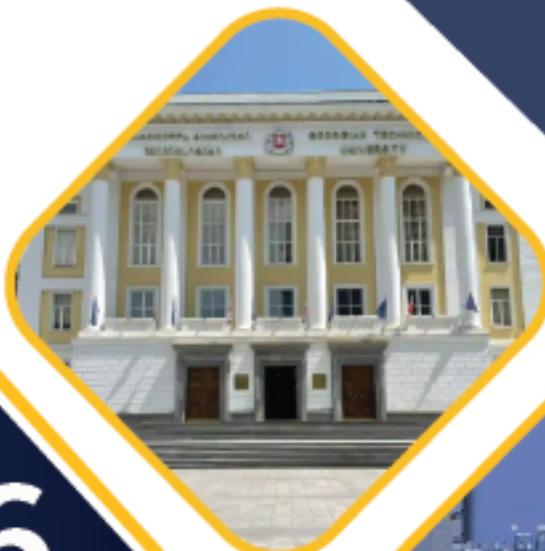


ISSN 1512-0996



2026
1(539)

შრომები

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

WORKS

GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY



Verba volant,
scripta manent

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
PUBLISHING HOUSE “TECHNICAL UNIVERSITY”

[HTTP://PUBLISHHOUSE.GTU.GE/GE](http://publishhouse.gtu.ge/ge)

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

N1(539)



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 ექსპორტირდება 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“ მაღლიერებით 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. გვიშიანი, 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. მატყევი (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. მერელიშვილი, 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



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



შინაარსი

აგრარული და ბიოლოგიური მეცნიერებები

მარიამ ლოლაძე, ნუგზარ ბალათურია, გენადი ბალათურია. მეთანოლის შემცველობის ცვლილებების შედარებითი გამოკვლევა ღვინის სპირტების ყურძნის დურდოსა და მუხის კასრში დავარგებისას 11

მარიამ ლოლაძე, ნუგზარ ბალათურია, გენადი ბალათურია. ახალგაზრდა თეთრი ღვინოების წარმოების ქართული ტექნოლოგია..... 18

ლუიზა ქაჯაია, ნელი ილურიძე, ნელი გილაური. საქართველოში მზარდი გვირილის აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგია 33

თამაზ ნადირაშვილი, ომარ თედორაძე, თენგიზ ცარციძე. თავთავიანი კულტურებით ნათეს ფართობებში ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ტენშემაკავებელი ახალი ტექნოლოგია და ტექნიკური საშუალება 43

ბიზნესი, მენეჯმენტი და ბუღალტრული აღრიცხვა

ალექსანდრე კოპალიანი. კვალიფიციური კადრების მიგრაციის მენეჯმენტი (ცოდნის რეინვესტირების სტრატეგია საჯარო მმართველობაში)..... 49

ალექსანდრე კოპალიანი. ხელოვნური ინტელექტის გავლენა საჯარო მმართველობის სისტემებზე..... 58

ირაკლი ქვარაია, ნიკო ერისთავი. კარკასული შენობის კედლების მოწყობის ოპტიმალური გადაწყვეტა 67

ირაკლი ქვარაია, ნიკო ერისთავი. კლდოვან ფერდობთან შენობის აგების საინტერესო გადაწყვეტა 74

გენადი იაშვილი, ბესიკ შერაზადიშვილი, დავით ხვედელიძე. მცირე და საშუალო ბიზნესის მდგომარეობის ანალიზი საქართველოში.....	81
--	----

კომპიუტერული მეცნიერება

რუსუდან ქუთათელაძე, ანა კობიაშვილი. ენერგოსისტემის სიმძლავრის გენერაციის დაგეგმვა ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემის გამოყენებით	88
--	----

ენერგია

თენგიზ მუსელიანი, კახა გიორგაძე, გრიგოლ მუსელიანი. დატვირთვის ქვეშ მომუშავე ქვესადგურების ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების დამკვლევების პროცესების მოდელირება	97
თენგიზ მუსელიანი, გიორგი გელაშვილი. განახლებადი ენერჯის მიღება გამონახოლქვის ნაკადებისგან ცემენტის ინდუსტრიაში.....	104

საინჟინრო საქმე

მამული გრძელიშვილი, ალექსი კოპალიანი, რამაზ მუსერიძე. ტრანსმისიური თბოდანაკარგები შენობათა არაერთგვაროვანი შემომზღუდი კონსტრუქციებიდან	111
ლავრენტი გუდავაძე, შოთა გუჯაბიძე. კასპიის რეგიონიდან ევროპაში ბუნებრივი აირის დამატებითი მოცულობების მიწოდების ხარჯები და ღირებულება	119
ლავრენტი გუდავაძე, შოთა გუჯაბიძე. კასპიის რეგიონიდან გაზის ევროპაში ტრანსპორტირების ეფექტური ტექნოლოგია და ინფრასტრუქტურა	133
ზურაბ მჭედლიშვილი, ზურაბ ციციშვილი. ეპიცენტრიკული მექანიზმის დინამიკის კვლევა, როცა მის კბილა თვალზე მოქმედებს სრიალისა და გორვის ხახუნის ძალები	143
ზურაბ მამაღლა, გივი დათუკიშვილი, იოსებ უთმელიძე. მყარი სხეულის დეფორმირების რეალური დიაგრამის შეცვლა მის მრუდე ნაწილში ჩახაზული მრავალგვერდით	148

გარემომცოდნეობა

გიორგი ნაბახტიანი, ირმა გიორგაძე, ნატო ლუღუშაური. რადიოაქტიური ნარჩენების
სამარხის ადგილის პირველადი კვლევა/ შეფასება..... 156

ვერა აბზიანიძე, რუსუდან მანაგაძე, დიმიტრი აბზიანიძე, ზურაბ კაკულია. მათემატიკის
როლი ეკოლოგიაში..... 162

საექთნო საქმე

მარინე ჩაჩანიძე, მარიამ ლოლაძე, ტრიფონ ფარჯანაძე, გოჩა ჭუმბურიძე. რძის მრეწველობის
ნარჩენები და მათი გამოყენების პრაქტიკული მნიშვნელობა 170

სოციალური მეცნიერებები

თამარ მიქელაძე. ციფრული ტექნოლოგიების გავლენა ტრადიციულ მედიაზე – ბეჭდური
მედიის კრიზისი..... 177

რევაზ ლორთქიფანიძე, დავით ლემკაშელი. საჯარო ადმინისტრირების სწავლების
კონცეფცია თანამედროვე ელექტრონულ ერაში 183

თინათინ იაშვილი, ლევან ხაბელაშვილი. კორუფციის არსი და მისი ხელშემწყობი
ფაქტორები..... 191

ლილი ხარჩილავა, გვანცა აბესაძე. რბილი ძალა და გეოპოლიტიკური გავლენა:
ჩინეთი MENA-ს რეგიონში სტრატეგიული კონკურენციის ფონზე..... 197

ავტორთა საძიებელი 205

რეცენზენტთა საძიებელი 206

ავტორთა საყურადღებოდ 207

CONTENTS

Agricultural and Biological Sciences

- Mariam Loladze, Nugzar Baghaturia, Genadi Baghaturia.** Comparative Study of Changes in Methanol Content During Aging of Wine Spirits in Grape Pulp and Oak Barrels..... 11
- Mariam Loladze, Nugzar Baghaturia, Genadi Baghaturia.** Georgian Technology of Young White Wines Production..... 18
- Luiza Qajaia, Neli Iluridze, Neli Gilauri.** Production Technology of Absolute Oil From Camomile Growing in Georgia 33
- Tamaz Nadirashvili, Omar Tedoradze, Tengiz Tsartsidze.** A New Moisture-Retention Technology and Technical Means for Preventing Soil Erosion in Areas Sown with Cereal Crops 43

Business, Management and Accounting

- Aleksandre Kopaliani.** Skilled Personnel Migration Management (Knowledge Reinvestment Strategy in Public Administration) 49
- Aleksandre Kopaliani.** The Impact of Artificial Intelligence on Public Administration Systems 58
- Irakli Kvaraia, Niko Eristavi.** Optimal Arrangement of Internal and External Walls of a Frame Building 67
- Irakli Kvaraia, Niko Eristavi.** An Interesting Solution for Building a Building on a Rocky Slope..... 74
- Genadi Iashvili, Besik Sherazadishvili, Davit Khvedelidze.** Analysis of the situation of small and medium-sized businesses in Georgia..... 81

Computer Science

- Rusudan Kutateladze, Ana Kobiashvili.** Power System Capacity Generation Planning Using a Knowledge-Based System..... 88

Energy

Tengiz Museliani, Kakha Giorgadze, Grigol Museliani. Modeling of Aging Processes of Live Parts of Electrical Equipment of Substations Operating Under Load	97
Tengiz Museliani, Giorgi Gelashvili. Renewable Energy Generation From Waste Streams in the Cement Industry.....	104

Engineering

Mamuli Grdzelishvili, Alex Kopaliani, Ramaz Museridze. Transmission Heat Losses from Non-Uniform Enclosing Structures of Buildings.....	111
Lavrenti Gudavadze, Shota Gujabidze. The Costs and Value of Delivering Additional Volumes of Natural Gas From the Caspian Region to Europe.....	119
Lavrenti Gudavadze, Shota Gujabidze. Efficient Technologies and Infrastructure for Gas Transportation from the Caspian Region to Europe	133
Zurab Mchedlishvili, Zurab Tsitskishvili. Study of the Dynamics of the Epicyclic Mechanism in the Presence of Sliding Friction and Rolling Friction	143
Zurab Madzagua, Givi Datukishvili, Ioseb Utmelidze. Replacement of a Real Diagram of Deformation of a Solid Body With One Insignified in its Curvilinear Part of a Multilateral	148

Environmental Science

Giorgi Nabakhtiani, Irma Giorgadze, Nato Gudushauri. Initial Survey/assessment of Radioactive Waste Disposal Site	156
Vera Abzianidze, Rusudan Managadze, Dimitri Abzianidze, Zurab Kakulia. The Role of Mathematics in Ecology	162

Nursing

Marine Chachanidze, Mariam Loladze, Tripon Farjanadze, Gocha Chumburidze. Dairy Industry Wastes and Practical Significance of Their Use	170
--	-----

Social Sciences

Tamar Mikeladze. The Impact of Digital Technologies on Traditional Media – The Crisis of Print Media	177
---	-----

Revaz Lordkipanidze, Davit Leshkasheli. The Concept of Public Administration Teaching In the Modern Electronic Era	183
---	-----

Tinatini Iashvili, Levan Khabelashvili. The Essence of Corruption and Its Contributing Factors.....	191
--	-----

Lili Kharchilava, Gvantsa Abesadze. Soft Power and Geopolitical Influence: China in the MENA Region Amid Strategic Competition	197
---	-----

Author’s Index	205
-----------------------------	-----

Reviewer’s Index	206
-------------------------------	-----

Guidelines for Authors	213
-------------------------------------	-----

UDC 663,5

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-11-17>

მეთანოლის შემცველობის ცვლილებების შედარებითი გამოკვლევა ღვინის სპირტების ყურძნის დურდოსა და მუხის კასრში დავარგებისას

- მარიამ ლოლაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ტექნოლოგი. საქართველო
E-mail: m.loladze@gtu.ge
- ნუგზარ ბაღათურია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. საქართველო
E-mail: baghaturianugzar10@gtu.ge
- გენადი ბაღათურია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ტექნოლოგი. საქართველო
E-mail: g.baghaturia@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. ებელაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: nana-ebelashvili@hotmail.com

ე. კალატოზიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

E-mail: e.kalatozishvili@gtu.ge

ანოტაცია. გამოკვლეულია ღვინოსა და ღვინის დისტილატში მეთანოლის შემცველობის დინამიკა თეთრი ყურძნის ევროპული (ტკბილის დადუღება), იმერული (ტკბილის დადუღება 5 % ჭაჭაზე) და კახური მეთოდებით (სრული დურდოს დადუღება) გადამუშავებისას. დადგენილია, რომ საუკეთესო ხარისხის ღვინო მიიღება ყურძნის იმერული მეთოდით გადამუშავების შემთხვევაში. ღვინის მაღალ-

ხარისხოვანი დისტილატის მისაღებად ყურძენი ასევე უნდა გადამუშავდეს იმერული მეთოდით. დადგენილია, რომ ღვინოსა და ღვინის დისტილატებში მეთანოლის შემცველობა არ არის კორელაციურ კავშირში დისტილატის ხარისხთან. დურდოს ქვევრში დავარგებისას მისგან მიღებული ღვინის ხარისხი განუხრელად იზრდება ყველა ტიპის ღვინომასალაში. როგორც ევროპული, ისე იმერული და კახური ტიპის ღვინოები უნდა გამოიხადოს

დადუღებისთანავე, მათი დურდოზე შემდგომი დავარგების გარეშე. ყველაზე მაღალი ხარისხის ღვინო მიიღება ყურძნის იმერული ხერხით გადამუშავებისას. როგორც იმერული, ისე კახური ტიპის ღვინის დისტილატების მუხის კასრში დავარგებისას მიიღება უფრო მაღალი ხარისხის ღვინის დისტილატი საკონიაკე ღვინის (ჭაჭის გარეშე დადუღებული ტკბილი) დისტილატთან შედარებით.

საკვანძო სიტყვები: დავარგება; დისტილატი; მეთანოლი; მუხის კასრი.

შესავალი

თეთრი ყურძნის გადამუშავების ქართული (იმერული, კახური) ტექნოლოგიები გულისხმობს ყურძნის ტკბილის დადუღებას ნაწილობრივ (5%) ან სრულ ჭაჭაზე, დადუღებული დურდო და მასში არსებული ღვინის სპირტი იმავე ქვევრში ვარგდება 4-6 თვის განმავლობაში. ქვევრში დაყოვნების შემდეგ გამოხდილი ღვინის დისტილატები (სპირტები) შემდეგ ვარგდება მუხის კასრებში. ასეთ სპირტს გასულ წლებში შეცდომით უწოდებდნენ საკონიაკე სპირტს (Sirbiladze, A. 1975, Lashkhi, A. (1967), რაც არ შეესაბამება ევროკავშირის მიერ დადგენილ განმარტებებს, რომელთა მიხედვით კონიაკად იწოდება სასმელი, რომელიც მიიღება ყურძნის ტკბილის დადუღებით და გამორიცხავს ყურძნის ჭაჭის მონაწილეობას ალკოჰოლური დუდილის პროცესში. გარდა ამისა, კონიაკი მიიღება საფრანგეთის შესაბამისი დასახელების გეოგრაფიულ რეგიონში და წარმოადგენს ადგილწარმოშობის დასახელების პრო-

დუქტს, რის გამო საქართველოს კანონმა „ვაზისა და ღვინის შესახებ“ აკრძალა დასახელება „ქართული კონიაკის“ გამოყენება.

ჩვენი ინიციატივით, პროდუქციის ასორტიმენტის გაფართოებისა და ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით, საქართველოს კანონში „ვაზისა და ღვინის შესახებ“ შეტანილ იქნა ცვლილება, რომლის მიხედვით ქართული ნაციონალური სასმელი „ჭაჭა“ შეიძლება ვაწარმოოთ არა მარტო ყურძნის გადამუშავების ნარჩენიდან – ჭაჭიდან, არამედ დადუღებული კლერტგაცილი დურდოდანაც, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა ყურძნისეული წარმოშობის ქართული სასმელის – ჭაჭის ხარისხი.

წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს პირველ მცდელობას დაგვედგინა ღვინისა და ღვინის დისტილატების ძირითადი კომპონენტების შემცველობის დინამიკა ღვინის დურდოზე და მისი გამოხდის შედეგად მიღებული დისტილატების (სპირტების) მუხის კასრში დავარგებისას.

აქვე უნდა გავითვალისწინოთ ის უდავო ფაქტი, რომ დასმული ამოცანის გადაჭრა რთულდება ვინაიდან, მუხის ტკეჩიდან ექსტრაგირებული კომპონენტები, ისევე როგორც ყურძნის დურდოს მყარი ნაწილიდან ექსტრაგირებული ნივთიერებები, აქტიურად ურთიერთმოქმედებენ ყურძნის სპირტების კომპონენტებთან.

ყველა ეს გარდაქმნა ასევე რთულდება იმით, რომ ღვინომასალასა და სპირტში გახსნილი ჟანგბადი ურთიერთქმედებს ბევრ აქროლად და არააქროლად ნივთიერებასთან, რომლის შედეგად წარმოიქმნება სხვადასხვა დასახელების ახალი პროდუქტი.

ქიმიური პროცესების გარდა ჭაჭის სპირტის მუხის კასრში დავარგებისას მიმდინარეობს ინტენსიური ფიზიკური გარდაქმნები – წყლის, სპირტისა და არაერთი აქროლადი ნივთიერების აორთქლება. ამის შედეგად ხდება ძნელად აქროლადი და არა-აქროლადი ნივთიერების შემცველობის კონცენტრირება, რაც ართულებს ქიმიური პროცესების გამოკვლევას და გავლენას ახდენს მის შედეგებზე. როგორც ყოველივე ამის შედეგი, რთულდება კორელაციური კავშირის გამონახვა ღვინის ან ღვინის დისტილატის ხარისხსა და მათში ერთი რომელიმე ჯგუფის ქიმიური ნივთიერების რაოდენობრივ შემცველობას შორის.

ძირითადი ნაწილი

დადუღებული დურდოს დაყოვნება (დავარგება) ხდებოდა ქვევრში, ხოლო დურდოს გამოხდის შედეგად მიღებული ღვინის დისტილატები ვარგდებოდა მუხის კასრში. გამოკვლეული იყო ყურძნის ევროპული, იმერული და კახური მეთოდით დაყენებული ღვინოები და მათი გამოხდის შედეგად მიღებული დისტილატები.

ყურძენსა და ღვინოში მეთანოლის დაგროვების ძირითადი წყაროა პექტინოვანი ნივთიერებები, რომელთა შედგენილობაში შედის გალაქტურონის მჟავას მეთილის ეთერები. ყურძნის პექტინესტერაზას, საფუვრების ან პექტოლიტური ფერმენტების პრეპარატების, ასევე გოგირდოვანი და სხვა მჟავებისა და ფუძეების ზემოქმედების შედეგად ხდება პექტინის დემეტოქსილირება მეთანოლის წარმოქმნით.

1-ელ სურათზე ნაჩვენებია მეთანოლის შემცველობის დინამიკა დადუღებული იმერული, კახური და ევროპული ტიპის ღვინოების დურდოში და-

ვარგებისას. წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ღვინომასალების დავარგების პროცესში კახური და ევროპული ტიპის ღვინოებში მეთანოლის შემცველობა თავის მაქსიმალურ რაოდენობას აღწევს დავარგების ორი თვის თავზე; იმერული ტიპის ღვინის დავარგებისას მეთანოლის შემცველობა თავიდან მცირდება, ხოლო შემდგომ პერიოდში რამდენადმე იზრდება.

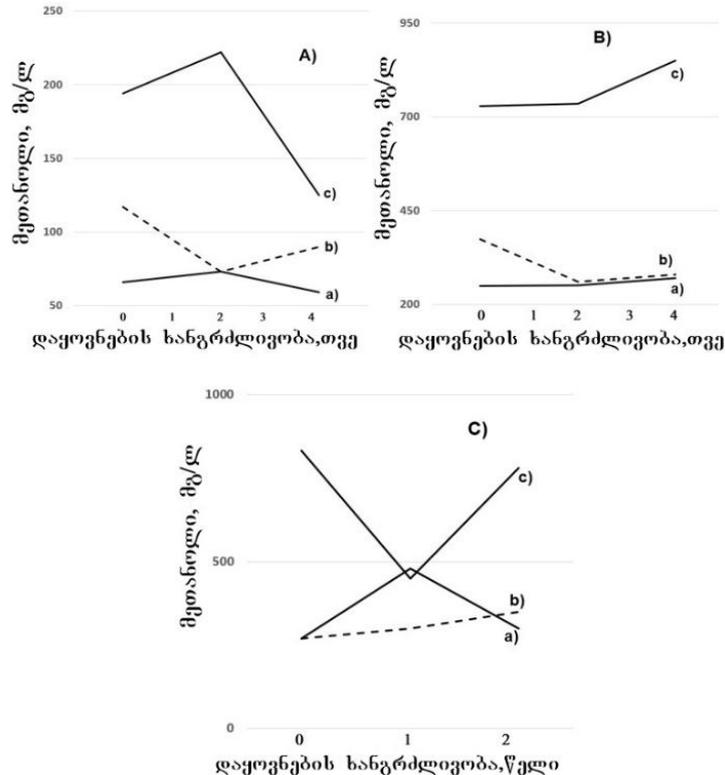
გამოვიკვლიეთ დადუღებული დურდოს დაყოვნების ხანგრძლივობის გავლენა მასში არსებული ღვინის გამოხდის შედეგად მიღებულ დისტილატში მეთანოლის შემცველობაზე.

1-ელ სურათზე (A და B) მონაცემებიდან ჩანს, რომ თუ სხვადასხვა ტიპის ღვინოში მეთანოლის შემცველობა მერყეობს 60-დან 250 მგ/ლ ზღვრებში, იმავე ღვინის გამოხდის შედეგად მიღებულ დისტილატში ეს მაჩვენებელი გაცილებით უფრო მაღალია (250 – 850 მგ/ლ). აბსოლუტურად განსხვავებული ხასიათი აქვს მეთანოლის შემცველობის დანამიკის ამსახველ მრუდებსაც. თუ, მაგალითად, კახური ტიპის ღვინოში პირველი ორი თვის განმავლობაში დურდოს დავარგებისას მეთანოლის რაოდენობრივი შემცველობა იზრდება და შემდგომ პერიოდში მცირდება, იმავე ტიპის ღვინიდან მიღებულ დისტილატში მეთანოლის შემცველობა კანონზომიერად იზრდება.

1-ელ სურათზე (C) ნაჩვენებია მეთანოლის შემცველობის დინამიკა ღვინის დისტილატების მუხის კასრში დავარგებისას. წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კახური ტიპის ღვინის დისტილატში დავარგების პროცესში მეთანოლის შემცველობა პირველი ერთი წლის განმავლობაში მცირდება და შემდეგ იზრდება; იმერული ტიპის ღვინის

დისტილატში დავარგების პროცესში შეიმჩნევა მეთა-
ნოლის რაოდენობრივი შემცველობის შემცირება მა-

შინ, როდესაც ეს მაჩვენებელი ევროპული ტიპის
ღვინის დისტილატში უმნიშვნელოდ იზრდება.



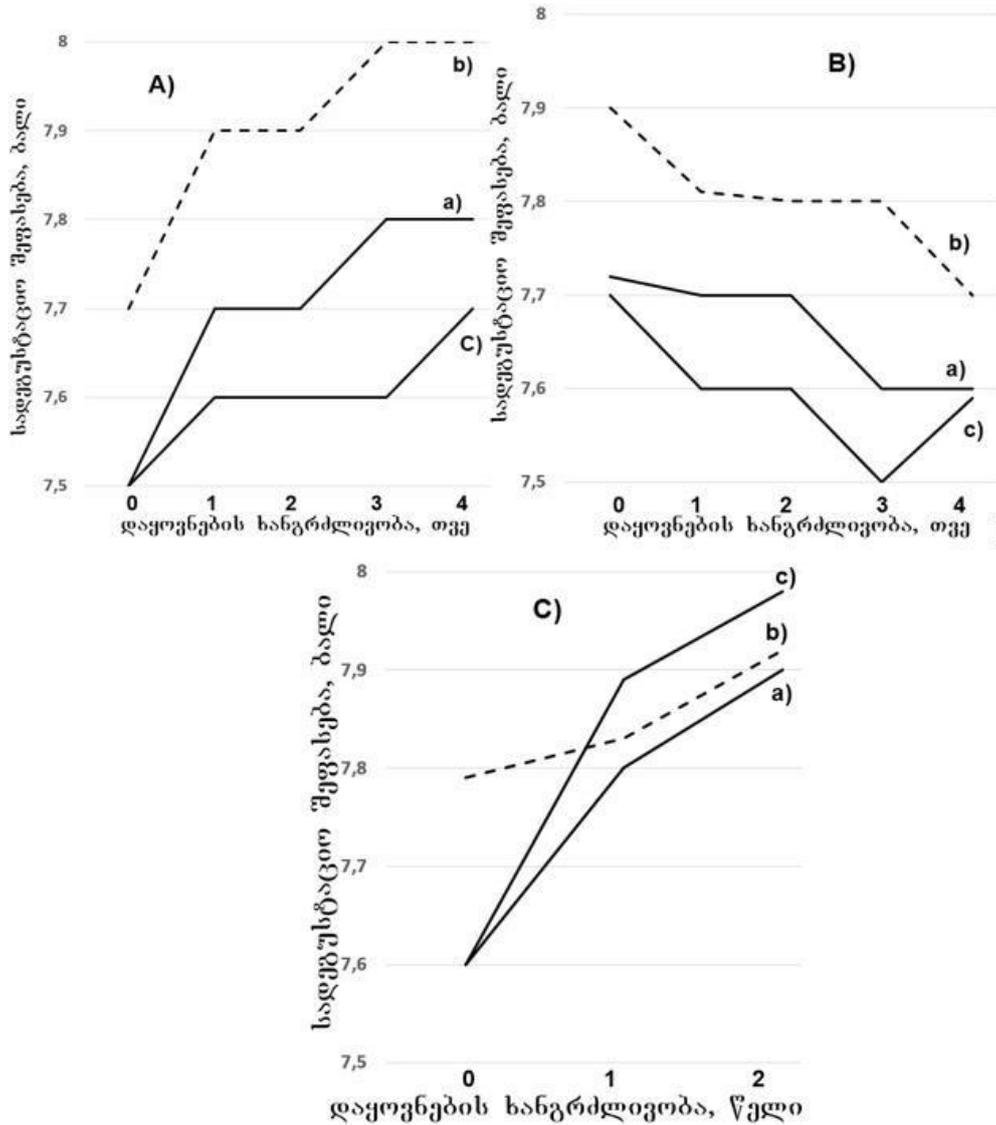
სურ. 1. მეთანოლის შემცველობის დინამიკა ევროპული (ა) , იმერული (ბ) და კახური ტიპის (ც) ღვინოებსა და ღვინის დისტილატებში ღვინის დურდოში და ღვინის დისტილატის მუხის კასრში დავარგებისას
A- ღვინოების დავარგება ქვევრში; B – იმავე ღვინოების დისტილატები;
C- დისტილატების დავარგება მუხის კასრში

მე-2 სურათზე ნაჩვენებია ღვინოებისა და ღვინის დისტილატების, ისევე როგორც ამ დისტილატების სადეფუსტაციო შეფასებების ამსახველი მრუდები, რომელთა განხილვა გვიჩვენებს, რომ ღვინოსა და ღვინის დისტილატებში მეთანოლის შემცველობა არ არის კორელაციურ კავშირში ღვინისა და ღვინის დისტილატის ხარისხთან. კერძოდ, დურდოს ქვევრში დავარგებისას მისგან მიღებული ღვინის ხარისხი განუხრელად იზრდება ყველა ტიპის ღვინომასა-

ლაში. რაც შეეხება ღვინის დისტილატებს, აქ განსხვავებული სურათია. კერძოდ, როგორც წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, ღვინის დურდოზე დავარგება უარყოფით გავლენას ახდენს ამ ღვინისაგან მიღებული დისტილატის ხარისხზე. ანუ, როგორც ევროპული, ისე იმერული და კახური ტიპის ღვინოები უნდა გამოიხადოს დადუღებისთანავე, მათი დურდოზე შემდგომი დავარგების გარეშე.

რაც შეეხება მეთანოლის შემცველობას, ეს მაჩვენებელი ცდის არცერთ ვარიანტში არ აჭარბებს სახელმწიფო სტანდარტით დადგენილ ნორმას, რო-

გორც ღვინოებში, ისე მათგან გამოხდილ დისტილატებში.



სურ. 2. ვერძული (ა) , იმერული (ბ) და კახური ტიპის (გ) ღვინოებისა და ღვინის დისტილატების ხარისხის მაჩვენებელი დიაგრამები ღვინის დურდოში და ღვინის დისტილატის მუხის კასრში დავარგებისას

A- ღვინოების დავარგება ქვევრში; B – იმავე ღვინოების დისტილატები;

C - დისტილატების დავარგება მუხის კასრში

დასკვნა

იმასთან დაკავშირებით, რომ როგორც დადუღებული ღვინის დურდოზე დავარგებისას, ისე დავარგებული ღვინის გამოხდისა და შემდგომ მუხის კასრებში დავარგებისას მრავალკომპონენტური სისტემებთან გვაქვს საქმე, რომლებშიც მიმდინარეობს რთული ფიზიკურ–ქიმიური გარდაქმნები, ღვინოსა და ღვინის დისტილატებში მეთანოლის შემცველობა არ არის კორელაციურ კავშირში ღვინისა და ღვინის დისტილატის ხარისხთან. დურდოს ქვევრში დავარგებისას მისგან მიღებული ღვინის ხარისხი განუხრელად იზრდება ყველა ტიპის ღვინომა-

სალაში. როგორც ევროპული, ისე იმერული და კახური ტიპის ღვინოები უნდა გამოიხადოს დადუღებისთანავე, მათი დურდოზე შემდგომი დავარგების გარეშე. ყველაზე მაღალი ხარისხის ღვინო მიიღება ყურძნის იმერული ხერხით გადამუშავებისას. როგორც იმერული (ტკბილის დადუღება 5 % ჭაჭაზე), ისე კახური ტიპის ღვინის (ტკბილის დადუღება სრულ ჭაჭაზე) დისტილატების მუხის კასრში დავარგებისას მიიღება უფრო მაღალი ხარისხის ღვინის დისტილატი საკონიაკე ღვინის (ჭაჭის გარეშე დადუღებული ტკბილი) დისტილატთან შედარებით.

ლიტერატურა

1. Sirbiladze, A. (1975). *Raw material base of Georgian cognac production and development of methods for improvement of technological processes of cognac* [Doctoral dissertation, Tbilisi] (in Russian).
2. Lashkhi, A. (1967). *Cognac production* (in Georgian). Tbilisi.

UDC 663,5

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-11-17>

Comparative Study of Changes in Methanol Content During Aging of Wine Spirits in Grape Pulp and Oak Barrels

- Mariam Loladze** Georgian Technical University Scientific-Investigation Institute of Food Industry Technologist, Georgia
E-mail: m.loladze@gtu.ge
- Nugzar Baghaturia** Georgian Technical University Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Chief Researcher, Georgia
E-mail: baghaturianugzar10@gtu.ge
- Genadi Baghaturia** Georgian Technical University Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Technologist, Georgia
E-mail: g.baghaturia@gtu.ge

Reviewers:

N. Ebelashvili, Deputy Director of Georgian Technical University Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Senior Researcher, Doctor of Technical Sciences
E-mail: nana-ebelashvili@hotmail.com

E. Kalatozishvili, Georgian Technical University Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Senior Researcher, Academic Doctor of Technical Sciences
E-mail: e.kalatozishvili@gtu.ge

Abstract. There is studied the dynamics of methanol content in wine and wine distillate during white grape processing via European (grape juice fermentation), Imeretian (grape juice fermentation on the must 5%) and Kakhetian (fermentation of the whole must) methods. It is found that the best quality wine is obtained in case of grape processing by Imeretian method. To obtain high quality wine distillate the grape should as well be processed by Imeretian method. It has been established that the methanol content in wine and wine distillates is not in a correlational relation with the quality of the distillate.

During the must maturation in the oak, the quality of the wine obtained from it grows steadily in all types of wine materials. All the three - European, Imeretian and Kakhetian types of wines should be distilled as soon as their fermentation is over, without their further maturation on the must. The highest quality wine is obtained via Imeretian technique of processing. During maturation of both Imeretian and Kakhetian type wine distillates in oak barrel there is obtained higher quality wine distillate compared to the cognac wine (grape juice fermented without the must).

Keywords: Distillate; Maturation; Methanol; Oak barrel.

განხილვის თარიღი 07.03.25

შემოსვლის თარიღი 08.09.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 663,5

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-18-32>

ახალგაზრდა თეთრი ღვინოების წარმოების ქართული ტექნოლოგია

მარიამ ლოლაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ტექნოლოგი. საქართველო E-mail: m.loladze@gtu.ge
ნუგზარ ბაღათურია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. საქართველო E-mail: baghaturianugzar10@gtu.ge
გენადი ბაღათურია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ტექნოლოგი. საქართველო E-mail: g.baghaturia@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. ებელაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: nana-ebelashvili@hotmail.com

ე. კალატოზიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

E-mail: e.kalatozishvili@gtu.ge

ანოტაცია. შემოთავაზებულია ახალგაზრდა თეთრი ღვინოების წარმოების ახალი, ქართული ტექნოლოგია, რომლის არსი ისაა, რომ ტკბილის ალკოჰოლური დუღილის პროცესი მიმდინარეობს კლერტგაცილილი ყურძნის დურდოს მყარ ნაწილებზე უკუსარქვლით აღჭურვილ სადუღარ ჭურ-

ჭელში CO₂-ის არეში ყურძნის მარცვლის ზედაპირზე არსებული ფერმენტების მონაწილეობით, ანუ ფერმენტული პრეპარატები მადულარ მასაში გარედან არ შედის. ასევე არ გამოიყენება დურდოს სულფიტირება.

გამოკვლეულია ქართული სამრეწველო ჯიშების – კახური მწვანისა და რქაწითელის ყურძნისგან

სუფრის ახალგაზრდა თეთრი ღვინოების მიღების ტექნოლოგია. დადგენილია, რომ დურდოზე დადუღებული კახური ჯიშის ყურძნის ღვინოების იმავე დურდოზე დავარგება, როგორც ამას ითვალისწინებს თეთრი ყურძნის გადამუშავების კახური ხერხი, უარყოფით გავლენას ახდენს კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის ღვინის ხარისხზე.

ამასთან დაკავშირებით ახალგაზრდა ღვინის მისაღებად, დურდოზე დადუღებული აღნიშნული ჯიშის ყურძნის ღვინო არ ექვემდებარება დავარგებას და ის უნდა ჩამოისხას დურდოზე დადუღებისთანავე. ამასთან ერთად წიპწის გაცლა დადებითად მოქმედებს ახალგაზრდა ღვინის ხარისხზე.

რქაწითელის ახალგაზრდა ღვინის მისაღებად სრულ დურდოზე დადუღებული ღვინო იმავე დურდოზე უნდა დავარგდეს და ჩამოისხას მოსავლის აღების წლის 31 დეკემბრამდე.

საკვანძო სიტყვები: ახალგაზრდა ღვინო; დურდო; ნახშირორჟანგის არე; წიპწა.

შესავალი

საერთაშორისო კონკურსებზე სამამულო წარმოების სუფრის თეთრი ღვინოები ნაკლებად ებუღება მაღალ შეფასებებს წითელ ღვინოებთან შედარებით. ეს უკანასკნელი ღირსეულ კონკურენციას უწევს მსოფლიოს მეღვინეობის წამყვანი ქვეყნების ღვინოებს, რაც განპირობებულია იმით, რომ ყველა ტიპის ღვინოების წარმოებისას გამოყენებული სტაბილიზაციის საშუალებებისა და ხერხების გარდა, თეთრი ღვინოების მიღებისას წარმოიქმნება ჟანგბადის უარყოფითი გავლენის აღკვეთის აუცილებ-

ლობა ღვინის ორგანოლექტიკურ მაჩვენებლებზე.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ სამამულო მეღვინეობის პრაქტიკაში რაიმე საკმაოდ ეფექტური საშუალებები თეთრი ღვინოების დაჟანგვის აღსაკვეთად დღემდე არ გამოიყენება. უფრო მეტიც, თეთრი ყურძნის კახური ხერხით გადამუშავებისას დამკვიდრდა ტექნოლოგიური ხერხი, რომელიც მიზანმიმართულად ითვალისწინებს ღვინის ინტენსიურ დაჟანგვას ალკოჰოლური დუღილის მიმდინარეობის პროცესში, რის შედეგადაც მიიღება ბრტყელი, უსახო კახური ტიპის ღვინოები, რომლებსაც უცხოელებმა „ფორთოხლის“ ღვინო შეარქვეს და ის შეიყვანეს არანატურალური, სპეციალური ღვინოების კატეგორიაში.

აღნიშნულთან დაკავშირებით აქტუალური საკითხია ახალი ასორტიმენტის დაუჟანგავი ქართული ტიპის თეთრი ღვინოების წარმოების ტექნოლოგიის გამოკვლევა.

წამომომი წარმოდგენილია კახური მწვანეს ჯიშის ყურძნისგან ქართული ტიპის დაუჟანგავი ახალგაზრდა ღვინოების წარმოების პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია, დადგენილია ღვინის ქიმიური შედგენილობა და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები.

ახალგაზრდა ღვინოები არის სუფრის თეთრი და წითელი ღვინოები, რომლებიც შეიძლება რეალიზებულ იქნეს მოსავლის აღების შემდგომი წლის 1 იანვრამდე, ანუ მოუმწიფებელი ღვინოები, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ ნედლეულის ყველა ღირსება. მსოფლიოში ასეთი ღვინოები მზადდება მეღვინეობის წამყვანი ქვეყნების ყველა რეგიონში. მაგალითად, საფრანგეთში აწარმოებენ „ბოჟოლე ნუვოს“ ტიპის ახალგაზრდა წითელ ღვინოებს. არსებობს ახალგაზრდა ღვინოების კიდევ არაერთი

დასახელება სხვა ქვეყნებში. იტალიაში მათ უწოდებენ „ვინო ნოველოს“ (ახალი ღვინო), ესპანეთში – „ვინო პრიმეროს“ (პირველი ღვინო). ყველა ამ ღვინოს ტექნოლოგია იდენტურია და ითვალისწინებს ყურძნის მაცერაციას ნახშირორჟანგის არეში, ხოლო ნედლეულად გამოიყენება მოცემული ადგილისათვის დამახასიათებელი ყურძნის ჯიში.

ახალგაზრდა ღვინოების ძირითადი ნაკლია ის, რომ წითელი ყურძნის გადამუშავებისას ახალგაზრდა ღვინოები გამდიდრებულია ყურძნის წიპწის ფენოლური ნაერთებით, რომლებიც ღვინოს სძენს სიუხემესა და სიმწარეს.

ბოჟოლე ნუვო, თავისებურებები. ბოჟოლე ნუვო იწარმოება მხოლოდ ბურგუნდიის ერთსახელა რეგიონში, ყურძნის ჯიშისგან „გამე“, შავი კანითა და ღია ფერის წვენიტ. არსებული ტექნოლოგიის შესაბამისად, მთელი მტევნები ლაგდება დიდ ჩანში, რომელიც მჭიდროდ იხუფება. ქვედა ფენის ყურძნის მარცვლები სკდება ზედა ფენის სიმძიმის ქვეშ, გამოყოფილ წვენში იწყება დუდილის პროცესი ნახშირორჟანგის გამოყოფით. ეს გაზი ზევით მიემართება და იწვევს, როგორც ვარაუდობენ, დუდილის პროცესს მთლიან, დაუზიანებელ მარცვლებში. 5 დღის შემდეგ ყურძენი იწნეხება, რის შემდეგ ტკბილი აგრძელებს ალკოჰოლურ დუდილს სრულ დაღვინებამდე. ზოგჯერ ტექნოლოგია იცვლება და ყურძენს აქვცმაცებენ, მაგრამ ძირითადი პრინციპი – ნახშირორჟანგის არეში დუდილი – ნარჩუნდება.

ნოველო, თავისებურებები. ნოველო – იტალიაში კაბერნე სოვინიონის, მერლოს და სხვა ჯიშის ყურძნების გამოყენებით წარმოებული ახალგაზრდა წითელი ღვინოებია. ეს ჯიშები და მათი მოყვანის ადგილი

დგინდება ტოსკანის ნოველოს ინსტიტუტის მიერ.

ბოჟოლესაგან განსხვავებით, რომელიც მთლიანად იწარმოება კარბონილური მაცერაციის მეთოდის გამოყენებით, ნოველოს შექმნისას ამ ტექნოლოგიით უნდა გადამუშავდეს გამოყენებული ყურძნის მხოლოდ არანაკლებ 30%. სხვანაირად, ასეთი ღვინოები შეიძლება შეიცავდეს 70% ჩვეულებრივი (სტანდარტული) ტექნოლოგიით დაყენებულ ღვინოს. ამასთან ერთად ეს ღვინო უნდა რეალიზებულ იქნეს ნოემბერში, არა უგვიანეს 31 დეკემბრისა.

ორივე ამ მეთოდის ნაკლია ის, რომ ალკოჰოლური დუდილის პროცესი მიმდინარეობს ყურძნის წიპწის და მარცვლის მონაწილეობით. ეს უკანასკნელი კი ღვინოს სძენს სიუხემეს, რომლის მოსაშორებლად საჭიროა ღვინომასალის ხანგრძლივი დროით დამკვლევა და, ამდენად, ვერ მიიღება ახალგაზრდა ღვინო.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენს ქვეყანაში ახალგაზრდა ღვინოები არ იწარმოება, მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიების არარსებობის გამო. ამასთან დაკავშირებით, იმის გათვალისწინებით, რომ მოთხოვნილება ახალგაზრდა ღვინოებზე წლიდან წლამდე იზრდება, აუცილებელი ხდება ქართული ჯიშის ყურძნებიდან ახალგაზრდა როგორც წითელი, ისე თეთრი ღვინოების წარმოების რაციონალური ტექნოლოგიების გამოკვლევა, რისთვისაც უნდა შეირჩეს შესაბამისი ჯიშის ყურძენი, დადგინდეს მათი გადამუშავების მეცნიერულად დასაბუთებული ტექნოლოგიები. მასასადამე, სუფრის წითელი და თეთრი ახალგაზრდა ღვინოების წარმოების ტექნოლოგიის დამუშავება წარმოადგენს დარგის აქტუალურ ამოცანას.

ახალგაზრდა ღვინოების წარმოების არსებული ტექნოლოგიების ნაკლი ასევე არის ის, რომ ის გამოირჩევა სირთულით – მოითხოვს ყურძნის მთელი მტვერის გამოყენებას, რაც პრაქტიკულად განუხორციელებელია ყურძნის სამრეწველო მასშტაბით გადამუშავებისას. ზოგ შემთხვევაში ნახშირორჟანგს ჩაჭირბინან მადულარ არეში, რაც ასევე ართულებს პროცესს. მეცნიერულად დასაბუთებული მონაცემების სიმწირის გამო, თითოეული ქვეყანა ირჩევს ახალგაზრდა ღვინოების დაყენების საკუთარ სქემებს, როგორც ეს ჩანს 1-ელი ცხრილის მონაცემებიდან, მაგრამ სისტემატურ გამოკვლევებზე დაყრდნობით დამუშავებული ახალგაზრდა ღვინოების წარმოების სარწმუნო ტექნოლოგია დღემდე არ დამუშავებულა და, რაც მთავარია, ახალგაზრდა ღვინოები იწარმოება, ძირითადად, წითელი ჯიშის ყურძნის გამოყენებით, დურდოზე ალკოჰოლური დუდილის შედეგად, რომლის დროს ღვინოში გადადის წიპწის უხეში ფენოლური ნაერთები, რომლებიც ახალგაზრდა ღვინოებს სძენს სიუხეშესა და სიმწარეს, რაც მნიშვნელოვნად აუარესებს ღვინის გემურ თვისებებს.

ცხრილი 1

განსხვავება ნოველოსა და ბოჟოლეს შორის

ნოველო	ბოჟოლე
ბაზარზე ჩნდება 30 ოქტომბერს	უშვებენ ნოემბრის მესამე ხუთშაბათს
იწარმოება ყურძნის 60-ზე მეტი ჯიშისგან	იწარმოება მხოლოდ გამეს ჯიშის ყურძნისგან
შესაძლებელია მოსავლის მექანიზებული აღება	ყურძენი მხოლოდ ხელით იკრიფება

ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია ახალგაზრდა თეთრი ღვინოების წარმოების პრინციპულად ახალი ტექნოლოგია, რომელიც ძირითადად განსხვავდება მეღვინეობის ქვეყნებში გამოყენებული ტექნოლოგიებისაგან. ტექნოლოგიის არსი მდგომარეობს შემდეგში – ახლად დაკრეფილი ყურძნის კლერტგაცილილი დურდო იტვირთება სადულარ ჭურჭელში (ქვევრი, მიწისზედა სადულარი ჭურჭელი) და მჭიდროდ იხუფება უკუსარქვლით აღჭურვილი სახურავით. უკუსარქვლის არსებობის გამო, არ ხდება მადულარი მასის შეხება ჰაერის ჟანგბადთან და ალკოჰოლური დუდილი მიმდინარეობს ნახშირორჟანგის არეში ყურძნის მარცვლის ზედაპირზე არსებული ფერმენტების მონაწილეობით, ანუ ფერმენტული პრეპარატები მადულარ მასაში გარედან არ შეაქვთ. ასევე არ გამოიყენება დურდოს სულფიტირება. დურდოს ალკოჰოლური დუდილის პროცესის დასრულების შემდეგ ჭურჭელი ივსება იმავე ტიპის ღვინით და მჭიდროდ იხუფება. დადულებული ღვინომასალა დურდოზე ჩერდება დასავარგებლად. შემდეგ დურდო გამოიწმენება და მიიღება ახალგაზრდა დაუჟანგავი თეთრი ღვინო. მას უტარდება სულფიტირება დოზით 80-100 მგ/ლ, იფილტრება და ჩამოისხმება სამომხმარებლო ტარაში.

ქვემოთ ნაჩვენებია ახალი ტექნოლოგიით დაყენებული ღვინის შედგენილობისა და ორგანოლექტიური მაჩვენებლების დინამიკა ღვინომასალაში, ნახშირორჟანგის არეში დადულებული დურდოსა და წვერის ცისტერნებში დავარგების პროცესის ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულებით.

გრაფიკები ასახავს ღვინის ძირითადი კომპონენტების შემცველობის დინამიკას ღვინომასალაში მი-

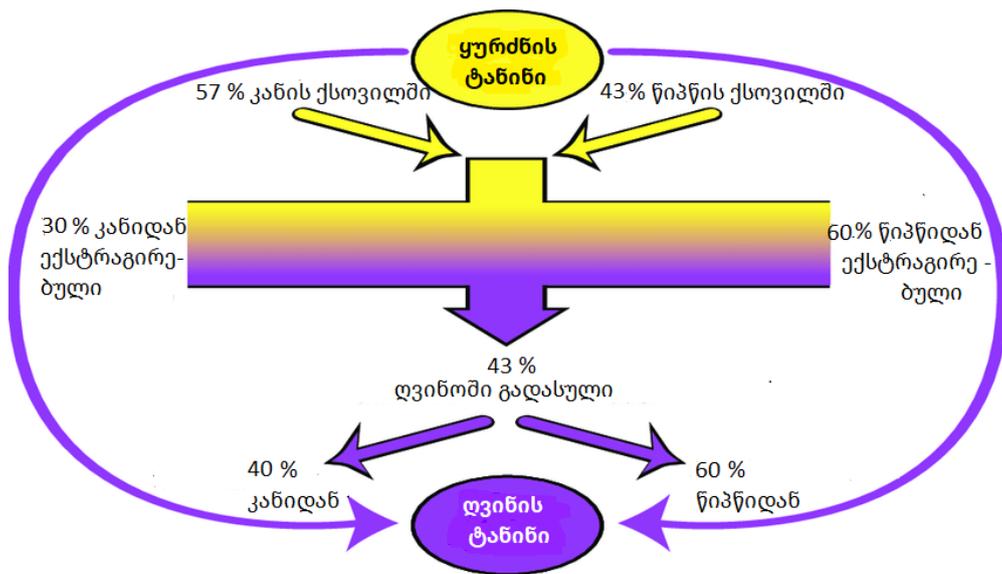
სი დურდოზე დავარგებისას მიწისზედა სადულარ ჭურჭელში.

ჩვენი ადრინდელი გამოკვლევებით დადგენილი იყო, რომ სადულარი ჭურჭლის სახე (ქვევრი, მიწისზედა სადულარი ჭურჭელი) გავლენას არ ახდენს ალკოჰოლური დუდილის პროცესში ცალკეული კომპონენტების შემცველობაზე (Baghaturia, N. 2015, Baghaturia, N. 2020).

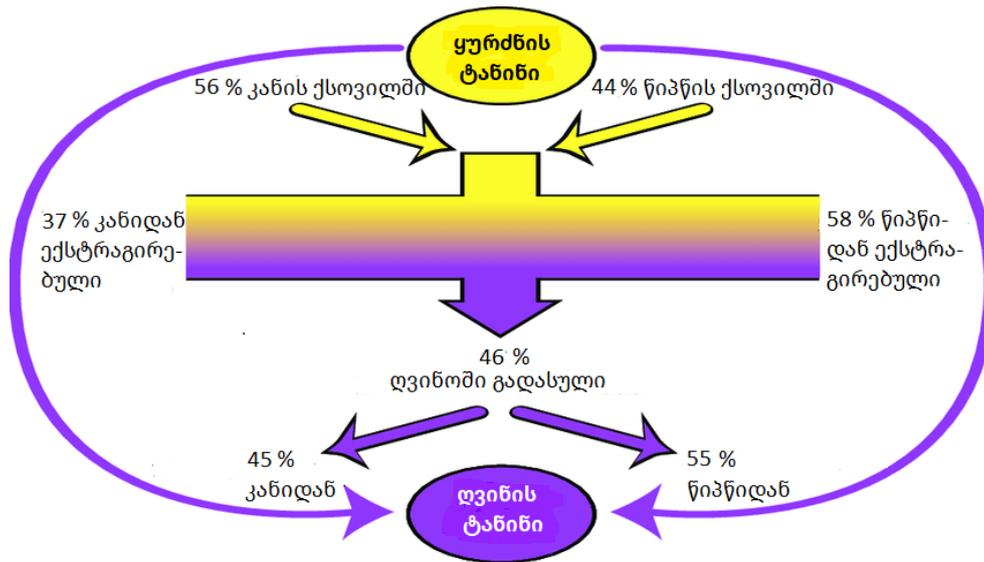
ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები

კვლევის ობიექტად გამოყენებული იყო ქართული თეთრი სამრეწველო ჯიშის ყურძენი – კახური მწვანე და რქაწითელი. ცნობილია, რომ ყურძნის

გადამუშავებისას ღვინოში გადადის როგორც ყურძნის მარცვლის კანის, ისე წიპწის ფენოლური ნაერთები. წიპწის ფენოლური ნაერთები ღვინოს სძენს სიუხემეს, მაშინ, როდესაც მარცვლის კანში არსებული ფენოლური ნაერთები ღვინოს ანიჭებს სირბილესა და ხავერდოვნებას. პირველ და მე-2 სურათებზე ნაჩვენებია ყურძნის მარცვლის ტანინის ღვინოში გადასვლის ამსახველი სქემები კახური მწვანესა და რქაწითელის ჯიშის ყურძნებისათვის. სქემები შედგენილია ჯ. კენედის მიერ შემოთავაზებული ალგორითმის გამოყენებით.



სურ. 1. კახური მწვანეს ჯიშის ყურძნის დურდოს ფერმენტაციის პროცესში ყურძნის მარცვლის კანიდან და წიპწიდან ტანინის ექსტრაქციის სქემატური გამოსახვა



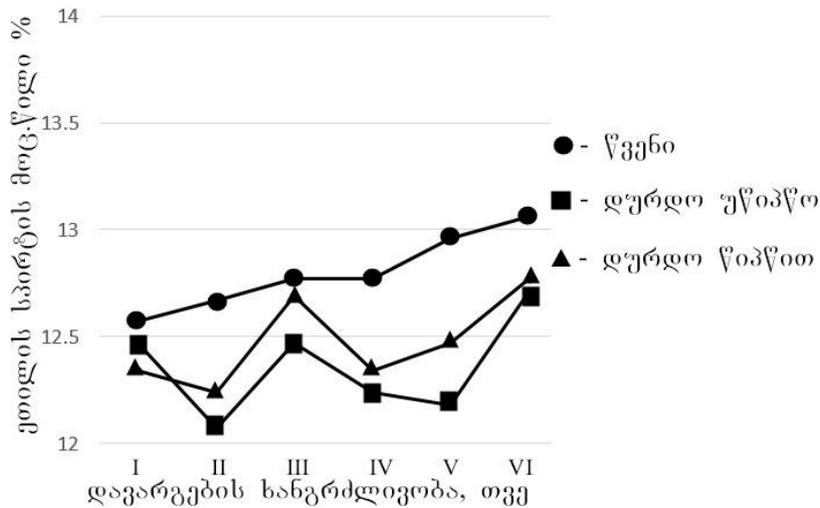
სურ. 2. რქაწითელის ჯიშის ყურძნის დურდოს ფერმენტაციის პროცესში ყურძნის მარცვლის კანიდან და წიპწიდან ტანიანის ექსტრაქციის სქემატური გამოსახვა

ქვემოთ ნაჩვენებია ღვინის ძირითადი კომპონენტების შემცველობის დინამიკა წიპწაგაცილი და წიპწიანი დურდოს ალკოჰოლური დუდილის პროცესში.

ეთილის სპირტი. მე-3 სურ-ზე ნაჩვენებია ეთილის სპირტის შემცველობის დინამიკა ნახშირორჟანგის არეში დურდოზე დადუღებული კახური მწვანეს ჯიშის ყურძნის ტკბილის იმავე დურდოზე დავარგების პროცესში. ღვინის დაყენება ჩატარდა 3 მეთოდით: ტკბილის დადუღება და დავარგება წიპწაგაცელებულ დურდოზე, მეორე ვარიანტში – წიპწაგაცილ დურდოზე. შედარებისათვის, ასევე დადუღებულ იქნა დურდოდან გამოწნილი ყურძნის ტკბილი.

წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ სამივე ვარიანტში ეთილის სპირტის შემცველობა დასავარ-

გებელ ღვინომასალაში კანონზომიერად იზრდება. უფრო სწრაფად და სრულად დადუღდა ჭაჭის გარეშე დადუღებული წვენი. ეტყობა, ფენოლური ნაერთები, რომლებითაც უფრო მდიდარია დურდოზე დადუღებული ღვინოები, დამთრგუნველად მოქმედებს საფუვრის უჯრედზე, რაც აფერხებს ალკოჰოლური დუდილის მიმდინარეობას დურდოზე ტკბილის დადუღებისას. რაც შეეხება წიპწიან და უწიპწო დურდოებზე დადუღებულ ღვინოებს, აქ ეთილის სპირტის შემცველობა რამდენადმე უფრო სწრაფად იმატებს წიპწიან დურდოზე დადუღებულ ღვინოში, რაც შეიძლება აიხსნას სხვადასხვა ჯგუფის ფენოლური ნაერთების არსებობით ყურძნის მარცვლის კანსა და წიპწაში.

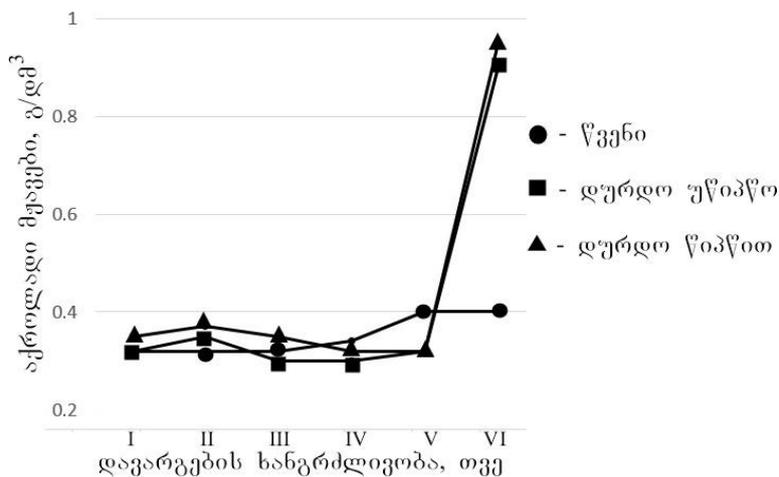


სურ. 3. ეთილის სპირიტის შემცველობის დინამიკა CO₂-ის არეში დადუღებული კახური მწვანეს ღვინოების დავარგების პროცესში

აქროლადი მჟავები. ცნობილია, რომ აქროლადი მჟავების მაღალი შემცველობა ღვინოს სძენს არასასიამოვნო სუნსა და გემოს. ცდის ყველა ვარიანტში ამ მაჩვენებლის სიდიდე არის სუფრის თეთრი ღვინოებისათვის დასაშვებ ზღვრებში.

მე-4 სურ-ის მონაცემებიდან ჩანს, რომ დავარგე-

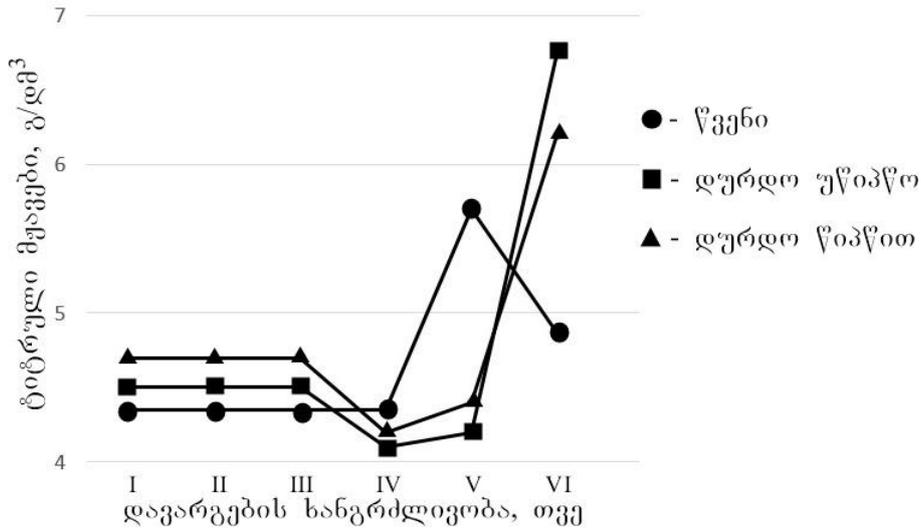
ბის პირველი 4 თვის განმავლობაში აქროლადი მჟავების შემცველობა ღვინომასალაში რამდენადმე მცირდება. შემდგომი დაყოვნებისას ეს მაჩვენებელი იზრდება, განსკუთრებით შესამჩნევია ეს მატება როგორც უწიპწო, ისე წიპწიანი ღურდოს დავარგების პროცესში.



სურ. 4. აქროლადი მჟავების შემცველობის დინამიკა CO₂-ის არეში დადუღებული კახური მწვანეს ღვინოების დავარგების პროცესში

ორგანული მჟავები. მე-5 სურ-ზე ნაჩვენებია ტიტრული მჟავების შემცველობის დინამიკა CO₂-ის არეში დადუღებული კახური მწვანეს ღვინოების დავარგების პროცესში. წარმოდგენილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ როგორც ყურძნის წვენის, ისე წიპ-

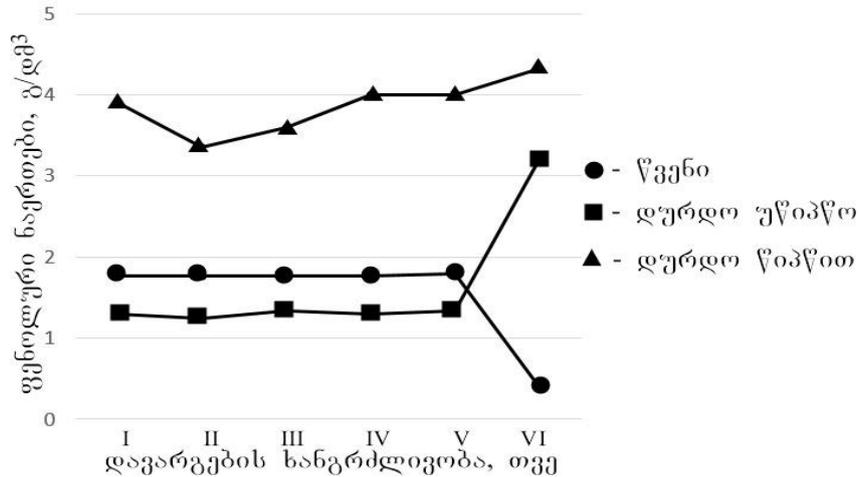
წიანი და უწიპწო ღურდოს დადუღებისას ორგანული მჟავების შემცველობის ამსახველ მრუდებს პრაქტიკულად ერთი და იგივე სახე აქვთ. კერძოდ, ორგანული მჟავების შემცველობა დავარგების ბოლო პერიოდში იზრდება.



სურ. 5. ტიტრული მჟავების შემცველობის დინამიკა CO₂ -ის არეში დადუღებული კახური მწვანეს ღვინოების დავარგების პროცესში ფენოლური ნაერთების შემცველობა.

როგორც ნაჩვენებია მე-6 სურ-ზე, ფენოლების შემცველობის ყველაზე დიდი რაოდენობაა ცდის ვარიანტში, სადაც ალკოჰოლური დუღილი მიმდინარეობდა ღურდოში 100% წიპწის შემცველობისას, ყველაზე ნაკლები ტკბილისა და წიპწაგაცილილი ღურდოს დადუღებისას. რაც შეეხება ღურდოს გარეშე დადუღებულ წვენს, მასში ფენოლური ნაერთები ნაწილობრივ გადადის წიპწიანი ღურდოს გამოწნევის პროცესში, რის გამოც აქ რამდენადმე მეტი ფენოლური ნაერთი ფიქსირდება წიპწაგაცილ

ღურდოზე დადუღებულ ღვინოსთან შედარებით. წარმოდგენილი დიაგრამების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წიპწიანი ღურდოზე დადუღებულ ღვინოში, მისი ღურდოზე შემდგომი დავარგებისას, ფენოლური ნაერთების შემცველობა განუხრელად იზრდება, მაშინ, როდესაც წვენსა და უწიპწო ღურდოზე დადუღებულ ღვინოში ეს მაჩვენებელი პირველი 5 თვის განმავლობაში პრაქტიკულად რჩება ერთსა და იმავე დონეზე.



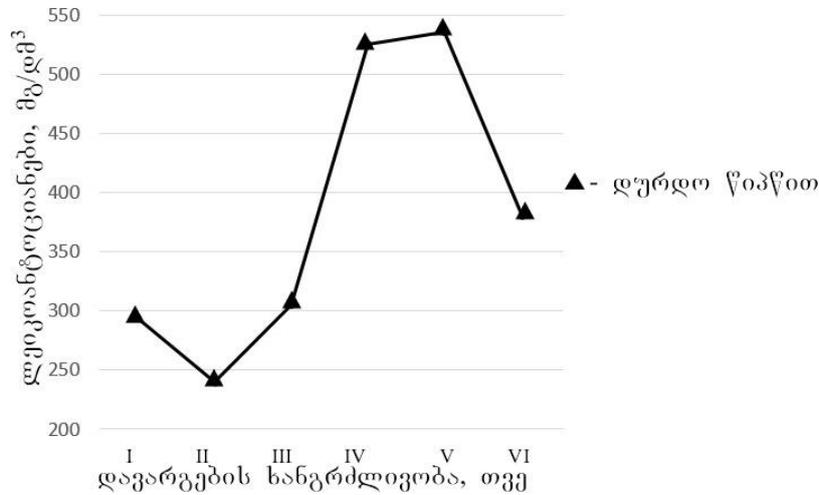
სურ. 6. ფენოლური ნაერთების შემცველობის დინამიკა CO₂-ის არეში დადუღებული კახური მწვანის ღვინოების დავარგების პროცესში ლეიკოანტოციანები

ლეიკოანტოციანები (პროცინიდიინები) უფრო ამორფული ნივთიერებებია, რომლებიც ადვილად ექვემდებარებიან დაჟანგვას. რაც მეტია ღვინოში ლეიკოანტოციანების შემცველობა, მით უფრო მეტი მიდრეკილება აქვს ღვინოს დაჟანგვისა და გამუქებისადმი. ყველაზე მეტი რაოდენობითაა ლეიკოანტოციანები წიპვაში, შემდგომ მოდის კლერტი და კანი. ყველაზე ნაკლები რაოდენობითაა ისინი რბილობში.

მ. ჯოსლიმ და თანამშრომლებმა (1967) ყურძნიდან გამოყვეს ლეიკოანტოციანების ოთხი ფრაქცია. კანიდან გამოყოფილ იქნა ლეიკოცინიდიოლი, წიპვიდან – ლეიკოანტოციანგლიკონი. კანიდან გამოყოფილი ლეიკოანტოციანები უფრო პოლიმერი-

ზებულია წიპვიდან გამოყოფილთან შედარებით. ეს უკანასკნელები ღვინოს სძენს სიმწარესა და სიუხუმეს, მაშინ, როდესაც კანის ლეიკოანტოციანები ღვინოს ანიჭებს სირბილესა და ხავერდოვნებას.

ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ წიპვაგაცილილ დურდოზე დადუღებული ღვინო, ისევე როგორც უდურდოდ დადუღებული ტკბილი, ლეიკოანტოციანებს ან არ შეიცავს, ან შეიცავს კვალის სახით, რის გამო ისინი მე-7 სურ-ზე არ არის წარმოდგენილი. რაც შეეხება წიპვიან დურდოზე დაყენებულ ღვინოს, მასში ლეიკოანტოციანების შემცველობა დურდოს დავარგების პროცესში განუხრელად იზრდება, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს ღვინის გემურ თვისებებზე.

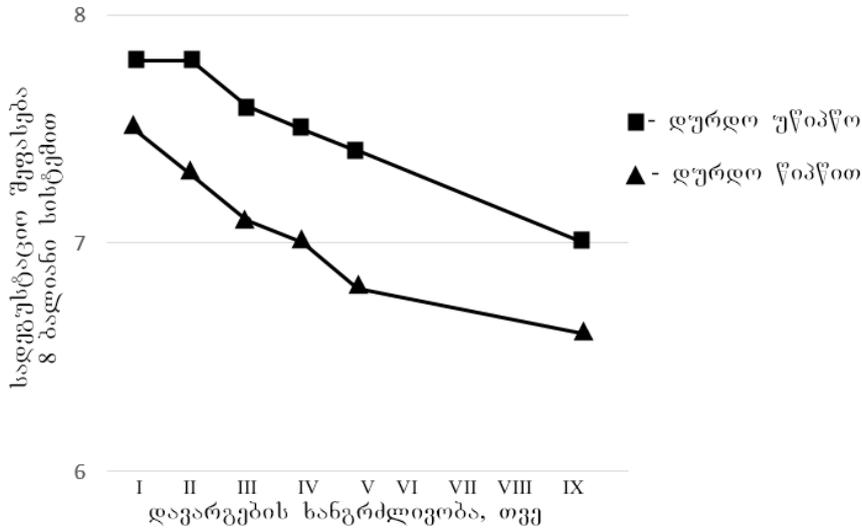


სურ. 7. ლეიკოანტოციანების შემცველობის დინამიკა CO₂-ის არეში წიპწიან დურდოზე დადუღებული კახური მწვანის ღვინის დურდოზე დადუღების პროცესში

მაშასადამე, კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის წიპწიან დურდოზე დადუღებული ღვინოები ხასიათდება სიუხეშითა და სიმწარით უწიპწო დურდოზე დადუღებულ ღვინოსა და დურდოს გარეშე დადუღებული ტკბილის ღვინოსთან შედარებით, რაც აიხსნება იმით, რომ წიპწის ფენოლური ნაერთები უფრო უხეშია კანის ფენოლურ ნაერთებთან შედარებით. ამდენად, კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის გადამუშავებისას წიპწის გაცლა დადებით გავლენას ახდენს ღვინის ხარისხზე. რაც შეეხება დურდოს გარეშე დადუღებულ ღვინოსა და წიპწაგაცილ დურდოზე დადუღებულ ღვინოს, ეს ღვინოები უახლოვდება ერთმანეთს გემური თვისებებითა და არომატით, მაგრამ წვენის დადუღებით მი-

ღებული ახალგაზრდა ღვინო წარმოადგენს მღვრიე სითხეს, რომელიც საჭიროებს დამატებით დაწმენდას, მაშინ როდესაც დურდოზე დადუღებული ღვინოები ბუნებრივად დაწმენდილი და არ საჭიროებს ღვინის დასაწმენდი საშუალებებით დამატებით დამუშავებას. გარდა ამისა, დურდოზე დადუღებული ღვინო უფრო სხეულიანია, ტკბილის დადუღებით მიღებულ ღვინოსთან შედარებით.

წიპწაგაცილ დურდოზე ანაერობულ პირობებში დადუღებული და იმავე დურდოზე დავარგებული ღვინო შეიძლება ჩამოისხას მოსავლის აღების წლის ნოემბერ – დეკემბერში, ანუ ალკოჰოლური დუდილის დამთავრებიდან 1-2 თვის ვადაში.



