტებს და ასობით მილიონობით აშშ დოლარს. თვალის დახამხამებაში ISIS-ი გადაიქცა ყველა დროის ყველაზე მდიდარ და შეიარაღებულ ტერორისტულ დაჯგუფებად მსოფლიოში.

გამარჯვებული ალ-ბადადი შევიდა მოსულის ცნობილ დიდ მეჩეთ ან-ნურში,<sup>36</sup> რათა გამოეცხადებინა ახალი „ისლამური სახალიფოს“ შექმნისი, როგორც „ხალიფა იბრაჰიმის“ ხელმძღვანელობით (Al Jazeera. (2019, October 27). Who was ISIL's self-proclaimed leader Abu Bakr al-Baghdadi?). გადაღებაზე ნების დართვით, წვერიანი, ცოტა ჭარბწონიანი მამაკაცი ავიდა მინბარზე<sup>37</sup> რათა მიელოცა თავისი მიმდევრებისთვის ახალი თავის დაწყება კაცობრიობის ისტორიაში: „თქვენ დაიპყრობთ რომს და მთელი მსოფლიოს დაეუფლებით“.

მაგრამ „სახალიფოს“ არსებობა აღმოჩნდა ხანმოკლე. დაჯგუფების მიერ ძალადობის შოკისმომგვრელმა გამოვლინებამ, ტერორისტული კამპანიასთან ერთად დასავლეთის წინააღმდეგ, გახდა შესაძლებელი საერთაშორისო ძალისხმევის გამყარებას, რის შედეგად „დაიში“ გააგდეს მისი საყრდენი ადგილებიდან და გაანადგურეს, თუმცა საბოლოოდ არა (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48.).

### 3. მეორე დონის ხელმძღვანელობა

მართალია ISIS-ი იყო ცენტრალიზებული და დისციპლინირებული ორგანიზაცია, მისი სიდიდიდან და ტერიტორიებიდან გამომდინარე, რომელსაც კონტროლი სჭირდებოდა, აუცილებელი იყო უფლებამოსილებების დელეგირება. აბუ ბაქრს ჰყავდა ორი

<sup>36</sup> დიდი მეჩეთი ან-ნური (არაბ.: جامع النوري; ინგლ.: Great Mosque of al-Nuri) – აშენდა XII საუკუნეში და მიიღო ზედმეტი სახელი „ალ-ჰადბაა“ (არაბ.: الحادباء – კუზიანი), მისი დახრილი მინარეთის გამო. 2019 წლის დეკემბერში, დაიწყო მუშაობა მეჩეთის რეკონსტრუქციისათვის, რომელიც თითქმის დაინგრა „დაიშთან“ 2017 წელს მძიმე საბრძოლო შეტაკებების შედეგად. 2018 წლის აპრილში საამიროებმა განაცხადეს, რომ პროექტს დააფინანსებს UNESCO და მეჩეთის აღდგენისათვის გამოიყო 50 მლნ. აშშ დოლარი.

<sup>37</sup> მინბარი (არაბ.: منبر – ტრიბუნა, კათედრა) – ადგილი მეჩეთში, საიდანაც იმამი კითხულობს ქადაგებას.

მოადგილე: აბუ მუსლიმ ათ-თურქმანი,<sup>38</sup> რომელიც 2015 წლის 18 აგვისტოს ამერიკული დრონის<sup>39</sup> მიერ მკვლელობამდე, კურირებდა „დაიშ“ ერაცში და იყო მეორე ადამიანი ორგანიზაციაში (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.); და მეორე მოადგილე აბუ ალი ალ-ანზარი,<sup>40</sup> რომელიც ათ-თურქმანის მსგავსად კურირებდა ოპერაციებს სირიაში. ორივე მოადგილე იყო ერაცელი ბაასისტი, ეროვნებით თურქმენები. ალ-ანზარიც ამერიკელებმა მოკლეს დაკავების მცდელობისას 2016 წლის 25 მარტს.

აბუ მუსლიმ ათ-თურქმანი წარმოშობით იყო თალაფარიდან (ნაინავას პროვინცია, 50 კმ-ში მოსულიდან), ტერორისტულ აქტივობამდე მუშაობდა სპეცდანიშნულების რაზმის უფროს ოფიცრად და სამხედრო დაზვერვის თანამშრომლად. იყო ერთგული Ba'athist-ი, დაახლოებული სადამ ჰუსეინთან და იზაათ ად-დურისთან, რის გამოც აშშ-ის ოპერაციის შემდეგ 2003 წელს დააპატიმრეს.

აბუ ალი ალ-ანზარი როგორც ვარაუდობენ იყო ჩრდილოეთ ერაციდან, მოსულის შემოგარენიდან. ითვლება, რომ 2003 წლამდე იგი ფიზიკის მასწავლებელი და ბაასის პარტიის აქტივისტი იყო. 2003 წლის შემდეგ ცოტა ხნით ირიცხებოდა Ansar al-Islam-ის ორგანიზაციაში, რომელსაც ხელმძღვანელობდა აბუ მუსაბ აზ-ზარკავი. „დაიშის“ ყოფილი წევრის სიტყვებით, აბუ ალი ასევე იყო შურას წევრი.

მან დანიშნა აბუ იაჰია ალ-ირაკი (Abu Yahya al Iraqi), რომელიც მუდმივად იმყოფებოდა აბუ ბაქრთან, დამაკავშირებელ რგოლად მათ შორის (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.). აბუ იაჰია ალ-ირაკი, ცნობილი ასევე როგორც იად ჰამიდ მაჰლ ალ-ჯუმაილი (Iyad Hamed Mahl al-Jumaily), იყო „დაიშის“ მაღალი რანგის ფიგურა და შეასრულა საკვანძო როლი ალ-ბაღდადის უსაფრთხოების უზრუნველყოფაში და ასევე თვალს ადევნებდა უსაფრთხოების საკითხებს სირიასა და ერაცში (U.S. Department of State. (2017, August 17). State Department terrorist designations of Ahmad Alkhalid and Abu Yahya al-Iraqi.).

### 3.1. საბჭოები

აბუ ბაქრი და ორი მისი მრჩეველი საერთო სტრატეგიულ მიზნებს ადგენდნენ, რომლებიც იერარქიის მიხედვით გადაეცემოდა, თანაც ყოველ ქვედა დონეს გააჩნდა გარკვეული ავტონომიის ხარისხი. ეს განსაკუთრებით საინტერესოა სამხედრო ოპერაციებთან მიმართებით, როდესაც ადგილობრივმა მეთაურმა იცის, სად უნდა შეუტოს ან ვის, მაგრამ ზუსტი დრო და მეთოდი მისი შეხედულებისამებრ ხორციელდება. ამ სისტემამ დელეგირებული უფლებამოსილებების შესაძლებლობა მისცა „ისლამურ სახელმწიფოს“ ემოქმედა ბევრ ფრონტზე ერთდროულად,

<sup>38</sup> აბუ მუსლიმ ათ-თურქმანი (არაბ.: أبو مسلم التركماني; ინგლ.: Abu Muslim al Turkmani), იგივე ფადილ აჰმად აბდალაჰ ალ-ჰაიალი (არაბ.: فاضل احمد عبدالله الحياالي; ინგლ.: Fadel Ahmed Abdullah al-Hiyali), ან აბუ მუთაზ ალ-კურაში (არაბ.: أبو معتز القرشي; ინგლ.: Abu Mutaz al-Qurashi). მოკლეს 2015 წლის 18 აგვისტოს.

<sup>39</sup> უპილოტო საბრძოლო საფრენი აპარატი (ინგლ.: Unmanned Combat Aerial Vehicle, UAV; სასაუბროდ უწოდებენ „უპილოტოს“ ან „საბრძოლო დრონს“ (ინგლ.: Combat Drone), მოდის ინგლისურიდან Drone – მამალი ფუტკარი)

<sup>40</sup> აბუ ალი ალ-ანზარი (არაბ.: أبو علي الأنباري; ინგლ.: Abu Ali al-Anbari, 1957/59 – 2016 წწ.), იგივე აბდ არ-რაჰმან მუსტაფა ალ-კადული (არაბ.: عبدالرحمن مصطفى القادولي; ინგლ.: Abdulrahman Mustafa al-Qaduli), ან აბუ ალა ალ-აფრი (არაბ.: أبو علاء العفري; ინგლ.: Abu Ala al-Afri), ან აბუ ალი კურდაშ ათ-თურქმანი (არაბ.: أبو علي قرداش التركماني; ინგლ.: Abu Ali Qurdash al-Turkmani).

როგორც ადმინისტრაციულ, ისე სამხედრო თვალ-საზრისითაც.

მაგალითად, ორკვირიან პერიოდში, რომელიც მოიცავდა 2014 წლის ივლისის დასასრულს და აგვისტოს დასაწყისს, შეტევა ამოქმედდა როგორც ერაყის არმიის, ქურთული პეშმერგას,<sup>41</sup> სირიის არმიის, ისე სირიის ოპოზიციის წინააღმდეგ პარალელურად (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.).

საბჭოები პასუხისმგებელი იყო ISIS-ის სამხედრო და ადმინისტრაციულ ორგანიზაციაზე, კონსულტაციას უწევდა აბუ ბაქრს და აკონტროლებდა სტრატეგიულ დაგეგმარებას, სამხედრო ოპერაციებს და სამოქალაქო ადმინისტრაციას.

„შურას (საკონსულტაციო) საბჭო“ (არაბ.: *مجلس الشورى*; ტრანსლიტ.: მაჯლის აშ-შურა; ინგლ.: Shura Council) იყო უმაღლესი ორგანო და თეორიულად ნიშნავდა აბუ ბაქრს და ჰქონდა ხალიფას მოხსნის უფლება, თუ ის არ შეასრულებდა თავის მოვალეობებს შარიათის პრინციპების შესაბამისად. როგორც წერს კამერონ გლინი (Cameron Glenn), შურას საბჭოს ხელმძღვანელობდა აბუ არქან ალ-ამირი (არაბ.: *ابو ارکان العامري*; ინგლ.: Abu Arkan al Ameri), რომელიც შედგებოდა ბაასის პარტიასთან დაკავშირებული 10/11 ერაყელი წევრისგან (Glenn, C. (2015, September 28). *Al Qaeda v ISIS: Leaders & structure*.). შურას საბჭო პასუხისმგებელი იყო აბუ ბაქრის მითითებების გადაცემაზე მმართველობის მთელ ქსელზე. იგი იღებდა გადაწყვეტილებებს კანონებთან დაკავშირებით და ჰქონდა დუბლირებული ფუნქცია შარიათის საბჭოსთან, რომელიც იღებდა

გადაწყვეტილებებს რელიგიურ საკითხებზე (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.).

შესამღებელია აბუ მუსლიმ ათ-თურქმანი და აბუ ალი ან-ანბარი იყვნენ შურას წევრები, როგორც ამრ ალ-აბსი აშ-შამი (Amru al Absi al Shami), იგივე აბუ ალ-ათირი (Abu al Athir), ან მედიაზე პასუხისმგებელი და „დაიშის“ ოფიციალური წარმომადგენელი, პრეს-მდივანი - აბუ მუჰამად ალ-ადნან აშ-შამი (არაბ.: *أبو محمد العناني الشامي*; ინგლ.: Abu Muhammad al-Adnani al-Shami), იგივე ტაჰა სუბჰი ფალაჰა (Taha Subhi Falaha) (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group.).

გლინმა, ასევე შურას საბჭოს წევრად მიუთითა ჯიჰადისტი თარხან ბათირაშვილი, იგივე აბუ უმარ ალ-შიშანი (არაბ.: *أبو عمر الشيشاني*; ინგლ.: Abu Omar al-Shishani), რომელსაც მოგვიანებით დაუბრუნდებით (Glenn, C. (2015, September 28). *Al Qaeda v ISIS: Leaders & structure*.).

„შარიათის საბჭო“ (არაბ.: *مجلس الشريعة*; ტრანსლიტ.: მაჯლის აშ-შარია; ინგლ.: Sharia Council) იმყოფებოდა უშუალოდ აბუ ბაქრის კონტროლის ქვეშ და წარმოადგენდა IS-ის ყველაზე ძლევამოსილ ორგანოს, შედგებოდა ექვსი წევრისგან. მის მოვალეობებში შედიოდა ხალიფას არჩევა და ადმინისტრაციის სხვა განყოფილებების მიერ შარიათის კანონების უზრუნველყოფის შესრულება. შარიათის კომისიებს ხელმძღვანელობდა აბუ მუჰამად ალ-ანი (Abu Mohammed al Aani), იგი პასუხისმგებელი იყო ორგანიზაციულ დისციპლინაზე, წესების დადგენასა და დანაშაულის განსაზღვრაზე და დასჯაზე, ზედამხედველობდა შარიათის პოლიციას, სასა-

<sup>41</sup> პეშმერგა (ინგლ.: Peshmerga; ქურთ.: Pêşmerge; pêş-წინ, merg-სიკვდილი, e-ყოფნა, ანუ სიტყვასიტყვით – „ისინი ვიცნ სიკვდილს თვალებში ჩახედეს“) – ერაყის ქურთისტანის სამხედრო შეიარაღებული ძალები.

მართლოებს და იდეოლოგიურ პროპაგანდას (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*).

როგორც თავის ცნობილ წიგნში *The Caliphate at War*, პროფესორი აჰმად ჰაშიმი (Ahmed S. Hashim) წერს, თავდაპირველად, აბუ ბაქრის მოადგილე, **აბუ ალი ალ-ანბარი** იყო პასუხისმგებელი უშიშროებაზე და სასულიერო ხელმძღვანელობაზე, მაგრამ შემდგომ შარიათის საბჭოს ხელმძღვანელობს ზემოხსენებული ალ-ანი (Hashim, A. S. (2018). *The caliphate at war: The ideological, organizational and military innovations of Islamic State*).

რელიგიური რიტუალების შესრულებაში იძულება, „ისლამური სახელმწიფოს“ მართვის ინსტრუმენტის საქციელში იდო, რომლის ერთ-ერთი პირველი ამოცანა შარიათის პოლიციის ძალების შექმნა და შესაბამისად, რელიგიური წესების დაცვაზე ზედამხედველობა იყო. იგი განცალკავებული იყო სამოქალაქო პოლიციის ჩვეულებრივი ძალებისაგან. მაგრამ შარიათის სასამართლოებს არა მარტო რელიგიურ დარღვევებთან ჰქონდა საქმე, შესაძლებელი იყო საჩივრების შეტანა სავარაუდო სამართალდამრღვევებზე, სამოქალაქო ან რელიგიური პირების მხრიდან. თავისი ლეგიტიმურობის გასამყარებლად, „დაიში“ მიმართა მხარდაჭერისთვის სხვა ქვეყნების რელიგიის სპეციალისტებს, ღვთისმეტყველებს და როგორც ცნობილია, ამისთვის დაიქირავა საუდელი ოფიცერი **ბანდარ ბინ შაალანი** (Bandar bin Sha'alan) პატივსაცემი მქადაგებლების მოწვევისათვის (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*).

„დაიში“ ფლობდა ტოტალიტარიზმის მრავალ ნიშანს, მათ შორის ნულოვან შემწყნარებლობას სხვა აზრის გამოხატვასთან მიმართებით. შესაბამისად,

**„უსაფრთხოების და დაზვერვის საბჭო“** (Security and Intelligence Council), რომელიც პასუხისმგებელი იყო აბუ ბაქრის მოწინააღმდეგეების მოშორებაზე და რაიმე შეთქმულების ჩაშლაზე, სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა მისი ფიზიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის.

უშიშროების საბჭოს ჰქონდა განყოფილებათა ქსელი მთელი „დაიშის“ ტერიტორიაზე. აჰმად ჰაშიმის მსგავსად, ბარეტიც თვლის, რომ ამ საბჭოს ხელმძღვანელი იყო აბუ ალი ალ-ანბარიც. უშიშროებისა და დაზვერვის საბჭოში შედიოდა 20 ადამიანი და გაფართოვდა აბუ საფან არ-რიფაის (არაბ.: **أبو صفوان الرفاعي**; ინგლ.: Abu Safwan al Rifai) ხელმძღვანელობის დროს, რომელიც სხვადასხვა საშუალებით იცილებდა ნებისმიერ საფრთხეს.

კიდევ ერთი, **„სამხედრო საბჭო“** (Military Council) აწარმოებდა კამპანიას, რომ დაეპყრო ახალი ტერიტორიები და დაეცვა უკვე დაკავებული. ამაში მას ეხმარებოდა **„პროვინციების საბჭო“** (Provincial Council), რომელიც ყურადღებას აქცევდა სამოქალაქო ადმინისტრაციას 18 პროვინციაში. ამას გარდა არსებობდა **„ფინანსური საბჭო“** (Finance Council), **„მედია საბჭო“** (Media Council) და საბჭო, რომელიც ზრუნავდა ბოევიკებზე და მის ოჯახებზე.

**„სამხედრო საბჭოს“** ხელმძღვანელი იყო **აბუ აჰმად ალ-ალვანი** (არაბ.: **أبو أحمد العواني**; ინგლ.: Abu Ahmad al Alwani), იგივე ვალიდ ჯასიმ მუჰამად ალ-ალვანი (Waleed Jasem Mohammed al Alwani), ერაყელი, სადამ ჰუსეინის არმიის ყოფილი პოლკოვნიკი და ბაასისტი. ადრე იყო საბჭოს აპარატის ხელმძღვანელი და დიალას პროვინციაზე პასუხისმგებელი. ბრიტანული გამოცემა *The Sun*-ის თანახმად

ავიადარტემის დროს მოკლეს 2014 წლის ბოლოს, თუმცა მისი გარდაცვალება არ დაადასტურა არც აშშ-ის სპეცსამსახურებმა, არც ისლამისტებმა.

სამხედრო საბჭოს კიდევ ერთი მეთაური, თუ გავითვალისწინებთ მის წევრობას შურას საბჭოში, იყო **აბუ მუჰანად ას-სუვაიდავი** (არაბ.: **أبو محمد السويدي**; ინგლ.: Abu Muhannad al-Suwaydawi), იგივე ადნან ლატიფ ჰამად ას-სუვაიდავი ად-დულაიმი (Adnan Latif Hamid al-Suwaydawi al-Dulaymi), ასევე ცნობილი როგორც **აბუ აიმან ალ-ირაკი** (Abu Ayman al Iraqi), ყოფილი ლეიტენანტი, ერაყის სამხედრო ჰაერსაწინააღმდეგო დაზვერვის პოლკოვნიკი და იზაათ ად-დურის ბაასისტებთან დაახლოებული პირი. 2007–2010 წლებში იგი დაპატიმრებული ჰყავდათ ამერიკელებს. 2014 წლის დასაწყისში აბუ აიმანი ხელმძღვანელობდა ოპერაციებს დასავლეთ სირიაში და რაღაც მომენტში „დაიშის“ ალ-ანბარის გუბერნატორიც იყო. მას გააჩნდა პათოლოგი მოძალადის რეპუტაცია (Barret, R. (2014, November). *Islamic State*).

ჯიჰადისტები ხშირად არქმევდნენ თავის სამხედრო შეტევებს დაღუპული თანამებრძოლების სახელებს, ამიტომ მაგ., 2015 წლის მაისში „დაიშმა“ ფართომასშტაბიან შეტევას არ-რამადიზე, უწოდა ას-სუვაიდავის სახელი, რომელიც მოკლეს ავიადარტემის დროს 2014 წლის 8 ნოემბერს. როგორც აღნიშნულია Daily Beast-ში, ას-სუვაიდავი შეცვალა ISIS-ის მაღალი რანგის პირმა აბუ ალი ალ-ანბარიმ (Hassan, H., & Weiss, M. (2016, April 15). Everything we knew about this ISIS mastermind was wrong.).

მოკლედ რომ დაუბრუნდეთ აბუ აჰმად ალ-ალვანის, სამხედრო საბჭოს ხელმძღვანელს, მის მემკვიდრედ, სამხედრო შტაბის მეთაურად, დაინიშნა

**აბუ უმარ ალ-შიშანი**, საქართველოს არმიის ყოფილი სერჟანტი, დაბადებული 1986 წელს სოფ. ბირკიანში, პანკისის ხეობაში. მამით ფშავი და დედით ქისტო ბათირაშვილი, სამხედრო კარიერას საქართველოს შეიარაღებულ ძალებში ცდილობდა. 2008 წლის აგვისტოს ომში, სერჟანტის ჩინით, მზვერავთა და-ნაყოფთან ერთად, ფრონტის წინა ხაზზე რუსების წინააღმდეგ იბრძოდა.

თარხანის ცხოვრება რადიკალურად შეიცვალა 2010 წელს, როცა ტუბერკულოზის დიაგნოზი დაუსვეს და არმია მისთვის დასრულდა. იმავე წელს, ბათირაშვილი იარაღის უკანონო შენახვის ბრალდებით დააპატიმრეს. ციხიდან გამოსვლისთანავე ბათირაშვილმა საქართველო დატოვა, მცირე ხნით, თურქეთში, ევვიპტესა და იემენში იხეტიალა, 2012 წლის მარტში კი სირიაში აღმოჩნდა. ფულის გამო დაწყებულმა ბრძოლამ, თარხანი, სულ მალე, ერთ-ერთ ყველაზე სასტიკ და საშიშ ისლამისტად და ჯიჰადისტად აქცია. ახალი კარიერული კიბე ამჯერად „ისლამურ სახელმწიფოში“ დაიწყო, სადაც ორ წელიწადში „ომის მინისტრი“ „ქლავი გენერალი“ გახდა. გავრცელებული ინფორმაციით, ბათირაშვილი ოთხ პირად მცველთან და კიდევ ორ უცნობთან ერთად, ერაყის ქალაქ აშ-შირკატთან 14 ივლისს მოკლეს (Tsuladze, Z. (2016, July 18). The end of the “Ginger General” era.).