სურ. 8. სადეჟუსტაციო შეფასების მაჩვენებლის დინამიკა CO₂-ის არეში დადუღებული კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის დურღოს დავარგების პროცესში

სურათის მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დურღოზე დადუღებული კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის ღვინოების იმავე დურღოზე დავარგება, როგორც ამას ითვალისწინებს თეთრი ყურძნის გადამუშავების კახური ხერხი, უარყოფით გავლენას ახდენს ღვინის ხარისხზე. ამასთან დაკავშირებით ახალგაზრდა ღვინის მისაღებად დურღოზე დადუღებული აღნიშნული ჯიშის ყურძნის ღვინო არ ექვემდებარება დურღოზე დავარგებას და ის უნდა ჩამოისხას დურღოზე დადუღებისთანავე. თანაც წიპწის გაცლა დადებითად მოქმედებს ახალგაზრდა ღვინის ხარისხზე.

მე-2 ცხრილში ნაჩვენებია კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის უწიპწო, წიპწიანი დურღოსა და წვენის

დადუღებისას მიღებული ახალგაზრდა ღვინოების ქიმიური შედგენილობა. ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ყველაზე მაღალი სპირტშემცველობით ხასიათდება დადუღებული ტკბილის ღვინო, რაც შეიძლება აიხსნას იმით, რომ წიპწიან და წიპწაგაუცლელ დურღოზე დადუღებული ღვინოები გამდიდრებულია ფენოლური ნაერთებით, რომლებიც ამუხრუჭებენ ფერმენტების აქტივობას მადუღარ არეში. აღსანიშნავია, რომ დაჟანგვისადმი ყველაზე მდგრადი გამოდგა დადუღებული ტკბილის ღვინო, რაც განპირობებულია ამ უკანასკნელში ლეიკოანტოციანების და ზოგადად ფენოლური ნაერთების ნაკლები რაოდენობით შემცველობით, რომელთაც აქვთ დაჟანგვისადმი მიდრეკილება.

კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის ახალგაზრდა ღვინების
ქიმიური შედგენილობები

№	მაჩვენებლების დასახელება და ერთეულები	უწიპწო ღურღოზე დადუღებული ღვინო	წიპწიან ღურღოზე დადუღებული ღვინო	დადუღებული ტკბილის თვითნადენი ფრაქცია
1.	სიმაგრე, მოც. %	12,89	12,49	13,28
2.	ტიტრული მჟავები, ღვინის მჟავაზე გადათვლით, გ/დმ ³	6,4	5,8	5,6
3.	აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, გ/დმ ³	0,19	0,26	0,2
4.	ფენოლური ნაერთები, მგ/დმ ³	973,8	1085,8	377,52
5.	ლეიკოანტოციანები, მგ/ლ	კვალი	520,0	კვალი
6.	ღვინის დახასიათება	დაწმენდილი, მწვანე ფერის, ჯიშური გემოსა და არომატის მქონე ღვინო	ოდნავ შებურული, მწვანე ფერის, სპეციფიკური არომატის, მომწარო გემოს მქონე ღვინო	მღვრიე, სპეციფიკური არომატისა და გემოს მქონე მწვანე ფერის ღვინო
7.	სადეგუსტაციო შეფასება, ბალი	8,3	7,8	8,0

მე-3 ცხრილში ნაჩვენებია რქაწითელის ჯიშის ყურძნის ქიმიური შედგენილობის ცვლილებები ტკბილის ღურღოზე დადუღებული ღვინის იმავე ღურღოზე დავარგების პროცესში. წარმოდგენილი მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ რქაწითელის ყურძნის შემთხვევისათვის უმჯობესია ღვინის

ღურღოზე დავარგება, კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის ღვინისაგან განსხვავებით.

რქაწითელის ახალგაზრდა ღვინის მისაღებად ღურღოზე დადუღებული ღვინო იმავე ღურღოზე უნდა დავარგდეს არაუმეტეს 3 თვის განმავლობაში.

რქაწითელის ჯიშის ყურძნის დურდოზე დადუღებული ღვინის იმავე დურდოზე დავარგებისას მიმდინარე ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების დინამიკა

ნიმუში		ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების ცვლილებების დინამიკა							
		ანალიზის ჩატარების თარიღი:							
მაჩვენებლები		28.10.20	14.11.20	28.11.20	10.12.20	25.12.20	15.02.21	17.03.21	30.07.2021
1	სიმაგრე, მოც. %	11,86	10,9	12,28	12,83	13,21	12,86	12,8	12,85
2	ტიტრული მჟავები, ღვინის მჟავაზე გადათვლით, გ/დმ ³	5,1	4,9	4,38	4,6	4,35	4,6	4,6	4,5
3	აქროლადი მჟავები, მმარმჟავაზე გადათვლით, გ/დმ ³	0,3	0,32	0,35	0,36	0,3	0,3	0,3	0,3
4	ფენოლური ნივთიერებებ, გ/დმ ³	1,62	1,82	2,5	2,43	2,5	2,5	2,42	2,42
5	ლეიკონანტოციანები, მგ/დმ ³	25	30	32	35	15	38	40	40
დაჭაშნიკების მაჩვენებელი, ბალი		7	7,2	7,3	7,6	7,9	7,6	7,7	7,5

დასკვნა

გამოკვლეულია ქართული სამრეწველო ჯიშის ყურძნების – კახური მწვანისა და რქაწითელის ჯიშის ყურძნისგან სუფრის ახალგაზრდა თეთრი ღვინოების მიღების ქართული ტექნოლოგია. დადგენილია, რომ დურდოზე დავარგებული კახური ჯიშის ყურძნის ღვინოების იმავე დურდოზე დავარგება, როგორც ამას ითვალისწინებს თეთრი ყურძნის გადამუშავების კახური ხერხი, უარყოფით გვლენას ახდენს კახური მწვანის ჯიშის ყურძნის ღვინის ხარისხზე.

ამასთან დაკავშირებით ახალგაზრდა ღვინის მისაღებად, დურდოზე დადუღებული აღნიშნული ჯიშის ყურძნის ღვინო არ ექვემდებარება დურდოზე დავარგებას და ის უნდა ჩამოსხას დურდოზე დადუღებისთანავე. ამასთანავე, წიპწის გაცლა დადუღებისთანავე ახალგაზრდა ღვინის ხარისხზე.

რქაწითელის ახალგაზრდა ღვინის მისაღებად სრულ დურდოზე დადუღებული ღვინო იმავე დურდოზე უნდა დავარგდეს და ჩამოსხას მოსავლის აღების წლის 31 დეკემბრამდე.

ლიტერატურა

1. Baghaturia, N. (2015). *Enology: Wine formation and ageing* (in Georgian, 371 p.). Tbilisi.
2. Baghaturia, N. (2020). *Georgian wine science* (in English, 179 p.). Berlin.

UDC 663,5

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-18-32>

Georgian Technology of Young White Wines Production

- Mariam Loladze** Georgian Technical Univesrity, Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Technologist, Georgia
E-mail: m.loladze@gtu.ge
- Nugzar Baghaturia** Georgian Technical Univesrity, Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Chief Researcher, Georgia
E-mail: baghaturianugzar10@gtu.ge
- Genadi Baghaturia** Georgian Technical Univesrity, Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Technologist, Georgia
E-mail: g.baghaturia@gtu.ge

Reviewers:

N. Ebelashvili, Georgian Technical Univesrity, Deputy director, Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Senior Researcher, Doctor of Technical Sciences
E-mail: nana-ebelashvili@hotmail.com

Elene Kalatozishvili, Georgian Technical Univesrity Scientific-Investigation Institute of Food Industry, Senior Researcher, Academic Doctor of Technical Sciences
E-mail: e.kalatozishvili@gtu.ge

Abstract. There is proposed new, Georgian technology for young white wines production, the essence of which lies in that alcoholic fermentation process of the grape juice is undergoing on the solid parts of destemmed grape must in a fermentation vessel equipped with air-lock, that is in the area of CO₂ with the participation of existing on the surface of grape skins enzymes, that is - enzymatic preparations are not added into the fermenting mass from outside. Sulphitation of the grape must is also not used.

There was studied young table white wines production technology from industrial grape varieties – Kakhuri Mtsvane and Rkatsiteli. It is established, that matured on the must Kakhetian grape wines maturation on the same must, as is considered in Kakhetian method of white grapes processing, has negative impact on the quality of Kakhuri Mtsvane grape wine.

In this regard, in order to obtain young wine, the wine of the mentioned variety fermented on the must is not suitable for maturation, and it must be bottled immediately after fermentation on the must is over. In addition, removal of seeds has a positive effect on the quality of young wine.

To produce Rkatsiteli young wine, wine fermented on the whole must should be matured on the same must and than bottled before December 31 of the harvest year.

Keywords: Area of CO₂; Grape must; Grape seeds; Youn

განხილვის თარიღი 11.03.2025

შემოსვლის თარიღი 08.09.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 663,5

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-32-42>

საქართველოში მზარდი გვირილის აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგია

- ლუიზა ქაჯაია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, საქართველო
E-mail: L.qajaia@gtu.ge
- ნელი ილურიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის წამყვანი ინჟინერი, საქართველო
E-mail: niluridze@gtu.ge
- ნელი გილაური** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის წამყვანი ინჟინერი, საქართველო
E-mail: n.gilauri@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ხოსიტაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: mariam.khositashvili@yahoo.com

ლ. კოტორაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, კვების პროდუქტების ტექნოლოგიების აკადემიური დოქტორი
E-mail: LKotorashvili7@gmail.com

ანოტაცია. საქართველოში მზარდი გვირილის ნედლეულის კვლევამ გვიჩვენა, რომ ის შეიცავს 0,13-იდან 0,75%-მდე ეთეროვან ზეთს, რომლის შედგენილობაშიც შედის 1-დან-5%-მდე აზულენი. გვირილის ზეთი ფასობს მასში აზულენის შემცველობით. მიუხედავად იმისა, რომ გვირილის ეთეროვანი ზეთი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობის აზულენს, პარფიუმერულ-კოსმეტიკურ წარმოება-

ში თავს იკავებენ მის მოხმარებაზე დაბალი ხარისხის გამო.

ეთეროვან ზეთთან შედარებით აბსოლუტური ზეთი გამოირჩევა ნედლეულის ბუნებრივი სურნელით და კარგი ფიქსატორული თვისებებით.

აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენ გამოვიკვლიეთ გვირილის ნედლეულიდან კონკრეტის და კონკრეტიდან აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგიური ფაქტორები – ნედლეულის დამზადე-

ბის საუკეთესო პერიოდი, კონკრეტის მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმი, კონკრეტისა და გამხსნელის თანაფარდობა და ხანგრძლივობა, კონკრეტისა და ცვილების ეთილის სპირტით დამუშავების ჯერადობა, კონკრეტისა და ცვილების სპირტხსნარების გამოყინვის ტემპერატურა და ხანგრძლივობა.

დავადგინეთ გვირილის ნედლეულიდან კონკრეტის და კონკრეტიდან აბსოლუტური ზეთის მიღების ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრები.

შევისწავლეთ საწარმოო პირობებში მიღებული გვირილის აბსოლუტური ზეთის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, დავადგინეთ მათი ზღვრული სიდიდეები.

ჩვენ მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიური რეჟიმით მიღებული გვირილის აბსოლუტური ზეთი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით სავსებით აკმაყოფილებს პარფიუმერულ-კოსმეტიკური წარმოების მოთხოვნებს.

საკვანძო სიტყვები: აბსოლუტური ზეთი; გამოყინვა; ექსტრაქტული ზეთი; სპირტხსნარი; ტექნოლოგიური ფაქტორები და პარამეტრები.

შესავალი

გვირილა ველურად მზარდი ერთწლოვანი ბალახოვანი მცენარეა. ბუნებაში გვხვდება 70-ზე მეტი სახეობა. აქედან 4 გვხვდება საქართველოში, ესენია:

გვირილა აფთიაქის – (*Matricaria chamomilla* L) მცენარის მიწისზედა ნაწილი 0,15 % ეთეროვან ზეთს შეიცავს;

გვირილა სუნაანი – (*Matricaria disciformis*) მცენარის მიწისზედა ნაწილი შეიცავს 0,47 % ეთეროვან ზეთს;

გვირილა უსუნო – (*Matricaria inodora* L). მცენარის მიწისზედა ნაწილი შეიცავს 0,2 -0,3 % ეთეროვან ზეთს;

გვირილა ფირფიტოვანი – (*Matricaria Lamellatia Dge*) შეიცავს 0,2-0,25% ეთეროვან ზეთს.

გვირილებს შორის საწარმოო მნიშვნელობის მხოლოდ ერთია – გვირილა აფთიაქის. ის ფართოდაა გავრცელებული ველურად – მინდვრებში, ნაგვიან ადგილებში, მაგრამ დიდი რაყა (მასივები) თითქმის არ გვხვდება, ამიტომ ის მრავალ ქვეყანაში კულტივირებულია.

მედიცინაში გვირილის ყვავილების ნაყენს იყენებენ ანთების საწინააღმდეგო, ანტიესპტიკურ და ტკივილგამაყუჩებელ საშუალებად, პირის ღრუს დაავადების (სტომატიტის და სხვ), ტონზოლიტებისა და ანგინის დროს. კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულის საწინააღმდეგოდ და სხვა ანთებითი პროცესების შემთხვევაში. მის ასეთ თვისებებს განაპირობებს მასში ისეთი ნივთიერებების არსებობა, როგორცაა: პროხამაზულენი, მატრიცინი და მატრიკარინი.

გვირილის ნედლეული დიდ ინტერესს წარმოადგენს პარფიუმერულ-კოსმეტიკური წარმოებისთვისაც, მასში აზულენის შემცველობის გამო. აზულენი შედის გვირილის ეთეროვანი და აბსოლუტური ზეთების შედგენილობაშიც.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ და შევისწავლეთ აფთიაქის გვირილის (შემდგომ ტექსტში გვირილა) ტექნოქიმიური თვისებები, ნედლეულიდან კონკრეტისა

და აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგიური პარამეტრები. კვლევის შედეგები გათვალისწინებულ იქნა გვირილის აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგიის დამუშავებისას.

ძირითადი ნაწილი

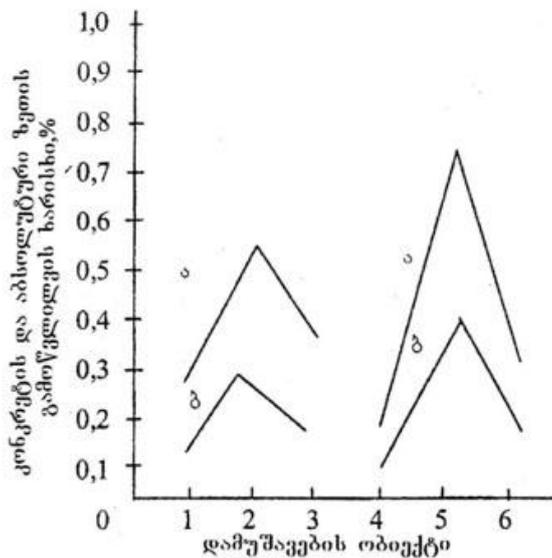
საქართველოს სხვადასხვა მუნიციპალიტეტში მზარდი გვირილის ნედლეულის კვლევამ გვიჩვენა, რომ მასში ეთეროვანი ზეთის შემცველობა 0,13-0,75%-მდეა, ხოლო აზულენის შემცველობა ეთეროვან ზეთში არის 1-დან 5%-მდე. მიუხედავად იმისა, რომ გვირილის ეთეროვანი ზეთი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობის აზულენს პარფიუმერები

თავს იკავებენ მის გამოყენებაზე პარფიუმერულ-კოსმეტიკურ ნაწარმში დაბალი ხარისხის გამო.

აღნიშნულმა განაპირობა ჩაგვეტარებინა კვლევა გვირილის ნედლეულიდან ექსტრაქტული ზეთის (კონკრეტის) და კონკრეტიდან აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგიური პარამეტრების დასადგენად.

შევისწავლეთ ველურად მზარდი და კულტივირებული გვირილის მიწისზედა ნაწილის განვითარების სტადიის გავლენა კონკრეტისა და აბსოლუტური ზეთის გამოწვლილვის დონეზე.

სურათზე ნაჩვენებია გვირილის მიწისზედა ნაწილის განვითარების გავლენა კონკრეტისა და აბსოლუტური ზეთის გამოწვლილვის დონეზე.



გვირილის მიწისზედა ნაწილის განვითარების გავლენა კონკრეტისა და აბსოლუტური ზეთის გამოწვლილვის დონეზე

ა - კონკრეტი, ბ-აბსოლუტური ზეთი.

კულტივირებული გვირილის ნედლეული: 1-ყვავილობის დაწყების პერიოდი,

2-მასიური ყვავილობის პერიოდი, 3-გადაყვავილების პერიოდი.

ველურად მზარდი გვირილის ნედლეული: 4-ყვავილობის დაწყების პერიოდი,

5-მასობრივი ყვავილობის პერიოდი, 6-გადაყვავილების პერიოდი.

კვლევის შედეგების საფუძველზე, დადგენილია, რომ ორივე სახის გვირილის ნედლეულის დამზადების საუკეთესო დროა მასობრივი ყვავილობის პერიოდი, როდესაც კულტივირებული გვირილის ნედლეულში ექსტრაქტული ნივთიერების შემცველობა 0,54%-ია, ხოლო აბსოლუტური ზეთის – 0,8%. ველურად მზარდი გვირილის ნედლეულში კონკ-

რეტი – 0,75%-ია, ხოლო აბსოლუტური ზეთის შემცველობა – 0,4%.

შესწავლილია ჩვენ მიერ ლაბორატორიულ პირობებში მიღებული ველურად მზარდი და კულტივირებული გვირილის აბსოლუტური ზეთისა და მათი კუპაჟის ხარისხობრივი მაჩვენებლები. კვლევის შედეგები მოცემულია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

გვირილის აბსოლუტური ზეთის ფიზიკურ-ქიმიური და ხარისხობრივი მაჩვენებლები

კვლევის ობიექტი	გარდატეხის მაჩვენებელი, 20° C-ზე	მჟავური რიცხვი, მგ KOH/გ	ეთერის რიცხვი, მგ KOH/გ	ხსნადობა 96°-იან ეთილის სპირტში	აზულენის მასური წილი, %
კულტივირებული გვირილის აბსოლუტური ზეთი	1,522	22,7	147,0	1:1	0,4
ველურად მზარდი გვირილის აბსოლუტური ზეთი	1,512	14,5	175,5	1:1	0,18
კულტივირებული და ველურად მზარდი გვირილის აბსოლუტური ზეთის კუპაჟი	1,520	18,0	150,4	1:1	0,20

გვირილის ნედლეულიდან კონკრეტის მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმის დადგენის მიზნით ჩატარებულმა კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ გვირილის დაქუცმაცებულ ნედლეულს უნდა ჩაუტარდეს სამჯერადი ექსტრაქცია ნავთობის ეთერით, გარემოს ტემპერატურის პირობებში 60 წთ-ის ხანგრძლივობით (პირველი ექსტრაქცია 30 წუთი, მეორე – 20 წუთი და ჩარეცხვა 10 წუთი).

ამრიგად, კვლევის შედეგად დადგენილია გვირილის ნედლეულის დამზადების საუკეთესო პერიოდი და მისგან ექსტრაქტული ზეთის – კონკრეტის მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმი.

კონკრეტიდან აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმის დადგენის მიზნით გამოვიკვლიეთ კონკრეტის ეთილის სპირტით დამუშავების ჯერადობა, კონკრეტისა და ცვილების სპირტში გახსნის ხანგრძლივობა, სპირტხსნარების გამოყინვის ტემპერატურა და ხანგრძლივობა, კონკრეტისა და ცვილების შეფარდება ეთილის სპირტთან.

ეთილის სპირტით კონკრეტისა და შემდგომი ცვილების დამუშავების ჯერადობის და სპირტხსნარების გამოყინვის ოპტიმალური ტემპერატურის დადგენის მიზნით ცდები ჩავატარეთ მინუს 18-20° C -ზე და მინუს 12-15° C-ზე, კვლევის შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობის დამოკიდებულება კონკრეტის დამუშავების ჯერადობასა და სპირტსნარების გამოყინვის ტემპერატურაზე

დამუშავების ობიექტი	გამოყინვის ტემპერატურა, 0° C	დამუშავების ხანგრძლივობა (გახსნა), საათი	კონკრეტისა და ცვილების თანაფარდობა სპირტთან	აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობა, %
1. კონკრეტი	მინუს 18-20° C	6	1:10	41,1
I ცვილები	-----	6	1:10	13,5
II-----	-----	3	1:5	3,4
III-----	-----	3	1:5	1,9
IV-----	-----	3	1:5	0,6
V-----	-----	3	1:5	0,1
				----- სულ: 60,6
2. კონკრეტი	მინუს 12-15° C	6	1:10	43,0
I ცვილები	-----	6	1:10	16,1
II-----	-----	3	1:5	3,3
III-----	-----	3	1:5	1,8
IV-----	-----	3	1:5	0,7
V-----	-----	3	1:5	0,2
				----- სულ: 65,1

ექსპერიმენტის შედეგებიდან (ცხრილი 2) ჩანს, რომ სპირტსნარების მინუს 12-15° C-ზე გამოყინვის შემთხვევაში აბსოლუტური ზეთის გამოსავალი მეტია, ვიდრე მინუს 18-20° C-ზე. გარდა ამისა, გაფილტვრის პროცესი უფრო სწრაფად მიმდინარეობს. რაც შეეხება კონკრეტისა და შემდგომი ცვილების 96° -იანი სპირტით დამუშავებისას (გახსნა) აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობა მეოთხე და მეხუთე ცვილების დამუშავებისას იმდენად უმ-

ნიშვნელოა, რომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, შემდგომ ცდებში კონკრეტისა და ცვილების დამუშავება ჩატარდეს ოთხჯერადი დამუშავებით.

კონკრეტისა და ცვილების სპირტსნარების მინუს 12-15° C-ზე გამოყინვის ოპტიმალური დროის (საათი) დადგენის მიზნით ცდები ჩავატარეთ სხვადასხვა ხანგრძლივობით. კვლევის შედეგები მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობის დამოკიდებულება კონკრეტისა და ცვილების სპირტხსნარების გამოყენების ხანგრძლივობაზე

#	დამუშავების ობიექტი	გამოყენების ტემპერატურა, 0° C	სპირტხსნარების გამოყენების ხანგრძლივობა, სთ	აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობა, %
1	კონკრეტი	მინუს 12-15° C	12	43,2
	I ცვილები	-----	12	16,8
	II-----	-----	6	3,3
	III -----	-----	6	1,3

			სულ: 64,6	
2	კონკრეტი	მინუს 12-15° C	6	
	I ცვილები	-----	3	43,1
	II -----	-----	3	16,5
	III -----	-----	3	3,5
				1,2

			სულ: 64,3	
3	კონკრეტი	მინუს 12-15° C	3	
	I ცვილები	-----	3	
	II -----	-----	2	41,8
	III -----	-----	2	17,2
				3,9
			1,2	

			სულ: 64,1	
4	კონკრეტი	მინუს 12-15° C	2	
	I ცვილები	-----	2	
	II -----	-----	1	43,3
	III -----	-----	1	16,9
				3,8
			1,9	

			სულ: 65,9	

ექსპერიმენტის შედეგებიდან (ცხრილი 3) ჩანს, რომ ოთხივე ცდის შედეგების მიხედვით აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობა უმნიშვნელოდ იცვლება. აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობით გამოირჩევა მეოთხე ცდა, სადაც აბსოლუტური ზეთის გამოსავალი 65,9%-ია, მაგრამ გაფილტვრის შემდეგ

მიღებული სპირტხსნარი ძალიან ამღვრელია და მისგან მიღებული აბსოლუტური ზეთის ხარისხი ნაკლებია, ვიდრე სხვა ცდებით მიღებული აბსოლუტური ზეთებისა. ამრიგად, ცდების შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სპირტხსნარის გამოყენების ოპტიმალური დრო კონკრეტის

და I ცვილებისათვის 3 საათია, ხოლო II და III ცვილების სპირტხსნარებისთვის ორ-ორი საათი.

კონკრეტისა და ცვილების დამუშავებისას (გახსნა) გამხსნელთან (96⁰-იანი ეთილის სპირტი) შეფარდების დადგენის მიზნით ჩატარებული ცდების

შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში. კონკრეტისა და ცვილების სპირტხსნარების გამოყინვის ხანგრძლივობა იყო 3-3 საათი, ხოლო II და III ცვილების სპირტხსნარების გამოყინვის ხანგრძლივობა 2-2 საათი, მინუს 12-15⁰ C –ზე.

ცხრილი 4

ნამუშევარ ცვილებში აბსოლუტური ზეთის შემცველობის დამოკიდებულება კონკრეტისა და ცვილების გამხსნელთან შეფარდებაზე

#	დამუშავების ობიექტი	კონკრეტისა და ცვილების შეფარდება სპირტთან	დამუშავების ხანგრძლივობა (გახსნა)	ნამუშევარ ცვილებში აბსოლუტური ზეთის შემცველობა, %	აბსოლუტური ზეთის გამოსავლიანობა, %
1	კონკრეტი	1:10	6	0,41	48,8
	I ცვილები	1:10	6		14,4
	II -----	1:5	3		2,0
	III -----	1:5	3		0,6
					სულ: 65,8
2	კონკრეტი	1:8	6	0,53	43,7
	I ცვილები	1:8	3		17,9
	II -----	1:4	3		2,9
	III -----	1:4	3		1,1
					სულ: 65,6
3	კონკრეტი	1:6	6	0,94	38,4
	I ცვილები	1:6	6		19,5
	II -----	1:3	3		4,2
	III -----	1:3	3		3,1
					სულ: 65,2

ექსპერიმენტის შედეგებიდან (ცხრილი 4) ჩანს, რომ საუკეთესო შედეგია მიღებული (ცდა 2), როცა კონკრეტისა და I ცვილების დამუშავების დროის შეფარდება სპირტთან არის 1:8, ხოლო II და III ცვილებისა 1:4-თან, ამ შემთხვევაში ნამუშევარ ცვილებში აბსოლუტური ზეთის ნარჩენი 0,53 %-ია. კონკრეტიდან აბსოლუტური ზეთის წარმოებისას

ბოლო ცვილებში აბსოლუტური ზეთის შემცველობის დასაშვები რაოდენობა 0,7 %-ია.

შესწავლილია ჩვენ მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიური რეჟიმით საწარმოო პირობებში მიღებული გვირილის აბსოლუტური ზეთის ორგანოლექტიკური და ხარისხობრივი მაჩვენებლები. შედეგები მოცემულია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

გვირილის აბსოლუტური ზეთის ორგანოლექტიკური და ფიზიკური-ქიმიური მაჩვენებლები

მაჩვენებლის დასახელება	დახასიათება და ნორმა
გარეგანი სახე და ფერი	მსუბუქი მწვანე ფერის, ყავისფერი ელფერის მქონე სქელი მასა
სუნი	დამახასიათებელი გვირილის მცენარისთვის
სიმკვრივე, გ/სმ ³ , 20 ⁰ C -ზე.	0,966-1,050
გარდატეხის მაჩვენებელი, 20 ⁰ C -ზე.	1,48-1,55
მჟავური რიცხვი, მგ KOH/გ , არაუმეტეს	20
ეთერის რიცხვი, მგ KOH/გ	70-160
ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი, % არაუმეტეს	8
აზულენის მასური წილი, არა ნაკლებ	1
ხსნადობა 96 ⁰ -იან ეთილის სპირტში	1:1

აზულენის გარდა გვირილის ზეთი შეიცავს: სე-სქვიტერპენულ სპირტებს, ტერპენოიდებს, კადინენს, ნონილის და იზოვალერიანის მჟავებს.

დასკვნა

კვლევის შედეგად დადგენილია გვირილის ნედლეულის დამზადების საუკეთესო პერიოდი. დამუშავებულია მისგან ექსტრაქტული ზეთის – კონკრეტის მიღების ტექნოლოგიური რეჟიმი.

შესწავლილია კონკრეტისა და შემდგომი ცვილების 96 %-იანი ეთილის სპირტით დამუშავების ჯერადობა და ხანგრძლივობა, სპირტხსნარების გამოყენების ტემპერატურა და ხანგრძლივობა, კონკრეტისა და ცვილების გამხსნელთან შეფარდება. კვლევის შედეგების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია გვირილის კონკრეტიდან აბსოლუტური ზეთის გამოყოფის ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრები, შესაბამისად, შემუშავებულია გვირი-

ლის აბსოლუტური ზეთის მიღების ტექნოლო- ლოგიური რეჟიმით საწარმოო პირობებში მიღე-
გიური რეგლამენტი. ბული გვირილის აბსოლუტური ზეთის ხარისხობ-
შესწავლილია ჩვენ მიერ დამუშავებული ტექნო- რივი მაჩვენებლები და ქიმიური შედგენილობა.

ლიტერატურა

1. Baghaturia, N. (2007). *Essential oils of curative and spice-aromatic plants*. Tbilisi. (in Russian)
2. Baghaturia, N. (2008). *Natural wines, juices and drinks*. Tbilisi. (in Russian)
3. Baghaturia, N. (2016). *Food products technology*. Tbilisi. (in Georgian)
4. (1984). *Secondary material resources of food industry: Handbook*. Moscow: Economics. (in Russian)
5. Sidorov, I. I., & Turisheva, N. A. (1984). *Production technology of natural essential oils and synthetic aromatic substances*. Moscow: Light and Food Industry. (in Russian)
6. Qajaia, L. (1982). *Investigation and work out of the rational technology of receiving the absolute oil of Azalea* [Abstract]. Tbilisi. (in Russian)
7. Ziukov, D. G., Andreevich, E. N., & Chipiga, A. P. (1979). *Technology and equipment of essential oil production*. Moscow: Food Industry. (in Russian)
8. Gamerman, A. F., & Grom, I. I. (1976). *Wild medicinal plants*. Moscow, USSR. (in Russian)
9. Goryaev, M. I. (1952). *Essential oils of the USSR flora*. Alma-Ata: Academy of Sciences of Kazakhstan. (in Russian)

UDC 663,5

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-32-42>

Production Technology of Absolute Oil From Camomile Growing in Georgia

- Luiza Qajaia** Georgian Technical University, Food Industry Institute, Senior Research Fellow, Georgia
E-mail: L.qajaia@gtu.ge
- Neli Iluridze** Georgian Technical University, Food Industry Institute, Lead Engineer, Georgia
E-mail: niluridze@gtu.ge
- Neli Gilauri** Georgian Technical University, Food Industry Institute, Lead Engineer, Georgia
E-mail: n.gilauri@gtu.ge

Reviewers:

M. Khositashvili, Georgian Technical University, Chief researcher, Food Industry Scientific-Research Institute, Doctor of Technical Sciences
E-mail: mariam.khositashvili@yahoo.com

Lia Kotorashvili, Georgian Technical University Chief researcher, Food Industry Scientific-Research Institute, Academic Doctor of Food Products Technologies
E-mail: LKotorashvili7@gmail.com

Abstract. Study of raw materials of camomile growing in Georgia has shown that it contains from 0.13 to 0.75% of essential oil, which includes from 1 to 5% azulene. Camomile oil is valued for its azulene content. Despite the fact that camomile essential oil contains a significant amount of azulene, its application in perfumery and cosmetics production is avoided due to its low quality.

Compared to essential oil, absolute oil is distinguished by natural aroma of the raw material and good fixative properties.

Based on the above mentioned, we have studied technological factors of concrete production from camomile raw material and absolute oil production from the concrete – the best period for the raw material preparation, technological regime for concrete production, the ratio and duration of concrete and solvent, the frequency of treating concrete and waxes with ethyl alcohol, the temperature and duration of freezing out of alcohol solutions of concrete and waxes.

There have been found optimal technological parameters of concrete production from camomile raw material and absolute oil production from the concrete.

There have been studied physico-chemical properties of produced in factory conditions camomile absolute oil and found their threshold limit values.

The qualitative properties of camomile absolute oil, produced by elaborated by us technological regime, fully meet the requirements of perfumery and cosmetics production.

Keywords: Absolute oil; Alcohol solution; Extract oil; Freezing out; Technological factors and parameters.

განხილვის თარიღი 19.06.25

შემოსვლის თარიღი 24.07.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 631.432:631.43:631.315:631.671:633.1

SCOPUS CODE 1110

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-43-48>

თავთავიანი კულტურებით ნათეს ფართობებში ნიადაგის ეროზიის საწინააღმდეგო ტენშემაკავებელი ახალი ტექნოლოგია და ტექნიკური საშუალება

- თამაზ ნადირაშვილი** სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი, აგროსაინჟინრო კვლევითი სამსახურის მთავარი სპეციალისტი, ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, საქართველო
E-mail: tamaznadirashvili123@gmail.com
- ომარ თედორაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებისა და ქიმიური ტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი, საქართველო
E-mail: omar.tedoradze@mepa.gov.ge
- თენგიზ ცარციძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებისა და ქიმიური ტექნოლოგიების ფაკულტეტის დოქტორანტი, საქართველო
E-mail: tengiz.tsartsidze@gmail.com

რეცენზენტები:

- ვ. მირუაშვილი**, სსიპ სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის აგროსაინჟინრო სამსახურის მთავარი სპეციალისტი ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: vlmiruashvili@gmail.com
- მ. დოლიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის, აგრარული მეცნიერებისა და ქიმიური ტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: m.dolidze@gtu.ge

ანოტაცია. საქართველოში სახნავი მიწების 61% ეროზიას განიცდის, რაც საჭიროებს თანამედროვე, ეფექტიან გადაწყვეტებს. სტატიაში განხილულია თავთავიანი კულტურებით ნათეს ფართობებში ნიადაგის ეროზიის შემცირებისა და ტენშემაკავების გაუმჯობესების მიზნით შექმნილი ახალი აგრო-ტექნოლოგია – ნიადაგის სატკეპნი პროფილატორი

(ნსპ). ნსპ ქმნის მცირე უბეებს, რომლებშიც ნალექი გროვდება და ნიადაგში თანდათან აღწევს, რაც ზრდის ტენიანობას, ამცირებს ეროზიას და აუმჯობესებს ნაყოფიერებას. თეორიული გათვლები და სავლე ექსპერიმენტები ერთმანეთთან 5–9%-ით ახლოსაა. ერთ ჰექტარზე შესაძლებელია 600–700 ტ. წყლის შეკავება, მოსავლიანობა კი იზრდება 9.7–10.9%-ით. ტექნოლოგია გამოირჩევა პრაქტიკული

ეფექტიანობით და დამატებით ინვენტარს არ საჭიროებს.

საკვანძო სიტყვები: აგროტექნიკა; თავთავიანი კულტურები; მოდერნიზებული საგორავი; ნიადაგის დეგრადაცია; ნიადაგის ეროზია; ნსპ; პროფილატორი; ტენშემაკავებელი ტექნოლოგია; წყალმროვი უბეები.

შესავალი

მეცნიერული შეფასებით, ჩვენს ქვეყანაში წყლისა და ქარის ზემოქმედების გამო ეროზიას განიცდის სახნავი ფართობების 61% და ეს მაჩვენებელი განუწყვეტლივ იზრდება. პრობლემის ძირითადი მიზეზია სავარგულების მდებარეობა ფერდობებზე და ნიადაგის ხვნა ტრადიციული, ბელტის გადაბრუნების, გზით. ასეთ ვითარებაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ტენშემაკავებელი ტექნოლოგიებისა და ტექნიკური საშუალებების დამუშავებას, რითაც უზრუნველყოფილი იქნება მოსული ნალექების მაქსიმალურად შეკავება ნიადაგში. ტენუზრუნველყოფის გაზრდის შედეგად, გაიზრდება მოსავლიანობა და მნიშვნელოვნად შემცირდება ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზია, ანუ შენარჩუნდება ნიადაგის ნაყოფიერება.

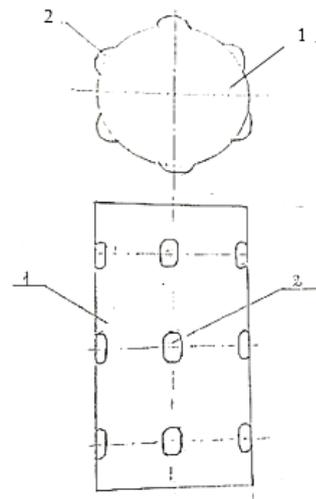
ძირითადი ნაწილი

ეროზიის შემცირების მიზნით მეცნიერებმა დაამუშავეს მრავალი ღონისძიება და ტექნიკური საშუალება. მათგან ძირითადია ნიადაგის დამუშავება ფერდობის განივად, ხვნა ჩიხელებით ბელტის გა-

დაბრუნების გარეშე, ნულოვანი დამუშავება, წყალშემკრები კვლების წარმოქმნა და მათი დაკავშირება, ტერასების მოწყობა, ფართობების ტკეპნა და სხვა.

როგორც ცნობილია, თავთავიანი კულტურებით ნათეს, ურწყავ ფართობებში, აგროტექნიკური მოთხოვნებით გათვალისწინებულია ნიადაგის ტკეპნა სპეციალური საგორავებით. ტკეპნის შედეგად ნიადაგი შემჭიდროვდება და იგი ნაკლებად განიცდის ქარისმიერ და წლისმიერ ეროზიას. იმავდროულად მცირდება ნიადაგის გამოშრობა, რაც ხელს უწყობს თესლის სწრაფად აღმოცენებას.

ეროზიის მნიშვნელოვანი შემცირებისა და მოსული ნალექების ნიადაგში მაქსიმალურად შეკავების მიზნით მოვახდინეთ ნიადაგის სატკეპნი, სერიული წარმოების საგორავების მოდერნიზაცია. ამით თავიდან ავიცილეთ ახალი ტექნიკური საშუალების მანქანათა სისტემაში შემოტანის აუცილებლობა, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის ინოვაციის ეფექტურობას. 1-ელ სურ-ზე მოცემულია ნიადაგის სატკეპნი პროფილატორის პრინციპული სქემა.



სურ. 1. 1. საგორავი, 2. მუშტა.

ტრაქტორზე აგრეგატირებული ნსპ, გადაგორებისას ნიადაგის ტკეპნით წარმოქმნის მცირე უბეებს (ორმოებს). წვიმის ან თოვლის დნობის დროს წარმოქმნილი ნალექი ვერ გადადინდება დახრილობის მიმართულებით, გროვდება უბეებში და ჩაედინება რა სიღრმეში, ქმნის ტენის სოლიდურ მარაგს. ნიადაგის ტენით გაჯერების შემდეგ უბე ივსება და ამგვარად იგი წარმოადგენს ერთგვარ რეზერვუარს, საიდანაც ტენი თანდათანობით მიეწოდება ფესვთა სისტემას.

ამრიგად, ერთი მხრივ არსებითად შემცირდება ნიადაგის ეროზია და შენარჩუნდება მისი ნაყოფიერება, ხოლო მეორე მხრივ ნალექი რჩება რა ფართობში – ტენით კვებავს მცენარეებს.

თეორიული წანამძღვრები:

თეორიული კვლევის მთავარი მიზანია განვსაზღვროთ დასამზადებელი ექსპერიმენტული ნიმუშის ძირითადი პარამეტრები – ნიადაგზე ხვედრითი დაწოლის, მუშტების ზომების, გორვის წინააღმდეგობის, სიმძლავრისა და საწვავის ხარჯის მაჩვენებლები.

ცნობილია, რომ ნიადაგის ვერტიკალურ დეფორმაციაზე წინააღმდეგობა გამოისახება ფორმულით

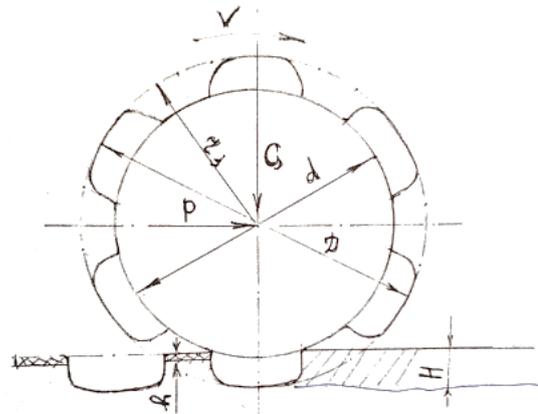
$$q = Ch^\mu \quad (1)$$

სადაც:

Q არის ხვედრითი დაწოლა, მეგაპა, C – ჩატკეპნის მაჩვენებელი, რომელიც დამოკიდებულია ნიადაგის სიმკვრივესა და ტენიანობაზე, კგ/სმ³, h – ჩაღრმავების სიღრმე, სმ; μ – ხარისხის მაჩვენებელი, რომელიც დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპსა და დატვირთვის მიყენების პირობებზე.

ვინაიდან ჩატკეპნის სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს 7სმ-ს და თუ C-ს და μ-ს მაჩვენებლებს შესა-

ბამისად 0,5 და 1,0 ჩავსვამთ (1) ფორმულაში, მივიღებთ, რომ $q = 0,36$ მეგაპა. ნსპ-ის გადაადგილებისას ნიადაგის ჩატკეპნის გარდა ხდება მისი მოთელვა, გამოწვეული წინააღმდეგობით ძვრაზე. ნსპ მუშაობს ამჟამად რეჟიმში, ამიტომ ნიადაგის წინააღმდეგობა ძვრაზე შეიძლება უგულებელვყოთ. თუ ნსპ-ის მოძრაობას განვიხილავთ როგორც ხისტი თვლის მოძრაობას რბილ, დამუშავებულ ნიადაგზე (სურ.2) შეგვიძლია ვისარგებლოთ ცნობილი ფორმულით (2).



სურ. 2. ნსპ-ის მოძრაობის სქემა დამუშავებულ ნიადაგზე.

$$P = KB1/2H^2 \quad (2)$$

სადაც:

P არის გორვის წინააღმდეგობის ძალა, კგ

K - მოცულობით ტკეპნის მაჩვენებელი, კგ/სმ³

H - ჩაღრმავების სიღრმე, სმ

B-მოდების განი, სმ

ნიადაგი რომელზეც ჩატარდა ექსპერიმენტი ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით, ფონი ხორბლის თესვის შემდეგ $K=0,5$ კგ/სმ³, $B=45$ სმ. მაშინ $P_1=0,5 \times 22 \times 72 = 551$ კგ.

იმის გათვალისწინებით, რომ ნიადაგის პროფილების დროს ხდება არა მარტო უბეების წარმოქმნა, არამედ მათ შორის მდებარე ფართობის ტკეპნა, 2,0 სმ-ზე, მე-2 ფორმულის გამოყენებით

მივიღებთ, რომ გორვის წინაღობა გაიზრდება, ანუ $P=P_1+P_2$, $P_1=551$ კგ. $P_2=0,5 \times 95 \times 1=47$. $P=598$ კგ

საჭირო სიმძლავრე $N=PV=(598 \times 1,2):75= 9,5$ ცხმ=
=7კვტ სამი სექციის შემთხვევაში მოთხოვნილი სიმძლავრე შეადგენს 21კვტ-ს. პრინციპული სქემის, თეორიული კვლევებისა და ნიადაგის ზოგიერთი ფიზიკურ-მექანიკური თვისების საფუძველზე დამუშავდა საწყისი მოთხოვნები ექსპერიმენტულ ნიმუშზე:

ნსპ-ის მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით

$$W=0,36B \times V \times K \times T \quad (3)$$

სადაც:

B არის მოდების განი, მ;

V – აგრეგატის სიჩქარე, მ/წმ;

K – მოდების განის გამოყენების კოეფიციენტი;

T – ცვლის დროს გამოყენების კოეფიციენტი.

თუ მე-3 ფორმულაში ჩავსვამთ შესაბამის სიდიდეებს $B=1,4$ მ; $V=1,2$ მ/წმ, $K=0,9$; $T=0,8$;

მაშინ $W_{სთ} = 0,36 \times 1,4 \times 0,9 \times 0,8 \times 1,2 = 0,43$ ჰა/სთ

სამი სექციით დაკომპლექტების შემთხვევაში $W_{ცვლ} = 1,29$ ჰა/სთ

აგრეგატის მწარმოებლობა ცვლაში 10,32 ჰა/ცვლა სამსექციიანი აგრეგატის საპექტარო საწვავის ხარჯი იანგარიშება ფორმულით

$$Q_{საწ}=(NqM): W_{სთ} \quad (4)$$

სადაც,

N არის ძრავას ნომინალური სიმძლავრე, კვტ;

q – საწვავის ხვედრითი ხარჯი, კგ/კვტ;

M – ოპერაციის შესრულების მოტოსაათი, სთ;

საბოლოოდ $Q_{საწ} = (40 \times 0,22 \times 0,6): 1,29 = 4,1$ ლ/ჰა

გამოცდის დროს დავაფიქსირეთ შემდეგი ფაქტობრივი მაჩვენებლები:

$W_{ცვლ} = 10,9$ ჰა/სთ $Q_{საწ} = 4,5$ ლ/ჰა, ანუ თეორიული კვლევის და ცდის შედეგებს შორის სხვაობამ პირველ შემთხვევაში შეადგინა 5%, ხოლო მეორე შემთხვევაში – 8,9%.

მე-3 სურათზე მოცემულია ნსპ-ის ექსპერიმენტული ნიმუში



სურ. 3. 1. საგორავი; 2. მუშტა; 3. დგარი.

მე-4 სურ-ზე მოცემულია ნსპ-ის მიერ ნიადაგში შექმნილი უბეები.



სურ. 4. 1. წარმოქმნილი უბე; 2. უბეებს შორის დატკეპნილი ზონა.

ექსპერიმენტული ნიმუშის სამეურნეო გამოცდებმა აჩვენა, რომ:

ა) ერთი უბნის მაქსიმალური ტენშეკავების უნარი შეადგენს 10-12 ლიტრს, რაც შეესაბამება 4 სთ-ის განმავლობაში მოსული წვიმის საშუალო მაჩვენებელს. ანუ ერთ ჰექტარზე შესაძლებელია შეკავდეს 600-700 ტ წყალი. ეს კი დაახლოებით არის 1 ჰა-ის მიგდებით მორწყვის ნორმა.

ბ) საგაზაფხულო ქერით ნათეს ფართობებში მოსავლიანობის მატებამ საკონტროლო ფართობთან შედარებით, საშუალოდ შეადგინა 9,7%.

გ) საშემოდგომო ხორბლით (პიონერი) ნათეს ფართობებში მოსავლიანობის საშუალო მატებამ, საკონტროლო ფართობთან შედარებით შეადგინა 10,9%.

ნსპ-ის საბოლოო ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება მოხდება კვლევის დამთავრების შემდეგ და გაიცემა შესაბამისი რეკომენდაციები.

დასკვნა

მიღებული შედეგები ადასტურებს, რომ ნიადაგის სატკეპნი პროფილატორის (ნსპ) მოდერნიზებული კონსტრუქცია ეფექტიანად ამცირებს ქარისმიერ და წყლისმიერ ეროზიას, ზრდის ნიადაგში ტენის მარაგს და აუმჯობესებს მოსავლიანობას. თეორიული გათვლები მაღალ თანხვედრაშია პრაქტიკულ მონაცემებთან, რაც მიანიშნებს ტექნოლოგიის სანდობასა და მისი გამოყენებით მიღებულ ეკონომიკურ სარგებელზე. საბოლოო ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასება გაიცემა კვლევის დასრულების შემდეგ.

ლიტერატურა

1. Georgian Academy of Sciences. (2015). *Soil erosion control measures and technical means (Recommendations)*. Tbilisi.

UDC 631.432:631.43:631.315:631.671:633.1

SCOPUS CODE 1110

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-43-48>

A New Moisture-Retention Technology and Technical Means for Preventing Soil Erosion in Areas Sown with Cereal Crops

- Tamaz Nadirashvili** Scientific Research Center of Agriculture, Doctor of Technical Sciences, Chief Specialist of the Agroengineering Research Service, Georgia
E-mail: tamaznadirashvili123@gmail.com
- Omar Tedoradze** Georgian Technical University, Faculty of Agrarian and Bioengineering, Professor, V. Eristavi Department of Environmental Protection and Agroengineering, Georgia
E-mail: omar.tedoradze@mepa.gov.ge
- Tengiz Tsartsidze** Georgian Technical University, Faculty of Agrarian and Bioengineering, PhD Student, Georgia
E-mail: tengiz.tsartsidze@gmail.com

Reviewers:

- V. Miruashvili**, LEPL Scientific Research Center of Agriculture, Chief Specialist of the Agroengineering Service, Doctor of Technical Sciences
E-mail: vlmiruashvili@gmail.com
- M. Dolidze**, Georgian Technical University, Faculty of Agrarian and Bioengineering, Department of Food Technologies, Professor, Doctor of Technical Sciences
E-mail: m.dolidze@gtu.ge

Abstract. The article examines a new agrotechnological solution—the soil-compacting profiler (SCP)—designed to reduce soil erosion and improve moisture retention in areas sown with cereal crops. In Georgia, 61% of arable land is affected by erosion, which requires modern and efficient interventions. The SCP forms small depressions that collect precipitation and allow water to infiltrate gradually into the soil, thereby increasing moisture availability, reducing erosion, and enhancing soil fertility. Theoretical calculations and field experiments show a close correlation, with differences of only 5–9%. One hectare can retain 600–700 tons of water, while crop yields increase by 9.7–10.9%. The technology is practical, highly effective, and does not require additional machinery inventory.

Keywords: Agrotechnics; Cereal crops; Micro-catchment depressions; Modernized compactor; Moisture-retention technology; Soil compaction profiler; Soil degradation; Soil erosion.

განხილვის თარიღი 18.12.2025

შემოსვლის თარიღი 25.12.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 325.1

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-49-57>

კვალიფიციური კადრების მიგრაციის მენეჯმენტი (ცოდნის რეინვესტირების სტრატეგია საჯარო მმართველობაში)

ალექსანდრე
კოპალიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების
ფაკულტეტის საჯარო მმართველობის პროგრამის დოქტორანტი. საქართველო
E-mail: leqsokopaliani@gmail.com

რეცენზენტები:

ბ. შერაზადიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

რ. ცერცვაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ემერიტუსი პროფესორი

E-mail: r.tsertsvadze@gtu.ge

ანოტაცია. თანამედროვე გლობალიზაციისა და ინტერნაციონალიზაციის პირობებში, მიგრაცია, განსაკუთრებით მაღალკვალიფიციური და ნიჭიერი პროფესიონალების მიგრაცია, შეუქცევად მოვლენად იქცა ამ პროცესს განსაკუთრებით დიდი გამოწვევა მოაქვს განვითარებადი ქვეყნებისათვის, რომლებიც ხშირად კარგავენ თავიანთ ყველაზე მნიშვნელოვან ადამიანურ რესურსს ნიჭიერ და კვალიფიციურ კადრებს, რომელთაც აქვთ უნარი და ცოდნა თავიანთი ქვეყნების განვითარებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანონ. ასეთი პროფესიონალები მიდიან იქ, სადაც უკეთესი პირობები, პერსპექტივები და ანაზღაურება ელით, თუმცა ამის შედეგად, წარმოშობის ქვეყნები კარგავენ მნიშვნელოვან პო-

ტენციალს, რაც გავლენას ახდენს როგორც ეკონომიკაზე, ისე სახელმწიფო ინსტიტუტების ეფექტურობაზე. ამ სტატიაში განვიხილავთ, თუ როგორ შეუძლია საქართველოს სახელმწიფოს სტრატეგიულად მართოს ეს პროცესი: რა ნაბიჯების გადადგმაა საჭირო იმისთვის, რომ შეიქმნას ღირსეული სამუშაო პირობები საჯარო სექტორში, როგორ შეიძლება ორგანიზებული და მიზანმიმართული იყოს საზღვარგარეთ მყოფი პროფესიონალების ცოდნისა და უნარების რეინვესტირება ქვეყნის განვითარებაში. სტრატეგიულად დაგეგმილი პოლიტიკა არა მხოლოდ შეამცირებს ნიჭიერი კადრების გადინების ტენდენციას, არამედ გაძლიერებს ქვეყნის შიდა სტაბილურობას, გაზრდის მისი ინსტიტუტების ეფექტურობას და დააჩქარებს ეკონომიკურ ზრდას.

ეს მიდგომა მოიცავს სახელმწიფო და კერძო სექტორის თანამშრომლობის გაუმჯობესებას, დისტანციური სამუშაოს ხელშეწყობას, წახალისებას უცხოეთში მოღვაწე ქართველი სპეციალისტების დაბრუნების, მათთვის ღირსეული პირობებისა და პროფესიული განვითარების შესაძლებლობების შეთავაზებას. ამ სტრატეგიებით მიგრაცია, ნაცვლად გამოწვევისა, შეიძლება გახდეს ქვეყნისთვის მდგრადი განვითარების რესურსი, რომელიც გრძელვადიან პერსპექტივაში მნიშვნელოვნად განავითარებს საზოგადოებას და ეკონომიკას.

საკვანძო სიტყვები: ადამიანური კაპიტალი; დიასპორა; კვალიფიციური კადრების მიგრაცია; მდგრადი განვითარება; სახელმწიფო პოლიტიკა; საჯარო მმართველობა; საჯარო სექტორი; ცოდნის რეინვესტირება.

შესავალი

უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში ქვეყანა მუდმივად განიცდის კვალიფიციური კადრების მნიშვნელოვან მიგრაციას. ყოველწლიურად, სულ უფრო მეტი ქართველი პროფესიონალი ტოვებს ქვეყანას, მათ შორის საჯარო მოხელეები, რომლებმაც წლების განმავლობაში აქტიური როლი შეასრულეს ქვეყნის მმართველობის, საჯარო სერვისების და ადმინისტრაციული მექანიზმების განვითარებაში. საჯარო მოხელეების მიგრაციის პრობლემას ემატება ისიც, რომ ბევრი მათგანი გადამზადებული და გამოცდილი კადრია, რომლებშიც ქვეყანამ დიდი რესურსი ჩადო. მათი წასვლა არა მარტო სახელმწიფოს მდგრად განვითარებას აფერხებს, არამედ მომავალ თაობებს უმცირებს იმედს,

რომ ქვეყანაში ღირსეული და პერსპექტიული კარიერის დაწყება შესაძლებელია. თუმცა, მიგრაცია შეიძლება პოზიტიურ შესაძლებლობადაც იქცეს. სახელმწიფოს შეუძლია და საჭიროა, რომ ამ პროცესს სტრატეგიულად მიუდგეს. ერთ-ერთი მთავარი მიზანი უნდა იყოს სამუშაო პირობების გაუმჯობესება და პროფესიული ზრდის შესაძლებლობების შექმნა, რაც საშუალებას მისცემს ადამიანს თავი იგრძნოს დაფასებულად, განახორციელოს საკუთარი პოტენციალი და სამშობლოში მუშაობა უფრო პერსპექტიულად მიიჩნიოს. ამასთან ერთად, საზღვარგარეთ მოპოვებული ცოდნა და უნარ-ჩვევები, თუ ის სათანადოდ რეინვესტირდება, დიდი სარგებლის მომტანი იქნება ქვეყნისთვის. აქედან გამომდინარე, სახელმწიფოს შეუძლია განავითაროს მიგრაციის მართვის სტრატეგიები, რომლებიც მიმართული იქნება არა მხოლოდ გადინების ტემპის შემცირებისკენ, არამედ იმ პროფესიონალების დაბრუნების მოტივაციის ამაღლებისკენ, რომელთაც საზღვარგარეთ გაიმდიდრეს საკუთარი ცოდნა და გამოცდილება.

საზღვარგარეთ კარიერული პერსპექტივების საძიებლად ქვეყნიდან წასვლა ბევრ მაღალკვალიფიციურ პროფესიონალს აინტერესებს, რასაც რამდენიმე ძირითადი ფაქტორი განაპირობებს. ესენია: ანაზღაურების სიმცირე; საჯარო სექტორში არსებული ანაზღაურება ხშირად არ არის საკმარისი იმისთვის, რომ პროფესიონალს ჰქონდეს მაღალი სტანდარტის ცხოვრების პირობები. კარიერული ზრდისა და განვითარების შეზღუდული შესაძლებლობები; ბევრი საჯარო მოხელე, განსაკუთრებით მაღალი კვალიფიციაციის მქონე პირი, გრძელვადიან კარიერულ პერსპექტივას ვერ ხედავს საჯარო სექტორში.

სახელმწიფო მმართველობაში ხშირად ნაკლებია ინოვაციური გარემო და ტექნოლოგიური პროგრესი, რაც ზღუდავს პროფესიონალთა დაბრუნებას. მსოფლიოში არსებული ტენდენციები გვიჩვენებს, რომ კვალიფიციური კადრების გადინების პრობლემა აწუხებს, ის გლობალური ხასიათისაა. გაეროს მონაცემებით, 2020 წელს მსოფლიოში დაახლოებით 281 მილიონი მიგრანტი იყო, რაც გლობალური მოსახლეობის 3.6%-ს შეადგენს. მათგან მნიშვნელოვანი ნაწილი მაღალკვალიფიციური კადრია, რომლებიც განვითარებადი ქვეყნებიდან განვითარებულ ქვეყნებში გადადიან. 2010–2020 წლებში ქართველი ემიგრანტების რიცხვი 7%-ით გაიზარდა და მოსახლეობის 23% შეადგინა. მხოლოდ 2020 წელს საქართველოდან ემიგრირებული ადამიანების რაოდენობა 79,264-ს, ხოლო 2021 წელს 99,974-ს გაუტოლდა. ლოგიკურია, რომ ადამიანებს სურთ მაღალი სერვისების და ღირსეული ანაზღაურების ქვეყანაში იცხოვრონ. ეს პროცესი, რომელიც ძირითადად განვითარებად ქვეყნებში მიმდინარეობს პირდაპირ მოქმედებს ქვეყნის მმართველობით სტრუქტურებზე და ზიანს აყენებს საჯარო მმართველობის მდგრადობას. გამოცდილი და კომპეტენტური კადრების დაკარგვა ამცირებს პროფესიონალიზმს საჯარო სექტორში, ასევე ამცირებს სახელმწიფო ინსტიტუტების მუშაობის ეფექტურობასა და ინოვაციურობას

ძირითადი ნაწილი

მაღალკვალიფიციური კადრების მიგრაცია პირდაპირ აფერხებს ქვეყნის ეკონომიკურ ზრდას. განვითარებად ქვეყნებში, სადაც ინოვაციების და თა-

ნამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვა ეკონომიკური განვითარების მთავარი ფაქტორია, პროფესიონალების ნაკლებობა ამ პროცესს ანელებს. ინოვაციური პროდუქტებისა და სერვისების განვითარება მოითხოვს ცოდნას, რომელიც ხშირად სწორედ ემიგრაციაში წასულ სპეციალისტებს აქვთ. შედეგად, ადგილი აქვს შენელებას, რაც ეკონომიკის ყველა სფეროს, მათ შორის, მცირე და საშუალო ბიზნესებს, ინვესტიციების მოზიდვას და დასაქმების შესაძლებლობებს ამცირებს. კვალიფიციური კადრების მიგრაცია ამცირებს ქვეყანაში საერთაშორისო ინვესტიციების მოსაზიდ პოტენციალს. ინვესტორები ხშირად ეძებენ ისეთ ბაზრებს, სადაც შესაძლებელია მაღალი დონის პროფესიონალებთან მუშაობა. მრავალი ექიმისა და სამედიცინო პერსონალის მიგრაცია პირდაპირ აისახება ჯანდაცვის ხარისხზე. როდესაც კვალიფიციური სპეციალისტები მიგრაციას ირჩევენ, ქვეყანაში რჩება კადრების დეფიციტი, რაც იწვევს მომსახურების ხარისხის დაქვეითებას. კერძოდ, სამედიცინო დაწესებულებები იძულებულნი ხდებიან, ნაკლები გამოცდილების მქონე კადრებით დააკომპლექტონ სტრუქტურა, რაც პაციენტების მომსახურების ეფექტურობას ამცირებს. სოფლად და ნაკლებად განვითარებულ რეგიონებში ჯანდაცვის სისტემას მნიშვნელოვანი პრობლემები აქვს.

განათლების ხარისხის დაქვეითება. მასწავლებლებისა და პროფესორების მიგრაცია საგრძნობლად ამცირებს განათლების ხარისხს. განვითარებად ქვეყნებში, სადაც განათლება განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ახალი თაობის პროფესიონალების ფორმირებაში, გამოცდილი პედაგოგების წასვლა აკადე-

მიური სტანდარტების შემცირებას იწვევს. შედეგად, ახალი თაობები ვერ იღებენ იმ ცოდნასა და უნარებს, რაც საჭიროა კონკურენტუნარიანი პროფესიონალების ჩამოყალიბებისთვის.

ბულგარეთში, 2000-იან წლებში მასწავლებლებისა და პროფესორების დიდი ნაწილი ეძებდა უკეთეს ანაზღაურებასა და სამუშაო პირობებს დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში. შედეგად, ქვეყნის სკოლებში და უნივერსიტეტებში შეიქმნა მასწავლებლების დეფიციტი, რაც პირდაპირ გავლენას ახდენდა განათლების ხარისხზე. დაბალი ანაზღაურებისა და არასაკმარისი სოციალური გარანტიების გამო, ახალგაზრდა პროფესიონალები ნაკლებად ინტერესდებოდნენ ამ პროფესიით. ეს გამოწვევები განსაკუთრებით საგრძნობი იყო სოფლის რეგიონებში, სადაც სკოლები ხშირად ვერ ახერხებდნენ კვალიფიციური კადრების პოვნას. შედეგად, რამდენიმე სკოლის საგაკვეთილო საათების შემცირება და ზოგადად, საგანმანათლებლო ხარისხის დონის შემცირება დაფიქსირდა.

საჯარო სერვისების ხარისხის დაქვეითება. განვითარებადი ქვეყნების საჯარო სექტორი ხშირად კარგავს მნიშვნელოვან მენეჯერებს და პოლიტიკის დამგეგმავებს, რომლებიც თავიანთი გამოცდილებით სახელმწიფო ინსტიტუტების ფუნქციონირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ. პროფესიონალების მიგრაციის გამო, საჯარო სერვისები შეიძლება ნაკლებად ეფექტური გახდეს, რაც იწვევს საზოგადოებრივ სფეროში გამოწვევებს და აუარესებს მოსახლეობის მომსახურებას. სტრატეგიული გადაწყვეტილებების გატარების სირთულე როდესაც მმართველობითი სისტემებიდან კვალიფიციური

მენეჯერები და ექსპერტები გადიან, სახელმწიფო სტრუქტურები კარგავენ იმ უნარ-ჩვევებს და გამოცდილებას, რომლებიც აუცილებელია გრძელვადიანი სტრატეგიული გადაწყვეტილებების განხორციელებისთვის. ახალი კადრების დასამუშავებლად და ეფექტური მენეჯმენტის შესანარჩუნებლად საჭიროა მეტი რესურსი, დრო და ძალისხმევა, რაც სერიოზულ ბარიერებს უქმნის სახელმწიფო სერვისების მდგრადობასა და განვითარებას.

მოსახლეობის დაბერებისა და სოციალური დაცვის სისტემაზე ზეწოლის შედეგად, ქვეყნის ეკონომიკურად აქტიური მოსახლეობა კლებულობს, რაც იწვევს მოსახლეობის სტრუქტურულ ცვლილებას. სამუშაო ძალის ნაკლებობა და მოსახლეობის დაბერება იწვევს სოციალური დაცვის სისტემის უფრო მაღალ ზეწოლას, რაც მომავალში ქვეყნის ეკონომიკურ მდგრადობას სერიოზულად შეიძლება დაემუქროს.

ოჯახური და სოციალური კავშირების შესუსტება. როდესაც პროფესიონალები მიგრაციას ირჩევენ, ბევრი ოჯახი იყოფა, რაც აზიანებს სოციალური კავშირების სისტემას. ეს განსაკუთრებით უარყოფითად მოქმედებს ბავშვებსა და ხანდაზმულებზე, რომლებიც ოჯახის წევრების მხარდაჭერის გარეშე რჩებიან. სოციალური ქსელების შესუსტება კი თავის მხრივ ზოგად სტაბილურობაზე მოქმედებს.

საქართველოს ფარგლებს გარეთ წამყვან საერთაშორისო კვლევით ცენტრებსა და ინსტიტუტებში დასაქმებული მაღალკვალიფიციური თანამემამულეების ინტელექტუალური რესურსის, ცოდნის და გამოცდილების გამოყენება მნიშვნელოვანია როგორც მეცნიერების წინსვლის, ისე ინოვაციების დანერგვისთვის, ბევრ ქვეყანაში და, მათ შორის,

საქართველოშიც, დიასპორის ეს პოტენციალი კარგადაა გამოყენებული სამედიცინო სფეროში, სადაც განვითარებულ ქვეყნებში მომუშავე ექიმები საკუთარ თანამემამულეებს უზიარებენ იმ ცოდნასა და ტექნოლოგიებს, რომლებიც საქართველოში ამჟამად არ არსებობს. თემის აქტუალობისა და თანამედროვე ტექნოლოგიური პროგრესის გათვალისწინებით, აუცილებელია დიასპორის შესახებ ერთიანი საინფორმაციო ბაზის განვითარება და საინფორმაციო ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული მეთოდების გამოყენებით დიასპორის შესახებ სტატისტიკური მონაცემების შეგროვების პროცესის დახვეწა, იმისთვის რომ მოპოვებული მონაცემების ანალიზის შედეგად მოხდეს ქართული დიასპორის სტრუქტურის უკეთ შესწავლა, რაც დაინტერესებულ უწყებებს/ორგანიზაციებს მათთან პირდაპირი კომუნიკაციის უკეთეს შესაძლებლობას მისცემს და სხვადასხვა თემატურ პროექტებსა თუ პროგრამებში ჩართულობას შეუწყობს ხელს. ამასთანავე, მნიშვნელოვანია უცხოეთში სხვადასხვა სფეროში დასაქმებულ და წარმატებულ თანამემამულეებთან მუდმივი კონტაქტის შენარჩუნება, საქართველოს მიმართ გაწეული ღვაწლის აღიარება, მიღწევების დაფასება და ქვეყნისათვის სასარგებლო საქმიანობის გაგრძელების სამოტივაციოდ სხვადასხვა სიმბოლური ჯილდოს დაწესება.

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ სექტორული პრობლემები ქვეყანაში მნიშვნელოვანია სახელმწიფომ ჩამოაყალიბოს სტრატეგიული ხედვა, საჯარო სამსახურში დასაქმებული ადამიანების შენარჩუნებისთვის, მათი კარიერული ზრდისა და მოტივაციის ასამაღლებლად. ამისთვის კი მნიშვნელოვანია, პირველ რიგში პრობლემის ადგილზე აღმოფხვრა.

1. კონკურენტუნარიანი ანაზღაურება

სახელმწიფომ უნდა უზრუნველყოს საჯარო სამსახურში ისეთი ანაზღაურების დონე, რომელიც პროფესიონალებს მისცემს პიროვნული და ფინანსური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების საშუალებას ქვეყანაში დარჩენით. ეს მოიცავს არა მხოლოდ ანაზღაურების ზრდას, არამედ მის რეგულარულ გადახედვასაც, რათა შეესაბამებოდეს როგორც ადგილობრივ, ისე საერთაშორისო ეკონომიკურ ტენდენციებსა და ინფლაციის დონეს. კონკურენტუნარიანი ანაზღაურება საჭიროა, რათა საჯარო სამსახურში დასაქმებულთათვის საქმიანობა გახდეს არა მხოლოდ სოციალური პასუხისმგებლობის, არამედ ფინანსური სტაბილურობის წყარო. ეს ხელს შეუწყობს ნიჭიერი კადრების მოზიდვას, როგორც ადგილობრივ, ისე საერთაშორისო დონეზე, რაც სახელმწიფო სტრუქტურების ეფექტურობის ამაღლების წინაპირობაა.

2. პროფესიული განვითარების მუდმივი მხარდაჭერა

სახელმწიფო ვალდებულია უზრუნველყოს საჯარო სამსახურში პროფესიული განვითარების მექანიზმები, რომლებიც თანამშრომლებს მისცემს შესაძლებლობას, განუწყვეტლივ განაახლონ და გააძლიერონ საკუთარი უნარები ეს მოიცავს არა მხოლოდ სამსახურებრივი ტრენინგებისა და სემინარების ორგანიზებას, არამედ უცხოეთში არსებული წარმატებული პრაქტიკის შესწავლასა და მორგებას. ამისათვის საჭიროა საერთაშორისო გაცვლის პროგრამები, საერთაშორისო კონფერენციებზე მონაწილეობა და საჯარო მოხელეთა კვალიფიკაციის ამაღლება მსოფლიოში აღიარებული სტანდარტებით.

**3. სტაბილურობა და კარიერული განვითარება
საჯარო სამსახურში**

დასაქმებულთათვის აუცილებელია სტაბილური სამუშაოს გარანტიები, რაც გულისხმობს ისეთ მექანიზმებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ სამუშაოს მუდმივობას და წინსვლის შესაძლებლობებს. სტაბილური სამუშაო ადგილი არის საჯარო სამსახურის ერთ-ერთი მთავარი მოტივაცია, რადგან ის უზრუნველყოფს თანამშრომლების ეკონომიკურ და სოციალურ დაცვას.

4. სოციალური დაცვის მექანიზმები

სოციალური დაცვის მექანიზმების გამართულობა არის მთავარი ასპექტი, რომელიც სახელმწიფო სტრუქტურების განვითარებისთვის მნიშვნელოვანია. სოციალური დაცვის მექანიზმები და საპენსიო უზრუნველყოფა აძლიერებს თანამშრომლების ფინანსურ დაცულობას, რაც დადებითად აისახება მათ მოტივაციაზე და ეკონომიკურ უსაფრთხოებაზე. ეს მათ საშუალებას მისცემს დარწმუნებულები იყვნენ საკუთარ მომავალში და აღიარებულები იყონ სახელმწიფოს მხრიდან.

5. სამუშაო გარემოს გაუმჯობესება და ინოვაციური მიდგომები

სამუშაო გარემო და პირობები მნიშვნელოვანი კომპონენტია, რომელიც ხელს უწყობს კადრების შენარჩუნებასა და მათი პოტენციალის სრულად გამოვლენას. ამისთვის აუცილებელია ინოვაციური და მეგობრული სამუშაო გარემოს შექმნა, რომელიც თანამშრომლებს მისცემს შესაძლებლობას, იმუშაონ მაქსიმალურად ეფექტურად და პროდუქტიულად. ეს არა მხოლოდ გაზრდის ეფექტურობას, არამედ

ამაღლებს თანამშრომლების მოტივაციასა და ერთგულებას ორგანიზაციის მიმართ.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ამ კავშირების გამოყენება შეიძლება ახალი საერთაშორისო ინიციატივებისა და თანამშრომლობის პროექტების წამოწყებაში, რაც ხელს შეუწყობს ქვეყნის ინტეგრაციას გლობალურ ეკონომიკურ და სამეცნიერო სივრცეში.

სახელმწიფოს შეუძლია განავითაროს სპეციალური პროგრამები, რომლებიც მიმართულია საზღვარგარეთ მყოფი პროფესიონალების ჩართულობის უზრუნველსაყოფად. ეს მოიცავს შემდეგს:

ანაზღაურებადი კონსულტაციური და კვლევითი პროექტები. სახელმწიფოს შეუძლია დააფინანსოს კვლევითი პროექტები, სადაც საზღვარგარეთ მყოფი პროფესიონალები მიიღებენ მონაწილეობას და თავიანთ გამოცდილებას და ცოდნას გაუზიარებენ ადგილობრივ კადრებს. ეს ინიციატივები შეიძლება მოიცავდეს ისეთ დარგებს, როგორცაა ჯანდაცვა, ინჟინერია, ეკოლოგია და ტექნოლოგიები, რომლებიც პირდაპირ უკავშირდება ქვეყნის სტრატეგიულ საჭიროებებს.

დისტანციური თანამშრომლობის პლატფორმები. სახელმწიფომ უნდა შექმნას ტექნოლოგიური ინფრასტრუქტურა, რომელიც უცხოეთში მყოფ პროფესიონალებს დისტანციურად მისცემს ჩართულობის საშუალებას. ასეთი პლატფორმები საშუალებას მისცემს პროფესიონალებს თავიანთი ცოდნა და უნარები გააზიარონ, მიაწოდონ პრაქტიკული რეკომენდაციები და მონაწილეობა მიიღონ პროექტებში, მიუხედავად მათი გეოგრაფიული ადგილმდებარეობისა.

მაგალითად, ალბანეთმა 2010 წელს წამოიწყო ინიციატივა სახელად „Brain Gain“, რომელიც მიზნად ისახავდა დიასპორასთან კავშირების დამყარებას და დისტანციური თანამშრომლობის მხარდაჭერას. პლატფორმა შეიქმნა სპეციალურად საზღვარგარეთ მცხოვრები ალბანელი პროფესიონალებისთვის, რათა მათ თავიანთი ცოდნა და გამოცდილება ქვეყნის განვითარების პროცესებში გაეზიარებინათ. პლატფორმა აერთიანებდა სახელმწიფოს, კერძო სექტორს და უცხოეთში მყოფ პროფესიონალებს კონკრეტული პროექტების გარშემო. მაგალითად, განათლების, ტექნოლოგიების, და ჯანდაცვის სფეროში წარმოებულ პროექტებზე საზღვარგარეთ მყოფ ექსპერტებს შეეძლოთ ონლაინ მონაწილეობა.

ვირტუალური მენტორინგი: გამოცდილ პროფესიონალებს შეეძლოთ დისტანციურად ჩართულიყვნენ საჯარო სამსახურის დარგებში.

ჯილდოს დაწესება - სახელმწიფომ შესაძლებელია უცხოეთში მყოფი თანამოქალაქეებისთვის დააწესოს სახელმწიფო სამსახურისდამი ერთგულების ჯილდო, რომელიც წამახალისებელი იქნება.

დაბრუნების და თანაპარტნიორობის პროგრამები. სახელმწიფოს შეუძლია წახალისოს საზღვარგარეთ მყოფი პროფესიონალების დაბრუნება, სპეციალური თანამშრომლობის და პარტნიორობის პროექტების შექმნით, რომლებიც მათ სთავაზობენ საინტერესო სამუშაოს და კონკურენტუნარიან ანაზღაურებას. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ისეთი ინდუსტრიების მხარდაჭერას, რომლებიც განვითარების მაღალი პოტენციალით გამოირჩევიან, მაგალითად, საინფორმაციო ტექნოლოგიები, ბიოტექნოლოგიები და მწვანე ენერჯია.

ინდოეთმა 2010-იან წლებში შეიმუშავა „Returning Expert Program“, რომელიც მიზნად ისახავდა საზღვარგარეთ მოღვაწე მაღალი კვალიფიკაციის მქონე

ინდოელი პროფესიონალების დაბრუნების წახალისებას. პროგრამის ფარგლებში მთავრობამ შექმნა სპეციალური სტიმულები, რომლებიც მოიცავდა შემდეგს: დაბრუნებული პროფესიონალებისთვის შეთავაზებული იყო კონკურენტუნარიანი ანაზღაურება და საწყისი გრანტები კვლევისა და ინოვაციების დასაწყებად. სახელმწიფო უზრუნველყო ლაბორატორიებით, ტექნოლოგიური პარკებითა და სამუშაო გარემოსთვის საჭირო რესურსებით. ამ პროგრამის საშუალებით ინდოეთმა შეძლო რამდენიმე ათასი მაღალი კვალიფიკაციის მქონე მეცნიერი და ინჟინერი დაებრუნებინა. მაგალითად, ბიოტექნოლოგიისა და ინფორმაციული ტექნოლოგიების სექტორებში დაბრუნებულმა პროფესიონალებმა შექმნეს ახალი სტარტაპები, რაც მნიშვნელოვნად ზრდიდა ქვეყნის ტექნოლოგიური განვითარების ტემპს.

მხარდაჭერის მექანიზმები და საგრანტო პროგრამები სახელმწიფოს შეუძლია განახორციელოს საგრანტო პროგრამები, რომლებიც პირდაპირ დაფინანსებას სთავაზობს ისეთ პროექტებს, რომლებიც მიზნად ისახავს საერთაშორისო ცოდნისა და გამოცდილების ეროვნულ რეინვესტირებას. ამ ინიციატივების განხორციელება მნიშვნელოვნად გააძლიერებს ქვეყნის განვითარებას, გაზრდის პროფესიონალიზმს და ინოვაციების დონეს, ასევე ხელს შეუწყობს გრძელვადიან სტაბილურობას.

დასკვნა

მიგრაცია და პროფესიონალების გადინება სახელმწიფოებისთვის ნამდვილად სერიოზული გამოწვევაა, მაგრამ ის, რაც ხშირად პრობლემად აღიქმება, შეიძლება გადაიქცეს სარგებელად. ნიჭის მიგრაცია შეუქცევადი პროცესია, მაგრამ სახელმწიფოს

აქვს შესაძლებლობა, მართოს ეს პროცესი, შექმნას შესაბამისი პირობები საჯარო სექტორში და უზრუნველყოს საზღვარგარეთ მოპოვებული ცოდნისა და უნარების ეროვნულ სარგებლად გამოყენება. სახელმწიფო პოლიტიკის ფოკუსი უნდა იყოს ორიენტირებული ნიჭის შენარჩუნებაზე და მათი ცოდნის მაქსიმალურად გამოყენებაზე. სწორედ ამისთვის საჭიროა გაძლიერდეს თანამშრომლობა დიასპორასთან, გაიზარდოს საჯარო სამსახურის პრესტიჟი და შეიქმნას პროგრამები, რომლებიც საერთაშორისო ცოდნას ქვეყნის სასარგებლოდ გამოიყენებს. ასეთი მიდგომა ხელს შეუწყობს ქვეყნის მდგრად განვითარებას, ინოვაციას და გლობალური გამოცდილების ეროვნულ სარგებლად რეინვესტირებას. მნიშვნელოვანია, რომ სახელმწიფომ იაზროვნოს გრძელვადიან პერსპექტივაში და შექმნას ისეთი გარემო, სადაც ნიჭიერი ადამიანები სამშობლოში დაბრუნებას ან განგრძობით თანამშრომლობას მიზანშეწონილად მიიჩნევენ. ეს მოიცავს როგორც ეკონომიკურ სტიმულებს, ისე ემოციურ და სოციალურ ფაქტორებს, რაც ქვეყნისადმი ერთგულებას აძლიერებს. მაგალითად, დიასპორასთან მუშაობის

მექანიზმების განვითარება, პროფესიული აღიარების სისტემა და საზღვარგარეთ მოღვაწე პროფესიონალების ჩართულობა ეროვნულ პროექტებში შეიძლება გამორჩეულად ეფექტური იყოს. გარდა ამისა, აუცილებელია შეიქმნას ინოვაციური პლატფორმები, რომლებიც საზღვარგარეთ მოღვაწე პროფესიონალებს საშუალებას მისცემს, საკუთარი ცოდნა და გამოცდილება უშუალოდ გაუზიარონ ადგილობრივ სპეციალისტებს. მსგავსი მიდგომა ხელს შეუწყობს ქვეყნისთვის ახალი იდეებისა და ტექნოლოგიების მოზიდვას, რაც პირდაპირ აისახება ეკონომიკურ ზრდაზე და სახელმწიფო ინსტიტუტების ეფექტურობაზე. საბოლოოდ, ნიჭიერ ადამიანთა ცოდნისა და გამოცდილების რეინვესტირება არა მხოლოდ გამართლებული მიდგომაა, არამედ განვითარების შეუცვლელი კომპონენტიც, რაც ქვეყნისთვის გრძელვადიან მდგრადობას უზრუნველყოფს. მსგავსი პოლიტიკა ხელს შეუწყობს იმ საზოგადოების ჩამოყალიბებას, რომელიც პროგრესზეა ორიენტირებული და მომავალი თაობებისთვის უკეთეს პირობებს შექმნის.

ლიტერატურა

1. European Training Foundation. (2021). *Skills and migration in Georgia: Brief report*. <https://www.etf.europa.eu>
2. Geostat (National Statistics Office of Georgia). (2021). *Migration statistics in Georgia*. <https://www.geostat.ge>
3. International Organization for Migration. (2024). *World migration report 2024*. <https://publications.iom.int/books/world-migration-report-2024>
4. Migration Issues Government Commission of Georgia. (2020). *Migration strategy of Georgia for 2021–2030*. <https://migration.commission.ge>
5. Social Justice Center. (2024). *The impact of migration on the country's socio-economic well-being and labor force*. <https://socialjustice.org.ge>
6. United Nations. (2020). *World migration report 2020*. <https://publications.iom.int/books/world-migration-report-2020>

UDC 325.1

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-49-57>

Skilled Personnel Migration Management (Knowledge Reinvestment Strategy in Public Administration)

Aleksandre Kopaliani Georgian Technical University, Faculty of Business and Technology, Doctoral Candidate in Public Administration, Georgia
E-mail: leqsokopaliani@gmail.com

Reviewers:

B. Sherzadishvili, Georgian Technical University, Faculty of Business and Technology Associate Professor
E-mail: b.sherzadishvili@gtu.ge

R. Tsertsvadze, Georgian Technical University, Informatics and Management Systems, Emertus, Professor
E-mail: r.tsertsvadze@gtu.ge

Abstract. In the context of contemporary globalization and internationalization, migration—particularly the migration of highly qualified and talented professionals—has become an irreversible phenomenon. This process poses a significant challenge for developing countries, which often lose their most valuable human capital: skilled and knowledgeable professionals capable of contributing substantially to national development. Such individuals tend to migrate in search of better working conditions, career prospects, and remuneration. As a result, countries of origin experience a loss of critical potential, negatively affecting both economic development and the effectiveness of public institutions.

This article examines how the Georgian state can strategically manage this process. It explores the necessary policy steps to ensure decent working conditions within the public sector and outlines mechanisms for the organized and targeted reinvestment of knowledge and expertise possessed by professionals residing abroad. A well-designed strategic approach can not only reduce the outflow of highly skilled professionals but also strengthen internal stability, enhance institutional effectiveness, and accelerate economic growth.

The proposed framework emphasizes improved cooperation between the public and private sectors, the promotion of remote work opportunities, and the creation of incentives for the return of Georgian professionals working abroad by offering competitive conditions and opportunities for professional development. Through these strategies, migration—rather than being solely a challenge—can be transformed into a sustainable resource for national development, contributing significantly to societal and economic progress in the long term.

Keywords: Diaspora; Human Capital; Knowledge Reinvestment; Public Administration; Public Sector; Qualified State Policy; Sustainable Development; Workforce Migration.

განხილვის თარიღი 12.03.2026

შემოსვლის თარიღი 16.03.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 004.8

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-58-66>

ხელოვნური ინტელექტის გავლენა საჯარო მმართველობის სისტემებზე

ალექსანდრე
კოპალიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების
ფაკულტეტის საჯარო მმართველობის პროგრამის დოქტორანტი. საქართველო
E-mail: leqsokopaliani@gmail.com

რეცენზენტები:

ბ. შერაზადიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

რ. ცერცვაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ემერიტუსი პროფესორი
E-mail: r.tsertsvadze@gtu.ge

ანოტაცია. მოცემულ სტატიაში გაანალიზებულია ხელოვნური ინტელექტის გავლენა საჯარო მმართველობის სისტემებზე დოქტორანტურის დონეზე. განხილულია, როგორ ცვლის თანამედროვე საჯარო მმართველობის თეორიასა და პრაქტიკას, განსაკუთრებით ციფრული მმართველობის კონტექსტში. ნაშრომი აღწერს ხელოვნური ინტელექტის მიერ საჯარო მმართველობაში შეტანილ პოზიტიურ ცვლილებებს მათ შორის მხარდაჭერის გაუმჯობესებას, პროცესების ავტომატიზაციასა და მოქალაქეთა მომსახურების ეფექტურობას – და პარალელურად უსვამს ხაზს უარყოფით მხარეებსა და გამოწვევებს, როგორცაა ეთიკური რისკები, მონაცემთა კონფიდენციალურობა და მარეგულირებელი

ჩარჩო. საერთაშორისო მაგალითები (მაგ., ესტონეთის ციფრული მმართველობის წარმატებები, აშშ-ის ფედერალურ უწყებებში ხელოვნური ინტელექტის ფართომასშტაბიანი დანერგვა) და უახლესი სტატისტიკური მონაცემები ეძლევა იმის საილუსტრაციოდ, რომ მთელს მსოფლიოში მთავრობის ორგანოები აქტიურად იყენებენ ხელოვნურ ინტელექტს საჯარო სერვისების გასაუმჯობესებლად. თუმცა, კვლევამ აჩვენა, რომ სრული განხორციელება კვლავ მოითხოვს სიფრთხილეს და საგულდაგულო დაგეგმვას – აუცილებელია ეფექტიანი საკანონმდებლო და ეთიკური ჩარჩოების შექმნა ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებისთვის. დასკვნით ნაწილში ნაშრომი აჯამებს მთავარ შედეგებს და იძლევა რეკომენდაციებს.

საკვანძო სიტყვები: ხელოვნური ინტელექტი; საჯარო მმართველობა; ციფრული მმართველობა; საჯარო სექტორის ინოვაცია; მონაცემთა ანალიტიკა; ელექტრომმართველობა.

შესავალი

თანამედროვე სამყაროში ხელოვნური ინტელექტი იქცა ტექნოლოგიური პროგრესის მთავარ მამოძრავებელ ძალად, რომლის გავლენა ვრცელდება ეკონომიკის, საზოგადოების და სახელმწიფოს მმართველობის სფეროებზე. ტექნოლოგიების ეპოქაში სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია საჯარო ორგანიზაციების ციფრული ტრანსფორმაცია, ბიუროკრატიის შემცირება და მოქნილი სერვისების დაწერვა. სწორედ ამ ციფრული მმართველობის ევოლუციის ნაწილად გვევლინება AI ცნება, რომელიც მე-20 საუკუნიდან მკვიდრდება და საზოგადოებრივ სექტორში პროცედურების გაუმჯობესების ამოუწურავ პოტენციალს შეიცავს.

დღესდღეობით მსოფლიოს მრავალი მთავრობისთვის აქტუალურია კითხვა – როგორი იქნება ხელოვნური ინტელექტის როლი სახელმწიფოს ფუნქციონირებაში? საერთაშორისო დონეზე მიმდინარეობს დისკუსია, თუ როგორ შეიძლება ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით გაუმჯობესდეს მმართველობის ეფექტიანობა მაგალითად, OECD-ის მონაცემებით, 2020-იანი წლებიდან ქვეყნების დიდი ნაწილი უკვე ცდილობს ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებას საჯარო სექტორში: სახელმწიფოების 70%-მა დაიწყო ხელოვნური ინტელექტის ინსტრუმენტების გამოყენება შიდა ადმინისტრაციული პროცესების გასაუმჯობესებლად,

თუმცა მხოლოდ 33%-მა გამოიყენა აღნიშნული მექანიზმი. ეს მიუთითებს, რომ მიუხედავად მზარდი ინტერესისა, ხელოვნური ინტელექტი ჯერაც ვერ აღწევს თავის ტრანსფორმაციულ ზეგავლენას მმართველობის ყველა ასპექტზე და მისი პოტენციალი ბოლომდე ათვისებული არ არის. ამასთანავე, OECD-ის წვერი ქვეყნების 67% უკვე იყენებს AI-ს საზოგადოებრივი სერვისების დიზაინსა და მიწოდებაში. როგორც საერთაშორისო გამოცდილება აჩვენებს, ხელოვნური ინტელექტს შეუძლია მნიშვნელოვნად შეცვალოს საჯარო მმართველობის სისტემები, რაც ამ ნაშრომის კვლევის განსაკუთრებულ მოტივაციას წარმოადგენს.

ძირითადი ნაწილი

ტექნოლოგიურ პროგრესთან ერთად, საჯარო მმართველობის თეორიასა და პრაქტიკაში ჩამოყალიბდა ახალი პარადიგმა ციფრული მმართველობა, რომელიც IT ტექნოლოგიების გამოყენებით ზრდის მმართველობის პროცესების გამჭვირვალობას და ეფექტიანობას. ხელოვნური ინტელექტი ციფრული მმართველობის ლოგიკური გაგრძელებაა: ის უზრუნველყოფს ახალი ინსტრუმენტების მიღებას, რითაც სახელმწიფო უწყებებს შეუძლიათ უფრო ჭკვიანურად და სწრაფად იმოქმედონ. ეს ნიშნავს, რომ საჯარო მმართველობის ამოცანების ნაწილი შეიძლება ავტომატურად შესრულდეს.

თეორიულად, ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია იქცეს „ალგორითმულ მმართველობად“ წოდებული მოვლენის საფუძვლად, სადაც გარკვეული მმართველობითი ფუნქციები ალგორითმებს და მანქანებს გადაეცემა. ასეთი მიდგომა გულისხმობს,

რომ გადაწყვეტილებების მიღების, მომსახურების მიწოდების და პროცესების მონიტორინგის მნიშვნელოვანი ნაწილი შეიძლება შესრულდეს ხელოვნური ინტელექტის ინსტრუმენტების მეშვეობით. უნდა აღინიშნოს, რომ ხელოვნური ინტელექტის მეშვეობით არ იცვლება მმართველობის სტრატეგიული ამოცანების ბუნება პოლიტიკის ფორმულირება და ღირებულებითი არჩევანი ისევე ადამიანის პრეროგატივად რჩება – მაგრამ იცვლება მათი განხორციელების მეთოდები. სამთავრობო სტრუქტურები უფრო მეტად ეფუძნებიან მონაცემებსა და ანალიტიკას: ხელოვნური ინტელექტის სისტემები საშუალებას იძლევა გამოავლინონ საზოგადოების საჭიროებებში არსებული ტენდენციები და პრობლემები, რომელთა იდენტიფიცირება ადამიანისთვის რთულია. ამრიგად, მიზანი არა სახელმწიფო ადმინისტრაციის ადამიანის გარეშე დატოვება, არამედ საჯარო მოხელეთათვის ახალი, უფრო პროდუქტიული როლის მინიჭებაა. UNESCO-ს კვლევებში აღნიშნულია კიდევ, რომ AI სულ უფრო მეტად განიხილება, როგორც „თანამშრომელი“ და არა უბრალოდ ტექნოლოგიური ინსტრუმენტი რაც ცვლის საჯარო მოხელის როლს და უფრო მოთხოვნადს ხდის მას.

მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ, რომ ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება საჯარო მმართველობაში სპეციფიკურ მოთხოვნებთანაა დაკავშირებული. თუ კერძო სექტორში AI-ის დანერგვა უმეტესად ეფექტიანობისა და მომგებიანობის ამაღლებაზეა ორიენტირებული, სახელმწიფო სექტორში ნდობა, გამჭვირვალობა და ანგარიშვალდებულება მთავარი პრიორიტეტებია. მმართველობითი

გადაწყვეტილებები, რომლებიც ალგორითმებზე იქნება დაყრდნობილი, ლეგიტიმურობის კრიტერიუმებით უნდა ფასდებოდეს. სანდო გულისხმობს, რომ სისტემა ფუნქციონირებს ეთიკური და სამართლებრივი ჩარჩოების დაცვით, რაც აუცილებელია საზოგადოების მხრიდან ნდობის მოსაპოვებლად. თეორიულ დონეზე, ამ მიმართულებით საერთაშორისო ორგანიზაციებმა ჩამოაყალიბეს რეკომენდაციები. მაგალითისთვის, ევროკომისიის ეთიკის სახელმძღვანელო ხელოვნური ინტელექტისთვის ადგენს სანდო განმარტებულ ჩარჩოს, ხოლო ევროკავშირი და აშშ მუშაობენ სამართლებრივ რეგულაციებზე. საქართველოსა და სხვა ქვეყნებისთვის ეს თეორიული პრინციპები პრაქტიკულ სამოქმედო გეგმად იქცევა, ვინაიდან სწორედ ეფექტიანი კონტროლის მექანიზმების შექმნა განისაზღვრება AI-ის წარმატებული ინტეგრაციის წინაპირობად საჯარო მმართველობაში.

საერთო ჯამში, თეორიული ანალიზი მიუთითებს, რომ ხელოვნური ინტელექტი წარმოადგენს მეტად პერსპექტიულ ინსტრუმენტს საჯარო მმართველობის გარდაქმნისთვის. თუმცა, მისი დანერგვა საჭიროებს მიზანმიმართულ სტრატეგიას.

უარყოფითი ასპექტები და გამოწვევები

მიუხედავად ხელოვნური ინტელექტის ზემოხსენებული უპირატესობებისა, მის ინტეგრაციას საჯარო მმართველობაში თან სდევს სერიოზული გამოწვევები. რისკები და უარყოფითი მხარეები დაკავშირებულია როგორც ტექნიკურ, ისე ეთიკურ, სამართლებრივ და ორგანიზაციულ ფაქტორებთან. ქვემოთ განვიხილავთ მთავარ პრობლემურ ასპექტებს, ეთიკური და სამართლიანობის პრინციპები:

ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმები იმუშავებენ იმ მონაცემებზე დაყრდნობით, რასაც მიაწვდიან. თუ მონაცემებში უკვე არსებობს მეხსიერება ან წარსული ისტორია, არსებობს რისკი, რომ ხელოვნური ინტელექტი გაიმეორებს და ან შექმნის მსგავსს. ეს განსაკუთრებით სარისკოა საჯარო პოლიტიკაში. მაგალითად, სოციალური სარგებლის მინიჭების ალგორითმმა, რომელსაც ევალუა მოიძიოს თაღლითობის შემთხვევები, შესაძლებელია არაპროპორციულად ხშირად ამოიცნოს შეცდომით გარკვეული ჯგუფის წარმომადგენლები, თუ მონაცემებში იმ ჯგუფის წევრები ხშირად გადამოწმებადები იყვნენ. ასეთი შემთხვევები უკვე დაფიქსირდა საერთაშორისო პრაქტიკაში. მაგალითად, ესტონეთში ერთ-ერთი ექსპერიმენტული დასაქმების მხარდაჭერის ჩატბოტი გააკრიტიკეს იმის გამო, რომ მისი რეკომენდაციები მამაკაცებსა და ქალებს შორის განსხვავებებს ამყარებდა. აგრეთვე, დიდ ბრიტანეთში სკოლის გამოცდების შეფასების ალგორითმმა (2020 წელს) პროტესტი გამოიწვია, რადგან აღმოჩნდა, რომ ის დაბალშემოსავლიანი რაიონების მოსწავლეებს ავტომატურად უსწორებდა ქულებს ქვემოთ ისტორიული სტატისტიკის მიხედვით – რაც ალგორითმის სამართლიანობის ნაკლებობას უსვამდა ხაზს. აქედან გამომდინარეობს მნიშვნელოვანი ეთიკური გამოწვევა: სახელმწიფოებმა უნდა უზრუნველყონ, რომ ხელოვნური ინტელექტის სისტემებმა შეძლონ უფრო ძლიერი ეთიკური პრინციპების გათვალისწინება.

საჯარო მმართველობაში მიღებული გადაწყვეტილებები უნდა იყოს ახსნილი და დასაბუთებადი მოქალაქეებისთვის. თუმცა, თანამედროვე AI, გან-

საკუთრებით ღრმა სწავლების ტექნიკაზე დაფუძნებული ნეირონული ქსელების სახით, ხშირად უცნაური ეფექტით ხასიათდება. ძნელია ზუსტად ავხსნათ, რატომ მიიღო მოდელმა ესაა თუ ის გადაწყვეტილება. როგორ უნდა ენდოს მოქალაქე ან სასამართლო სისტემა ხელოვნური ინტელექტის მიერ მიღებულ გადაწყვეტილებას, თუ მისი ლოგიკა გაუგებარია? ასევე, ჩნდება იურიდიული პასუხისმგებლობის კითხვა ვინ არის პასუხისმგებელი, თუ ალგორითმის გადაწყვეტილებამ ზიანი მიაყენა მოქალაქეს? საჯარო სექტორში დაუშვებელია ისეთი სიტუაცია, რომ მოქალაქემ ვერ გაასაჩივროს გადაწყვეტილება მხოლოდ იმიტომ, რომ იგი „კომპიუტერმა მიიღო“. ზოგი ქვეყანა უკვე ამუშავებს პრინციპს, რომ მნიშვნელოვანი ადმინისტრაციული გადაწყვეტილებები აუცილებლად მოითხოვს ადამიანის ჩართულობას და ალგორითმი არ შეიძლება იყოს საბოლოო არბიტრი. მიუხედავად ამისა, ექსპერტები აღნიშნავენ, რომ ადამიანის ჩართვაც არ არის პანაცეა, თუ თავად პროცესი არაა გამჭვირვალე, საჭიროა დეტალურად განისაზღვროს ხელოვნური ინტელექტის სისტემების ანგარიშვალდებულების მექანიზმები.

ხელოვნური ინტელექტის ძირითადი წყარო არის მონაცემები. საჯარო სექტორი ფლობს უზარმაზარი მოცულობის მონაცემებს მოქალაქეებზე – დაწყებული ჯანმრთელობისა და ფინანსური ჩანაწერებიდან, დამთავრებული საგადასახადო და სამართალდარღვევათა ისტორიებით. ასეთი მონაცემების ხელოვნური ინტელექტისთვის დამუშავება შეიძლება ნიშნავდეს, რომ არსებობს პერსონალური ინფორმაციის გაჟონვის ან არასათანადო გამოყენე-

ბის რისკი. მონაცემთა კონფიდენციალურობის და-
რღვევა ძირს უთხრის მოქალაქეთა ნდობას და
შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული იურიდიული
შედეგები. ამიტომ, ხელოვნური ინტელექტის და-
ნერგვისას ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი გა-
მოწვევა ხდება მონაცემთა უსაფრთხოება და კონ-
ფიდენციალურობის დაცვა. ამაზე მიუთითებს
კვლევებიც: საქართველოში ჩატარებული გამო-
კითხვის მიხედვით, სახელმწიფო სექტორში ხე-
ლოვნური ინტელექტის დანერგვის ყველაზე დიდ
გამოწვევად სწორედ მონაცემთა უსაფრთხოება და
კონფიდენციალურობა დასახელდა (გამოკითხულ-
თა 66.7%-ის მიერ). მონაცემთა უსაფრთხოების პრო-
ბლემები მოიცავს როგორც კიბერუსაფრთხოების
რისკებს (სისტემებზე თავდასხმები, მაგალითად,
მონაცემების ჩაწერა ან მოდელის მანიპულაცია),
ისვე პირადი ცხოვრების ხელშეუხებლობის ეთი-
კურ საკითხებს.

ტექნოლოგია უფრო სწრაფად ვითარდება, ვიდრე
კანონმდებლობა. ბევრ ქვეყანაში ჯერ არ არსებობს
მკაფიო საკანონმდებლო ჩარჩო ხელოვნური ინტე-
ლექტის გამოყენებისთვის საჯარო სექტორში. ეს
ასპექტი ორმაგი გამოწვევაა: ერთი მხრივ, კანონებისა
და რეგულაციების არარსებობამ შეიძლება გააჩინოს
ვაკუუმი, სადაც გაურკვეველია რა არის დაშვებული
და რა – არა, რაც ზრდის როგორც ბოროტად გამოყე-
ნების, ისე ინოვაციის შეფერხების რისკს. მეორე
მხრივ, რეგულაციების არარსებობა ამძიმებს მოქა-
ლაქეთა ნდობას თუ არ არის გარანტია, რომ ხელოვ-
ნური ინტელექტის სისტემები გაივლიან ეთიკურ
შეფასებას და ექვემდებარებიან ზედამხედველობას,
საზოგადოება შეიძლება ეჭვით მოეკიდოს მათ გა-
მოყენებას. გამოკითხულთა 46.7%-მა საქართველოში

აღნიშნა, რომ რეგულაციებისა და სტანდარტების ნა-
კლებობა AI-ის დანერგვის ერთ-ერთი სერიოზული
შემაფერხებელია. გარდა ამისა, იმავე კვლევის ფარგ-
ლებში, რესპონდენტთა 53.3%-მა გამოყო მკაფიო რე-
გულაციების შემუშავების კრიტიკული აუცილებ-
ლობა AI სისტემებისთვის.

აღნიშნული გამოწვევების გათვალისწინებით,
ცხადია, რომ ხელოვნური ინტელექტის დანერგვა
საჯარო მმართველობაში მოითხოვს არა მხოლოდ
ტექნოლოგიურ გადაწყვეტებს, არამედ სისტემურ
მიდგომას. როგორც ქართველ, ისე უცხოელ ექს-
პერტთა მოსაზრებით, აუცილებელია საბაზისო მი-
მართებების გაძლიერება – მარეგულირებელი
ჩარჩო, თანამშრომელთა კვალიფიკაცია, ტექნიკური
ინფრასტრუქტურა და საზოგადოების ჩართულობა.
მხოლოდ ამ პირობების დაკმაყოფილების შემთხვე-
ვაშია შესაძლებელი, რომ ხელოვნური ინტელექტის
სიკეთეებმა გადააჭარბოს მის რისკებს და მაქსი-
მალურად სასარგებლოდ აისახოს საჯარო მმართ-
ველობის განვითარებაზე.

საერთაშორისო მაგალითები და უახლესი ტენ- დენციები

ხელოვნური ინტელექტის გავლენა საჯარო
მმართველობაზე ცხადად ჩანს სხვადასხვა ქვეყნის
გამოცდილებაში. განვითარებული თუ განვითა-
რებადი ქვეყნები სხვადასხვანაირად ეკიდებიან მის
დანერგვას, თუმცა ყველგან შეიმჩნევა ტენდენცია
გაიზარდოს ინვესტიცია, დაგროვდეს ცოდნა და
მზარდად იქნეს გამოყენებული სახელმწიფო ფუნქ-
ციების სრულყოფისთვის. ქვემოთ განვიხილავთ
რამდენიმე აღსანიშნავ საერთაშორისო მაგალითსა
და უახლოეს წლებში გამოვლენილ სტატისტიკურ
მონაცემებს:

აშშ-ის ფედერალური მთავრობა ხელოვნური ინტელექტის დანერგვის ტემპითაც და მასშტაბითაც ერთ-ერთი ლიდერია. 2022 წელს პრეზიდენტის აღმასრულებელი განკარგულებებით განისაზღვრა მისი განვითარების პრიორიტეტები, ხოლო 2023-2025 წლებში მიღებული იყო ეროვნული მოქმედებათა გეგმა, რომელიც ავალებს ყველა ფედერალურ სააგენტოს დააჩქარონ ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია პასუხისმგებლიანი გამოყენების პრინციპების დაცვით. ამის შედეგად, უკვე 2024 წლისთვის, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, 1,700-ზე მეტი AI შემთხვევა აღირიცხა ფედერალურ სამთავრობო დაწესებულებებში. პრაქტიკული მაგალითები მოიცავს: ჯანმრთელობისა და სოციალური მომსახურებების დეპარტამენტში მის გამოყენებას ჯანდაცვის მონაცემების ანალიზისთვის, რომელსაც შეუძლია აქამდე დაფარული კორელაციების პოვნა დაავადებების პრევენციისთვის; თავდაცვის დეპარტამენტში სადაზვერვო მონაცემების ანალიზს ხელოვნური ინტელექტის მიერ, რაც სამხედრო დარგში სწრაფ გადაწყვეტილებებს უზრუნველყოფს; ასევე აღსანიშნავია, რომ ფინანსთა სამინისტრო (IRS) იყენებს მანქანური სწავლების მოდელებს საგადასახადო დეკლარაციების გადასამოწმებლად და თაღლითობის აღმოსაჩენად, ხოლო შრომის დეპარტამენტი – ჩატბოტებს, რათა უმუშევრობის შემწეობებზე მოქალაქეთა შეკითხვებს უპასუხოს ავტომატურად. 2025 წელს აშშ-ში შეიქმნა სპეციალური პლატფორმა „USAi“, რომელიც ფედერალურ უწყებებს სთავაზობს უსაფრთხო ღრუბლოვან გარემოს ხელოვნური ინტელექტის მოდელების სატესტოდ და გასაზიარებლად ეს ხელს უწყობს

სააგენტოებს არ დაიხარჯონ დუბლირებად პროექტებზე. აშშ-ის შემთხვევა იძლევა მაგალითს, როგორ შეიძლება ცენტრალიზებული პოლიტიკისა და ინფრასტრუქტურის მეშვეობით AI-ის დანერგვის მასშტაბი გაიზარდოს და მთელ სისტემაზე გაშლილ ინოვაციად იქცეს.

ჩინეთი განსაკუთრებულ ადგილს იკავებს ხელოვნური ინტელექტის სფეროში როგორც ტექნოლოგიური პოტენციალით, ისე მისი მთავრობის როლის ინტენსიურობით. Oxford Insights-ის 2025 წლის ხელოვნური ინტელექტის მზაობის ინდექსის მიხედვით, აშშ-სთან ერთად ჩინეთია გამოკვეთილი დომინანტი ძალა ხელოვნური ინტელექტის განვითარებაში. მართალია, ჩინეთის მთავრობის პოლიტიკის გამჭვირვალობა შეზღუდულია, თუმცა ცნობილი ფაქტია, რომ ჩინეთი უზარმაზარ ინვესტიციებს ახორციელებს ხელოვნური ინტელექტის ინფრასტრუქტურაში, მათ შორის სუპერკომპიუტერებში, ნახევარგამტარების წარმოებასა და კვლევით ინსტიტუტებში. საჯარო მმართველობის წრილში ჩინეთი აქტიურად იყენებს ხელოვნურ ინტელექტს სუბსიდირების პროგრამების სამართავად, ჭკვიანი ქალაქების სისტემებში, მოქალაქეთა მომსახურების პლატფორმებში და ასევე, სამეთვალყურეო სისტემებში რაც, ცხადია, აღძრავს დისკუსიას პირადი თავისუფლების vs საზოგადოებრივი უსაფრთხოების ბალანსზე. აღსანიშნავია, რომ ჩინეთში ხელოვნური ინტელექტის ფართოდ გამოიყენება სახის ამოცნობის და ინტელექტუალური კამერების სისტემებში საზოგადოებრივი უსაფრთხოებისთვის, რაც ხელისუფლებას აძლევს უმძლავრეს კონტროლის მექანიზმს, მაგრამ დასავლეთში ეს ხშირად

მწვავე კრიტიკის ობიექტია. ზოგადად, ჩინეთის მაგალითზე დავინახავთ, რომ ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება საჯარო მმართველობაში მნიშვნელოვან შედეგებს იძლევა (მაგალითად, პეკინში დანერგილი ამცირებს საცობებს და გამონაბოლქვს), თუმცა ის მოითხოვს ტოტალურ ინფრასტრუქტურულ უზრუნველყოფას და ხშირად განუსაზღვრელ რესურსებს, რაც მხოლოდ რამდენიმე ქვეყანას აქვს.

ევროკავშირი და სხვა ქვეყნები: ევროკავშირის წევრი სახელმწიფოები აქტიურად ცდილობენ ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრირებას მმართველობაში, თუმცა ევროპაში უფრო ფრთხილი, რეგულაციაზე ორიენტირებული მიდგომაა. მაგალითად, საფრანგეთმა შექმნა საჯარო მომსახურებებში ხელოვნური ინტელექტის მოხმარების სახელმძღვანელო, რომელიც გაითვალისწინებს ეთიკურ ნორმებს, ხოლო ესპანეთმა და იტალიამ გამოაცხადეს პილოტური პროგრამები ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებაზე ჯანმრთელობის დაცვისა და მართლმსაჯულების სფეროებში. ზოგიერთმა ქვეყანამ (მაგ., ფინეთმა) ლოკალური ხელოვნური ინტელექტის AI ჩატბოტები დანერგა ქალაქების მერიებში, რაც მოქალაქეებს ინფორმაციის მარტივად მიღებაში ეხმარება.

დასკვნა

ხელოვნური ინტელექტი ფუნდამენტურად ცვლის საჯარო მმართველობის პარადიგმას და მას ახალი შესაძლებლობებით ამდიდრებს. ხელოვნური ინტელექტის დახმარებით მთავრობებს შესწევთ უნარი, უფრო ეფექტიანად და ოპერატიულად მო-

ემსახურონ მოქალაქეებს, მიიღონ მონაცემებზე დაყრდნობილი გადაწყვეტილებები და უკეთ განჭვრიტონ მომავალი გამოწვევები.

პარალელურად, ნათელია, რომ ხელოვნური ინტელექტის დანერგვა სერიოზულ მუშაობას და ყურადღებას მოითხოვს. კვლევამ გამოკვეთა მრავალი რისკი და გამოწვევა: ეთიკური დილემები (ალგორითმების მართებულობა და მიკერძოების აცილება), გადაწყვეტილებების გამჭვირვალობისა და ახსნის საჭიროება, მონაცემთა დაცვა და კონფიდენციალურობა. თუ ეს საკითხები უგულვებელყოფილი დარჩა, არსებობს საფრთხე, რომ ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებამ შეიძლება დააზიანოს მოქალაქეთა ნდობა სახელმწიფო ინსტიტუტების მიმართ და შექმნას ახალი პრობლემები. ამიტომ, ხელოვნური ინტელექტის დანერგვა უნდა მოხდეს ფრთხილად, დასაბუთებულად და მზრუნველობით.

საბოლოო ჯამში, ხელოვნური ინტელექტის გავლენა საჯარო მმართველობის სისტემებზე დადებითი ეფექტებისა და პოტენციური რისკების ერთობას წარმოადგენს. ეს ნაშრომი აჩვენებს, რომ სწორი მიდგომით სტრატეგიული დაგეგმარებით, ეთიკურ ნორმებზე დაფუძნებით, ადამიანური ფაქტორის გათვალისწინებით ხელოვნური ინტელექტი შეგვიძლია ვაქციოთ საჯარო მმართველობის გაძლიერების მძლავრ იარაღად. AI-ს ხანა უკვე. სახელმწიფოების ამოცანაა გამოიყენონ მისი შესაძლებლობები პასუხისმგებლიანად და ჭკვიანურად, რათა მმართველობა გახდეს უფრო ეფექტური, სამართლიანი და მოქალაქეზე ორიენტირებული XXI საუკუნის მოთხოვნებისთვის.

ლიტერატურა

1. Tavberidze, N. (2025). *Artificial intelligence as a tool for advancing digital governance*. *Social Sciences Vectors*, No. 9. <https://admin.vectors.ge>
 2. OECD. (2024). *Governing with artificial intelligence*. <https://www.oecd.org>
 3. Oxford Insights. (2025). *Government AI readiness index 2025*. <https://www.oxfordinsights.com>
 4. Appmaisters. (2025). *How the federal government is improving AI adoption*. <https://gov.appmaisters.com>
 5. MindTitan. (2022). *AI use cases for government: How Estonia is leading the way*. <https://mindtitan.com>
 6. UNESCO. (2025). *Anticipating change: How will AI shape the future of public service?* <https://www.unesco.org>
 7. OECD. (2023). *Using artificial intelligence in government*. <https://www.oecd.org>
-

UDC 004.8

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-58-66>

The Impact of Artificial Intelligence on Public Administration Systems

Aleksandre Kopaliani Georgian Technical University, Faculty of Business and Technology, Doctoral Student,
Public Administration Program.Georgia
E-mail: leqsokopaliani@gmail.com

Reviewers:

B. Sherzadishvili, Georgian Technical University, Faculty of Business Technology, Associate Professor
E-mail: b.sherzadishvili@gtu.ge

R. Tsertsvadze, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Management Systems, Emertus,
Professor
E-mail: r.tsertsvadze@gtu.ge

Abstract. This paper analyzes the impact of artificial intelligence (AI) on public administration systems at the doctoral level. It examines how AI is transforming contemporary public administration theory and practice, particularly in the context of digital governance (e-governance). The paper describes the positive changes introduced by AI in public administration including improved decision support, process automation, and more efficient citizen service delivery while also highlighting negative aspects and key challenges such as ethical risks, data privacy concerns, and gaps in the regulatory framework. International examples (e.g., Estonia's achievements in digital governance and the large-scale adoption of AI in U.S. federal agencies) and recent statistical evidence are used to illustrate that government institutions worldwide are actively applying AI to enhance public services (oecd.org; gov.appmaisters.com). However, the study demonstrates that fully realizing AI's transformative potential still requires caution and careful planning; effective legal and ethical frameworks are essential for the responsible use of AI (admin.vectors.ge). In the conclusion, the paper summarizes the main findings and offers recommendations: developing well-designed regulations and oversight mechanisms, training public servants, and strengthening infrastructure so that AI can be fully leveraged to improve public administration while reducing potential risks.

Keywords: Artificial Intelligence; Data Analytics; Digital Governance; Public Administration; Public Sector Innovation.

განხილვის თარიღი 13.03.2026

შემოსვლის თარიღი 16.03.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 624.131.5

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-67-73>

კარკასული შენობის კედლების მოწყობის ოპტიმალური გადაწყვეტა

ირაკლი ქვარაია	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო E-mail: i.kvaraia@gtu.ge
ნიკო ერისთავი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის მაგისტრანტი. საქართველო E-mail: nikoeristavi77@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. მსხილაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: n.mskhiladze@gtu.ge

მ. ჭანტურია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: m.chanturia@gtu.ge

ანოტაცია. შენობის კარკასის აგების შემდეგ, ყველაზე ხანგრძლივი და მნიშვნელოვანი პროცესი არის მისი შემომფარგლავი და შიდა კედლების, ასევე ტიხრებისა და საკომუნიკაციო შახტების მოწყობა. ძირითადად სწორედ ამ სამუშაოების დასრულებაზეა დამოკიდებული მოპირკეთების ეტაპის დაწყება და მთლიანად მშენებლობის დროულად დასრულების უზრუნველყოფა. მართალია, კარკასული შენობების დიდ უმრავლესობაში, როგორც შიდა, ისე გარე შემომფარგლავი კედლები არამზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს, მაგრამ მათი აგება მაინც საკმაოდ შრომატევადი საქმეა. მაგალითად, გარე შემომფარგლავი კედლების შეკიდული პანელებით მოწყობისას, ამწე მოწყობილობის გარდა

აუცილებელია შედუღების სამუშაოების შესრულება და პანელებს შორის ნაკერების შევსება ცემენტ-ქვიშოვანი ან სხვა სახის დუღაბით. წვრილი საკედლე მასალების (ბლოკი, აგური და სხვა) გამოყენებისას საჭირო ხდება დუღაბის გაკეთება, საიზოლაციო ფენების მოწყობა, მათი ზედაპირების შებათქაშება სხვადასხვა ტიპის მასალების გამოყენებით და ა.შ. უკანასკნელ წლებში შენობის შიდა კედლებისა და ტიხრების მოწყობისას, როგორც წესი, იყენებენ თაბაშირ-მუყაოს სისტემებს, რაც საგრძნობლად აჩქარებს სამუშაოთა შესრულებას და ამარტივებს მთელ პროცესს. სწორედ მათი ასეთი უპირატესობის გამო თაბაშირ-მუყაოს სისტემების მოწყობის ბევრი მცდელობაა გარე შემომფარგლავ კედლებშიც. ერთ-ერთი ასეთი პირველი შემთხვევა,

რამდენიმე წლის წინ ქ.თბილისში, „მ²“-ის კორპუსების მშენებლობისას განხორციელდა.

საკვანძო სიტყვები: თაბაშირ-მუყაო; იზოლაცია; კედელი; ტიხარი; შენობა.

შესავალი

ქალაქ თბილისში, ყაზბეგის პროსპექტზე, მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსების აგებისას (სურ.1), საინტერსო არქიტექტურულ გადაწყვეტილებას წარმოადგენდა ოთხივე კორპუსის ყველა კედლის (გარე და შიდა) და ტიხრის თაბაშირ-მუყაოს სისტემით მოწყობა. აღნიშნულმა ინოვაციამ, რომელიც მანამდე იშვიათობას წარმოადგენდა, კარგი შედეგი გამოიღო. უფრო სწრაფად და მაღალხარისხიანად შესრულდა მოსაპირკეთებელი სამუშაოები. ხოლო აღნიშნულიდან გამომდინარე, მას შემდეგ უფრო სშირად ხდება ასეთი სისტემების გარე კედლებში გამოყენება.



სურ.1. შენობების ფასადები.

მრავალბინიანი შენობები, მონოლითური რკინაბეტონის კარკასისაგან იყო აგებული ანუ კარკასის მზიდი ელემენტები იყო მონოლითური სვეტები, კოჭები და სართულშუა გადახურვის ფილა. შენობის გარედან შემოფარგვლისა და ბინების ერთმანეთისაგან გამოყოფისათვის, მათ შიგნით ტიხრებისა და საკომუნიკაციო შახტების მოსაწყობად მრავალი სხვადასხვა სისქის, თბო-, ბგერა- და ჰიდროსაიზოლაციო ფენით შემდგარი კედლის მოწყობაა საჭირო, რომელთა ძირითადი ნაწილი კარგად ჩანს მე-2 სურ-ზე მოყვანილ ბინების გატიხვრისა და კედლების სქემატურ გამოსახულებაზე.



სურ.2. გარე და შიდა კედლები.

ძირითადი ნაწილი

გარე კედლების შემომფარგლავი თაბაშირ-მუყაოს სისტემების დამონტაჟება სვეტებს შორის ხდებოდა და მათ ტრადიციული წვრილბლოკოვანი წყობის კედლები სრულფასოვნად უნდა შეეცვალა.

კედლის აგებულება კარგად ჩანს განივ ჭრილში (სურ. 3).



სურ.3. კედლის განივი ჭრილი.

კედელში მასალები, მარცხნიდან მარჯვნივ შემდეგნაირად დევს:

1. აკვაპანელი – ფასადის კნაუფის ცემენტის წყალმდეგი ფილა ზომით 1200 X 2400 X 12,5 მმ.
2. ტაიფიკი – მაღალი სიმტკიცის 100 %-იანი პოლიეთილენის რულონური მასალა, რომელშიც გაერთიანებულია ქაღალდის, აკვის და ქსოვილის საუკეთესო თვისებები;
3. პროფილი – 100 მმ სიგანის, კნაუფის ნორმებით 0,6 მმ სისქის;
4. თბოიზოლაცია 2 ფენა – ბამბა, მინერალური (ბაზალტის ან სხვა ბოჭკოსაგან), რომელიც თავსდება პროფილში გრძივი მიმართულებით;
5. თაბაშირ-მუყაოს თეთრი ფილა, სტანდარტული;
6. პროფილი – სიგანით 75 მმ;

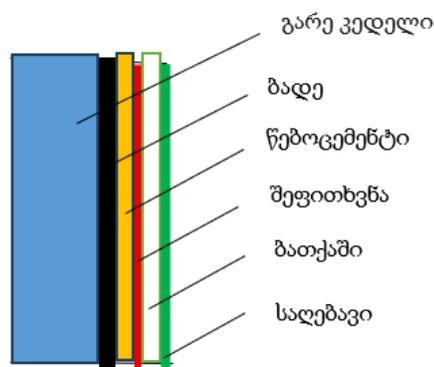
7. თბოიზოლაცია 1 ფენა – თავსდება 75მმ-იან პროფილში;

8. კონდენსატისაგან დამცავი ფენა – პოლიმერული რულონური მასალისაგან;

9. თაბაშირ-მუყაოს ორი ფილა – სტანდარტული თეთრი ან წითელი, რომელიც აუცილებლად უნდა იყოს გამოყენებული ცეცხლის წყაროსთან სიახლოვის შემთხვევაში,

ასეთი კედლის სიგანე საბოლოოდ 23–24 სმ-ს არ აღემატება, მაგრამ სრულად აკმაყოფილებს კედლის თბოიზოლაციისათვის წაყენებულ მოთხოვნებს. უფრო მეტიც, ამ მაჩვენებლის მიხედვით ის 60 სმ სისქის ბეტონის ბლოკის კედელს უტოლდება.

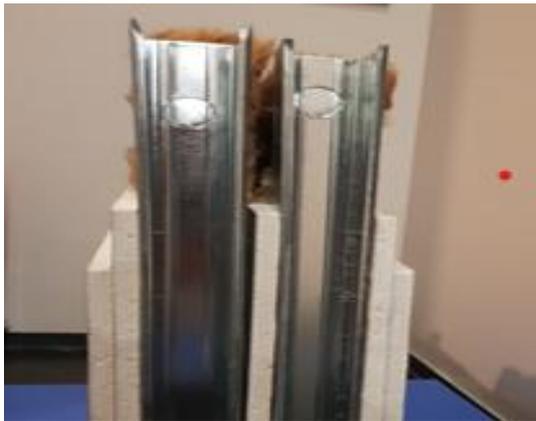
შემომფარგლავი კედლების მოწყობის შემდეგ სხვადასხვა წესით შეიძლება შესრულდეს ფასადის მოპირკეთების სამუშაოები. უფრო ხშირად ამ შემთხვევაშიც მშრალი სამუშაოების შესრულებას და სხვადასხვა კომპოზიტური მასალებით მოპირკეთებას ენიჭება უპირატესობა. წარმოდგენილ შემთხვევაში ასეთი მოპირკეთება ბათქაშით განხორციელდა და რამდენიმე სხვადასხვა ფენის მოწყობა გახდა საჭირო, რომელმაც კიდევ უფრო გაზარდა შენობის თბოეფექტურობა (სურ.4).



სურ.4. ფასადის მოპირკეთება.

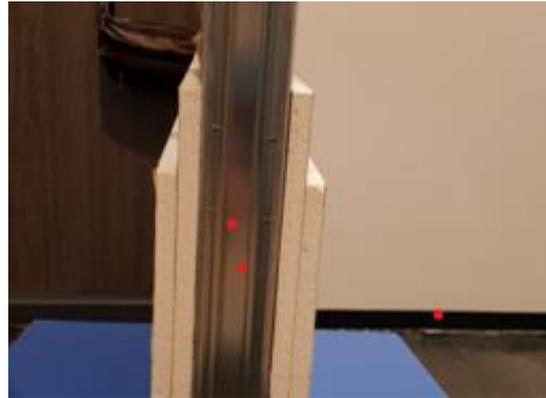
ფასადის შებათქაშება რომ არ მომხდარიყო, შენობაში არსებული ყველა ტიპის კედლის აგება მშრალი მეთოდით განხორციელდებოდა. ამიტომ საინტერესოა ცალ-ცალკე ყველა მათგანის მოწყობის განხილვა.

მოსაზღვრე ბინების გამყოფი კედლების სისქე შეადგენს 16 სმ-ს. ის შედგება ორი, 50 მმ სიგანის პროფილისაგან, რომლებიც შევსებულია 50 მმ სისქის მინერალური ბამბით, ხოლო ერთმანეთისაგან გამოყოფილია თეთრი თაბაშირ-მუყაოს ფილით. ასევე თეთრი ფილების ორ-ორი ფენა არის მოწყობილი ორივე პროფილის ბინების მხარეს მიმართულ გვერდებზე (სურ.5).



სურ.5. მოსაზღვრე ბინების კედელი.

შიდა ტიხრების მოწყობა ჩვეულებრივი წესით ხდება, 50 მმ სიგანის პროფილის დამონტაჟებით და მასში 50 მმ სისქის მინერალური ბამბის განთავსებით. პროფილის ორივე მხარეს არის ორ-ორი ფენა თაბაშირ-მუყაოს თეთრი ფილა. ასეთი ტიხრის სიგანე 10 სმ-ს შეადგენს (სურ.6).



სურ. 6. შიდა ტიხრის მოწყობა.

საკომუნიკაციო შახტებისა და სველი წერტილების ტიხრები ზუსტად შიდა ტიხრების მსგავსად კეთდება, მაგრამ აქ განსხვავებულია თაბაშირ-მუყაოს ფილების ტიპები. კერძოდ სველ წერტილებში აუცილებელია მწვანე ფერის ნესტგამძლე ფილების გამოყენება. შახტებში, საევაკუაციო დერეფნებსა და ხანძარსაში ფართობებში ტიხრების მოწყობისას გამოიყენება წითელი ფერის ფილები. ამასთანავე, ორივე შემთხვევაში აუცილებელია მათი დამონტაჟება აღნიშნული სათავსების მხარეს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ტექნოლოგიური პროცესი ყველა ტიპის თაბაშირ-მუყაოს კედლების მოწყობის დროს თითქმის ერთნაირია, მაგრამ პროფილებისგან მზიდი ჩარჩოს მოწყობისას აუცილებელია პროფილების ჩამაგრების ზედაპირებზე (ჭერი, კედელი, იატაკი) მამჭიდრობელი ლენტის მოწყობა, რომელიც პროფილთან ერთად სჭვალების საშუალებით მჭიდროდ მაგრდება შესაბამის ზედაპირზე და უზრუნველყოფს კედლებისა და ტიხრების ბგერაიზოლაციას (სურ. 7).



სურ.7. ლენტის მოწყობა პროფილზე.

ამ მიზნით სასურველი შედეგის მისაღწევად ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა, რომ პროფილებს შორის თბოსაიზოლაციო მასალების ჩალაგებისას მოხდეს მათი გადაბმის ხაზების მაქსიმალურად აცილება. ასევე არ უნდა ემთხვეოდეს მეორე ფილის პირაპირი, პირველი ფილისას. ამასთანავე, პირაპირების დამუშავება ყველა შემთხვევაში ხდება სპეციალური ბადის გამოყენებით. პრაქტიკამ დაადასტურა, რომ ზემოთ დასახელებული ღონისძიებების სწორად გატარების შემთხვევაში შესაძლებელია თაბაშირ-მუყაოს კედლებისათვის ბგერაიზოლაციის მაჩვენებლის 60 დეციბელამდე გაზრდა, როდესაც მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების მიხედვით ეს მაჩვენებელი 40 დეციბელზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

აუცილებლად უნდა გამახვილდეს ყურადღება იმ ფაქტზე, რომ თაბაშირ-მუყაოს ფილების გამოყენებით კედლებისა და ტიხრების მოწყობისას ძალიან მარტივად ხორციელდება ელექტროსამონტაჟო სამუშაოები. ელექტროსადენები ადვილად იმალება პროფილებს შორის სივრცეში, ხოლო მარტივი ხელსაწყოების გამოყენებით, ფილებში ნებისმიერ ადგილას შეიძლება ხვრელების გამოჭრა ელექტრო-

ყუთების დასამონტაჟებლად. აღნიშნული სამუშაოების შესრულება რკინაბეტონის, ბეტონის ან წვრილი საკედლე მასალებისგან აგებულ კედლებში ყოველთვის დიდ სირთულეებს ქმნის, რაც ხშირად დაკავშირებულია დასრულებულ კედლებში ღარების და ნიშების მოწყობასთან (სურ.8).



სურ. 8.

დასკვნა

პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე, კარკასულ შენობებში ყველა ტიპის გარე და შიგა კედლის, ტიხრისა და შახტის კედლების მოწყობისას ყველაზე ოპტიმალურია თაბაშირ-მუყაოს სისტემების გამოყენება. აღნიშნული მეთოდი საგმნობლად აჩქარებს და ამარტივებს სამშენებლო პროცესს. გაცილებით ადვილი ხდება სხვადასხვა ტიპის საიზოლაციო ფენის მოწყობა და ელექტროსამონტაჟო სამუშაოების ჩატარება ;

შენობებში თაბაშირ-მუყაოს კედლების მოწყობის კიდევ ერთ მნიშვნელოვან უპირატესობად უნდა ჩაითვალოს სათავსების დანიშნულებიდან გამომდინარე, მათი შესაბამისი ტიპის ფილების გამოყენების შესაძლებლობა, რომლებიც ქარხნული

წესით არის ჩვეულებრივი თეთრი ფილების მსგავსად დამზადებული. ყველაზე აქტუალურია ნესტ-გამძლე და ცეცხლგამძლე ფილების სწორად დამონტაჟება, რაც ზუსტად იმავე წესით ხდება, როგორც სხვა ტიპის ფილებისა.

თაბაშირ-მუყაოს კედლების მოწყობისას, განსა-

კუთრებით მნიშვნელოვანია, რომ ის სრულიად მშრალი ტექნოლოგიური პროცესია, არ მოითხოვს შებათქაშებას და მათი თითქმის აბსოლუტურად სწორი ზედაპირები უმნიშვნელო დამუშავების შემდეგ მზადაა ნებისმიერი ტიპის მოსაპირკეთებელი სამუშაოების შესასრულებლად.

ლიტერატურა

1. Kvaraia, I. (2023). *The process of constructing a combined frame building*. Tbilisi: Technical University.
2. Kvaraia, I. (2020). *Innovative technologies in construction*. Tbilisi: Technical University.
3. Ezugbaia, Z., Kvaraia, I., Iremashvili, I., & Mskhiladze, N. (2018). *Construction production technology*. Tbilisi: Technical University.
4. Loladze, V., Bakanidze, Sh., Mskhiladze, N., & Kvaraia, I. (2015). *Technology of concreting multi-layered enclosing walls of buildings using a new type of formwork shields*. Tbilisi: Technical University.

UDC 624.131.5

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-67-73>

Optimal Arrangement of Internal and External Walls of a Frame Building

Irakli Kvaraia

Georgian Technical University Faculty of Construction, Professor, Georgia

E-mail: i.kvaraia@gtu.ge

Niko Eristavi

Master's Student, Faculty of Construction, Professor, Georgia

E-mail: nikoeristavi77@gmail.com

Reviewers:

N. Mskhiladze, Professor, Faculty of Construction Georgian Technical University

E-mail: n.mskhiladze@gtu.ge

M. Chanturia, Professor, Faculty of Construction Georgian Technical University

E-mail: m.chanturia@gtu.ge

Abstract. After the construction of building frames, the most lengthy and important process is the arrangement of its enclosing and internal walls, as well as partitions and communication shafts. The start of the cladding stage and the timely completion of the entire construction depend mainly on the completion of these works. Although in the vast majority of frame buildings, both internal and external enclosing walls are non-load-bearing structures, their construction is still quite laborious. For example, when arranging external enclosing walls with suspended panels, in addition to the lifting equipment, it is necessary to perform welding work and fill the seams between the panels with cement-sand or other types of grout. With thin wall materials (blocks, bricks, etc.), it is necessary to use grout, arrange insulating layers, plaster their surfaces using various types of materials, etc. In recent years, gypsum-cardboard systems have been used as a rule when arranging internal walls and partitions of a building, which significantly speeds up the work and simplifies the entire process. It is precisely because of their advantages that examples of arranging gypsum-cardboard systems in external enclosing walls are increasingly common. One of the first cases was carried out several years ago in Tbilisi, during the construction of “m2” buildings.

Keywords: Building; Insulation Partition; Plasterboard; Wall.

განხილვის თარიღი 16.12.25

შემოსვლის თარიღი 26.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 624.131.5

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-74-80>

კლდოვან ფერდობთან შენობის აგების საინტერესო გადაწყვეტა

ირაკლი ქვარაია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: i.kvaraia@gtu.ge

ნიკო ერისთავი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: nikoeristavi77@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. ყიფიანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: gelakip@gmail.com

ლ. ბალანჩივაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: l.balanchivadze@gtu.ge

ანოტაცია. უკანასკნელ წლებში ქ.თბილისში ბინათმშენებლობის მასშტაბების ზრდასთან ერთად ინტენსიურად დაიწყო კლდოვანი ფერდობების ათვისება. აღნიშნული გარემოება გამოწვეულია ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში ტერიტორიების დიდი დეფიციტით. საცხოვრებელი სახლების ყველაზე დიდი რაოდენობა ამჟამად საბურთალოზე, პოლიტკოვსკაიას და მინდელის ქუჩების მიმდებარედ არსებულ მთაგორიან ტერიტორიაზე შენდება. ამ ალკაცით დაინტერესება პირველ რიგში განპირობებულია ბაგებისა და წყნეთის კლიმატურ ზონასთან სიახლოვით. არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ახლო მანძილზე მეტროს სადგურის, სასწავლო და-

წესებულებებისა და მთლიანად ინფრასტრუქტურის კარგად განვითარებული ობიექტების არსებობას. მიუხედავად იმისა, რომ ეს უბანი საკმაოდ მჭიდროდ არის განაშენიანებული მოთხოვნილება სულ უფრო იზრდება. აქედან გამომდინარე, საჭირო გახდა გზების ძიება ახალი საცხოვრებელი ობიექტების მშენებლობისათვის ტერიტორიის გამოთავისუფლების მიზნით. ჩვეულებრივ მოვლენად იქცა ფერდობების ჩამონგრევა და მათ სიახლოვეს სახლების აგება. ასეთი გადაწყვეტა ხშირად მოითხოვს ფერდობების რთული და საკმაოდ ძვირადღირებული გამაგრების სამუშაოების ჩატარებას, მაგრამ ასეთი პროექტების სიმრავლე მაინც მშენებლობის რენტაბელობაზე მეტყველებს და მნიშვნე-

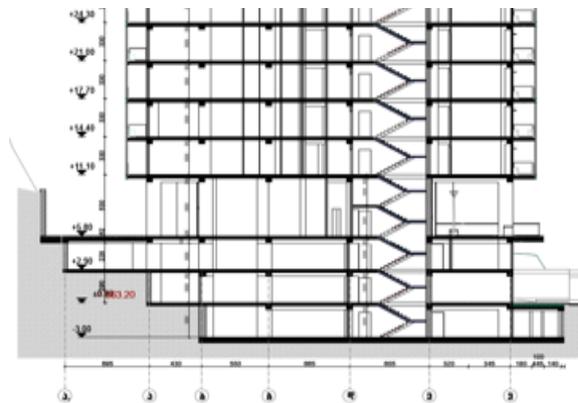
ლოვანი ამოცანა გახდა ფერდობის გამაგრების სამუშაოების რაც შეიძლება ეკონომიკურად ეფექტიანად შესრულება. სტატიაში მოყვანილია ერთი ასეთი მაგალითი.

საკვანძო სიტყვები: ანკერი; გრუნტი; რკინაბეტონი; ფერდობი; შენობა.

შესავალი

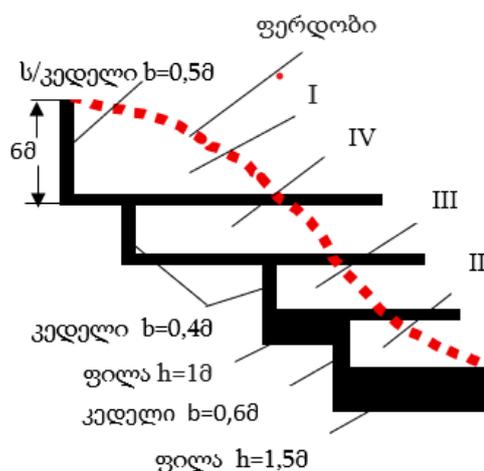
პოლიტკოვსკაიას ქუჩა 12-ში ციცაბო კლდოვან ფერდობთან ძალიან ახლოს, ფაქტობრივად მის ძირში დასასრულს უახლოვდება, „ბკ კონსტრაქშენის“ მიერ, დახურული ავტოსადგომის ჩათვლით, 23-სართულიანი საცხოვრებელი სახლის მშენებლობა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მიმდებარე ტერიტორიაზე ფერდობის გამაგრების გარეშე სხვა სამშენებლო კომპანიის მიერ ადრე დაწყებული მსგავსი მშენებლობა დიდი ხნით იყო შეჩერებული კლდოვანი მასივის ჩამოშლის გამო. აღნიშნულის გათვალისწინებით ჩვენ მიერ წარმოდგენილ მშენებლობაზე ფერდობის გამაგრების სამუშაოები ძალიან საინტერესოდ იყო გადაწყვეტილი. კლდოვანი ფერდობის გამაგრების კონსტრუქცია შენობის უკან მსუბუქი ავტოტრანსპორტის სამომრად ტერასის მოწყობის საშუალებას იძლეოდა, ხოლო გამაგრების შემდეგ საფეხურებად დამუშავებული კლდოვანი ფერდობის დაბეტონებული რკინაბეტონის კედლები დახურული ავტოსადგომის სამივე სართულის განუყოფელი ნაწილი გახდა. ფერდობთან სიახლოვის გამო მისი გამაგრების სამუშაოები თავიდანვე ისე იყო დაპროექტებული, რომ ფერდობის

გამაგრებასთან ერთად საფეხურებად მომხდარიყო შენობის ქვაბულის მოწყობაც (სურ.1).



სურ. 1. შენობის ჭრილი ქვაბულით.

ასეთი გადაწყვეტა იძლეოდა მთის ფერდობის მაქსიმალურად გამოყენების საშუალებას და არ საჭიროებდა კლდოვანი ნაწილის ბოლომდე მონგრევა-დამუშავების აუცილებლობას. აქედან გამომდინარე, საცხოვრებელი სახლის მშენებლობის დაწყებამდე განხორციელდა კლდოვანი ფერდობის მოჭრისა და გამაგრების ოთხი ძირითადი ეტაპი (სურ.2).



სურ. 2. გამაგრების ეტაპები.

ფერდობის დამუშავება-გამაგრება ეტაპების მიხედვით შემდგნაირად განხორციელდა:

I - ფერდობის მოჭრის დაწყება, მისასვლელი გზის და ძირითადი გამაგრების სიტემის მოწყობა;

II – გრუნტის დამუშავება ფერდობის ძირში გაგრძელდა შენობის ქვაბულის მოსაწყობად, სადაც აიგო 1,5 მ სიმაღლის მონოლითური რკინაბეტონის საძირკველი და პარკინგის I დონის სვეტები. ფერდობის მხარეს აიგო 0,6 მ სიგანის და 3 მ სიმაღლის მონოლითური რკინაბეტონის კედელი, რომელიც ფერდობის გამაგრებასთან ერთად პარკინგის მხრიდან სართულშია გადახურვის 18 სმ სისქის ფილის საყრდენსაც წარმოადგენდა.

III - ნულოვან დონეზე აგებული კედლის ზემოთ გაგრძელდა ფერდობის მოჭრა მეორე კლდოვანი საფეხურის მისაღებად, რომლის ძირში, პარკინგის ფილის გაგრძელებაზე მოეწყო 1 მ სიმაღლის საძირკველის ფილა და ფერდობის მხარეს გაკეთდა ზუსტად იმავე სახის ოღონდ 0,4 მ სისქის კედელი, როგორც პირველ დონეზე. აქ ეს კედელი გახდა პარკინგის მეორე სართულის ფილის დასაყრდენი.