როგორც ბარეტი წერს, პრესაში ბათირაშვილს ყველაზე ხშირად აშუქებდნენ მაღალი რანგის სამხედრო ლიდერებს შორის, რომელიც დაკავშირებული იყო „დაიშის“ ბევრ მნიშვნელოვან გამარჯვებასთან. თავდაპირველად იგი მეთაურობდა კარგად გაწვრთნილ და ბრძოლებში გამოცდილი ჩეჩნების დაჯგუფებას „ჯაიშ ალ-მუჰაჯირინ ვა ალ-ანსარ“ (Jaish

al Muhajireen wa al Ansar), ხოლო შემდეგ 2013 წლის შუა ხანებში შეჭვივდა აბუ ბაქრს. „დაიში“ აღწერს მას, როგორც სამხედრო მხედართმთავარს. როგორც უკვე ვთქვით, კამერონ გლინთან ის შურას წევრად მოხსენიებული, თუმცა ბარეტის თქმით, ეს უზვეულო იქნებოდა არა ერაყელი ბოვეიკისთვის და „დაიში“ ერჩია იგი ბრძოლის ველზე ყოფილიყო, ვიდრე რაიმე პოლიტიკური საფუძველი მიეცათ მისთვის. მაგრამ, მუხედავად ამისა ISIS-ი აქვეყნებდა უმარ ალ-შიმანის ფოტოებს Twitter-ზე, რომელიც ფიცს დებდა აბუ ბაქრის წინაშე, რაც ნიშნავდა მის აშკარა ლიდერობას და მოწინავე პოზიციებს „დაიშიში“ (Barret, R. (2014, November). *Islamic State. The Soufan Group.*). სამხედრო საბჭოში ასევე იყვნენ ისეთი თანამემწეები, რომლებიც პასუხისმგებელნი იყვნენ მატერიალურ-ტექნიკურ მომარაგების, გარდაცვლილი ბოვეიკების ოჯახების, ასაფეთქებელი ნივთიერებებისა და განლაგების, ბოვეიკების გადაადგილებისა და უცხოელი ბოვეიკების საკითხებზე.

### 3.2. სხვა მაღალი თანამდებობის პირები

გარდა „მაღალჩინოსნებისა“, ძნელია გადაამოწმო იმ პირთა სახელები და მოვალეობები, რომლებსაც ეკავათ ხელმძღვანელი თანამდებობები, ვინაიდან ერთ მშვენიერ დღეს ანგარიში, რომ კიდევ ზუსტი ყოფილიყო, ის შეიძლება შეცვლილიყო მომდევნო დღეს.

ISIS-ი, ბარეტის მიერ პუბლიკაციის გამოქვეყნების მომენტისთვის დაყოფილი იყო 18 ვილაიათზე (არაბ.: ولاية; ინგლ.: Wilayah – პროვინცია, ოლქი) ანბარის, ბაღდადის, დიალას, ფალუჯას, ჯანუბის, ქირქუქის, ნაინავას და სალაჰ ად-დინის ჩათვლით

ერაყში; ალეპოს (ალ-ჰალაბ), ალ-ბადიას (ჰუმსი), ალ-ბარაქას (ჰასაქა), დამასკოს (ად-დამაშკ), ჰამას, იდლიბის, ალ-ჰაირის (დაირ აზ-ზური), არ-რაკას და ას-საჰილის (ლაზაქია/ლათაქია) ჩათვლით სირიაში; დამატებითი პროვინციით ალ-ფურათ (ეფფრატი), რომელიც კვეთდა საზღვარს (Barret, R. (2014, November). *Islamic State. The Soufan Group.*).

ყველა პროვინციას მართავდა „ვალი“ (არაბ.: والي; ინგლ.: Wali – ადმინისტრაციული ტიტული) – გუბერნატორი, რომელიც ხელმძღვანელობდა ადგილობრივ სტრუქტურებს, აქცევდა ყურადღებას სამოქალაქო ადმინისტრაციას, ბუნებრივია ცენტრალურ ორგანოებს, როგორც იყო უშიშროების საბჭო ან შარიათის საბჭო, გააჩნდა საკუთარი განყოფილებები და წარმომადგენლები ყველა პროვინციაში, რომლებიც მოქმედებდნენ დამოუკიდებლად მეტი უფლებებით, ვიდრე მათი პროვინციელი კოლეგები, მაგრამ ძირითადად მმართველობის მოდელი პროვინციის და შემდგომ რაიონის დონეზე, იყო სახელმწიფო დონის მოდელის დუბლირება. ალეპოში, მაგალითად, ვალის, მხარს უჭერდა შარიათის, სამხედრო, უსაფრთხოების მეთაური. მათი მმართველობით პროვინცია დაყოფილი იყო სექტორებად ანალოგიური ტრიუმვირატით, ასევე სურათი მეორდებოდა ქალაქის დონეზეც (Barret, R. (2014, November). *Islamic State. The Soufan Group.*).

### დასკვნა

აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადის მმართველობით „დაიში“ ახორციელებდა ტერორს, მაგრამ ორგანიზებული იყო როგორც კვაზისახელმწიფო, მკაცრი იერარქიით, სამხედრო ხელმძღვანელობით და ად-

მინისტრაციული მმართველობით. „სახალიფოს“ ორგანიზაციულ სტრუქტურაში შედიოდა „ხალიფა“, რამდენიმე შურა (საბჭოები), დავავინ (უწყებები) და ტერიტორიული ვილაიათები (პრვინციები), რომლებიც მოიცავდა სირიის, ერაყის, ლიბიისა და სხვა რეგიონების ტერიტორიებს. ISIS-ი ახორციელებდა დაპყრობილი ტერიტორიების კონტროლს შარიათის ნორმების დამახინჯება-დანერგვით, რელიგიური და სამხედრო პოლიციის სტრუქტურების ფართო ქსელისა და სასამართლო სისტემის მეშვეობით.

„დაიში“ იყო ორგანიზაცია, რომელიც ცდილობდა გლობალური წესრიგის გარდაქმნას და იმავდროულად, მრავალი თვალსაზრისით, მოქმედებდა იმ სისტემის სახელმწიფოების მსგავსად, რომლის შეცვლასაც ცდილობდა. ამან კი, მისი ორგანიზაცია მნიშვნელოვნად მოწყვლადი გახადა, იმის მიხედვით, თუ როგორ განიცდიდა მზარდ ზეწოლას უფრო დამკვიდრებული, მსოფლიო სახელმწიფოების/აქტორების მხრიდან (Jefferis, J. (n.d.). *ISIS administrative and territorial organization.*).

## ლიტერატურა

1. Hashim, A. S. (2018). *The caliphate at war: The ideological, organizational and military innovations of Islamic State*. C. Hurst & Co.
2. Speckhard, A., & Yayla, A. S. (2016, December 3). The ISIS Emni: The inner workings and origins of ISIS's intelligence apparatus. *International Center for the Study of Violent Extremism (ICSVE)*.  
<https://www.icsve.org/the-isis-emni-the-inner-workings-and-origins-of-isis-intelligence-apparatus/>
3. Barret, R. (2014, November). *Islamic State*. The Soufan Group. <http://soufangroup.com/wp-content/uploads/2014/10/TSG-The-Islamic-State-Nov14.pdf>
4. Glenn, C. (2015, September 28). Al Qaeda v ISIS: Leaders & structure. *Wilson Center*.  
<https://www.wilsoncenter.org/article/al-qaeda-v-isis-leaders-structure>
5. Reuter, C. (2015, April 18). The terror strategist: Secret files reveal the structure of Islamic State. *SPIEGEL International*. <https://www.spiegel.de/international/world/islamic-state-files-show-structure-of-islamist-terror-group-a-1029274.html>
6. Milton, D. (2021, June). *Structure of a state: Captured documents and the Islamic State's organizational structure*. Combating Terrorism Center at West Point. <https://www.ctc.usma.edu/wp-content/uploads/2021/06/Structure-of-a-State.pdf>
7. Gachechiladze, R. (2003). *The Middle East: Space, people and politics*. Diogenes Publishing House. (In Georgian)
8. Gelovani, N. (2024). *Sharia: History, dogmatics, law*. Tbilisi State University Press. (In Georgian)
9. Hassan, H., & Weiss, M. (2016, April 15). Everything we knew about this ISIS mastermind was wrong. *The Daily Beast*. <https://www.thedailybeast.com/everything-we-knew-about-this-isis-mastermind-was-wrong>
10. United Nations Security Council. (2021, January 10). Ibrahim Awwad Ibrahim Ali Al-Badri Al-Samarrai (QDi.299).  
[https://www.un.org/securitycouncil/sanctions/1267/aq\\_sanctions\\_list/summaries/individual/ibrahim-awwad-ibrahim-ali-al-badri-al-samarrai](https://www.un.org/securitycouncil/sanctions/1267/aq_sanctions_list/summaries/individual/ibrahim-awwad-ibrahim-ali-al-badri-al-samarrai)

11. Jefferis, J. (n.d.). ISIS administrative and territorial organization. In *Security & Politics: Strategic Sectors*.  
<https://www.iemed.org/wp-content/uploads/2021/01/ISIS-Administrative-and-Territorial-Organization.pdf>
12. Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48. *The Washington Post*. [https://www.washingtonpost.com/local/obituaries/abu-bakr-al-baghdadi-islamic-states-terrorist-in-chief-dies-at-48/2019/10/27/0d004abc-663d-11e7-8eb5-cbccc2e7bfbf\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/local/obituaries/abu-bakr-al-baghdadi-islamic-states-terrorist-in-chief-dies-at-48/2019/10/27/0d004abc-663d-11e7-8eb5-cbccc2e7bfbf_story.html)
13. Vonderhaar, L. (2021, May 13). ISIS's female morality police. *Georgetown Security Studies Review*.  
<https://georgetownsecuritystudiesreview.org/2021/05/13/isis-female-morality-police/>
14. Jackson, M. (2021, December 15). Former IS teenage bride Shamima Begum offers to help fight terror in UK. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/uk-58573501>
15. Muir, J. (2017, November 13). The rise and fall of the Islamic State. *BBC News* (Russian edition).  
<https://www.bbc.com/russian/features-41724612>
16. Pankratenko, I. (2019, November 2). The caliph is dead, long live the caliph! *Haqqin.az*. (In Russian).  
<https://haqqin.az/comics/162032>
17. Roggio, B. (2014, February 5). ISIS confirms death of senior leader in Syria. *The Long War Journal*.  
[https://www.longwarjournal.org/archives/2014/02/isis\\_confirms\\_death.php](https://www.longwarjournal.org/archives/2014/02/isis_confirms_death.php)
18. Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2019/10/27/world/middleeast/al-baghdadi-dead.html>
19. Sheglovina, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*. Middle East Institute. (In Russian)
20. U.S. Department of State. (2017, August 17). State Department terrorist designations of Ahmad Alkhalid and Abu Yahya al-Iraqi. <https://2017-2021.state.gov/state-department-terrorist-designations-of-ahmad-alkhalid-and-abu-yahya-al-iraqi/index.html>
21. Tsuladze, Z. (2016, July 18). The end of the “Ginger General” era. *Voice of America (Georgian)*.  
<https://www.amerikiskhma.com/a/georgia-isis-number-two-tarkhan-batirashvili-killed/3422550.html>
22. Abu al-Khair, W., et al. (2018, June 19). Is ISIS a creation of the West? *Al-Mashareq*.  
[https://almashareq.com/ar/articles/cnmi\\_am/features/2018/06/19/feature-02](https://almashareq.com/ar/articles/cnmi_am/features/2018/06/19/feature-02)
23. Al Jazeera. (2019, October 27). Who was ISIL's self-proclaimed leader Abu Bakr al-Baghdadi?  
<https://www.aljazeera.com/news/2019/10/27/who-was-isils-self-proclaimed-leader-abu-bakr-al-baghdadi>
24. El-Hayek, W. (2019, October 30). Enemy number one. *Novaya Gazeta*.  
<https://novayagazeta.ru/articles/2019/10/29/82547-vrag-nomer-odin>

UDC 327.56

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-192-227>

## Daesh's Organisational Structure and Management System (Part I)

**Zviad Tkabladze** Georgian Technical University, Faculty of Law and International Relations professor,  
Georgia  
E-mail: tkabladze.zviad@gtu.ge

### Reviewers:

**T. Kiknadze**, Georgian technical university Doctor of Political Sciences, Faculty of Law and International Relations. Head of the Department, Professor  
E-mail: kiknadzetamar12@gtu.ge

**M. Manchkhavili**, Georgian Technical University Doctor of Political Sciences, Faculty of Law and International Relations, Assistant Professor  
E-mail: manchkhavilimaia07@gtu.ge

**Abstract.** This article is the I Part of the work “Daesh's Organisational Structure and Management System”, dedicated to the organizational structure of the international terrorist organization Daesh (Islamic State, IS, ISIS, ISIL), the history of the formation of its leader, the first “Caliph” Abu Bakr al-Baghdadi, as a terrorist, and the period of his rule.

By 2013, ISIS had completed all stages of its formation, in which the main driving force was the nationalist axis, the former Sunni-Baathist elite of Iraq. After the overthrow of Saddam Hussein, the functionaries of his regime did not disappear, and the formation of ISIS's organizational structure did not require the creation of any new command system.

From the very first days of its existence, ISIS represented a fully-fledged structural, centralized organization, the elements of which actively carried out necessary functions in various areas through the delegation of authority.

The work also examines the activities of the second-tier leaders of the terrorist organization and its “institutional structures,” which, as a whole, creates a unified picture of the structure and management of the ISIS organization.

Although the group's resources both human, financial, as well as armament and territory have gradually disappeared, first in 2017 and then in 2019, Daesh still exists in the form of small cells and retains the ability to cause harm, and the fight against it is not over yet.

**Keywords:** Daesh; Structure; Management; Terrorism; Abu Bakr al-Baghdadi.

---

*განხილვის თარიღი 21.01.2026*

*შემოსვლის თარიღი 15.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

UDC 327.56

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-228-253>

## „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა (II ნაწილი)

**ზვიად ტყაბლაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო  
E-mail: tkabladze.zviad@gtu.ge

### რეცენზენტები:

**თ. კიკნაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ხელმძღვანელი, პოლიტიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი  
E-mail: kiknadzetamar12@gtu.ge

**მ. მანჩხაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ასისტენტ-პროფესორი, პოლიტიკის მეცნიერებათა დოქტორი  
E-mail: manchkhavilimaia07@gtu.ge

**ანოტაცია.** სტატია II ნაწილია ნაშრომისა „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა“, რომელიც ეხება საერთაშორისო ტერორისტული ორგანიზაცია „დაიშის“ („ისლამური სახელმწიფო“, IS, ISIS, ISIL) პირველ „ხალიფაზე“ (აბუ ბაქრ ალ-ბადდადი) ნადირობას და ბოლოს მის ლიკვიდაციას.

2013 წლისთვის „დაიშმა“ გაიარა ჩამოყალიბების ყველა ეტაპი, რომელშიც მთავარ წამყვან ძალას წარმოადგენდა ნაციონალისტური ღერძი, ერაყის ყოფილი სუნიტურ-ბაასისტური ელიტა. სადამ ჰუსეინის დამხობის შემდეგ მისი რეჟიმის ფუნქციონირები არსად გამქრალან და რაიმე ახალი მმართველობის სისტემის გამოგონება „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურის ჩამოყალიბებისთვის საჭირო არ იყო.

თავისი არსებობის პირველივე დღეებიდან „დაიში“ წარმოადგენდა სრულფასოვან სტრუქტურულ, ცენტრალიზებულ ორგანიზაციას, რომლის ელემენტები აქტიურად ასრულებდნენ საჭირო ფუნქციებს სხვადასხვა მიმართულებით, უფლებამოსილებების დელეგირების მეშვეობით.

მართალია დაჯგუფების რესურსები – ადამიანური, ფინანსური, შეიარაღება და ტერიტორიული, ეტაპობრივად, ჯერ 2017-ში, შემდეგ კი 2019-ში თითქმის გაქრა, „დაიშის“ არსებობს გარკვეული უჯრედების სახით და ზიანის მიყენების უნარი კვლავ შენარჩუნებული აქვს, ხოლო მისი იდეოლოგიის მომხრეები მიმოფანტულები არიან მთელ მსოფლიოში.

**საკვანძო სიტყვები:** აბუ ბაქრ ალ-ბადდადი; „დაიში“; მმართველობა; სტრუქტურა; ტერორიზმი.

## შესავალი

ვაგრძელებთ ნაშრომების ციკლს, საერთაშორისო ტერორისტული ორგანიზაცია „დაიშის“ (არაბ.: داعش; რომანიზ.: Dā'ish, ინგლ.: Daesh – დაჯგუფების აკრონიმი არაბულად; თვითდასახელება „**ისლამური სახელმწიფო**“ – არაბ.: الدولة الإسلامية; რომანიზ.: ad-Dawla al-Islāmiyya; ინგლ.: Islamic State ან IS, ISIS, ISIL) შესახებ. უკვე გამოქვეყნდა სამი სტატია, რომელშიც გავაშუქეთ „დაიშის“ წარმოშობის, იდეოლოგიის, ტერორისტული პროპაგანდის საკითხები. ამჟამად წარმოგიდგენთ „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურის და მოწყობის შესახებ კვლევის მეორე ნაწილს, სადაც განხილულია „დაიშის“ პირველ „ხალიფაზე“ (აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი)<sup>1</sup> ნადირობის და მისი ლიკვიდაციის საკითხები.

ალ-ბაღდადის ძებნა თითქმის ორი წელი გაგრძელდა. „დაიშის“ ლიდერის ადგილსამყოფელი დაადგინეს ერთ-ერთი მისი მთავარი თანაშემწის, ისმაილ ალ-ისავი (Ismail al-Ithawi) დახმარებით, 2018 წლის თებერვალში. მან ინფორმაცია მიაწოდა ერავის სადაზვერვო ჯგუფებს იმის შესახებ, თუ როგორ ახერხებდა ალ-ბაღდადი ამდენი წელი დამალვას. ეს იყო დიდი გარღვევა (Rasheed, A. (2019, October 28). Exclusive - Baghdadi's aide was key to his capture - Iraqi intelligence sources.).

რაც შეეხება ალ-ბაღდადის ლიკვიდაციის შესახებ გავრცელებულ ინფორმაციას მასმედიაში, იგი

ყოველთვის არასრული და წინააღმდეგობრივი იყო. მსოფლიოს N 1 ტერორისტის განადგურების ამბავი სულ მცირე 16-ჯერ გავრცელდა. ალ-ბაღდადი თავდაპირველად 2014 წლის სექტემბერში „დაკრძალეს“, შემდეგ 2015 წელს, როცა ტელეარხმა Al-Arabiya-მ გაავრცელა ინფორმაცია, რომ ის, სავარაუდოდ, ერაყში აშშ-ის საჰაერო დარტყმების დროს მოკვდა, ახალი „ხალიფაც“ კი დასახელდა. შემდგომ, ISIS-ის ლიდერი ხან მორიგი დაბომბვების, ხან მიყენებული ჭრილობების, ხან მოწამვლისა ან ავადმყოფობის შედეგად „კვდებოდა“, თუმცა, ტერორისტის გარდაცვალება არასდროს დასტურდებოდა. მაგრამ 2019 წლის 27 ოქტომბერს, ამერიკის პრეზიდენტის მიერ გამოცხადებულმა „რადაც მნიშვნელოვანმა“ ამბავმა, საბოლოოდ დაუსვა წერტილი ალ-ბაღდადის ლიკვიდაციის შესახებ გავრცელებულ სპეკულაციებს.

## ძირითადი ნაწილი

### 1. N 1 ტერორისტზე ნადირობა

ჯობ უორიკის (Joby Warrick)<sup>2</sup> თქმით, „დაიშის“ მმართველი მოჩვენებასავით არსებობდა, იშვიათად ჩნდებოდა საჯაროდ და რთავდა ნებას მისი ხმის გაგონების. აბუ ბაქრის მმართველობის დროს „ისლამური სახელმწიფო“ გახდა თავისი ლიდერის სარკვე: მესიანური ფიგურა, ყველაზე მკაცრი განმარტებებით ისლამურ საკითხებზე, რომ ყველა, ვინც

<sup>1</sup> აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი (არაბ.: أبو بكر البغدادي; ინგლ.: Abu Bakr al-Baghdadi), დაბადებული როგორც იბრაჰიმ ავად იბრაჰიმ ალი მუჰამად ალ-ბადრი ას-სამარაი (არაბ.: محمد البدرى السامرائى; ინგლ.: Ibrahim Awad Ibrahim Ali Muhammad al-Badri al-Samarrai; 28.07.1971-27.10.2019) იგივე აბუ დუა (არაბ.: أبو دعاء; ინგლ.: Abu Du'a) ან აბუ ავადი (არაბ.: أبو عواد; ინგლ.: Abu Awad), ერაყული წარმოშობის საერთაშორისო ტერორისტი, ფუნდამენტალისტი, რადიკალი ისლამისტი, „დაიშის“ ლიდერი და პირველი ე. წ. „ხალიფა“ 2014–2019 წლებში.

<sup>2</sup> ჯობი უორიკი (ინგლ.: Joby Warrick), Washington Post-ის კორესპონდენტი, მკვლევარი, პულიცერის პრემიის მფლობელი (2016), რამდენიმე წიგნის ავტორი, მათ შორის „შავი დროშები: დაიშის აჯანყება“ (Black Flags: The Rise of ISIS).

არ ეთანხმება სიკვდილით უნდა დაისაჯოს. მიუხედავად დაჯგუფების ექსტრემისტული შეხედულებებისა და უზნეო ტაქტიკისა, ალ-ბაღდადი ინარჩუნებდა ემმაკურ პრაგმატიზმს, ისლამისტი რადიკალი ბოვეიკების, ყოფილი ერაყელი ბაასისტების და სამხედრო ოფიცრების გაერთიანებით ძლიერ სამხედრო ძალად რჩებოდა, რომლებმაც შეძლეს ქალაქების დაპყრობა. სწორედაც ექსტრემისტული იდეოლოგიის და სამხედრო გამოცდილების შერწყმამ მისცა შესაძლებლობა დაჯგუფებას დაეპყრო ტერიტორია, რომელიც გახდა გამოცხადებული სახალიფოს საფუძველი.

„ის იყო ბიჭი, რომელსაც შეეძლო უცხოელ ბოვეიკებისა და ადგილობრივ ერაყელებს შორის ხიდების დამყარება“, განაცხადა უილიამ მაკანტსმა (William McCants), ისლამის მკვლევარმა და წიგნის „დაიშის აპოკალიპსისის“ (The ISIS Apocalypse) ავტორმა, „ფრაქციებს შორის ლავირების მიდრეკილება, დაეხმარა მას გამხდარიყო ხალიფა“.

ალ-ბაღდადი ასევე იჩენდა სისასტიკეს, რომელიც დაჯგუფების სავიზიტო ბარათი გახდა, თუმცა მისმა იმიჯმა საგრძნობლად იკლო, როცა საერთაშორისო კოალიციამ დაიწყო „დაიშის“ განდევნა გამყარებული პუნქტებიდან ერაყსა და სირიაში 2017–2018 წლებში.

სახალიფოს მარცხის შემდეგ, იგი ორჯერ გამოვიდა ვიდეომიმართვით და დაჟინებით აცხადებდა, რომ „ისლამური სახელმწიფო“ აღდგება, როგორც იატაკქვეშეთის მემბოხე მოძრაობა და იფიცებოდა ბრძოლის გაგრძელებას. მართლაც, დაჯგუფებამ, რომლის რაოდენობა პენტაგონის წარმომადგენლების შეფასებით, შეადგენდა 14000–8000 მებრძოლს,

გააქტიურა თავისი პარტიზანული ომი, ერაყის, სირიისა და ქურთული ძალების წინააღდეგ. ბოლო, 2019 წლის სექტემბრის ვიდეომიმართვაში, ალ-ბაღდადიმ მოუწოდა მიმდევრებს თავს დასხმოდნენ ქურთების კონტროლირებად ციხეებს სირიაში, სადაც ათასობით ტერორისტი იჯდა. „ციხეები, ციხეები, ო სახალიფოს მებრძოლებო ... თქვენი ძმები და დები – გააკეთეთ ყველაფერი შესაძლებელი, რომ გაათავისუფლოთ და ჩამოანგრიოთ მათი კედლები“ (Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48. *The Washington Post*).

ცბიერი ალ-ბაღდადი, თითქმის 10 წელს უსხლტებოდა პატიმრობას და იღებდა ექსტრემალური უსაფრთხოების ზომებს, მაშინაც კი, როცა ხვდებოდა ყველაზე სანდო თანამებრძოლებს. „ისინი მაიმულებდნენ მაჯის საათის მოხსნას“, ყვება ალ-ბაღდადის თანაშემწე, ზემოხსენებული **ისმაილ ალ-ისავი**, სიკვდილმისჯილი, რომელიც დააკავეს 2018 წელს.

როგორც იხსენებენ ალ-ისავი და სხვები, მას შემდეგ, რაც მათ ჩამოართვეს ელექტრონული მოწყობილობები, მობილურები და ფოტოაპარატები, თვალები აუხვიეს და ჩასვეს ავტობუსებში, საათობით მიჰყავდათ უცნობი მიმართულებით. როცა მიიყვანეს დანიშნულების ადგილას და უხილეს თვალები, დაინახეს, რომ მათ წინ იჯდა ალ-ბაღდადი. შეხვედრა გაგრძელდა 15-30 წუთს და „დაიშის“ ლიდერი პირველი გავიდა შენობიდან. მისი მნახველები რამდენიმე საათს იცდიდნენ შეიარაღებული დაცვის თანხლებით. შემდეგ მათ კვლავ აუხვიეს თვალები და დააბრუნეს უკან. ალ-ბაღდადი სულ სამჯერ ჰყავდათ ნანახი 5 წლის განმავლობაში.

„ალ-ბაღდადის ყოველთვის აღელვებდა, თუ ვინ უღალატებდა ის არავის ენდობოდა“, განაცხადა იაჰია რასულმა (Yahya Rasool) გენერალმა, მაშინ ერაყის გაერთიანებული ოპერატიული სამეთაუროს (Iraqi Joint Operation Command) პრესმდივანმა.

მსოფლიომ ალ-ბაღდადის შესახებ გაიგო 2014 წელს, როცა მისმა ხალხმა ერაყის მესამედი და მეზობელი სირიის ნახევარი დაიპყრო, გამოაცხადა სახალიფო და აღადგინეს ვითომ მუსლიმური თეოკრატია, რომელიც თავის დროზე ოსმალეთის იმპერიის დაცემისას (1923 წელი) დასრულდა.

ეს ნაბიჯი განასხვავებდა „ისლამურ სახელმწიფოს“ „ალ-კაიდასგან“,<sup>3</sup> უფრო ძველი ისლამისტური ტერორისტული დაჯგუფებისგან, რომლის მმართველობის ქვეშ ალ-ბაღდადის ხალხი მოქმედებდა ერაყში თითქმის 10 წელი, სანამ არ გამოეყვანნენ მას. მართალია უსამა ბინ ლადინი,<sup>4</sup> „ალ-კაიდას“ ლიდერი, ოცნებობდა სახალიფოს აღდგენაზე, მაგრამ მას ამის გამოცხადება არ სურდა, შესაძლოა სამხედრო პასუხის შიშით. „დაიშის“ შემთხვევაში კი სახალი-

ფოს გამოცხადებამ ხუთ წელიწადში ტერორიზმის დაკარგვა გამოიწვია.

ფიზიკური სახალიფოს არსებობის დაპირებით ათი ათასობით მიმდევარი „დაიმუხტა“, რომლებიც გაემართნენ სირიაში. თავისი განვითარების პიკზე დაჯგუფების შავი დროშა ფრიალებდა მსხვილ დასახლებულ პუნქტებზე, ერაყის ქალაქ მოსულის ჩათვლით, 1,4 მლნ. მოსახლეობით. მისი ტერიტორია გადაჭიმული იყო აღმოსავლეთით, ასურეთის დედაქალაქ ნაინავამდე, რომლის ანტიკური ხანის ისტორიული ნაგებობები ექსტრემისტებმა გადააქციეს ბომბის მწარმოებელ ქარხნებად. ის ასევე გადაჭიმული იყო ჩრდილოეთით სინჯარის მთებამდე, რომლის მცხოვრები ქალები „აირჩიეს“ სექსუალური ძალადობისა და ჩაგვრისთვის, სამხრეთით დაირ აზ-ზურის ნავთობის საბადოებამდე და დიდებულ პალმირამდე.

**„რწმუნებული კომიტეტის“** (Delegated Committee) ბრძანებით, ალ-ბაღდადის დაჯგუფებამ დაამახინჯა ისლამი და თავს მოახვია მისი ძალადობრივი ინ-

<sup>3</sup> **ალ-კაიდა** (არაბ.: **القاعدة**; ტრანსლიტ.: ალ-კაიდა; ინგლ.: Al-Qaeda ან al-Qa'ida - ბაზა, ფუნდამენტი, ფუძე, საყრდენი); სრული სახელწოდება „ალ-კაიდა ას-სულბა“ (არაბ.: **القاعدة الصلبة**; ინგლ.: Al-Qa'idah al-Sulbah - მტკიცე საფუძველი) საერთაშორისო ტერორისტული, ულტრარადიკალური, სალაფიტური, ისლამისტური ორგანიზაცია. შეიქმნა 1988 წ. 11 აგვისტოს (ან 1980-იანი წწ.). ორგანიზაციის მიზანია ისლამურ ქვეყნებში „დიდი ისლამური სახალიფოს“ შექმნა. დაარსებიდან მოყოლებული მისი ლიდერი იყო მსოფლიოს N 1 საუდელი ტერორისტი **უსამა ბინ ლადინი** (ინგლ.: Osama bin Ladin; 1957–2011 წწ.), 2011 წლიდან კი **აიმან აზ-ზავაჰირი** (ინგლ.: Ayman al-Zawahiri; 1951–ს2022 წწ.). 1998 წელს კენიასა და ტანზანიის დედაქალაქების აშშ-ის საელჩოებში აფეთქებების მოწყობის შემდეგ „ალ-კაიდამ“ მსოფლიოში N 1 ტერორისტული ორგანიზაციის სტატუსი მოიპოვა. „ალ-კაიდა“ პასუხისმგებელი გახდა ტერაქტების დაგეგმვასა და განხორციელებაზე, მათ შორის აშშ-ში 2001 წლის 11 სექტემბრის ტერაქტების. ორგანიზაციის ამჟამინდელ დე-ფაქტო ლიდერად ითვლება ეგვიპტელი ტერორისტი, ზედმეტსახელით **საიფ ალ-ადილი** ანუ **„მართლმსაჯულების მახვილი“** (არაბ.: **سيف العدل**; ინგლ.: Saif al-Adel, ნამდვილი სახელი **მუჰამად სალაჰ ად-დინ ალ-ჰალიმ ზაიდან** ინგლ.: Mohamed Salah al-Din al-Halim Zaidan]; დაბ. 1960/63).

<sup>4</sup> **უსამა ბინ მუჰამად ბინ ავად ბინ ლადინი/ლადენი** (არაბ.: **أسامة بن محمد بن عوض بن لادن**; ინგლ.: Usama bin Mohammed bin Awad bin Laden; დაბ. 1957 წლის 10 მარტს, არ-რიადში (საუდის არაბეთი), მოკლულია 2011 წლის 2 მაისს, აბოთაბადში (პაკისტანი)). N 1 საერთაშორისო ტერორისტი, ისლამისტური ტერორისტული ორგანიზაცია „ალ-კაიდას“ დამაარსებელი, რომელმაც აიღო პასუხისმგებლობა 2001 წლის 11 სექტემბრის ტერაქტებზე აშშ-ში, 1998 წელს აფრიკაში აშშ-ს საელჩოების აფეთქებაში და სხვა არაერთ თავდასხმაში სამხედრო და სამოქალაქო სამიზნეებზე მთელ მსოფლიოში. წარმოშობით იყო მდიდარი ოჯახიდან, რომელიც ეკუთვნოდა იემენურ ტომ ქინდას.

ტერორისტაცია. ალ-ბაღდადი შეურაცხყოფდა მუსლიმებს და იგონებდა საშინელ სასჯელებს. ქალებს, რომლებიც ბრალდებულნი იყვნენ ღალატში ქვებით ქოლავდნენ, ქურდებს კიდურებს აჭრიდნენ, ხოლო მამაკაცებს, ვიცნ ბოევიკებს ეწინააღმდეგებოდა თავებს კვეთდნენ. ამ შუასაუკუნოვანი სასჯელების ტრანსლირებით „დაიშმა“ შოკში ჩააგდო მთელი მსოფლიო (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.).

იორდანიელი მფრინავი ცოცხლად დაწვეს. მამაკაცებს, რომლებიც ჯაშუშობაში იყვნენ მხილებული, ახრჩობდნენ გალიებში, ხოლო წყალქვეშა კამერები იღებდნენ მათ ბოლო ამოსუნთქვას. სხვები, დანაწევრებული იყვნენ ტანკ T-55-ის მუხლუბოებით, ან ფეხებით დაკიდებულნი და ისე ფატრავდნენ როგორც ცხოველებს სასაკლაოზე.

მაგრამ ამ საშინელებებთან ერთად დაჯგუფება ახორციელებდა სახელწმიფო მართვის სხვადასხვა სერვისს, რომელსაც არავინ აღიარებდა. „ისლამური სახელმწიფო“ აგროვებდა გადასახადებს და ყურადღებას აქცევდა ნარჩენების გატანას. დაქორწინებულ წყვილებს აძლევდნენ ქორწინების მოწმობას. როცა ასეთი კავშირების შედეგად იბადებოდნენ ბავშვები, მათი წონა დაბადების მოწმობაში რეგისტრირდებოდა.

„დაიშმა“ ასევე ჰქონდა საკუთარი „ავტოსატრანსპორტო დეპარტამენტი“ (Department of Motor Vehicles, DMV), რომელიც გასცემდა მართვის მოწმობებს.

„ისლამური სახელმწიფოს“ ბოევიკები, რომლებიც ცდილობდნენ შუასაუკუნოებრივი თეოკრატიის აღდგენას, ინტერნეტს იყენებდნენ ათასობით თავიანთ მიმდევართან დასაკავშირებლად, რათა მათ ეგრძნოთ საკუთარი თავი სახალიფოს ვირტუალურ მოქალაქეებად. ჯიჰადისტების გზავნილი ბევრმა ჩათვალა გამხნევეებად, იმოქმედონ მისი სახელით სადაც უნდათ. ამან საშუალება მისცა „დაიშმა“ გაეზარდა თავისი დისტანციური მომაკვდინებელი იერიშები იმ პირების მეშვეობით, რომლებიც არასდროს ყოფილან საწვრთნელ ბანაკებში.

აქედან გამომდინარე, „დაიშმა“ პასუხისმგებელია ათასობით ადამიანის სიკვდილზე მთელ მსოფლიოში. კორპორაციულ ზეიმზე სროლა სან-ბერნარდინოში (კალიფორნია), საშობაო ბაზრობაზე თავდასხმა გერმანიაში. სატვირთოთი თავდასხმა ნიცაში, საფრანგეთში. თვითმკვლელთა ტერაქტები ალდგომას, შრი-ლანკას ეკლესიებში. ხშირად თავდამსხმელები ტოვებდნენ წერილებს, პოსტებს სოციალურ ქსელებში ან ვიდეორგოლებს, რომლებშიც ალ-ბაღდადს ეფიცებოდნენ.

„ალ-ბაღდადიმ შეასრულა საკვანძო როლი „დაიშმის“ პროექტის გახმოვანებაში, რამაც გამოიწვია შთამბეჭდავი რეზონანსი მოწყვლად ადამიანებში მთელ მსოფლიოში“, ამბობდა ჯოშუა ჰელცერი (Joshua Geltzer).<sup>5</sup> პენტაგონის ჩანაწერები მიუთითებს, რომ ალ-ბაღდადი გათავისუფლდა 2004 წლის ბოლოს, რაც გახდა სადაზვერვო მონაცემების ჩავარდნის მიზეზი. „ძნელი წარმოსადგენია, რომ მაშინ გვექნებოდა ბროლის ბურთი, რომელიც გვეტყოდა,

<sup>5</sup> ჯოშუა ჰელცერი (ინგლ.: Joshua Geltzer) - ამერიკელი იურისტი, უსაფრთხოების ექსპერტი. 2015–2017 წლებში აშშ-ის ეროვნული უშიშროების საბჭოს (ინგლ.: National Security Council) ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლის განყოფილების დირექტორი.

რომ ის გახდებოდა „დაიშის“ ლიდერი“, განუცხადა The Times-ს პენტაგონის წარმომადგენელმა. რამდენიმე წელს ის გამქრალი იყო თვალთახედვის არიდან.

2009 წელს კი, ტერორისტების კონსპირაციულ ბინაში აღმოაჩინეს სამალავი და დაჯგუფების დოკუმენტებში წააწყდნენ სახელს – აბუ დუა. „მისი გავლენა ტერორისტულ დაჯგუფებაში გახდა ნათელი რამდენიმე თვის შემდეგ, რაც უსაფრთხოების ძალებმა დააკავეს მაღალი რანგის მემბოხეთა ლიდერი“, განაცხადა აბუ ალი ალ-ბასრიმ (Abu Ali al-Basri), ერაყის დაზვერვის დირექტორმა.

საკონტროლო გამშვებ პუნქტზე ბაღდადში, 2010 წელს, ერაყელმა ძალოვნებმა დააკავეს მანაფ არ-რავი (Manaf al-Rawi), რომელიც იყო ამერიკელი მენარდის, ნიკ ბერგის (Nick Berg) ჯალათი, რომლის სიკვდილით დასჯის ვიდეო განთავსებული იყო ინტერნეტში. დაკითხვაზე არ-რავიმ აბუ დუას უწოდა დაჯგუფების ერთ-ერთი კოორდინატორი, რომელსაც ევალეზოდა საიდუმლო შეტყობინებების გადაცემა.

„მე პირდაპირ ვაცნობე პრემიერს სამი ადამიანის სახელი, რომლებიც ჩავთვალეთ მნიშვნელოვნად არ-რავის დაკითხვის საფუძველზე“, განაცხადა ალ-ბასრიმ, „მათ შორის იყო ალ-ბაღდადი“. ამის შემდეგ 2010 წლის მაისში, მემბოხეებმა გამოაცხადეს თავისი ახალი ლიდერის შესახებ. ეს იყო აბუ დუა, რომელიც წარსდგა მსოფლიოს წინაშე როგორც აბუ

ბაქრ ალ-ბაღდადი. ახალი ფსევდონიმის მნიშვნელობა არ გამორჩენია ყურადღებიდან მის მიმდევრებს: აბუ ბაქრი, წინასწარმეტყველ მუჰამადის<sup>6</sup> სიმამრის და პირველი მართლმორწმუნე ხალიფას (573–634 წწ.) სახელია, რომელსაც მიაწერენ, წინასწარმეტყველის გარდაცვალების შემდეგ, ისლამის გავრცელებას არაბეთში.

მომდევნო სამი წლის განმავლობაში, ალ-ბასრის აგენტები ნადირობდნენ ალ-ბაღდადზე და მინიმუმ ექვსი მცდელობა იყო მისი დაკავების. ერთხელ თუბსის მეჩეთთან, სადაც მისი ხმა მოუწოდებდა ლოცვისკენ, მოაწყვეს ჩასაფრება, მაგრამ რაღაცნაირად მან მოახერხა გაპარვა. „იმ მომენტში მას უმართლებდა, იყო ჭკვიანი“, აცხადებდა ალ-ბასრი და მასთან ყოველი მიახლოებისას ალ-ბაღდადი სულ უფრო წინდახედული, სულ უფრო საკუთარ უსაფრთხოებაზე ფიქრით და უნდობლობით სავსე ხდებოდა.

ალ-ბაღდადი არ იყენებდა მობილურ ტელეფონს და ეყრდნობოდა უშუალოდ გადაცემულ შეტყობინებებს. 2014 წელს, როცა ის ავიდა მარმარილოს კათედრაზე მოსულში, რომ გამოეცხადებინა სახალიფოს შექმნა, პირველად გამოჩნდა ვიდეოში მისი სახე. ალ-ბაღდადის განდევილობის გამო ბევრი საინფორმაციო სააგენტო ავრცელებდა ხმებს მისი გარდაცვალების შესახებ, რაც ტყუილი იყო ყოველ

<sup>6</sup> წინასწარმეტყველი მუჰამადი (არაბ. مُحَمَّد; ტანსლიტ.: მუჰამად; ინგლ.: Muhammad; დაბ. 570/571 წ. ქ. მექა (ალ-მაქა) – გარდ. 632 წ. ქ. მედინა (მადინა)) – არაბი რელიგიური, პოლიტიკური და საზოგადო მოღვაწე, ისლამის ფუძემდებელი. ისლამური დოქტრინის თანახმად იყო წინასწარმეტყველი, ანუ არაბულად – ნაბი არაბ.: نبي; ინგლ. Prophet; რუს.: Пророк] და მოციქული, ანუ არაბულად – რასულ არაბ.: رسول; ინგლ.: The Messenger of God; რუს.: Посланник Бога]; ღმერთის – ალაჰის არაბ.: الله; ალ-ლაჰ] მიერ არჩეული ადამიანი, წმინდა წერილის გადასაცემად და ალაჰის მიერ ზემთაგონებული, ადამის, აბრაამის, მოსეს, იესოს და სხვა წინასწარმეტყველთა მონოთეისტური სწავლების ქადაგებისთვის.

ჯერზე, როცა ის გამოჩნდებოდა აუდიო-ან ვიდეო-ჩანაწერებში.

ქალაქის დაპყრობა, რაოდენ გასაკვირიც უნდა იყოს, ძალიან სწრაფად მოხდა მიუხედავად იმისა, რომ ამერიკელების მიერ შექმნილი ერაყის ეროვნული არმიის და პოლიციის ქვედანაყოფები კარგად იყვნენ აღჭურვილნი. მთელი ეს სამხედრო შეიარაღება და მძიმე ტექნიკა, მიატოვა ქალაქიდან გაქცეულმა ერაყის არმიამ. ამასთანავე, დაპყრობილი ქალაქების ბანკებში ტერორისტებმა მილიარდობით აშშ დოლარი იპოვეს. სწორედ ამ ფულმა შეასრულა მნიშვნელოვანი როლი მრავალათასიანი „დაიშის“ არმიის ჩამოყალიბებაში, რომლებსაც შეუერთდნენ რადიკალიზებული მუსლიმები მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნიდან და რეგიონიდან, აზიიდან, კავკასიიდან და ევროპიდან (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.).

მოსულის დაპყრობის შემდეგ, დაეცა სირიასთან მოსაზღვრე ერაყული ქალაქები. როგორც ლიბანელი ჟურნალისტი ვადიჰ ალ-ჰაიქი<sup>7</sup> წერს, ამ გამარჯვებების არქიტექტორი ყოფილა, საქართველოს მოქალაქე, თარხან ბათირაშვილი, იგივე აბუ უმარ ალ-შიშანი.

ISIS-ის არმია შევიდა სირიის ნავთობით მდიდარ რეგიონში დაირ აზ-ზურში და გააგრძელა გამარჯვების მარში ქალაქ არ-რაკამდე. 2014 წელს დაპყრობილი არ-რაკა გამოცხადდა სახალიფოს დედაქალაქად. სირიის სიდიდით მეექვსე საერო ქალაქი პირდაპირ ჩავარდა შუა საუკუნეებში: ქალებს ეკრძალებოდათ მამაკაცის გარეშე ქუჩაში გასვლა, ასევე აუცილებელი იყო ეტარებინათ ბურკა,<sup>8</sup> სასტიკად აიკრძალა მოწვევა და ალკოჰოლის მიღება, ქალაქში გაიხსნა მონების ბაზარი – ძირითადად ეზიდების, ერაყიდან. საჯარო სიკვდილით დასჯა ... თურმე თხეზსაც აცმევდნენ შავ გადასაფარებელს, რომელიც მალავდა ჯიქანს – რათა „დაიშის“ მებრძოლებს უხერხულად არ ეგრძნოთ თავი.