IV – მეორე საფეხურის ზემოთ, სრულად დამუშავდა დარჩენილი კლდოვანი ფერდობი და შეიქმნა მესამე კლდოვანი საფეხური. მის ძირამდე გაგრძელდა ქვედა საფეხურზე დაყრდნობილი გადახურვის ფილა და აქაც აიგო 0,4 მ სისქის და დაახლოებით 3 მ სიმაღლის მონოლითური რკინაბეტონის კედელი, რომელსაც დაეყრდნო მესამე მიწისქვეშა სართულის გადახურვის ფილა. მისი ძირითად საყრდენ კედლამდე გაგრძელებით დასრულდა პარკინგი და შენობის უკან ჩამოყალიბდა მისასვლელად მოსახერხებელი რკინაბეტონის ღია ტერასა.

ძირითადი ნაწილი

ფერდობის დამუშავების ყველაზე მნიშვნელოვან ეტაპს მისი გამაგრების სისტემის მოწყობა წარმოადგენდა. ამისათვის შენობის მთელი სიგრძის ტოლ მანძილზე უნდა აგებულიყო მონოლითური რკინაბეტონის 6 მეტრი სიმაღლის, 100 მეტრი სიგრძისა და 50 სმ სიგანის მონოლითური რკინაბეტონის საყრდენი კედელი. კედლის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად გათვალისწინებული იყო მისი ჩაანკერება კლდოვან მასივში 22,5 მ სიგრძის ორიგად განლაგებული გრუნტული ანკერების მოწყობით. საყრდენი კედლის სიმაღლიდან გამომდინარე, მისი აგებაც ორიგად განხორციელდა.



სურ.3. ფერდობის ჩამოჭრა.

ჯერ ექსკავატორის საშუალებით ჩამოიჭრა სამი მეტრი სიმაღლის ფერდობი. ხოლო სამუშაოების უშუალოდ ადგილზე შესასრულებლად გაკეთდა მისასვლელი გზა (სურ.3). არმატურის კარკასების მოწყობა-დაბეტონებით დასრულდა პირველი რიგის კედლის მოწყობა და მის მთელ სიგრძეზე 1,5 - მეტრიანი ბიჯით, სპეციალური საბურღი მოწყობილობით გაკეთდა 150 მმ დიამეტრისა და 22,5 მ სიღრმის ჭაბურღილები 30-გრადუსიანი დახრის

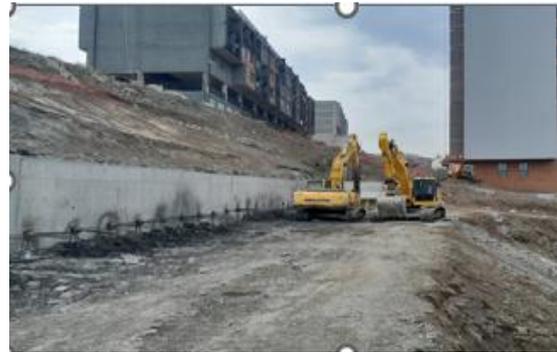
კუთხით, სადაც განთავსდა ანკერები, 15,2 მმ დაიმეტრის ლითონის ბაგირების წნულების სახით (8 ბაგირი) და მაღალი წნევის მილები (სურ.4).



სურ.4. ჭაბურღილების მოწყობა.

მაღალი წნევის მილების საშუალებით სპეციალური დამწნეხი დანადგარის საშუალებით თითოეულ ნაბურღში დაიჭირხნა მაღალი მარკის ცემენტის ხსნარი. ორ კვირაში ხსნარის მიერ საპროექტო სიმტკიცის მიღწევას მოჰყვა ჩაანკერებული ბაგირების დაჭიმვა სპეციალური მოწყობილობით. დამაბული ანკერების დაფიქსირება კედლის ზედაპირზე მოხდა დამჭერი ლითონის „ცანგებით“. კონსურის ფორმის ასეთი დამჭერები ზღუდავს ანკერების შემდგომ გადაადგილებას. გარდა ამისა, ანკერების მოწყობის ადგილებში წყლის და ბუნებრივი ნალექების შეღწევისაგან დასაცავად და კოროზიული მოვლენების თავიდან ასაცილებლად კეთდებოდა საგანგებოდ შერჩეული ლითონის ცილინდრული ხუფები.

აღნიშნული ღონისძიებების გატარების შემდეგ დაიწყო მეორე რიგის საყრდენი კედლის ანუ დარჩენილი 3 მ სიმაღლის კედლის მოწყობის სამუშაოები, გრუნტის დამუშავებით (სურ.5).



სურ.5 კედლის მეორე რიგის მოწყობა.

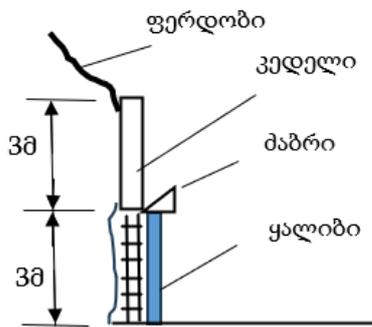
უკვე აგებული კედლის მდგრადობის შესანარჩუნებლად მის ქვეშ გრუნტის დამუშავება დაიწყო 12 მ სიგრძისა და 3 მეტრი სიმაღლის მონაკვეთების მოწყობით. ორივე მხარეს დარჩენილი მონაკვეთები ამ დროს ხელუხლებელი რჩებოდა ანუ საყრდენი კედლის ეს ნაწილები ისევ ფერდობის კალთას ეყრდნობოდა. „გამიშვლებულ“ ადგილებში მოეწყო არმატურის კარკასები და დამონტაჟდა კედლის მეორე რიგის დასაბეტონებლად შერჩეული ყალიბები (სურ. 6).



სურ.6. ქვედა რიგის ყალიბები.

აღნიშნული წესით დაყალიბებული დაარმატებული კედლების დაბეტონების პროცესი მართალია, გართულებული იყო, მაგრამ რეალური პი-

რობებიდან გამომდინარე, სხვა სახით მსგავსი სამუშაოების განხორციელება შეუძლებელია. დაბეტონება ყალიბის თავზე მოწყობილი სპეციალური ძაბრის საშუალებით ხდებოდა, რაც იძლეოდა ყალიბსა და ფერდობს შორის დარჩენილი სივრცის შევსების და ზედა კედლის გაგრძელების საშუალებას (სურ.7).



სურ.7. ქვედა რიგის დაბეტონება.

საყრდენი კედლის ქვედა რიგის სიმტკიცის მიღწევის შემდეგ მზადდებოდა ახალი მონაკვეთები იმავე სამუშაოების შესასრულებლად. კედლის აგების შემდეგ მის ქვედა ნაწილში იმავე წესით განხორციელდა ბაგირების ჩაანკერება და დაჭიმვა (სურ.8).



სურ. 8. დასრულებული კედელი.

პროექტის მიხედვით მთელ სიგრძეზე მოწყობილი კედლის შემდეგ, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დაიწყო ქვაბულის დამუშავება და საცხოვრებელი სახლის მშენებლობა (სურ.9).



სურ.9. ქვაბულის დამუშავება.

კლდოვან ფერდობთან ახლოს აგებული შენობის კარკასი გამოსახულია მე-10 სურ-ზე.



სურ. 10. შენობის კარკასი.

დასკვნა

თბილისის პრესტიჟულ უბნებში ბინათმშენებლობისათვის საჭირო ტერიტორიის დიდი დეფიციტის პირობებში ინტენსიურად ხდება არსებული

კლდოვანი ფერდობების ათვისება. ამ მიზნით, ფერდობების დამუშავებისას მთავარია, რაც შეიძლება მეტი ადგილის გამოთავისუფლება საცხოვრებელი სახლების მშენებლობისათვის.

აღნიშნული ღონისძიებები კლდოვანი ფერდობების საკმაოდ ძვირად ღირებული გამაგრების სამუშაოების შესრულებას მოითხოვს. არსებული საბაზრო მოთხოვნებიდან გამომდინარე, ამ მიმართულებით დაინტერესება ძალიან დიდია და მომგებიანი. მშენებლებისათვის მნიშვნელოვანი გახდა ფერდობების გამაგრების რაც შეიძლება ეკონომიკურად ეფექტურად შესრულება.

ფერდობის გამაგრების წარმატებული გადაწყვეტის ერთ-ერთი მაგალითია წარმოდგენილი პროექტი. სადაც გამაგრება გრუნტული ანკერების გამოყენებით არის შესრულებული. კლდოვან ფერდობში მონოლითური რკინაბეტონის ჩაანკერებულ ძირითად საყრდენ კედელთან ერთად, ფერდობზე მოწყობილ საფეხურებზე რკინაბეტონის კედლების აგებამ შესაძლებელი გახადა ფერდობთან მაქსიმალურად მიახლოება და აღნიშნული კედლების შენობის კარკასის გაგრძელებად გამოყენება.

ლიტერატურა

1. Kvaraia, I., & Gagua, S. (2025). An example of arranging complex slope reinforcement systems. *Scientific-Technical Journal Construction*, (4(538)), 51–56.
2. Chikovani, A. (2024). *Monolithic concrete and reinforced concrete*. Tbilisi: Technical University.
3. Gogberashvili, V. (2022). Technology of arranging a sheet pile curtain. *Scientific-Technical Journal Construction*, (3(63)), 82–85.
4. Gogberashvili, V. (2022). Technology of ensuring the stability of natural slopes and slopes of earth structures. *Scientific-Technical Journal Construction*, (2(62)), 104–107.
5. Gurgeniidze, D., Kipiani, G., Bardzgaradze, G., & Suramelashvili, E. (2021). Analysis of thin-walled special systems of complex structure with discontinuous parameters by method of large blocks. In *Contemporary problems of architecture and construction* (pp. 172–178). London, UK: Taylor & Francis Group.
6. Kvaraia, I. (2016). *Performance of reinforcement and strengthening works in extremely limited conditions during construction and reconstruction*. Tbilisi: Technical University.

UDC 624.131.5

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-74-80>

An Interesting Solution for Building a Building on a Rocky Slope

Irakli Kvaraia

Georgian Technical University. Faculty of Construction, Professor, Georgia
E-mail: i.kvaraia@gtu.ge

Niko Eristavi

Georgian Technical University. Faculty of Construction, Professor, Georgia
E-mail: nikoeristavi77@gmail.com

Reviewers:

G. Kipiani, Georgian Technical University Faculty of Construction, Professor

E-mail: gelakip@gmail.com

L. Balanchivadze, Georgian Technical University, Faculty of Construction, Professor

E-mail: l.balanchivadze@gtu.ge

Abstract. In recent years, along with the increase in the scale of housing construction in Tbilisi, the intensive development of rocky slopes has begun. This circumstance is caused by a large shortage of territories in the central part of the city. The largest number of residential buildings is currently being built in Saburtalo, in the mountainous area adjacent to Politkovskaya and Mindeli streets. The interest in this allocation is primarily due to its proximity to the climatic zones of Bagebi and Tskneti. No less important is the presence of a metro station, educational institutions and well-developed infrastructure in the immediate vicinity. Despite the fact that this area is quite densely built-up, the demand is growing. Therefore, in order to find the necessary ways to free up the territory for the construction of new residential buildings, it has become a common occurrence to demolish slopes and build houses near them. Such a solution often requires complex and quite expensive slope reinforcement works, but the abundance of such projects at least indicates the profitability of construction, and an important task has become to carry out slope reinforcement works as economically as possible. One such example is given in the article.

Keywords: Anchor; Building; Reinforced concrete; Slope; Soil.

განხილვის თარიღი 16.12.2025

შემოსვლის თარიღი 26.12.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 334.012.64/.65

SCOPUS CODE 1408

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-81-87>

მცირე და საშუალო ბიზნესის მდგომარეობის ანალიზი საქართველოში

გენადი იაშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო E-mail: genadi_iashvili@hotmail.com
ბესიკ შერაზადიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი. საქართველო E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge
დავით ხვედელიძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის დოქტორანტი. საქართველო E-mail: d.khvedelidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ა. სიჭინავა**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: alekosichi@mail.ru
- თ. იაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.iashvili@gtu.ge

ანოტაცია. ნებისმიერი საზოგადოების არსებობა წარმოდგენილია მატერიალური წარმოების გარეშე, რადგან სწორედ წარმოების პროცესში იქმნება მატერიალური სარგებელი, რომელიც საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად გამოიყენება და წარმოადგენს საზოგადოების არსებობის საფუძველს. საქმიანი ურთიერთობები თანამედროვე საზოგადოების განუყოფელ ნაწილად იქცა, ვინაიდან ისინი უზრუნველყოფენ ეკონომიკურ აქტივობას, ვაჭრობას, წარმოებას და ფინანსურ პროცესებს. დღევანდელ პირო-

ბებში ქვეყნის მდგრადი ეკონომიკური განვითარება წარმოდგენილია კომერციის, წარმოების, ფინანსური ინსტიტუტების, ასევე საწარმოო და სოციალური ინფრასტრუქტურის გარეშე. ყველა ეს სფერო თანამედროვე ადამიანის ყოველდღიური ცხოვრების განუყოფელ ნაწილად არის ქცეული. იმ პროცესში წარმოქმნილი ურთიერთობები, რომლებიც ამ სფეროებში ვითარდება, ბიზნესის საფუძველს ქმნის. ამ კონტექსტში, მცირე და საშუალო ბიზნესი (SME) ახორციელებს მნიშვნელოვან როლს ქვეყნის ეკონომიკაში. განვითარებულ ქვეყნებში მცირე და საშუა-

ლო საწარმოების ზრდა მაღალი ტემპებით მიმდინარეობს, რადგან ეროვნული მთავრობები მათ მნიშვნელოვან მხარდაჭერას და სტიმულებს უწევენ. ეკონომიკურად განვითარებულ ქვეყნებში მცირე და საშუალო ბიზნესი მხოლოდ ეკონომიკური ზრდის წყარო არაა, ისინი საშუალო კლასის ფორმირების მნიშვნელოვან საფუძველს ქმნიან.

საკვანძო სიტყვები: განვითარება; ეკონომიკა; მცირე და საშუალო ბიზნესი; საქართველო; სახელმწიფო.

შესავალი

ბოლო დროს მცირე ბიზნესი მნიშვნელოვანი როლით გამოირჩევა დასავლეთ ევროპის ქვეყნებსა და შეერთებულ შტატებში. ამ პერიოდში იგი იქცა ეკონომიკური ზრდის, ინოვაციებისა და დასაქმების ერთ-ერთ მთავარ მამოძრავებელ ძალად. მცირე და საშუალო საწარმოები ქმნიან სამუშაო ადგილების დიდ ნაწილს, ხელს უწყობენ ადგილობრივი ბაზრების განვითარებას და ამავე დროს აძლიერებენ კონკურენციას მსხვილ კომპანიებთან. სახელმწიფოები აქტიურად ახორციელებენ პროგრამებს, რომლებიც მიზნად ისახავს მეწარმეობის წახალისებას, ინოვაციური სტარტაპების მხარდაჭერასა და ფინანსურ რესურსებზე ხელმისაწვდომობის გაუმჯობესებას. შედეგად, მცირე ბიზნესი არა მხოლოდ ეკონომიკურ მაჩვენებლებს აუმჯობესებს, არამედ ხელს უწყობს სოციალური სტაბილურობის განმტკიცებას, რეგიონების განვითარებას და ახალი იდეების რეალიზებას თანამედროვე ბაზარზე.

ძირითადი ნაწილი

როგორც წესი, მცირე და საშუალო ბიზნესი განსაკუთრებულ როლს ასრულებს თითქმის ყველა ქვეყნის ეკონომიკაში. იგი მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს მთლიანი შიდა პროდუქტის (GDP) შექმნაში, ახალ სამუშაო ადგილებზე, მსხვილი კომპანიების საჭიროებების დაკმაყოფილებაში, ასევე ახალი ტექნოლოგიებისა და ინოვაციების დანერგვის პროცესში. თანამედროვე პირობებში საქართველოს ეკონომიკისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მცირე და საშუალო საწარმოების ზრდა და ფორსირებული განვითარება. ოფიციალური მონაცემებით, საქართველოში მცირე და საშუალო საწარმოებმა ქვეყნის დამატებულ ღირებულებაში 19–20% წვლილი შეიტანეს, ხოლო სამუშაო ადგილების დაახლოებით 43–44% მათ მიერ იქმნება.

ეს მდგომარეობა განპირობებულია იმით, რომ რეფორმების ოცწლიანი გამოცდილების მიუხედავად, საქართველო კვლავ რჩება გარდამავალი ტიპის ეკონომიკის მქონე ქვეყნად. ეკონომიკური გარდაქმნები ხშირად არაპარმონიზებული, ურთიერთგამომრიცხავი და არასისტემურია, რამაც ვერ უზრუნველყო სტრუქტურული გარდაქმნები, ამან კი, თავის მხრივ, დაინდუსტრიალიზაცია გამოიწვია. შედეგად, დღევანდელ ეკონომიკურ სტრუქტურაში ან მნიშვნელოვანი ახალი საწარმოთა ქსელი არ შექმნილა, ან არსებული რესურსები არ იყო ეფექტურად ათვისებული. იმისათვის, რომ ეკონომიკა გადავიდეს ახალ, კონკურენტულ, ინოვაციურ და მდგრად სტადიაზე, აუცილებელია მცირე და საშუალო ბიზნესის აქტიური მხარდაჭერა და მასზე ორიენტირებული რეფორმები.

ღია ეკონომიკის პირობებში მცირე და საშუალო ბიზნესი შესაძლოა იქცეს კორპორაციების დივერსიფიკაციისა და სამომხმარებლო ბაზრის მოდერნიზაციის მნიშვნელოვან ინსტრუმენტად. საქართველოში მათი განვითარება ხელს შეუწყობს ისეთ მნიშვნელოვან პროცესებს, როგორცაა: კონკურენციის გაძლიერება, რეფორმების სოციალური ბაზის გაფართოება, საშუალო ფენის ფორმირება, მოსახლეობის დასაქმება, საწარმოო სიმძლავრეების ეფექტური გამოყენება, ბიუჯეტის შემოსავლების ზრდა და ქვეყნის მთლიანი შიდა პროდუქტის გაძლიერება.

შედეგად, თუ საქართველოს ეკონომიკა უნდა ჩამოყალიბდეს ახალი ტიპის, განვითარებად და კონკურენტუნარიან ეკონომიკად, მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარება გარდაუვალ პრიორიტეტად უნდა იქცეს, რადგან სწორედ ის წარმოადგენს ეროვნული ეკონომიკის სტრუქტურული ცვლილებების მთავარ მუხტს და განვითარებისთვის აუცილებელ ვექტორს.

წარმოდგენილ სამეცნიერო ანალიზში შეფასებულია მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარების არსებული მდგომარეობა, ასევე ამ სექტორის განვითარების ობიექტური აუცილებლობა საქართველოს ეკონომიკაში. საქსტატის მონაცემებით, 2024 წლის მეოთხე კვარტალში მცირე და საშუალო ბიზნესის მთლიანმა ბრუნვამ 767,9 მილიონი ლარი შეადგინა, რაც 2023 წლის მეოთხე კვარტალთან შედარებით 13,7%-ით არის შემცირებული. გარდა ამისა, თუ 2023 წელს მცირე და საშუალო ბიზნესის ბრუნვამ ბიზნესსექტორის მთლიანი ბრუნვის 17,5% შეადგინა, 2024 წლის მეოთხე კვარტალში აღნიშნული მაჩვენებელი 15,6%-მდე ჩამოვიდა.

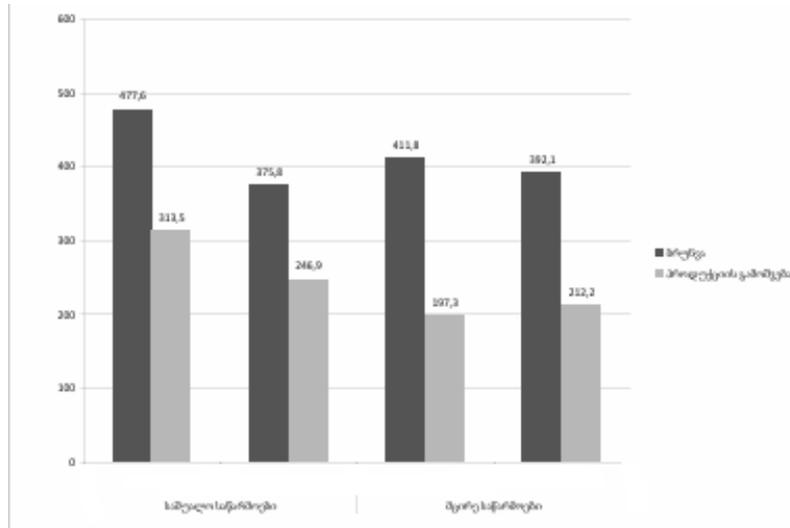
პროდუქციის მთლიანმა გამოშვებამ 2024 წლის მეოთხე კვარტალში 459,1 მილიონი ლარი შეადგინა, რაც ბიზნესსექტორის პროდუქციის გამოშვების 17,1%-ია და 10,1%-ით ჩამორჩება 2023 წლის შესაბამის მაჩვენებელს (2023 წლის მეოთხე კვარტალში მცირე და საშუალო ბიზნესის პროდუქციის გამოშვებამ ბიზნესსექტორის საერთო გამოშვების 19,0% შეადგინა).

საწარმოების ზომის მიხედვით, მთლიანი ბრუნვა შემდეგნაირად განაწილდა:

2024 წლის მეოთხე კვარტალში საშუალო საწარმოები – 48,9%, მცირე საწარმოები – 51,1%, ხოლო 2023 წლის მეოთხე კვარტალში შესაბამისი მაჩვენებლები იყო საშუალო საწარმოების შემთხვევაში 53,7%, მცირე საწარმოების შემთხვევაში 46,3%. პროდუქციის გამოშვების მხრივ კი 2024 წლის მეოთხე კვარტალში საშუალო საწარმოები წარმოადგენდნენ 53,8%-ს, მცირე საწარმოები – 46,2%, 2023 წელს კი ეს მაჩვენებლები შესაბამისად 61,4% და 38,6% იყო.

რაც შეეხება მცირე და საშუალო საწარმოთა მიერ საქონლისა და მომსახურების ყიდვებზე გაწეულ დანახარჯებს, 2024 წლის მეოთხე კვარტალში ის 577,0 მილიონ ლარს შეადგენდა, რაც ბიზნესსექტორის 15,3%-ია, ხოლო 2023 წლის მეოთხე კვარტალში აღნიშნული მაჩვენებელი 674,0 მილიონ ლარს (ბიზნესსექტორის 16,2%) აღწევდა. სარეალიზაციოდ განკუთვნილი საქონლისა და მომსახურების ყიდვებზე გაწეული დანახარჯები 2024 წლის მეოთხე კვარტალში 347,8 მილიონი ლარი იყო, რაც 2023 წლის შესაბამის პერიოდთან შედარებით 14,3%-ით არის შემცირებული (ბიზნესსექტორის 15,6%).

მცირე და საშუალო საწარმოთა ბრუნვა და გამოშვებული პროდუქცია 2023–2024 წლებში (მლნ. ლარი)



დანახარჯები საქონლისა და მომსახურების ყიდვებზე საწარმოთა ზომის მიხედვით ასე განაწილდა: 2024 წლის მეოთხე კვარტალში საშუალო საწარმოები შეადგენდნენ 47,5%-ს, მცირე საწარმოები – 52,5%-ს, ხოლო 2023 წლის მეოთხე კვარტალში ეს მაჩვენებლები შესაბამისად 52,3% და 47,7% იყო. ოდნავ განსხვავებული ვითარება შეინიშნება გადასაყიდად განკუთვნილი საქონლისა და მომსახურების ყიდვებზე გაწეული დანახარჯების განაწილებაში: 2024 წლის მეოთხე კვარტალში საშუალო საწარმოები შეადგენდნენ 42,6%-ს, მცირე საწარმოები – 57,4%, ხოლო 2023 წელს ეს მაჩვენებლები შესაბამისად 45,2% და 54,8% იყო.

მცირე და საშუალო საწარმოთა მიერ ფიქსირებულ კაპიტალში განხორციელებულმა მთლიანმა ინვესტიციებმა 2024 წლის მეოთხე კვარტალში 36,1 მილიონი ლარი შეადგინა, რაც ბიზნესსექტორში

განხორციელებული ინვესტიციების 13,4%-ს წარმოადგენს. 2023 წლის მეოთხე კვარტალში აღნიშნული მაჩვენებელი 35,3 მილიონი ლარი (ბიზნესსექტორში 16,2%) იყო. ინვესტიციების განაწილება საწარმოთა ზომის მიხედვით ასეთია: 2024 წელს საშუალო საწარმოთა წილი 14,9%-ს, მცირე საწარმოთა წილი – 86,1%-ს შეადგენდა, ხოლო 2023 წელს აღნიშნული მაჩვენებლები შესაბამისად 77,1% და 22,9% იყო.

საწარმოთა მთლიანმა დანახარჯებმა პერსონალზე 2024 წლის მეოთხე კვარტალში 128,9 მილიონი ლარი შეადგინა, რაც ბიზნესსექტორში გაწეული შრომითი დანახარჯების 22,7%-ია და 3,2%-ით ნაკლებია 2023 წლის მეოთხე კვარტალის ანალოგიურ მაჩვენებელთან შედარებით. შრომითი დანახარჯების განაწილება საწარმოთა ზომის მიხედვით ასეთია: 2024 წლის მეოთხე კვარტალში საშუალო საწარმოთა წილი 55,5%-ს, მცირე საწარმოთა წილი –

44,5%-ს შეადგენდა, ხოლო 2023 წლის მეოთხე კვარტალში ეს მაჩვენებლები შესაბამისად 64,2% და 35,8% იყო.

2024 წლის მეოთხე კვარტალში მცირე და საშუალო ბიზნესის საშუალო თვიური ხელფასი 366,7 ლარი იყო, მათ შორის ქალების საშუალო ხელფასი 256,1 ლარს შეადგენდა. 2023 წლის მეოთხე კვარტალში საშუალო თვიური ხელფასი 300,9 ლარს შეადგენდა, მათ შორის ქალების ხელფასი 195,4 ლარი იყო. შედარებით, მსხვილ ბიზნესში საშუალო თვიური ხელფასი 2024 წლის მეოთხე კვარტალში 720,8 ლარი იყო, ხოლო 2023 წლის მეოთხე კვარტალში – 581,9 ლარი.

დასკვნა

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს ეკონომიკაში ბოლო ოცი წლის განმავლობაში პერმანენტულად ყალიბდება მცირე და საშუალო საწარმოთა (მსს) სექტორი, რომელიც თანდათანობით იხვეწება როგორც სექტორული, ისე დარგობრივი სტრუქტურის მხრივ. აღნიშნული პროცესები გვიჩვენებს, რომ მცირე და საშუალო მეწარმეობა არა მხოლოდ ეკონომიკური აქტივობის მნიშვნელოვანი შემადგენელია, არამედ ქვეყნის საბაზრო სისტემის მდგრადობისა და განვითარების ერთ-ერთი საყრდენია. სტატისტიკური მონაცემები ადასტურებს მცირე და საშუალო საწარმოთა როლის განსაკუთრებულობას: რეგისტრირებულ საწარმოთა 99,2% (318 957 ერ-

თული) კერძოა; კერძო სექტორში იქმნება ქვეყნის დამატებული ღირებულების 88,4%, გამოშვებული პროდუქციის 90,3%, ბრუნვის 94,5%, დასაქმებულთა 80% კერძო სექტორში საქმიანობს. ეს მაჩვენებლები ადასტურებს, რომ მსს-ს სექტორი ქვეყნის ეკონომიკური აქტივობის ყველაზე მასშტაბური და მნიშვნელოვანი ელემენტია. მსოფლიო პრაქტიკა აჩვენებს, რომ მცირე და საშუალო ბიზნესის სახელმწიფო და არასახელმწიფოებრივი მხარდაჭერა მრავალი ქვეყნის ეკონომიკური პოლიტიკის პრიორიტეტად არის აღიარებული. საქართველოსთვის მნიშვნელოვანია ამ გამოცდილების გამოყენება, რათა ქვეყნის ეკონომიკაში ეფექტურად დაინერგოს მსს-ის განვითარების წარმატებული მოდელები, რაც დაეხმარება როგორც ეკონომიკური ზრდის სტაბილიზაციას, ისე სამუშაო ადგილების შექმნას, ინოვაციებისა და ახალი ტექნოლოგიების დანერგვას. შესაბამისად, მსს-ის განვითარების პოლიტიკა უნდა ითვალისწინებდეს ქვეყნის ეროვნულ, ტერიტორიულ, კლიმატურ, საწარმოო და ინფრასტრუქტურულ სპეციფიკას, აგრეთვე დაგროვილ ცოდნასა და გამოცდილებას. ამ მხრივ, რეკომენდებულია ევროპული ქვეყნების მსგავსი პრაქტიკის გაზიარება და ადაპტაცია, რაც უზრუნველყოფს მცირე და საშუალო მეწარმეობის მდგრად განვითარებას, კონკურენტუნარიანობის ზრდას და საქართველოს ეკონომიკის სტრუქტურულ ტრანსფორმაციას.

ლიტერატურა

1. Iashvili, G. (2009). *Strategic management in small and medium-sized enterprises*. Technical University Press.
 2. National Statistics Office of Georgia. (2025). *Social and economic situation of Georgia 2025*.
 3. Audretsch, D., van der Horst, R., Kwaak, T., & Thurik, R. (2009). *First section of the annual report on EU small and medium-sized enterprises*. EIM.
 4. Kirzner, I. M. (2024). *Perception, opportunity and profit: Studies in the theory of entrepreneurship*. Publisher not specified.
 5. Madura, J. (2007). *Introduction to business* (4th ed.). Thomson South-Western.
-

UDC 334.012.64/.65

SCOPUS CODE 1408

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-81-87>

Analysis of the situation of small and medium-sized businesses in Georgia

Genadi Iashvili	Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Professor, Georgia E-mail: genadi_iashvili@hotmail.com
Besik Sherazadishvili	Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Associate Professor, Georgia E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge
Davit Khvedelidze	Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Doctoral Student, Georgia E-mail: d.khvedelidze@gtu.ge

Reviewers:

A. Sichinava, Georgian Technical University, Faculty of Social Sciences, Professor

E-mail: alekosichi@mail.ru

T. Iashvili, Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Professor

E-mail: t.iashvili@gtu.ge

Abstract. Any society is unthinkable without material production. It is in the process of production that material wealth is created to satisfy human needs, which is the basis of the existence of society. Business relations are an integral part of modern society. In today's conditions, the economic development of a country is impossible without commerce, production, financial institutions and other industrial and social infrastructure. All these concepts have become an integral part of the life of a modern person. Business relations that arise in this area are called business, in which small and medium-sized businesses play a decisive role. In developed countries, the development of small

and medium-sized businesses is proceeding at a high pace, as national governments attach great importance to such enterprises and provide significant assistance. In economically developed countries, small and medium-sized businesses are the basis for the formation of a middle class among the population, which is the basis for stable economic development and employs a large part of the population.

Keywords: Development; Economy; Georgia; Small and medium businesses; State.

განხილვის თარიღი 20.01.2026

შემოსვლის თარიღი 27.01.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 621.311:004.82

SCOPUS CODE 1700

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-88-96>

ენერგოსისტემის სიმძლავრის გენერაციის დაგეგმვა ცოდნაზე დაფუძნებული სისტემის გამოყენებით

რუსუდან
ქუთათელაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების
ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

ანა კობიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის
სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: a.kobiashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ა. აბრალავა, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის
პროფესორი

E-mail: abralava@gtu.ge

მ. კიკნაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების
ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ანოტაცია. ელექტროენერგეტიკული სისტემის მუშაობაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს ზეგავლენას, კერძოდ, ელექტროენერგის მოხმარების დონეები, გენერაციისა და ქსელის აღჭურვილობის მახასიათებლები, აღჭურვილობის პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობების შენარჩუნების მოთხოვნები, ჰიდროელექტროსადგურების წყალსაცავებში ჰიდროენერგეტიკის მოხმარების მაჩვენებლები, ელექტ-

როენერგის ღირებულება ბაზარზე. ამიტომ მისი სწორად მუშაობის დაგეგმვისათვის საჭიროა ყველა ამ ფაქტორის გათვალისწინება, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს დაგეგმვის ამოცანის გადაწყვეტას ტრადიციული მეთოდების გამოყენებით.

ცოდნაზე დაფუძნებული ექსპერტული სისტემები წარმატებით გამოიყენება ენერგოსისტემებში არსებული არაერთი პრობლემის გადასაჭრელად. ენერგოსისტემის გენერაციის ყოველდღიური

გრაფიკის შედგენა მნიშვნელოვანი და რთული ამოცანაა, რომელიც, როგორც წესი, მოიცავს შემდეგ ფუნქციებს: დატვირთვის პროგნოზირება, შემოდინების პროგნოზირება, ელექტროენერჯის წარმოების შეფასება და სიმძლავრის ცვლა ურთიერთდაკავშირებულ ენერგოსისტემებს შორის.

სიმძლავრის გენერაციის დაგეგმვის ამოცანის გადაჭრა ემსახურება გენერაციის განრიგის შედგენას, რომლის მიზანია გენერაციის ბლოკების ოპერირების განრიგის განსაზღვრა სათანადო შეზღუდვების გათვალისწინებით. სტატიაში წარმოდგენილია ექსპერტული სისტემის პროტოტიპი, რომელიც დამგეგმავებს დაეხმარება სიმძლავრის გენერაციის განრიგის შედგენაში. ნაჩვენებია ექსპერტული სისტემის უპირატესობები და ნაკლოვანებები. განხილულია მათემატიკური დაპროგრამების მეთოდებთან ერთად ევრისტიკული მეთოდების გამოყენება სისტემაში ქვეგანრიგების შედგენის ამოცანების ეფექტურად გადაწყვეტისათვის. მოცემულია სისტემის არქიტექტურა, რომელიც საშუალებას იძლევა ადვილად შეიცვალოს შეზღუდვები, დაგეგმვის სტრატეგიები, ევრისტიკული და რიცხვითი გადაწყვეტის მეთოდები..

საკვანძო სიტყვები: ევრისტიკული მეთოდები; ექსპერტული სისტემა; სიმძლავრის გენერაცია ენერგოსისტემაში; სიმძლავრის გენერაციის განრიგის შედგენა.

შესავალი

სიმძლავრის გენერაციის განრიგის შედგენა გულისხმობს ოპერირების განრიგების დაგეგმვას სხვა-

დასხვა სახის სიმძლავრის გენერაციის მოწყობილობებისათვის. ეს ხორციელდება დროის გარკვეული ინტერვალისთვის სიმძლავრის წინასწარ დადგენილი მოთხოვნების გათვალისწინებით. გენერაციის განრიგის შედგენა შეესაბამება წარმოების დაგეგმვას საწარმოო კომპანიებში და ის წარმოადგენს საკვანძო ფაქტორს სიმძლავრის მომხმარებელი კომპანიებისათვის, რადგანაც ეს დაგეგმვა განსაზღვრავს ამ კომპანიების საქმიანობას, დაწყებული საწვავით უზრუნველყოფიდან, დამთავრებული სიმძლავრის მართვით. ჩვეულებრივ ელექტრომომარაგების კომპანიები რამდენიმე ასეული გენერაციის ერთეულს მოიცავს, რომლებიც იყენებენ განრიგის დროის სხვადასხვა ინტერვალს. განრიგის დამგეგმავებს უწევთ ბევრი შეზღუდვისა და შეფასების, ბევრი ისეთი ფაქტორის გათვალისწინება, როგორცაა გენერაციის თითოეული ბლოკის მახასიათებლები და ოპერაციული შეზღუდვები, საიმედოობა და ეკონომიურობა მთელი ენერგოსისტემისათვის (Osake, S. 1986. Conceptual design of an expert system for power generation scheduling.). აქედან გამომდინარე, განრიგის შედგენა უზარმაზარი და ურთულესი ამოცანაა და ის საჭიროებს დიდ დროს თვით განრიგების შედგენის ექსპერტებისთვისაც კი.

ძირითადი ნაწილი

ამოცანის დასმა

განრიგის შედგენის პროცესის სირთულის გამო საჭიროა შეიქმნას პროტოტიპული ექსპერტული სისტემა, რომელიც გამოიყენებს ცოდნაზე დაფუძნებულ მეთოდს და დაეხმარება დამგეგმავებს სათანადო განრიგის შედგენაში.

ამოცანის გადაწყვეტა

ამრიგად, ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ განისაზღვროს მოქმედების გრაფიკი სხვადასხვა სახის ერთეულისთვის წინასწარ დადგენილი მოთხოვნილი სიმძლავრის შესაბამისად გაწეული დროის ინტერვალისთვის. ამოცანა შეიძლება აღწერილ იქნეს როგორც განრიგის მატრიცის შექმნის ამოცანა თითოეულ ბლოკში სიმძლავრის გენერაციის შესაბამისად.

განრიგის მატრიცის თითოეული სტრიქონი შესაბამეა გენერაციის ბლოკს, ხოლო თითოეული სვეტი – დროის მომენტს. მატრიცის თითოეული ელემენტის სიდიდე შეესაბამება სიმძლავრის გენერაციას დროის თითოეულ მომენტში. შედეგმა უნდა დააკმაყოფილოს მრავალი შეზღუდვა, როგორცაა თითოეულ ბლოკში სიმძლავრის ზედა და ქვედა ზღვრები, სარეზერვო გენერაციის მოცულობა, გაშვებისა და დასრულების პირობები, წყლის დონე თითოეულ რეზერვუარში, საწვავის სრული დანახარჯი და სიმძლავრის გადადინება თითოეულ გადამცემ ხაზში. შედეგები შეფასდება ბევრი ფაქტორით, როგორცაა ეკონომია, საიმედოობა და ოპერირების სიმარტივე. გენერაციის ბლოკების დიდი რაოდენობის გამო მიიღება ძალიან დიდი ზომის მატრიცა. ამიტომ ამოცანა არ უნდა განისაზღვროს როგორც მათემატიკურად დაპროგრამებადი ამოცანა, რომელიც შეიცავს მრავალ შეზღუდვასა და შეფასების ფაქტორს. სიმძლავრის გენერაციის განრიგის შედგენა შეიძლება აღიწეროს როგორც ფართომასშტაბიანი და ძნელად განსაზღვრებადი ამოცანა. მისი გადაწყვეტა პრაქტიკულად შეუძლებელია მათემატიკური დაპროგრამების მე-

თოდით. ამიტომ განრიგის შედგენის პროცესს ჩვეულებრივ ყოფენ რამდენიმე ქვეამოცანად. დაყოფის მეთოდი არაა უნიკალური და არსებობს ამოცანის დაყოფის და დაყოფილი ქვეამოცანების ამოხსნის მიმდევრობის შედგენის უამრავი ვარიანტი. მაგალითად, ერთი მეთოდი გენერაციის ბლოკების დაყოფა საწვავის ისეთი ტიპების მიხედვით, როგორცაა ჰიდრავლიკური, ქვანახშირი და ატომური, დროის მომენტების დაყოფა ისეთ პერიოდებად, როგორცაა სეზონები და თვეები.

როცა ხდება ამოცანის დაყოფა ქვეამოცანებად, ქვეამოცანების ამოხსნის მარტივი კომბინაცია არ არის ყოველთვის ოპტიმალური გადაწყვეტა მთლიანი ამოცანისათვის. უკეთესი გადაწყვეტის საპოვნელად განრიგის დამგეგმავებმა უნდა სცადონ დაყოფის მეთოდების და გადაწყვეტათა თანამიმდევრობების მრავალი ვარიანტი.

გარდა ამ ვარიანტებისა, მათ ასევე უნდა განიხილონ თვითონ განრიგის შედგენის პროცესის სიტუაციებისა და პირობების მრავალი ვერსია. ეს ვერსიები შეიძლება მოიცავდეს საწვავის ფასებს, გენერაციის ბლოკების საოპერაციო შეზღუდვებს და ახალი ტიპის გენერაციის ბლოკების ინსტალაციას.

ამრიგად, განრიგის დამგეგმავებს ესაჭიროებათ დამხმარე კომპიუტერული სისტემა, რომელიც შეადგენს განრიგს და ექნება განრიგის შედგენის ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდის შეცვლის უნარი.

პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურაც განხილული უნდა იყოს ქვეამოცანების გადაწყვეტის მეთოდების სხვადასხვა ვარიანტისთვის. ზოგიერთი ქვეამოცანა შეიძლება ამოიხსნას მათემატიკური დაპროგრამების მეთოდებით, როგორცაა

წრფივი დაპროგრამება და დინამიკური დაპროგრამება (Bond, S. D., & Fox, B. 2006. Optimal thermal unit scheduling using improved dynamic programming algorithms.), მაგრამ ზოგიერთი ქვეამოცანის ამოხსნა ამ გზით შეუძლებელია. განრიგის გამოცდილი დამგეგმავები ჩვეულებრივ იყენებენ ეფექტურ ვერისტიკულ გადაწყვეტის მეთოდებს ამ ტიპის ქვეამოცანებისათვის. ამიტომ პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურას უწევს ისეთი შერეული მეთოდებით მუშაობა, როგორცაა მათემატიკური დაპროგრამება და ვერისტიკა.

გარდა ამისა, ქვეამოცანების ტიპები არაა ფიქსირებული. დამგეგმავებს შეუძლიათ შეცვალონ ამოცანის დაყოფის ხერხი და ამოხსნის თანამიმდევრობა. ამ შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს ქვეამოცანების ახალი ტიპების შექმნა. ახალ ქვეამოცანას ესაჭიროება ახალი ამოხსნის მეთოდი. დამგეგმავები ყოველთვის სწავლობენ ქვეამოცანებს და ქმნიან უკეთესი გადაწყვეტის ახალ მეთოდებს. მათ სურთ გამოიყენონ ეს მეთოდები რაც შეიძლება სწრაფად. ამიტომ პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურასაც ასევე უწევს მუშაობა ამოხსნის ახალი მეთოდების დამატებისა და ძველის გაფართოების გზით.

დამხმარე სისტემის არქიტექტურა სასურველია პასუხობდეს ზემოთ განხილულ მოთხოვნებს. იმისათვის, რომ სისტემამ დაუყოვნებლად უპასუხოს დამგეგმავების მოთხოვნებს, მას უნდა ჰქონდეს ამოცანების სწრაფად მოდიფიცირების უნარი (Kutateladze, R., & Kobiashvili, A. 2022). ამოცანების მოდიფიცირება კატეგორიზდება სამ ტიპად:

- მიზნის ფუნქციისა და შეზღუდვების შეცვლა;
- ამოხსნის თანამიმდევრობის შეცვლა;

- თითოეული ქვეამოცანისთვის ამოხსნის მეთოდის შეცვლა.

ტრადიციული გადაწყვეტის მეთოდებში ამ ობიექტების შეცვლა ძნელია, ვინაიდან ბლოკები ჩვეულებრივ აღიწერება ფიქსირებული ალგორითმებით და ცვლილებები ხორციელდება მხოლოდ ალგორითმების მოდიფიცირების გზით. როცა გამოიყენება ცოდნაზე დაფუძნებული მეთოდი, ამ ობიექტების აღწერა ცოდნის ბაზაში, რის შედეგადაც ცვლილებების განხორციელება ბევრად მარტივდება მხოლოდ ცოდნის ბაზის მოდიფიცირებით (Kutateladze, R., & Kobiashvili, A. 2019).

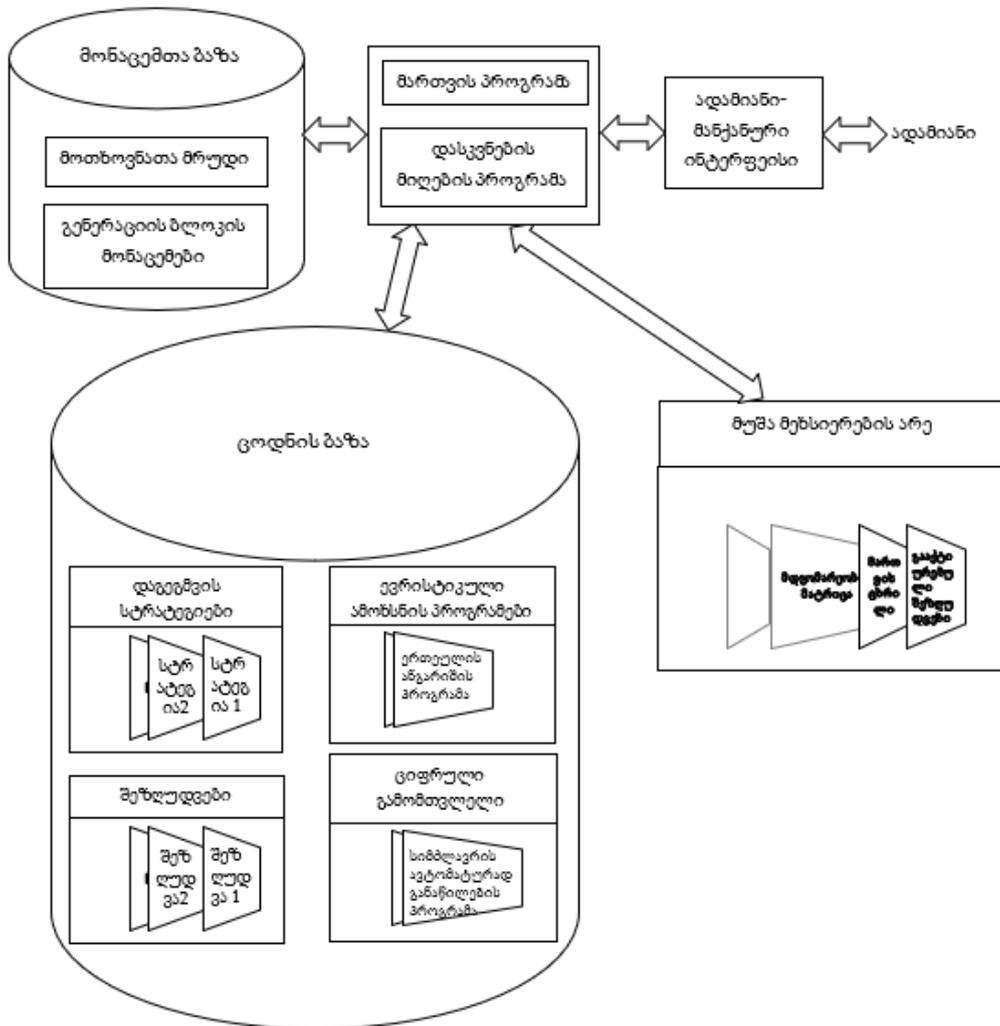
იმისათვის, რომ ქვეამოცანები ეფექტურად ამოიხსნას, მოსახერხებელია ვერისტიკული მეთოდების შემოტანა ტრადიციულ მათემატიკურ მეთოდებთან ერთად. ვერისტიკული მეთოდები ეფუძნება ექსპერტი-დამგეგმავების ექსპერტიზას. ექსპერტიზა აღიწერება ცოდნის ბაზაში, როგორც მატრიცის მდგომარეობის შეცვლის წესების სიმრავლე. არსებობს ამოცანების ამოხსნის უფრო ეფექტური გზა და ეს გზა სწორედ ვერისტიკული მეთოდების გამოყენებაა. ვერისტიკული მეთოდები ყოველთვის არ იძლევა ოპტიმალური გადაწყვეტის გარანტიას, მაგრამ ისინი უზრუნველყოფენ თითქმის ოპტიმალურ გადაწყვეტას, თუ გამოყენებული იქნება ეფექტური ექსპერტიზა (Kiknadze, M., Giorgobiani, N., & Gogiashvili, J. 2017).

ექსპერტიზის რეალიზაციაც ასევე ეხმარება დამგეგმავს, როცა საჭიროა გადაწყვეტის გზის გარკვეული მოდიფიკაცია ამოცანის ამოხსნის შემდეგ. მოდიფიკაციის შესახებ ცოდნის გამოყენებისას დამგეგმავებისათვის არსებობს მოდიფიკაციის სხვადასხვა შესაძლო გზა და მოდიფიკაცია შეიძლება შეს-

რულდეს ავტომატურად დამგეგმავის მოთხოვნის შესაბამისად.

პროტოტიპული სისტემის მიზანია ექსპერტული სისტემის უპირატესობების დამტკიცება. 1-ელ სურ-ზე ნაჩვენებია პროტოტიპული სისტემის არ-

ქიტექტურა. სისტემა შედგება ცოდნის ბაზის, მონაცემთა ბაზის, დასკვნების მიღების პროგრამის, მართვის პროგრამის, მუშა მეხსიერების არისა და ადამიანი-მანქანა ინტერფეისისაგან.



სურ. 1. პროტოტიპული სისტემის არქიტექტურა.

ამოცანათა მოდიფიკაციის სწრაფად განხორციელების მისაღწევად მეზულუდები და დაგეგმვის სტრატეგიები აღიწერება არა მარტო ფიქსირებულ

ალგორითმებში, არამედ ცოდნის ბაზაშიც და საჭირო ცოდნა ამოირჩევა და გამოიყენება დამგეგმავის სურვილის შესაბამისად [Kutateladze, R., & Kobia-

shvili, A. (2016), A prototypical expert system for improving evaluation processes]. ამოხსნის მეთოდებიც აღიწერება ცოდნის ბაზაში როგორც პროგრამული მოდულები. ისინი კლასიფიცირდება ორ სახეობად: რიცხვითი გამოთვლითი პროგრამები, როგორცაა სიმძლავრის ოპტიმალური განაწილების პროგრამა, რომელიც იყენებს ლამბდა მეთოდს, და ევრისტიკული გადაწყვეტის პროგრამები. დაგეგმვის სტრატეგიები არის ქვეამოცანების ამოხსნის აღწერა – ამოხსნის რომელი მეთოდი უნდა იყოს არჩეული, რა შეზღუდვები უნდა იყოს განხილული და რა ტაქტიკა უნდა იყოს გამოყენებული მეთოდში.

მონაცემთა ბაზა შედგება მოთხოვნათა მრუდის, გენერაციის ბლოკების მონაცემებისა და შეზღუდვებთან დაკავშირებული მონაცემებისაგან, როგორცაა საწვავის მოხმარება, წყლის მარაგის ზღვრული მნიშვნელობები წყლის რეზერვუარში და სიმძლავრის გადადინების ზედა საზღვრები გადამცემ ხაზებში.

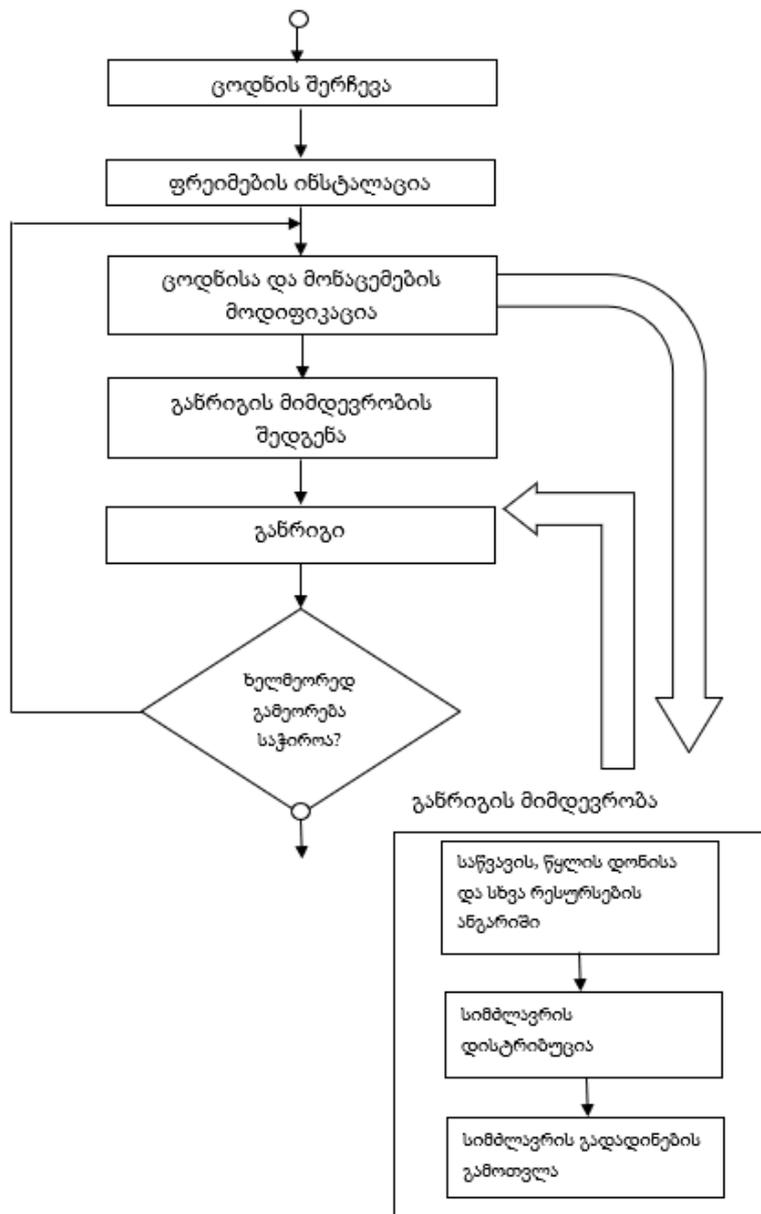
მართვის პროგრამა ახდენს გამგეგმავის დირექტივების ინტერპრეტაციას, რომელიც შეტანილია ადამიანი-მანქანური ინტერფეისის მეშვეობით და მართავს განრიგის შედგენას (Kutateladze, R., Kobiashvili, A., & Kutateladze, K. 2014). როცა გარკვეული საგეგმო პირობები იქნება შეტანილი დამგეგმავების მიერ, მართვის პროგრამა ინტერპრეტირებას გაუკეთებს ამ პირობებს და ცოდნის ბაზაში შეარჩევს საჭირო ცოდნას. შემდეგ კი ის გაააქტიურებს შეზღუდვებსა და დაგეგმვის სტრატეგიებს და მოათავსებს მუშა მესხიერების არეში.

დასკვნების გამოტანის პროგრამა იყენებს ამოცანის გადაწყვეტის მეთოდებს მართვის პროგრამის საშუალებით და ასრულებს ქვეამოცანებს მუშა მესხიერებისა და მონაცემთა ბაზისადმი მიმართვით.

მუშა მესხიერების არე შეიცავს დროებით მონაცემებს, როგორცაა მართვის ცხრილი, აქტივირებული შეზღუდვები და განრიგის მატრიცა. მართვის ცხრილი წარმოადგენს დაგეგმვის სტრატეგიების აქტივირებულ მონაცემებს და გამოიყენება ამოხსნის მეთოდების შესრულების მართვისათვის.

ცოდნის შეზღუდვები და დაგეგმვის სტრატეგიები შეიძლება აღიწეროს ფრეიმების საშუალებით, რომლებიც ხასიათდება ცოდნის მოქნილი და სისტემური წარმოდგენის უნარით. ასევე ფრეიმების სახით ჩაიწერება დაგეგმვის სტრატეგიები თითოეული ქვეამოცანისათვის.

განრიგის შედგენა ხდება მართვის სისტემის მიერ მე-2 სურ-ზე წარმოდგენილი ალგორითმის მიხედვით. თავდაპირველად შეირჩევა საჭირო ცოდნა ცოდნის ბაზაში დამგეგმავის დირექტივების შესაბამისად და სრულდება ფრეიმების ინსტალაცია. აქ ინსტალაცია ნიშნავს დასკვნების მიღების პროგრამის მიერ ფრეიმების სახით აღწერილი ცოდნის ტრანსლაციას გამოსაყენებლად უფრო მოსახერხებელ ფორმად. თითოეული შეზღუდვის ფრეიმი ტრანსლირდება პროლოგის წესად, რომელშიც წესის მთავარი ნაწილი შეიცავს შეზღუდვის ნომერსა და არგუმენტებს, ხოლო მისი ტანი – მის განსაზღვრებას.



სურ. 2. განრიგის შედგენის ალგორითმი

დაგეგმვის სტრატეგიის ფრეიმები ტრანსლირდება მართვის ცხრილის მონაცემებად მუშა მესხიერების არეში. დაგეგმვის სტრატეგიებში ჩაწერილი ტაქტიკა ტრანსლირდება გენერაციის ერთეულების სიაში. ზედა კლასის ფრეიმების მემკვიდრეობითობა გათვალისწინებული იქნება ინსტალაციის დროს.

შემდეგ კი – ინიციალიზებული ცოდნა და მონაცემები მონაცემთა ბაზაში მოდიფიცირდება დამგეგმავების დირექტივების მიხედვით.

მომდევნო ბიჯზე მართვის პროგრამა ირჩევს საჭირო ქვეამოცანებს და ადგენს განრიგის თანამიმდევრობას. განრიგის შედგენისას გასათვალისწინე-

ბელია პიკისა და ღამის დროები, როცა სიმძლავრის მოხმარება მკვეთრად განსხვავებულია. სრულდება ამ განრიგის მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად საჭირო საწვავისა და წყლის რესურსების გაანგარიშება, რის შემდეგაც გამოითვლება სიმძლავრის დისტრიბუცია ლამბდა მეთოდით. და ბოლოს, სიმძლავრის გადადინებების სპეციფიკაცია ხდება გადამცემ ხაზებში.

გამოთვლების მსვლელობისას განრიგის შედგენის შუალედური შედეგები წარედგინება დამგეგმავებს. თუ არაა მიღებული მოქნილი გადაწყვეტილებები, სისტემა არჩევს და გვიჩვენებს აქტიურ შეზღუდვებს. მაგალითად, თუ სიმძლავრის გადადინების შეზღუდვები არაა დაკმაყოფილებული, შეთავაზებული იქნება სიმძლავრის გადადინებათა შემცირების მეთოდ-

ბის სია. დამგეგმავები ირჩევენ ერთ-ერთს და სისტემა ახდენს განრიგის მოდიფიკაციას სიმძლავრის გადადინების შემცირების მიზნით.

დასკვნა

განხილული ექსპერტული სისტემა ტრადიციული მეთოდებისაგან განსხვავებით იყენებს ცოდნის ინჟინერინგს. სისტემის არქიტექტურა უზრუნველყოფს ამოცანათა სწრაფი მოდიფიკაციის შესაძლებლობას დამგეგმავის მოთხოვნების შესაბამისად შეზღუდვებისა და დაგეგმვის სტრატეგიების ცვლილების გზით. ქვეამოცანების ეფექტურად ამოხსნის მიზნით სისტემა იყენებს გარკვეულ ევრისტიკულ მეთოდებს ტრადიციული მათემატიკური დაპროგრამების მეთოდებთან ერთად.

ლიტერატურა

1. Osake, S. (1986). Conceptual design of an expert system for power generation scheduling. *Proceedings of the IEE Japan 86th Annual Meeting* (No. 1032, pp. 361–366).
2. Bond, S. D., & Fox, B. (2006). Optimal thermal unit scheduling using improved dynamic programming algorithms. *IEE Proceedings*, (5), 7–11.
3. Kutateladze, R., & Kobiashvili, A. (2022). Expert system model for power engineering. In *Globalization and contemporary business challenges* (Monograph series, pp. 165–169). Tbilisi: Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies.
4. Kutateladze, R., & Kobiashvili, A. (2019). Knowledge representation in decision-making systems in business. In *Contemporary business challenges in a globalized world: Research, study, examination* (pp. 73–78). Norderstedt, Germany: Lambert Academic Publishing.
5. Kiknadze, M., Giorgobiani, N., & Gogiashvili, J. (2017). Fuzzy expressions in knowledge representation. *Information and Computer Technology, Modeling and Control*, 3rd Quarter, 115–122. New York, NY: Nova Publishers.
6. Kutateladze, R., & Kobiashvili, A. (2016). A prototypical expert system for improving evaluation processes. *Proceedings of Georgian Technical University*, 2(500), 64–72.
7. Kutateladze, R., Kobiashvili, A., & Kutateladze, K. (2014). Dialogue management in knowledge-based systems. *Proceedings of Georgian Technical University*, 1(491), 73–77.

UDC 621.311:004.82

SCOPUS CODE 1700

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-88-96>

Power System Capacity Generation Planning Using a Knowledge-Based System

Rusudan Kutateladze Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Professor, Georgia
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

Ana Kobiashvili Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Professor, Georgia
E-mail: a.kobiashvili@gtu.ge

Reviewers:

A. Abzalava, Georgian Technical University. Faculty of Business Technologies, Professor
E-mail: abzalava@gtu.ge

M. Kiknadze, Georgian Technical University. Faculty of Informatics and Control Systems, Professor
E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Abstract. The operation of the power system is influenced by many factors, in particular, electricity consumption levels, characteristics of generation and network equipment, requirements for maintaining certain values of equipment parameters, hydropower consumption rates in hydroelectric power plant reservoirs, and the cost of electricity in the market. Therefore, for its proper operation, it is necessary to take into account all these factors, which significantly complicates the solution of the planning task using traditional methods.

Knowledge-based expert systems are successfully used to solve a number of problems in power systems. Drawing up a daily generation schedule for a power system is an important and complex task, which, as a rule, includes the following functions: load forecasting, inflow forecasting, electricity generation estimation, and power exchange between interconnected power systems.

Solving the power generation planning problem serves to draw up a generation schedule, the purpose of which is to determine the operating schedule of generation units taking into account appropriate constraints. The article presents a prototype of an expert system that will help planners in scheduling power generation. The advantages and disadvantages of an expert system are shown. The use of heuristic methods for effectively solving subscheduling problems in the system is discussed along with mathematical programming methods. The system architecture is given, which allows for easy modification of constraints, scheduling strategies, heuristic and numerical solution methods.

Keywords: Expert system; Heuristic methods; Power generation in the power system; Power generation scheduling.

განხილვის თარიღი 25.12.25

შემოსვლის თარიღი 30.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 621.316.99

SCOPUS CODE 2100

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-97-103>

დატვირთვის ქვეშ მომუშავე ქვესადგურების ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების დამველების პროცესების მოდელირება

- თენგიზ მუსელიანი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: museliani@yahoo.com
- კახა გიორგაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის დოქტორანტი. საქართველო
E-mail: kaxagiorgaze@gmail.com
- გრიგოლ მუსელიანი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი. ენერჯეტიკისა და ელექტროინჟინერიის აკადემიური დოქტორი. საქართველო
E-mail: gmuseliani@gmail.com

რეცენზენტები:

კ. წერეთელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: tseretelik@gmail.com

მ. ცეცხლაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru

ანოტაცია. ელექტრომოწყობილობისა და ელექტროდანადგარების დენგამტარი ნაწილების დამველება ძირითადად არის თერმული პროცესი და უმთავრესად დაიყვანება მათი იზოლაციის დამლაშვით. იზოლაციის დაშლის ხარისხის ერთ-ერთი მაჩვენებელია დიელექტრიკული დანაკარგების კუთხის ტანგენსი, რომლის მნიშვნელობა ექსპლუ-

ტაციის პროცესში ტემპერატურის გაზრდით იზრდება. გარდა დიელექტრიკული დანაკარგების კუთხის ტანგენსისა, იზოლაციის მდგრადობა დამოკიდებულია დატვირთვის დენსა და გარემოს მახასიათებლებზე.

ნაშრომში დამუშავებულია დატვირთვის ქვეშ მომუშავე ძალური ქვესადგურის დანადგარებისა და მოწყობილობების დამველების პროცესების მათემატიკური მოდელი.

მათემატიკური მოდელი დამუშავებულია იზოლაციის ტემპერატურის საწყის მონაცემებზე დაყრდნობით და საშუალებას იძლევა განისაზღვროს θ_1 და $\Delta\theta$ მნიშვნელობები, რომლებიც გამოიყენება დაძველების მოდელირებაში.

საკვანძო სიტყვები: დაძველების პროცესი; დენგამტარი ნაწილები; დიელექტრიკული დანაკარგების კუთხის ტანგენსი; იზოლაციის ტემპერატურა; მათემატიკური მოდელი; ძალური ქვესადგური.

შესავალი

ძალური ტრანსფორმატორების მუშა რეჟიმში ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრისას კომპლექსურ დიაგნოსტიკურ პარამეტრად შეირჩევა დიელექტრიკული დანაკარგის კუთხის ტანგენსი.

დამკვიდრებული წარმოდგენების თანახმად, ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების დენის გამტარი ნაწილების დაძველება თერმული პროცესია და ძირითადად მათი იზოლაციის დაზღაზნა დამოკიდებულია. დაშლის პროცესი ტემპერატურის მატებასთან ერთად აჩქარებს დაძველებას, რის გამოც, ბუნებრივია, უარესდება იზოლაციის მახასიათებლები. ერთ-ერთი ასეთი მახასიათებელია დიელექტრიკული დანაკარგის კუთხის ტანგენსი (tgδ), რომელიც ექსპლუატაციის პროცესში იზრდება.

შექმნილია ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის დაძველების „ბაზისური“ მათემატიკური მოდელი, რომელიც სახელდობრ ამ პროცესს აღწერდა tgd-ს ავტომატურად დაჩქარებული ზრდის ტერმინებში (Obraztsov, Y.V., Gleizer, S. E., & Shuvalov, M.Y. 1983). თუმცა, ამ მოდელს მნიშვნელოვანი შეზღუდვა ჰქონდა, ის დროის მოცემულ მომენტში tgd-ს განიხილავდა როგორც რიცხვს, მიუხედავად იმისა, რომ სინამდვილეში tgd ტემპერატურის ფუნქციაა, რომელიც იცვლება დაძველების პროცესში.

ძირითადი ნაწილი

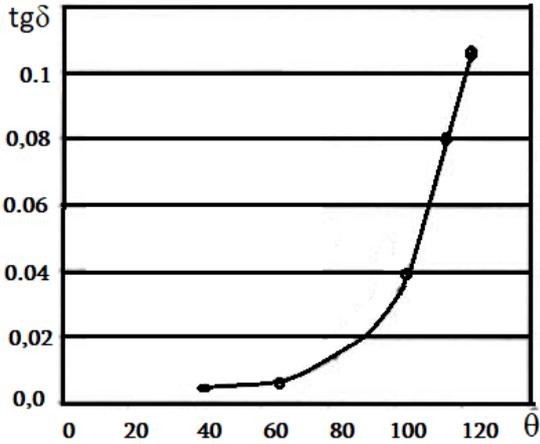
1-ელ სურ-ზე წარმოდგენილია tgd-ს ტემპერატურაზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის დაძველების დახვეწილი მათემატიკური მოდელის საფუძველად, რომელიც ითვალისწინებს ზემოაღნიშნულ პრინციპულად მნიშვნელოვან ფაქტს, მიღებულია შემდეგი დებულებები და დაშვებები:

ა) დაძველების პროცესი შეიძლება დახასიათებული იყოს აქტივაციის ერთი ეფექტური ენერჯიით;

ბ) გარემოს სიმძლავრით დატვირთვა, ტემპერატურა და კუთრი თერმული წინააღობა განიხილება როგორც დროის დეტერმინირებული ფუნქცია. ეს მახასიათებლები დამტკიცებულია არა მხოლოდ სეზონური, არამედ დღე-ღამური რხევებითაც. უფრო მეტიც, მათ შეიძლება ჰქონდეთ სტოხასტური ანუ შემთხვევითი ხასიათი.

გ) კაბელში თბური ველი დროის თითოეულ მოცემულ მომენტში ითვლება კვაზისტაციონარულად. ეს პირობა უზრუნველყოფილია დაძველების ინერციულობით.



სურ. 1. tgδ-ს დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

დ) დენგამტარი ნაწილების იზოლაცია განიხილება როგორც თავმოყრილპარამეტრებიანი სისტემა. ამ დროს საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის სტანდარტში (GOST R IEC 60287-1-1-2022. 2022) მოცემული თბური გაანგარიშებისადმი მიდგომის შესაბამისად დიელექტრიკული დანაკარგები ითვლება თავმოყრილად ელექტროიზოლაციის საშუალო გეომეტრიულ რადიუსზე. გ) და დ) დაშვებების გათვალისწინებით ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის ტემპერატურა შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი გამოსახულებით:

$$\Theta = z + y \cdot \text{tg}\delta \quad (1)$$

სადაც: z და y განისაზღვრება გარემოს Θ_0 ტემპერატურით, დენგამტარ ძარღვსა და გარსაცმში ჯა-

მური $P_{\Sigma, \Theta}$ თბოგამოყოფით, სისტემის საერთო თერმული $R_{\text{სის}}$ წინაღობით, U ძაბვით, C ელექტრული ტევადობით და f სამრეწველო სიხშირით:

ე) ელექტრული იზოლაციის პროცესები, რომელთაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს დაძველების შედარებით ადრეულ სტადიაზე და რომლებიც ახლავან tgδ-ს დროებით შემცირებას, მხედველობაში არ მიიღება.

ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების იზოლაციისათვის tgδ-ს და Θ -ს ურთიერთდამოკიდებულებას ზოგადად აქვს მინიმუმის დამახასიათებელი სახე და გამოისახება შემდეგი ფორმულით (Ovsienko, V.L., Peshkov, I.B., & Shuvalov, M.Y. 2018):

$$\text{tg}\delta(\Theta) = x \cdot \exp(\xi \cdot \Theta) + v \cdot \exp(-\omega \cdot \Theta), \quad (2)$$

სადაც, ყველა პარამეტრი, ანუ x, ξ , v და ω ზოგად შემთხვევაში დაძველების პროცესში შეიძლება იცვლებოდეს დროის მიხედვით. ამასთანავე, ძირითად პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს (2) გამოსახულების მარჯვენა ნაწილის პირველი შესაკრები, რომელიც შეესაბამება 1-ელ სურ-ზე მოცემული მრუდის მხარდ შტოს. ეს მტკიცდება tgδ (Θ) დამოკიდებულების ევოლუციის ხასიათით საწყისი მდგომარეობიდან დაძველებისაკენ.

ამიტომ მიზანშეწონილია (2) გამოსახულებაში მეორე შესაკრები შეცვალოთ მუდმივით.

ეს საშუალებას მოგვცემს tgδ-ს დამოკიდებულება დაძველების დროზე რეგულირებადი ტემპერატურის დროს წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$\text{tg}\delta(t, \Theta) = x(t) \cdot e^{\xi \cdot \Theta} + v, \quad (3)$$

სადაც

$$x(t) = x_0 \cdot \exp(t \cdot \alpha(\Theta)), \quad (4)$$

დაძველების სიჩქარის მუდმივა:

$$\alpha(\Theta) = \alpha_0 \cdot \exp(y \cdot \Theta), \quad (5)$$

სადაც α_0 და y ემპირიული ფორმულებია, ამასთანავე, y დაძველების აქტივაციის ენერგიის პროპორციულია.

ზემოთ წარმოდგენილ საწყის მონაცემებს და მათემატიკური გარდაქმნების არაერთ დაშვებას მივყავართ დენგამტარი ნაწილების ტემპერატურით გამოწვეული დაძველების მოდელთან, ქვემოთ მოცემული დიფერენციალური განტოლების სახით:

$$\frac{d\theta}{dt} = \alpha_0 \cdot \exp[y \cdot \theta(t)] \cdot \frac{\theta(t) - z(t) - v \cdot y(t)}{1 - \xi \cdot [\theta(t) - z(t) - v \cdot y(t)]} + \frac{dz}{dt} \cdot \frac{1}{1 - \xi \cdot [\theta(t) - z(t) - v \cdot y(t)]} + \frac{[\theta(t) - z(t)] \cdot \frac{dy}{dt}}{1 - \xi \cdot [\theta(t) - z(t) - v \cdot y(t)]} \cdot y(t) \quad (6)$$

მოვახდინოთ შედარება (6) გამოსახულებასა და შესაძლებლობებს შორის, რომლებიც წარმოადგენენ „პირველი თაობის“ მოდელს (Obraztsov, Y.V., Gleizer, S.E., & Shuvalov, M.Y. 1983). უკანასკნელი მუშაობს მხოლოდ z და y პარამეტრების ფიქსირებული მნიშვნელობებით. გარდა ამისა, იგი (6)-სთან შედარებით იძლევა რესურსის მომატებულ პროგნოზს, რაც არასასურველია. რაც შეეხება (6) მოდელს, იგი საშუალებას იძლევა გათვალისწინებულ იქნეს არა მხოლოდ დეტერმინირებული, არამედ დატვირთვის დენების შემთხვევითი რხევები და გარემოს თერმული პარამეტრები. ამ შემთხვევაში (6) განტოლება ხდება სტოქასტური დიფერენციალური განტოლება.

მაღალი ძაბვის ელექტროდანადგარებისა და ელექტროტექნიკური მოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების თბური მდგრადობის გამოკვლევა ეკვივალენტურია იზოლაციისათვის თბოგამტარობის არაწრფივი დიფერენციალური განტოლების პოვნისა და გადაწყვეტისა:

$$\frac{d^2\theta}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d\theta}{dr} = - \frac{Q(r)}{\lambda}, \quad (7)$$

სადაც r არის დაშორება ელექტრომოწყობილობის დენგამტარი ნაწილის ცენტრიდან; λ – კუთრი თბოგამტარობა; $Q(r)$ – დიელექტრიკული დანაკარგების სიმკვრივე.

(7) განტოლების ამოხსნისათვის სასაზღვრო პირობები ფორმულირდება დენგამტარ ძარღვში, ლითონის ეკრანში და გარსაცმში, ასევე ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობის დენგამტარი ნაწილების კონსტრუქციის ელემენტებისა და გარემოს თერმულ წინააღმდეგობაში დანაკარგების გაანგარიშების მეთოდების გათვალისწინებით, რომელიც წარმოდგენილია საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისიის სტანდარტში (GOST R IEC 60287-1-1-2022. 2022).

ავტომატიზებული გამოთვლებისათვის მოსახერხებელია (7) განტოლება შევცვალოთ პირველი რიგის ორი დიფერენციალური განტოლებისაგან შემდგარი ეკვივალენტური სისტემით:

$$\frac{d\theta(r)}{dr} = \frac{1}{2\pi r \lambda} \cdot [P(r) + P_d];$$

$$\frac{dP(r)}{dr} = \frac{U^2 \cdot f \cdot 2 \cdot \pi [x_0 \cdot e^{\xi \cdot \theta(r)} + v]}{r \cdot g \left[\int_{r_0}^r \frac{dr}{\epsilon r} \right]^2}, \quad (8)$$

სადაც $P(r)$ არის დანაკარგები r_0 და r რადიუსებით შემოსაზღვრულ ცილინდრულ ფენაში, P_d – დანაკარგები ძარღვში.

პრაქტიკულად ამოცანა წყდება შემდეგი ამოცანების შესრულების გზით:

1. მოცემულია ძარღვის ტემპერატურის θ_0 მნიშვნელობის რაღაც ინტერვალი, მაგალითად: 20 – 120°C
2. θ_0 -ს თითოეული მნიშვნელობისათვის რიცხობრივად ამოიხსნება სისტემა (8)

$$\theta(x_0) = \theta_a; \quad P(x_0) = 0 \quad (9)$$

საწყისი პირობების დროს.

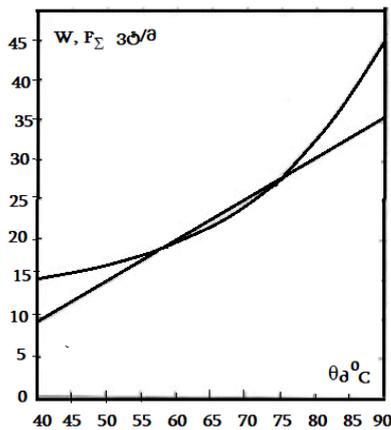
3. (9) გამოსახულების ინტეგრირების შედეგების მიხედვით აიგება კაბელში ჯამური დანაკარგების თბოგამოყოფაზე დამოკიდებულების $P_{\Sigma}(\theta_a)$ გრაფიკი, რომელიც გაიანგარიშება ელექტრომომწოდებლობის დენგამტარი ნაწილის ძარღვსა და იზოლაციაში სითბოს წყაროს სივრცითი განლაგების გათვალისწინებით.

4. იმავე გრაფიკზე გადაიდება სითბოს ართმევის წრფე, რომელიც აღიწერება განტოლებით

$$W(\theta_a) = \frac{\theta_a - \theta_0}{S_{\Sigma}} \quad (10)$$

სადაც $W(\theta_a)$ არის სითბოს რაოდენობა, რომელიც ართმეულია გარემოში ელექტრომომწოდებლობის დენგამტარი ნაწილებიდან; S_{Σ} – ძარღვიდან სათავსში თბოგადაცემის საერთო წინაღობა.

ამრიგად, მიღებული გრაფიკი წარმოადგენს თბომდგრადობის დიაგრამას, რომლის მაგალითი ნაჩვენებია მე-2 სურ-ზე.



სურ. 2. თბური მდგრადობის დიაგრამის მაგალითი

მე-2 სურ-ზე სწორი ხაზი ასახავს ართმეული სითბოს რაოდენობის W დამოკიდებულებას ძარღვის θ_a ტემპერატურაზე, ხოლო მრუდი ასახავს

ენერჯიის დანაკარგების P_{Σ} დამოკიდებულებას ელექტრომომწოდებლობის დენგამტარი ნაწილის θ_a ტემპერატურაზე. ორივე ხაზის გადაკვეთის წერტილები შეესაბამება თბოგამტარობის განტოლების ამონახსნებს, მანძილი მათ შორის შესაბამება თერმული მდგრადობის რეზერვს.

ზოგად შემთხვევაში, $W(\theta_a)$ სწორ ხაზს და $P_{\Sigma}(\theta_a)$ მრუდს აქვთ მდგრადი თერმული რეჟიმის შესაბამისი ორი საერთო წერტილი. ამავე დროს, ქვედა წერტილი (θ_{a1}) შეესაბამება მდგრად მდგომარეობას, ზედა (θ_{a2}) კი - არამდგრად მდგომარეობას. თერმული მდგრადობის საზომად მიღებულია მითითებულ ტემპერატურებს შორის სხვაობა:

$$\Delta\theta_a = \theta_{a2} - \theta_{a1} \quad (11)$$

თუ რაიმე მიზეზით ელექტრომომწოდებლობის დენგამტარ ნაწილებში ენერჯიის დანაკარგები გაიზარდება და/ან სითბოს ართმევის პირობები გაუარესდება, მაშინ $P_{\Sigma}(\theta_a)$ $W(\theta_a)$ მრუდი სწორი ხაზის მიმართ ზემოთ გადაინაცვლებს.

ამ დროს $\Delta\theta_a$ შემცირდება და რაღაც მომენტში $\Delta\theta_a = 0$ დროს, ხაზი $P_{\Sigma}(\theta_a)$ მხოლოდ შეეხება $W(\theta_a)$ ხაზს. ამ შემთხვევაში, სითბოს მდგრადობის მარაგი მთლიანად დაიხარჯება და დატვირთვის, ძაბვის, გარემოს ტემპერატურის, გარემოს თბური წინაღობის ან $t_{\text{გბ}}$ -ს უმცირესი ზრდითაც კი მოხდება თერმული გარღვევა.

თუ გაანგარიშებული P_{Σ} მრუდი იქნება W ხაზის ზემოთ, ამ შემთხვევაში სტაციონარული მდგომარეობა პრინციპში შეუძლებელია.

ზემოაღნიშნულის შესაბამისად შესრულებული გამოთვლები საშუალებას იძლევა მივიღოთ θ_{a1} და $\Delta\theta_a$ მნიშვნელობები, ასევე ტემპერატურის მნიშვნე-

ლობები იზოლაციის გეომეტრიულ საშუალო რადიუსზე. ტემპერატურის მნიშვნელობები, რომლებიც გამოიყენება დამველების მოდელირებაში.

დასკვნა

ამრიგად, ელექტროდანადგარებისა და ელექტრომოწყობილობების დენგამტარი ნაწილების იზო-

ლაციის საწყის მონაცემებზე დაფუძნებული მდგრადობის ანალიზი უფრო მოსახერხებელი და გამართლებულია იმით, რომ იზოლაციის ტემპერატურა დამოკიდებულია სისტემის ყველა პარამეტრზე: დატვირთვის დენებზე, დიელექტრიკული დანაკარგების კუთხის ტანგენსზე (tgδ) და გარემოს მახასიათებლებზე.

ლიტერატურა

1. Obratsov, Y. V., Gleizer, S. E., & Shuvalov, M. Y. (1983). Influence of dielectric losses on the thermal aging of oil-filled cables. *Electrotechnics*, (12).
2. GOST R IEC 60287-1-1-2022. (2022). *Electric cables – Calculation of the rated current. Part 1-1: Methods for calculation of rated current (100% load factor) and loss calculation. General provisions, Part 202, thermal resistance – calculation of thermal resistance*.
3. Ovsienko, V. L., Peshkov, I. B., & Shuvalov, M. Y. (2018). Assessment of the residual life of oil-filled cable lines through mathematical modeling of the aging process of their electrical insulation. *Proceedings of the Academy of Electrical Sciences of the Russian Federation*, (12).

UDC 621.316.99

SCOPUS CODE 2100

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-97-103>

Modeling of Aging Processes of Live Parts of Electrical Equipment of Substations Operating Under Load

Tengiz Museliani

Georgian Technical University, Faculty of Energy, Professor, Georgia
E-mail: museliani@yahoo.com

Kakha Giorgadze

Georgian Technical University, Faculty of Energy, doctoral student, Georgia
E-mail: kaxagiorgaze@gmail.com

Grigol Museliani

Georgian Technical University, Faculty of Energy, Professor, Academic Doctor of Electrical Engineering in Power Engineering, Georgia
E-mail: gmuseliani@gmail.com

Reviewers:

K. Tsereteli, Georgian Technical University, Faculty of Energy, Professor
E-mail: tseretelik@gmail.com

M. Tsetskhladze, Georgian Technical University, Faculty of Energy, Associate Professor
E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru

Abstract. The paper develops a mathematical model of the aging processes of power substation equipment and devices operating under load. The aging of current-carrying parts of electrical equipment and devices is mainly a thermal process and is mainly reduced to the breakdown of their insulation. One of the indicators of the degree of insulation breakdown is the tangent of the dielectric loss angle, the value of which increases with increasing temperature during operation. In addition to the tangent of the dielectric loss angle, the stability of the insulation depends on the load current and environmental characteristics.

The mathematical model is developed based on the initial data of the insulation temperature and allows determining the values of $\theta\delta_1$ and $\Delta\theta\delta$, which are used in aging modeling.

Keywords: Aging process; Dielectric loss tangent; Electrical parts; Insulation temperature; Mathematical model; Power substation.

განხილვის თარიღი 27.10.2025

შემოსვლის თარიღი 26.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 621.311.254

SCOPUS CODE 2100

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-104-110>

განახლებადი ენერჯიის მიღება გამონახობლქვი ნაკადებისგან ცემენტის ინდუსტრიაში

თენგიზ მუსელიანი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: museliani@yahoo.com

გიორგი გელაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: georgegelashvili5@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. გიგინეიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: g.gigineishvili@gtu.ge

რ. ჩიხლაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ენერჯეტიკის ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: r.chixladze@gtu.ge

ანოტაცია. ცემენტის წარმოება მოითხოვს განსაკუთრებულად დიდ ენერჯიას, რაც განპირობებულია პროცესების სირთულითა და ეტაპების მრავალფეროვნებით. შესაბამისად, ის ენერჯეტიკულად ერთ-ერთ ყველაზე მოთხოვნად ინდუსტრიად ითვლება. ცემენტის წარმოების პროცესში წარმოიქმნება გამონახობლქვი აირები, რომლებიც შემდეგ გადიან გაფილტვრისა და დამუშავების ეტაპებს და, საბოლოოდ, გაიფრქვევიან გარემოში.

დღეისათვის გამონახობლქვი აირების კინეტი-

კური ენერჯიის პრაქტიკულად გამოყენება უზულებელოფილია და უმეტესად ეს ენერჯია იკარგება გარემოში. წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია, შეისწავლოს გამოფრქვეული ნაკადების კინეტიკური ენერჯიის გამოყენების შესაძლებლობა განახლებადი ენერჯიის მიღების სფეროში, გამომდინარე იქიდან, რომ ჰაერის ნაკადი ვერტიკალური მიმართულებით მოძრაობს და ხასიათდება თანამიმდევრული და უცვლელი სიდიდით, და ასევე ქარხნის ინფრასტრუქტურა ვერტიკალური ღერძის მქონე ქარის ტურბინისა და, შესაბამისად, ქარის ელექტ-

როგენერატორის გამოყენების ხარჯზე საშუალებას იძლევა გამონაბოლქვი აირების მეშვეობით უზრუნველყოს ქარხნის გარკვეული უბნების უწყვეტი ელექტრომომარაგება.

საკვანძო სიტყვები: გამონაბოლქვი აირები; ემისიის სისტემა; ენერჯიის გარდაქმნა; კინეტიკური ენერჯია; ქარის ტურბინა; ცემენტის წარმოება; ჰაერის ნაკადი.

შესავალი

ზოგადად ცნობილი ფაქტია, რომ ცემენტის წარმოება ერთ-ერთი, ყველაზე მძლავრი ენერგომომხმარებელია. აღნიშნული სფეროს მდგრადი განვითარების გზაზე დღემდე ერთ-ერთ მთავარ ბარიერად კვლავ რჩება ოპერირებისას წიაღისეულ საწვავზე დამოკიდებულების შემცირება. (Madloul et al., 2011). ცემენტის წარმოება შედგება რამდენიმე ეტაპისგან, თითოეულ ეტაპზე გამოიყოფა დიდი რაოდენობით აირები, რომლებიც გამონაბოლქვი სისტემის რამდენიმე საფეხურის გავლის შემდეგ, ემისიის მილით გაიფრქვევა ატმოსფეროში, რის გამოც არ ხდება გამოყოფილი აირის კინეტიკური ენერჯიის პრაქტიკული გამოყენება და იკარგება საკმაოდ ღირებული მეორადი ენერჯიის პოტენციალი (Mungyeko Bisulandu, B.-J. R., Ilinca, A., Tsimba Mboko, M., & Mbozi Mbozi, L. 2023).

ცემენტის წარმოების პროცესში გამომუშავებული აირები ემისიის კოშკის შიგნით სტაბილურად მოძრაობენ. საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ აირების მოძრაობის მიმართულება ყოველთვის ერთგვაროვანი და უცვლელია, კონკრეტულად, აირები მიე-

მართება ქვედა ნაწილიდან ზევით, რაც ნიშნავს იმას, რომ გამუდმებით მოძრაობენ ვერტიკალური მიმართულებით. სწორედ ამ ერთგვაროვან და მუდმივ ნაკადზე დაყრდნობით ვთვლით, რომ გამონაბოლქვის კოშკის გარე კონსტრუქციაზე დამონტაჟდეს ვერტიკალური ქარის ტურბინები (Chong, W. T., Fazlizan, A., Poh, S. C., Yip, S. Y., & Hew, W. P. 2014), რომელიც გამოიყენებს ჰაერის იმ ნაკადს, რომელიც ბუნებრივად წარმოიქმნება საწარმოს სამუშაო პროცესების შედეგად. ეს ნიშნავს, რომ გვაქვს უკვე არსებული ენერჯიის წყარო, რომლის ეფექტურად გამოყენებაც შესაძლებელია მინიმალური ტექნიკური ჩარევითა და შედარებით დაბალი დანახარჯებით.

ქარის ტურბინის ამ კონკრეტულ წერტილზე დამონტაჟებას რამდენიმე მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს. პირველ რიგში, ის არ შეუშლის ხელს საწარმოო პროცესს, რადგან ტურბინა თავსდება გამონაბოლქვის კოშკის გარე, გამოსასვლელ ნაწილზე, და არა მის შიგა სტრუქტურაში. შესაბამისად, არ არის არსებული სისტემის მოდიფიკაციის ან კონსტრუქციული ცვლილებების ჩანაცვლების საჭიროება, რაც, თავის მხრივ, გამოიწვევდა დამატებით ხარჯებსა და დროის კარგვას.

კვლევის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა, შეირჩეს ისეთი ტიპის ქარის ტურბინა, რომელიც ყველაზე ეფექტურად გარდაქმნის ქარხნის მუშა პროცესებიდან წარმოქმნილ ჰაერის ნაკადს სუფთა და განახლებად ელექტროენერჯიად, რაც ითვალისწინებს ქარხნის გარკვეული უბნების ელექტროენერჯიით მომარაგებას. ჩვენი მიდგომა გვიჩვენებს, თუ როგორ შეიძლება არსებული ინდუსტრიული ინფრასტრუქტურა გახდეს სუფთა ენერჯიის წყარო, რომ-

ლის დანერგვაც შეიძლება მინიმალური, ერთჯერადი ინვესტიციით.

ძირითადი ნაწილი

ცემენტის წარმოების პროცესს თან ახლავს დიდი რაოდენობით გამონახოლქვი აირების წარმოქმნა, რაც დაკავშირებულია ამ ინდუსტრიის ყოველდღიურ ოპერირებასთან. ეს აირები გადის რამდენიმე ტექნოლოგიურ ეტაპს, მანამ, სანამ საწარმოში არსებული ემისიის კოშკიდან გარემოში გამოიფრქვევან. აღსანიშნავია, რომ გამოფრქვეული აირები მოძრაობს ერთი მიმართულებით და ნაკადი სტაბილურია (Madlool, N. A., Saidur, R., Hossain, M. S., & Rahim, N. A. 2011). პროექტზე მუშაობის ფარგლებში, ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ვატარებდით გარკვეული ტიპის გაზომვებს ქარხანაში არსებულ გამონახოლქვის კოშკზე. აღნიშნული გაზომვები უშუალოდ მოიცავდა კოშკიდან გამომავალი ქარის სიჩქარის დადგენას. ჩვენი დაკვირვებების შედეგად გაირკვა, რომ ატმოსფეროში გატყორცნილი ჰაერის საშუალო სიჩქარე დაახლოებით 18,22 მ/წმ-ს შეადგენს.

მიღებული მონაცემების ანალიზი ცხადყოფს, რომ ინდუსტრიული გამონახოლქვი არ არის უბრალოდ ნარჩენი, არამედ ეს არის დამალული, სტაბილური ენერჯიის წყარო, რომელიც დღემდე რჩებოდა ყურადღების მიღმა. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ჩვენ მიერ გაზომილი ქარის საშუალო სიჩქარე საგრძნობლად აღემატება ბუნებრივად წარმოქმნილი ქარის საშუალო სიჩქარეს, რომელიც, საშუალოდ, 5-დან 10 მ/წმ-მდე მერყეობს. ნათლად ჩანს, რომ ჩატარებულმა გაზომვებმა გა-

მოკვეთა საკმაოდ დიდი, ჯერ კიდევ გამოუყენებელი პოტენციალი, პოტენციალი, რომელიც, სავარაუდოდ, ზოგიერთ საწარმოში კვლავ მიიჩნევა გამოუსადეგარად და ფუჭად იკარგება ატმოსფეროში. მნიშვნელოვანია აღვნიშნოთ, რომ ცემენტის ქარხნები უმეტესად 24/7 რეჟიმში ოპერირებენ. ქარხანები იშვიათად წყვეტენ მუშა პროცესს, რაც შეიძლება განპირობებული იყოს იშვიათი საგანგებო შემთხვევის დროს ან დაგეგმილი ტექნიკური სარემონტო სამუშაოების პერიოდში (Mungyeko Bisulandu, B.-J. R., Ilinca, A., Tsimba Mboko, M., & Mbozi Mbozi, L. 2023). იმ ფაქტის გათვალისწინება, რომ ქარის ტურბინა დამოკიდებული იქნება ქარხნის მუშა პროცესზე, ნათლად გვიჩვენებს, რომ ელექტროენერჯიის გამომუშავებას მიეცემა თითქმის უწყვეტი პროცესის სახე.

ამ სისტემის წარმატებული ოპერირებისთვის გადამწყვეტი ფაქტორია ქარის ტურბინის სწორად შერჩევა. ჩვენ მიზანმიმართულად შევარჩიეთ სპეციფიკური ვერტიკალური ქარის ტურბინა. ჩვენი არჩევანი განაპირობა შემდეგმა ფაქტორებმა: ვერტიკალური ტიპის ქარის ტურბინა არ არის დამოკიდებული ქარის მიმართულებაზე, ვინაიდან მისი ღერძი ვერტიკალურია და შეუძლია ნებისმიერი ჰორიზონტალური ან ნახევრად ვერტიკალური ნაკადის ეფექტურად გამოყენება (Lee, K.-Y., Cruden, A., Ng, J.-H., & Wong, K.-H. 2024). მოცემულ პირობებში ვერტიკალური ტიპის ქარის ტურბინა საგრძნობლად მეტ ელექტროენერჯიას გამოიმუშავებს, ვიდრე ჰორიზონტალური ტიპისა (Zishan, S., Molla, A. H., Rashid, H., Wong, K. H., Fazlizan, A., Lipu, M. S. H., ... & Sarker, M. R. 2023).

ემისიის კომპიდან გამოსული ჰაერის ნაკადი ვერტიკალურია (ქვემოდან ზემოთ), რაც ჰორიზონტალური ტიპის ტურბინისთვის რთულად გამოსაყენებელია, ვერტიკალური ტიპის ტურბინისთვის კი ეს გარემოება პირიქით, განსაკუთრებით ხელსაყრელია. გარდა ამისა, ემისიის კომპიდან გამოტყორცნილი ჰაერის ნაკადი ყოველთვის არ არის სუფთა — იგი შეიცავს მტვერს და ახასიათებს მომატებული ტემპერატურა. ასეთ არასტაბილურ ნაკადში ვერტიკალური ტიპის ქარის ტურბინა გაცილებით უკეთ მუშაობს, ვიდრე ჰორიზონტალური, რომელსაც მუდმივი და სუფთა ჰორიზონტალური ქარი სჭირდება (Lee, K.-Y., Cruden, A., Ng, J.-H., & Wong, K.-H. 2024).

ვერტიკალური ქარის ტურბინის კომპაქტური და ფიქსირებული სტრუქტურა ადვილად ერგება კომპის გარე ნაწილებს და არ საჭიროებს დიდ სივრცეს ან მობრუნებად პლატფორმას. ჰორიზონტალური ქარის ტურბინის შემთხვევაში კი აუცილებელია ღია სივრცე და ზუსტი ორიენტაცია, რაც კომპის სტრუქტურაზე პრაქტიკულად შეუძლებელია. გარდა ამისა, ვერტიკალური ღერძის ქარის ტურბინების მარტივი მექანიკური სისტემა ამცირებს დეტალების რაოდენობას, რაც, თავის მხრივ, ამარტივებს ტექნიკურ მომსახურებას და ამცირებს მის ხარჯს (Lee, K.-Y., Cruden, A., Ng, J.-H., & Wong, K.-H. 2024). სწორედ ამიტომ, ვერტიკალური ტურბინა იდეალურ გამოსავლად გვევლინება ისეთი ჰაერის ნაკადებში, როგორც გვხვდება ქარხანაში არსებულ გამონაბოლქვის სისტემაში, უშუალოდ კი ემისიის კომპში (Lee, K.-Y., Cruden, A., Ng, J.-H., & Wong, K.-H. 2024).

ქარის ვერტიკალური ტურბინის ერთ-ერთ დადებით მხარედ, რომელიც დღესდღეობით ნაკლებადაა განხილული, შეიძლება მივიჩნიოთ მათი მუ-

შაობის დროს არსებული ხმაურის დაბალი დონე. განსხვავებით ჰორიზონტალური ტიპის ტურბინისგან, რომელიც გამოირჩევა შედარებით ხმაურიანი ოპერირებით, ეს, რაღა თქმა უნდა, განპირობებულია ფრთების მაღალი სიჩქარით ბრუნვით და ტურბინის პოზიციის ცვლილებით ქარის მიმართულებით, ხოლო რაც შეეხება ვერტიკალურ ტურბინას, ის მუშაობს უფრო ნელა და არ საჭიროებს მუდმივ პოზიციის ცვლილებას ქარის მიმართულებით (Wang, W.-Y., & Ferng, Y.-M. 2024).

ამ მახასიათებლების გამო, მათი მოთხოვნა განსაკუთრებით მოდის როგორც მჭიდროდ დასახლებული არეებიდან, ისე ურბანული ან სამრეწველო ზონებიდან, სადაც ხმაურის კონტროლი მნიშვნელოვანია როგორც მოსახლეობის კეთილდღეობის, ისე რეგულაციების დაცვის თვალსაზრისით. იმ შემთხვევაში, თუ განვიხილავთ ჩვენს შემთხვევას ცემენტის ქარხნებში, სადაც უკვე არსებობს დიდი ხმაური და მექანიკური აქტივობა, ჩვენ მიერ შერჩეული ტიპის ტურბინის დამატება არ ქმნის მნიშვნელოვან აკუსტიკურ დატვირთვას. შედეგად, ვერტიკალური ღერძის ქარის ტურბინები ითვლება უფრო მშვიდ, ნაკლებად შემაწუხებელ ალტერნატივად, რაც მნიშვნელოვან უპირატესობას ქმნის მათი სამრეწველო გარემოში ინტეგრაციისას.

აღნიშნული სისტემის დანერგვისას, უსაფრთხოების საკითხების დეტალურად განხილვა და გათვალისწინება უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია. ეს მოსაზრება ითვალისწინებს, რომ ტურბინა განთავსდეს ემისიის კომპის გარე მხარეს, რაც ავტომატურად ნიშნავს, რომ არ შეაფერხებს ქარხნის მუშა პროცესს და გამორიცხავს კომპის კონსტრუქციის მასშტაბურ გადაკეთებას.

უსაფრთხოების ნორმების დაცვა ასევე აუცილებელია დამხმარე კონსტრუქციის მოწყობის ეტაპზე. იმისათვის, რომ არსებულმა სისტემამ გაუძლოს მაღალ ტემპერატურას, მტვრიან და აგრესიულ გარემო პირობებს, აუცილებელია კოროზიის მიმართ გამძლე მასალების გამოყენება, როგორცაა გალვანიზებული ან უჟანგავი ფოლადი (León-Henao, H., Morales-Galeano, J. E., Santa-Marín, J. F., & Giraldo-Barrada, J. E. 2024). ჩვენ მიერ წარმოდგენილ სისტემას რამდენიმე აშკარა უპირატესობა აქვს. პირველ რიგში, ტურბინის გარე მხარეს მონტაჟი მნიშვნელოვნად ამარტივებს მიდგომას და ხელმისაწვდომობას, რაც ლოგიკურად გულისხმობს გამართვებულ ტექნიკურ მომსახურებას. მეორე მნიშვნელოვანი უპირატესობა კი ისაა, რომ ელექტროენერჯიის გამომუშავება შესაძლებელია ქარხნის არსებული ინფრასტრუქტურისა და სტაბილური გამონაბოლქვის ნაკადის გამოყენებით, დამატებითი ენერჯიის წყაროს გარეშე. შედეგად, გამომუშავებული ელექტროენერჯია ამცირებს ქარხნის მიერ ელექტროსისტემიდან შესაძენი ენერჯიის რაოდენობას, რაც ქმნის საკმაოდ ხელსაყრელ პირობებს (Zishan, S., Molla, A. H., Rashid, H., Wong, K. H., Fazlizan, A., Lipu, M. S. H., ... & Sarker, M. R. 2023). გარდა ამისა, ქარის ტურბინები, ჩვეულებრივ, მუშაობს დაბალი ხმაურის გამოყოფით, რაც უზრუნველყოფს გარემოს სიმშვიდეს და არ იწვევს ჰაერის ადგილობრივ დაბინძურებას (Li, S., Chen, Q., Li, Y., Pröbsting, S., Yang, C., Zheng, X., ... & Ke, S. 2022). ამ სისტემის ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობა ისაა, რომ ელექტროენერჯია მიიღება იმ ჰაერის ნაკადიდან, რომელიც ქარხნის ყოველდღიური მუშაობის შედეგად ისედაც

ბუნებრივად წარმოიქმნება. ვინაიდან ეს ნაკადი სტაბილური და მარტივად პროგნოზირებადია, ის იდეალურად შეესაბამება ქარის ტურბინების მუშაობის პირობებს და უზრუნველყოფს მათ საიმედო ფუნქციონირებას (Zishan, S., Molla, A. H., Rashid, H., Wong, K. H., Fazlizan, A., Lipu, M. S. H., ... & Sarker, M. R. 2023). საბოლოო ჯამში, ეს არის მარტივი და ეფექტური გზა, რომ ქარხნის მუშა პროცესებიდან წარმოქმნილი გამონაბოლქვი აირი გარდაიქმნას სასარგებლო და სუფთა ენერჯიად. ეს მიდგომა ნათლად აჩვენებს, რომ სწორად გამოყენებული, ჩვენს ხელთ არსებული რესურსი გვაძლევს შესაძლებლობას, ენერჯია იმ წყაროებიდანაც კი მივიღოთ, რომლებიც ადრე უქმად და გამოუსადეგარად მიაჩნდათ.

დასკვნა

ნაშრომი წარმოადგენს ფუნდამენტურად გააზრებულ მიდგომას, რომელიც აერთიანებს თეორიასა და პრაქტიკას და მიზნად ისახავს ვერტიკალური ღერძის ქარის ტურბინების სისტემის დამონტაჟებას უკვე არსებული ემისიის კომპის გარე სივრცეში.

ამ იდეის ღირებულება ძირითადად ისაა, რომ მისი რეალიზება შესაძლებელია არსებული ინფრასტრუქტურის ფარგლებში, მნიშვნელოვნად არ საჭიროებს ტექნიკურ გადაკეთებას და მაქსიმალურად ამცირებს ჩარევის საჭიროებას.

ჩვენი გაზომვების შედეგად დადგინდა, რომ ემისიის კომპიდან გამომავალი ჰაერის სიჩქარე მნიშვნელოვნად აღემატება გარე გარემოში არსებული საშუალო ქარის სიჩქარეს.

გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ ამ ნაკადს ახასიათებს სტაბილურობა. მიგვაჩნია, რომ ამ

ჩანაფიქრს შორეულ პერსპექტივაში აქვს პოტენციალი, ჩამოყალიბდეს როგორც ეკოლოგიურად უსაფრთხო და ეკონომიკურად ხელმისაწვდომი ენერჯიის ერთ-ერთი წყარო. რაც შეეხება ქარის ტურბინის შექმნისა და მონტაჟის ხარჯებს, ის ერთჯერადი ინვესტიციაა.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს

იმას, რომ სათანადო პროფილაქტიკური ღონისძიებებისა და პერიოდული მონიტორინგის შემთხვევაში, აღნიშნული ტიპის ტურბინების ექსპლუატაცია, როგორც წესი, ხასიათდება შედარებით ნაკლები ან საშუალო დანახარჯებით. ამ ყველაფრის გათვალისწინებით, მინიმალური დანახარჯები დაფიქსირდება აღნიშნული მიმართულებითაც.

ლიტერატურა

1. Mungyeke Bisulandu, B.-J. R., Ilinca, A., Tsimba Mboko, M., & Mbozi Mbozi, L. (2023). *Thermodynamic performance of a cogeneration plant driven by waste heat from cement kilns exhaust gases*. *Energies*, 16(5), 2460. <https://doi.org/10.3390/en16052460>
2. Chong, W. T., Fazlizan, A., Poh, S. C., Yip, S. Y., & Hew, W. P. (2014). *Design of an exhaust air energy recovery wind turbine generator for energy conservation in commercial buildings*. *Energy Conversion and Management*, 87, 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.07.009>
3. Madlool, N. A., Saidur, R., Hossain, M. S., & Rahim, N. A. (2011). *A critical review on energy use and savings in the cement industries*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2042–2060. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.01.005>
4. Lee, K.-Y., Cruden, A., Ng, J.-H., & Wong, K.-H. (2024). *Vertical axis wind turbines: An overview and future outlook*. *Frontiers in Energy Research*, 12, 1437800. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1437800>
5. Zishan, S., Molla, A. H., Rashid, H., Wong, K. H., Fazlizan, A., Lipu, M. S. H., ... & Sarker, M. R. (2023). *Comprehensive analysis of kinetic energy recovery systems for efficient energy harnessing from unnaturally generated wind sources*. *Sustainability*, 15(21), 15345. <https://doi.org/10.3390/su152115345>
6. Wang, W.-Y., & Ferng, Y.-M. (2024). *Numerical model for noise reduction of small vertical-axis wind turbines*. *Wind Energy Science*, 9, 651–664. <https://doi.org/10.5194/wes-9-651-2024>
7. León-Henao, H., Morales-Galeano, J. E., Santa-Marín, J. F., & Giraldo-Barrada, J. E. (2024). *Failure analysis of a welded 316L stainless-steel stack with premature cracking*. *Materials Performance and Characterization*, 24, 2683–2699. <https://doi.org/10.1007/s11668-024-01990-y>
8. Li, S., Chen, Q., Li, Y., Pröbsting, S., Yang, C., Zheng, X., ... & Ke, S. (2022). *Experimental investigation on noise characteristics of small scale vertical axis wind turbines in urban environments*. *Renewable Energy*, 200, 970–982. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.09.099>

UDC 621.311.254

SCOPUS CODE 2100

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-104-110>

Renewable Energy Generation From Waste Streams in the Cement Industry

Tengiz Museliani Georgian Technical University, Professor, Faculty of Energy, Georgia
E-mail: museliani@yahoo.com

Giorgi Gelashvili Georgian Technical University, Professor, Faculty of Energy, Georgia
E-mail: georgegelashvili5@gmail.com

Reviewers:

G. Gigineishvili Georgian Technical University, Professor, Faculty of Energy, Candidate of Technical Sciences
E-mail: g.gigineishvili@gtu.ge

R.Chixladze, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Energy, Candidate of Technical Sciences
E-mail: r.chixladze@gtu.ge

Abstract. Cement production requires a particularly large amount of energy, which is due to the complexity of the processes and the variety of stages. Accordingly, it is considered one of the most energy-intensive industries. In the process of cement production, exhaust gases are generated, which then undergo filtration and processing stages and, finally, are emitted into the environment.

Today, the practical use of the kinetic energy of exhaust gases is neglected and most of this energy is lost to the environment. The aim of the presented work is to study the possibility of using the kinetic energy of emitted flows in the field of renewable energy generation. Based on the fact that the air flow moves in a vertical direction and is characterized by a consistent and constant magnitude, and also the infrastructure of the plant allows using exhaust gases to ensure uninterrupted power supply to certain areas of the plant through the use of a vertical-axis wind turbine and, accordingly, a wind power generator.

Keywords: Airflow; Cement production; Emission system; Emitted gases; Energy conversion; Kinetic energy; Vertical wind turbine.

განხილვის თარიღი 27.10.25

შემოსვლის თარიღი 26.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-111-118>

ტრანსმისიური თბოდანაკარგები შენობათა არაერთგვაროვანი შემომზღულდი კონსტრუქციებიდან

მამული გრძელიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო E-mail: mamuligrdzelishvili@gtu.ge
ალექსი კოპალიანი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო E-mail: kopianialeksi01@gtu.ge
რამაზ მუსერიძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასისტენტ პროფესორი. საქართველო E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

რეცენზენტები:

შ. მესტირიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: mestvirishvilishota01@gtu.ge

ვ. ბოკერია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

ანოტაცია. შენობათა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემების დაპროექტებისას საკვანძო საკითხია შენობის თბური დატვირთვების განსაზღვრა, რომლის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი ტრანსმისიური თბოდანაკარგებია, ანუ სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც სათავსიდან გაედინება გარემოში გარე შემომზღულდი კონსტრუქციების თბოგადაცემით. შემომზღულდი კონსტრუქციები შენობის გარსის კონსტრუქციული თავისებურებების გამო ქმნის სხვადასხვა სახის არაერთგვაროვან ელე-

მენტებს, რომლებიც ძირითადად წრფივი ხასიათისაა (გარე კედლების შიგა და გარე კუთხეები, გარე კედლების მიერთება შიგა კედლებთან, სახურავთან, სარდაფისა და სართულშუა გადახურვებთან და სხვ.). შემომზღულდი კონსტრუქციებში მოწყობილი სხვადასხვა სახის არაერთგვაროვანი თბოგამტარი ჩანართები, რომლებიც თბური ხიდების სახელითაა ცნობილი, იწვევს ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გაზრდას. მათი მნიშვნელობა შემომზღულდი კონსტრუქციების ბრტყელი ზედაპირებიდან თბოდანაკარგების თანაზომადია. ენერგოდამზოგი

სახლებისათვის ეს სიდიდე 40-100%-ის ფარგლებშია. იმის გამო, რომ თანამედროვე შენობებს ენერგოდაზოგვისა და ენერგოეფექტურობის გაზრდის მიზნით მკაცრი მოთხოვნები წაყენება, ბუნებრივია, ისმის მოხმარებული ენერჯის სწორი შეფასებისა და გამოთვლის საკითხი. სამშენებლო სექტორი თბური ენერჯის ყველაზე დიდი მომხმარებელია, ამიტომ შენობების თბოდანაკარგების შემცირება მნიშველოვანია შენობის თბოდაცვითი გარსის მოწყობის დროს. ამ მიზნით დამუშავებულია ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლის მეთოდიკა არაერთგვაროვანი შემომზადებული კონსტრუქციების მქონე შენობებისათვის თანამედროვე სამშენებლო ნორმებთან შესაბამისობაში, რომელიც გამოიყენება შენობების თბური დაცვისა და ენერგოეფექტურობის დაპროექტების დროს.

საკვანძო სიტყვები: თბური დატვირთვები; თბური დაცვა; თერმიული წინააღმდეგობა; თბოგადაცემა; თბოგამტარი ჩანართები; თბური ხიდები; ტრანსმისიური თბოდანაკარგები.

შესავალი

შენობათა თბური დატვირთვის განსაზღვრისას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სიდიდეა შენობის ტრანსმისიური თბოდანაკარგები, იმ სითბოს რაოდენობა, რომელსაც შენობა შემომზადებული კონსტრუქციების მეშვეობით კარგავს გარემოში, როდესაც ტემპერატურა შენობის შიგნით (t_{in}) მეტია ტემპერატურაზე (t_{out}) შენობის გარეთ

$$t_{in} > t_{out} \quad (1)$$

ტრანსმისიური სითბოს რაოდენობის გამოსათვლელად გათბობისა და ვენტილაციის ტექნიკაში XX საუკუნის განმავლობაში და დღესაც ფართოდ გამოიყენება ფორმულა

$$Q = kF(t_{in} - t_{out})n \quad \text{ვტ}, \quad (2)$$

სადაც t_{in} და t_{out} არის სათავსის და გარე ჰაერის ტემპერატურები.

F – შემომზადებული კონსტრუქციის ფართობი, საიდანაც ხდება სითბოს

კარგვა, მ²;

K – შემომზადებული კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტი ვტ/მ²,⁰C

ამ ფორმულით გამოთვლილ თბოდანაკარგებს ეწოდება ნორმალური. გარკვეული მოსაზრებებით ნორმალურ თბოდანაკარგებზე კეთდება კიდევ სხვადასხვა სახის დანამატები (ქარზე, ორიენტაციაზე, კუთხის სათავსებზე და სხვ.)

XX საუკუნის 20-იან წლებში შემოთავაზებული ფორმულა (2) არაერთი წლის განმავლობაში შეტანილი იყო გათბობისა და ვენტილაციის საპროექტო ნორმატიულ დოკუმენტაციაში (СНиП), რაც ავადებულეზდა დამპროექტებელს ტრანსმისიური თბოდანაკარგები გამოეთვალა ამ მარტივი, რეალურ პირობებს მოკლებული გამოსახულებით.

(2) ფორმულა ასახავს სითბოს გადაცემის პროცესს ერთგვაროვან კედელში, რაც დამახასიათებელი იყო XX საუკუნის პირველი ნახევრის შენობებისთვის. სინამდვილეში შენობათა შემომზადებული კონსტრუქციები მოიცავს არაერთ თბოგამტარ ჩანართს და თბოტექნიკური თვალსაზრისით ისეთ არაერთგვაროვან ელემენტებს როგორცაა შენობის შიგა და გარე კუთხეები, კედლების შეერთება

სართულშია თუ სარდაფის გადახურვასთან, შენობის სახურავთან, პანელებს შორის პირაპირები, დიობების დახრილობები და სხვ. ყველა ეს ელემენტი სამშენებლო ფიზიკაში ცნობილია თბური ხიდების სახელით. ამ თბური ხიდების გავლით შენობიდან ხდება სითბოს ინტენსიური გადინება გარემოში, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის თბოდანაკარგებს. თბური ხიდებიდან სითბოს გადინება უნდა განვიხილოთ ორი და ხშირად სამგანზომილებიანი ტემპერატურული ველის შესწავლისა და ანალიზის საფუძველზე, რაც ზემოთ მოყვანილი (2) ფორმულით შეუძლებელია. ამიტომ სამშენებლო ნორმებიდან (СНиП) ტრანსმისიური თბოდანაკარგების დათვლის ასეთი მიდგომა ამოღებულია.

ძირითადი ნაწილი

თუ (2) ფორმულაში შემომზღუდი კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტის ნაცვლად ჩავსვამთ შემომზღუდი კონსტრუქციის i-ური ფრაგმენტის თბოგადაცემის კოეფიციენტს

$$K_{i,i} = 1/R_{0,i} \quad (3)$$

სადაც $R_{0,i}$ შენობის გარსის განსახილველი სათავსის i-ური ფრაგმენტის დაყვანილი თერმული წინააღმდეგობაა და [Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. (2024)] თანახმად იგი ტოლია

$$R_{0,i} = (1/(1/R_{0,i}^{30}) + \sum L_j \Psi_j + \sum n_k X_k) = 1/(\sum \alpha_i U_i + \sum L_j \Psi_j + \sum n_k X_k), \quad (4)$$

მივიღებთ ნებისმიერი n-ური სათავსის ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოსათვლელ გამოსახულებას:

$$Q_{ტრანს} = (t_a - t_b) [\sum_i (n_{t,i} \cdot A_i \cdot U_i) + \sum_j (n_{t,j} \cdot L_j \cdot \Psi_j) + \sum_k (n_{t,k} \cdot N_k \cdot X_k)], \quad (5)$$

სადაც:

t_a არის სათავსის ჰაერის ტემპერატურა, °C;

t_b – გარე ჰაერის ტემპერატურა, °C;

A_i –i-ური შემომზღუდი კონსტრუქციის ფართობი, მ²;

$n_{t,i}$ –შესწორების კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გარე ჰაერის მიმართ შემომზღუდი კონსტრუქციის განლაგებას;

U_i –შემომზღუდი კონსტრუქციის ფრაგმენტის ერთგვაროვანი ნაწილის თბოგადაცემის კოეფიციენტი, ვტ/მ²,°C;

L_j –სათავსის წრფივი თბოგამტარი ჩანართის სიგრძე, მ;

N_k –სათავსის k-ური წერტილოვანი თბოგამტარი ჩანართის რაოდენობა, ცალი;

Ψ_j –j-ური არაერთგვაროვანი ელემენტის სითბოს ხვედრითი დანაკარგები ვტ/მ,°C;

X_k –k-ური არაერთგვაროვანი წერტილოვანი ელემენტის სითბოს ხვედრითი დანაკარგები, ვტ/მ,°C;

(5) ფორმულა შენობის გარსის ნებისმიერი ფრაგმენტიდან ტრანსმისიური თბოდანაკარგების სიდიდეა და შედგება სამი ძირითადი მდგენელისაგან:

ფრაგმენტის ბრტყელი ზედაპირიდან დაკარგული სითბო და თბოგამტარი ჩანართებიდან (წრფივი და წერტილოვანი) დაკარგული სითბოს რაოდენობები.

თუ თბოგამტარი ჩანართებიდან (თბური ხიდიდან) გადინებულ სითბოს რაოდენობას აღვნიშნავთ $\Delta U_{თბ.ხ}$ მაშინ (5) ფორმულა შეგვიძლია ასე გადავწეროთ

$$Q_{ტრანს} = \sum n_{t,i} A_i U_i + \Delta U_{თბ.ხ} \cdot A \quad (6)$$

ე.ი. ტრანსმისიით დაკარგული სითბოს რაოდენობა ტოლია შენობის გარსის ფრაგმენტიდან ან

სათავსის შემომზადებული კონსტრუქციიდან დაკარგული სითბოს რაოდენობისა, თბურ ხიდებზე დანამატების გათვალისწინებით.

(6) ფორმულაში A სიდიდე არის შენობის ფრაგმენტში შემავალი შემომზადებული კონსტრუქციის (გარე კედელი, ფანჯარა, იატაკი, და ა.შ.) ის ფართობი, საიდანაც იკარგება სითბო.

(6) ფორმულა, თბოდანაკარგების გამოსათვლელი კარგად ცნობილი (1) ფორმულის ანალოგიურია. განსხვავება ისაა, რომ თუ (1) ფორმულის შემთხვევაში ნორმალურ თბოდანაკარგებზე დანამატებს ვითვალისწინებდით ქვეყნის მხარეების მიმართ ორიენტაციაზე, ქარზე, კუთხის სათავსებზე და ა.შ. (6) ფორმულის მიხედვით ნებისმიერი შემომზადებული კონსტრუქციიდან ნორმალურ (ძირითად) თბოდანაკარგებზე დანამატებს ვიღებთ ამ შემომზადებულ კონსტრუქციაში არსებული თბური ხიდების მიხედვით. ეს დანამატები ძირითადი თბოდანაკარგების თანაზომადია და შესაძლებელია იგი ძირითად თბოდანაკარგებზე მეტიც იყოს.

თბურ ხიდებზე დანამატების გათვალისწინების რამდენიმე გზა არსებობს:

- როდესაც თბური ხიდების შესახებ მონაცემები არ გაგვაჩნია უპირობოდ უნდა ავიღოთ $\Delta U_{თ.ხ.} = 0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$;
- თუ გარე კედლის 50% დაფარულია შიგა თბოიზოლაციით და ინტეგრირებული ბრტყელი გადახურვით $\Delta U_{თ.ხ.} = 0,15 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$;
- თუ შენობა ენერგოეფექტურობის სტანდარტით [German Institute for Standardization. (n.d.)] გათვალისწინებულ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს $\Delta U_{თ.ხ.} = 0,035 \div 0,025 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$;

- დანამატები თბურ ხიდებზე ინდივიდუალური ანგარიშით განისაზღვრება.

ინდივიდუალური ანგარიშის დროს გამოვლენილი უნდა იყოს შენობის გარეში განლაგებული ყველა ტიპის თბური ხიდი და შემდგომ ანალიზური გზით შესასწავლია განსახილველი კონსტრუქციის ტემპერატურული ველი ან უკვე ცნობილი ტიპური თბური ხიდის კონსტრუქციის მიხედვით უნდა განისაზღვროს წრფივი თბოგადაცემის კოეფიციენტი (ψ) და (4) ფორმულით დადგინდეს შენობის ფრაგმენტის დაყვანილი თერმული წინააღმდეგობა (შესაბამისად, თბოგადაცემის კოეფიციენტი).

ასეთ გათვლებს უნდა აკეთებდეს სამშენებლო ფიზიკის გამოცდილი ინჟინერ-კონსტრუქტორი.

შენობათა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემების დაპროექტებისას, თბური დატვირთვის განსაზღვრის მიზნით მიღებულია, რომ თბურ ხიდზე დანამატი ავიღოთ $0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$, რაც იმას ნიშნავს, რომ განსახილველი შემომზადებული კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტს დაემატოს 0,1 ანუ

$$U_{საანგ} = U_{შემომზ.კ} + 0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C} \quad (7)$$

დანამატი $0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საერთო თბოდანაკარგების სიდიდეზე. თუ ძველ მასიური კედლების მქონე შენობებში, რომელთა თბური ინერციის მახასიათებელი $D > 7,5$ თბური ხიდების გავლენა უმნიშვნელოა (ძირითადი თბოდანაკარგების დაახლოებით 10%), თანამედროვე ენერგოდამზოგ შენობებში მისი სიდიდე 40–60%-მდეა, ხოლო პასიური და თითქმის ნულოვანი ენერჯის სახლებისათვის ეს სიდიდე 100%-ს აღწევს.

მაგალითად, 40სმ სისქის აგურის კედლისთვის ორმხრივი შელესვით, რომლის თბოგადაცემის კოეფიციენტი $U=1,5 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$ დანამატი თბურ ხიდზე იქნება დაახლოებით 7%, იგივე აგურის კედლისთვის 10სმ სისქის თბოსაიზოლაციო შრით, რომლის თბოგადაცემის სიდიდე $U=0,34 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$ დანამატი თბურ ხიდზე იქნება დაახლოებით 30%. თუ შემომზღუდი კონსტრუქციის თბოგადაცემა იქნება $U=(0,1-0,15) \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$, რაც „თითქმის ნულოვანი

ენერჯის“ სახლების დამახასიათებელია, დანამატები თბურ ხიდებზე (100–67%)–ის ფარგლებში იქნება. ამიტომ მნიშვნელოვანია მათი გათვალისწინება ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლის დროს, ხოლო გათბობის ნულოვანი ენერჯის შენობებისათვის საჭიროა შენობის თბური დაცვის გარეშე თბოგამტარი ჩანართების ანუ თბური ხიდების სრული აღმოფხვრა.

ცხრილი 1

თბოდანაკარგების საანგარიშო ცხრილი

სათავსის დასახელება	ორიენტაცია	შემომზღუდი კონსტრუქცია	სიგანე a, მ	სიგრძე/სიმაღლე b/H, მ	საერთო ფართობი, მ ²	გამსაკლები ფართობი, მ ²	საანგარიშო ფართობი F, მ ²	შიგა ჰაერის ტემპერატურა t _ა , °C	ტემპერატორული სხვაობა t _{შ-ტგ} , °C	თბოგადაცემის კოეფიციენტი U, ვტ/მ ² °C	თბური ხიდების დანამატები ვტ/მ ² °C	საანგარიშო თბოგადაცემის კოეფიციენტი U _კ , ვტ/მ ² °C	ტრანსმისიური თბოდანაკარგები Q=UF(t _{შ-ტგ}), ვტ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
საცხ. ოთახი	ჩ	გ.კ.	6	3	18.00	4.4	13.60	20	28	0.38	0.1	0.48	183
	ჩ	ფანჯარა	2.2	2	4.40		4.40	20	28	1.8	0.1	1.9	234
	ა	გ.კ.	4	3	12.00	4.4	7.60	20	28	0.38	0.1	0.48	102
	ა	ფანჯარა	2.2	2	4.40		4.40	20	28	1.8	0.1	1.9	234
		იატაკი	6	4	24.00		24.00	20	28	0.45		0.45	302
		ჭერი	6	4	24.00		24.00	20	28	0.3		0.3	201.6
												ΣQ=1257 ვტ	

ასეთი მიდგომით ტრანსმისიური თბოდანაკარგები უნდა გამოითვალოს შენობის ყველა სათავსისათვის, რაც მოსახერხებელია, გამოვსახოთ თბოდანაკარგების საანგარიშო ცნობილი ცხრილის

სახით (ცხრ.1). ამ ცხრილის მიხედვით უნდა მოხდეს შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებლის შეფასება, რომელიც წარმოადგენს იმ სით-

ბოს რაოდენობას, რომელსაც შენობის 1კუბ.მ მოცულობა შემომზღულდი კონსტრუქციებიდან კარგავს გარემოში 1სთ-ის განმავლობაში, როდესაც ტემპერატურული სხვაობა შიგა და გარე ჰაერს შორის 1°C-ის ტოლია. ეს სიდიდე შენობის თბური დაცვის სამი ძირითადი მოთხოვნიდან (საჭირო თერმული წინააღმდეგობა, ხვედრითი თბური დაცვა და ნორმირებული ტემპერატურული სხვაობა $\Delta t^{(ნორმ)}$) ერთ-ერთია. იგი არის შენობის თბური დაცვის კომპლექსური მოთხოვნა, რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებელი უნდა იყოს არაუმეტეს ნორმირებული სიდიდისა (German Institute for Standardization).

ნააღმდეგობა, ხვედრითი თბური დაცვა და ნორმირებული ტემპერატურული სხვაობა $\Delta t^{(ნორმ)}$ ერთ-ერთია. იგი არის შენობის თბური დაცვის კომპლექსური მოთხოვნა, რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებელი უნდა იყოს არაუმეტეს ნორმირებული სიდიდისა (German Institute for Standardization).

ცხრილი 2

შენობის თბური დაცვის ხვედრითი მახასიათებლის ნორმირებული მნიშვნელობები

შენობის გასათბობი მოცულობა $V_{გათ}$, მ3	$K_{ბგ}^{საჭ}$ ვტ/(მ3 · °C) მნიშვნელობები, გრად.დღეების (°C · დღ)/წელ, მიხედვით				
	1000	3000	5000	8000	12000
150	1,206	0,892	0,708	0,541	0,411
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15 000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50 000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200 000	0,246	0,182	0,145	0,111	0,084

შენიშვნა

1. შენობათა მოცულობის და გრად.დღ შუალედური მნიშვნელობებისთვის, აგრეთვე შენობებისთვის, რომელთა მოცულობაც 200 000 მ3 მეტია $K_{ბგ}^{საჭ}$ გამოითვლება ფორმულებით:

$$K_{ბგ}^{საჭ} = \begin{cases} \frac{4.74}{0.00013 \cdot \text{გრად.დღ} + 0.61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{გათ}}} V_{გათ} \leq 960 \\ \frac{0.16 + \frac{10}{\sqrt{V_{გათ}}}}{0.00013 \cdot \text{გრად.დღ} + 0.61} V_{გათ} > 960 \end{cases} \quad (1)$$

$$K_{ბგ}^{საჭ} = \frac{8.5}{\sqrt{\text{გრად.დღ}}} \quad (2)$$

2. თუ (1) ფორმულით გამოთვლილი სიდიდე (2) ფორმულით გამოთვლილ სიდიდეზე ნაკლები გამოვა, მაშინ საანგარიშოდ ვტოვებთ (2) ფორმულით გამოთვლილ სიდიდეს

მე-2 ცხრილში ნაჩვენებია შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებლების ნორმირებული მნიშვნელობები გასათბობი შენობის მოცულობისა და გრად-დღეების მიხედვით. ამ ცხრილის მონაცემებით შესაძლებელია აგრეთვე შენობის ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლა ისე, რომ არ ჩავატაროთ ზემოთ განხილული დაწვრილებითი ანგარიშები.

დასკვნა

შენობის მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემის დაპროექტებისას ერთ-ერთი საკვანძო სა-

კითხია შენობის გარსიდან ტრანსმისიური თბოდანაკარგების ანგარიში, რომელიც განისაზღვრება შემომზღუდი კონსტრუქციების თბოფიზიკური მახასიათებლებით და მისი ელემენტების კონსტრუქციული თავისებურებებით. გაანალიზებულია, თბოფიზიკური თვალსაზრისით, არაერთგვაროვანი შემომზღუდი კონსტრუქციებიდან სითბოს კარგვის პროცესი და რეკომენდებულია ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლის მეთოდიკა კონსტრუქციებში სახვადასხვა სახის თბოგამტარი ჩანართების (თბური ხიდების) არსებობისას.

ლიტერატურა

1. Soviet State Committee for Construction. (1962). *SNiP II-G.7-62: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
2. Soviet State Committee for Construction. (1975). *SNiP II-33-75: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
3. State Committee for Construction of the Russian Federation. (2003). *SNiP 41-01-2003: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
4. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. (2024). *SP 60.13330.2024: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
5. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. (2024). *SP 50.13330.2024: Thermal protection of buildings*. Moscow.
6. German Institute for Standardization. (n.d.). *DIN 4108-4: Thermal protection and energy efficiency in buildings*. Berlin.

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-111-118>

Transmission Heat Losses from Non-Uniform Enclosing Structures of Buildings

- Mamuli Grdzelishvili** Georgian Technical University. Faculty of Civil Engineering, Professor, Georgia
E-mail: mamuligrdzelishvili@gtu.ge
- Alex Kopaliani** Georgian Technical University. Faculty of Civil Engineering, Professor, Georgia
E-mail: kopalianialexi01@gtu.ge
- Ramaz Museridze** Georgian Technical University Faculty of Civil Engineering, Assistant Professor, Georgia
E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

Reviewers:

- Sh. Mestvirishvili**, Georgian Technical University Professor, Faculty of Civil Engineering Professor
E-mail: mestvirishvilishota01@gtu.ge
- V. Bokeria**, Georgian Technical University Professor, Faculty of Civil Engineering Professor
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

Abstract. The main key issue when designing building microclimate systems is the determination of the building's thermal loads, one of the components of which is the transmission heat loss, i.e. the amount of heat that flows from the premises to the environment through the heat transfer of external enclosing structures. Due to the structural features of the building envelope, enclosing structures form various types of non-uniform elements, which are mainly linear in nature (internal and external corners of external walls, connections of external walls to internal walls, roof, basement and interfloor overlaps, etc.). Various types of non-uniform heat-conducting inserts arranged in enclosing structures, known as thermal bridges, cause an increase in transmission heat loss. Their value is proportional to the heat loss from the enclosing structures. For energy-saving houses, this value is within 40-100%. Due to the fact that modern buildings are subject to strict requirements for energy saving and increasing energy efficiency, the question of the correct assessment and calculation of the energy consumed naturally arises. The construction sector is the largest consumer of thermal energy, therefore, reducing the heat loss of buildings is important when arranging the thermal envelope of a building. For this purpose, a methodology for calculating transmission heat loss for buildings with non-uniform enclosing structures in accordance with modern construction standards has been developed

Keywords: heat transfer; thermal bridges; thermal loads; thermal protection; thermal resistance; thermally conductive inserts; transmission heat losses.

განხილვის თარიღი 23.01.2026

შემოსვლის თარიღი 09.02.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 62.001.5 : 33.012

SCOPUS CODE 2108

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-119-132>

კასპიის რეგიონიდან ევროპაში ბუნებრივი აირის დამატებითი მოცულობების მიწოდების ხარჯები და ღირებულება

ლავრენტი გუდავაძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

შოთა გუჯაბიძე ეკონომიკის ექსპერტი. ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი. საქართველო
E-mail: gujabidze.sh@gtu.ge

რეცენზენტები:

ი. გუჯაბიძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

თ. ბარაბაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: t.barabadze@gtu.ge

ანოტაცია. ევროპაში გაზის მიწოდების უსაფრთხოების გაძლიერების მიზნით, განიხილება კასპიის რეგიონიდან ბუნებრივი აირის დამატებითი 30 მლრდ.მ³/წ მოცულობის მიღების შესაძლებლობა. წარმოდგენილია ოთხი ალტერნატიული პროექტი: არსებული მილსადენების (SCP, TANAP) გაფართოება, ზღვისქვეა მილსადენი „White Stream“, თხევადი გაზის მიწოდება AGRI და „Black Sea LNG“ პროექტებით. განხილულია თითოეული ვარიანტის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, მათ შორის ტრანსპორტირების ხარჯები, საბითუმო ფასები და მოგების პოტენციალი. კვლევამ აჩვენა, რომ

„Black Sea LNG“ პროექტი კონკურენტულ ფასსა და თანაბარ ღირებულებას უზრუნველყოფს შავი ზღვის რეგიონსა და ცენტრალურ ევროპაში. პროექტს მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს როგორც ფასის, ისე მიწოდების სქემის სიმარტივის მხრივ, რაც მას ევროპის გაზის ბაზრისთვის მიმზიდველ ალტერნატივად აქცევს.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი აირი; გაზსადენი; ევროპა; ეკონომიკური ანალიზი; ენერჯეტიკული უსაფრთხოება; თხევადი ბუნებრივი აირი (LNG); კასპიის რეგიონი; მიწოდების ხარჯები; AGRI პროექტი; Black Sea LNG.

შესავალი

ამჟამად ევროპაში ფართოდ განიხილება რუსული გაზის სხვა წყაროებიდან შემდგომი ჩანაცვლების შესაძლებლობა. ძირითადი აქცენტები კეთდება კასპიის რეგიონიდან დამატებით 30მლრდ.მ³/წ-მდე გაზის მოცულობის მიღებაზე, რისთვისაც შემოთავაზებულია მისი მიწოდების შემდეგი ვარიანტები (პროექტები):

- არსებული SCP (სამხრეთკავკასიური მილსადენი) და TANAP (ტრანსანატოლიური მილსადენი) მილსადენების გაფართოების პროექტი;
- შავი ზღვის ფსკერზე მილსადენის მშენებლობა კონსტანცამდე საქართველოს გავლით. პროექტი „White Stream“ (თეთრი ნაკადი);
- ბუნებრივი აირის მიწოდება თხევადი ბუნებრივი აირის სახით გრძელვადიანი კონტრაქტებით კონსტანცაში და იქიდან შავი ზღვის აუზის და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში. პროექტი AGRI (აზერბაიჯანი, საქართველო, რუმინეთის ინტერკონექტორი);
- შავი ზღვის აუზისა და დუნაის თითოეული ქვეყნის პორტებში თხევადი ბუნებრივი აირის მიწოდება, პარალელურად რეგიონში გემების გათხევადებული ბუნებრივი აირით ბუნკერინგის დანერგვა, პირობითად „Black Sea LNG“ (შავი ზღვის თხევადი ბუნებრივი გაზი) ვუწოდოთ.

ბუნებრივი აირის დამატებითი მოცულობების ექსპორტის ტექნიკურ-ეკონომიკური საკითხების შესწავლის პროცესში, უმნიშვნელოვანესი ფაქტორებია კასპიის ბუნებრივი აირის ევროპაში მიწოდების ხარჯები და ღირებულება მიწოდების შემდეგ.

ბუნებრივი აირის მილსადენებით ტრანსპორტირების შემთხვევაში ხვედრითი ხარჯი (\$/1000მ³), განისაზღვრება თითოეული ქვეყნის ტერიტორიაზე მოქმედი ტრანზიტის ტარიფების საფუძველზე. თხევადი სახით მიწოდებისას, ხარჯები შედგება: მილსადენით ყულევამდე ტრანსპორტირების; „Black Sea LNG“ პროექტისთვის გაზის შენახვის მიწისქვეშა გაზსაცავში (მგს-ში); გათხევადების; საზღვაო გზებით ტრანსპორტირების; არხების გავლის, პორტების მომსახურების; ერთი გემიდან მეორეზე გადატვირთვისა და რეგაზიფიკაციის ხარჯებისაგან.

ძირითადი ნაწილი

პირველ რიგში, გათვლები გაკეთდა ბუნებრივი აირის შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში: ბულგარეთში, რუმინეთში, მოლდოვასა და უკრაინაში, შემდგომ კი რეგიონის მეზობელ ქვეყნებში, მიწოდების ხარჯებზე შემოთავაზებული პროექტების ფარგლებში. ბუნებრივი აირის მიწოდების სქემები შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში – ბულგარეთი, რუმინეთი, მოლდოვა და უკრაინა ნაჩვენებია 1-ელ სურ-ზე.



სურ. 1. შემოთავაზებული პროექტებით კასპიის რეგიონიდან ბუნებრივი გაზის ევროპაში მიწოდების სქემები.

1. ტრანსპორტირების ხარჯები არსებული მილსადენების (SCP და TANAP) გაფართოების პროექტის მიხედვით.

პროექტის მიხედვით გაზის დამატებითი მოცულობების მისაწოდებლად, უნდა მოხდეს არსებული გაზსადენების SCP და TANAP 30 მლრდ.მ³/წ-ით გაზრდა და შემდგომ TBP მილსადენისა (ტრანსბალკანური მილსადენი) და სხვა შიგაევროპული მილსადენების საშუალებით სამიზნე რეგიონის ქვეყნებში მიწოდება. თუ ვივარაუდებთ, რომ 2024 წელს ბულგარეთისთვის აზერბაიჯანული ბუნებრივი გაზის საბითუმო ფასი საშუალოდ $C_{opt} = 312\$/1000\text{მ}^3$ იყო (Mammedov, K. 2024, September 29) და გავითვალისწინებთ, რომ გაზის ტრანსპორტირების ხარჯები მოიცავს: SCP-ით საქართველოს ტერიტორიაზე ტრანზიტის ტარიფს – $50\$/1000\text{მ}^3$; TANAP-ით თურქეთის ტერიტორიაზე ტრანზიტის ტარიფს – $107\$/1000\text{მ}^3$; TAP-ით საბერძნეთის ტერიტორიაზე

ტრანზიტის ტარიფს – $50\$/1000\text{მ}^3$ (Oxford Institute for Energy Studies. 2021, May; Rzayeva, G. 2023, April); TBP-ით ბულგარეთის ტერიტორიაზე ტრანზიტის ტარიფს – $55\$/1000\text{მ}^3$ (EADaily. 2021, June 7), რუმინეთის ტერიტორიაზე ტრანზიტის ტარიფს – $65.6\ \$ / 1000\text{მ}^3$ (EADaily. 2022, September 23) და მოლდოვის ტერიტორიაზე ტრანზიტის ტარიფს – $6.7\$/1000\text{მ}^3$ (EADaily. 2021, April 7), დავადგენთ, რომ აზერბაიჯანში გაზის საბითუმო ფასი $105\$/1000\text{მ}^3$ იყო. ბულგარეთის საზღვარზე ბუნებრივი აირის ღირებულება იქნება $312\$/1000\text{მ}^3$, რუმინეთის საზღვარზე – $367\$/1000\text{მ}^3$, მოლდოვის საზღვარზე – $432.6\$/1000\text{მ}^3$, ხოლო უკრაინის საზღვარზე – $439.3\$/1000\text{მ}^3$ (იხ. ცხრილი 2). გაზის ღირებულებებს შორის სხვაობა ქვეყნების მიხედვით დიდია და ის 40%-ს აღწევს.