ISIS-ის პოპულარობის ზრდას ხელი შეუწყო სირიელი ბოევნიკების შემოდინებამ, რომლებიც „დაიშში“ შესვლამდე იყვნენ ციხეებში. როცა სირიაში სამოქალაქო ომი დაიწყო, ეს საშიში ტერორისტები გამოუშვეს და მალე ისინი აღმოჩნდნენ საერო ოპოზიციის კონტროლირებად რაიონებში, რომელიც მალევე გადაიზარდა ალტერნატიულ ისლამისტურ წინააღმდეგობაში, რაც ალ-ასადის რეჟიმსაც სავსებით აწყობდა: ამიერიდან მსოფლიოს თვალში

<sup>7</sup> ვადიჰ ალ-ჰაიქი (ინგლ.: Wadih El Hayek) – ლიბანელი ჟურნალისტი, მუშაობდა სირიაში ფრონტის ხაზზე, აშუქებდა მოვლენებს CNN-ის, BBC-ის, Al-Jazeera-სთვის, ასევე მუშაობდა სხვა „ცხელ წერტილებში“: ლიბანში, ეგვიპტეში, ლიბიაში, მაიდანზე კიევში.

<sup>8</sup> ბურკა (არაბ.: **حجاب**; ტრანსლიტ.: ბურკა; ინგლ.: Burqa; ასევე ცნობილი, როგორც „ჩადრი“ ავღანეთში, ან „ფარანჯა“ ცენტრალურ აზიაში) – ქალის ზედა ტანსაცმელი, რომელიც ფარავს მთლიან სხეულსა და სახეს. ზემოხსენებული ტერმინები ხშირად ასოცირდებიან ნიკაბთან (არაბ.: **نقاب**) – ვული (ფარდა) სახისთვის, რომელიც ტოვებს თვალს ღიად, როცა ამ დროს ბურკა/ფარანჯა სრულიად ფარავს სხეულს თავიდან ფეხებამდე და აძლევს საშუალებას ქალს ხედავდეს მხოლოდ ბადის მემკვიდრით. ბურკა ასევე არ უნდა აგვერიოს ჰიჯაბში (არაბ.: **حجاب**; სიტყვასიტყვით – საფარი, წინაღობა) რომელიც ისლამში არის ქალის ტრადიციული თავსაბურავი, სადაც სახე დაუფარავად რჩება. ბურკა და სხვა სახის ტანსაცმელი, რომლებიც ფარავს სახეს, დადასტურებულია ისლამამდელი პერიოდიდან, განსაკუთრებით პუშთუს და არაბ ქალებში. ამავდროულად, სახის დაფარვა ისლამის თანახმად, სავალდებულო რელიგიურ მოთხოვნად არ ითვლება.

ბაშარ ალ-ასადი<sup>9</sup> ოპოზიციას და სამოქალაქო აქტივისტებს კი არ ებრძოდა, რომლებიც ითხოვდნენ პოლიტიკური უფლებების მინიჭებას და სიტყვის გამოხატვის თავისუფლებას, არამედ სასტიკ ტერორისტებს. ამან კი სავალალო შედეგი იქონია სირიის რევოლუციისათვის: სამოქალაქო წინააღმდეგობა, რომელიც ესესა აიღებდა ხელისუფლებას ხელში, ჩახშობილ იქნა, როცა თამაშში შევიდა „დაიში“ - იგი აღმოჩნდა საშინელი მეტოქე და რამდენიმე ქვეყანას მრავალი წელი მოუწია ბრძოლა, რომ 2019 წელს გამოეცხადებინათ გამარჯვება ტერორისტებზე (El-Hayek, W. (2019, October 30). Enemy number one.).

ბარაკ ობამას<sup>10</sup> ადმინისტრაციაში მომუშავე ამერიკის ოფიციალური პირები, ამბობდნენ, რომ 2014, 2015 და 2016 წლებში არ ყოფილა შემთხვევა, როცა ისინი თვლიდნენ, რომ აქვთ უტყუარი ინფორმაცია ალ-ბაღდადის ადგილსამყოფელის შესახებ, მიუხედავად იმისა, რომ ბევრი სხვა მაღალი რანგის „დაიშის“ წევრი აღმოჩენილი და მოკლული იყო, მათ შორის „N 2 ალ-ბაღდადი“ ანუ **აბუ მუჰამად აშ-შამი**.<sup>11</sup>

მაგრამ ბინ ლადინისგან განსხვავებით ალ-ბაღდადი არ იყო განდევნილი. ბინ ლადინი სამყაროს ემალებოდა პაკისტანის კედლებში, რომ ვერ აღმოეჩინათ და მოქმედებდა როგორც დისტანციური მენეჯერი. ალ-ბაღდადი კი პირიქით, ღებულობდა

უშუალო მონაწილეობას თავისი ჯგუფის ყველაზე ცნობილ ბოროტულ კამპანიებში, მათ შორის ქალეზის ორგანიზებულ გაუპატიურებაში, რომლებსაც ურწმუნობად თვლიდნენ (Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48.).

ერთ-ერთი იყო 15 წლის გოგონა „დ“, რომელიც მოიტაცეს სხვა ეზიდ ქალებთან ერთად სინჯარის ოლქის (ნაინავას პროვინცია) მთის ძირში მდებარე სოფლიდან, რამდენიმე კვირის შემდეგ, რაც სახალიფო გამოცხადდა. გაქცევის შემდეგ ინტერვიუში მან ითხოვა, მისი სახელი არ გაესაჯაროვებინათ და აღწერა, თუ როგორ მიიყვანეს ქალები და გოგონები არ-რაკაში შენობაში საჩვენებელ ადგილას, რომელიც იყო იმ მამაკაცებისთვის, ვისაც მათი დაჩაგვრა სურდათ.

მისი სიტყვებით, პირველი იყო ალ-ბაღდადი და ეს ინფორმაცია დაადასტურეს სხვა გოგონებმაც: „მე მაშინვე შევამჩნიე, რომ ის მნიშვნელოვანი ფიგურა იყო, ყველა ადგა, როცა ის შემოვიდა“. ისინი გადაწყვედათ სახლიდან სახლში, და ბოლოს აღმოჩნდნენ იმ ვილაში, სადაც იმყოფებოდა დატყვევებული ამერიკელი უფლებადამცველი და ჰუმანიტარი 26 წლის კაილა მიულერი (Kayla Jean Mueller; 1988–2015 წწ.) პრესკოტიდან, არიზონას შტატიდან.

<sup>9</sup> **ბაშარ ალ-ასადი** (ინგლ.: Bashar Hafez al-Assad; არაბ.: **بشار حافظ الأسد**; დაბ. 1965; სირიის დიქტატორი, პრეზიდენტი (17.07.2000–08.12.2024), მარშალი და „არაბთა სოციალისტური ბაასის პარტიის – სირიის რეგიონის“ (ინგლ.: Arab Socialist Ba'ath Party-Syria Region) მდივანი. 2021 წ. 26 მაისს, ბოლო, მსოფლიო საზოგადოების მიერ არაღიარებულ და არალეგიტიმურ საპრეზიდენტო არჩევნებში, ქვეყანაში არსებული მდგომარეობის გამო, მიიღო 13,540,860 ამომრჩევლის ხმა (95,19%). მისი რეჟიმი არსებობდა ძირითადად რუსეთის და ირანის მხარდაჭერით).

<sup>10</sup> **ბარაკ ჰუსეინ ობამა II** (ინგლ.: Barack Hussein Obama II; დაბ. 1961) - ამერიკელი იურისტი და პოლიტიკოსი-დემოკრატი. პირველი აფრო-ამერიკელი, რომელიც აშშ-ის პრეზიდენტად აირჩიეს (44-ე პრეზიდენტი 2009–2017 წლებში). პრეზიდენტობამდე, წარმოადგენდა ილინოისის შტატს აშშ-ის სენატში 2005–2008 წლებში.

<sup>11</sup> **აბუ მუჰამად ალ-ადნანი აშ-შამი** (არაბ.: **أبو محمد العنناني الشامي**; ინგლ.: Abu Muhammad al-Adnani al-Shami), იგივე **ტაჰა სუბჰი ფალაჰა** (არაბ.: **طه صبحي فلاحة**; ინგლ.: Taha Subhi Falaha; დაბ. 1977, მოკლული 2016 წლის 30 აგვისტოს), იყო ISIS-ის ერთ-ერთი მეთაური და მისი პრესსპიკერი.

გადარჩენილების მოყოლით, ყველანი გააუპატიურა ალ-ბაღდადი, მიუღწერის ჩათვლით, რაც დაადასტურეს ოფიციალურმა პირებმა და მიუღწერის დედამ.

ერთხელ, 2014 წლის აგვისტოში, „დ“ ალ-ბაღდადისთან გამოიძახეს. გოგონას ეშინოდა, რომ მას კვლავ გააუპატიურებდნენ და გაკვირვებული დარჩა, როცა იგი გაიყვანეს მისაღებ ოთახში და არა სადინებელში, სადაც ალ-ბაღდადი უთხრა მის გვერდით დამჯდარიყო. „მას ჰქონდა დიდი შავი ნოლუთბუკი“, იხსენებს „დ“, როცა მას ტერორისტმა აჩვენა ვიდეო, სადაც სიკვდილით დასაჯეს ამერიკელი ჟურნალისტი ჯეიმს ფოული (James Foley). „მან გვითხრა, რომ დღეს ეს ადამიანი მოვკალით“ და იცინოდა ჩვენ რეაქციაზე.

## 2. აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადის ლიკვიდაცია

**Last night, the United States brought the world's No 1 Terrorist Leader to justice ... Abu Bakr al-Baghdadi is dead – Donald John Trump**

(Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.)

როცა 2010 წელს აბუ ბაქრმა აიღო ISI-ის მმართველობის სადავეები, ცოტა ვინმემ თუ იცოდა ორგანიზაციის ახალი ლიდერის შესახებ. მაგრამ სულ რაღაც ოთხ წელიწადში ალ-ბაღდადიმ შეძლო დაქსაქსული მოძრაობა გადაეცია ყველაზე სისხლისმღვრელ ტერორისტულ ორგანიზაციად, რომე-

ლიც შემოვიდა საზოგადოებრივ აზროვნებაში „ისლამური სახელმწიფოს“ სახელით და რომელმაც მოიპოვა კონტროლი მრავალ ქალაქზე ერაყსა და სირიაში და გახდა შოკისმომგვრელი სისასტიკის განსახიერება (Warrick, J. 2019, October 27. Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48).

2019 წლის 27 ოქტომბერს ამერიკის პრესამ გააშუქა, რომ ალ-ბაღდადი სავარაუდოდ ლიკვიდირებულია. მართალია მასმედიაში პერიოდულად ვრცელდებოდა ინფორმაცია ტერორისტის გარდაცვალებაზე და ის ცოცხალი რჩებოდა, მაგრამ ინფორმაცია თეთრი სახლის ლიდერმა სპეციალურ პრესკონფერენციაზე დაადასტურა.

27 ოქტომბერს, აშშ-ის პრეზიდენტმა დონალდ ტრამპმა<sup>12</sup> ტელევიზიით გამოსვლისას განაცხადა, რომ „გასულ ღამეს აშშ-მა პასუხისმგებში მისცა ტერორისტების N 1 ლიდერი. აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი მკვდარია ... მისი დაკავება და მკვლელობა ჩემი ადმინისტრაციის პრიორიტეტი იყო. სახლიდან, რომელშიც ბაღდადი იყო, 11 ბავშვი უვნებლად გამოვიყვანეთ. მასთან ერთად დარჩა მისი 3 პატარა შვილი. მან თავი აიფეთქა და საკუთარი შვილებიც მოკლა. ის მოკვდა როგორც ძალი. ღმერთმა დალოცოს ამერიკა“ (Washington Post. 2019, October 27. President Trump's full announcement on the death of Abu Bakr al-Baghdadi).

უფრო ადრე, ტრამპმა დაწერა Twitter-ზე: „ეს- ეს არის რაღაც მნიშვნელოვანი მოხდა“ (Something very big has just happened! - Donald J.Trump

<sup>12</sup> დონალდ ჯონ ტრამპი (ინგლ.: Donald John Trump; დაბ. 1946) – ამერიკელი მილიარდერი ბიზნესმენი, მეწარმე, სახელმწიფო და პოლიტიკური მოღვაწე, აშშ-ის 45-ე პრეზიდენტი 2017–2021 წლებში და 47-ე მოქმედი პრეზიდენტი 2025 წლის 20 იანვრიდან.

(@realDonaldTrump) Twitter, October 27, 2019) და არ დააზუსტა ინფორმაცია, დაპირდა, რომ დილით გამოვა მნიშვნელოვანი განცხადებით (Griffiths, J., et al. (2019, October 28). Trump: ISIS leader Abu Bakr al-Baghdadi is dead.). თეთრი სახლის ლიდერის თქმით, ამ სპეცოპერაციით სამართლიანობა აღდგა. ტრამპმა აღნიშნა, რომ „როცა აბუ ბაქრს მისდევდნენ ამერიკული სამხედრო ძალები მიწისქვეშა გვირაბში, იგი „სლუკუნებდა, ტიროდა და ყვიროდა“, შემდეგ კი ალ-ბაღდადიმ სამ შვილთან ერთად თავი აიფეთქა ... თავზე ხელაღებული, რომელიც ასე ცდილობდა სხვების დაშინებას, თავისი ბოლო წუთები სრულ შიშში გაატარა, ტოტალურ პანიკაში, მიახლოებული ამერიკული ჯარების გამო“.

„ ... ბაღდადის სიკვდილი დემონსტრირებს ამერიკის მიერ ტერორისტი ლიდერების მუდმივ დევნას და ჩვენ მიმხრობას „დაიშის“ და სხვა ტერორისტული ორგანიზაციების საბოლოო და სრული დამარცხებისკენ. ჩვენი წვდომა დიდია. როგორც იცით, გასულ თვეში განვაცხადეთ, რომ მოკვალით ჰამზა ბინ ლადინი (Hamza bin Laden),<sup>13</sup> უსამა ბინ ლადინის სასტიკი შვილი, რომელიც ძალიან ცუდად მოიხსენიებდა ადამიანებს, ჩვენს ქვეყანას, მსოფლიოს. იგი იყო „ალ-კაიდას“ პირდაპირი მემკვიდრე. ტერორისტებს, რომლებიც ავიწროებდნენ და კლავდნენ უდანაშაულო ადამიანებს, არასდროს უნდა ეძინოთ მშვიდად, როცა იციან, რომ ჩვენ მათ გავანადგურებთ“ (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. 2019, October 27. ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.).

„ალ-ბაღდადი და ის „ლუზერები“, რომლებიც მუშაობდნენ მასზე უიღბლოები არიან, აზრზე არ იყვნენ რაში ეხვეოდნენ. ზოგიერთ შემთხვევაში ისინი დაბნეული ლეკვებივით იყვნენ. სხვა შემთხვევებში – ცივსისხლიანი მკვლელები. მაგრამ მათ ბევრი ადამიანი მოკლეს. მათ მიერ უდანაშაულო ამერიკელების მკვლელობა – ჯეიმს ფოულის (James Foley), სტივენ სოტლოფის (Steven Sotloff), პიტერ კესიჯის (Peter Kassig) და კაილა მიულერის (Kayla Mueller) განსაკუთრებით საზიზღარი იყო. შოკირებული გამომხატურება მოყვა იორდანელი მფრინავის მკვლელობას, კარგი ახალგაზრდა ადამიანის ... იგი ცოცხლად დაწვეს გალიაში საჯაროდ. ხოლო ქრისტიანების სიკვდილით დასჯა ლიბიასა და ეგვიპტეში, ეზიდების გენოციდურ მასობრივ მკვლელობას მიაწერენ „დაიშის“, ყველაზე გარყვნილ ორგანიზაციას ისტორიაში. იძულებითი მოქცევა რელიგიაში, ნარინჯისფერ ტანსაცმელში თავის მოკვეთით, ყველაფერი ეს გამოტანილ იქნა საჯაროდ: ეს იყო ყველაფერი რაც აბუ ბაქრს უნდოდა, რითაც ამყობდა. იგი იყო ავადმყოფი და გარყვნილი ადამიანი. ახლა ის აღარ არის. ბაღდადი იყო სასტიკი და უზნეო, და მოკვდა როგორც მშობარა, რომელიც ტი-როდა და გარბოდა“, აღნიშნა ამერიკის პრეზიდენტმა (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.). ტერორისტს აკვირდებოდნენ რამდენიმე კვირა და სამი რეიდი გადაიდო იმის გამო, რომ ინტენსიურად გადაადგილდებოდა (BBC News. 2019, October 28).

<sup>13</sup> ჰამზა ბინ ლადინი (ინგლ.: Hamza bin Laden, სრული სახელი Hamza bin Osama bin Mohammed bin 'Awad bin Laden; არაბ.: حمزة بن أسامة بن محمد بن عوض بن لادن; 1989 - 2019 წწ.), „ალ-კაიდას“ დაჯგუფების ლიდერის უსამა ბინ ლადების შვილი, რომელიც მისი გარდაცვალების შემდეგ გახდა მისი ლიდერი.

2019 წლის 26 ოქტომბერს, აშშ-ის ცენტრალური სარდლობის (U.S. Central Command, CENTCOM) სპეციალური ოპერაციების სპეცდანიშნულების I ოპერატიულმა ქვედანაყოფმა (1st Special Forces Operational Detachment - 1st SFOD-D), ცნობილმა როგორც Delta Force, ჩაატარა რეიდი რუსეთისა და თურქეთის კონტროლირებადი სივრცის გავლით, სირიის იდლიბის პროვინციაში, თურქეთის საზღვართან, ალ-ბადდადის დასაკავებლად.

დიდ ბრიტანეთში ბაზირებულმა „ადამიანის უფლებათა სირიის ობსერვატორიამ“ (Syrian Observatory for Human Rights, SOHR), თავის სირიულ წყაროებზე დაყრდნობით განაცხადა, რომ რეიდი განხორციელდა დაახლოებით 00:30 საათზე ადგილობრივი დროით, დასავლეთით მდებარე დასახლება ბარიშთან (ჰარიმის რაიონი) არსებული კომპლექსის ტერიტორიაზე, 300 მეტრში მთიან ადგილას, ალექოდან დასავლეთით 40 კილომეტრში, თურქული საზღვრის მხარეს.

აღნიშნული რაიონი ყოფილა „ალ-კაიდას“ დაჯგუფების უჯრედების აქტიურობის ადგილი, რომელიც კერძოდ მის ფილიალს HTS-ის ეკავა. SOHR-ის

თქმით აშშ-ის რვა სამხედრო ხომალდი ინტენსიურ ცეცხლს უშენდა მიზნებს ორი საათის განმავლობაში, იმავდროულად ხმის გამაძლიერებლებით არაბულ ენაზე მოუწოდებდა დანებებისკენ (Montoya-Galvez, C., & Linton, C. 2019, October 27. ISIS leader dead after U.S. commandos stage dramatic raid in Syria).

თუმცა სანამ დავუბრუნდებით ოპერაციის მსვლელობას, უნდა აღვნიშნოთ, რომ მედიაში გავრცელებულ ინფორმაციას რომ აბუ ბაქრი ბარიშაში იმალებოდა „ალ-კაიდასთან“ ასოცირებულ დაჯგუფება HTS-ის სახლში, ვერ ადასტურებს ზოგიერთი წყარო.

HTS,<sup>14</sup> რომელიც აკონტროლებდა იდლიბის პროვინციის ბევრ რაიონს (Center for Strategic and International Studies. (2025, October 10).), არ იყო წარმოდგენილი ბარიშას დასახლებაში, რომელიც სინამდვილეში ყოფილა ფრანგული ბატალიონის – „ჰურას ად-დინის“ (HaD) შტაბ-ბინა (Counter Extremism Project. (2025, October 10).), სენეგალური წარმოშობის, ნიცასთან ახლოს გაზრდილი ტერორისტი ომარ ომსენის (Omar Omsen, იგივე ომარ დიაბი

<sup>14</sup> „ჰაიათ თაჰრირ აშ-შამი“ (არაბ.: هيئة تحرير الشام; „ლევანტის/შამის გათავისუფლების ორგანიზაცია“; ინგლ.: Organization for the Liberation of the Levant/Hay'at Tahrir al-Sham ან HTS), ისლამისტური შეიარაღებული დაჯგუფება, რომლის ისტორია იწყება სირიის სამოქალაქო ომის დაწყებიდან და ყოველთვის რჩებოდა საშიშ ოპოზიციურ ძალად ასადის რეჟიმისთვის და დაკავშირებული იყო „დაიშის“ დამფუძნებელთან. ერთი პერიოდი ის იყო ლოკალიზებული ტერორისტული დაჯგუფება, რომელიც ინარჩუნებდა სალაფიტურ-ჯიჰადისტურ იდეოლოგიას, მიუხედავად მისი საჯარო გამოყოფისა „ალ-კაიდასაგან“ 2017 წელს. HTS შეიქმნა 2017 წლის 28 იანვარს, Jabhat Fatah al-Sham-ის (ყოფილი al-Nusra Front) რებრენდინგის შედეგად, რომელიც გაერთიანდა რამდენიმე ჯგუფთან ერთად: Harakat Nour al-Din al-Zinki, Liwa al-Haq, Jaysh al-Sunna და Jabhat Ansar al-Din-ი.

სირიაში 13 – წლიანი დამანგრეველი სამოქალაქო ომის შემდეგ, 2024 წლის 8 დეკემბერს, ბაშარ ალ-ასადის რეჟიმი დაემხო გააფთრებული შეტევის შედეგად, რომელსაც მეთაურობდა ზემოხსენებული მეამბოხე დაჯგუფება HTS-ის სავლე მეთაური, აჰმად ჰუსეინ აშ-შარაა (არაბ.: احمد حسي الشراة; ინგლ.: Ahmed Hussein al-Sharaa), იგივე აბუ მუჰამად ალ-ჯულანი (არაბ.: ابو محمد الجولاني; ინგლ.: Abu Mohammad Al-Julani/al-Golani/al-Jawlani, ნამდვილი სახელი „ალ-ჯულანი“ ფსევდონიმი კი მიუთითებს, რომ ოჯახი წარმოშობით ოკუპირებული გოლანის მაღლობებიდან იყო არაბ. „ჰადბათულ-ჯავლან“; ინგლ.: Golan Heights) – ამჟამად სირიელი პოლიტიკოსი და სირიის პრეზიდენტი 2025 წლის 29 იანვრიდან. ალ-ჯულანიმ საკვანძო როლი ითამაშა ასადის რეჟიმის ჩამოგდებასა და სირიის გარდამავალი მთავრობის (Syrian transitional government) შექმნაში.

Omar Diaby)) ხელმძღვანელობით.<sup>15</sup> სხვა მონაცემებით, ფრანგი ტერორისტი მოხსენიებულია, როგორც „ალ-კაიდასთან“ დაკავშირებული ორგანიზაცია Firqat al-Ghuraba-ს დამაარსებელი და ლიდერი. Middle East Eye-ის მიხედვით, აბუ ბაქრის ლიკვიდაციიდან ერთი წლის შემდეგ, ფრანგი დაუკავებია HTS-ის, იდლიბში ჩატარებული რეიდების მსვლელობისას 2020 წლის აგვისტოში.

2013 წელს ის გაემგზავრა სირიაში და შეუერთდა სხვა ფრანგებს და ბელგიელებს, რომლებიც იბრძოდნენ „ალ-კაიდას“ მოკავშირე „ან-ნუსრას ფრონტთან“ ერთად. ტერორისტი ეწეოდა უცხოელი ბოევიკების გადამზრებას სირიაში ევროპიდან. ოსმენი აშშ-მა ტერორისტად აღიარა და განაცხადა, რომ მისი პროპაგანდისტული ვიდეოები „ითვლება მთავარ მიზეზად იმისა, რომ ასე ბევრი ფრანგი შეუერთდა სირიაში ბოევიკებს“ (Hooper, S., & al-Aswad, H. (2020, August 31). Notorious French militant leader arrested by HTS in Syria's Idlib.).

როგორც ამბობს მკვლევარი ორვა აჯუბი (Orwa Ajjoub), HaD-ს არაერთხელ ჰქონდა დამაბულობა HTS-სთან, მაგრამ ძირითადად თავს არიდებდა შეიარაღებულ დაპირისპირებას მასთან და შემოიფარგლებოდა კამპანიებით მედიაში. მიუხედავად

HTS-სთან დამაბულობის ურთიერთობებისა, HaD-ის სარგებლობდა პატივისცემით HTS-ის წევრებს შორის. დაჯგუფება ასევე უარყოფდა კონფლიქტებს სხვა დაჯგუფებებთან, ხოლო ბოლო უსიამოვნება HTS-თან მოუვიდა 2020 წლის 17-26 ივნისს (Ajjoub, O. (2020, May 20). Will Hayat Tahrir al-Sham destroy al-Qaeda in Syria?).

პენტაგონის ოფიციალური ვერსიით, ალ-ბაღდადის აყვანისას, ამერიკელებს „მცირე წინააღმდეგობა შეხვდათ“. კარგად შეიარაღებული HTS-ი რომ ყოფილიყო ბარიშაში, მათი ტექნიკური შესაძლებლობებიდან გამომდინარე, ძლიერ წინააღმდეგობას გაუწევდნენ ამერიკელებს. მაგრამ ის ფაქტი, რომ HTS არ იყო ბარიშაში, არ ნიშნავს, რომ მათმა ლიდერებმა არ იცოდნენ სად იმყოფებოდა აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი. ადგილზე მყოფი მიმომხილველები დარწმუნებულები არიან, რომ HTS-ის ლიდერმა აბუ მუჰამად ალ-ჯულანიმ (ანუ აჰმად ჰუსაინ აშ-შარაამ) გადასცა ინფორმაცია „დაიშის“ ლიდერზე თურქეთის სპეცსამსახურებს, რომლებმაც თავის მხრივ ეს ინფორმაცია მიაწოდეს ამერიკელებს (ტყუილად ხომ არ გადაუხდოდა ტრამპი მადლობას თურქეთის მხარეს დახმარებისთვის). (El-Hayek, W. (2019, October 30). Enemy number one.).

<sup>15</sup> „თანზიმ ჰურას ად-დინ“ (არაბ.: تنظيم حراس الدين; სიტყვასიტყვით „რელიგიის გუშაგთა ორგანიზაცია“; ინგლ.: Guardians of Religion Organization ან Hurras al-Din (HaD) ტერორისტული, სალაფიტურ-ჯიჰადისტური, პანისლამისტური, „ალ-კაიდასთან“ დაკავშირებული დაჯგუფება და სირიის სამოქალაქო ომის მონაწილე. HaD-ი ჩამოყალიბდა 2018 წლის 27 თებერვალს, სირიული რადიკალური დაჯგუფებების შერწყმის შედეგად, თუმცა 700-2500 წევრიდან ნახევარი უცხოელი იყო. მისი ხელმძღვანელობა დაყოფილი იყო ორ იდეოლოგიური მიმდინარეობად, მაგრამ ორივე თვლიდა „ალ-კაიდას“ ლიდერს, აიმან მუჰამად რაბი აზ-ზავაჰირის (არაბ.: أيمن محمد ربيع الظواهري; ინგლ.: Ayman Mohammed Rabie al-Zawahiri; 1951-2022 წწ.) თავის მთავარ იდეოლოგად და ლიდერად. დაჯგუფების ლიდერად მოხსენიებული იყო სამირ აბდ ალ-ლატიფ ჰიჯაზი (ინგლ.: Samir Abdel Latif Hijazi), იგივე აბუ ჰუმამ აშ-შამი (ინგლ.: Abu Humam al-Shami) ან ფარუკ ას-სური (ინგლ.: Faruq al-Suri), რომელიც მანამდე იყო HTS-ის წევრი და უფრო ადრე „ალ-კაიდას“ სირიის ფილიალის Jabhat al-Nusra-ს სამხედრო მეთაური 2013–2016 წლებში. 2020 წლის ბოლოს HTS-თან სრულმასშტაბიანი კონფლიქტის შემდეგ, მან დიდი დანაკარგი განიცადა და შემდგომში განდევნილ იქნა იდლიბიდან. ხოლო, 2025 წლის დასაწყისში, ასადის რეჟიმის დამხობიდან რამდენიმე თვეში, ჯგუფმა გამოაცხადა თვითდაშლის შესახებ.

საინტერესოა ასევე შემდეგი ფაქტიც: როგორც წერს ამერიკელი ჟურნალისტი რუკმინი კალიმაჩი (Rukmini Callimachi), 2019 წლის ოქტომბერში, „დაიშის“ ქვითრების წიგნაკზე დაყრდნობით, რომელიც აღმოაჩინეს ამერიკული დაზვერვის ყოფილი თანამშრომლის ასად აღმოჰამადის (Asaad Almoammad) თანამებრძოლებმა, გახდა ცნობილი, რომ ალ-ბაღდადი HaD-ის ბოევიკებს უხდიდა გარკვეულ თანხებს, ხელფასს, მისი დამალვის, დაცვითი აღჭურვილობის, კავშირგაბმულობის, ტრანსპორტის უზრუნველყოფისათვის.

ქვითრების მიხედვით, „დაიშმა“ 2017 წლის დასაწყისიდან 2018 წლის შუა პერიოდამდე გადაიხადა \$ 67000, მათ შორის \$ 7000, 2018 წლის გაზაფხულს გამოწერილ ქვითარზე, აზ-ზურის პროვინციიდან „დაიშის“ ბოევიკებისათვის ბაზის მომზადებისთვის. აღნიშნული იძლევა იმის საფუძველს, რომ ვივარაუდოთ HaD-ის ბოევიკები ეხმარებოდნენ ISIS-ის წევრებს რეგიონიდან გაქცევაში, ქართული ქვედანაყოფების შეტევამდე.

გულმოდგინედ შედგენილი „დაიშის“ ბუღალტრული აღრიცხვის ქვითრები, აჩვენებს, რომ „დაიში“ უხდიდა ფულს „ალ-კაიდას“ ფილიალ HaD-ის, თავის მოწინააღმდეგეს. შედეგად, როცა კონკურენტი დაჯგუფება იცავდა ალ-ბაღდადის, საბოლოოდ მას უღალატა ნდობით აღჭურვილმა პირმა.

კალიმაჩის სტატიის პუბლიკაციის შემდეგ წარმოიშვა კითხვები იმ დოკუმენტების ნამდვილობაზე, რომელსაც იგი დაეყრდნო. სირიისა და ერაყის ომების, IS-ის საკითხების ცნობილმა დამოუკიდებელმა მკვლევარმა აიმან ჯავად ათ-თამიმიმ (Aymenn Jawad Al-Tamimi) შეისწავლა ქვითრები და

აღნიშნა, რომ ისინი არ ჩანს ყალბი, თუმცა ასევე ივარაუდა, რომ 2018 წლის მარტ-ივლისის პერიოდის გარდა ზოგიერთი ქვითარი იყო გაყალბებული. ყოველ შემთხვევაში აბუ ბაქრის მიერ სხვა ტერორისტული ორგანიზაციისათვის თანხის გადახდის ფაქტი ძალიან უჩვეულო და საინტერესოა.

ამას გარდა, ათ-თამიმმი და აღმოჰამადი, რომელმაც დოკუმენტები წარმოადგინა, არიან George Washington University-ის ექსტრემიზმის პროგრამის მეცნიერი თანამშრომლები. ათ-თამიმმის მიხედვით, ჩანაწერები არ აჩვენებს ორგანიზაციულ დონეზე ჯგუფებს შორის კავშირს. HaD-ის თებერვალის განცხადებაში აღნიშნულია მოწოდება, რომ ორგანიზაციის წევრებმა თავი უნდა აარიდონ „დაიშთან“ ურთიერთობას, ხოლო „დაიშის“ 2018 წლის აპრილის ყოველკვირეული საინფორმაციო ბიულეტენის მიხედვით, „ჰურას ად-დინის“ წევრები უნდა განკვეთონ. მაგრამ თუ დოკუმენტები ნამდვილია, მაშინ ეს აჩვენებს საიდუმლო არხის არსებობას, რომლის მეშვეობითაც „დაიშიდან“ თანხები ირიცხებოდა „ჰურას ად-დინში“ (Callimachi, R. (2020, December 18). ISIS leader paid rival for protection but was betrayed by his own.).

ამერიკელებმა ალ-ბაღდადის მკვლელობის ოპერაციას უწოდეს კოდური სახელი Operation Kayla Mueller-ი, ზემოხსენებული ამერიკელი უფლებადამცველი კაილა მიულერის პატივსაცემად, რომელიც „დაიშმა“ მოკლა (Duster, C. (2019, October 27). The Baghdadi raid was named after ISIS victim Kayla Mueller).

BBC-ის ახლო აღმოსავლეთის კორესპონდენტი ტომ ბეიტმანი (Tom Bateman), სირია-თურქეთის

საზღვარზე, აკაკალედან<sup>16</sup> გადმოსცემდა, რომ ბარის მცხოვრებმა აღწერა შაბათ საღამოს ჩატარებული სამხედრო ოპერაცია. მან განაცხადა, რომ თავდაპირველად 30 წუთის განმავლობაში მიმდინარეობდა უწყვეტი დაცხრილვა ვერტმფრენებიდან. შემდეგ წავიდა სპეცდანიშნულების რაზმი. ვერტმფრენებით ბომბავდნენ ორ სახლს, რომელთაგან ერთ-ერთი მიწასთან გაასწორეს (BBC News Russian. (2019, October 27)).

ადგილობრივმა წყაროებმა აცნობეს თურქეთის სამთავრობო სააგენტო Anadolu-ს, რომ ოპერაცია ჩატარდა 2 დრონის, 8 ვერტმფრენისა და სახმელეთო ქვედანაყოფების მეშვეობით. ღამით გადმოსხმულ იქნა დესანტი. აქტიური შეტაკებები 2,5 საათს გრძელდებოდა, ხოლო მთლიანად ოპერაციამ 4 საათს გასტანა. ვერტმფრენებს დახვდნენ არტილერიის ცეცხლით, როცა ისინი მიუახლოვდნენ ბარისთან ახლო ტერიტორიას, სამალავ კომპლექსს (Alhas, A. M. (2019, October 27). Baghdadi 'killing'). დესანტის გადმოსხმისას გამოჩნდნენ F-16 გამანადგურებლები, აღჭურვილი „ჰაერი-მიწა“ რაკეტებით, რომლებმაც გააკეთეს ხვრელი შენობაში, ვინაიდან შესასვლელი კარი დანადგული იყო (Kube, C., Romero, D., Jackson, H., & Silva, D. (2019, October 27). ISIS leader Abu Bakr al-Baghdadi killed in U.S. raid in Syria, Trump confirms. *NBC News*). თვითმხილველებმა განაცხადეს, რომ „დასახლება შეაზანზარა

ოთხმა აფეთქებამ“ და დაინახეს ამოუცნობი დამწვარი გვამები.

მედიკოსების ჯგუფმა შეატყობინა Anadolu-ს კორესპონდენტს, რომ ოპერაციის რაიონში განადგურდა ერთი შენობა და აღმოჩენილ იქნა 7 ადამიანის ცხედარი: 3 მამაკაცის, 3 ქალის და ბავშვის. ხუთ ადამიანს აღმოუჩინეს სამედიცინო დახმარება.

თურქეთის თავდაცვის სამინისტრომ დაადასტურა, რომ ვაშინგტონი და ანკარა ინფორმაციის გაცვლის რეჟიმში იყვნენ და კოორდინაციას უწყევდნენ თავიანთ ქმედებებს ოპერაციის დაწყებამდე, იდლიბში. ტერორისტის განადგურებაში დახმარება ერაცის დაზვერვამაც გასწია. ტრამპმა თავის განცხადებაში ანკარას ქმედებას „გასაოცარი“ უწოდა (Anadolu Agency. (2019, October 28). The US military operation in Idlib lasted 4 hours.). თურქეთის თავდაცვის მინისტრმა ჰულუსი აკარმა<sup>17</sup> CNN-ს განუცხადა, რომ „დაიშის“ ლიდერი მოკლულ იქნა თურქეთის და აშშ-ის შეიარაღებული ძალებისა და დაზვერვას შორის თანამშრომლობის შედეგად (Ileri, K. (2019, November 7). Turkey, US cooperated in al-Baghdadi killing.).

აშშ-ის CENTCOM-ის მეთაურის გენერალ კენეტ მაკენზის<sup>18</sup> განცხადებით, ISIS-ის ლიდერის გვამი ზღვაში გადააგდეს (ბინ ლადინის გვამის მსგავსად), რომ სპეცრაზმის რეიდისას აბუ ბაქრმა ე. წ. „მაჰიდის ქამრით“<sup>19</sup> საკუთარი თავი აიფეთქა და თანმ-

<sup>16</sup> აკაკალე (თურქ.: Akçakale; არაბ.: تل أبيح - თილ აბიადი) – ეთნიკური არაბებით დასახლებული ქალაქი, მომიჯნავე თილ აბიადის ქალაქთან სირიაში.

<sup>17</sup> ჰულუსი აკარი (ინგლ.: Hulusi Akar; დაბ. 1952) – ყოფილი გენერალი და თურქეთის გენერალური შტაბის 29-ე მეთაური, თურქეთის თავდაცვის მოქმედი მინისტრი 2018 წლის 10 ივლისიდან.

<sup>18</sup> კენეტ ფრანკლინ მაკენზი უმცროსი (ინგლ.: Kenneth Franklin McKenzie Jr., დაბ. 1957) – 2019 წ. 28 მარტიდან ცენტრალური სარდლობის აშშ-ის მე-14 მეთაური (ინგლ.: U.S. Central Command, USCENTCOM), საზღვაო ქვეითთა კორპუსის გენერალი, რომლის უფლებამოსილების ვადა ამოიწურა 2022 წ. 1 აპრილს.

<sup>19</sup> თვითმკვლელის ქამარი/სარტყელი, იგივე „მაჰიდის ქამარი/სარტყელი“ – არის თვითნაკეთი საფეთქებელი მოწყობილობა, რომელსაც თვითმკვლელი-ტერორისტი იკრავს ტანსაცმლის ქვეშ, რათა ჩაიდინოს ძირითადად

ლები 12 წლამდე ასაკის ორი ბავშვი ააფეთქა. თავდაპირველად აშშ-ის ოფიციალური პირების ანგარიშებში და ტრამპის განცხადებაში ფიგურირებდა სამი ბავშვი, თუმცა პენტაგონმა დააზუსტა, რომ გარდაიცვალა – ორი. მაკენზიმ ასევე დაადასტურა, რომ რეიდის დროს გარდაიცვალა „დაიშის“ 6 წევრი – 4 ქალი და 2 მამაკაცი ალ-ბაღდადის ჩათვლით, რომ 10–15 ბოვეკი, ვინც არ შედიოდა ISIS-ში განადგურდა აშშ-ის ძალების მიახლოებისას. „რაც შეეხება ISIS-ის მომავალს, არ გვაქვს ილუზია, რომ ის გაქრება, იმიტომ რომ აბუ ბაქრი მკვდარია“ (Gonzales, R. (2019, October 30). Head of U.S. Central Command says ISIS leader Baghdadi buried at sea.).

„მიღებულ იქნა ყველა საჭირო ზომა, რომ თავი აერიდებინათ მსხვერპლისთვის მშვიდობიან მოსახლეობას შორის და ასევე დაეცვათ ბავშვები, რომლებიც იყვნენ ობიექტზე. „დაიშის“ ხუთი წევრი წარმოადგენდა საშიშროებას სპეცდანიშნულების რაზმებისთვის და ისინი არ რეაგირებდნენ ბრძანებაზე დაეყარათ იარაღი და მოკლულ იქნენ“, აღნიშნა გენერალმა. კადრებში, რომლებიც წარმოადგინეს ჟურნალისტებისათვის ამერიკელმა სამხედროებმა, ნაჩვენებია იყო შენობა, სადაც იმალებოდა ტერორისტი. „მას შემდეგ, რაც ჩვენი უსაფრთხოების ძალებმა დატოვეს ობიექტი, მათ გამოიყენეს მაღალი სიზუსტის იარაღი, რათა გაენადგურებინათ

ობიექტი“, დაამატა მაკენზიმ. ვიდეოში ნაჩვენებია ჰაერიდან დარტყმის მომენტი (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.).

პრეზიდენტის სიტყვებით, ოპერაციის მსვლელობისას არ დაჭრილა ან მოკლულა აშშ-ის სამხედრო და დაამატა, რომ სპეცდანიშნულების რაზმმა მოიპოვა საიდუმლო ინფორმაცია და „დაიშის“ დოკუმენტები. თუმცა თავდაცვის მინისტრმა მარკ ესპერმა<sup>20</sup> მოგვიანებით აღნიშნა, რომ ორმა სამხედრომ მიიღო მცირე ჭრილობები (Hajich, Y. (2019, October 28). Abu Bakr al-Baghdadi is dead – USA.).

ტრამპი ტკბებოდა მომენტით, ტრამპი ხობდა. მან გაიმეორა სიტყვა „სლუკუნი“ ექვსჯერ და არაერთხელ გამოაცხადა ალ-ბაღდადი „ავადმყოფად და გარყვნილად“, ხოლო მის მიმდევრებს „ბედუკულმართ“ და „შემინებულ ლეკვებს“ უწოდებდა, „ის მოკვდა, როგორც ძაღლი, ის მოკვდა როგორც მხდალი“.

პრეზიდენტის ასეთი ემოციური გამოსვლა მალევე გახდა განხილვის საგანი. მარკ ესპერმა, რომელიც თვალს ტრამპთან ერთად ადევნებდა სამხედრო ოპერაციას ოპერატიულ შტაბში, განაცხადა, რომ მისთვის უცნობია რაიმე „სლუკუნი“, ითქვა, რომ შეუძლებელი იყო ამის გაგონება დრონის მეშვეობით. მაგრამ სხვა ოფიციალურმა პირებმა

მასობრივი მკვლელობა, თვითაფეთქების გზით. „შაჰიდის ქამარს“ იმიტომ უწოდებენ, რომ ამ ასაფეთქებელი ნივთიერებებით სავსე ქამარს ატარებს ის ტერორისტი, რომელიც თავს იფეთქებს და საკუთარ თავს „შაჰიდად“ (რწმენისთვის წამებულად) მიიჩნევს – ასე განმარტავენ ისლამისტური ტერორისტული დაჯგუფებები ამ ქმედებას და ამართლებენ იმით, რომ ეს არის მსხვერპლი უმადლესი მიზნისთვის, ხოლო ქამარი, მისი თავგანწირვის საშუალებაა მასობრივი მკვლელობისთვის. შაჰიდი (არაბ.: شهيد) არაბულიდან ნიშნავს „მოწმეს“ ან „მოწამეს“. „შაჰიდის სარტყელი“ არა რელიგიური, არამედ ტერორისტული ტერმინია „თვითნაკეთი ასაფეთქებელი მოწყობილობის“ (ინგლ.: Improvised Explosive Device, IED) აღსანიშნავად.

<sup>20</sup> მარკ თომას ესპერი (ინგლ.: Mark Thomas Esper; დაბ. 1964) – აშშ-ის 27-ე თავდაცვის მინისტრი (2019–2020 წლებში).

განაცხადეს, რომ შესაძლოა ტრამპმა მიიღო ეს ინფორმაცია მეთაურებისგან ადგილებზე.

„ხუთი თვის განმავლობაში ხორციელდებოდა ერთობლივი თანამშრომლობა სადაზვერვო სამსახურებთან ადგილებზე და ზუსტი მონიტორინგი, სანამ არ ჩავატარეთ აბუ ბაქრის მოკვლის ერთობლივი ოპერაცია“, დაწერა სოციალურ ქსელში ქურთული SDF-ის მეთაურმა მაზლუმ აბდიმ<sup>21</sup> და ტრამპის Twitter-ზე კომენტარი გააკეთა: „მადლობა ყველას ვინც მონაწილეობდა ამ დიდებულ მისიაში“ (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.).

თავდაცვის მინისტრმა და ვიცე-პრეზიდენტმა მაიკ პენსმა<sup>22</sup> 27 ოქტომბერს განაცხადეს, რომ ცოტა ხნის წინ მიღებულმა სადაზვერვო მონაცემებმა ამერიკის სპეცრაზმს „დაიშის“ ლიდერის წინააღმდეგ ოპერაციის ჩატარების შესაძლებლობა მისცა მას შემდეგ, რაც პრეზიდენტმა ტრამპმა ის მოიწონა გასულ კვირას. ვიცე-პრეზიდენტმა განუცხადა CBS News-ს, რომ 24 ოქტომბერის დღის მეორე ნახევრისთვის, აშშ „დიდი ალბათობით“ ვარაუდობდა, რომ ალ-ბაღდადი იმყოფებოდა სირიის პროვინცია იდლიბის ერთ-ერთ შენობაში.