აღსანიშნავია, რომ ბულგარეთიდან უკრაინამდე ბუნებრივი აირის ღირებულება მნიშვნელოვნად

იზრდება (40.8%-ით) ტრანზიტის მაღალი ტარიფების გამო. თუ გავითვალისწინებთ, რომ აზერბაიჯანში გაზის თვითღირებულება დაახლოებით \$55/1000მ³-ია (Oxford Institute for Energy Studies. 2021, May) მოცემულ გამოთვლებში, ყველა პროექტისათვის მიწოდების შემდეგ ბუნებრივი აირის საბითუმო ფასი აზერბაიჯანში შეადგენდა \$105/1000 მ³-ს და მასში ჩადებული იყო \$50/1000მ³ მოგება.

2. ტრანსპორტირების ხარჯები პროექტ „White Stream“-ის მიხედვით

შავი ზღვის გავლით, ყულევიდან კონსტანცამდე ბუნებრივი აირის ტრანსპორტირების ხვედრითი ხარჯი ჩვენ მივიღეთ პროექტ „Turkish Stream“-ის (თურქული ნაკადის) ანალოგიით და შეადგინა 106,05\$/1000 მ³ (იმის გათვალისწინებით, რომ საზღვაო მონაკვეთის სიგრძე 1.18-ჯერ აღემატება „Turkish Stream“) (Akyener, O., & Shirin, C. 2016). ამ

უკანასკნელის გათვალისწინებით, პორტ კონსტანცამდე ბუნებრივი აირის ტრანსპორტირების ღირებულება იქნება \$105 + \$50 + \$106,05 = \$261,05 / 1000 მ³, შემდეგ ბულგარეთის საზღვარზე (TBP-ს მეშვეობით) – \$326.65 / 1000 მ³, მოლდოვას საზღვარზე – \$326.65 / 1000 მ³, ხოლო უკრაინის საზღვარზე – \$ 333.35 / 1000 მ³ (ცხრილი 1).

„White Stream“-ის შემთხვევაში ფასები დაბალია (საშუალოდ 20.5%-ით), ვიდრე არსებული გაზსადენების გაფართოების პროექტში. ამავე დროს, ამ ქვეყნებში მიწოდებულ გაზის ფასებს შორის სხვაობა შემცირებულია 27.7%-მდე. საშუალოდ, შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში პროექტ „White Stream“-ის საზღვაო გაზსადენით მიწოდების შემთხვევაში ბუნებრივი აირის ფასი 75.8\$/1000მ³-ით იაფია, ვიდრე გაფართოებული მილსადენებით მიწოდებული გაზის. შესაბამისად, მოგებაც მეტია და 50+75.8=\$122.8/1000მ³-ს შეადგენს.

ცხრილი 1.

იმპორტიორი ქვეყნები	მიწოდებული გაზის ღირებულება C, \$/1000მ ³			
	არსებული მილსადენების (SCP და TANAP) გაფართოების პროექტით	„White Stream“ პროექტით	AGRI პროექტით	„Black Sea LNG“ პროექტით
	TBP-ით ზღვისპირა ქვეყნებამდე	კონსტანცამდე და TBP-ით ზღვისპირა ქვეყნებამდე	კონსტანცამდე და TBP-ით ზღვისპირა ქვეყნებამდე	მიწოდება ვარნაში, კონსტანცაში და ოდესაში ცალ-ცალკე
ბულგარეთი	312,0	326,65	318,62	254,12
რუმინეთი	367,0	261,05	253,02	253,02
მოლდოვა	432,6	326,65	318,62	255,09*
უკრაინა	439,3	333,35	325,32	252,87

*ფასში გათვალისწინებულია დანახარჯი - 2.22 \$/1000 მ³ გაზის მილსადენით ტრანსპორტირებისთვის ოდესიდან მოლდოვის საზღვრამდე (58.4 კმ).

3. ტრანსპორტირების ხარჯები პროექტ AGRI-ის

მიხედვით

ყულებიდან გათხევადებული ბუნებრივი აირის კონსტანცამდე ტრანსპორტირების შემდეგ, მისი ღირებულება – C განისაზღვრა ფორმულით:

$$C = C_1 + C_2, \quad (1)$$

სადაც $C_1 = 105\$/1000\text{მ}^3$ არის ბუნებრივი აირის საბითუმო ფასი შექმნის მომენტში; C_2 – ყულებიდან კონსტანცაში $1\ 000\ \text{მ}^3$ ბუნებრივი აირის მიწოდების ღირებულება და განისაზღვრა არსებული რეკომენდაციების [Hafner, M., & Luciani, G. (Eds.). (2022), Kozmenko, S. Y., Masloboev, V. A., & Matviishin, D. A. (2018)] შესაბამისად:

$$C_3 = C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8, \quad (2)$$

$$C_7 = C_9 + C_{10} + C_{11}, \quad (3)$$

სადაც $C_4 = 50\$/1000\ \text{მ}^3$ არის მილსადენის ტრანსპორტირების ხარჯი ყულებამდე; C_5 – გაზის გათხევადებაზე გაწეული ხარჯი; C_6 – პორტების მომსახურების ხარჯი, $\$/1000\ \text{მ}^3$; C_7 – საზღვაო ტრანსპორტის ხარჯი; C_8 – რეგაზიფიკაციის ხარჯი, $\$/1000\ \text{მ}^3$; C_9 – გემის ხარჯი; $C_{10} = 0,25\ C_7$ – საწვავის ხარჯი [Hafner, M., & Luciani, G. (Eds.). (2022)]; $C_{11} = 0,02\ C_9$ – საბროკერო საკომისიო (Kozmenko, S. Y., Masloboev, V. A., & Matviishin, D. A. 2018); C_9 – გემის ხარჯი, $\$/1000\ \text{მ}^3$. მაშინ

$$C_6 = \frac{nC_{12}}{V \cdot 572,6 / 1000}, \quad (4)$$

სადაც n არის გემის დატვირთვის და განტვირთვისისთვის საჭირო დღეები (დატვირთვა 1 დღე და განტვირთვა 1 დღე); $C_{12} = \$100\ 000 / 1000\ \text{მ}^3$ – პორტში გემის მომსახურების ღირებულება [Hafner, M., & Luciani, G. (Eds.). (2022)]; $V = 160$ ათასი. მ^3 – გათხევადებული ბუნებრივი აირის გადამზიდავი ტანკერის ტევადობა. მაშინ:

$$C_6 = \frac{2 \cdot 100\ 000}{160 \cdot 572,6} = \$2,18 / 1000\ \text{მ}^3,$$

საზღვაო ტრანსპორტირების დროს გემის და ნახარჯები ტოლი იქნება:

$$C_8 = \frac{(n + \frac{2L}{24 \cdot 5} + 1)}{V \cdot 572,6} C_{13}, \quad (5)$$

სადაც $S = 18$ არის გაზმზიდის სიჩქარე, კვანძები; $C_{13} = \$80\ 000$ – გაზმზიდის დღიური ტარიფი (Hafner, M., & Luciani, G. (Eds.). 2022); L – საზღვაო მარშრუტის სიგრძე მილებში.

ყულებიდან კონსტანცამდე 579 საზღვაო მილია. მაშინ:

$$C_8 = \frac{(2 + \frac{2 \cdot 579}{24 \cdot 18} + 1)}{160 \cdot 572,6} 80\ 000 = \$4,96 / 1000\ \text{მ}^3,$$

ხოლო: $C_{10} = 0,25\ C_7 = \$1,24 / 1000\ \text{მ}^3$ და $C_{11} = 0,02\ C_7 = \$0,1 / 1000\ \text{მ}^3$. მაშინ ფორმულა (3)-დან: $C_7 = \$6,3 / 1000\ \text{მ}^3$.

არსებული მონაცემების (Zou, Q., et al. 2022; Hafner, M., & Luciani, G. Eds.) ანალიზის საფუძველზე და პოსტსაბჰოთა სივრცეში მსგავსი ხარჯების გამოცდილების (Finmarket. 2020, April 9; Klimentyev, A., Sarafannikov, P., Rodichkin, I., & Ivanov, S. 2020) გათვალისწინებით, ბუნებრივი აირის გათხევადებისა და რეგაზიფიკაციაზე გასაწევი ხვედრითი ხარჯები შესაბამისად ტოლი იქნება: $C_5 = 71,64\ \$/1000\ \text{მ}^3$ და $C_8 = 17,9\ \$/1000\ \text{მ}^3$.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, (2)-დან ვიღებთ კონსტანცაში ბუნებრივი აირის მიწოდების სრულ ხარჯს $C_3 = 148,02\ \$/1000\ \text{მ}^3$, მაშინ კონსტანცაში ბუნებრივი აირის ღირებულება (1)-დან ტოლი იქნება $C = 253,02\ \$/1000\ \text{მ}^3$.

შავი ზღვის ქვეყნებისთვის მიწოდებული ბუნებრივი აირის ღირებულების გამოთვლის შედეგად

გები, თითოეული მათგანის ტერიტორიაზე მოქმედი ტარიფების გათვალისწინებით, მოცემულია მე-2 ცხრილში.

გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ყულევიდან კონსტანცაში AGRI პროექტის მიხედვით გათხევადებული სახით მიწოდებისა და (რეგაზიფიკაციის შემდეგ) ბულგარეთის, მოლდოვისა და უკრაინის საზღვრებამდე TBP მილსადენით ბუნებრივი აირის ტრანსპორტირებისას, ხარჯი ოდნავ განსხვავდება „White Stream“ პროექტისგან. გაზის ღირებულება საშუალოდ 19%-ით იაფია, ვიდრე არსებული მილსადენების პროექტში, ხოლო თითოეულ ამ ქვეყანაში მიწოდებული გაზის ფასებს შორის სხვაობა 27.5%-მდეა შემცირებული.

საშუალოდ, AGRI პროექტის ფარგლებში შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში მიწოდების შემდეგ ბუნებრივი აირის ფასი $83.83\$/1000\text{მ}^3$ -ით იაფია, ვიდრე მილსადენებით მიწოდებული გაზისა, შესაბამისად, ერთნაირი სარეალიზაციო ფასის შემთხვევაში, მოგება იქნება $50+83.83=133.83\$/1000\text{მ}^3$. საინტერესოა, რომ დღეს, რეგიონში თხევადი ბუნებრივი აირის ღირებულება $314.30\$/1000\text{მ}^3$ -ია (მარმარილოს პორტ ერეგლისში, თურქეთსა და აშშ-ს შორის გრძელვადიანი შეთანხმების შესაბამისად გაზის მიწოდების ფასი) (Echo of Russia. 2024, April). კონსტანცაში მიწოდების შემდეგ, ამ უკანასკნელის ფასი იქნება $328.16\$/1000\text{ მ}^3$, რაც $93.04\$/1000\text{ მ}^3$ -ით მეტია არსებული მილსადენების გაფართოების პროექტით მიწოდებული გაზის ღირებულებაზე. თუ გავითვალისწინებთ, რომ გათხევადებული ბუნებრივი აირის, როგორც საწვავის მოხმარება, რეგიონში გაზის მთლიანი მოხმარების მხოლოდ 22.5%-ს შეადგენს (იხ. ცხრილი 1), მაშინ თხევადი ბუნებრივი აირის გაყიდვიდან მიღებული მოგება

იქნება $(93.04\$/1000\text{ მ}^3 \times 0.225) = 20.92\$/1000\text{მ}^3$. შესაბამისად, AGRI-ს შემთხვევაში სხვა თანაბარ პირობებში, მთლიანი მოგება $133.83\$/1000\text{მ}^3 + 20.92\$/1000\text{მ}^3 = 154.74\$/1000\text{ მ}^3$ იქნება.

4. ტრანსპორტირების ხარჯი „Black Sea LNG“ პროექტის მიხედვით.

ბუნებრივი აირის ღირებულება გაანგარიშებულია შემდეგი პორტებისთვის: ვარნა (ბულგარეთი), კონსტანცა (რუმინეთი) და ოდესა (უკრაინა), ზემოთ აღნიშნული მეთოდოლოგიის გამოყენებით. AGRI პროექტისგან განსხვავება ისაა, რომ დანიშნულების პორტამდე ბუნებრივი აირის ღირებულების განსაზღვრისას გათვალისწინებულია მისი მგს-ში შენახვის (Barabadze, T.G.; Gudzhabidze, I.K.; Gudzhabidze, Sh.I.; Khundadze, N.Sh.; Gudavadze, I.G. 2023) ხარჯი. ამიტომ, (1) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$C=C_1 + C_2+ C_{\text{მგს}}, \quad (6)$$

სადაც: $C_{\text{მგს}}=\$9,7/1000\text{ მ}^3$, ბუნებრივი აირის მგს-ში შენახვის ღირებულებაა და აღებულია რეგიონული ანალოგის მიხედვით (International Energy Agency. n.d.).

ყულევიდან ვარნამდე 613 მილია, ხოლო ოდესამდე – 550 მილი, შესაბამისად, (5)-დან საზღვაო ტრანსპორტირებისას გემის ხარჯი შესაბამისად იქნება $\$5,1/1000\text{ მ}^3$ და $\$4,84/1000\text{ მ}^3$, და (3)-დან ხვედრითი ხარჯი საზღვაო ტრანსპორტზე, შესაბამისად იქნება $\$7,395/1000\text{ მ}^3$ და $\$6,147/1000\text{ მ}^3$.

ყულევიდან ვარნამდე და ოდესამდე გაზის მიწოდების ხარჯი (2)-დან შესაბამისად იქნება:

$$C_2=50+71,64+2,18+7,395+17,9=\$149,115/1000\text{ მ}^3$$

და

$$C_2=50+71,64+2,18+6,147+17,9= \$147,87/1000\text{ მ}^3.$$

დასასრულ, (6)-დან ბუნებრივი აირის მიწოდებაზე სრული ხარჯი (საბროკერო საკომისიოს გათვალისწინებით) მითითებულ პორტებამდე ტოლი იქნება $105+149,115=\$254,115/1000$ მ³ და $105+147,87=\$252,87/1000$ მ³ შესაბამისად, აზერბაიჯანიდან შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში მიწოდებული ბუნებრივი აირის ღირებულება მოცემულია მე-2 ცხრილში. როგორც გამოთვლები გვიჩვენებს, მიწოდებული გაზის ღირებულებით „Black Sea LNG“ პროექტი მნიშვნელოვნად განსხვავდება არსებული მილსადენისა და შემოთავაზებული „თეთრი ნაკადის“ და AGRI პროექტებისგან. გაზის ღირებულება საშუალოდ 34.5%-ით ნაკლებია არსებულ მილსადენთან შედარებით, 18.6%-ით ნაკლებია „თეთრ ნაკადთან“ და 16.5%-ით ნაკლებია – AGRI-სთან შედარებით.

საშუალოდ, შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში AGRI-ის მიხედვით ბუნებრივი აირის ღირებულება $\$133.95/1000$ მ³-ით იაფია, ვიდრე მილსადენებით მიწოდებული გაზისა, შესაბამისად, ერთნაირი საწყისი და სარეალიზაციო ფასის შემთხვევაში „Black Sea LNG“ პროექტის მოგება ტოლი იქნება $50+133.95=\$183.95/1000$ მ³.

5. ბუნებრივი აირის ღირებულება უნგრეთსა და ავსტრიაში მიწოდების შემდეგ.

რუმინეთში მიწოდებული ბუნებრივი აირი BRUA-ს (ბულგარეთი, რუმინეთი, უნგრეთი, ავსტრიის ინტერკონექტორი) მეშვეობით შეიძლება ტრანსპორტირდეს უნგრეთსა და ავსტრიაში, შემდგომ კი – ცენტრალურ ევროპაში. მიწოდების მნიშვნელოვნად დაბალი ხარჯის (და, შესაბამისად, დაბალი ფასის) და მაღალი მოგების გამო, უპირატესობა „Black Sea LNG“ პროექტს ენიჭება. მას

მნიშვნელოვანი ეკონომიკური უპირატესობა აქვს შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროზე მდებარე ქვეყნებში ბუნებრივი აირის მიწოდებისას. ამ ვარიანტის მიხედვით, კონსტანცაში მიწოდებული ბუნებრივი აირის ღირებულება შეადგენს $253,02\$/1000$ მ³-ს, რუმინეთისა და უნგრეთის საზღვარზე $\$318,62/1000$ მ³-ს, ხოლო უნგრეთისა და ავსტრიის საზღვარზე, სატრანზიტო გადასახადი გათვალისწინებით $\$372,1/1000$ მ³-ს (Snam. 2018, February).

აღსანიშნავია, რომ 2024 წელს ევროპაში გაზის ბირჟებზე ფასები (მაგალითად, TTF ჰაბზე) მერყეობდა $\$400\div 600/1000$ მ³ დიაპაზონში, რაც მიუთითებს აზერბაიჯანული გაზის კონკურენტუნარიანობაზე ევროპის სამიზნე რეგიონში. რაც შეეხება თურქმენულ გაზს, 2024 წელს ირანმა თურქმენული გაზი $\$200\div 250/1000$ მ³ ფასად შეიძინა. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩატარებული გათვლებით, ბაქოში ბუნებრივი გაზის საბითუმო ფასი $\$105/1000$ მ³ იყო (იხ. პარაგრაფი 4.1.), მაშინ თურქმენული გაზის ევროპაში მიწოდების შემდეგ მისი ღირებულება $\$95-150/1000$ მ³-ით მეტი იქნება. მაგალითად, კონსტანცაში მისი ღირებულება იქნება $\$348,02-403,02/1000$ მ³, რაც ასევე კონკურენტუნარიანია რეგიონში.

შავ ზღვასა და დუნაიზე საწვავის სახით თხევადი ბუნებრივი აირის გამოყენებაზე გადასვლა კასპიის რეგიონის გაზისთვის ძალიან საინტერესო ბაზარს ხსნის. დუნაიზე მცირეტონაჟიანი გათხევადებული ბუნებრივი აირის პერსპექტიული ინფრასტრუქტურის შექმნის გენერალური გეგმა (Konoplyanik, A. 2020, November 16; Danube Commission. 2015, April) ითვალისწინებს მდ. დუნაიზე 11 მიმღები ტერმინალის მოწყობას. ეს საწყალოსნო

გზა საშუალებას იძლევა გათხევადებული ბუნებრივი აირი ყულევის პორტიდან მივაწოდოთ რუმინეთის, ბულგარეთის, სერბეთის, ხორვატიის, უნგრეთის, სლოვაკეთის და ავსტრიის პორტებში. თუმცა, ასეთი გეგმის განსახორციელებლად აუცილებელია პოტენციური კონკურენტების შესწავლა.

უახლოეს კონკურენტებად შესაძლებელია ჩაითვალოს მცირეტონაჟიანი გათხევადებული აირის დუნაის პორტებში ტრანსპორტირება მარმარილოს (ერეგლისის პორტი) და ეგოსის ზღვებიდან (ალექსანდროპოლისის ალიაგას პორტიდან). ერეგლისის პორტი ყველაზე ახლოსაა მითითებულ რეგიონთან. ნაშრომში (Jurkovič, M., Kalina, T., Stopka, O., Gorzelanczyk, P., & Abramović, B. 2021, March 19) ნაჩვენებია, რომ ბუნკერებისთვის თხევადი ბუნებრივი აირის გამოყენება, გამოყენებული საწვავის ნაცვლად, საშუალოდ

14.8%-იან დანაზოგს იწვევს. ნაშრომში მოცემულია ბუნებრივი აირის ტრანსპორტირების ღირებულების გამოთვლები მარმარილოს ერეგლისის და ყულევის პორტებიდან დუნაის რეგიონში ტრანსპორტირების დროს. დუნაიზე საწყისი პორტია გალაცი (რუმინეთი), ხოლო საბოლოო – სლოვაკეთის პორტი ავსტრიასთან საზღვარზე – ბრატისლავა.

გამოთვლებში მცირეტონაჟიანი გათხევადებული აირის საზღვაო პორტებსა და გალაცის პორტს შორის ტრანსპორტირებისათვის შერჩეულია SS LNG-C ტიპის ტანკერები. გალაციდან მოგზაურობა გრძელდება ბუქსირისა და გათხევადებული აირის სატრანსპორტო ბარჟების გამოყენებით. გალაცსა და ბრატისლავისთვის გაზის ღირებულების გამოთვლების შედეგები, (EADaily. 2024, November 20)-ის მონაცემების გათვალისწინებით, მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

გამგზავნი პორტი	გათხევადებული გაზის ღირებულება \$/1000 მ ³				
	ღირებულება გამგზავნი პორტში	დანახარჯი პორტ გალაცში მიწოდებაზე	ღირებულება მიმღებ პორტ გალაცში	დანახარჯი გალაციდან ბრატისლავაში მიწოდებაზე	ღირებულება მიმღებ პორტ ბრატისლავაში
მარმარა ერეგლისი	314,30*	22,03	352,77	20,36	388,61
ყულევი	236,3	25,32	280,52	20,36	316,07

*მარმარა-ერეგლისის პორტში თხევადი ბუნებრივი აირის მიწოდების ღირებულება აღებულია თურქეთსა და აშშ-ს შორის არსებული გრძელვადიანი შეთანხმების მიხედვით (EADaily. 2024, November 20).

როგორც გამოთვლები გვიჩვენებს, ყულევიდან მცირეტონაჟიანი გათხევადებული აირის მიწოდება რეგიონში ბუნკერებისთვის მნიშვნელოვნად უფრო ეფექტურია, ვიდრე მარმარა ერეგლისიდან. ყულევიდან გათხევადებული აირის, როგორც ბუნკერის საწვავის მიწოდების კიდევ ერთი ვარიანტია დიდტონაჟიანი გაზმზიდებით მიწოდება შავი ზღვის პორტებში და ტვირთის ბუნკერის ბარჟებზე გადატვირთვა დუნაის პორტებში მიწოდებისთვის. ამისათვის გათვალისწინებულია ტვირთის კონსტანცაში მცირეტონაჟიან მდინარე-ზღვის ტანკერებში გადატვირთვა. შავი ზღვისა და დუნაის პორტებში მიწოდების შემდეგ თხევადი ბუნებრივი აირის ღირებულება ნაჩვენებია მე-3 ცხრილში.

ამრიგად, შავ ზღვასა და მდ. დუნაიზე ბუნკერებისთვის ევროპულ პორტებში დიდტონაჟიანი გაზ-

მზიდი ტანკერებით ტრანსპორტირებას მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს მარმარა ერეგლისიდან და ყულევიდან მცირე ტონაჟიანი ტანკერებით ტრანსპორტირებასთან შედარებით. იმავდროულად, შავი ზღვის პორტებისთვის თხევადი ბუნებრივი აირის, როგორც საწვავის, ფასი კონკურენტულ დიაპაზონშია 350-400\$/ტ (Artyukov, O. (2024, May 16). Norwegian gas turned out to be twice as expensive for Germany as Russian gas. *Pravda.ru.*), ხოლო დუნაის პორტებისთვის მოსალოდნელი ფასი გაცილებით დაბალია, ვიდრე იქ მოქმედი ფასია (2024 წელს, ნიდერლანდების TTF ჰაბში, გათხევადებული აირის ფასი იყო \$516/1000 მ³, ხოლო ავსტრიის ბაუმგარტენის ჰაბში – \$529/1000 მ³ (EADaily. 2024, November 20).

ცხრილი 3.

საწვავით შევსების პორტები	გათხევადებული გაზის ღირებულება, \$/1000მ ³						
	ღირებულე ბა ევროპის პორტებში მიწოდების შემდეგ	ბარჟიდან გადატვირთვის ღირებულება	სულ ღირებულება	დანახარჯები პორტ გალაცში მიწოდებაზე	ღირებულება პორტ გალაცში	დანახარჯები პორტ ბრატისლავაში მიწოდებაზე	ღირებულე ბა პორტ ბრატისლავაში
ვარნა	236,22	1,7	237,92	-		-	-
კონსტანცა	235,12	1,7	236,72	15,78	252,5	20,36	272,86
ოდესა	234,97	1,7	236,67	-		-	-
ყულევი	236,30	1,7	238,00	-		-	-

გაფართოებული მილსადენებით (SCP და TANAP) ან „White Stream“ პროექტით მიწოდებული ბუნკერებისთვის აზერბაიჯანული გაზის გამოყენება ასევე არაკონკურენტუნარიანია „Black Sea

LNG“-სა და AGRI-სთან შედარებით, რადგან ბულგარეთის საზღვარზე მილსადენებით მიწოდებული გაზის ღირებულება \$312 /1000 მ³-ია, ხოლო „White

Stream“ პროექტის შემთხვევაში კონსტანცაში მიწოდებისას - \$261.05 /1000 მ³ (იხ.ცხრლ. 1) და ორივე შემთხვევაში მოითხოვს მნიშვნელოვან დამატებით ხარჯს გათხევადების (\$71.6/1000 მ³) და ტრანსპორტირებისთვის. შედეგად, ის გაცილებით ძვირი აღმოჩნდება, ვიდრე ყულევიდან მიწოდებული გათხევადებული აირი.

დუნაის ქვედა ნაწილში ნორვეგიული თხევადი ბუნებრივი აირის მიწოდებაც არაკონკურენტუნარიანია, რადგან „2023 წელს ნორვეგიულმა კომპანია Equinor-მა და გერმანულმა SEFE-მ ხელი მოაწერეს ათწლიან კონტრაქტს ევროკავშირში 129 მილიარდი კუბური მეტრი ბუნებრივი აირის ექსპორტის გაგრძელების შესაძლებლობით. მიწოდება შეფასდა 55 მილიარდ დოლარად, ანუ 420 დოლარზე მეტი ათას კუბურ მეტრში“ [Artyukov, O. (2024, May 16)], ამიტომ მის ტრანსპორტირებას ქვედა დუნაის პორტებამდე \$80/1000 მ³-ზე მეტი დასჭირდება, რაც ჯამში \$500/1000 მ³-ს შეადგენს და გაცილებით ძვირია, ვიდრე ყულევიდან მიწოდებული.

„Black Sea LNG“-სა და AGRI-ს ერთმანეთთან შედარებით ადვილად დავრწმუნდებით „Black Sea LNG“-ის უპირატესობაში. მიუხედავად იმისა, რომ კონსტანცაში მიწოდებული გაზის ღირებულება ერთნაირია, ბულგარეთში, რუმინეთსა და უკრაინაში მიწოდებული გაზის ფასებით „Black Sea LNG“-ი ლიდერობს. აქ ფასები საშუალოდ 16%-ით დაბალია AGRI-ზე. გარდა ამისა „Black Sea LNG“-ით მიწოდების შემთხვევაში ბულგარეთში, რუმინეთში, უკრაინასა და მოლდოვაში გაზის ღირებულებები დაბალია და უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან (განსხვავება 1%-ზე ნაკლებია), რაც ასევე ამ

პროექტის კიდევ ერთ დადებით მხარედ უნდა ჩათვალოს, და რაც მნიშვნელოვნად განასხვავებს მას ყველა სხვა პროექტისაგან.

დასკვნა

კასპიის რეგიონიდან ევროპაში დამატებითი მოცულობების ბუნებრივი აირის სხვადასხვა პროექტით მიწოდების ხარჯისა და ღირებულების შესწავლამ საშუალება მოგვცა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. არსებული მილსადენების SCP და TANAP-ის გაფართოების პროექტის მიხედვით კასპიის რეგიონიდან ევროპაში მიწოდებული ბუნებრივი აირის ღირებულება ძალიან ძვირია, რაც გამოწვეულია სატრანზიტო ქვეყნების დიდი რაოდენობითა და მათ ტერიტორიებზე მაღალი გატარების სატრანზიტო ტარიფებით. დიდია განსხვავება შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ერთმანეთის მეზობლად მდებარე ქვეყნებში ტრანსპორტირებული გაზის ღირებულებებს შორის (საშუალოდ 40%);
2. „White Stream“ პროექტის შემთხვევაში ფასები დაბალია (საშუალოდ 20.5%-ით), ვიდრე არსებული გაზსადენების გაფართოების პროექტში. ამავე დროს, ამ ქვეყნებში მიწოდებულ გაზის ფასებს შორის სხვაობა შემცირებულია 27.7%-მდე. საშუალოდ, შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში „White Stream“ პროექტის საზღვაო გაზსადენით მიწოდების შემთხვევაში ბუნებრივი აირის ფასი 75.8\$/1000მ³-ით იაფია, ვიდრე გაფართოებული მილსადენებით მიწოდებული გაზისა;

3. AGRI პროექტის ფარგლებში შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებში მიწოდების შემდეგ ბუნებრივი აირის ფასი საშუალოდ, \$69,8/1000 მ³-ით იაფია მილსადენებით მოწოდებულ და \$8/1000 მ³-ით იაფია „White Stream“ პროექტით მიწოდებულ გაზზე. ამ ქვეყნებში მიწოდებულ გაზის ფასებს შორის სხვაობა პროექტ "White Stream"-ის ანალოგიურია;
4. „Black Sea LNG“ პროექტის მიხედვით მიწოდების დანახარჯები და მიწოდებული აირის ღირებულება მნიშვნელოვნად განსხვავდება არსებული მილსადენების გაფართოების, "White Stream"-სა და AGRI პროექტებისგან. გაზის ღირებულება საშუალოდ 34.5%-ით დაბალია არსებულ მილსადენთან შედარებით, 18.6%-ით დაბალია „White Stream“ პროექტთან და 16.5%-ით დაბალია AGRI-სთან შედარებით და საშუალოდ \$253,77/1000 მ³-ის ტოლია. გარდა ამისა, შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნებისათვის მიწოდებული გაზის ღირებულებები თანაბარია (სხვაობა 1%-ზე დაბალია);
5. 2024 წლის მონაცემებით, ევროპაში გაზის ბირჟებზე ფასები მერყეობდა \$400÷600/1000 მ³ დიაპაზონში, რაც მიუთითებს აზერბაიჯანული გაზის („Black Sea LNG“ პროექტის მიხედვით კონსტანცაში მიწოდების შემდეგ მისი ღირებულება \$253,02/1000 მ³-ია, ავსტრიაში კი – \$372,1/1000 მ³) კონკურენტუნარიანობაზე ევროპის სამიზნე რეგიონში. კონკურენტუნარიანია თურქმენული გაზიც, კონსტანცაში მისი ღირებულების ცვლილება \$348,02-403,02/1000 მ³ ფარგლებშია მოსალოდნელი;
6. მაღალი კონკურენტუნარიანობით ხასიათდება შავ ზღვასა და მდ.დუნაიზე გემების ბუნკერირებისათვის კასპიის რეგიონიდან მიწოდებული გათხევადებული გაზიც. ეს განსაკუთრებით „Black Sea LNG“ პროექტს ეხება. შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროზე მდებარე ქვეყნებში მიწოდებული გათხევადებული გაზის ღირებულება საშუალოდ \$235,65/1000 მ³, ხოლო მდ. დუნაის პორტ გალაცში \$252,5 პორტ ბრატისლავაში – \$272,86/1000 მ³-ს შეადგენს, მაშინ, როცა რეგიონში 2024 წელს, ნიდერლანდების TTF ჰაბზე გათხევადებული აირის ფასი იყო \$516/1000 მ³, ხოლო ავსტრიის ბაუმგარტენის ჰაბზე – \$529/1000 მ³. უახლოეს კონკურენტებად შესაძლებელია ჩაითვალოს აგრეთვე მცირეტონაჟიანი გათხევადებული გაზის შავ ზღვასა და მდ. დუნაის პორტებში ტრანსპორტირება ეგეოსის ზღვიდან, ალექსანდროპოლისის ალიაგას პორტიდან, მაგრამ ფასები აქაც მაღალია და სამიზნე რეგიონში მისი ტრანსპორტირების შემდეგ \$352,77÷388,61/1000 მ³-ს შეადგენს, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება „Black Sea LNG“ პროექტის ანალოგიურ მაჩვენებლებს.

ლიტერატურა

1. Mammedov, K. (2024, September 29). Economist emphasized that exporting natural gas is profitable for Azerbaijan because the production cost in the country is low. *Sputnik Azerbaijan*.
<https://az.sputniknews.ru/20240929/kurs-na-eksport-kak-azerbaydzhan-uvelichivaet-postavki-prirodnogo-gaza-467737311.html>
2. Oxford Institute for Energy Studies. (2021, May). *Azerbaijan's gas sales strategy at a crossroads*.
<https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2021/05/Azerbaijans-gas-sales-strategy-at-a-crossroads.pdf>
3. Rzayeva, G. (2023, April). *Expansion of the Southern Gas Corridor pipelines and future supplies to Europe*. Oxford Institute for Energy Studies.
4. EADaily. (2021, June 7). Bulgaria reduced transit of Russian gas but earned more from it.
<https://eadaily.com/ru/news/2021/06/07/bolgariya-snizila-tranzit-rossiyskogo-gaza-no-zarabotalana-nem-bolshe>
5. EADaily. (2022, September 23). Gazprom continues to pay Romania for abandoning the Trans-Balkan pipeline. <https://eadaily.com/ru/news/2022/09/23/gazprom-prodolzhaet-platit-rumynii-za-otkaz-ot-transbalkanskogo-gazprovoda>
6. EADaily. (2021, April 7). Moldova changes gas transit tariff system: In April, it nearly disappeared.
<https://eadaily.com/ru/news/2021/04/07/moldaviya-menyaet-sistemu-tarifov-na-tranzitgaza-v-aprele-on-pochti-ischez>
7. Akyener, O., & Shirin, C. (2016). Russian chess on gas politics: Evaluation of Turkish Stream. *Energy Policy of Turkey*, 1, 108–124.
8. Hafner, M., & Luciani, G. (Eds.). (2022). *The Palgrave handbook of international energy economics* (pp. 54, 124). Rome: Publisher.
9. Kozmenko, S. Y., Masloboev, V. A., & Matviishin, D. A. (2018). Justification of the economic advantage of marine transportation in the form of LNG. Murmansk State Technical University & Kola Science Center RAS. <https://pmi.spmi.ru/pmi/issue/view/565/i233>
10. Zou, Q., et al. (2022). Global LNG market: Supply, demand, and economic analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 983, 012051.
11. Hafner, M., & Luciani, G. (Eds.). (2022). *The Palgrave handbook of international energy economics*.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-86884-0>
12. Finmarket. (2020, April 9). NOVATEK's LNG production cost to Europe does not exceed \$1.5/MMBtu – RenCap. <http://www.finmarket.ru/shares/analytics/5212111>
13. Klimentyev, A., Sarafannikov, P., Rodichkin, I., & Ivanov, S. (2020). LNG calculator: An express-analysis tool for small-scale projects. *Neftegazovaya Vertikal*, 9–10. <http://nasslng.ru/assets/files/statya-kalkulyator-spg-neftegazovaya-vertikal-n9-10-2020-klimentev-a.yu.-sarafannikov-p.v.-ivanov-s.n.pdf>
14. Echo of Russia. (2024, April). Turkey will replace Russian gas with American LNG.
<https://ehorussia.com/new/node/30844>

15. International Energy Agency. (n.d.). *Azerbaijan energy profile: Overview*.
<https://www.iea.org/reports/azerbaijan-energy-profile/overview>
16. Snam. (2018, February). *Gas transmission tariffs in South and Central East Europe*.
<https://www.snam.it/en/our-businesses/transportation/network-code-tariffs-committee-area-and-consultations/gas-transmission-tariffs-2018.html>
17. Konoplyanik, A. (2020, November 16). *Global LNG market: Contemporary development trends, new risks, and additional opportunities for Russia in external and internal markets*. Gazprom Corporate Institute.
<http://www.konoplyanik.ru/speeches/201116>
18. Danube Commission. (2015, April). *Masterplan for LNG on the Rhine–Main–Danube axis: Building a pioneer market and LNG artery for Europe*.
https://www.danubecommission.org/uploads/doc/Presentations/2015/TWIMG%2004-2015/04%20-%20Seitz%20-%202015-04-10_LNG.pdf
19. Jurkovič, M., Kalina, T., Stopka, O., Gorzelanczyk, P., & Abramović, B. (2021, March 19). Economic calculation and operations research in terms of LNG carriage by water transport: A case study of the port of Bratislava. *Sustainability*, 13(6), 3414. <https://doi.org/10.3390/su13063414>
20. EADaily. (2024, November 20). You pay more? We’re coming to you: U.S. LNG turned to Europe.
<https://eadaily.com/ru/news/2024/11/20/platite-bolshe-idem-k-vam-spg-iz-ssha-povernul-v-evropu>
21. Artyukov, O. (2024, May 16). Norwegian gas turned out to be twice as expensive for Germany as Russian gas. *Pravda.ru*. <https://www.pravda.ru/economics/2020564-norvegija/>
22. EADaily. (2024, November 20). You pay more? We’re coming to you: U.S. LNG turned to Europe. [Translation from Russian: “Платите больше? Идем к вам: СПГ из США повернул в Европу”].
<https://eadaily.com/ru/news/2024/11/20/platite-bolshe-idem-k-vam-spg-iz-ssha-povernul-v-evropu>
23. Artyukov, O. (2024, May 16). Norwegian gas turned out to be twice as expensive for Germany as Russian gas. [Translation from Russian: “О. Артюков. Норвежский газ оказался для Германии вдвое дороже российского”]. *Pravda.ru*. <https://www.pravda.ru/economics/2020564-norvegija/>
24. Barabadze, T. G., Gudzhabidze, I. K., Gudzhabidze, Sh. I., Khundadze, N. Sh., & Gudavadze, I. G. (2023). The project of creating a gas hub in Georgia. *ANAS Transactions: Earth Sciences*, Special Issue, 31–33.
https://journalsgia.com/storage/1083/barabadze_anas_transactions_2023_special_issue.pdf

UDC 62.001.5 : 33.012

SCOPUS CODE 2108

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-119-132>

The Costs and Value of Delivering Additional Volumes of Natural Gas From the Caspian Region to Europe

Lavrenti Gudavadze Georgian Technical University, Faculty of Mining Geology and Sustainable Mountain Development, Professor, Georgia

E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

Shota Gujabidze Economics Expert, Doctor of Economic Sciences, Georgia

E-mail: gujabidze.sh@gtu.ge

Reviewers:

I. Gujabidze, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Mining, Geology and Sustainable Development of Mountains,

E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

T. Barabadze, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Mining, Geology and Sustainable Development of Mountains

E-mail: t.barabadze@gtu.ge

Abstract. To enhance energy security, Europe is considering alternative routes for importing an additional 30 bcm/year of natural gas from the Caspian region. Four main delivery options are assessed: expansion of existing pipelines (SCP, TANAP), the subsea "White Stream" pipeline, and liquefied natural gas (LNG) transport via the AGRI and "Black Sea LNG" projects. The study analyzes the technical and economic aspects of each, including transportation costs, wholesale prices, and profit margins. Results show that the "Black Sea LNG" project offers the most competitive pricing and the most uniform gas value across the Black Sea and Central European countries. Due to its lower costs and logistical advantages, this project stands out as a particularly attractive solution for meeting Europe's natural gas demand efficiently and reliably.

Keywords: AGRI project; Black Sea LNG; Caspian region; Delivery costs; Economic analysis; Energy security; Europe; Liquefied Natural Gas (LNG); Natural gas; Pipeline.

განხილვის თარიღი 18.12.2025

შემოსვლის თარიღი 23.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 622.692.4:658.26(4)

SCOPUS CODE 2108

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-133-142>

კასპიის რეგიონიდან გაზის ევროპაში ტრანსპორტირების ეფექტური ტექნოლოგია და ინფრასტრუქტურა

- ლავრენტი გუდავაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: z.gudavadze@gtu.ge
- შოთა გუჯაბიძე** ეკონომიკის ექსპერტი. ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი. საქართველო
E-mail: gujabidze.sh@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ი. გუჯაბიძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com
- თ. ბარაბაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.barabadze@gtu.ge

ანოტაცია. ევროპის ცენტრალური და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ქვეყნები ცდილობენ შეამცირონ რუსულ გაზზე დამოკიდებულება და გაზარდონ მომარაგება ალტერნატიული წყაროებიდან, მათ შორის კასპიის რეგიონიდან. სტატიაში განიხილება თხევადი ბუნებრივი აირის (LNG) მიწოდების ტექნოლოგიური და ინფრასტრუქტურული მოდელი პროექტ „Black Sea LNG“-ის ფარგლებში, რომელიც ითვალისწინებს აზერბაიჯანის, საქართველოსა და შავი ზღვის პორტების (ბურგასი, კონსტანცა, ოდესა) გა-

მოყენებას. ასევე შეფასებულია მიწისქვეშა გაზსაცავის (მგს) და სარეგაზიფიკაციო ტერმინალების კაპიტალური დანახარჯები. სტატიაში მოცემულია გაზზე მოთხოვნის სეზონური განსხვავებებისა და რეგიონში არსებული რეზერვების გამოყენებით ეკონომიკური ეფექტიანობის გაზრდის შესაძლებლობები. ავტორები აფასებენ აღნიშნული პროექტის პოტენციალს როგორც ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერების, ისე ეკონომიკური სარგებლის თვალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი აირი; გაზის ტრანსპორტირება; ევროპა; ენერგეტიკული უსაფრთხოება; ინფრასტრუქტურა; მიწისქვეშა გაზსაცავი (მგს); სეზონური მარაგი; შავი ზღვა; Caspian gas; LNG.

შესავალი

ევროპის ქვეყნების ბუნებრივი გაზით მომარაგებაში არსებული გამოწვევები

ბუნებრივი აირის მომარაგების დივერსიფიკაცია და რუსეთზე დამოკიდებულების შემცირება ევროპული ქვეყნების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა. ცენტრალური და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ზოგიერთი ქვეყნისთვის, რომლებსაც არა აქვთ წვდომა თხევადი ბუნებრივი აირის მიმღებ საზღვაო პორტებზე (შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროს ქვეყნები და მათი მეზობელი ცენტრალური ევროპის ქვეყნები), ძალზე აქტუალურია კასპიის რეგიონიდან ექსპორტის გაზრდა, რადგან თურქეთი ხელს უშლის გაზის სხვა წყაროებზე წვდომას. ის ზღუდავს ბოსფორის სრუტით შავი ზღვის პორტებში მიმავალი თხევადი ბუნებრივი აირის დიდი გემების გავლას (მცირე ზომის თხევადი ბუნებრივი აირის გემებისთვის ბოსფორის სრუტის გავლა გაცილებით ადვილია). სამიზნე რეგიონის ქვეყნებში (რუმინეთში, ბულგარეთში, უკრაინაში, მოლდოვაში, ჩრდილოეთ მაკედონიაში, სერბეთში, უნგრეთში, სლოვაკეთში, ჩეხეთში, სლოვენია და ავსტრიაში) ბუნებრივი აირის დამატებითი მოცულობის საჭიროებამ 2022 წელს შეადგინა 35.59 მლრდ.მ³/წელიწადში (International Energy Agency. (n.d.)) (ცხრილი 1). ამ ქვეყნებმა ბუნებრივი აირი ძირითადად რუსეთიდან –

27.2 მლრდ.მ³/წ-ში (მოხმარების 41%) შემოიტანეს, აზერბაიჯანიდან – 5.6 მლრდ.მ³/წ-ში (8%), ხოლო 2.59 (4%) მლრდ. მ³/წ-ში შედარებით ძვირი გაზი შემოიტანეს აშშ-დან, კატარიდან, ნორვეგიიდან და ალჟირიდან, თურქეთის, საბერძნეთისა და ხორვატიის გავლით. ამრიგად, რუსული გაზის კასპიის გაზით ჩასანაცვლებლად საჭიროა დამატებით 27.2 მლრდ.მ³/წ-ში, ხოლო ყველა იმპორტის ჩასანაცვლებლად (კონკურენტული ფასების შემთხვევაში) – 30მლრდ.მ³/წ-ში.

მომდევნო წლებში, შავ ზღვასა და მდ. დუნაიზე გემების ბუნკერინგისთვის გაზზე დამატებითი მოთხოვნაა მოსალოდნელი, ეს განსაკუთრებით თხევად ბუნებრივ აირს ეხება. აღსანიშნავია, რომ მდ. დუნაიზე 53 ქალაქია განლაგებული და ის არის ცენტრალური ევროპის მთავარი სატრანსპორტო არტერია. ნავიგაციაში საწვავის გოგირდის გამონაბოლქვის 1%-იდან 0.5%-მდე (გაზრდილი კონტროლის არეალში 0.1%-მდე) შეზღუდვასთან დაკავშირებით, საერთაშორისო ორგანიზაცია IMO ახალი დაცული ტერიტორიების შექმნის საკითხს განიხილავს. 2025 წლის 1 მაისიდან ამ შეზღუდვებს ხმელთაშუა ზღვაზე შეუერთდა (International Maritime Organization. (n.d.)). დადგა შავი ზღვისა და მდ. დუნაის ჯერი. ბალტიის ზღვის მაგალითი გვიჩვენებს, რომ თხევადი ბუნებრივი აირის საწვავის გამოყენებაზე გადასვლა ამ ტერიტორიებზე გემების ბუნკერინგისთვის ეკოლოგიურად სუფთა და ეკონომიკურად მომგებიანი ვარიანტი იქნება (Konoplyanik, A. A., & Sergaeva, A. A., 2018).

ამჟამად, შავ ზღვაზე გემების საწვავად თხევადი ბუნებრივი აირის მოხმარება ძალიან დაბალია – 6

მილიონი ტონა წელიწადში. თხევადი ბუნებრივი აირის მოთხოვნის ზრდა ბუნკერის საწვავის სახით, მომდევნო რამდენიმე წლის განმავლობაში შავ ზღვაში გაიზრდება 100-200 ათასი ტონით წელიწადში, ხოლო დუნაიზე – 20 ათასი ტონით წელიწადში (Konoplyanik, A., & Haug, A., 2020).

ამჟამად, დუნაის ჩრდილოეთ ნაწილი ჩრდილოეთის ზღვიდან მარაგდება. რეგიონის მნიშვნელოვანი, სამხრეთი ნაწილის მომარაგება თხევადი გაზით ძალზე ეფექტური იქნება შავი ზღვიდან.

ცხრილი 1

ქვეყანა	მოპოვება, მლრდ. მ³/წ	მოხმარება, მლრდ.მ³/წ	იმპორტი, მლრდ.მ³/წ	ძირითადი იმპორტიორი ქვეყნები	მგს, მლრდ.მ³	იმპორტი რუსეთიდან, მლრდ.მ³/წ
რუმინეთი	9,084	11,269	2,18	აზერბაიჯანი, თურქეთი, რუსეთი	3,12	0,336
ბულგარეთი	0	2,5	2,5	აშშ, კატარი, რუსეთი, აზერბაიჯანი.	0,5	0
უკრაინა	19,1	20,8	1,7	რუსეთი, რუმინეთი	31	0
მოლდოვა	0	0,790	0,91	საბერძნეთი, რუსეთი, რუმინეთი, აზერბაიჯანი	0	0,7
სერბეთი	0,4	2,8	3,2	რუსეთი, საბერძნეთი, აზერბაიჯანი	0,43	2,9
უნგრეთი	1,5	7,8	9,0	რუსეთი, საბერძნეთი, აზერბაიჯანი	6,6	8,6
სლოვაკეთი	0,2	4,7	3,0	რუსეთი, ნორვეგია, აზერბაიჯანი	4,11	3,0
ჩრ. მაკედონია	0	0,3	0,3	აზერბაიჯანი, საბერძნეთი	0	0,2
სლოვენია	0	0,9	0,9	რუსეთი, ალჟირი, ნორვეგია, აზერბაიჯანი, აშშ, კატარი	0	0
ჩეხეთი	0,1	6,9	5,9	ნორვეგია, ალჟირი.	3,34	4,28
ავსტრია	0,9	7	6	რუსეთი, აშშ, ნორვეგია, აზერბაიჯანი	6,0	7,0
ჯამი	31,3	65,76	35,59	აზერბაიჯანი	50,47	27,02
მათ შორის საწვავი	-	8	8	აშშ, კატარი, ნორვეგია და ალჟირი, თურქეთისა და საბერძნეთის გავლით	0	0

ამრიგად, ევროპის სამიზნე რეგიონი ღიაა როგორც გრძელვადიანი, მოკლევადიანი კონტრაქტებით კასპიის გაზის მიღებისათვის, რაც საბითუმო და სპორტურ ბაზრებზე მიწოდების ეფექტურად დაბალანსების საშუალებას იძლევა.

უნდა აღინიშნოს, რომ დღეს კასპიის რეგიონიდან ბუნებრივი აირი ევროპის ბაზარს მილსადენებით მიეწოდება, ექსკლუზიურად გრძელვადიანი კონტრაქტებით. ასეთ პირობებში, ბაზრის ყველაზე საინტერესო, მოკლევადიანი ხელშეკრულებებით სწრაფი მიწოდების შესაძლებლობები იგნორირებული რჩება. მილსადენური გაზის ექსპორტით წარმოქმნილი გაუთვალისწინებელი დეფიციტის დაფარვაში მონაწილეობა შეუძლებელია, მაშინაც კი, თუ საჭირო წარმოების რეზერვები არსებობს. ბაზრის ამ სეგმენტის უზრუნველყოფა ძირითადად თხევადი გაზით ვაჭრობით ხორციელდება.

ძირითადი ნაწილი

კასპიის რეგიონში ბუნებრივი გაზის წარმოებისა და ტრანსპორტირების თავისებურებანი

ბუნებრივი გაზის წარმოებას და ტრანსპორტირებას თურქმენეთში, აზერბაიჯანსა და საქართველოში მკაფიოდ გამოხატული სეზონური ხასიათი აქვს. ზამთარში გაზის მოხმარება 2-3 ჯერ მეტია, ვიდრე ზაფხულში (International Energy Agency. (n.d.)). შესაბამისად, ზაფხულში მნიშვნელოვანი რეზერვები წარმოიშობა, როგორც წარმოებაში, ისე სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაში. ამჟამად, აზერბაიჯანს შეუძლია ბუნებრივი აირის მარაგების 2-3 მლრდ.მ³/წლით გაზრდა, თურქმენეთის ზაფხულის რეზერვის ადვილად ხელმისაწვდომი ნაწილის მეშვეობით (Roberts, J., & Bowden, J.,2022, March 20).

თურქმენული გაზის ზაფხულის სამრეწველო რეზერვების სრული მოცულობა კასპიის სანაპიროზე დაახლოებით 10 მილიარდ კუბურ მეტრად არის შეფასებული წელიწადში (Roberts, J., & Bowden, J.,2022, March 20).

თურქმენეთმა, ირანმა და ერაყმა დაიწყეს მოლაპარაკებები მარაგების წელიწადში 20 მილიარდ კუბურ მეტრამდე გაზრდის შესახებ (Tagieva, A., 2024, January 12). ასევე განიხილება ყაზახეთიდან ევროპაში ბუნებრივი აირის ექსპორტის საკითხიც (*Trans-Caspian gas pipeline: Azerbaijan offers Turkmenistan a unique chance*).

დღეს ძალზე მნიშვნელოვანი საკითხია კასპიის რეგიონიდან ევროპაში ბუნებრივი აირის მიწოდების ყველაზე მომგებიანი ვარიანტის დადგენა. ამისათვის აუცილებელია რეგიონში გაზის წარმოების თავისებურებების გათვალისწინება. დღეს ევროპაში ბუნებრივი აირის დამატებითი მოცულობების მიწოდების უახლოესი და ყველაზე პერსპექტიული ქვეყანა თურქმენეთია. თურქმენეთის წარმოების რეზერვების ზუსტად დადგენა რთულია მონაცემების არასაჯაროობის გამო, მაგრამ ამ რეზერვების ნაწილის შეფასება შესაძლებელია. 2024 წელს თურქმენეთში ბუნებრივი აირის მოხმარებამ 35 მლრდ.მ³ შეადგინა. თურქმენეთს არა აქვს მიწისქვეშა გაზსაცავები, ამიტომ, მოხმარების ცვლილებების (ზრდა ზამთარში და შემცირება ზაფხულში), კვალდაკვალ ბუნებრივი აირის წარმოების მოცულობაც იცვლება. რეგიონში ბუნებრივი აირის მოხმარების სეზონური უთანაბრობის კოეფიციენტი 1.5-ზე მეტია (რის გამოც ზამთრისა და ზაფხულის მოხმარების მოცულობების თანაფარდობა არის 21/14), ზამთრისა და ზაფხულის წარმოების მოცულობებს შორის სხვაობა წელიწადში მინიმუმ

7 მლრდ.მ³-ია. გარდა ამისა, კასპიის ზღვის თურქმენულ სექტორში, სადაც Petronas გაზს მოიპოვებს, შესაძლებელია 5 მლრდ.მ³/წ გაზის დაჭერა და მისი აზერბაიჯანში ტრანსპორტირება. საქმე ისაა, რომ ამ გაზის უდიდესი ნაწილი იწვის ან გაიტყორცნება ატმოსფეროში (Roberts, J., & Bowden, J., 2022, March 20).

ამრიგად, ზაფხულის წარმოების რეზერვები, რომელთა ეფექტურად (ზაფხულის ფასებით) შექმნა, მგს-ში შენახვა და ზამთარში ევროპაში იმპორტირება შესაძლებელია აზერბაიჯანის გავლით, დაახლოებით 12 მლრდ.მ³/წ-ს შეადგენს.

თუ დარჩენილ 18 მლრდ.მ³/წ (რეგიონში გაზზე მოთხოვნის 30 მლრდ.მ³/წ-მდე შესავსებად) გაზის ტრანსპორტირებას წლის განმავლობაში მოვახდენთ თანაბრად - 1,5მლრდ.მ³/თვეში, მაშინ გაზზე დაბალი მოთხოვნის პერიოდში (აპრილი-ოქტომბერი, სულ 7 თვე) დამატებით დაგვჭირდება მგს-ი $7 \times 1,5 = 10,5$ მლრდ.მ³-ის შესანახად. ამ შემთხვევაში გაზის შესანახად საჭირო მგს-ის ჯამური მოცულობა იქნება $10,5 + 12 = 22,5$ მლრდ.მ³. სამიზნე რეგიონის ქვეყნების მგს-ების ჯამური აქტიური მოცულობა 19,47 მლრდ.მ³-ს შეადგენს (უკრაინის მგს-ების გამოკლებით, რადგან გაზი მოპირდაპირე მხრიდან მოწოდებული იქნება) (იხ. ცხრილი 1). აქედან, ამ ქვეყნებში წარმოებული 12,18 მლრდ.მ³/წ-ის 25%-ის შესანახად საჭიროა 3,04 მლრდ.მ³ მოცულობის მგს. ამიტომ, ზემოაღნიშნული იმპორტის სქემის განსახორციელებლად საჭირო იქნება დაახლოებით $22,5 - (19,47 - 3,04) = 6,07$ მლრდ.მ³ მოცულობის მგს-ის ობიექტის აშენება.

ამრიგად, შეიქმნება პროექტისათვის ხელსაყრელი პირობები, რადგან ევროპაში იმპორტირებული გაზის მთლიანი მოცულობის 75% იაფი ზაფხულის გაზი იქნება.

შემოთავაზებული ექსპორტის სქემა ძალიან სასარგებლო იქნება თურქმენეთისთვისაც, ვინაიდან ის წარმოების არსებული რეზერვების სრულად გამოყენებისა და მოგების მნიშვნელოვნად გაზრდის შესაძლებლობას იძლევა.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეიძლება რეკომენდაცია მიეცეს კასპიის რეგიონიდან ევროპაში გაზის დამატებით 30 მლრდ.მ³/წ ექსპორტისათვის მოხდეს პროექტ AGRI-ს (აზერბაიჯანი, საქართველო, რუმინეთის ინტერკონექტორი) რეორგანიზაცია და ახალი პროექტის, პირობითი დასახელებით „Black Sea LNG“-ს (შავი ზღვის თხევადი გაზი) ფორმირება, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება რეგიონში არსებული რეალიები (მოთხოვნა თხევად გაზზე შავ ზღვასა და მდ. დუნაიზე, მიწისქვეშა გაზსაცავის მოწყობის აუცილებლობა, ექსპორტზე დანახარჯების შემცირების შესაძლებლობა და სხვა).

პროექტი „Black Sea LNG“ უნდა მოიცავდეს შემდეგ ინფრასტრუქტურას:

- პროექტ AGRI-ის ანალოგიურად საქართველოს პორტ ყულევში თხევადი გაზის საექსპორტო ტერმინალის შექმნას;
- პორტ ყულევთან მგს-ის მშენებლობას რეგიონში წარმოებისა და სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ზაფხულის რეზერვების ეფექტური გამოყენებისთვის (გაზის ფასის შემცირებისა და მოგების გაზრდისათვის);
- თხევადი გაზის მიმღები ტერმინალების მშენებლობა ბულგარეთში (პორტ ბურგასში), რუმინეთსა (პორტ კონსტანცაში) და უკრაინაში (პორტ ოდესაში), რაც საშუალებას მოგვცემს მინიმუმზე დავიყვანოთ გაზის სატრანზიტო გადასახადები და ხელი შევუწყოთ შავ ზღვაზე

გემების თხევად საწვავზე გადაყვანას: ბუნკერების ადგილების რაოდენობის გაზრდას;

- მდ. დუნაის პირველივე პორტ გალაცში მოეწყოს თხევადი გაზის მსხვილტონაჟიანი ტანკერებიდან სამდინარო ტანკერებსა და ბარჟებზე გადატვირთვა მდინარის პორტებში მისაწოდებლად.

პროექტი „Black Sea LNG“, AGRI პროექტის მსგავსად, შესაძლებელია სამ ეტაპად განვითარდეს. ინფრასტრუქტურას დაემატება მიწისქვეშა გაზსაცავი 6 მილიარდი კუბური მეტრი აქტიური მოცულობით. ამისათვის კარგი პირობები გვაქვს იქვე განლაგებულ ყულევის ანტიკლინურ სტრუქტურაში, რომელიც გამოფიტული საბადოების რიცხვს განეკუთვნება და კარგად არის შესწავლილი.

პროექტის ინფრასტრუქტურის შექმნაზე საჭირო კაპიტალური დანახარჯების შეფასებისას გათვალისწინებულია, რომ „რეალურად თხევადი გაზის მწარმოებელი ქარხნების მშენებლობისათვის საჭირო კაპიტალი, უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში ერთეულ პროდუქციაზე შემცირდა 25%-ით, თხევადი გაზის ტანკერებზე 35%-ით, ხოლო რეგაზიფიკაციის (საიმპორტო) ტერმინალების 20%-ით (Construction of liquefied natural gas plants. (n.d.).)

ყულევში პროექტ „Black Sea LNG“-ისთვის 30 მლრდ.მ³/წ მწარმოებლობის მქონე საექსპორტო ტერმინალის მშენებლობაზე კაპიტალური ხარჯები განისაზღვრა Qatargas-ის ანალოგის მონაცემების საფუძველზე, რომლის მიხედვითაც 2009-2011 წლებში 7.8 ტ/წ (ანუ 10.53 მილიარდი მ³/წ) სიმძლავრის დიდი სახმელეთო საექსპორტო ტერმინალების მშენებლობა საშუალოდ 4.15 მილიარდი დოლარი

დაჯდა (*Qatargas operates seven liquefied natural gas trains...*, 2017, May 1) 30 მლრდ. მ³/წ-ში სიმძლავრის ტერმინალის მშენებლობაზე კაპიტალური ხარჯების გამოთვლა შესაძლებელია მასშტაბირების მეთოდის გამოყენებით:

$$C_3'' = C_2'' \times \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{0.7} = \$4,15 \text{ მლრდ.} \times \left(\frac{30}{10,53}\right)^{0.7} = \$8,64 \text{ მლრდ.}$$

ინფლაციისა (14 წელი) და ფასების ცვლილების გათვალისწინებით 8,55 მლრდ\$ (Construction of liquefied natural gas plants. (n.d.).)

ბულგარეთში, რუმინეთსა და უკრაინაში მიმდები სარეგაზიფიკაციო ტერმინალების მშენებლობაზე კაპიტალური დანახარჯების შესაფასებლად შეირჩა ანალოგი ლიეტუვაში კლაიპედის თხევადი გაზის მიმღები ტერმინალის სახით/ მისი მწარმოებლობა არის 3 მლრდ. მ³/წ (Construction of liquefied natural gas plants. (n.d.).). კაპიტალური დანახარჯები დღეისათვის $C_0 = \$262,4$ მლნ.-ს შეადგენს. ეს დანახარჯები მოიცავს მცურავი სარეგაზიფიკაციო ხომალდის FSRU-ს ღირებულებასა (\$143,1 მლნ.) და ინფრასტრუქტურის მშენებლობის ღირებულებას (\$119,3 მლნ.) (*Klaipėda LNG terminal*) და (*Lithuanian "Floating Independence"*).

უახლოესი ანალოგის მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია კაპიტალური ხარჯების განსაზღვრა წელიწადში 4 მლრდ.მ³/წ, 8 მლრდ.მ³/წ და 30 მლრდ.მ³/წ მწარმოებლობის მქონე საიმპორტო ტერმინალების მშენებლობისთვის. ამრიგად, ოდესაში უკრაინის იმპორტის ტერმინალისთვის:

$$C_1'' = C_0 \times \left(\frac{Q_1}{Q_0}\right)^{0.7} = \$0,262 \text{ მლრდ.} \times \left(\frac{4}{3}\right)^{0.7} = \$0,32 \text{ მლრდ.}$$

ვარნასა და კონსტანცას ტერმინალებისთვის, წელიწადში 13 მლრდ.მ³/წ მწარმოებლობით:

$$C_2'' = C_1'' \times \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{0.7} = \$0,32 \text{ მლრდ.} \times \left(\frac{13}{4}\right)^{0.7} = \$0,73 \text{ მლრდ.}$$

სულ მიმღები ტერმინალების მშენებლობაზე საჭირო კაპიტალური დანახარჯები შეადგენს 1,05 მლრდ.\$.

ყულებში მგს-ის მშენებლობის კაპიტალური ხარჯები განისაზღვრა „ბერგერმერის“ (ნიდერლანდები) მგს-ის ანალოგის შესაბამისად (TAQA. (n.d.):

- ტიპი: UGS გამოფიტულ გაზის საბადოში.
- აქტიური მოცულობა: 4.1 მლრდ.მ³.
- სიღრმე: 2000 მ-მდე (ყულებისათვის 1800 მ-ია).

მშენებლობის ღირებულება: 800 მილიონი ევრო (*Gazprom and TAQA will invest €800 million in building an underground gas storage facility in the Netherlands [in Russian]. (2009, October 21). OilCapital.ru.*)

გაანგარიშებისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ:

- რეგიონული ფასდაკლება: საქართველოში მოვლა-პატრონობის ხარჯები 20-30%-ით დაბალია, ვიდრე ცენტრალურ ევროპაში;
- უკვე შესრულებული სამუშაოები: ყულების ანტიკლინურ სტრუქტურაზე 19 ჰაბურდილია გაბურღული.

ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, ყულებში 6.07 მლრდ.მ³ აქტიური მოცულობით მგს-ის მშენებლობაზე კაპიტალური ხარჯები შეადგენს $(800\text{მლნ.}\text{€}/4.1) \times 6.07 = 1184\text{€} \times 1.15 = \$1,362$ მლნ. ინფლაციის (2015 წლიდან) 1,693 მლნ.\$ და რეგიონული ფასდაკლების (25%) გათვალისწინებით – 1,269 მლნ.\$.

შესაბამისად, შავი ზღვის ქვეყნებში „Black Sea LNG“ პროექტის ინფრასტრუქტურაზე კაპიტალური დანახარჯები ტოლი იქნება: \$8,55 მლრდ. + \$1,05 მლრდ. + \$1,269 მლრდ. = \$10,87 მლრდ.

„Black Sea LNG“ პროექტში მგს იძლევა დამატებითი მოგების მიღების შესაძლებლობას ბუნებრივი აირის ფასების სეზონური რყევების, გეოპოლიტიკური შოკების (2022), ფინანსური კრიზისების (2008), ტექნიკური მიზეზების გამო გაზომომარაგების შეწყვეტის (მაგალითად, ნორვეგიიდან თხევადი ბუნებრივი აირის მიწოდების შეწყვეტა 2020 წელს) და ა.შ. არსებული მონაცემებისა და ბოლო 20 წლის განმავლობაში განზოგადებული ტენდენციების საფუძველზე, ზაფხულისა და ზამთრის გაზის ფასებს შორის საშუალო სხვაობა იყო $50 \div 100$ \$/1000მ³. პიკის წლებში ეს სხვაობა 200 \$/1000მ³-ს აღწევს. ტექნიკური მიზეზებით გამოწვეული პიკების ალბათობა წელიწადში 17.5%-ია (FTI Consulting. 2021, December 23).

მგს საშუალებას იძლევა ევროპაში იმპორტირებული გაზის 75% (22,5 მლრდ.მ³) შევიდინოთ დაბალი მოთხოვნების პერიოდში (ზაფხულში) და რეალიზაცია გავუკეთოთ მაღალი მოთხოვნის პერიოდში (ზამთარში) და მივიღოთ $(50 \div 100) \$/1000\text{მ}^3$, რაც ერთ წელიწადში $\$1,125 \div 2,25$ მლრდ. შეადგენს, ხოლო პიკურ წლებში ეს მოგება არის \$4,5 მლრდ. როგორც ზემოთ არის ნაჩვენები მგს-ის დამატებამ გამოიწვია დამატებითი კაპიტალური დანახარჯები \$8,55 მლრდ.-ის ოდენობით. ჩვეულებრივ წლებში ეს თანხა \$8,55 მლრდ./1,7=5 წელიწადში ამოიღება, ხოლო პიკური მხოლოდ 2 წელი იქნება საკმარისი ამ ინვესტიციის ამოსაღებად.

გარდა ამისა, „Black Sea LNG“ საუკეთესო პირობებს ქმნის შავ ზღვასა და მდ. დუნაიზე გემების ბუნკერირებისათვის თხევად გაზზე გადასვლისათვის. ბუნკერინგიდან მიღებული მოგება $(80 \div 160)$ მლნ.\$/წ.

დასკვნა

ევროპის სამიზნე რეგიონის ქვეყნებში (რუმინეთი, ბულგარეთი, უკრაინა, მოლდოვა, ჩრდილოეთ მაკედონია, სერბეთი, უნგრეთი, სლოვაკეთი, ჩეხეთი, სლოვენია და ავსტრია) მოთხოვნა ბუნებრივი გაზის დამატებით მოცულობაზე 30მლრდ.მ³-ს შეადგენს, რომელიც შესაძლებელია მიწოდებულ იქნეს კასპიის რეგიონიდან.

კასპიის რეგიონში გაზის წარმოებისა და ტრანსპორტირების თავისებურებების გათვალისწინება მგს-ის ეფექტურად გამოყენებისა და მნიშვნელოვანი მოგების საშუალებას იძლევა (მინიმუმ 50÷100 \$/1000მ³), ხოლო თხევადი გაზის მიმღები

ტერმინალების მშენებლობა ბულგარეთის, რუმინეთისა და უკრაინის პორტებში საშუალებას მოგვცემს ერთი მხრივ შევამციროთ სატრანზიტო ხარჯები, მეორე მხრივ კი ხელი შევუწყოთ შავ ზღვასა და მდ. დუნაიზე გემების თხევადი გაზის საწვავზე გადასვლასა და დამატებითი მოგების მიღებას (\$80÷ \$160) მლნ./წ.

კაპიტალური დანახარჯები პროექტ „Black Sea LNG“-ის მშენებლობაზე, საორიენტაციოდ შეადგენს \$10,87 მლრდ.-ს. პროექტის ფარგლებში შემოთავაზებული წინადადებების გათვალისწინება მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს კასპიის რეგიონიდან ევროპაში გაზის მიწოდების ეკონომიკურ მაჩვენებლებს და გაზრდის მის ეფექტურობას.