პენსის სიტყვებით, შაბათ (26 ოქტომბერს) დილით აშშ-მა მიიღო „სადაზვერვო მონაცემები, რომლის წყალობითაც ოპერაცია, შესაძლებელი გახდა“.

პენტაგონის ხელმძღვანელმა მარკ ესპერმა განაცხადა, რომ სამხედროები აპირებდნენ „დაიშის“ ლიდერის დაკავებას ცოცხლად, მაგრამ საჭიროების შემთხვევაში მზად იყვნენ მისი ლიკვიდაციისთვის. შენობაზე იერიშამდე, სადაც იმყოფებოდა ალ-ბაღდადი, სპეცრაზმმა მოუწოდა მას დანებებისკენ. „მან უარი თქვა. იგი ჩავიდა მიწის ქვეშ და როცა მისი ამოყვანა უნდოდათ, ამოქმედა შაჰიდის ქამარი და მოიკლა თავი“, განუცხადა CNN-ს ესპერმა (Babb, C. (2019, October 27). US military acted quickly on intel to capture or kill Baghdadi.).

2016 წლის დეკემბერში აშშ-ის სახელმწიფო დეპარტამენტმა გაზარდა ჯილდო ალ-ბაღდადის შესახებ ინფორმაციაზე \$ 25 მილიონამდე, რამაც გახადა ის ყველაზე ძეგნილი ტერორისტი მსოფლიოში (Montoya-Galvez, C., & Linton, C. (2019, October 27). ISIS leader dead after U.S. commandos stage dramatic raid in Syria.). ალ-ბაღდადის ადგილსამყოფელი გახდა ცნობილი მისი ერთ-ერთი ცოლის და კურიერის დაპატიმრების შემდეგ 2019 წლის ზაფხულში, რაც აღმოჩნდა სიურპრიზი ამერიკელი მაძიებლებისთვის, ვიანიდან იგი იმყოფებოდა სირიის ჩრდილო-დასავლეთით, რომელსაც აკონტროლებდნენ „დაიშის“ მთავარი მოწინააღმდეგე „ალ-კაიდას“ ძალები. CIA<sup>23</sup> მჭიდროდ თანამშრომლობდა სირიასა

<sup>21</sup> **ფერჰათ აბდი შაჰინი** (თურქ.: Ferhat Abdi Şahin; დაბ. 1967), იგივე **მაზლუმ აბდი** (ინგლ.: Mazloum Kobani Abdi; ქურთ.: Mezlûm Kobanê Ebdî; არაბ.: **مظلوم عبيدي**), მანამდე ცნობილი ფსევდონიმით შაჰინ ჯილო (თურქ.: Şahin Cilo) – არის სირიელი ქურთი სამხედრო, პროქურთული „სირიის დემოკრატიული ძალების“ (SDF) მეთაური. აბდულა ოჯალანის (თურქ.: Abdullah Öcalan, იგივე Apo დაბ. 1949).

<sup>22</sup> **მაიკ რიჩარდ პენსი** (ინგლ.: Mike/Michael Richard Pence; დაბ. 1959) აშშ-ის 48-ე ვიცე-პრეზიდენტი 2017–2021 წლებში.

<sup>23</sup> **ცენტრალური სადაზვერვო სამმართველო** (ინგლ.: Central Intelligence Agency, CIA) – აშშ-ის ფედერალური მთავრობის დამოუკიდებელი სააგენტო, რომლის ძირითადი ფუნქციაა უცხოური ორგანიზაციებისა და პირების საქმიანობის შესახებ ინფორმაციის შეგროვება და ანალიზი. არის საგარეო დაზვერვისა და კონტრდაზვერვის ძირითადი სააგენტო.

და ერაყში ქურთულ დაზვერვასთან, რათა დაედგინათ სად იმალებოდა ტერორისტი.

სპეცოპერაციის დროს დაიჭრა ასევე მამებარი ძაღლი, რომლის სახელი პენტაგონმა არ გამოაქვეყნა. აღინიშნა, რომ 50 სპეცოპერაციის მონაწილე ძაღლმა, რომელიც დაედევნა ალ-ბაღდადს გვირაბში, მიიღო მცირე ტრავმა მავთულის გამო. ტრამპმა მას „მშვენიერი ძაღლი“ უწოდა და მისი სურათები გამოაქვეყნა (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. 2019, October 27. ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says).

New York Times-ი ეყრდნობა ორი ამერიკელი მოხელის ინფორმაციას, რომლებმაც ანონიმურობის დაცვით მიუთითეს, რომ ალ-ბაღდადი იმყოფებოდა იმ ვილაში იდლიბში 2019 წლის ივლისში. 3,5 თვე ამერიკული დაზვერვა თვალს ადევნებდა ამ ადგილს, რომელიც თავდაპირველად ითვლებოდა საშიშ ადგილად ოპერაციის ჩასატარებლად, ვინაიდან საჰაერო სივრცეს აკონტროლებდა რუსეთი, ასადის ძალებთან ერთად და ასევე რეგიონში „ალ-კაიდასთან“ დაკავშირებული დაჯგუფებები იმყოფებოდნენ.

მაგრამ, რადგანაც ტრამპმა ორი კვირით ადრე გამოაცხადა ამერიკული ჯარების მოულოდნელი გაყვანა სირიის ჩრდილოეთი რაიონებიდან, აშშ-ის თავდაცვის სამინისტრომ აღარ შეაყოვნა სპეცოპერაციის ჩატარება, ვინაიდან შიშობდა, რომ ისინი ხელიდან გაუშვებდნენ ალ-ბაღდადის. ამ მაღალი რანგის პირების თქმით, ალ-ბაღდადი გასცა მასთან, ძალიან დაახლოებულმა სანდო პირმა. ბუნებრივია, ინფორმატორის პიროვნება გასაიდუმლოებულია, რომელიც გადაიბირა ქურთი მეამბოხეების სადაზვერვო განყოფილებამ SDF-ის ალიანსიდან და

რომელსაც სერიოზული და გავლენიანი კავშირები აქვს რეგიონში. სწორედ ამ ინფორმატორმა მოიპარა ალ-ბაღდადის ქვედა საცვალი, სპორტული ფეხსაცმელი, მოიპოვა სისხლის ნიმუში დნმ-ის ანალიზისთვის, რათა შემდგომ დადასტურებულიყო, რომ ის, ვისაც აშშ უთვალთვალავდა, დანამდვილებით იყო ალ-ბაღდადი. ამის შესახებ New York Times-ს მოუყვა მაზლუმ აბდიმ (Callimachi, R. (2020, December 18). ISIS leader paid rival for protection but was betrayed by his own.).

სპეცდანიშნულების რაზმმა გამოიტანა გვამის ნაწილები ადგილიდან. სხვა ოფიციალურმა პირებმა განაცხადეს, რომ გვირაბი ნაწილობრივ ჩამოინგრა აფეთქების შედეგად, რამაც გაართულა სხეულის ნაწილების შეგროვება. ტრამპის თქმით იქ აღმოჩენილ იქნა ორი ქალი, შაჰიდის ქმარებით, რომლებიც იქვე დახვრიტეს, სანამ აფეთქებას მოასწრებდნენ ხოლო 11 ბავშვი გაუყვანიათ უვნებლად (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.).

ამერიკელმა ოფიციალურმა პირებმა განაცხადეს, რომ ერთ-ერთი მიზანი ასევე იყო იმ მონაცემების ანალიზი, რომელიც აღმოაჩინეს 5-6 ტელეფონში, ორ-ოთხ ნოუტბუქსა და რამდენიმე ფლემ-მეხსიერების ბარათებზე, ამოღებული იმ ტერიტორიიდან, სადაც ალ-ბაღდადი მოკლეს. მოქმედი სახელმწიფო მოხელეს სიტყვებით, ინფორმაცია იმაზე მეტი იყო, ვიდრე ამოღებულ იქნა აბოთაბადში, პაკისტანში, რეიდის დროს, სადაც მოკლეს „ალ-კაიდას“ ლიდერი უსამა ბინ ლადინი (Callimachi, R. (2020, December 18). ISIS leader paid rival for protection but was betrayed by his own.).

ითქვა, რომ აშშ-ის ლიდერი მოუთმენლად ელოდა ტერორისტის განადგურების ამბის გამოცხადებას და არ დაელოდა ოფიციალურ დადასტურებას. თეთრმა სახლმა გამოაქვეყნა ტრამპის ფოტო მრჩევლების თანდასწრებით ოპერატიულ შტაბში, ზუსტად ისე, როგორც გამოქვეყნდა პრეზიდენტ ბარაკ ობამას ფოტოები, როცა თვალს ადევნებდა ბინ ლადინზე თავდასხმას 2011 წელს. თავის კომენტარებში, რეპორტიორებთან ტრამპმა ალ-ბაღდადის მკვლელობა უფრო მნიშვნელოვან ამბად წარმოაჩინა, ვიდრე ბინ ლადინის მკვლელობა, თუმცა ამერიკულ ცნობიერებაში ალ-ბაღდადის არასდროს ეკავა ისეთი ადგილი, როგორც ბინ ლადინის. იმავდროულად, „დაიშის“ ლიდერი აღმოჩნდა აშშ-ის და მათი მოკავშირეების ძალიან ძლიერი და საშიში მეტოქე ახლო აღმოსავლეთში.

დრომ აჩვენა, რომ მაღალი რანგის სამიზნეების – ბინ ლადინის, თუ აზ-ზარკავის წინააღმდეგ შთამბეჭქდავმა ოპერაციებმა, ვერ მოაშორა მსოფლიოს ტერორიზმის საფრთხე. როგორც განაცხადა ვაშინგტონის გავლენიანი Institute for the Study of War-ის ერთ-ერთმა დირექტორმა ჯენიფერ კაფარელამ (Jennifer Cafarella): „სამწუხაროდ ლიდერების მკვლელობა არ იწვევს ტერორისტული ორგანიზაციების დამარცხებას. ჩვენ უნდა მიგვეღო ეს გაკვეთილი ბინ ლადინის მკვლელობიდან, მას შემდეგ რაც „ალ-კაიდა“ განაგრძო გლობალური ექსპანსია“.

ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლის საკითხებში ექსპერტები გაკვირვებას გამოთქვამდნენ იმასთან დაკავშირებით, რომ ალ-ბაღდადი იმალებოდა ისეთ რაიონში, იდლიბის პროვინციაში, სადაც დომინირებდა „ალ-კაიდას“ დაჯგუფება, „თუმცა აბუ ბაქრის იდლიბში ყოფნა შეიძლება აიხსნას იმით,

რომ „ალ-კაიდასთან“ მიმდინარეობდა მოლაპარაკებები გაერთიანებასა ან თანამშრომლობაზე დასავლეთის წინააღმდეგ“, ამტკიცებს კაფარელა. „შესაძლოა ის თვლიდა, რომ იდლიბის ქაოსი კარგი საფარი იქნებოდა მისთვის, გარეული ჯიჰადისტებსა და სხვა მემბოხეების ხროვაში“, აღნიშნა Soufan Center-ის მკვლევარმა კოლინ კლარკმა (Colin P. Clarke) (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. 2019, October 27. ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says).

ოპერაციის გამოცხადებით, ტრამპმა მოვლენათა ცენტრში დააყენა საკუთარი თავი. მან განაცხადა, რომ შაბათს თვალს ადევნებდა პირდაპირ ტრანსლაციას, „თითქოსდა ფილმს უყურებდა“. მან მაღლობა გადაუხადა თურქეთს, სირიას, რუსეთს და ერაყს თანამშრომლობისთვის და განაცხადა, რომ ქურთულმა ძალებმა მიაწოდეს ინფორმაცია, რომელიც სასარგებლო გამოდგა. პირიქით, ის იმედგაცრუებული დარჩა ევროპელი მოკავშირეებით, რომლებიც არ დათანხმდნენ მიეღოთ დატყვევებული ბოვეიკები, რომლებიც მათი ქვეყნებიდან ჩამოვიდნენ.

ტრამპს აღნიშნული ოპერაციით, ასევე სურდა კანონმდებელ-რესპუბლიკელებთან ურთიერთობის დალაგება, რომლებმაც გააპროტესტეს მისი გადაწყვეტილება სირიიდან ჯარის გასვლის თაობაზე. რესპუბლიკელმა სენატორმა სამხრეთ კაროლინიდან, ლინდსი გრემმა (Lindsey Olin Graham), ოპერაციას უწოდა „გარდამტეხი მომენტი ტერორიზმის წინააღმდეგ ომში“, მაგრამ დაამატა, რომ „ომი დასრულებული არ არის“, „დადგა მომენტი როცა ტრამპის კრიტიკოსებმა უნდა თქვან, ყოჩაღ ბატონო ტრამპ“.

იმავედროულად დემოკრატები აქებდნენ ოპერაციასში მონაწილე სამხედროებს, მაგრამ არ ახსენებდნენ ტრამპს. კალიფორნიის შტატიდან კონგრესმენმა, ტრამპის ადმინისტრაციის ყველაზე მკაფიო კრიტიკოსმა ვეტერანმა დემოკრატმა ნენსი პელოსმა (Nancy Patricia Pelosi/D'Alesandro) განაცხადა, რომ პრეზიდენტი არასწორად მოიქცა, როცა კონგრესი არ ჩააყენა საქმის კურსში ოპერაციის შესახებ. „კონგრესის ხელმძღვანელობა უნდა ყოფილიყო ინფორმირებული ამ რეიდის შესახებ უფრო ადრე, ვიდრე რუსეთი“.

კალიფორნიიდან დემოკრატმა ადამ შიფმა (Adam Bennett Schiff), რომელიც ხელმძღვანელობდა ტრამპის იმპიჩმენტის საკითხებს, რეიდს „მნიშვნელოვანი გამარჯვება“ უწოდა, მაგრამ მისი აზრით, ეს არ ათავისუფლებდა ტრამპს გადაწყვეტილებიდან მიეტოვებინა ქურთები. „ეს კატასტროფული შეცდომაა – უღალატო ქურთებს ასეთი სახით. მე ვფიქრობ, რომ ეს გააუმჯობესებს რუსეთის მდგომარეობას ახლო აღმოსავლეთში“ (Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says.).

„დაიშის“ ფრანშიზა კრებდა ყველას თავისი დროშის ქვეშ, ვისაც მოსწონდა ისლამური სახალიფოს მშენებლობის იდეა, რომელიც თითქოს დამყარებული იქნებოდა სოციალურ სამართლიანობაზე და ეკონომიკურ თანასწორობაზე. თავიანთ ქვეყნებში პერსპექტივებს მოკლებული, გადატაკებული (ყველა არა), გარიყული, ამავე დროს ბრწყინვალე განათლების მქონე, ყოფილი სამხედროები და იმედგაცრუებულნი საკუთარი ხელისუფლებით, მომავლის იმედით ახალგაზრდობა, მოედინებოდა

მთელი მსოფლიოდან ახალი სახელმწიფოს ახალ დედაქალაქ არ-რაკაში. ბევრი იქ დანახულმა შეაშინა, იმედი გაუცრუა, შეაძრწუნა. მაგრამ ბევრი თავგანწირვისთვის შთააგონა, მზად იყვნენ სიცოცხლე გაეწირათ ბრძოლის ველზე „ხალიფასთვის და სახალიფოსთვის“.

ბინ ლადინის განადგურებამ 2011 წელს, არ მოულო ბოლო „ალ-კაიდას“. ასევე აბუ ბაქრის სიკვდილმა არ დაასრულა „დაიში“ და არ გახდა სამყარო უსაფრთხო. დიახ, მისი ლიკვიდაცია მძიმე დარტყმა იყო სახალიფოს მომხრეთათვის, თუმცა იგი არ განადგურებულა და აგრძელებდა ბრძოლას, ვინაიდან, როგორც XXI საუკუნის სოციალური ფენომენი ISIS-ი, უფრო მეტია ვიდრე იბრაჰიმ ალ-ბადრის ფიგურა, რომელიც გახდა აბუ ბაქრ ალ-ბადლადი (Pankratenko, I. (2019, November 2). The caliph is dead, long live the caliph!). ხოლო, როგორ იქცეოდა თავისი ცხოვრების ბოლო წუთებში მსოფლიოს N 1 ტერორისტი ვერასდროს გავიგებთ დანამდვილებით.

### 3. სპეკულაციები ალ-ბადლადის სიკვდილის თაობაზე

ალ-ბადლადი არაერთხელ გამოაცხადეს მოკლულად, რომელმაც ამ თვალსაზრისით დაამყარა თავისებური რეკორდი – 2015 წლიდან „დაიშის“ ლიდერის ლიკვიდაციაზე განაცხადეს მინიმუმ 16-ჯერ, ანუ საშუალოდ, წელიწადში ოთხჯერ (Pankratenko, I. (2019, October 28). Trump in the fight against Koschei the Deathless.).

მიუხედავად იმისა, რომ ალ-ბადლადის სიკვდილზე ინფორმაციას ადასტურებდნენ წყაროები სირიიდან, ერაყიდან, ირანიდან, თურქეთიდან,

რუსეთმა, როგორც ჩვევია, ეჭვი შეიტანა ამერიკული ოპერაციის წარმატებაში, აამოქმედა პროპაგანდისტული პრესა და აბუ ბაქრის ლიკვიდაციის ფაქტს ამუქებდა როგორც „ფეიკს“. იმავდროულად, დონალდ ტრამპმა დაწვრილებით და მხატვრულად აღწერა ოპერაცია და მადლობა გადაუხადა იმავე რუსეთს და თურქეთს თანამშრომლობისათვის. „რუსეთმა ავიაციას საჰაერო გზა გაუხსნა“, დააზუსტა მან, „მე ვესაუბრე რუსებს ოპერაციის წინ და ვუთხარი, რომ მოვდივართ ... მათ თქვეს: მადლობა, რომ გაგვაფრთხილეთ“.

28 ოქტომბერს, შტაბების მეთაურთა გაერთიანებული კომიტეტის თამჯდომარემ მარკ მილიმ<sup>24</sup> განაცხადა, რომ ტერორისტის გვამი „სათანადოდ“ მოიშორეს, არ დააზუსტა სხვა დეტალები და ასევე დაამატა, რომ ამერიკული მხარე მალე გამოაქვეყნებს ოპერაციის ფოტო- და ვიდეომასალას, რომლის შედეგად ლიკვიდირებულ იქნა ალ-ბაღდადი (U.S. Department of Defense. (2019, October 28).).

აშშ-ის პრეზიდენტს, ასევე, არ დავიწყებია წინა „N 1 ტერორისტის – უსამა ბინ ლადინის“ ხსენება, რომელიც CIA-ს მრავალწლიანი ნადირობის შემდეგ მოკლეს პაკისტანში (BBC News Russian. (2019, October 27).). როცა 2011 წლის მაისში ბარაკ ობამამ საზეიმოდ განაცხადა იმ მომენტში უმსხვილესი ტერორისტული ქსელის ლიდერის ლიკვიდაციის შესახებ, დონალდ ტრამპმა დაწერა Twitter-ზე, რომ ეს წარმატება არ შეიძლება მიაწერონ მხოლოდ პრეზიდენტს: „გეყოფათ ობამას მილოცვა ბინ ლადინის მოკვლასთან დაკავშირებით...“ „ზღვის

ლომებმა“ მოკლეს ბინ ლადინი“. მაგრამ, 8 წლის შემდეგ, მსგავსი ოპერაციის წარმატებით გამოცხადებისას, ტრამპი, მუდმივად ამბობდა „მე ვნადირობდი მასზე სამი წელი“.

ამასთანავე გაირკვა, რომ წარმომადგენელთა პალატის სპიკერი არ იყო ინფორმირებული ოპერაციის შესახებ (როცა ამ დროს, როგორც ირწმუნება ტრამპი, რუსეთისა და თურქეთის ოფიციალურმა პირებმა მიიღეს ინფორმაცია). ტრამპმა, თავისი გადაწყვეტილება არ მიეწოდებინა ინფორმაცია მისი პოლიტიკური ოპონენტისთვის, რომელიც ხელმძღვანელობდა პრეზიდენტის იმპიჩმენტის შესახებ გამოძიებას, იმით ახსნა, რომ არ უნდოდა გაჟონვა: „ვამინგტონი ხომ გახვრეტილი გობია ... ჩვენი ადამიანები ადგილზე მოკვდებოდნენ“.

ქურთებმა, რომლებიც ბოლო მომენტამდე იყვნენ აშშ-ის მოკავშირეები „დაიშის“ წინააღმდეგ ბრძოლაში, განაცხადეს, რომ სწორედ მათი სადაზვერვო მონაცემების წყალობით მოხერხდა ალ-ბაღდადის განადგურება. SDF-ის მეთაურის, მაზლუმ აბდის თქმით, ერთობლივ მომზადებას დასჭირდა 5 თვე. „ჩვენმა ძლიერმა, ეფექტურმა ქმედებებმა კვლავ დაადასტურა ჩვენი ძალა და მიმხრობა ვებრძოლოთ „დაიშს“ – დაწერა არაბულად Twitter-ზე მუსტაფა ბალიმ (Mustafa Bali), SDF-ის პრესოფისის ხელმძღვანელმა.

ალ-ბაღდადის მკვლელობამდე თითქმის ერთი თვით ადრე, 2019 წლის 16 სექტემბერს, „დაიშმა“ გაავრცელა 30-წუთიანი აუდიომიმართვა, სადაც ნათქვამი იყო, რომ სამხედრო ოპერაციები ყოველ-

<sup>24</sup> მარკ მილი (ინგლ.: Mark Alexander Milley; დაბ. 1958) – შტაბების მეთაურთა გაერთიანებული კომიტეტის (ინგლ.: Chairman of the Joint Chiefs of Staff, CJCS) თამჯდომარე, აშშ-ის არმიის გენერალი, JCS-ის მე-20 მეთაური.

დღიურად ტარდება და მოუწოდა თავიანთ მომხრეებს გაათავისუფლონ ერაყში და სირიაში პატიმრობაში მყოფი ქალები, რომლებიც ბრალდებული იყვნენ „დაიშთან“ კავშირში. იმავე მიმართვაში განაცხადეს, რომ აშშ და მისი მარიონეტები განადგურებულ იქნენ ერაყში და ავღანეთში.

იმავედროულად, აშშ-ის საჰაერო ძალების ოპერაციის შესახებ ინფორმაცია ეწინააღმდეგებოდა ჩრდილოეთ სირიიდან აშშ-ის ძალების გაყვანის შესახებ გაკეთებულ განცხადებებს. „ეს ჩვენი საზღვარი არ არის“, ამბობდა ტრამპი, როცა განმარტა აშშ-ის ჯარების გაყვანის გადაწყვეტილება, რომლებიც იყვნენ სირია-თურქეთის საზღვართან, „აქ მხოლოდ ქვიშაა“. თუმცა, მაშინაც კი, მთავარი ტერორისტის ლიკვიდაციის წარმატებული ოპერაციის შემდეგ, აშშ-ის პრეზიდენტი თვლიდა, რომ სწორია ქურთებთან შეთანხმების დარღვევა და აშშ-ის ჯარების სასაზღვრო ზონიდან გაყვანა. ბევრი დამკვირვებელი (და კონგრესში რესპუბლიკელიც კი) ამ ნაბიჯს თანამებრძოლების ღალატს უწოდებდა (BBC News Russian. (2019, October 27).).

ტრამპის გადაწყვეტილება ჯარების გაყვანის შესახებ გააკრიტიკეს დემოკრატებმაც და რესპუბლიკელებმაც, ქურთებმა კი ტრამპის ნაბიჯს „ზურგში დარტყმა“ უწოდეს. საბოლოოდ გადაწყდა, რომ აშშ დატოვებდა მცირე რაოდენობის ჯარს სირიაში.

2025 წლის ბოლოსთვის სირიაში დაახლოებით 1000 ჯარისკაცია დისლოცირებული, ისინი ISIS-ის წინააღმდეგ დაწყებული ბრძოლის მისიის ნარჩენებია. საერთო ჯამში, დაახლოებით 200 000 ამერიკელი სამხედრო იმყოფება მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში.

2025 წლის დეკემბერში კი, ISIS-მა სირიაში სამი ამერიკელი მოკლა – ორი სამხედრო და ერთი სამოქალაქო კონტრაქტორი, რაც ქვეყანაში 2024 წელს ალ-სადის რეჟიმის დამხობის შემდეგ აშშ-ის პირველი მსხვერპლი გახდა. პრეზიდენტმა ტრამპმა პირობა დადო, რომ უპასუხებს „ძალიან სერიოზული შურისძიებით“.

ამ ეტაპზე, აშშ-ის ჯარები სირიაში განუსაზღვრელი ვადით რჩებიან. რატომ? იმიტომ, რომ, როგორც სირიაში აშშ-ის ყოფილმა ელჩმა, რობერტ ფორდმა (Robert Ford) აღნიშნა, „რეალური (მაგრამ არა გაცხადებული) მიზეზი, რის გამოც აშშ იქ იმყოფება, არის ირანისთვის ერაყიდან სირიაში მიმავალი გზის გამოყენების ხელის შეშლა“ (Hoffman, J. 2025, December 15. Bring US troops home from Syria now).

ტრამპის განცხადებას ამერიკული ჯარების გაყვანის შესახებ სირიის ჩრდილოეთ-აღმოსავლეთიდან, მალევე მოყვა თურქეთის შეტევა ქურთების ტერიტორიაზე, რომლებიც ბოლომდე იყვნენ აშშ-ის მოკავშირეები „დაიშის“ წინააღმდეგ ბრძოლებში.

იმ დღეს, როცა აშშ-მა გამოაცხადა აბუ ბაქრის ლიკვიდაცია, ცნობილმა არაბულენოვანმა Al Arabiya-მ ექსკლუზიური ინტერვიუ აიღო „დაიშის“ ლიდერის ერთ-ერთი თანამებრძოლისა და სიძისგან. მუჰამად ალი საჯითს (Mohammed Ali Sajet) ადრე ერაყის დაზვერვა უთვალთვალებდა და ახლაც იგი პატიმარია. წინასწარი მონაცემებით, სწორედ საჯითიდან მიღებულმა ინფორმაციამ საშუალება მისცა ჩაეტარებინათ ალ-ბადდადის ლიკვიდაციის ოპერაცია. Al Arabiya-ს თანამოსაუბრის თქმით, „დაიშის“ ლიდერი არ ელოდა, რომ თავდასხმა ასე მოულოდნელად მოხდებოდა, ვინაიდან ის წინას-

წარ ღებულობდა „უსაფრთხოების მკაცრს ზომებს“, ხოლო მისი კონსპირაციის ტაქტიკა იყო „ბრწყინვალე“. ალ-ბაღდადის სურდა ადგილმდებარეობის შეცვლა, რომელიც ბოლო დრომდე იყო სირია-ერაყის საზღვართან, მაგრამ „არ იცოდა, როგორ უნდა ექნა ეს“. საჯითის თქმით, იგი „მიწისქვეშა 8 მ. სიგრძის და 5-6 მ. ფართობის გვირაბში იმყოფებოდა, სადაც იყო ბიბლიოთეკა, რელიგიური წიგნები და ყურანი. სამალავი იყო საუკეთესო“.

ყოფილმა თანამებრძოლმა ასევე ისაუბრა „სახალიფოს“ ხაზინის შესახებ, რომლის ნაწილი თავის დროზე „დაიკარგა ერაყის უდაბნოში“. საჯითის სიტყვებით, „დაიშის“ მაღალი რანგის ხელმძღვანელები, მათ შორის თვითონაც, ინახავდნენ ფულს და ოქროს მონეტებს სამალავებში უდაბნოში და \$ 25 მილიონი დაიკარგა ანბარის უდაბნოში (ერაყის დასავლეთით), რომელიც მოგვიანებით „ადგილობრივმა მწყემსებმა ნახეს“ (Alfaisal, L. (2019, October 27). Exclusive: ISIS leader’s companion reveals details on Baghdadi’s last days.).

„ბაღდადი ზოგჯერ მართავდა მნიშვნელოვან შეხვედრებს თავის თანამებრძოლებთან ერთად მოძრავ მიკროავტობუსში, რომელიც დატვირთული იყო ბოსტნეულით, აღმოჩენის აცილების მიზნით“, განუცხადა ალ-ისავიმ ოფიციალურ პირებს მას შემდეგ, რაც დააკავეს თურქეთის სამხედროებმა და შემდეგ გადაეცა ერაყელ ძალოვნებს.

„ალ-ისავიმ ფასეული ინფორმაცია გადმოგვცა, რომელიც დაეხმარა ერაყის ძალოვან სტრუქტურებს შეეცნოთ თავსატეხის მოკლებული ნაწილები ბაღდადის მოძრაობის და იმ ადგილების შესახებ, რომელსაც სამალავად იყენებდა“, „მან მოგვაწოდა დაწვრილებითი ინფორმაცია ხუთი მამაკაცის შესახებ,

რომლებიც მისი ჩათვლით ხვდებოდნენ ბაღდადის სირიაში და იმ ადგილებზე, რომლებსაც იყენებდნენ შესახვედრად“, განუცხადა ერაყის სპეცსამსახურების ერთ-ერთმა თანამშრომელმა Reuters-ს.

ალ-ისავის მსგავსი ბოვეიკების გადაბირებას, გადამწყვეტი მნიშვნელობა ჰქონდა აგენტებისთვის, რომლებიც დასდევდნენ ბაღდადის. ალ-ისავი, რომელსაც ისლამურ მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი ჰქონდა, ითვლებოდა ერაყელი მზვერავების მიერ, ალ-ბაღდადის უახლოეს პირად, ხუთ თანამებრძოლს შორის. იგი შეუერთდა „ალ-კაიდას“ 2006 წელს, ხოლო 2008 წელს დააკავეს ამერიკელებმა და ოთხი წელი ციხეში იჯდა.

მოგვიანებით ალ-ბაღდადი ავალებდა მას საკვანძო როლებს, ისეთებს, როგორცაა რელიგიური ინსტრუქციების გაცემა და „დაიშის“ საველე მეთაურების არჩევა. მას შემდეგ, რაც დაჯგუფება დაიშალა 2017 წელს, ალ-ისავი გაიქცა მეუღლესთან ერთად სირიაში.

კიდევ ერთი გარდამტეხი მომენტი დადგა 2019 წლის დასაწყისში ერთობლივი ოპერაციის დროს, როცა აშშ-ის, თურქეთისა და ერაყის დაზვერვის აგენტებმა დააკავეს „დაიშის“ მაღალი რანგის ლიდერები, მათ შორის 4 ერაყელი და ერთი სირიელი. „მათ გვაჩვენეს ყველა ადგილი, სადაც ხვდებოდნენ ალ-ბაღდადის სირიაში და ჩვენ გადავწყვიტეთ კოორდინაცია CIA-თან, რომ უფრო მეტი ინფორმაციის დაგვეყენებინა ამ რაიონებში“, განაცხადა სპეცსამსახურებთან დაკავშირებულმა ერთ-ერთმა ერაყელმა მოხელემ.

„2019 წლის შუა პერიოდში ჩვენ აღმოვაჩინეთ, რომ იდლიბი იყო ადგილი, სადაც ალ-ბაღდადი გა-

დაადგილდებოდა ერთი სოფლიდან მეორეში თავის ოჯახთან და სამ უახლოეს თანამებრძოლთან ერთად ... შემდეგ, იდლიბის ერთ-ერთ ბაზარში ერაყის სპეცსამსახურების სირიის ინფორმატორებმა შენიშნეს ერაყელი მამაკაცი, რომელიც იცნეს ფოტოსურათით“. ეს იყო (ზემოხსენებული, ავტ.) ისმაილ ალ-იასავი. მასზე თვალთვალთ აღმოაჩინეს ის სახლი, სადაც გაჩერდა ალ-ბაღდადი. „ჩვენ გადავეცით ინფორმაცია CIA-ს, რომელმაც გამოიყენა თანამგზავრი და დრონები რათა თვალყური ედევნებინა ამ ადგილისთვის 5 თვის განმავლობაში“, - განაცხადა ერაყელმა სახელმწიფო მოხელემ, და დასძინა, რომ „ორი დღით ადრე ალ-ბაღდადიმ პირველად დატოვა ეს ადგილი ოჯახთან ერთად და გაემგზავრა მიკროავტობუსით უახლოეს სოფელში. „ეს იყო მისი ცხოვრების ბოლო მომენტი“ (Rasheed, A. (2019, October 28). Exclusive - Baghdadi's aide was key to his capture - Iraqi intelligence sources.).

მას შემდეგ რაც ალ-ბაღდადი დიდი ხნით დუმდა და მოულოდნელად 2019 წლის 18 აპრილს გამოჩნდა ვიდეორგოლში, „სახალიფოს“ მომავალი გეგმების შესახებ საუბრით, დარჩენილი იყო მხოლოდ მისი ადგილსამყოფელის დადგენა.

ამასთანავე, 2019 წლის ივლისში გამოქვეყნებული გაეროს სპეციალური კომიტეტის კვარტალური აგარიშის თანახმად ISIL-ის თაობაზე (UN Investigative Team to promote accountability for crimes committed by Da'esh/Islamic State in Iraq and the Levant, UNITAD)<sup>25</sup>, „დაიშის“ ხელმძღვანელობა ადაპტირებდა, მიმართული იყო სირიისა და ერაყში ძალე-

ბის კონსოლიდაციისკენ, ადგილებზე შენარჩუნებული „მძინარე იატაკქვეშა ბაზების“ ამოქმედებით. გაეროს ანგარიშში ნათქვამი იყო, რომ იმ ტერიტორიების მოსახლეობა, რომელიც შედიოდა „ისლამური სახელმწიფოს“ კონტროლში, უკვე ნოსტალიას განიცდიდა ძველ დროზე. ბევრი მიმოძილველი საუბრობს, რომ გათავისუფლებით კმაყოფილი ყველა არ დარჩა, რაც დამასკოსთვის და ბაღდადისთვის სამწუხარო ფაქტია (United Nations. (2024, September 17).).

### დასკვნა

ალ-ბაღდადის დაცემას მოასწავებდნენ, ოპოზიციაში გადასული გავლენიანი პირები. ასეთი ოპოზიციის იდეური ლიდერი გახდა აბუ მუჰამად ალ-ჰაშიმი (Abu Muhammad al-Hashimi), ცნობილი ღვთისმეტყველი, ისლამური სამართლის აღიარებული ავტორიტეტი, Da'esh-ის „ფათეხის და კვლევების განყოფილების“ ყოფილი წევრი და ზოგიერთი მონაცემებით ალ-ბაღდადის შორეული ნათესავი (Pankratenko, I. (2019, August 1). Al-Baghdadi: Alive again and dreaming of revenge.).

2019 წლის მარტში გამოქვეყნებულ თავის წიგნში, მან აღწერა ალ-ბაღდადის და მისი გარემოცვის ეგოცენტრული ანგარებიანი საქციელი, მოიყვანა უამრავი საღვთისმეტყველო და სამართლებრივი არგუმენტი იმისა, რომ „ხალიფა“ თანამდებობიდან უნდა გადადგეს და სიკვდილით დაისაჯოს. Islamic State-ის ზოგიერთ საველე მეთაურს შორის ეს წიგნი დიდი პოპულარობით სარგებლობდა, ვინაიდან

<sup>25</sup> საგამოძიებო ჯგუფმა თავისი მანდატი 2024 წლის 17 სექტემბერს დაასრულა, უშიშროების საბჭოს 2697 (2023) რეზოლუციის შესაბამისად. ვებსაიტი: <https://www.unitad.un.org> ასახავს მის მიღწევებს არ არის განახლებადი.

მეთაურზე ბევრი წყენა დაგროვდა. ამას გარდა ალ-ჰაშიმის თეზისები დიდი ხანია აქტიურად აიტაცეს „ალ-კაიდას“ პროპაგანდისტებმა, მათ იყენებდა „მომრახობა ტალიბანი“, ვრცელდებოდა იემენში, ეგვიპტეში, ფილიპინებში.

ასე რომ, გასაკვირი არაა – მიუხედავად ალ-ბაღდადის ტოტალური კონსპირაციისა და სიფრთხილისა, გამოჩნდნენ ისეთი პირები ახლო წრიდან, რომლებსაც მისი მოცილება სურდათ და ტერორისტის ლიკვიდაციაში ჩართული საერთაშორისო თუ

რეგიონალური აქტორებისთვის, აშშ იქნება ეს, თურქეთი თუ ქურთული ძალები, ინფორმაციის მიწოდება მისი ადგილსამყოფელის შესახებ დროის საკითხი იყო (Pankratenko, I. (2019, August 1). Al-Baghdadi: Alive again and dreaming of revenge.).

აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადის მკვლელობა იმ დღეების მსოფლიო მედიის მთავარ საინფორმაციო მოვლენად იქცა. ამასთან ერთად, როგორც მაშინ, ისე დღესაც, „დაიში“ საერთაშორისო ტერორიზმის წამყვან ბრენდად რჩება.<sup>26</sup>

### ლიტერატურა

1. BBC News. (2019, October 28). *Abu Bakr al-Baghdadi: IS leader 'dead after US raid' in Syria*. <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-50200339>
2. Rasheed, A. (2019, October 28). Exclusive - Baghdadi's aide was key to his capture - Iraqi intelligence sources. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/us-mideast-crisis-baghdadi-capture-exclu-idUSKBN1X60SR>
3. Alhas, A. M. (2019, October 27). Baghdadi 'killing'. *Anadolu Agency*. <https://www.aa.com.tr/en/middle-east/baghdadi-killing-anadolu-agency-shoots-video-of-area/1627808>
4. Montoya-Galvez, C., & Linton, C. (2019, October 27). ISIS leader dead after U.S. commandos stage dramatic raid in Syria. *CBS News*. <https://www.cbsnews.com/news/abu-bakr-al-baghdadi-isis-leader-dead-killed-in-us-raid-in-syria-2019-10-27/>
5. Babb, C. (2019, October 27). US military acted quickly on intel to capture or kill Baghdadi. *Voice of America*. [https://www.voanews.com/a/usa\\_us-military-acted-quickly-intel-capture-or-kill-baghdadi/6178337.html](https://www.voanews.com/a/usa_us-military-acted-quickly-intel-capture-or-kill-baghdadi/6178337.html)
6. Duster, C. (2019, October 27). The Baghdadi raid was named after ISIS victim Kayla Mueller. *CNN*. <https://edition.cnn.com/2019/10/27/politics/kayla-mueller-parents-reaction-to-baghdadi-death/index.html>
7. Kube, C., Romero, D., Jackson, H., & Silva, D. (2019, October 27). ISIS leader Abu Bakr al-Baghdadi killed in U.S. raid in Syria, Trump confirms. *NBC News*. <https://www.nbcnews.com/news/world/abu-bakr-al-baghdadi-leader-isis-targeted-u-s-raid-n1072506>
8. U.S. Department of Defense. (2019, October 28). *Press briefing by Secretary Esper and General Milley*. <https://www.defense.gov/News/Transcripts/Transcript/Article/2001188/department-of-defense-press-briefing-by-secretary-esper-and-general-milley-in-t/>
9. Counter Extremism Project. (2025, October 10). *Hurras al-Din, extremist groups*. <https://www.counterextremism.com/threat/hurras-al-din>
10. Center for Strategic and International Studies. (2025, October 10). *Hay'at Tahrir al-Sham (HTS) terrorism backgrounder*. <https://www.csis.org/programs/transnational-threats-project/past-projects/terrorism-backgrounders/hayat-tahrir-al-sham>
11. BBC News Russian. (2019, October 31). *How al-Baghdadi was caught*. <https://www.bbc.com/russian/news-50244280>

<sup>26</sup> იხილეთ გაგრძელება – სტატია: „დაიშის“ ორგანიზაციული სტრუქტურა და მმართველობა (III ნაწილი)

12. United Nations. (2024, September 17). *UNITAD – Investigative Team to Promote Accountability for Crimes Committed by Da'esh/ISIL*. <https://www.unitad.un.org>
13. BBC News Russian. (2019, October 27). *ISIS leader al-Baghdadi has been killed, US President Trump announced*. <https://www.bbc.com/russian/news-50198952>
14. Warrick, J. (2019, October 27). Abu Bakr al-Baghdadi, extremist leader of Islamic State, dies at 48. *The Washington Post*. [https://www.washingtonpost.com/local/obituaries/abu-bakr-al-baghdadi-islamic-states-terrorist-in-chief-dies-at-48/2019/10/27/0d004abc-663d-11e7-8eb5-cbccc2e7bfbf\\_story.html](https://www.washingtonpost.com/local/obituaries/abu-bakr-al-baghdadi-islamic-states-terrorist-in-chief-dies-at-48/2019/10/27/0d004abc-663d-11e7-8eb5-cbccc2e7bfbf_story.html)
15. Griffiths, J., et al. (2019, October 28). Trump: ISIS leader Abu Bakr al-Baghdadi is dead. *CNN*. [https://edition.cnn.com/politics/live-news/abu-bakr-al-baghdadi-isis-intl-hnk/h\\_5686d7d35f45a79de8dfa48b25b2ca02](https://edition.cnn.com/politics/live-news/abu-bakr-al-baghdadi-isis-intl-hnk/h_5686d7d35f45a79de8dfa48b25b2ca02)
16. Hoffman, J. (2025, December 15). Bring US troops home from Syria now. *Cato Institute*. <https://www.cato.org/blog/bring-us-troops-home-syria-now>
17. Ileri, K. (2019, November 7). Turkey, US cooperated in al-Baghdadi killing. *Anadolu Agency*. <https://www.aa.com.tr/en/americas/turkey-us-cooperated-in-al-baghdadi-killing/1638739>
18. Alfaisal, L. (2019, October 27). Exclusive: ISIS leader's companion reveals details on Baghdadi's last days. *Al Arabiya*. <https://english.alarabiya.net/News/middle-east/2019/10/27/Exclusive-ISIS-leader-s-companion-reveals-details-on-Baghdadi-s-last-days>
19. Ajjoub, O. (2020, May 20). Will Hayat Tahrir al-Sham destroy al-Qaeda in Syria? *The Conflict Archives*. <http://theconflictarchives.com/news/2020/5/20/will-hayet-tahrir-al-sham-destroy-al-qaeda-in-syria>
20. Baker, P., Schmitt, E., & Cooper, H. (2019, October 27). ISIS leader al-Baghdadi is dead, Trump says. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2019/10/27/us/politics/isis-leader-al-baghdadi-dead.html>
21. Pankratenko, I. (2019, August 1). Al-Baghdadi: Alive again and dreaming of revenge. *Haqqin.az*. <https://haqqin.az/news/155283>
22. Pankratenko, I. (2019, October 28). Trump in the fight against Koschei the Deathless. *Haqqin.az*. <https://haqqin.az/news/161565>
23. Pankratenko, I. (2019, November 2). The caliph is dead, long live the caliph! *Haqqin.az*. <https://haqqin.az/comics/162032>
24. Washington Post. (2019, October 27). President Trump's full announcement on the death of Abu Bakr al-Baghdadi [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Q6YvsrGILrw>
25. Callimachi, R., & Hassan, F. (2019, October 31). Abu Bakr al-Baghdadi, ISIS leader known for his brutality, is dead at 48. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2019/10/27/world/middleeast/al-baghdadi-dead.html>
26. Callimachi, R. (2020, December 18). ISIS leader paid rival for protection but was betrayed by his own. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2019/10/30/world/middleeast/isis-leader-al-baghdadi.html>
27. Gonzales, R. (2019, October 30). Head of U.S. Central Command says ISIS leader Baghdadi buried at sea. *NPR*. <https://www.npr.org/2019/10/30/774617578/head-of-u-s-central-command-says-isis-leader-buried-at-sea>
28. Hooper, S., & al-Aswad, H. (2020, August 31). Notorious French militant leader arrested by HTS in Syria's Idlib. *Middle East Eye*. <https://www.middleeasteye.net/news/notorious-french-militant-leader-arrested-hts-syrias-idlib>
29. Anadolu Agency. (2019, October 28). The US military operation in Idlib lasted 4 hours. <https://www.aa.com.tr/ru/мир/операция-вс-сша-в-идлибе-длилась-4-часа-/1627525>
30. El-Hayek, W. (2019, October 30). Enemy number one. *Novaya Gazeta*. <https://novayagazeta.ru/articles/2019/10/29/82547-vrag-nomer-odin>
31. Hajich, Y. (2019, October 28). Abu Bakr al-Baghdadi is dead – USA. *Golos Islama*. <https://golosislama.com/news.php?id=37437>

UDC 327.56

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-2-228-253>

## Daesh's Organisational Structure and Management System (Part II)

Zviad Tkabladze

Georgian technical university faculty of law and international relations, Georgia

E-mail: tkabladze.zviad@gtu.ge

### Reviewers:

**T. Kiknadze**, Georgian Technical University Doctor of Political Sciences, Faculty of Law and International Relations. Professor

E-mail: kiknadzetamar12@gtu.ge

**M. Manchkhashvili**, Georgian Technical University Doctor of Political Sciences, Faculty of Law and International Relations, Assistant Professor

E-mail: manchkhashvilimaia07@gtu.ge

**Abstract.** This article is the II Part of the work “Daesh's Organisational Structure and Management System”, dedicated to the hunt for the first “Caliph” (Abu Bakr al-Baghdadi) of the international terrorist organization Daesh (Islamic State, IS, ISIL) and his final elimination.