ლიტერატურა

1. International Energy Agency. (n.d.). *Countries and regions*. Retrieved from <https://www.iea.org/countries> IEA
2. International Maritime Organization. (n.d.). *Press releases and news*. Retrieved from <https://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings>
3. Konoplyanik, A. A., & Sergaeva, A. A. (2018). The emergence of the LNG market in the Danube region [in Russian]. *Transport on Alternative Fuel*, (2[62]). Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/zarozhdenie-rynka-szhizhennogo-prirodnogo-gaza-v-dunayskom-regione-analogii-razvitiya-rynka-spg-dunayskogo-regiona-i-regiona-severnogo-i>
4. Konoplyanik, A., & Haug, A. (2020). Blue fuel for the Black Sea and the Danube [in Russian]. *Neftegazovaya Vertikal*, (7), 10–19.
5. International Energy Agency. (n.d.). *Gas trade flows: Monthly data for 31 countries*. Retrieved from <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/gas-trade-flows#gas-trade-flows>
6. Roberts, J., & Bowden, J. (2022, March 20). Removing Russia from the European gas balance: A major role for Caspian gas. *Atlantic Council EnergySource*. Retrieved from <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/energysource/a-major-role-for-caspian-gas/>
7. Tagieva, A. (2024, January 12). There is no official explanation why Turkmenistan stopped supplying gas to Azerbaijan since December 2023... [in Russian]. *Sputnik Azerbaijan*. Retrieved from

- <https://az.sputniknews.ru/20240112/ni-kholodno-ni-zharko-nuzhen-li-azerbaydzhanu-turkmenskiy-gaz-ili-pochemu-prekratilsya-svop-461897615.html>
8. *Trans-Caspian gas pipeline: Azerbaijan offers Turkmenistan a unique chance* [in Russian]. (2023, August 15). *Moscow–Baku*. Retrieved from https://www.moscow-baku.ru/news/economy/transkaspiskiy_gazoprovod_azerbaydzhan_predostavlyayet_turkmenistanu_unikalnyy_shans/
 9. Construction of liquefied natural gas plants. (n.d.). Retrieved from https://www.zerorepaidfinancial.com/en/services/liquefied-natural-gas-plants/construction-of-liquefied-natural-gas-plants/index6d65.html?sphrase_id=399564
 10. *Qatargas operates seven liquefied natural gas trains...* (2017, May 1). *MEED*. Retrieved from <https://www.meed.com/qatargas/>
 11. *Klaipėda LNG terminal* [in Russian]. (2024, December 19). Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Klaip%C4%97da_LNG_terminal
 12. *Lithuanian “Floating Independence”* [in Russian]. (2025, March 1). *Day Kyiv*. Retrieved from <https://day.kyiv.ua/ru/article/ekonomika/litovskaya-plavuchaya-nezavisimost>
 13. TAQA. (n.d.). Retrieved from <https://www.taqa.com>
 14. *Gazprom and TAQA will invest €800 million in building an underground gas storage facility in the Netherlands* [in Russian]. (2009, October 21). *OilCapital.ru*. Retrieved from <https://oilcapital.ru/news/2009-10-21/gazprom-i-taqa-vlozhat-800-mln-evro-v-stroitelstvo-phg-v-niderlandah-941186>
 15. FTI Consulting. (2021, December 23). *Economic assessment of South Kavala investment (Final report)*. Retrieved from https://www.raaey.gr/energeia/wp-content/uploads/2022/02/I-318363-Att.2_20211223-FTI-Consulting-Economic-Assessment-of-South-Kavala-Investment-Final-report.pdf

UDC 622.692.4:658.26(4)

SCOPUS CODE 2108

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-133-142>

Efficient Technologies and Infrastructure for Gas Transportation from the Caspian Region to Europe

Lavrenti Gudavadze Georgian Technical University, Faculty of Mining Geology and Sustainable Mountain Development, Professor, Georgia

E-mail: z.gudavadze@gtu.ge

Shota Gujabidze Economics Expert, Doctor of Economic Sciences, Georgia

E-mail: gujabidze.sh@gtu.ge

Reviewers:

I. Gujabidze, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Mining Geology and Sustainable Development of Mountains

E-mail: I.k.gujabidze@gmail.com

T. Barabadze, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Mining Geology and Sustainable Development of Mountains

E-mail: t.barabadze@gtu.ge

Abstract. One of the main strategic objectives of European countries is to diversify natural gas supply and reduce dependence on Russian imports. This paper explores a technological and infrastructural model for transporting natural gas from the Caspian region to Central and Southeastern Europe through the proposed “Black Sea LNG” project. The study analyzes the regional seasonal production and consumption characteristics, particularly focusing on the summer reserves in Turkmenistan and Azerbaijan. It assesses the potential of using LNG terminals in Georgia (Kulevi) for export and in Bulgaria, Romania, and Ukraine for import, including underground gas storage (UGS) capacities. The financial feasibility of infrastructure development is calculated, and the study argues that summer gas procurement and winter resale can significantly improve profitability. The project offers an efficient and environmentally beneficial alternative to pipeline gas, enhances energy security, and enables maritime bunkering with LNG in the Black Sea and Danube regions.

Keywords: Black Sea; Caspian gas; Diversification energy security; Europe; Gas infrastructure; Gas transportation; LNG; Seasonal reserves; Underground gas storage.

განხილვის თარიღი 18.12.2025

შემოსვლის თარიღი 23.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 517

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-143-147>

Study of the Dynamics of the Epicyclic Mechanism in the Presence of Sliding Friction and Rolling Friction

Zurab Mchedlishvili Georgian Technical University, Faculty of Transportation Systems and Mechanical Engineering, Associate Professor, Georgia

E-mail: zurab.mch@mail.ru

Zurab Tsitskishvili Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering, Associate Professor, Georgia

E-mail: z.tsitskishvili@gtu.ge

Reviewers:

D. Gorgidze, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Civil Engineering,

E-mail: d.gorgidze@gtu.ge

G. Japaridze, Georgian Technical University Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering,

E-mail: japaridzegia05@gtu.ge

Abstract. The article presents a dynamic solution of an epicyclic gear mechanism that is in external engagement with a fixed inner wheel. The geometric features of the trajectory of this mechanism make it possible to apply this mechanism in machines that provide technological processes, which sometimes require minor vibrations of the slave link during the stop stage. Mechanisms of this type are used in the textile industry, where when processing a material, it is required that the executive body can make minor fluctuations relative to the temporary position.

Keywords: Acceleration; Cycloid; Gear wheel; Mechanism; Moment; Speed.

Introduction

The article discusses the dynamic calculation of an epicyclic planetary mechanism when its satellite is in external engagement with a fixed internal support wheel. The design features of the mechanism allow this mechanism to be used in machines that provide technological processes, which sometimes require minor vibrations of the driven link during the stop stage. Mechanisms of this type are used in the textile industry, where the processing of the material requires that the actuator can make minor fluctuations relative to the temporary position. In this work, a study of the dynamics of such a mechanism is carried out for the case when sliding friction forces act on the driven wheel in the joint of the joint with the tip and the rolling friction moment at the point of contact of the movable wheel (satellite) with the fixed support inner wheel. As a result, formulas are derived to determine

the acceleration of the driving link and the torque applied to this link during its uniform movement.

Main Part

Crank OA rotates under action of moment applied to point O - M_0 , uniform wheel 2 with mass m_2 is driven through crank, which rolls on external surface of wheel- 1. It is necessary to determine the acceleration obtained by the crank under the action of external forces applied to the mechanism and friction forces applied in the hinge A gear 2 and rolling friction moment acting at the point of contact of this wheel with fixed wheel 1. The mechanism has one degree of freedom, i.e. its position is determined by one generalized coordinate.

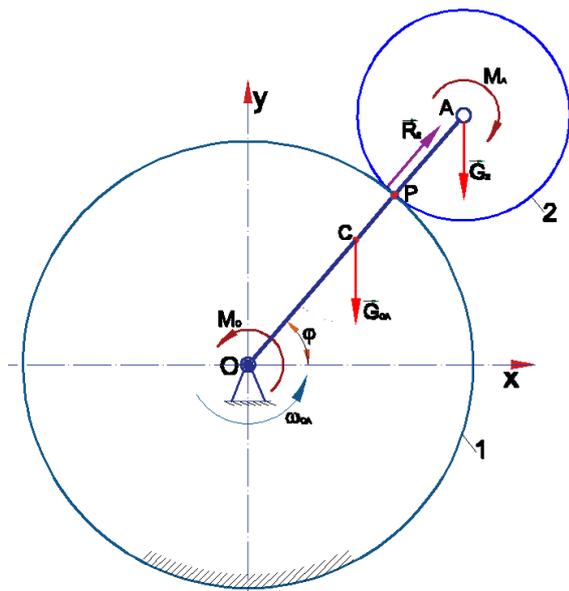


Fig. 1

To solve the problem, you need to use the Lagrange equation of the second kind.

The Lagrange equation for a generalized φ – coordinate is:

$$\frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q_{\varphi} \quad (1)$$

Active forces are $G_{OA} = m_{OA} \cdot g$ – crank gravity , $G_2 = m_2 \cdot g$ – wheel 2 gravity, M_0 – moment applied to crank OA, moment of resistance forces acts in hinge A M_A reaction at the point of contact of wheels R_2 which creates rolling friction moment whose coefficient f .

To determine the generalized force, we calculate the sum of the works of all the listed forces acting on the mechanism at an elementary possible movement $\delta\varphi$, on which the crank imaginatively turns OA towards increasing angle φ .

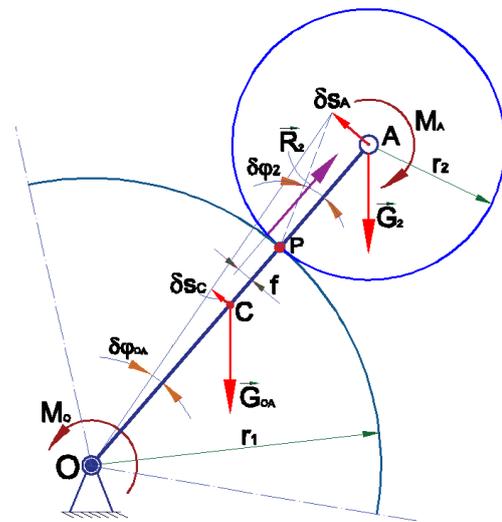


Fig. 2

After that, the reaction force from the stationary wheel can be calculated:

$$R_2 = G_2 \cdot \cos(90^\circ - \varphi) = G_2 \cdot \sin \varphi \quad (2)$$

Let's calculate the possible angle of rotation of the wheel 2

$$\delta\varphi_2 = \frac{\delta s_A}{r_2} = \frac{(r_1+r_2) \cdot \delta\varphi}{r_2} \quad (3)$$

The expression to work with looks like this:

$$\delta A_{\text{კავ}} = V \cdot \delta r_P + M_{zP} \cdot \delta\varphi_2 \quad (4)$$

If we move the pole of bringing forces to a point P, we will have:

$$\delta r_P = 0 \quad (5)$$

$$\delta A_{\text{კავ}} = M_{zP} \cdot \delta\varphi_2 \quad (6)$$

The total moment of all forces acting on the wheel 2 relative to the point P will be:

$$\begin{aligned} M_{ZP} &= -R_2 \cdot f - M_A - G_2 \cdot r_2 \cdot \cos \varphi = \\ &= -M_A - G_2 \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f) \end{aligned} \quad (7)$$

After that, we find work on the possible movement of this moment:

$$\begin{aligned} \delta A_1 &= M_O \cdot \delta \varphi - G_{OA} \cdot \delta s_C \cdot \cos \varphi - G_2 \cdot \delta s_A \cdot \cos \varphi = \\ &= M_O \cdot \delta \varphi - G_{OA} \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot \cos \varphi \delta \varphi - \\ &\quad - G_2 \cdot (r_1 + r_2) \cdot \cos \varphi \delta \varphi \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \delta A_2 &= [-M_A - G_2 \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f)] \cdot \delta \varphi_2 = \\ &= [-M_A - G_2 \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f)] \cdot \frac{(r_1 + r_2) \cdot \delta \varphi}{r_2} \end{aligned} \quad (9)$$

Given this, the sum of the work of all the forces applied to the mechanism on elementary possible movements will be determined using the expression:

$$\begin{aligned} \delta A &= \delta A_1 + \delta A_2 = M_O \cdot \delta \varphi - \\ &- G_{OA} \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot \cos \varphi \delta \varphi - G_2 \cdot (r_1 + r_2) \cdot \cos \varphi \delta \varphi + \\ &\quad - M_A \cdot \frac{(r_1 + r_2) \cdot \delta \varphi}{r_2} - \\ &- G_2 \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f) \cdot \frac{(r_1 + r_2) \cdot \delta \varphi}{r_2} \end{aligned} \quad (10)$$

Hence, let's take the generalized force by dividing this expression by $\delta \varphi$, then we get:

$$\begin{aligned} Q_\varphi &= M_O - G_{OA} \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot \cos \varphi - G_2 \cdot (r_1 + r_2) \cdot \cos \varphi \\ &\quad - M_A \cdot \frac{(r_1 + r_2)}{r_2} - \\ &\quad - G_2 \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f) \cdot \frac{(r_1 + r_2)}{r_2} \end{aligned} \quad (11)$$

Based on the fact that the mechanism includes movable links, a crank OA and a gear wheel 2, the total kinetic energy is determined by the formula:

$$T = T^{(1)} + T^{(2)} \quad (12)$$

The crank OA rotates around the axis O and its kinetic energy is determined by the formula:

$$T^{(1)} = \frac{1}{2} J_O \dot{\varphi}^2 \quad (13)$$

Where

$$J_O = \frac{1}{3} m_{OA} \cdot OA^2 = \frac{1}{3} m_{OA} \cdot (r_1 + r_2)^2 \quad (14)$$

There is a moment of inertia of the crank and after its substitution in formula (14)

Let's receive:

$$T^{(1)} = \frac{1}{6} m_{OA} \cdot (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi}^2 \quad (15)$$

The kinetic energy of a gear that makes a flat motion is:

$$T^{(2)} = \frac{1}{2} m_2 v_A^2 + \frac{1}{2} J_2 \omega_2^2 \quad (16)$$

Here you first need to determine the speed of the center of rotation of the wheel, which is the end of the crank OA:

$$v_A = OA \cdot |\dot{\varphi}| = (r_1 + r_2) \cdot |\dot{\varphi}| \quad (17)$$

To determine the angular speed of link 2, consider the speed of the same point A belonging to the gear with respect to the instantaneous center of speed P of the wheel

$$v_A = AP \cdot \omega_2 = r_2 \cdot \omega_2 \quad (18)$$

From this we get:

$$\omega_2 = \frac{(r_1 + r_2)}{r_2} \cdot |\dot{\varphi}| \quad (19)$$

The moment of inertia of the gear 2 wheel is calculated by the formula:

$$J_A = \frac{1}{2} m_2 \cdot r_2^2 \quad (20)$$

The complete expression for the kinetic energy of the wheel is written as follows:

$$\begin{aligned} T^{(2)} &= \frac{1}{2} m_2 \cdot ((r_1 + r_2) \cdot |\dot{\varphi}|)^2 + \frac{1}{4} m_2 \cdot r_2^2 \cdot \omega_2^2 = \\ &= \frac{1}{2} m_2 \cdot ((r_1 + r_2) \cdot |\dot{\varphi}|)^2 + \frac{1}{4} m_2 \cdot r_2^2 \cdot \\ &\quad \cdot \left(\frac{(r_1 + r_2)}{r_2} \cdot |\dot{\varphi}| \right)^2 = \\ &= \frac{1}{2} m_2 \cdot (r_1 + r_2)^2 |\dot{\varphi}|^2 + \frac{1}{4} m_2 \cdot (r_1 + r_2)^2 |\dot{\varphi}|^2 = \\ &= \frac{3}{4} m_2 \cdot (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi}^2 \end{aligned} \quad (21)$$

After substituting expression (16) and (22) into formula (13), we obtain an expression describing the complete kinetic energy of the mechanism:

$$\begin{aligned} T &= T^{(1)} + T^{(2)} = \frac{1}{6} m_{OA} \cdot (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi}^2 + \frac{3}{4} m_2 \\ &\quad \cdot (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi}^2 = \end{aligned}$$

$$= \left(\frac{1}{6} m_{OA} + \frac{3}{4} m_2 \right) (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi}^2 = \frac{2m_{OA} + 9m_2}{12} (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi}^2 \quad (22)$$

After that, we calculate the partial derivative of kinetic energy T from the generalized speed $\dot{\varphi}$:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = \frac{2m_{OA} + 9m_2}{6} (r_1 + r_2)^2 \cdot \dot{\varphi} \quad (23)$$

And take the derivative of the obtained result in time:

$$\frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} = \frac{2m_{OA} + 9m_2}{6} (r_1 + r_2)^2 \cdot \ddot{\varphi} \quad (24)$$

Note that the total kinetic energy of the system expressed by formula (23) does not depend on the generalized coordinate φ , based on which we get:

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0 \quad (25)$$

After substituting the expressions (12), (25) and (26) into the Lagrange equation (1), we obtain the differential equation of mechanism motion for the generalized coordinate φ :

$$\begin{aligned} & \frac{2m_{OA} + 9m_2}{6} (r_1 + r_2)^2 \cdot \ddot{\varphi} = \\ & = M_O - G_{OA} \cdot \frac{r_1 + r_2}{2} \cdot \cos \varphi - G_2 \cdot (r_1 + r_2) \cdot \cos \varphi - \\ & - M_A \cdot \frac{(r_1 + r_2)}{r_2} - G_2 \cdot (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f) \cdot \frac{(r_1 + r_2)}{r_2} \quad (26) \end{aligned}$$

Where the crank acceleration is determined OA

$$\ddot{\varphi} = \frac{M_O}{\frac{2m_{OA} + 9m_2}{6} (r_1 + r_2)^2} - \frac{3G_{OA} \cos \varphi}{(2m_{OA} + 9m_2)(r_1 + r_2)} - \frac{6G_2 \cdot \cos \varphi}{(2m_{OA} + 9m_2)(r_1 + r_2)}$$

References

1. Artobolevskiy, I. I. (2016). *Theory of mechanisms and machines*. Moscow: Al'yans.
2. Borisenko, L. A. (2013). *Theory of mechanisms, machines and manipulators: Textbook*. Moscow: NIC Infra M; Novoe Znanie.
3. Kolovskiy, M. Z., Evgrafov, A. N., Semenov, Y. A., & Slousch, A. V. (2013). *Theory of mechanisms and machines: Textbook for university students*. Moscow: Akademiya.
4. Mkrtychev, O. V. (2019). *Theory of mechanisms and machines: Practical course*. Moscow: Vuzovskiy Uchebnik.
5. Smelyagin, A. I. (2018). *Theory of mechanisms and machines: Course design*. Moscow: Infra-M.

$$- \frac{6M_A}{(m_{OA} + 9m_2)(r_1 + r_2)r_2} - (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f) \cdot \frac{6G_2}{(m_{OA} + 9m_2)(r_1 + r_2)r_2} \quad (27)$$

Uniform rotation of the crank occurs under the condition:

$$M_O = \frac{1}{2} G_{OA} \cos \varphi \cdot (r_1 + r_2) + G_2 \cdot \cos \varphi (r_1 + r_2) + \frac{M_A(r_1 + r_2)}{r_2} + (r_2 \cdot \cos \varphi + \sin \varphi \cdot f) \cdot \frac{G_2(r_1 + r_2)}{r_2} \quad (28)$$

Conclusion

The article discusses the dynamic solution of a hypocyclic planetary mechanism when its satellite is in external engagement with a fixed inner wheel. Design features make it possible to use this mechanism in machines that provide technological processes, which sometimes require minor vibrations of the slave link during the shutdown stage. Mechanisms of this type are used in the textile industry, where when processing material it is required that the executive body can make minor fluctuations relative to the temporary position. In this work, a study of the dynamics of such a mechanism is carried out and as a result, formulas are derived to determine the acceleration of the driving link and the torque applied to this link during its uniform movement.

6. Timofeev, G. A. (2013). Theory of mechanisms and machines: Textbook for bachelors. Moscow: Yurayt.
7. Frolov, K. V. (2012). Theory of mechanisms and machine mechanics. Volume 5: Mechanics at the Technical University. Moscow: MSTU.
8. Chmil, V. P. (2012). Theory of mechanisms and machines: Educational and methodological guide. Saint Petersburg: Lan'.

UDC 517

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-143-147>

ეპიცენტრიდური მექანიზმის დინამიკის კვლევა, როცა მის კბილა თვალზე მოქმედებს სრიალისა და გორვის ხახუნის ძალები

ზურაბ მჭედლიძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო
E-mail: zurab.mch@mail.ru

ციციშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო
E-mail: z.tsitskishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

დ. გორგიძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: d.gorgidze@gtu.ge

გ. ჯაფარიძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: japaridzegia05@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში მოცემულია დინამიკური კვლევა, სატელიტიანი პლანეტარული მექანიზმისა, რომელიც გარე მოდებამია უძრავ შიდა კბილა თვალთან. მექანიზმის ტრაექტორიის თავისებურებები იძლევა ამ მოწყობილობის იმ მანქანებში გამოყენების საშუალებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტექნოლოგიურ პროცესებს, რომელთათვისაც საჭიროა მიმყოლი რგოლის მცირე რხევები გაჩერების ეტაპებზე. ასეთი ტიპის მექანიზმები გამოიყენება ტექსტილის წარმოებაში, სადაც ქსოვილის დამუშავებისას მოითხოვება შემსრულებელი ორგანოს მცირე რხევების დაშვება მექანიზმის დროებითი გაჩერებისას.

საკვანძო სიტყვები: აჩქარება; მექანიზმი; მომენტი; სატელიტი; სიჩქარე; ციკლოიდა.

The date of review 23.05.25

The date of submission 10.07.25

Signed for publishing 25.03.2026

UDC 620.1

SCOPUS CODE 2211

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-148-155>

მყარი სხეულის დეფორმირების რეალური დიაგრამის შეცვლა მის მრუდე ნაწილში ჩახაზული მრავალგვერდით

- ზურაბ მაძაგა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი. საქართველო
E-mail: z.madzagua@gtu.ge
- გივი დათუკიშვილი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი. საქართველო
E-mail: g.datukishvili@gtu.ge
- იოსებ უთმელიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასისტენტ პროფესორი. საქართველო
E-mail: utmelidze.i@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ბ. მაისურაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
E-mail: bo.maisuradze@gtu.ge
- ზ. გელაძე**, შპს IDM-ის დირექტორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი
E-mail: mail@idm.ge

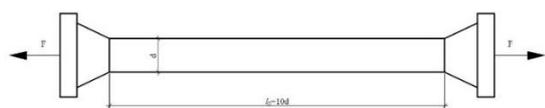
ანოტაცია. სტატიაში განხილულია მყარი სხეულის გაჭიმვის რეალური დიაგრამის შეცვლა ფიქტიური დიაგრამით იმ შემთხვევისთვის, როდესაც რეალური დიაგრამის არაწრფივი ნაწილი გამოირჩევა დიდი სიმრუდით. ამ დროს დიაგრამის მრუდწირულ ნაწილში მრავალგვერდის ჩახაზვით მიიღწევა ფიქტიური დიაგრამის საკმაო მიახლოება რეალურ დიაგრამასთან. რეალური დიაგრამის მაგივრად მრავალგვერდის ფორმის მქონე ფიქტიური

დიაგრამის გამოყენება საშუალებას იძლევა განგარიშებებში თავიდან ავიცილოთ გამოთვლების განმეორებების (იტერაციის) პროცესი და საგრძნობლად გავამარტივოთ საბოლოო საიმედო შედეგების მიღება.

საკვანძო სიტყვები: დეფორმაციის რეალური და ფიქტიური დიაგრამები; დრეკადობის გავლადი პარამეტრების იტერაციის მეთოდი; წრფივად განმტკიცებადი დიაგრამა.

შესავალი

ყოველი სხეულის დეფორმაცია გარეგანი ძალების მოქმედების გამო აისახება ე.წ. ძაბვა-დეფორმაციის დიაგრამაზე. ყოველი სხეულის კონკრეტული მასალისათვის აღნიშნული დიაგრამა განისაზღვრება მისი ექსპერიმენტული შესწავლის საშუალებით. ამისათვის მასალის ნიმუშებს სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით ცდიან გაჭიმვაზე (კუმშვაზე). ცდების შედეგების ერთმანეთთან შედარებადობის მიზნით დადგენილია გაჭიმვაზე გამოსაცდელი ნიმუშების გარკვეული ზომები, რომლებიც აღიარებულია ტიპურ სახეებად (სტანდარტებად). ერთ-ერთი ასეთი ნიმუში მოცემულია 1-ელ სურათზე.



სურ. 1. გაჭიმვაზე გამოსაცდელი ნიმუშის ერთ-ერთი სახე.

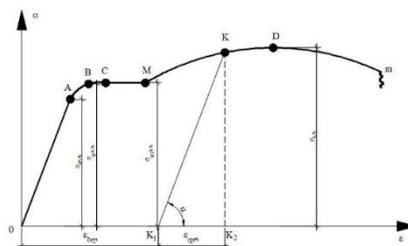
მე-2 სურ-ზე მოცემულია მცირენახშირბადიანი ფოლადის ნიმუშის გაჭიმვის დიაგრამა. დიაგრამის OA უბანი სწორი დახრილი ხაზია, რაც იმას ნიშნავს, რომ ამ საზღვრებში დაცულია ძაბვებსა და დეფორმაციებს შორის წრფივი დამოკიდებულება და იგი განისაზღვრება ჰუკის კანონით:

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (1)$$

სადაც σ არის მოქმედი მექანიკური დამაბულობა (ძაბვა), ε – ნიმუშის დეფორმაცია მოქმედი ძალის მიმართულებით, ხოლო E – მასალის დრეკადობის მოდული, რომელიც მუდმივი სიდიდეა.

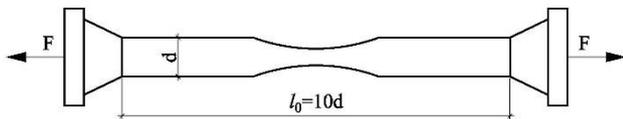
დიაგრამაზე მდებარე A წერტილს პროპორციულობის ზღვარი ეწოდება. დახრილი OA ხაზის დახ-

რის α კუთხის ტანგენსი ტოლია მასალის დრეკადობის მოდულისა, რადგან $\operatorname{tg}\alpha = \sigma/\varepsilon$, ხოლო (1)-ის თანახმად $E = \sigma/\varepsilon$. A წერტილის (ე.ი. $\sigma_{პრ.ზ.}$ -ის) ზემოთ დიაგრამა მრუდდება და ცხადია, (1) ფორმულით წარმოდგენილი დამოკიდებულება, აღარ შეესაბამება ჰუკის კანონს. A წერტილთან ახლოსაა B წერტილი, რომლისთვისაც მასალის დრეკადობა ჯერ კიდევ გარკვეულწილად ძალაში რჩება, თუმცა, ეს დამოკიდებულება აღარ არის წრფივი. დიაგრამის C წერტილიდან ხდება ძაბვა-დეფორმაციის დამოკიდებულების მკვეთრი ხარისხობრივი ცვლილება – დეფორმაცია სწრაფად იზრდება დატვირთვის გაზრდის გარეშე, ანუ C წერტილიდან ძაბვა შეესაბამება დენადობის ზღვარს ($C = \sigma_{დენ.ზ.}$), რომლის დროსაც დეფორმაციები იზრდება დატვირთვის (გამჭიმავი F ძალის) გაზრდის გარეშე. დიაგრამის ამ ჰორიზონტალურ უბანს დენადობის ბაქანი ეწოდება. D წერტილამდე ნიმუშის განივი კვეთების ზომები (დიამეტრი) ერთგვაროდ მცირდება მთელ სიგრძეზე; შემდეგ, ყველაზე სუსტ კვეთში, ჩნდება ადგილობრივი შევიწროება – ე. წ. ყელი (სურ. 3), რომელიც სწრაფად ვითარდება. დიაგრამის D წერტილის შესაბამის ძაბვას უწოდებენ დროებითი წინაღობის ზღვარს (სურ. 2). საბოლოოდ ნიმუში გაწყდება, რასაც შეესაბამება m წერტილი.



სურ. 2. რბილი (მცირენახშირბადიანი) ფოლადის გაჭიმვის რეალური დიაგრამა.

თუ ნიმუშის განტვირთვას მოვახდენთ A წერტილამდე (იხ. სურ. 2), განტვირთვის ხაზი ზუსტად გაჰყვება დატვირთვის ხაზს და საბოლოოდ შეუთავსდება O წერტილს. თუ ნიმუშის განტვირთვას მოვახდენთ მაგ. K წერტილში, როგორც ცდები გვიჩვენებს, განტვირთვა ხდება სწორი ხაზის სახის; ამასთანავე, დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობა უცვლელი რჩება. ე. ი. დიაგრამაზე KK_1 წრფე პარალელურია OA წრფისა. K_1K_2 მონაკვეთი შესაბამება დრეკად დეფორმაციას, OK_1 – ნარჩენ ანუ პლასტიკურ დეფორმაციას.



სურ. 3. ადგილობრივი შევიწროება (შესუსტება) გაჭიმულ დეროში.

თუ გაანგარიშების შედეგად მიღებული მაქსიმალური ძაბვა $\sigma_{max} \leq \sigma_{დრ.ზ}$ (მე-2 სურ-ზე B წერტილის შესაბამისი ძაბვა), მაშინ კონსტრუქცია მუშაობს დრეკად სტადიაში. ამ დროს ჰუკის კანონი ($\sigma = E\varepsilon$) მართებულია და დეფორმაციები ანუ კონსტრუქციის ელემენტების გეომეტრიული ცვლილების კანონები ექვემდებარება წრფივ (აფინურ) გარდაქმნებს და ერთიანი წარმოდგენა მოვლენების შესახებ აისახება სხეულის დრეკად სტადიაში მუშაობის თეორიით (დრეკადობის თეორიით).

თუ $\sigma_{max} \geq \sigma_{დრ.ზ}$. (მე-2 სურ-ზე B წერტილის შესაბამისი ძაბვა), მაშინ კონსტრუქცია მუშაობს დრეკადი სტადიის მიღმა. ამ დროს ჰუკის კანონი ირღვევა და ძაბვა არის დეფორმაციის რაღაც ფუნქცია

($\sigma = f(\varepsilon)$). ამიტომ გაანგარიშება მკვეთრად რთულდება და ერთიანი წარმოდგენა მოვლენის შესახებ აისახება პლასტიკურობის თეორიით.

ძირითადი ნაწილი

ამჟამად არსებობს პლასტიკურობის ორი ძირითადი თეორია.

პირველია დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების თეორია, რომლის განტოლებებიც აკავშირებს ძაბვებსა და დეფორმაციებს. ეს თეორია მართებულია მცირე დეფორმაციების ფარგლებში.

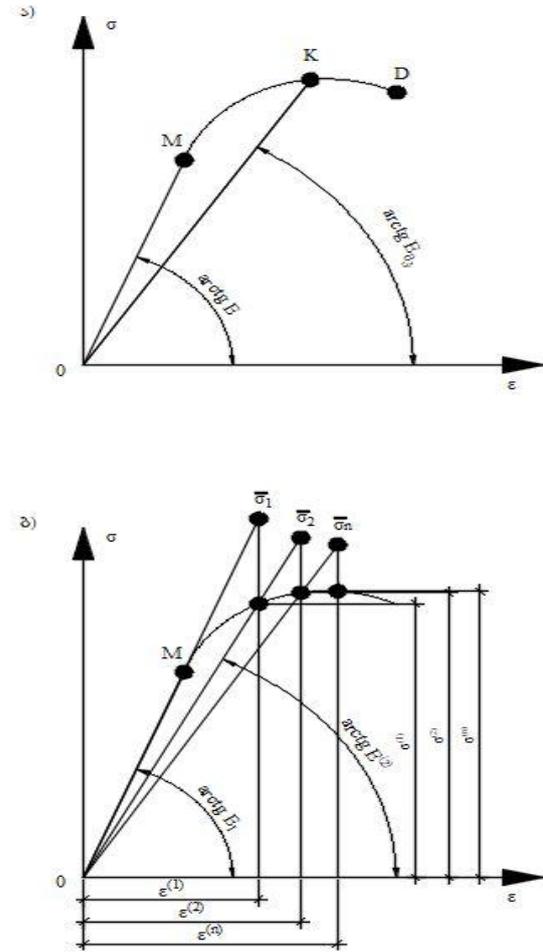
მეორეა პლასტიკური დენადობის თეორია, რომელიც მართებულია არა მარტო ჩვეულებრივი (მარტივი) დატვირთვის შემთხვევაში, რომელშიც იგი ემთხვევა დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების თეორიას, არამედ რთული დატვირთვების გარკვეულ საზღვრებშიც. ეს თეორია გამოიყენება ტექნოლოგიურ პრაქტიკაში, სადაც ხდება დიდი პლასტიკური დეფორმაციების კვლევა. ამიტომ სამშენებლო კონსტრუქციების გაანგარიშებებში პლასტიკურობის თეორიებიდან უპირატესობას ანიჭებენ მცირე დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების თეორიას.

როგორც აღვნიშნეთ, განტოლებები რომლებიც ერთმანეთთან აკავშირებს ძაბვებსა და დეფორმაციებს წრფივია ვიდრე $\sigma < \sigma_{დრ.ზ}$. ეს განტოლებები მართებულია დრეკადი დეფორმაციების საზღვრებში და ექვემდებარება ჰუკის კანონს. გარდა ამისა, თუ ძაბვას გავზრდით n -ჯერ, n -ჯერ გაიზრდება დეფორმაციაც. როდესაც $\sigma > \sigma_{დრ.ზ}$, მაშინ ძაბვებსა და დეფორმაციებს შორის წრფივად პროპორციული დამოკიდებულება ირღვევა. თუ K წერტილის შესაბამისი ძაბვის მქონე სხეულს მოვხსნით დატვირთვას, ძაბვა დაეცემა KK_1 წირის მიხედვით და სრუ-

ლი დეფორმაცია ($\varepsilon_{სრ}$) ნულის ტოლი კი არ გახდება, არამედ დარჩება პლასტიკური დეფორმაცია ($\varepsilon_{პლ}$) (იხ. სურ. 2). ამიტომ MD მონაკვეთს უწოდებენ დრეკადი დეფორმაციების „მიღმა“ არსებულ მონაკვეთს, ხოლო ამ მონაკვეთის საზღვრებში დამაბულ სხეულს უწოდებენ პლასტიკურობის სტადიაში მყოფს. ამ დროს გამოიყენება პლასტიკურობის თეორიის არაწრფივი განტოლებები, რომელთა გადაწყვეტისას პრაქტიკულ გაანგარიშებებში დიდ სირთულეებს ვაწყდებით. ამიტომ გავრცელდა ისეთი მიახლოებითი მეთოდები, რომლებსაც პლასტიკურობის თეორიის ამოცანების გადაწყვეტა დაჰყავთ დრეკადობის თეორიის ჩვეულებრივი ამოცანების ამოხსნის გარკვეულ თანამიმდევრობაზე, რაც მნიშვნელოვნად ამარტივებს პრობლემას. ერთ-ერთი ასეთი მეთოდი არის დრეკადობის ცვლადი პარამეტრების მეთოდი (Birger, I. A., & Mavlyutov, R. R. 1986), რომელსაც ამოცანის გადაწყვეტა ჰენკი-ილიუმინის მცირე დრეკად-პლასტიკური თეორიის გამოყენებით დაჰყავს დრეკადობის თეორიის ამოცანების ამოხსნის აღნიშნულ თანამიმდევრობაზე, ე.ი. გაანგარიშებების გამეორებაზე (იტერაციაზე). ამ მეთოდის თანახმად დრეკადობის მოდული იცვლება ე. წ. მკვეთი მოდულით (სურ. 4,ა). მაგრამ რადგან მკვეთი მოდულის მნიშვნელობა წინასწარ უცნობია, ამოცანის გადაწყვეტა ხორციელდება თანამიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით (სურ. 4,ბ).

პირველი მიახლოების შემთხვევაში მასალა დრეკადია ($E_{mk}^{(1)} = E$) და ამოცანის გადაწყვეტა ხდება დრეკადობის თეორიის ფარგლებში: განისაზღვრება მაქსიმალური ძაბვა $\bar{\sigma}^{(1)}$ და მისი ეკვივალენტური

დეფორმაცია ჰუკის კანონით $\varepsilon^{(1)} = \frac{\bar{\sigma}^{(1)}}{E}$.

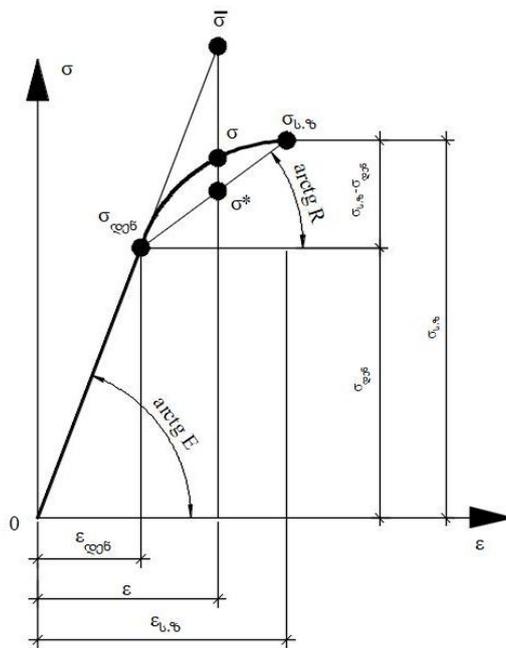


სურ. 4. ა) მკვეთი მოდული; ბ) მკვეთი მოდულების ცვლილება დრეკადობის ცვლადი პარამეტრების მეთოდის გამოყენებისას.

დეფორმაციის მრუდიდან აიღება $\sigma^{(1)}$ სიდიდე. $\sigma^{(1)}$ -ის შესაბამისი მკვეთი მოდული იქნება $E^{(2)} = \frac{\sigma^{(1)}}{\varepsilon^{(1)}}$. მეორე მიახლოებისას იგულისხმება, რომ მასალის დრეკადობის მოდული განსახილველი K წერტილის სიახლოვეში (იხ. სურ. 4,ბ) არის $E^{(2)}$ და ხელახლა ხდება ამოცანის გადაწყვეტა დრეკადობის თეორიის ფარგლებში. გაანგარიშების შე-

დეგად მიიღება $\bar{\sigma}^{(2)}$ და, შესაბამისად, $\varepsilon^{(2)} = \frac{\bar{\sigma}^{(2)}}{E^{(2)}}$. დეფორმაციის მრუდიდან აიღება $\sigma^{(2)}$, განისაზღვრება $E^{(3)} = \frac{\sigma^{(2)}}{\varepsilon^{(2)}}$ და ა. შ. გაანგარიშებათა გამეორების (იტერაციის) პროცესი ითვლება დამთავრებულად, თუ n -ური მიახლოებისათვის $|\sigma^{(n)} - \sigma^{(n-1)}| < \Delta_1$ და $|\sigma^{(n)} - \sigma^{(n-1)}| < \Delta_2$. აქ Δ_1 არის მიახლოებათა კრებადობის სასურველი სიზუსტე, ხოლო Δ_2 –

გაანგარიშებათა სასურველი სიზუსტე. ამრიგად, კონსტრუქციების გაანგარიშებისათვის მცირე დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების ფაზაში აუცილებელია მასალის დეფორმაციის დიაგრამის გამოყენება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მე-4, ა სურ-ზე ნაჩვენებ დიაგრამას ეწოდება პირობითი. პირობითია იმიტომ, რომ მასში პროპორციულობის ზღვარი და დენადობის ზღვარი (სურ. 2) თანხვედნილია და აგრეთვე „დენადობის ბაქნის“ არსებობა უგულებელყოფილია.



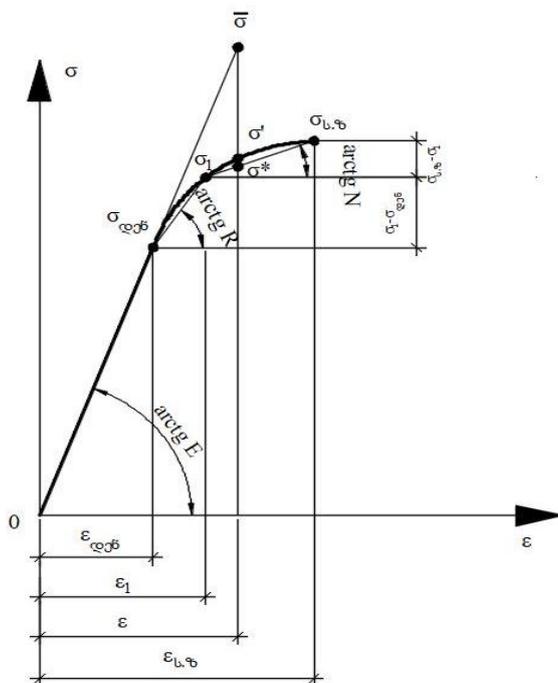
სურ. 5. რეალური დიაგრამის შეცვლა წრფივად განმტკიცებადი ფიქტიური დიაგრამით.

მე-5 სურ-ზე ნაჩვენებია პირობითი დიაგრამა წრფივი განმტკიცებით, რომელზეც მე-4, ა სურათის დიაგრამის მრუდი წარმოდგენილია სწორი ხაზის სახით (მე-2 სურ-ის $\sigma_{დენ.ზ}$ და $\sigma_{ს.ზ}$ -ის შესაბამისი წერტილები შეერთებულია ერთმანეთთან სწორი ხაზით). ეს კეთდება იმისათვის, რომ თავი ავარიდოთ

გაანგარიშების გამეორების (იტერაციის) პროცესს. მოვლენის არსის უფრო ნათლად წარმოდგენის მიზნით განიხილება შემდეგი ამოცანა: გაანგარიშებით მიღებული მაქსიმალური ძაბვა მეტია დენადობის ზღვარზე ($\sigma > \sigma_{დენ.}$) (სურ. 5). იგი არ მდებარეობს არც რეალურ და არც წრფივად განმტკიცებად დიაგრა-

მაზე, რაც ნიშნავს, რომ განსახილველი σ ძაბვა არ ასახავს ღეროს დამაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობას. $\bar{\sigma}$ ძაბვის განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ დრეკადობის ცვლადი პარამეტრების

ზემოთ აღწერილი იტერაციული პროცესი. წრფივად განმტკიცებადი რი დიაგრამის გამოყენება იტერაციული პროცესის გარეშე საზღვრავს σ ძაბვასთან მიახლოებულ σ' ძაბვას.



სურ. 6. რეალური დიაგრამის შეცვლა მრუდში ჩახაზული მრავალგვერდის ფორმის ფიქტიური დიაგრამის გამოყენებით.

წრფივად განმტკიცებადი დიაგრამის აღწერისათვის საჭირო პარამეტრებია: $\sigma_{დენ}$, $\sigma_{ს.ზ}$, $\epsilon_{დენ}$, $\epsilon_{ს.ზ}$. საწყისი E და განმტკიცებადი წრფის R დრეკადობის მოდულები. ამ პარამეტრების განსაზღვრა თითოეული მასალის რეალური დიაგრამიდან არის ადებული და გაანგარიშების პროცესში უკვე მზა სიდიდეებია. გაანგარიშების პროცესში დიაგრამიდან აიღება მხოლოდ ϵ . მე-5 სურათის თანახმად σ' ძაბვა წრფივად განმტკიცებად დიაგრამაზე განსაზღვრება იტერაციის გარეშე, შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma' = \sigma_{დენ} + (\epsilon - \epsilon_{დენ})R, \quad (2)$$

$$\text{სადაც } \epsilon = \frac{\sigma}{E}; \quad \epsilon_{დენ} = \frac{\sigma_{დენ}}{E}; \quad R = \frac{\sigma_{ს.ზ} - \sigma_{დენ}}{\epsilon_{ს.ზ} - \epsilon_{დენ}};$$

ხშირია შემთხვევები, როდესაც რეალური დიაგრამის არაწრფივი ნაწილი დიდი სიმრუდისაა (სურ. 6). ამ შემთხვევაში რეალური დიაგრამის მრუდე ხაზს (მონაკვეთი $\sigma_{დენ}$ -დან $\sigma_{ს.ზ}$ -მდე) შეგვიძლია დავუახლოოთ წრფივად განმტკიცებადი პირობითი დიაგრამა მისი მრუდი ნაწილის ორ ან უფრო მეტ ნაწილად დაყოფის გზით, ანუ მრუდში ჩავხაზოთ მრავალგვერდი.

მე-6 სურ-ზე წარმოდგენილია წრფივად განმტკიცებადი დიაგრამა, რომელშიც მრუდე ხაზი

შეცვლილია ორი სწორი ხაზით. ამ შემთხვევაშიც σ' ძაბვა განისაზღვრება იტერაციის გარეშე. თუ σ' მოთავსებულია σ_1 -სა და $\sigma_{b,b}$ -ს შორის, მაშინ

$$\sigma' = \sigma_1 + (\varepsilon_{b,b} - \varepsilon) N, \quad (3)$$

$$\text{სადაც } \varepsilon = \frac{\bar{\sigma}}{E}; \quad \varepsilon_{b,b} = \frac{\sigma_{b,b}}{E}; \quad N = \frac{\sigma_{b,b} - \sigma_1}{\varepsilon_{b,b} - \varepsilon_1}.$$

ამ შემთხვევაში წრფივად განმტკიცებადი დიაგრამის (სურ. 6) აღწერისათვის საჭირო პარამეტრებია $\sigma_{ფენ.}$, σ_1 , $\sigma_{b,b}$, საწყისი E და განმტკიცებადი წრფის N მოდულები. ამ დროსაც დიაგრამიდან

$$\text{აიღება მხოლოდ } \varepsilon = \frac{\bar{\sigma}}{E}.$$

თუ σ' ძაბვა მდებარეობს $\sigma_{ფენ.}$ -სა და σ_1 -ს შორის, მაშინ

$$\sigma' = \sigma_{ფენ.} + (\varepsilon_{b,b} - \varepsilon) R, \quad (4)$$

$$\text{სადაც } \varepsilon_{ფენ.} = \frac{\sigma_{ფენ.}}{E}; \quad \varepsilon = \frac{\bar{\sigma}}{E}; \quad R = \frac{\sigma_{b,b} - \sigma_{ფენ.}}{\varepsilon_1 - \varepsilon_{ფენ.}}.$$

დასკვნა

თუ გაჭიმული ღეროს გაანგარიშება დრეკადობის თეორიით იძლევა ძაბვის ისეთ მნიშვნელობას, რომელიც აჭარბებს დენადობის ზღვარს, მაშინ გაანგარიშება არ ასახავს სინამდვილეს, რადგან მიღებული ძაბვა არ მდებარეობს დეფორმირების მრუდზე. ისეთი გაანგარიშების ჩატარება, რომლის დროსაც ძაბვა იქნება განთავსებული დეფორმირების მრუდზე, მოითხოვს პლასტიკურობის თეორიის გამოყენებას, რაც საკმაო სირთულეებთან არის დაკავშირებული. ამიტომ მიმართავენ მიახლოებით მეთოდებს. ერთ-ერთი მათგანია წარმოდგენილი დეფორმირების წრფივად განმტკიცებადი დიაგრამის გამოყენება. თუ დიაგრამის არაწრფივი ნაწილი გამოირჩევა დიდი სიმრუდით, მაშინ შესაძლებელია სტატიაში შემოთავაზებული ხერხის გამოყენება, რომელიც გულისხმობს მრუდში მრავალგვერდის ჩახაზვას (იხ. სურ. 6). შესაბამისად, σ ჭეშმარიტი ძაბვის განსაზღვრის ნაცვლად ვსაზღვრავთ σ' ძაბვას, რომელიც ახლოსაა მასთან.

ლიტერატურა

1. Samul, V. I. (1982). *Fundamentals of the theory of elasticity and plasticity*. Moscow: Vysshaya Shkola.
2. Birger, I. A., & Mavlyutov, R. R. (1986). *Strength of materials*. Moscow: Nauka.
3. Filin, A. P. (1974). *Modern problems of using computers in solid deformable body mechanics*. Leningrad: Stroyizdat.
4. Batsikadze, T., & Nizharadze, D. (2016). *Fundamentals of the theory of elasticity and plasticity*. Tbilisi: Technical University.
5. Feodosiev, V. I. (2007). *Strength of materials*. Moscow: Bauman Moscow State Technical University Press.
6. Filippov, A. S. (2024). *Numerical methods in deformable solid mechanics*. Moscow.

UDC 620.1

SCOPUS CODE 2211

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-148-155>

Replacement of a Real Diagram of Deformation of a Solid Body With One Insignified in its Curvilinear Part of a Multilateral

- Zurab Madzagua** Georgian Technical University, Doctor of Technical Sciences Faculty of Construction, Georgia
E-mail: z.madzagua@gtu.ge
- Givi Datukishvili** Georgian Technical University, Faculty of Construction, Associate Professor, Georgia
E-mail: g.datukishvili@gtu.ge
- Ioseb Utmelidze** Georgian Technical University, Faculty of Construction, Associate Professor, Georgia
E-mail: utmelidze.i@gtu.ge

Reviewers:

B. Maisuradze, Georgian Technical University Professor, Faculty of Civil Engineering, Candidate of Technical Sciences

E-mail: bo.maisuradze@gtu.ge

Zurab Geladze, Ltd IDM, Director, Candidate of Technical Sciences

E-mail: mail@idm.ge

Abstract. The article considers the issue of replacing a real solid body tension diagram with a fictitious diagram for the case when the nonlinear part of the diagram is characterized by a large curvature. In this case, by inscribing in the curvilinear part of the diagram, a fairly good approximation of the fictitious diagram to its real form is achieved. The use of a fictitious diagram with the inclusion of a multilateral part allows one to avoid the process of repeated calculations (iteration) in the calculations and significantly simplify the calculation with the receipt of a final reliable result

Keywords: Iteration method for determining strain parameters; Linear hardening diagram; Real and fictitious strain diagram.

განხილვის თარიღი 06.10.25

შემოსვლის თარიღი 29.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 621.039.76

SCOPUS CODE 2300

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-156-161>

რადიოაქტიური ნარჩენების სამარხის ადგილის პირველადი კვლევა/ შეფასება

- გიორგი ნაბახტიანი** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: giorgi.nabakhtiani@gmail.com
- ირმა გიორგაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: giorgadzeirma08@gtu.ge
- ნატო ლუდუშაური** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: Ghudushauri.nato22@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ნ. ბერბერაშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: t.berberashvili@gtu.ge
- გ. მელიქაძე**, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოფიზიკის ინსტიტუტის ჰიდროგეოფიზიკისა და გეოთერმის საკვლევე დეპარტამენტის უფროსი
E-mail: melikadze@gmail.com

ანოტაცია. საქართველო დგამს აქტიურ ნაბიჯებს რადიოაქტიური მართვის ეროვნული სისტემის გასაუმჯობესებლად. ეროვნული სტრატეგიის ამოცანების შესაბამისად უნდა შეირჩეს ადგილი, სადაც განთავსდება რადიოაქტიური ნარჩენების საცავი, გადამამუშავებელი საწარმო და სამარხი. სტრატეგია ცალსახად სახავს ამოცანას, რომ სამივე სახის ობიექტი უნდა განთავსდეს ერთ ადგილზე, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს რადიაციული დაც-

ვისა და დაცულობის თვალსაზრისით. აქვე გასათვალისწინებელია შეზღუდული ადამიანური და ტექნოლოგიური რესურსების ეფექტიანი გამოყენება. ამათანავე, მომავალი ობიექტების დიზაინი სრულად უნდა შეესაბამებოდეს არსებული და მომავალში გენერირებული რადიოაქტიური ნარჩენების მახასიათებლებს და უზრუნველყოფდეს მათ უსაფრთხო განთავსებას. განსაკუთრებით საყურადღებოა სამარხის განთავსების საკითხი, სადაც ადგილის გეოლოგიურმა სტრუქტურებმა უნდა შე-

ასრულოს დამატებითი როლი რადიოაქტიური ნარჩენების იზოლაციაზე გარემოდან, როგორც ახლა, ისე შორეულ მომავალში. ამ მხრივ მრავალი ფაქტორია გასათვალისწინებელი. ჩატარებული კვლევების შესაბამისად პრიორიტეტულად მიჩნეულია ე.წ. სააკადის სამარხის ტერიტორია. ამ ტერიტორიის საბოლოოდ მისაღებად აუცილებელია ჩატარდეს დამატებითი კომპლექსური კვლევები, რომლებიც ასევე ფარავენ არსებული ობიექტების უსაფრთხოების საკითხებს.

საკვანძო სიტყვები: რადიოაქტიური ნარჩენები; რადიოაქტიური ნარჩენების საცავი; სამარხი; უსაფრთხოების საკითხები.

შესავალი

რადიოაქტიური ნარჩენების მართვის საქართველოს ეროვნული პოლიტიკის შესაბამისად ყოველგვარი რადიოაქტიური ნარჩენი საბოლოოდ უნდა განთავსდეს შესაბამის სამარხში. ამჟამად მოქმედი ეროვნული სტრატეგია (Government of Georgia. 2016) ძირითადად ფოკუსირებულია წინადამარხვის საკითხებზე, თუმცა ითვალისწინებს დამარხვის ოფციასაც. სტრატეგია განსაზღვრავს ექვს ძირითად მიზანს, რომელთაგან უმთავრესია რადიოაქტიური ნარჩენების მართვის ობიექტების ერთ ლოკაციაზე თავმოყრა, ანუ რადიოაქტიური ნარჩენების საცავი, გადამამუშავებელი საწარმო და სამარხი უნდა განთავსდეს ერთ ადგილზე. ეს მიზანი ეფუძნება არსებული ადამიანური რესურსების ეფექტურად გამოყენების ამოცანას. ასევე გათვალისწინებულია შემდეგი ფაქტორები:

- საქართველოს პირობებში რთულია რამდენიმე ადგილის მოძიება რადიოაქტიური ნარჩენების შენახვა/დამარხვისთვის.
- შეზღუდული რესურსებით უფრო ეფექტურია ერთ ადგილზე თავმოყრილი ობიექტების დაცულობის უზრუნველყოფა.
- ერთ ადგილზე თავმოყრილი ობიექტების შემთხვევაში არ არის საჭირო რადიოაქტიური ნარჩენების ტრანსპორტირება დიდ მანძილებზე, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია შესაბამისი უსაფრთხოების და დაცულობის უზრუნველყოფასთან და ფინანსურ ხარჯებთან.
- გასათვალისწინებელია მოსახლეობასთან მუშაობა, რომელიც გარკვეულწილად რთულდება რამდენიმე ადგილის შერჩევის პირობებში.

გარკვეული მუშაობა ასეთი ადგილის შესარჩევად უკვე გაწეულია (Giorgadze, I., Nabakhtiani, G., Kotetishvili, K., & Chelidze, L. 2020; Environmental Law and Audit Center (ELAC). 2019), რაც საბოლოოდ გამოიხატა საქართველოს მთავრობის N2408 განკარგულებაში, რომლითაც ე.წ. სააკადის სამარხი მიჩნეულ იქნა პრიორიტეტულ ადგილად ასეთი ობიექტების განსათავსებლად.

ძირითადი ნაწილი

1. სააკადის სამარხის ტერიტორიის ზოგადი შეფასება

რადიოაქტიური ნარჩენების მართვის ობიექტების განსათავსებლად უნდა ჩატარდეს მომავალი ობიექტის უსაფრთხოების შეფასება, რისთვისაც აუცილებელია პირველადი კვლევების ჩატარება.

ამ მხრივ მნიშვნელოვანია, რომ არსებული გეოლოგიური სტრუქტურა უზრუნველყოფდეს რადი-

ოპტიური ნარჩენების საიმედო იზოლაცია. საერთოდ რადიონუკლიდების გარემოში გაჟონვის თავიდან ასაცილებლად დამყარებული ბარიერები შეიძლება დაიყოს სამ ძირითად ჯგუფად: თვითონ ნარჩენი და მისი შეფუთვა, საცავი/სამარხის კონსტრუქცია და გარემო. ამ უკანასკნელში იგულისხმება ის გეოლოგიური სტრუქტურა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ნარჩენების იზოლაცია. სამარხისთვის ძალზე მნიშვნელოვანია მიწისქვეშა წლების არსებობის და მათი ქიმიური შედგენილობის საკითხი. მიწისქვეშა წყალმა შეიძლება გამოიწვიოს სამარხის სტრუქტურების დეზინტეგრაცია, რაც, თავის მხრივ, ძირითადად განისაზღვრება ამ წყლის ქიმიური შემცველობით.

ცხადია დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სეისმურ მახასიათებლებს, რასაც უშუალო გავლენა აქვს საცავი/სამარხის კონსტრუქციების მედეგობაზე. გასათვალისწინებელია კლიმატური პირობებიც, რაც ერთი მხრივ მოქმედებს ობიექტის ოპერირებაზე და მეორე მხრივ – მის მედეგობაზე წლების განმავლობაში. ამავე დროს გასათვალისწინებელია ადგილობრივი მოსახლეობა და მათი საქმიანობის არე, რომელზეც შეიძლება გავლენა მოახდინოს საცავი/სამარხის ოპერირებამ. მეორე მხრივ მოსახლეობის სიმჭიდროვემ და სიახლოვემ შეიძლება გარკვეული საფრთხე შექმნას საცავი/სამარხის დაცულობისთვის. გასათვალისწინებელია აგრეთვე, მოსახლეობის, როგორც ძირითადი სტეიქჰოლდერის, ჩართულობა ახალი ობიექტის დაგეგმვა/მშენებლობის საკითხში (International Atomic Energy Agency. 2022).

საცავი/სამარხის ოპერირებისთვის აუცილებელია შესაბამისი ინფრასტრუქტურის არსებობა -

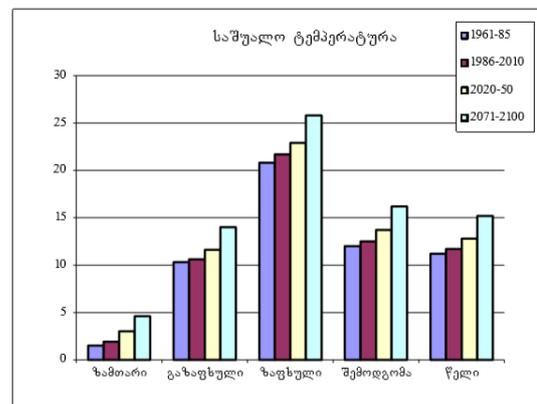
გზები, რომლებზეც უსაფრთხო უნდა იყოს რადიოაქტიური ნარჩენების გადატანა.

შესაბამისად, გარდა რადიოლოგიური კვლევებისა, აუცილებელია ჩატარდეს შემდეგი:

- გეოლოგიური და გეოქიმიური კვლევები;
- სეისმური შეფასება;
- კლიმატური პირობები;
- ურბანული შეფასება;
- ინფრასტრუქტურული შეფასება.

(Environmental Law and Audit Center (ELAC). 2019) იძლევა ფართომასშტაბიანი კვლევის (გარდა რადიოლოგიური, გეოლოგიური და გეოქიმიური) შედეგებს. ის ადასტურებს, რომ როგორც არსებული, ისე მომავალში პროგნოზირებადი კლიმატური პირობები მისაღებია სააკადის სამარხის ოპერირებისთვის (სურ. 1).

იგივე შეიძლება ითქვას სეისმურ და სხვა პირობებზეც.



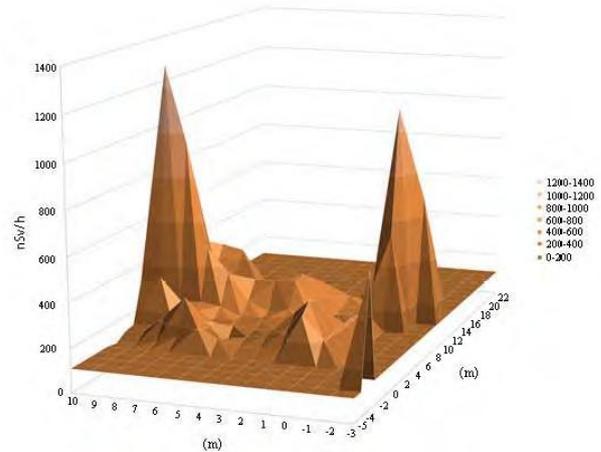
სურ.1 ტემპერატურის საშუალო სეზონური და წლიური ფაქტობრივი მნიშვნელობები 1961-85 წწ, 1986-2010 წწ პერიოდებისათვის და სცენარით მიღებული მნიშვნელობები 2020-50 წწ და 2071-2100 პერიოდებისათვის.

ჩატარებული გეოლოგიური კვლევები (Giorgadze, I. 2022) ადასტურებს ადგილის შესაძლო გამოყენებას მომავალი საცავ/სამარხის მოსაწყობად. აქვე ხაზგასასმელია, რომ ასეთი კვლევები არ არის სრულყოფილი. ის შეიძლება დამაკმაყოფილებლად ჩაითვალოს საცავის და გადამამუშავებელი საწარმოს მოსაწყობად, ხოლო სამარხისთვის საჭიროებს დამატებით მონაცემებს (International Atomic Energy Agency. 2024). კერძოდ, ხანგძლივი სიცოცხლის რადიონუკლიდების დამარხვა აუცილებელია განხორციელდეს ღრმა გეოლოგიურ ფენებში. ცხადია, საქართველოს არ გააჩნია საშუალება მოაწყოს ღრმა გეოლოგიური სამარხი. ამ რეალობაზე დაყრდნობით და იმ მდგომარეობის გათვალისწინებით, რომ საქართველოში არსებული რადიოაქტიური ნარჩენების რაოდენობა მცირეა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ეფექტური გამოსავალი სიტუაციიდან არის ჭაბურღილების მოწყობა (International Atomic Energy Agency. 2024; International Atomic Energy Agency. 2011). ოღონდ ამ შემთხვევაში აუცილებელი ხდება გეოლოგიური კვლევის ჩატარება 200მ სიღრმეზე. ჩატარებული კვლევები იძლევა მონაცემებს მაქსიმუმ 50მ სიღრმემდე და თანაც სიღრმის მატებასთან ერთად მონაცემთა სიზუსტე კლებულობს.

2. პირველადი რადიოლოგიური კვლევები

გარკვეულ რადიოლოგიურ მონაცემებს შეიცავს (Giorgadze, I. 2022). მყარი ნარჩენების სამარხი არის „რადონის“ ტიპის სამარხი ზომებით 22X10მ და სიღრმით 5მ. ადგილზე არსებული მიწისქვეშა ავზების საკითხი განხილულია ცალკე (Nabakhtiani, G. N., Giorgadze, I. S., & Gigashvili, N. R. 2024). მყარი

ნარჩენების სამარხის ზედაპირზე γ გამოსხივების სიმძლავრე შეიძლება შეფასდეს შემდეგნაირად



სურ. 2. გამოსხივების დოზის სიმძლავრე მყარი ნარჩენების სამარხის თავზე¹

ჩატარებულმა γ -სპექტრომეტრულმა და დოზიმეტრულმა კვლევებმა დაადასტურა სამარხში შემდეგი რადიონუკლიდების არსებობა: ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{14}C , ^{90}Sr , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}Pu , ^{239}Pu და ^{241}Am . ამასთან პრევალირებული უნდა იყოს ^{60}Co , რომლის აქტივობა არ უნდა აღემატებოდეს 35,1ტბკ-ს, ხოლო ^{137}Cs -თვის – 0,1ტბკ-ს. გათვლები ჩატარდა დოზიმეტრული მონაცემების საფუძველზე MCNP და MicroShield კომპიუტერული პროგრამის გამოაყენებით, იმ დაშვებით, რომ მოცემული რადიოაქტიური მასალები არ არის დაცული გამოსხივების შთამნთქმელი მასალებით. ასავე, გეორადარის საშუალებით შეფასდა, რომ სამარხის შევსება არ აღემატება მოცულობის 64%-ს.

¹ სადღეისოდ სამარხი დამატებით გადახურულია გეოპოლიმერით და ასფალტის ფენით. ამიტომ, გამოსხივების დოზის სიმძლავრე მნიშვნელოვნადაა შემცირებული.

მიუხედავად იმისა, რომ ხანგრძლივი სიცოცხლის რადიონუკლიდების რაოდენობა სამარხში მცირეა, მათ ადგილზე დატოვება მაინც მიუღებელია. შესაბამისად, სამარხში უნდა განხორციელდეს იგივე ქმედებები, რაც ჩატარდა ანალოგიური სამარხებისთვის უნგრეთსა და ლიეტუვაში, კერძოდ, ნარჩენები უნდა იყოს ამოღებული და გადაფუთული და მხოლოდ შემდგომ გადაწყდეს მათი მომავალი ბედი. ამისთვის კი აუცილებელია საცავისა და გადამამუშავებელი ობიექტების არსებობა.

დასკვნა

დღემდე ჩატარებული ყველა კვლევა ადასტურებს ე.წ. სააკადის სამარხის ტერიტორიის ვარგისობას რადიოაქტიური ნარჩენების მართვის ობიექტების განსათავსებლად. არსებული მყარი ნარჩენების სამარხი საჭიროებს დამატებით კვლევებს, შემდგომ გახსნას და გარდაქმნას. მისი გამოყენება მომავალში შეიძლება როგორც მიწისპირა სამარხის აქვე უნდა მოეწყოს ჭაბურღილები დამარხვისთვის. ცხადია, პირველ ეტაპზე აუცილებელია ადგილზე დაფუძნდეს საცავი და გადამამუშავებელი საწარმო.

ლიტერატურა

1. Government of Georgia. (2016). *National strategy for radioactive waste management for 2017–2031* (Resolution No. 640 of December 30, 2016). Tbilisi, Georgia.
2. Giorgadze, I., Nabakhtiani, G., Kotetishvili, K., & Chelidze, L. (2020). Site selection for radioactive waste management facilities in Georgia. *Advances in Ecological and Environmental Research*, 5(10), 271–275.
3. Environmental Law and Audit Center (ELAC). (2019). *Assessment of the origin, existing and future radioactive waste streams and the possibilities for their management and disposal in Georgia*. Tbilisi, Georgia.
4. International Atomic Energy Agency. (2022). *Communication and stakeholder involvement in radioactive waste disposal* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.16). Vienna, Austria.
5. Giorgadze, I. (2022). *Some aspects of radiation protection in handling radioactive materials* (Doctoral dissertation, Doctoral Program “Engineering Physics,” Code 0404). Tbilisi, Georgia.
6. International Atomic Energy Agency. (2024). *Management of site investigations for radioactive waste disposal facilities* (IAEA Nuclear Energy Series No. NW-T-1.40). Vienna, Austria.
7. International Atomic Energy Agency. (2024). *Borehole disposal facilities for disused sealed radioactive sources* (Specific Safety Guide No. SSG-1, Rev. 1). Vienna, Austria.
8. International Atomic Energy Agency. (2011). *BOSS: Borehole disposal of disused sealed sources* (IAEA-TECDOC-1644). Vienna, Austria.
9. Nabakhtiani, G. N., Giorgadze, I. S., & Gigashvili, N. R. (2024). Management of radiologically contaminated underground tank. *Georgian Engineering News*, (1, Vol. 100), 47–52.

UDC 621.039.76

SCOPUS CODE 2300

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-156-161>

Initial Survey/assessment of Radioactive Waste Disposal Site

- Giorgi Nabakhtiani** Georgian Technical University, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, Georgia
E-mail: giorgi.nabakhtiani@gmail.com
- Irma Giorgadze** Georgian Technical University, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, Georgia
E-mail: giorgadzeirma08@gtu.ge
- Nato Gudushauri** Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Georgia
E-mail: Ghudushauri.nato22@gtu.ge

Reviewers:

T. Berberashvili, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Associate Professor

E-mail: t.berberashvili@gtu.ge

G. Melikadze, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Institute of Geophysics Head of Research Department of Hydrogeophysics and Geothermic

E-mail: melikadze@gmail.com

Abstract. Georgia takes active steps to develop its national system for radioactive waste management. According to the goals defined by the national strategy, all radioactive waste management facilities (storage, processing and disposal facilities) shall be allocated on one site. It is important issue to ensure safety and security Effective use of limited human and technical resources also should be taken into account. Especial attention should be paid to displacement of the disposal facility, where the geological structure of the site plays important role for isolation of waste from environment as for present situation as for long future. A number of different factors should be considered on this way. Based on the conducted investigations, s.c. Saakadze disposal site was assigned as a preferable site for this purpose. The final approval of the site requires conducting of additional complex investigations, which also should cover safety issues for on site existing facilities.

Keywords: Disposal; Radioactive waste repository; Radioactive waste; Safety issues.

განხილვის თარიღი 15.12.2025

შემოსვლის თარიღი 26.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-162-169>

მათემატიკის როლი ეკოლოგიაში

- ვერა აბზიანიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის გეოლოგიური მონიტორინგის განყოფილების მეცნიერი თანამშრომელი. საქართველო
E-mail: abzianidze.v@gtu.ge
- რუსუდან მანაგაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო გეოლოგიური და მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: r.managadze@gtu.ge
- დიმიტრი აბზიანიძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის გეოლოგიური მონიტორინგის განყოფილების უფროსი. საქართველო
E-mail: abzianidze.d @gtu.ge
- ზურაბ კაკულია** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის გეოლოგიური მონიტორინგის დირექტორი. საქართველო
E-mail: z.kakulia@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ზ. ვარაზაშვილი**, ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების უფროსი, აკად. დოქტორი
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge
- თ. ბარაბაძე**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, პროფესორი
E-mail: t.barabadze@gtu.ge

ანოტაცია. სანამ უშუალოდ პრობლემის განხილვაზე გადავალთ, განვსაზღვროთ მათემატიკოსების როლი გარემოსდაცვით კვლევებში. ზოგადად მიღებულია, რომ მათემატიკა წარმოიშვა ადამიანის

ყოველდღიური პრაქტიკული მოთხოვნილებებიდან კაცობრიობის განვითარების ანდრეულ ეტაპზე.

თანამედროვე მათემატიკური თეორიების აბსტრაქტულობის მიუხედავად, ისინი ბუნებრივად წარმოიშვა ჩვენ გარშემო არსებული სამყაროს შეს-

წავლის პროცესში. მათემატიკა ჩვენი სამყაროს გაგების აუცილებელი ნაწილია.