By 2013, ISIS had completed all stages of formation, with the nationalist axis, the former Sunni-Baathist elite of Iraq, serving as the primary driving force. After the overthrow of Saddam Hussein, his regime's functionaries did not disappear, and no new command system needed to be invented to form ISIS's organizational structure.

From the very first days of its existence, ISIS represented a fully-fledged structural, centralized organization, the elements of which actively carried out necessary functions in various areas through the delegation of authority.

Although the group's resources both human, financial, as well as armament and territory have gradually disappeared, first in 2017 and then in 2019, Daesh still exists in the form of small cells and retains the ability to cause harm, and the fight against it is not over yet.

**Keywords:** Abu Bakr al-Baghdadi; Daesh; Management; Structure; Terrorism.

---

*განხილვის თარიღი 21.01.2026*

*შემოსვლის თარიღი 15.02.2026*

*ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026*

## ავტორთა საძიებელი

### Author's index

აღნაშვილი გ. 130, 139	პაპუაშვილი თ. 130, 139	ხვიჩია ლ. 68
ბულია თ. 116	რურუა ნ. 130, 139	ჯანელიძე მ. 37
ბურდულაძე ა. 130, 139	სონღულაშვილი ა. 68	ჯანელიძე მ. 48
გაფრინდაშვილი გ. 58	ტყაბლაძე ზ. 192, 228	Bagaturia Y. 175
გელაშვილი თ. 18	ფიფია ბ. 116	Berdzenashvili G. 146
გუდავაძე ლ. 153, 164	ფოფორაძე ნ. 79	Iashvili A. 175
დურგლიშვილი გ. 93	ფოჩხიძე თ. 130, 139	Iremashvili K. 146
დურგლიშვილი ნ. 93	ქურდაძე მ. 48	Lomidze D. 175
ვარაზაშვილი ზ. 58	ღლონტი ლ. 68	Lomidze I. 175
კაკულია ზ. 58	შარიქაძე მ. 93	Mebuke T. 11
კაკულია ზ. 68	შიშინაშვილი მ. 85	Mestvirishvili A. 175
კოპაძე მ. 68	ჩუბინიძე გ. 85	Nadirashvili P. 146
მახვილაძე ნ. 18	ჩუტკერაშვილი დ. 58	Rurua N. 146
ნანაძე ი. 68	ხაბელაშვილი ლ. 31	Toriashvili T. 175
ნონიევი ი. 116	ხელიძე გ. 116	Tsamalaidze Z. 175

## რეცენზენტთა საძიებელი

### Reviewer's index

აბზიანიძე ნ. 37	მანჩხაშვილი მ. 192, 228	შერაზადიშვილი ბ. 31
აბზიანიძე ნ. 48	მარდაშოვა მ. 58, 68	წიქარიშვილი მ. 116
ავალიანი ხ. 79	მაჭავარიანი ნ. 93	ჯიქია ნ. 93
გაფრინდაშვილი გ. 79	მჭედლიშვილი კ. 130, 139	Chokheli D. 175
გიგინეიშვილი გ. 116	ნადირაშვილი პ. 130, 139	Cubinidze G. 146
გოდერძიშვილი გ. 37	ნადირაშვილი პ. 85	Dekanozishvili L. 11
გოდერძიშვილი გ. 48	ნოზაძე ლ. 18	Lomsadze N. 11
გუჯაბიძე ი. 153, 164	რურუა ნ. 85	Minashvili I. 175
ვარაზაშვილი ზ. 68	სანიკიძე თ. 18	Shishinashvili M. 146
კიკნაძე თ. 192, 228	სიჭინავა ა. 31	
ლებანიძე ზ. 153, 164	დლონტი ლ. 58	

## ავტორთა საყურადღებოდ

### სტატიის მიღების წესი:

- სტატია (მიიღება ქართულ და ინგლისურ ენებზე) ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.
- ავტორს შეუძლია კრებულში პუბლიკაციისათვის სტატიები და თანდართული დოკუმენტაციის ფაილები მოგვაწოდოს საგამომცემლო სახლში, ან გამოგვიგზავნოს ელექტრონული ფოსტით მისამართებზე publishing@gtu.ge ან sagamomcemlosakhli@yahoo.com.
- კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება ავტორის მაქსიმუმ ორი სტატია.

### ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

- თემის ველში (Subject) მიუთითეთ კრებულის დასახელება და ავტორის (ავტორების) გვარი.
- მეილს მიამაგრეთ (Attach files) სტატია ვორდის ფორმატში და შესაბამისი დოკუმენტაციის PDF ფაილი;
- დიდი მოცულობის ფაილის შემთხვევაში გამოიყენეთ არქივატორი (ZIP, RAR ან Google Drive).

### სტატიის გამოქვეყნებისთვის საჭირო დოკუმენტაცია:

- ორი რეცენზია;
- აქტი - ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ (ბეჭდით დადასტურებული);
- ინვოისი (არა სტუ-ის თანამშრომლებისთვის)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის \_\_\_\_\_ ფაკულტეტის  
სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის \_\_\_\_\_ დარგობრივი კომისიის

აქტი № \_\_\_\_\_

„\_\_\_\_\_“

**სხდომას ესწრებოდნენ:**

დარგობრივი კომისიის წევრები:

(მიუთითეთ კომისიის შემადგენლობა) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**განსახილველი სტატიის ავტორი/ავტორები:** (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი)

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

**რეცენზენტები:** (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი)

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

**დარგის მოწვეული სპეციალისტები:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**1. ნაშრომის განხილვა**

\_\_\_\_\_

**2. (მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)**

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიაში განსახილველად შემოვიდა ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიის მიერ გამოყოფილია რეცენზენტები:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_

**2. ნაშრომის საჯარო განხილვა**

**1. მოისმინეს:** ავტორის/ავტორების *(მიუთითეთ)* ინფორმაცია განსახილველად წარმოდგენილი სტატიის შესახებ. \_\_\_\_\_

---

---

**ნაშრომის ანოტაცია**

---

---

---

**3. მოისმინეს:** რეცენზენტის/რეცენზენტების *(მიუთითეთ)* არგუმენტირებული შეფასება სტატიის აქტუალურობის, სიახლის და გამოცემის მიზანშეწონილობის შესახებ. \_\_\_\_\_

---

---

**4. მოისმინეს:** ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის დასკვნა-რეკომენდაცია *(მიუთითეთ მომხსენებლის ვინაობა)* \_\_\_\_\_ სტატიის გამოცემის შესახებ.

**აზრი გამოთქვას:**

---

---

---

**დაადგინეს:**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფაკულტეტის

---

*(მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)*

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივ კომისიაში განსახილველად შემოვიდა ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

---

*(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)*

რეკომენდაციას უწევს სტატიის გამოქვეყნებას სტუ-ის შრომათა კრებულში.

**ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარე**

**კომისიის მდივანი**

**კომისიის წევრები:**

**ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარის**

**ხელმოწერის სინამდვილეს ვადასტურებ**

**ფაკულტეტის დეკანი**

*(ხელმოწერა)*

## რეცენზია

1. ნაშრომის დასახელება სრულად

2. ავტორის/ავტორების სამეცნიერო წოდება, სამუშაო ადგილი, საკონტაქტო ინფორმაცია, ელ. ფოსტა

3. ნაშრომში დასმული ამოცანის მოკლე მიმოხილვა

4. გამოსაქვეყნებლად მომზადებული ნაშრომის აქტუალურობა

5. ძირითადი ასპექტები, რომლებიც განხილულია ავტორის მიერ

6. რეკომენდაცია ნაშრომის გამოქვეყნებისათვის ( იმ შემთხვევაში თუ სარეცენზიო ნაშრომი სამეცნიერო სტატიაა, აუცილებელია სამეცნიერო ჟურნალის დასახელების მითითება)

7. რეცენზენტის გვარი და სახელი სრულად, სამუშაო ადგილი, სამეცნიერო წოდება, საკონტაქტო ინფორმაცია, ელ. ფოსტა (სტატიის რეცენზირების შემთხვევაში რეცენზენტის მონაცემები გამოქვეყნებული იქნება სტატიასთან ერთად)

### სტატიის გამოქვეყნების საფასური:

- ვინაიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების კრებული არის არაკომერციული გამოცემა, ჩვენი უნივერსიტეტის მეცნიერი თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს #200 დადგენილებით (22.01.2010), ფიზიკურმა პირმა, რომელიც არ არის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელი, შრომების კრებულში სტატიის გამოქვეყნებისთვის წინასწარ უნდა შეიტანოს ან გადმორიცხოს საჭირო თანხა (1 გვერდი - 10 ლარი) და დაურთოს გადახდის ქვითარი. გრაფაში „გადახდის დანიშნულება“ უნდა ჩაიწეროს „სტატიის გამოქვეყნების ღირებულება“.
- **სტუ-ის საბანკო რეკვიზიტებია:** სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; საიდენტიფიკაციო კოდი 211349192; მიმღების ბანკი: სახელმწიფო ხაზინა; მიმღების დასახელება: ხაზინის ერთიანი ანგარიში; ბანკის კოდი: TRESGE22; მიმღების ანგარიში: სახაზინო კოდი 708977259.

### სტატიის გაფორმების წესი

#### სტატია:

- შედგენილი უნდა იყოს მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით. ავტორი (ავტორები) და რეცენზენტები პასუხს აგებენ სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.
- წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები - 2 სმ, ინტერვალი - 1,5).
- შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი – ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;

#### გამოყენეთ:

- შრიფტი Sylfaen, ზომა 12

### სტატიას უნდა ერთვოდეს შემდეგი ინფორმაცია:

- უაკ (UDC) - უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაციის კოდი;
- საერთაშორისო ბაზა SCOPUS-ის კლასიფიკატორის კოდი;
- ცნობები ავტორის (ავტორების) შესახებ ქართულ და ინგლისურ ენებზე - ყველა ავტორის სახელი და გვარი სრულად, E-mail-ი და საკონტაქტო ტელეფონი, დეპარტამენტის დასახელება, ორგანიზაციის სრული სახელწოდება, მუშაობის ადგილი, ქვეყანა, ქალაქი, ზუსტი მისამართი, მომსახურე ფოსტის ინდექსი;
- ცნობები რეცენზენტების შესახებ ქართულ და ინგლისურ ენებზე - რეცენზენტთა გვარები და სახელები სრულად, ელექტრონული ფოსტის მისამართი, სამეცნიერო წოდება, ფაკულტეტის ან სამუშაო ადგილის დასახელება.

### სტატია უნდა შეიცავდეს:

- ანოტაციას ქართულ და ინგლისურ ენებზე (100-150 სიტყვა).
- საკვანძო სიტყვებს, დალაგებულს ანბანის მიხედვით (ქართულ და ინგლისურ ენებზე);
- შესავალს;
- ძირითად ნაწილს;
- დასკვნას;
- სურათების ან ფოტოების კომპიუტერულ ვარიანტს, შესრულებულს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით, გარჩევადობა - არანაკლებ 150 dpi-სა;
- ლიტერატურას ინგლისურ ენაზე, გაფორმებულს APA სტილის მიხედვით;

### სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის გაფორმების წესი

ჟურნალი „შრომები“ ეყრდნობა სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის სიის გაფორმების APA-ს (ამერიკული ფსიქოლოგიური ასოციაცია) სტილს. ლიტერატურის სია უნდა გაფორმდეს ინგლისურ ენაზე. თუ წყარო არ არის ინგლისურენოვანი, მიუთითეთ ორიგინალის ენა.

#### მაგალითები:

##### წიგნი:

Miller, D., & Le Breton-Miller, I. (2005). *Managing for the long run: Lessons in competitive advantage from great family businesses*. Boston: Harvard Business School Press.

Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and practice* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

##### ჟურნალი:

Stuart, F. I. (2006). Designing and executing memorable service experiences: Lights, camera, *experiment*, integrate, action! *Business Horizons*, 49(2), 149-159.

Ketchen, D., & Hult, G. T. (2007). Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains. *Journal of Operations Management*, 25(2), 573-580.

##### ვებგვერდი:

Berry, L. L., & Seltman, K. D. (2007). Building a strong services brand: Lessons from Mayo Clinic. *Business Horizons*, 50(3), 199-209. Retrieved May 10, 2007, Retrieved from <https://www.sciencedirect.com>.

Lewis, P. H. (2007). *How Apple kept its iPhone secrets*. Retrieved January 31, 2008, from:

[http://money.cnn.com/2007/01/10/commentary/lewis\\_fortune\\_iphone.fortune/index.htm](http://money.cnn.com/2007/01/10/commentary/lewis_fortune_iphone.fortune/index.htm)

## Guidelines for Authors

### Submitting a journal manuscript

- The article (accepted in Georgian and English languages) is published in the original language;
- The author can bring articles and documentation files for publication in the journal to the publishing house office, or submit them via e-mail: [publishing@gtu.ge](mailto:publishing@gtu.ge) or [sagamomcemlosakhli@yahoo.com](mailto:sagamomcemlosakhli@yahoo.com);
- A maximum of two articles written by an author will be published in one issue of the journal.

### When sending an article by an e-mail, please note the following requirements:

- In the subject field indicate the journal title and author(s) last name; to
- Attach an article in MS Word-compatible file format and PDF files of relevant documentation to the email;
- For large files use an archiver (ZIP, RAR) or send them by Google Drive.

### Documentation required for article publication:

- Two reviews;
- Act – appeal to the scientific council of the organization about the publication of the article (confirmed with a seal);
- Invoice (not for GTU employees).

### Pricing policy:

- Since the journal *Works* of the Georgian Technical University is a non-commercial publication, publication of the article is free of charge for scientific employees and students of all levels of our university.
- Pursuant to the Resolution #200 of the Academic Council of the Georgian Technical University (22.01.2010), publication fee for authors who are not employees or students of the Georgian Technical University is **10 GEL per page**. These authors must pay in advance and attach the payment receipt to a mail when submitting a manuscript.
- The banking requisites of GTU are: LEPL Georgian Technical University; organization's identification number 211349192; beneficiary bank: State Treasury; beneficiary: joint treasury account; bank code: TRESGE22; Account number: treasury code 708977259. In the column *Purpose of Payment* write "*Cost of article publication*".

**The Guidelines to Form an Academic Article: Manuscripts should be prepared consistent with the following guidelines.**

**The article**

- should be written in accordance with the correct language and terminology. The author(s) and reviewers are responsible for the content and quality of the article.
- Must be presented in printed form on A4 format paper, no less
- 5 pages (areas - 2 cm, spacing - 1.5).
- must be executed in the form of a doc or docx file (MS Word) and recorded \_ on any magnetic carrier;

**Please, use:**

- Sylfaen font, size 12 (for Georgian text);

**The article should include the following information:**

- UDC - universal decimal classification code;
- International base SCOPUS classifier code;
- Information about the author (authors) in Georgian and English languages – full name and surname of all authors, e-mail and contact phone number, name of the department, full name of the organization, place of work, country, city, exact address, postal service index;
- About reviewers in Georgian and English languages – full names and surnames of reviewers, e-mail address, scientific title, name of faculty or workplace.

**The article should include:**

- Abstract in Georgian and English languages (100-150 words).
- Keywords, sorted alphabetically (in Georgian and English);
- Introduction;
- Main part;
- Conclusion;
- Computer version of images or photos, made in any graphic format, resolution - not less than 150 dpi;
- Literature in English language, formatted according to APA style;

### Style of Referencing and Citations

The journal *Works* relies on the APA (American Psychological Association) style of referencing and citations. Authors should carefully document their work while at the same time judiciously select references. Only works cited in the manuscript should be included in the references section. The list of references should be written in English. If the source is not in English, indicate the language of the original.

#### ***Examples:***

##### **Reference to a Book:**

Miller, D., & Le Breton-Miller, I. (2005). *Managing for the long run: Lessons in competitive advantage from great family businesses*. Boston: Harvard Business School Press.

Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and practice* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

##### **Reference to a journal publication:**

Stuart, F. I. (2006). Designing and executing memorable service experiences: Lights, camera, experiment, integrate, action! *Business Horizons*, 49(2), 149-159.

Ketchen, D., & Hult, G. T. (2007). Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains. *Journal of Operations Management*, 25(2), 573-580.

##### **Web source:**

Berry, L. L., & Seltman, K. D. (2007). Building a strong services brand: Lessons from Mayo Clinic. *Business Horizons*, 50(3), 199-209. Retrieved May 10, 2007, Retrieved from <https://www.sciencedirect.com>.

Lewis, P. H. (2007). *How Apple kept its iPhone secrets*. Retrieved January 31, 2008, Retrieved from [http://money.cnn.com/2007/01/10/commentary/lewis\\_fortune\\_iphone.fortune/index.htm](http://money.cnn.com/2007/01/10/commentary/lewis_fortune_iphone.fortune/index.htm)

რედაქტორები: მ. ბაზაძე, შ. მიქაია  
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 02.04.2026. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.06.2026. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8.  
პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 16.5

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,  
scripta manent

Established in 1924  
Publication Frequency – 4 issues per year

The Scientific Journal “Proceedings” is a peer-reviewed, refereed, multidisciplinary, quarterly scientific journal published by the Georgian Technical University. The journal is assigned an ISSN and DOI and is licensed under the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

The journal is indexed in both international and local databases, including: Copernicus Google Scholar Ivereli (The National Parliamentary Library of Georgia) Eurasian Scientific Journal Index International Scientific Indexing (ISI) — Impact Factor: 3.792 (2024) Selected articles and abstracts are also featured in the Georgian Abstract Journal (GAJ) in both Georgian and English. Articles related to agricultural topics are exported to the UN FAO AGRIS database. The journal is also listed in the “Georgian Publications” database. All rights reserved.

Any reproduction or use, in whole or in part, of the materials (text, photographs, illustrations, etc.) published in this collection is permitted only with prior written permission from the publisher. Violation of copyright is subject to liability as defined by the legislation of Georgia.

The author(s) bear full responsibility for the content of their articles and for compliance with universally accepted standards of copyright and scientific ethics. The views expressed in the articles do not necessarily reflect the position of the publishing house.

The publishing house „Technical University“ welcomes constructive feedback and suggestions, which will be taken into account to improve future publications. Contact us:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com  
publishing@gtu.ge

## EDITOR-IN-CHIEF

D. Gurgenzidze

## DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF

T. Lominadze

T. Tsereteli

K. Kopaliani

L. Klimiashvili

## SCIENTIFIC SECRETARY

D. Gorgidze

## EDITORIAL BOARD

H. Albrecht (Germany), N. Bagaturia, P. Bielik (Slovakia), G. Bibilashvili, M. Burjanadze, V. Burkov (Russia), A. Frangishvili, G. Gavardashvili, Iv. Giorgadze, B. Gitolendia, Z. Gvishiani, B. Gusev (Russia), M. Janikashvili, A. Kabulov (Uzbekistan), Z. Kakulia, N. Khvedeliani, N. Khozhrevanidze, R. Khurodze, L. Ivanov (Russia), M. Kosior-Kazberuk (Poland), G. Kobakhidze, K. Kutateladze, I. Kutubidze, M. Kukhalashvili, T. Kunchuli, V. Kvaratskhelia, G. Kvesitadze, E. Kvesitadze, N. Makhviladze, H. Mamedov (Azerbaijan), V. Matveev (Russia), G. Medzmariashvili, S. Mihara (Japan), S. Minasyan (Armenia), A. Noneshvili, T. Natriashvili, A. Pashayev (Azerbaijan), M. Phiphia, K. Phkhakadze, N. Qavlashvili, G. Qourashvili, M. Radzmadze, G. Salukvadze, I. Skochko (Poland), A. Sikorski (Poland), Al. Sichinava, S. Schmidt (Germany), A. Suzuki (Japan), T. Sulaberidze, G. Tavadze, L. Targamadze, G. Tkemaladze, Z. Tsamalaide, T. Dzagania, F. Unger (Austria), B. Zhumagulov (Kazakhstan), T. Zhvania, H. Stroer (Germany), L. Dzienisi (Poland), H. Zunkel (Austria).

## SCIENTIFIC ADVISERS:

A. Abralava, G. Abramishvili, J. Beridze, A. Chikovani, N. Chitanava, T. Chubinishvili, Sh. Dekanosidze, R. Diakonidze, Sh. Doghonadze, J. Gabelia, D. Gorgidze, R. Grigolia, J. Iosebidge, T. Jagodnishvili, T. Kaishauri, M. Khositashvili, Z. Kovziridze, L. Kuparadze, I. Kveselava, T. Kvitsiani, N. Loladze, N. Lominadze, T. Magrakvelidze, M. Medzmariashvili, I. Megrelishvili, H. Meladze, G. Meladze, B. Mkheidze, D. Natroshvili, O. Paresishvili, B. Shanshiashvili, A. Songhulashvili, Z. Tsamalaide, K. Tsereteli, Sh. Tserodze, E. Tskitishvili.

© Publishing House „Technical University“, 2026

ISSN 1512-0996



9 771512 099004



Verba volant,  
scripta manent