ეკოლოგების პრობლემა და ამოცანა ისეთი გარემოს შექმნა, სადაც მოსახლეობას შეუძლია ჯანსაღი ცხოვრების წესის წარმართვა. გარემოსდაცვითი პრობლემების გადაჭრის მთავარი სირთულე ისაა, რომ ეკოლოგებს გაურკვეველობის პირობებში უწევთ მოქმედება. გაურკვეველობაში მათემატიკოსები გულისხმობენ სიტუაციას, როდესაც ინფორმაცია ეკოლოგიური სისტემის მდგომარეობის შესახებ მთლიანად ან ნაწილობრივ არ არსებობს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სიტუაციებში, როდესაც სისტემაში ხდება გაუთვალისწინებელი მოვლენები, რაც ეკოლოგიური სისტემების გარდაუვალი თანამდევია. უფრო მეტიც, კაცობრიობის მიერ გარემომცველი სამყაროს შესწავლით დაგროვილი ცოდნა გვარწმუნებს, რომ ადამიანის განვითარება ეწინააღმდეგება პლანეტაზე სიცოცხლის პირობების ცვალებადობას. ეკოლოგიაში გაურკვეველობის განსაზღვრა ფორმალური მეთოდების გამოყენებით შეუძლებელია. ასეთ შემთხვევაში, მათემატიკური მეთოდები უფრო ეფექტურია. ამრიგად, მათემატიკოსები გადამწყვეტ როლს ასრულებენ გარემოსდაცვითი პრობლემების შესწავლაში. შედეგად გაჩნდა დისციპლინა მათემატიკური ეკოლოგია.

საკვანძო სიტყვები: ეკოლოგია; მათემატიკური ეკოლოგია; მდინარეების დაბინძურება.

შესავალი

ნაშრომში ავტორები არ განიხილავენ მათემატიკური ეკოლოგიის – მეცნიერების შედარებით ახალი

დარგის – გამოყენებით შესრულებულ სამუშაოებს, რადგან ჯერ არ არის დასკვნების გამოტანის დრო.

აღსანიშნავია, რომ ამ დარგის განვითარება განისაზღვრა, ერთი მხრივ, მძლავრი მათემატიკური აპარატის განვითარებით, როდესაც გამოთვლითი მეთოდები აღარ წარმოადგენს სერიოზულ სირთულეებს და მეორე მხრივ, ეკოლოგიაში ახალი, შრომატევადი სამუშაოების გაჩენით. აღნიშნული ნაშრომი ეკოლოგებს გააცნობს, თუ როგორ შეიძლება დღეისათვის უმაღლესი მათემატიკის ფართოდ ცნობილი ელემენტების გამოყენება გარემოს დაცვის პრაქტიკული ამოცანების ამოსახსნელად. იგი განსაკუთრებით სასარგებლო იქნება დამწყები მკვლევრებისთვის.

გარემოსდამცველები მიიჩნევენ, რომ გარემოს დაბინძურებაში მთავარ როლს მდინარეები ასრულებს და რადგან საქართველოში მდინარეების დიდი რაოდენობაა, ეს პრობლემა აქტუალურია. გარემოს დაცვის საკითხების წარმატებით გადასაჭრელად აუცილებელია მდინარეების დაბინძურების ხარისხის დადგენა. მდინარის წყალში სხვადასხვა გზით მოხვერილი ნივთიერებები გვხვდება მყარ, თხევად და აირად მდგომარეობაში. მაგალითად, ნავთობქიმიური ქარხნიდან გამომავალი ჩამდინარე წყლები შეიცავს ორგანულ მჟავებს და მათ მარილებს, ნახშირწყალბადებს, ფენოლის ნაერთებს, კრეზოლებს, ნაფტალინს, ბენზოლს, გოგირდის ნაერთებს და ა.შ. ადამიანსა და გარემოს შორის დამაკავშირებელი რგოლი არის გარემოსდაცვითი ინფორმაცია. ცნობილია საზოგადოების ბუნებასთან ურთიერთობის შემდეგი გარემოსდაცვითი სტრატეგიები: თავდაცვითი (სხვადასხვა გამწმენდი ნაგებობის შექმნა, დახურული ციკლის ტექნოლოგიე-

ბის შემუშავება), კორელაციური (წარმოების პროცესების კოორდინაცია გარემოსდაცვით პროცესებთან) და ბუნებრივი რესურსების ტექნოლოგიზაციის სტრატეგია. მდინარის დაბინძურების დონის დასადგენად ეკოლოგები მნიშვნელოვან ყურადღებას უთმობენ მდინარის მდგომარეობის მონიტორინგსა და კონტროლს. მონიტორინგის ძირითადი მიზნებია ფაქტობრივ პირობებზე დაკვირვება, ანთროპოგენური საქმიანობით გამოწვეული ცვლილებებისა და ტენდენციების იდენტიფიცირება და პროგნოზირება. მონიტორინგის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქციაა დამაბინძურებელი ნივთიერებების პრიორიტეტულობის დასაბუთება. დამაბინძურებელი ნივთიერებების პრიორიტეტულობის დასაბუთების შემდეგ შეიძლება შეფასდეს თითოეული ნივთიერების კონცენტრაციის წილი სხვადასხვა დონეზე და სხვადასხვა ფრაქციაში, საერთო კონცენტრაციაში.

ძირითადი ნაწილი

იმისათვის, რომ საქართველო ეკოლოგიურად მდგრადი ქვეყანა გახდეს, აუცილებელია, პირველ რიგში, მისი ეკოლოგიური სისუსტეების დაძლევა და, შემდგომ მისი ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ეკოლოგიურ სისუსტედ იგულისხმება ანთროპოგენური ზემოქმედება. ეკოლოგიური უსაფრთხოების მიღწევა შესაძლებელია ბუნებაზე საერთო ნეგატიური ზემოქმედების მინიმუმამდე დაყვანით, რაც, თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს საზოგადოების ეკონომიკურ განვითარებას, ცხოვრების დონის გაუმჯობესებას და ბიუჯეტის შემოსავლების ზრდას. ამიტომ, გარემოს დაცვა ყოველ-

წლიურად სულ უფრო აქტუალური ხდება. განვიხილოთ მისი დაცვის კონკრეტული ზომები, რომელთაგან ერთ-ერთი და ყველაზე მნიშვნელოვანი მდინარის დაბინძურების წინააღმდეგ ბრძოლაა ამ პრობლემის გადაჭრაში მათემატიკოსები ეკოლოგებს დახმარებას სთავაზობენ.

შემოთავაზებული მეთოდოლოგია ეკოლოგებს საშუალებას აძლევს მიიღონ ინფორმაცია მდინარის დაბინძურების დონის შესახებ პერიმეტრის თითოეულ წერტილში.

ეკოლოგიური პროცესების ანალიზისათვის მათემატიკური მეთოდების გამოსაყენებლად, აუცილებელია მოცემული პროცესების გარკვეული მათემატიკური აღწერა, ანუ აღწერა მათემატიკურ ენაზე, რასაც მათემატიკოსები მათემატიკური მოდელის შექმნას უწოდებენ. მოდელების აგება საშუალებას გვაძლევს გავაანალიზოთ ეკოლოგიური პროცესები და გამოვიყენოთ მათი თვისებები საზოგადოების სასარგებლოდ. მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის დამახასიათებელ მოდელად განვიხილავთ მარტივ მოდელს:

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x(t), y(t), z(t)) \quad (1)$$

აქ, $x(t)$ ახასიათებს მდინარის მდგომარეობას დროის მოცემულ t მომენტში; ამ სიდიდეს რეგულირებად ცვლადს ვუწოდებთ. როგორც ცნობილია, ექსპერიმენტული სამუშაოები მნიშვნელოვან საბიუჯეტო ხარჯებს მოითხოვს. y სიდიდე კი არეგულირებს ამ პარამეტრს. რაც შეეხება z -ს, მას შემფოთებას ან შემფოთების პარამეტრს ვუწოდებთ, ანუ იგივე პოტენციური დამაბინძურებლები. რადგან ვვარაუდობთ, რომ მდინარის ორივე მხარეს განლაგებულია, როგორც დასახლებული პუნქტ-

ბი, ისე ქარხნები, f არის არაწრფივი ფუნქცია მისი არგუმენტების მიმართ.

ბუნებრივია, ეკოლოგებს უჩნდებათ კითხვა: რატომ ასეთი მარტივი მოდელი? რთული სტრუქტურის მქონე მოდელის გამარტივება ყოველთვის შესაძლებელია არსებული აპრიორული ინფორმაციის საფუძველზე; ანუ მათემატიკოსები ხელმძღვანელობენ უკიდურესად მარტივი სტრუქტურის შექმნის პრინციპით. ამრიგად, აუცილებელი ხდება განსახილველი რეალური ფიზიკური მოვლენების იდეალიზაცია და გამარტივება. ეს საშუალებას იძლევა გადავიდეთ უფრო მარტივ მოდელზე და უფრო მარტივ გამოთვლებზე.

მოდელებს, რომლებიც ითვალისწინებენ შემთხვევით ფაქტორებს $z(t)$, ალბათური ან სტოქასტური ეწოდება. ასეთ მოდელებში, $x(t)$ სიდიდე შემთხვევითი ცვლადია. პრაქტიკაში, ასეთი მოდელები გამოითვლება მიახლოებით, „ზადის“ მეთოდის გამოყენებით.

სიცხადისთვის, იმისათვის, რომ ეს თეორია ეკოლოგებისათვის უფრო გასაგები იყოს, ვივარაუდოთ, რომ შესასწავლი მდინარე მართკუთხედის ფორმისაა, რომლის გვერდები სასრული სიგრძისაა და წარმოადგენს მდინარის ნაპირებს. დროის მომენტი $t=0$ არის დრო, როდესაც დამკვირვებლები იწყებენ თავიანთ საქმიანობას. მოდელის მიახლოებით გამოსათვლელად, მართკუთხედის მარჯვენა მხარეს (მარჯვენა ნაპირს) წერტილების თანამიმდევრობის გამოყენებით, ვყოფთ მცირე დადებითი მნიშვნელობების მქონე h სიგრძის N რაოდენობის თანაბარ ინტერვალებად, $0 = t_0 < t_1 < \dots < t_N = T$, სადაც T არის დაკვირვების დრო. გამყოფი წერტილებიდან T

$= nh$ ($n = 0, 1, 2, \dots$), ვავლებთ მოპირდაპირე ნაპირის პერპენდიკულარებს.

თითოეულ ინტერვალზე $\{t_{n-1}, t_n\}(t_1, 2, \dots)$, (1) განტოლების ამონახსნების მოსაძებნად, უნდა დავდოთ საწყისი პირობები $x = x|_{t=t_{n+1}} = x(n-1)$; მოცემულ შემთხვევაში, გამყოფ წერტილებში მნიშვნელობებს აქვს შემდეგი სახე:

$$x(n) = \varphi(t_{n-1}, y(n), z(n)) \quad n = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

$n = 1, 2, 3, \dots$ მნიშვნელობების მითითებით, ჩვენ განვსაზღვრავთ $x(1), x(2), x(3), \dots$, რითაც ვადგენთ მდინარის მდგომარეობას მოცემულ წერტილებში. ანუ, თუ დამკვირვებელი მოძრაობს მარჯვენა ნაპირზე (h ბიჯით) და მისთვის ცნობილია დაბინძურების დონე გამყოფ წერტილებში, მას შეუძლია სრულად აკონტროლოს სიტუაცია მარჯვენა ნაპირზე. ახლა ჩნდება კითხვა, თუ როგორ უნდა მოხდეს მდინარეზე სიტუაციის სრული მონიტორინგი.

ამოხსნა შემდეგში მდგომარეობს: მდინარის ფუძეს (ორ ნაპირს შორის მანძილს – მდინარის სიგანეს), ვყოფთ ერთი და იმავე h სიგრძის თანაბარ ნაწილებად, როგორც ეს მარჯვენა ნაპირის შემთხვევაშია, წერტილების თანამიმდევრობის წესის გამოყენებით $0 = t < t < \dots < t_N = T$. ამ გამყოფი წერტილებიდან ვავლებთ მდინარის ნაპირების პარალელურ სწორ ხაზებს. შედეგად მდინარე დაფარული იქნება ბადით. პარალელური და პერპენდიკულარული ხაზების გადაკვეთას ვუწოდებთ საკვანძო წერტილებს. ახლა, მკვლევარს, რომელიც მოცემული პარალელების გასწვრივ გადაადგილდება, შეუძლია განსაზღვროს მდინარის დაბინძურების დონე მისი მარჯვენა ნაპირიდან მდინარის მთელი სიგრძის ნებისმიერ წერტილში (2) ფორმულის გამოყენებით.

ზოგადად, (2) ფორმულას აქვს შემდეგი სახე:

$$x_m(n) = \varphi(t_{n-1} y_n^m, z_n^m)$$

$$m = 1, 2, \dots, M; n = 1, 2, \dots, N$$

ამ ფორმულაში m შეესაბამება პარალელური, ხოლო n – პერპენდიკულარული წრფეების რიგით ნომერს.

მაგალითად: $x_7(5) = \varphi(t_4, y_5^7, z_5^7)$

ნიშნავს, რომ დროის $t = 5$ მომენტისათვის ჩვენ ვიმყოფებით მეშვიდე პარალელზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ შემოთავაზებული თეორია ძალაში რჩება ნებისმიერი კონფიგურაციისა და სიგრძის მდინარისთვის.

ახლა, ბუნებრივია, ეკოლოგები დარწმუნდნენ, რომ პრობლემის გადაწყვეტა სწორედ მოდელშია – ეკოლოგიური პროცესების მათემატიკური ენით მიახლოებით აღწერაში. მნიშვნელოვანია, რომ შევძლოთ რაც შეიძლება მარტივი მოდელების აგება და პარამეტრების მინიმალური და საჭირო რაოდენობით შემოვიფარგლოთ.

ამრიგად, ეკოლოგიური პროცესების შესწავლისას მათემატიკა ბუნებრივ ინსტრუმენტად იქცევა.

დასკვნა

სტატია წარმოადგენს სტატიების სერიის ნაწილს სახელწოდებით: „მათემატიკოსების როლი პრაქტიკული გარემოსდაცვითი პრობლემების გადაჭრაში“.

მკითხველი გაეცნობა რეალური გარემოსდაცვითი პროცესის აღწერისა და ანალიზის მეთოდს, მისი მათემატიკური იდეალიზაციის გამოწვევებსა და შესაძლებლობებს, მოდელის აგების მეთოდების არჩევას და მათემატიკური მეთოდის გამოყენებას კონკრეტული გარემოსდაცვითი უსაფრთხოების პრობლემის გადასაჭრელად.

სტატიაში წარმოდგენილი კონკრეტული მაგალითი მათემატიკური თვალსაზრისით განსაკუთრებით რთული არ იყო ან, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, პრობლემას არ წარმოადგენდა. სტატია გვიჩვენებს, დასმული პრობლემების ბუნების შესაბამისად, მათემატიკოსების მიერ შერჩეული მეთოდის როლის მნიშვნელობას გარემოსდაცვით პროცესებზე გავლენის მოხდენაში, ასევე გვიჩვენებს თუ როგორ შეუძლია მათემატიკოსს რეალური დახმარების გაწევა გარემოს დამცველისათვის.

ლიტერატურა

1. Abzianidze, D., Tabatadze, G., Managadze, R., Abzianidze, V., & Inanashvili, N. (2015). *Thinking of mathematicians about the ecology and its problems*. Social Economics: XXI Century's Actual Problems, January–February, 273–275. (In Russian)
2. Abzianidze, D., Managadze, R., Poporadze, N., & Tabatadze, G. (2015). *The use of methods of mathematical ecology for solving problems of environmental protection*. Georgian Technical University. (In Georgian)
3. Abzianidze, V., Abzianidze, D., & Managadze, R. (2018). *On efficiency of application of elements of higher mathematics for the solution of practical tasks of ecological systems safety*. Works of GTU, 4(510), 117–125. (In Russian)
4. Poporadze, N., Abzianidze, D., Dvali, M., & Meskhishvili, T. (n.d.). *Significance of mathematical ecology in the protection of ecologic systems safety*. In *Transaction International Scientific Conference* (pp. 242–244). (In English)
5. Abzianidze, D., Tabatadze, G., & Khudadze, N. (2013). *About use of mathematical modeling in environmental protection*. Business-Engineering, Georgian Technical University, 2, 195–197. (In Georgian)
6. Abzianidze, D., & Managadze, R. (2014). *Application of Kalman-Buss model in processing of observation results of river water conditions*. Georgian Oil and Gas, 29, 17–20. (In Russian)
7. Abzianidze, D., Managadze, R., & Abzianidze, V. (2015). *Application of Kalman filtering during estimation of river water state according to discrete observations*. Georgian Oil and Gas, 30, 108–111. (In Russian)
8. Poporadze, N., Abzianidze, D., & Dvali, M. (2010). *About problems of ecological security and optimization management of ecological system*. Transactions of Georgian Technical University, 2(476), 59–63. (In Russian)
9. Abzianidze, D., Managadze, R., & Abzianidze, V. (2016). *Application of dynamic programming model for solving practical problems of ecological systems security*. Georgian Oil and Gas, 31, 79–82. (In Russian)
10. Poporadze, N., Abzianidze, D., Dvali, M., & Meskhishvili, T. (2010). *Efficiency of ecological monitoring in case of the pollution of river Mtkvari by heavy metals*. Transactions of Georgian Technical University, (477), 17–21. (In Georgian)

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-162-169>

The Role of Mathematics in Ecology

- Vera Abzianidze** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Geological Monitoring Department, Researcher, Georgia
E-mail: abzianidze.v@gtu.ge
- Rusudan Managadze** Georgian Technical University, Faculty of Mining Geology and Mountaindevelopment, Professor, Georgia
E-mail: r.managadze@gtu.ge
- Dimitri Abzianidze** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Head of Geological Monitoring Department, Georgia
E-mail: abzianidze.d@gtu.ge
- Zurab Kakulia** Georgian Technical University, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Monitoring Director, Georgia
E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Reviewers:

- Z. Varazashvili**, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Geological Monitoring Department, Head of Department, Academic Doctor
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge
- T. Barabadze**, Georgian Technical University, Head of the Oil and Gas Technology Department, Professor
E-mail: t.barabadze@gtu.ge

Abstract. Before moving on to the direct dialogue, let's define the role assigned to mathematicians in the study of the environment. It is generally accepted that mathematics arose from the everyday practical needs of man at the earliest stages of the development of human society in order to help man in his struggle for existence.

Despite the apparent abstractness of modern mathematical theories, they arose naturally in the process of studying the world around us. Mathematics is a necessary component of our understanding of the world.

The problem and tasks of ecologists are to ensure an environment where the population can lead a healthy lifestyle. The main difficulties in solving environmental problems lie in the fact that ecologists have to act under conditions of uncertainty. By uncertainty, mathematicians mean a situation where information about the possible state of the ecological system is completely or partially absent. In other words, when unforeseen events occur in the system, which is an inevitable companion of ecological systems. In addition, the knowledge that humanity has

accumulated in the study of the world around us convinces us that the course of development of human society contradicts the changing living conditions on the planet. Defining uncertainty in ecology by a formal method is fundamentally impossible; in this case, mathematical methods are most appropriate and effective. Thus, mathematicians play a crucial role in the study of environmental problems. As a result, a discipline such as mathematical ecology has emerged.

Keywords: Ecology; Environment; Mathematics.

განხილვის თარიღი 12.11.25

შემოსვლის თარიღი 01.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 663,5

SCOPUS CODE 2916

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-170-176>

რძის მრეწველობის ნარჩენები და მათი გამოყენების პრაქტიკული მნიშვნელობა

მარინე ჩაჩანიძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი. საქართველო E-mail: m.chachanidze@gtu.ge
მარიამ ლოლაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დოქტორანტი. საქართველო E-mail: m.Loladze@gtu.ge
ტრიფონ ფარჯანაძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომელი. საქართველო E-mail: tripon_parjanadze@gtu.ge
გოჩა ჭუმბურიძე	გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს პროექტების მართვის სააგენტო, უფროსი სპეციალისტი. საქართველო E-mail: gocha.chumburidze@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. ებელაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: n.ebelashvili@gtu.ge

ნ. ალხანაშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნ.აკადემიური დოქტორი
E-mail: n.alkhanashvili@gtu.ge

ანოტაცია. რემეჩავა პროდუქტებიდან შრატი ერთ-ერთი საუკეთესო ნატურალური პროდუქტია აღიარებული სამკურნალო და პროფილაქტიკური თვისებებით. ყველის, ხაჭოს, კაზეინის წარმოების

შემდეგ დარჩენილი შრატის გამოყენება ჩვენთან სამრეწველო მიმართულებით არ ხდება მაშინ, როდესაც ის შეიცავს ყველა იმ ძვირფას ნივთიერებას, რომელიც რძეშია. შრატი გამოირჩევა არა მარტო სამკურნალო და პროფილაქტიკური თვისებებით,

არამედ მაღალყუათიანობითა და დიეტურობითაც, ცილოვანი ნივთიერებების ალბუმინის და გლობულინის მაღალი შემცველობით, სასარგებლო ბაქტერიების – პრობიოტიკების არსებობით და სხვა მრავალი სასარგებლო თვისებით. საკითხი მეტად აქტუალურია და შესაძლებელია უნარჩენო ტექნოლოგიებით სხვადასხვა სახის სასმელის დამზადება. შრატის მაქსიმალური გამოყენებისთვის ჩატარდა კვლევები ლაბორატორიულ პირობებში არომატიზებული, გამაჯანსაღებელი სასმელების დასამზადებლად და უნარჩენო ტექნოლოგიების შესაძლებლობებზე.

საკვანძო სიტყვები: მიკრობიოლოგიური მონაცემები; რძე; რძის პროდუქტები; შრატის კვებითი ღირებულება; შრატის უნარჩენო ტექნოლოგიები.

შესავალი

შრატი რძემეჟავა პროდუქტია, რომელიც მიიღება ყველის, ხაჭოს, კაზეინის წარმოებისას. იგი უმნიშვნელოვანესია კვებითი ღრებულებით. საქართველოში რძის დიდი ნაწილი ყველის დამზადებას ხმარდება. ამიტომ ყველის შრატის გადამამუშავება აქტუალურია, განსაკუთრებით ყველის მწარმოებელი ქარხნებისათვის. შრატი საუკეთესო პროდუქტია ნედლეულის კომპლექსური გადამამუშავებისა და უნარჩენო ტექნოლოგიებით სვადასხვა სახის საკვები პროდუქტის დასამზადებლად. შრატი შეიცავს სასარგებლო პრობიოტიკებს. ლაქტობაცილები ხელს უწყობს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის სწორად ფუნქციონირებას. გაუფილტრავ შრატში მაღალი შემცველობითაა ალბუმინი, გლობულინი და ისეთი

დაბალმოლეკულური ცილები, როგორცაა პროტეაზები, პეპტონები, ცხიმის ბურთულების გარსთა ცილები (გაპტინები), იგი შეიცავს ფოსფორს, რკინას, ნატრიუმს, კალციუმს, კალიუმს, მაგნიუმს, B ვიტამინების სრულ სპექტრს, C ვიტამინს, ნიკოტინის მჟავას, ქოლინს, ამინომჟავებს, ცხიმოვან მჟავებს, რომლებსაც კარგად ითვისებს ორგანიზმი და საუცხოო ნედლეულია მრავალი ცილოვანი პროდუქტის წარმოებისთვის. ითვლება, რომ შრატის ცილებს უკეთესად შეიწოვს, ორგანიზმი, ვიდრე ქათმის კვერცხის ცილას. შრატი ერთადერთი დიეტური და სამკურნალო ჯანსაღი საკვებია, რომელთან ერთადაც ადამიანი იღებს დიდი რაოდენობით მიკროორგანიზმების ცოცხალ სასარგებლო ბაქტერიებს.

შრატში არსებობს ცილები, რომლებიც არეგულირებენ უჯრედების განახლებისა და ზრდის პროცესებს; შრატს ახასიათებს ანტიოქსიდანტური მოქმედება, შესაბამისად, ის სილამაზისა და ჯანმრთელობის ელექსირია. მას აქვს დაბერების შენელების უნარი. ამიტომ რძის შრატი ნატურალური კოსმეტიკის შედგენილობაში შედის. მას ნებისმიერი ტიპის კანის გადამრჩენელს უწოდებენ. სახის ნიღბებით მას შეუძლია შეებრძოლოს ნაოჭებს და ზედმეტ სიმშრალეს, ასევე სახეს ჯანსაღი ფერი მიანიჭოს, შრატი თმისთვისაც სასარგებლოა, ხელს უწყობს მის ზრდას და აღდგენას.

შრატის გამოყენება მოსახერხებელია, როცა საკვების შეთვისებისთვის საჭირო ენერჯის მცირე დანახარჯით ადამიანი აღიდგენს ენერჯიას. მაწვნის შედეგების პროცესში წარმოებულ აციდოფილინის ჩხირებს და ასევე საფუარებს უნარი აქვთ გამოეყოფნენ საგრძნობი რაოდენობა ანტიბიოტიკებისა, როგო-

რიცაა ლაქტოლინი, ლაქტომინი, სტრეპტოციდი. რძემჟავა პროდუქტების დიდი ნაწილი: ხაჭო, იოგურტები, მაწონი, აციდოფილური რძე, აციდოფილინი, კეფირი, არაჟანი, შრატები, დო, ზოგიერთი სახის მჟავე ყველი და სხვა, გამოირჩევიან არა მარტო ყუათიანობითა და დიეტურობით, არამედ სამკურნალო თვისებებითაც ხასიათდებიან.

აფთიაქებში კამის წყლის დამზადებისას გამოიყენება კამის ეთერზეთი, რომლის ძირითადი კომპონენტია ანეთოლი. ეს უკანასკნელი ძირითადად უზრუნველყოფს კოლიკის შემსუბუქებას, ასევე კამის ეთერზეთის თვისებებია: ანტიმიკრობული, სოკოს საწინააღმდეგო, ანტისპაზმური, ჰეპატოპროტექტორული (ღვიძლის ტოქსიკური დაზიანებით) მოქმედება; იგი არის ამოსახველებელი საშუალება (კამის ჩაი ეხმარება ხველას), შარდმდენი; საფაღრათო საშუალება. კამის შემადგენლობაში დომინირებს კარვონი, რომელიც ხელს უწყობს საჭმლის მონელების გაუმჯობესებას.

ძირითადი ნაწილი

მეცნიერული სიახლე.

დამუშავებულია ანტიოქსიდანტური მოქმედების, სამკურნალო-პროფილაქტიკური დანიშნულების მქონე სასმელის რამდენიმე სახეობა. აქედან ერთ-ერთია ქართული ბიოდანამატების (ნედლი კამა და კამის თესლი) გამოყენებით რძის შრატის ფუძეზე დამზადებული ახალი სახის არომატიზებული, გამაჯანსაღებელი რძემჟავა სასმელის დამზადება. გამოკვლეულია შრატის ფუძეზე დამზადებული ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზი.

ახალი საგემოვნო თვისებების მქონე რძემჟავა

სასმელის შექმნა მნიშვნელოვნად გაზრდის რძემჟავა პროდუქტების ასორტიმენტს. გამოყენებული რძის პროდუქტის (შრატი) გამოყენებით გაიზრდება დარგის რენტაბელობა.

ლაბორატორიულ პირობებში კვლევისას ცდებში ვიყენებთ როგორც გაუფილტრავ (38 გრად-ზე ყველის ამოყვანის შემდეგ დარჩენილი მასა), ასევე გაფილტრულ შრატს (უკვე 100გრად-ზე ნადულის შემდეგ მიღებული მასა). ცნობილია, რომ შრატის მშრალი ნივთიერების ნაწილია ერთ-ერთი ყველაზე სასარგებლო და ბუნებრივი პრობიოტიკი, რომელიც ბუნებრივად ჩნდება ფერმენტაციისას და დიდ გავლენას ახდენს ნაწლავების, იმუნურ და ზოგად ჯამრთელობაზე. ცდის დაწყებამდე საკვლევ შრატში შევისწავლეთ მისი კალორიულობა, რომელმაც შეადგინა 18.1 კკალ. შრატში 91%-მდე წყალია, ცილები – 0.8გ, ნახშირწყლები–3.5გ, ცხიმები – 0.2 გ.

პირველ ეტაპზე 200 მლ ნადულის შრატს შემავსებლად დავამატეთ 35 გ ნედლი კამა, 15-წუთიანი დუდილის შემდეგ გავაცივეთ 28°C-მდე, შევავსეთ 0.5ლ-მდე გაუფილტრავი შრატით, წვრილად დაჭრილი 20 გ კამით და მწიკვი მარილით. მიღებული მასა დავაბლენდერეთ, ჩავასხით მინის ჭურჭელში და გავაჩერეთ ნახევარი საათი, გადავწურეთ, გავაცივეთ მაცივარში ნახევარი საათის განმავლობაში და დავაგემოვნეთ, როგორც გამაგრებელი სასმელი.

მეორე ცდაში ნაყენის მოსამზადებლად გამოვიყენეთ დაფქული კამის თესლი 1 ს/კ, დავასხით 200 მლ მდუღარე შრატი და შევფუთეთ. გავაჩერეთ 15 წუთი, შემდეგ გავწურეთ რამდენიმე ფენად დაკეცილ დოლბანდში, გავაგრძელეთ, დავასხით ისევ 0,5 ლ გაუფილტრავი მდუღარე შრატი, მინის ჭურ-

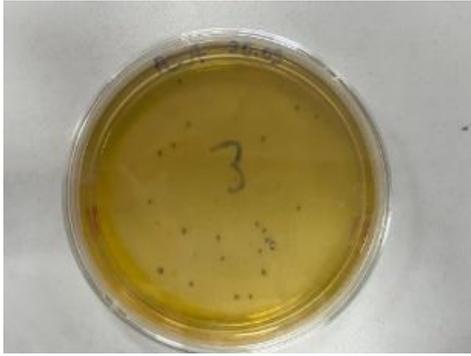
ჭელში მყოფ საკვლევ მასას დავაფარეთ საცობი და ცხელი წყლის (80°C) აბაზანაში გავაჩერეთ 45 წუთის განმავლობაში, გავაგრილეთ, დავაბლენდერეთ და ჩავატარეთ დეფუსტაცია: შრატის და კამის ცნობილ სასარგებლო თვისებებთან ერთად მათ ჰქონდათ სასიამოვნო საგემოვნო, დამამშვიდებელი მოქმედება. 10-ბალიანი სისტემით ორგანოლეპტიკური შეფასების შედეგად 5 შემფასებლიდან საშუალოდ კამის თესლით მომზადებულმა სასმელმა მიიღო 8 ბალი, ხოლო ნედლი კამით მომზადებულმა – 9 ბალი. ნედლი კამის გამოყენება სრულიად უვნებელია კოლიკების შესამცირებლად, 1 ს/კ. მიღებისას დღის განმავლობაში იგი არ იწვევს ალერგიას. შენახვის შემთხვევაში მოცულობის მიხედვით სტაბილიზატორად ვიყენებთ ნატრიუმის ბენზოატს ან დინდგელს.

შრატის ფუძეზე დამზადებული საცდელი ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზი

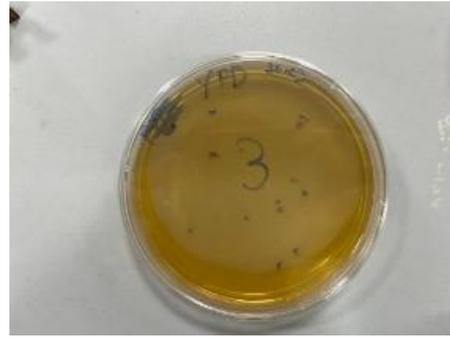
ჩატარდა შრატის ფუძეზე დამზადებული საცდელი ნიმუშების მიკრობიოლოგიური ანალიზი 5 სხვადასხვა მიკროორგანიზმის აღმოჩენის და რაოდენობის განსაზღვრის მიზნით – მიკრობთა (ბაქტერიების) საერთო რაოდენობა, საფუარები, რძემჟავები, სალმონელა და ეშერიხია კოლი. რძემჟავა ბაქტერიების ინკუბაცია ჩატარდა ანაერობულ პირობაში, 37°C-ზე, ხოლო ყველა დანარჩენ შემთხვევაში მოხდა აერობულ პირობაში ინკუბაცია 30 °C-ზე. მასალის განზავება მოხდა ფიზიოლოგიურ ხსნარში (NaCl-ის 0,9% ხსნარი). გამოვიყენეთ 3 განზავება: I განზავება – 1 მლ საკვლევ ნიმუშს დაემატა 9 მლ ფიზიოლოგიური ხსნარი; II განზავება – 1 მლ I განზავების ხსნარს დაემატა 9 მლ ფიზიოლოგიური ხსნარი ; III განზავება – 1 მლ II განზავების

ხსნარს დაემატა 9 მლ ფიზიოლოგიური ხსნარი. დათვლა მოვახდინეთ მე-3 განზავებებში.

საკვებ არეებად გამოყენებული იყო: 1. მიკრობთა საერთო რაოდენობისთვის – PCA (Plate Count Agar): ტრიპტონი 5გ/ლ; საფუვრის ექსტრაქტი 2,5 გ/ლ; გლუკოზა 1 გ/ლ; აგარი 15 გ/ლ; 2. საფუარებისთვის – YPD (Yeast Extract Peptone Dextrose Agar): აგარი 15 გ/ლ; ბაქტერიოლოგიური პეპტონი 20 გ/ლ; გლუკოზა 20 გ/ლ; საფუვრის ექსტრაქტი 10 გ/ლ; 3. რძემჟავა ბაქტერიებისთვის – MRS (De Man Rogosa Sharpe Agar) : პეპტონი 10 გ/ლ; ხორცის ექსტრაქტი 5გ/ლ; საფუვრის ექსტრაქტი 5 გ/ლ; გლუკოზა 20 გ/ლ; დიკალიუმ ჰიდროფოსფატი 2 გ/ლ; ტრიამონიუმის ციტრატი 2 გ/ლ; ნატრიუმის აცეტატი 5 გ/ლ; მაგნიუმის სულფატი 0,1 გ/ლ; მანგანუმის სულფატის მონოჰიდრატი 0,05 გ/ლ; აგარი 12 გ/ლ; 4. სალმონელასთვის – XLD (Xylose Lysine Deoxycholate Agar): საფუვრის ექსტრაქტი 3 გ/ლ; ლაქტოზა 7,5 გ/ლ; საქაროზა 7,5 გ/ლ; ქსილოზა 3,75 გ/ლ; L-ლიზინ ჰიდროქლორიდი 5 გ/ლ; ნატრიუმის ქლორიდი 5 გ/ლ; რკინა ამონიუმის ციტრატი 0,8 გ/ლ; ნატრიუმის თიოსულფატი 6,8 გ/ლ; ნატრიუმის დეოქსიქოლატი – 1 გ/ლ; ფენოლის წითელი 0,08 გ/ლ; აგარი 15 გ/ლ; 5. ეშერიხია კოლისთვის – ENDO (Fuchsin Sulphite and Infusion Agar): პეპტონი 10 გ/ლ; დიკალიუმ ჰიდროგენ ფოსფატი 2,5 გ/ლ; ლაქტოზა 10 გ/ლ; უწყლო ნატრიუმის სულფატი 3,3 გ/ლ; ფუქსინი 0,3 გ/ლ; აგარი – 12,5 გ/ლ. რძემჟავა ბაქტერიების გამოკვლევისთვის გამოყენებული იყო ანაერობული პირობები, ინკუბაცია 48 სთ, ტემპერატურა 37° C; დანარჩენი მიკროორგანიზმებისთვის – აერობული პირობები, ინკუბაცია 48 სთ, ტემპერატურა 30° C.



სურ. 1. მიკრობთა საერთო რაოდენობა



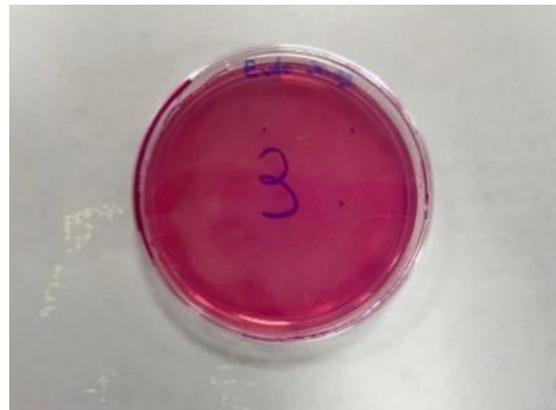
სურ. 2. საფლარები



სურ. 3. რძემჟავა ბაქტერიები



სურ. 4. სალმონელა



სურ. 5. ეშერიხია კოლი

შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში:

მასალა/ბაქტერიის დასახელება	ბაქტერიების საერთო რაოდენობა, კწე/მლ	საფუარი, კწე/მლ	რძემჟავა, კწე/მლ	სალმონელა, კწე/მლ	ეშერიხია კოლი, კწე/მლ
გაფილტრული შრავი	25*10 ³	5*10 ³	19*10 ³	-	-

ცხრილიდან გამომდინარე 5 განსხვავებული ანა-ლიზის შედეგად, აღმოჩნდა საფუვრის, რძემჟავა ბაქტერიებისა და მიკრობთა საერთო რაოდენობის დასაშვები რაოდენობა. რაც შეეხება სალმონელას და ეშერიხია კოლის, ისინი ნედლეულში არ აღმოჩნდა.

დასკვნა

კვლევის შედეგად, შრავის ფუძეზე დამზადებულ სასმელს დეგუსტაციის მონაცემებით ჰქონდა სასიამოვნო საგემოვნო, დამამშვიდებელი, მოქმედება და აკმაყოფილებდა წაყენებულ მიკრობიოლოგიურ მოთხოვნებს. ჩვენ მიერ შემუშავებული მარტივი რეცეპტურა შესაძლებელია წარმატებით იქნეს გამოყენებული რძის მწარმოებელი და გადამამუშავებელი საწარმოების და ფერმერების მიერ.

ლიტერატურა

1. Lipatov, N., & Tskitishvili, Z. (1984). *Technology of milk and dairy products*.
2. Kharazishvili, A., & Kvirikashvili, D. (2010). *Milk and the technology of making dairy products*.
3. Davidov, R. (1976). *Milk and dairy*.
4. Chachanidze, M., Kalatozishvili, E., & Chumburidze, G. (2024). Biological enrichment of cheese. *GTU Works*, (3), 533.

UDC 663,5

SCOPUS CODE 2916

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-170-176>

Dairy Industry Wastes and Practical Significance of Their Use

- Marine Chachanidze** Georgian Technical University, Food Industry S/R Institute, Seniorresearch Fellow, Georgia
E-mail: m.chachanidze@gtu.ge
- Mariam Loladze** Georgian Technical University, Food Industry S/R Institute, Director, Georgia
E-mail: m.Loladze@gtu.ge
- Tripon Farjanadze** Georgian Technical University, Food Industry S/R Institute, Researcher, Georgia
E-mail: tripon_parjanadze@gtu.ge
- Gocha Chumburidze** Georgian Technical Universityenvironment Protection and Agriculture Projects Management Agency at Ministry of Environmental Protection and Agriculture of Georgia, Georgia
E-mail: gocha.chumburidze@gmail.com

Reviewers:

- N. Ebelashvili**, Georgian Technical University, Doctor of Sciences, Food Industry Scientific-Research Institute, Chief
E-mail: n.ebelashvili@gtu.ge
- N. Alkhanashvili**, Georgian Technical University, Academic Doctor of Technical Sciences, GTU Food Industry Scientific-Research Institute, Chief Researcher
E-mail: n.alkhanashvili@gtu.ge

Abstract. Among lactic acid products as one of the best natural product recognized by curative and prophylactic properties is serum. Use of the serum remaining after production of cheese, cottage cheese, casein in industrial scale is not applied in our country, but it contains all those valuable substances, that are in milk. Serum is not only outlined by curative and prophylactic properties, but also it is outlined by high nutritive and dietary properties, by high content of protein substances - albumin and globulin, by existance of beneficial bacteria - probiotics and many other beneficial properties. The topic is highly actual and it is possible to produce various types of drinks via waste-free technologies. To maximize application of serum there were conducted studies in laboratory scale in order to develop waste-free technologies for aromatized curative drinks production.

Keywords: Curative and Prophylactic Effects of Serum; Dairy Products; Microbiological Data; Milk; Nutritional Value of Serum; Waste-free Technologies of Serum.

განხილვის თარიღი 25.10.25

შემოსვლის თარიღი 20.11.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 316.774:070(100):004

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-177-182>

ციფრული ტექნოლოგიების გავლენა ტრადიციულ მედიაზე – ბეჭდური მედიის კრიზისი

თამარ მიქელაძე

სოციალურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი მასობრივ კომუნიკაციაში. ჰუმანიტარულ და სოციალურ მეცნიერებათა სკოლა, ჟურნალისტიკის და მასობრივი კომუნიკაციის მიმართულება, გრიგოლ რობაქიძის უნივერსიტეტი. საქართველო

E-mail: tamar.mikeladze@gruni.edu.ge

რეცენზენტები:

ნ. შოშიტაშვილი, გრიგოლ რობაქიძის უნივერსიტეტის ჰუმანიტარულ და სოციალურ მეცნიერებათა სკოლის ასოცირებული პროფესორი, სოციოლოგიის დოქტორი

E-mail: n.shoshitashvili@gruni.edu.ge

მ. გოგატიშვილი, გრიგოლ რობაქიძის უნივერსიტეტის ჰუმანიტარულ და სოციალურ მეცნიერებათა სკოლის პროფესორი, ფილოსოფიის დოქტორი

E-mail: mikheil.gogatishvili@gruni.edu.ge

ანოტაცია. ციფრულმა ტრანსფორმაციამ მედიაში ფუნდამენტურად შეცვალა მასმედიის საინფორმაციო საშუალებების სტრუქტურა, მედიაპროდუქტის შექმნის სპეციფიკა, ასევე, მასობრივი აუდიტორიის ქცევა, კერძოდ, ინფორმაციის ზედაპირულად მიღებისა და აღქმის თავისებურებები. ციფრული ტრანსფორმაცია ცხადია, გავლენას ახდენს მედიის სტრუქტურასა და შინაარსზე, იცვლება ჟურნალისტური პროდუქტის ფორმები, ციფრული მედია ხელს უწყობს ფორმების მრავალფეროვნებას – ინტერაქტიული სტატიები, ვიდეორეპორტაჟები, პოდაკასტები და ლაივსტრიმინგი მედიაორგანიზაციებს მეტ მოქნილობას სძენს აუდიტორიასთან ურთიერთობისას. მოგესხენებათ, ბეჭდურ მედიაში ასეთი ფორმატების ინტეგრაცია შეუძლებელია. ციფრული ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარება და ინფორმაციის გავრცელების ახალი ფორმების ინტენსიური დანერგვა მკვეთრად ცვლის მედიაგარემოს. სტატიაში განხილულია ბეჭდური მედიის სისტემური კრიზისის გამომწვევი ძირითადი ფაქტორები, მათ შორის – ეკონომიკური, ტექნოლოგიური და კულტურული ასპექტები; კვლევის საგანია ბეჭდური მედიასაშუალებების ალტერნატიული ფორმების და მექანიზმების შემუშავება ან შექმნა თანამედროვე ციფრულ გარემოში.

საკვანძო სიტყვები: აუდიტორიის ქცევა; ბეჭდური მედია; ინფორმაციის ზედაპირული აღქმა; ციფრული მედია; ციფრული ტრანსფორმაცია.

შესავალი

საუკუნეების განმავლობაში ყოველი ახალი მედიასაშუალების გაჩენისას წინასწარმეტყველებდნენ, რომ ის წინამორბედს ჩაანაცვლებდა. ცხადია, ახალი და ტრადიციული მედიასაშუალებები დღემდე თანაარსებობს, მაგრამ ტრადიციული მედია, განსაკუთრებით კი, ბეჭდური პრესა, 21-ე საუკუნეში ახალი გამოწვევის წინაშე დგას. ფაქტია, რომ ციფრული მედია სულ უფრო დიდ აუდიტორიას იზიდავს, ტრადიციული მედიასაშუალებები ხშირ შემთხვევაში ავრცელებენ ან / და იმოწმებენ სოციალური მედიით გავრცელებულ ინფორმაციას; ზღვარი პროფესიულ და სამოყვარულო ჟურნალისტიკას შორის ბუნდოვანი გახდა – ციფრული მედიას პლატფორმები და ბლოგები ყველას აძლევს საშუალებას, ჟურნალისტიკად იქცნენ.

როგორც აღვნიშნეთ, მედიის გაციფრულება განსაკუთრებით ნეგატიურად აისახა ბეჭდურ მედიაზე, რომელიც კრიზისის წინაშე დგას და მისი სამომავლო არსებობა მედიასივრცეში კითხვის ნიშნის ქვეშ არის.

ციფრული ტრანსფორმაცია, ცხადია, გავლენას ახდენს მედიის სტრუქტურასა და შინაარსზე. იცვლება ჟურნალისტური პროდუქტის ფორმები, ციფრული მედია ხელს უწყობს ფორმების მრავალფეროვნებას – ინტერაქტიული სტატიები, ვიდეორეპორტაჟები, პოდკასტები და ლაივსტრიმინგი მედია-

ორგანიზაციებს მეტ მოქნილობას სძენს აუდიტორიასთან ურთიერთობისას. მოგეხსენებათ, ბეჭდურ მედიაში ასეთი ფორმატების ინტეგრაცია შეუძლებელია (Anderson, C. W., Bell, E., & Shirky, C. 2015).

მთავარი მახასიათებელი, რომელიც სოციალურ მედიას ტრადიციულისგან განასხვავებს, გახლავთ ისიც, რომ ინფორმაციის გარვეული ნაწილი აუდიტორიის მიერ იქმნება. მოგეხსენებათ, ტრადიციულ მედიაში ინფორმაციის ნაკადი მხოლოდ ერთი მიმართულებით მიდიოდა, აუდიტორიას საკუთარი სუბიექტური მოსაზრების გამოხატვის ან ინფორმაციის განვრცობის, გაზიარების ან/და შევსების საშუალება არ ჰქონდა. ციფრული პლატფორმები უზრუნველყოფს აუდიტორიის ჩართულობისა და უკუკავშირის შესაძლებლობას (კომენტარები, გაზიარება, რეაქციები), რაც ტრადიციულ მედიაში ნაკლებად ხორციელდება. ინტერაქციის შესაძლებლობა ცხადია განსაზღვრავს სოციალური მედიის კიდევ უფრო სწრაფ განვითარებას (Georgian National Communications Commission, 2023).

ძირითადი ნაწილი

ონლაინსივრცეში საინფორმაციო კონკურენცია გაზრდილია. პირველობა ინფორმაციაში ხშირად გადაწყვეტია, რაც ხშირ შემთხვევაში იწვევს, ფაქტების დაუზუსტებლობას ან სენსაციებზე ორიენტაციას.

თანამედროვე მედიაგარემოში ტრადიციულ ბეჭდურ მედიას უწევს მორგება ახალ გამოწვევებთან – პლატფორმათაშორის კონვერგენციასა და აუდიტორიის ციფრულ მიგრაციაზე, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს როგორც შინაარსის წარმოებაზე, ისე მედიაორგანიზაციების ეკონომიკურ მდგრადობაზე.

ინფორმაციის მოცულობა 21-ე საუკუნეში უპრეცედენტოდ გაიზარდა. თუმცა საინფორმაციო ნაკადის ქაოსური ზრდა არ ნიშნავს ინფორმაციულ სიღრმეს ან კრიტიკული ანალიზის უფრო მეტ შესაძლებლობას ან უნარს. ციფრული მედიის პირობებში ინფორმაციის სიჩქარე და რაოდენობა ნეგატიურად აისახება აუდიტორიის კოგნიტურ უნარებზე, კერძოდ, ხდება ინფორმაციის ზედაპირული რეცეფცია/აღქმა, ფეხს იკიდებს ე.წ. “headline culture”, რაც თავისთავად, ქმნის ზედაპირულ ცოდნას და მთავარი (ძირითადი) კონტექსტის დაკარგვას (Franklin, B. (Ed.), 2021).

ციფრული მედიის სპეციფიკიდან გამომდინარე, როგორც აღვნიშნეთ, ინფორმაციას მასობრივი აუდიტორია აღიქვამს ზედაპირულად და ფრაგმენტულად. ციფრული სივრცე აუდიტორიას ხშირად აწვდის ინფორმაციას მცირე „დოზებად“ – მოკლე სათაურებით, პოსტებით. ე.წ. news snack culture იწვევს ინფორმაციის სწრაფ და ზედაპირულ მოხმარებას, რაც, ცხადია, ცვლის აუდიტორიის ქცევას, კერძოდ, ინფორმაციის აღქმა ხდება ემოციური რეაქციით და არა ანალიტიკით; რისი გამომწვევი ძირითადი ფაქტორი არის აუდიტორიის ციფრული მიგრაცია, როცა საზოგადოების უმეტესი ნაწილი სოციალური მედიის მომხმარებელია.

ციფრული ტექნოლოგიების გავრცელებამ, სოციალური ქსელებისა და მობილური მოწყობილობების პოპულარიზაციამ მკვეთრად შეამცირა ტრადიციული ბეჭდური მედიის აუდიტორია. ბეჭდური მედიასაშუალებები დგას მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და სტრუქტურული გამოწვევების წინაშე, რაც მათ აიძულებს, შეამცირონ ტირაჟები, შეამცირონ ადამიანური რესურსი და გადაეწყონ ჰიბ-

რიდულ ციფრულ მოდელზე. საქართველოს მაგალითზე, კომუნიკაციების კომისიის მონაცემებით, მოსახლეობის 84.3% ინფორმაციას პირველწყაროდ ინტერნეტით იღებს, ხოლო ბეჭდური მედიის წილი მკვეთრად მცირდება (Georgian National Communications Commission, 2023).

საკვლევი პრობლემიდან გამომდინარე ვაწარმოეთ კვლევა. კვლევა განხორციელდა რაოდენობრივი მეთოდის გამოყენებით. მონაცემები შევაგროვეთ ონლაინკითხვარის (Google Forms) მეშვეობით, რომელიც მოიცავდა 12 სტრუქტურირებულ და ნახევრად ღია ტიპის შეკითხვას, რაც მიზნად ისახავდა რესპონდენტთა დამოკიდებულებების, პრეფერენციებისა და ქცევითი მოდელების შეფასებას. გამოკითხვა დაახლოებით 50 რესპონდენტი. კვლევის საგანს წარმოადგენდა, დაგვედგინა თუ რამდენად არის შემცირებული ბეჭდური მედიის მოხმარება. შერჩევა იყო არარეპრეზენტატული და ეფუძნებოდა მოხალისეობრივ პრინციპს.

გამოკითხულთა უმრავლესობა (87.5%) იყო მდებარეობითი სქესის, რაც მიუთითებს ქალთა აქტიურ, გათვითცნობიერებულ ჩართულობაზე. ასაკობრივი განაწილება მიანიშნებს, რომ ყველაზე აქტიური ჯგუფი იყო 35-54 წლამდე ასაკის ადამიანი (60.4%), რაც ხაზს უსვამს საშუალო და უფროსი ასაკის აუდიტორიის ინფორმაციულ ჩვევებს.

რაც შეეხება, ინფორმაციის მიღების წყაროებს, რესპონდენტთა დიდი ნაწილი (68.8%) ყოველდღიურად ახალ ამბებს იღებს სოციალური მედიის საშუალებით (Facebook, TikTok, Instagram), 18.8% იყენებს ონლაინმედიაპლატფორმებს, ხოლო ბეჭდურ მედიას თითქმის არ იყენებენ. კვლევის ანალიზი ნათლად ადასტურებს ციფრული მედიის,

განსაკუთრებით სოციალური მედიის, დომინანტ პოზიციას თანამედროვე საინფორმაციო სისტემაში.

რაც შეეხება, მედიის სანდოობის შესახებ შეკითხვას, რესპონდენტთა 64.6%-მა მიუთითა, რომ ციფრული და ბეჭდური მედია თანაბრად სანდოა, ხოლო მხოლოდ 10.4% ფიქრობს, რომ ციფრული მედია უფრო სანდოა, ვიდრე ბეჭდური. არსებული შედეგი ცხადყოფს, რომ მიუხედავად ციფრული მედიის აქტიური მოხმარებისა, ნდობის საკითხი კვლავ აქტუალურია და ბეჭდური მედია ჯერ კიდევ ინარჩუნებს სანდოობის მაღალ ხარისხს.

რაც შეეხება შეკითხვას დროისა და ფორმატების პრეფერენციასთან დაკავშირებით, მედიაკონტენტის მოხმარების საშუალო დრო უმეტეს შემთხვევაში 15-30 წუთს არ აღემატება, რაც მიანიშნებს აუდიტორიის სწრაფი ინფორმაციის მიღების ტენდენციაზე. ასევე, გამოკითხულთა ნახევარზე მეტი (52.1%) უპირატესობას ანიჭებს ტექსტის ფორმატით სტატიებს, ხოლო 29.2% – მოკლე ვიდეოებს. აღნიშნული შედეგი ხაზს უსვამს მულტიმედიური ფორმატების მნიშვნელობას ციფრულ მედიაში.

შეკითხვამ, რომელიც ციფრული მედიის გავლენას და შეფასებას ეხებოდა, შემდეგი სურათი მოგვცა: გამოკითხულთა 65.2%-ს ერთხელ მაინც უფიქრია, რომ ციფრული მედია მათგან მეტ დროს მოითხოვს, ვიდრე მიზანშეწონილია. ეს მიუთითებს მედიის დამოკიდებულების ან ინფორმაციული გადატვირთვის ცნობიერ აღქმაზე.

ბეჭდური მედიის შეფასებისას, რესპონდენტთა 41.7% მიიჩნევს, რომ მისი მთავარი ნაკლია მოძველებული ფორმატი, რაც მიუთითებს მედიის ტექ-

ნოლოგიური და სტრუქტურული გაუმართაობის აღქმაზე თანამედროვე ციფრულ სივრცეში.

მეორე მნიშვნელოვანი საკითხი აღმოჩნდა სისწრაფის დეფიციტი (16.7%) – ბეჭდური მედია ვერ პასუხობს ინფორმაციის მიღების იმ სწრაფ ტემპს, რაც ციფრულ პლატფორმებს ახასიათებს.

ასევე, მნიშვნელოვანი იყო ბეჭდური მედიიდან ინფორმაციის სწრაფად მიღების განსაზღვრა: ბეჭდური პრესის მომხმარებელთა 14.6% მიიჩნევს, რომ ზედმეტი დროის ხარჯვა ზედმეტ ბარიერს ქმნის.

ბეჭდური მედიის სამომავლო პერსპექტივასთან დაკავშირებით, რესპონდენტებს დაესვათ კითხვა, აპირებდნენ თუ არა მომავალში ბეჭდური მედიის მოხმარებას, მხოლოდ 28.9% გამოხატა დადებითი განწყობა. მნიშვნელოვანი იყო “არ ვიცი” პასუხების დიდი წილი (53.3%), რაც მიუთითებს გაურკვეველ, მერყევ პოზიციაზე და ბეჭდური მედიის არსებულ და სამომავლო კრიზისზე.

ინფორმაციის ძიების წამყვანი მოტივი აღმოჩნდა პირადი ინტერესები (43.8%), მათ შორის კულტურა, ტექნოლოგიები და საზოგადოებრივი საკითხები. ნაკლებად დომინანტური იყო ინფორმაციის მოძიების და მოხმარების პოლიტიკური პროცესების ან სოციალური მოვლენების ეპიცენტრში ყოფნის მოტივი, რაც ცხადია, მიანიშნებს საზოგადოების პოლიტიკისგან დისტანცირებულ საინფორმაციო მოთხოვნაზე.

დასკვნა

კვლევის შედეგები ცხადყოფს, რომ ბეჭდური მედიის მოხმარება მკვეთრად შემცირებულია, ციფრულ პლატფორმებთან შედარებით. როგორც მოხ-

მარების სიხშირის, ისე ინფორმაციული გავლენის თვალსაზრისით. კვლევის შედეგად გამოიკვეთა ციფრული მედიის რეალობის თანამდევი მასობრივი აუდიტორიის ქცევის ტრანსფორმაცია, კერძოდ, აუდიტორიის ციფრული მიგრაცია და ინფორმაციული ჩვევების ცვლილება. ციფრულმა სივრცემ შექმნა ახალი ინფორმაციული კულტურა – სწრაფი, ზედაპირული და ფრაგმენტული მოხმარებით, რამაც შეცვალა აუდიტორიის ინფორმაციული ქცევა. საზოგადოება ძირითადად სოციალური და ონლაინმედიაკონტენტის მომხმარებელია, თუმცა, ამასთანავე, აღიქვამს ციფრული მედიის საფრთხეებს (დროის მავნე ხარჯვა, ინფორმაციული გადატვირთვა).

კვლევიდან გამომდინარე, შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ ბექდური მედიის ნდობას სიმბოლური დატვირთვა აქვს, რაც შესაძლოა ბაზარზე მისი ინოვაციური რეპოზიციონირების საფუძვლად იქცეს. ბექდური მედიის კრიზისის ძირითადი მიზეზები მოიცავს ეკონომიკურ, ტექნოლოგიურ და კულტურულ ფაქტორებს.

კვლევის შედეგები ასევე ცხადყოფს, ბექდური მედიის რეალურ მარგინალიზაციას ციფრული ტექნოლოგიების ეპოქაში. ტენდენციები მიუთითებს მედიის კონვერგენციის აუცილებლობაზე და ბექდური მედიის ციფრულ მოდელზე გადართვის პერსპექტივაზე

ლიტერატურა

1. Picard, R. (2016). *Journalism, value creation and the future of news organizations*. Reuters Institute for the Study of Journalism.
2. Picard, R. G. (2010). *The economics and financing of media companies (2nd ed.)*. Fordham University Press.
3. Saralidze, T. (2022). Digital media and the future of print media in Georgia. *Media Studies*, 6(1), 33–47.
4. Squires, C. (2022). Print is not dead: The role of niche magazines in the digital age. *Media, Culture & Society*, 44(1), 15–33. <https://doi.org/10.1177/0163443721995641>
5. WAN-IFRA. (2023). *The business of news in the digital age*. World Association of Newspapers and News Publishers.

UDC 316.774:070(100):004

SCOPUS CODE 3300

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-177-182>

The Impact of Digital Technologies on Traditional Media – The Crisis of Print Media

Tamar Mikeladze Academic Doctor in Mass Communication (Social Sciences). School of Humanities and Social Sciences, Journalism and Mass Communication Program, Grigol Robakidze University, Georgia
E-mail: tamar.mikeladze@gruni.edu.ge

Reviewers:

N. Shoshitashvili, Grigol Robakidze University, Associate Professor, School of Humanities and Social Sciences, Academic Doctor in Sociology
E-mail: n.shoshitashvili@gruni.edu.ge

M. Gogatishvili, Grigol Robakidze University, Professor, School of Humanities and Social Sciences, Academic Doctor in Philosophy
E-mail: mikheil.gogatishvili@gruni.edu.ge

Abstract. Digital transformation has fundamentally changed the structure of mass media information channels, the specifics of media product creation, and the behavior of mass audiences—particularly in terms of the superficial reception and perception of information. It clearly influences both the structure and content of the media. Journalistic formats are evolving: digital media promotes diversity through interactive articles, video reports, podcasts, and live streaming, offering media organizations greater flexibility in engaging with audiences—formats that are impossible to integrate into print media. The rapid advancement of digital technologies and the intensive implementation of new forms of information dissemination are significantly transforming the media environment.

This paper discusses the key factors contributing to the systemic crisis of print media, including economic, technological, and cultural aspects. The study focuses on developing or designing alternative forms and mechanisms for print media in the contemporary digital environment.

Keywords: Print media; Digital transformation; Digital media; Audience behavior; Superficial perception of information.

განხილვის თარიღი 19.06.2025

შემოსვლის თარიღი 17.07.2025

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 35.072

SCOPUS CODE 3321

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-183-190>

საჯარო ადმინისტრირების სწავლების კონცეფცია თანამედროვე ელექტრონულ ერაში

რევაზ ლორთქიფანიძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო
E-mail: revaz123@gtu.ge

დავით ლეშკაშელი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო
E-mail: d.leshkasheli@gtu.ge

რეცენზენტები:

ბ. შერაზადიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

ბ. ჯოხაძე, უნივერსიტეტ გეომედის პროფესორი, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: khatuna.iokhadze@eeomedi.edu.ge

ანოტაცია. ელექტრონული ეპოქის თანამედროვე რეალობას მსოფლიო უკეთ აღრიცხვის, შესაბამისად მეტად გამჭვირვალე და შემოსავლიანი საბაზრო ურთიერთობებისაკენ მიჰყავს, მაგრამ ამ მასშტაბურ ინოვაციურ პროგრესში ჯერ კიდევ შენარჩუნებულია მნიშვნელოვანი ხიფათის შემცველი ფარული მონოპოლიები, რომლებიც გონივრულ გამოვლენა-ადმინისტრირებას საჭიროებენ. სამყარო ისეა მოწყობილი, რომ ადამიანს ყველაფერი საკმარისზე მეტი აქვს და სწორედ ფარული მონოპოლიები შთანთქმის უმნიშვნელოვანეს კეთილდღეობებს, რაც სიღარიბის საკმაოდ მაღალ ინდექსს განაპირობებს. შესაბამისად, აუცილებელია, რომ საზოგადოება

ეფექტიანი მართვის სწავლების სისტემით აღჭურვოთ, სადაც საჯარო ადმინისტრირების ხელოვნების შესწავლა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პრიორიტეტი უნდა იყოს. კარგად უნდა გვესმოდეს, რომ კერძო სექტორის მნიშვნელოვან დამსახურებებთან ერთად, სახელმწიფოს როლი არანაკლებ მნიშვნელოვანია, მათ შორის კერძო ბიზნესში მოქმედი ბუნებრივი და ფარული მონოპოლიების რეგულირებაში. საზოგადოება არ უნდა აღმოჩნდეს უკიდურესობების დაუსრულებელ კონფლიქტში. საკუთრების ორივე ფორმა მნიშვნელოვანია და უკეთ უნდა გავიგოთ მათი მართვის შესაძლებლობა საჯარო და ბიზნესადმინისტრირებების მჭიდრო ურთიერთქმედებით.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრონული ადმინისტრირების შერეული სისტემა; მსოფლიო ბაზარი; საჯარო ადმინისტრირების სწავლება.

შესავალი

ყველას შეგვხვედრია შემთხვევები, როცა რესურსებით მდიდარი მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში ცხოვრების არაადეკვატური დონეა, რაც, ძირითადად, არასაკმარისი ეკონომიკური განათლებით არის გამოწვეული.

ჩვენ აზრით, ეკონომიკის სწავლების ელემენტები ბავშვის განათლების საწყის ეტაპზე უნდა დაიწყოს და, უნივერსიტეტის დონეზე სტუდენტი უკვე აღჭურვილი უნდა იყოს უკეთ ცხოვრებისა და ეკონომიკური განვითარების შემაფერხებელი ფინანსური აგრესიებისგან დაცვის საჭირო მექანიზმებით.

ლოგიკურია, რომ ეკონომიკის სწავლება ორგანულად არის დაკავშირებული საუკეთესო საჯარო და ბიზნესადმინისტრირებასთან, ადამიანის ეკონომიკურ უსაფრთხოებასა და მსოფლიო ბაზრის უკეთ დაცვასთან.

ზოგიერთი თეორეტიკოსი თვლიდა, რომ ეკონომიკის კერძო სექტორი მთლიანად შთანთქავდა საჯარო სექტორს, მაგრამ, როგორც ვხედავთ, კერძო სექტორი ყველაზე ეფექტურია საკუთრების ყველა სხვა ფორმას შორის, თუმცა, გარკვეულ სფეროებში სახელმწიფოს როლი მნიშვნელოვნად იზრდება, მათ შორის კოსმოსის კვლევასა და გარემოსდაცვით საკითხებში, თავდაცვითი აღჭურვილობის წარმოებაში, ფუნდამენტურ მეცნიერებაში, პანდემიებთან და სხვა სერიოზულ დაავადებებთან ბრძოლაში,

სამთავრობო უწყებებისთვის პერსონალის მომზადებაში და ა.შ.

სამაგალითოა, რომ სახელმწიფოს როლის სწორი გაგებისა და გონივრულად დაბალანსებული მენეჯმენტის საუკეთესო მაგალითებს გვთავაზობენ თანამედროვე აშშ, ჩინეთი, შვეიცარია, დიდი ბრიტანეთი, იაპონია, ევროკავშირისა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის არაერთი ქვეყანა.

ჩვენ გვჯერა, რომ თანამედროვე საჯარო ადმინისტრირება განსაკუთრებით გარდამტეხ ეტაპზეა და უტოპიურ მიზნებზე ორიენტირებულ ადმინისტრაციულ მიდგომებს, რეალურ მონაცემებზე, ტექნოლოგიებსა და უნარებზე დაფუძნებული მენეჯმენტი შეცვლის.

გლობალური ეკონომიკური და ტექნოლოგიური ტრანსფორმაციები მოითხოვს საჯარო ლიდერობის ახალ ტიპს – მოდელს, რომელიც საჯარო მმართველობის, ბიზნესადმინისტრირებისა და ციფრული ტექნოლოგიების უპრეცედენტო სინთეზს უნდა წარმოადგენდეს გლობალურ და ადგილობრივ დონეებზე, რაც, თავის მხრივ, აისახება ჩვენ მიერ შემოთავაზებული სწავლების სტრატეგიულ კონცეფტუალურ ხედვაში.

ძირითადი ნაწილი

**გამოყენებული სამეცნიერო მეთოდები,
დისკუსია საკითხზე და საკუთარი
გამოცდილება თეორიასა და პრაქტიკაში**

ფიზიკიდან ატომის სტრუქტურული აგებულების გააზრებამ, ნიუტონის მესამე კანონმა და წინაღობის რაციონალური დონის აუცილებლობის

შესახებ დენის ძალის ომის კანონმა, ეკონომიკური ანალიზის საბალანსო მეთოდთან ერთად, მიგვიყვანა საჯარო და კერძო ადმინისტრირების შესწავლის ორგანული სინთეზის აუცილებლობამდე.

არსებული განსხვავებების მიუხედავად, განსაკუთრებით, მენეჯმენტის მიზნებსა და საჯარო და კერძო რეგულაციების სპეციფიკურ გაგებაში, მნიშვნელოვანია აღინიშნოს მეცნიერების მზარდი ინტერესი ამ საკითხების მიმართ (Holzer & Schwester 2024), (Parlak & Dogan 2022), (Drucker 2007), (Hofmeister & Borchert 2004), (Lordkipanidze 2025: 1, 2025: 2, 2025: 3, 2025: 4, 2024: 1, 2024: 2, 2022, 2021, 2020).

ციფრულ-ინტელექტუალურ ეპოქაში, მეცნიერება ნამდვილ სასწავლებლს ახდენს და საერთაშორისო ეკონომიკური და სხვადასხვა ცნობილი ადგილობრივი ორგანიზაციები უკვე ანიჭებენ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას მართვის პერსპექტივის ახლებურ გააზრებას გრძელვადიან და უახლოეს მოკლევადიან სტრატეგიებშიც (World Economic Forum: Davos 2025), (Digital@UNGA 2025), (UNU-EGOV Strategy 2025), (OECD 2025), (World Bank Group 2025), (Top Universities for Studying Public Administration in United States 2025), (Harvard Kennedy School 2025), (Discover the leading Public Administration Doctoral Degree programs 2025) (Political Science Quarterly 2025), (London School of Economics and Political Science 2024).

საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ მრავალი წელი დავუთმეთ საჯარო და ბიზნესადმინისტრირების თეორიისა და პრაქტიკის შესწავლას, განვავითარეთ ევროკავშირის ექსპერტების ფორმულირება და აღმოვაჩინეთ მნიშვნელოვანი რაოდენობრივი ხარვეზი სრულყოფილი კონკურენციის დაბა-

ლანსებული გაგების კლასიკურ ხედვაში, საჯარო და ბიზნესექტორების გონივრული დაბალანსებული მართვისთვის.

გარკვეული თეორიული შედეგების მიღებასა და შემდგომ გაუმჯობესებაში მნიშვნელოვნად დაგვეხმარა სახელმწიფო სტრუქტურებში საქმიანობის გამოცდილება, გაეროში გაწევრების პროცესში მონაწილეობა და ინტეგრაციიდან გამომდინარე სიკეთების მიღება.

**თანამედროვე საჯარო ადმინისტრირების
გამოწვევები და ციფრული ტექნოლოგიებით
აღჭურვილი ინოვაციური განათლება**

საჯარო მმართველობის სისტემა დინამიკურ გლობალურ ცვლილებებს განიცდის. ინოვაციური ეკონომიკა, ხელოვნური ინტელექტის გავრცელება და მონაცემთა პოლიტიკა სახელმწიფოს ახალ პასუხისმგებლობებს უყენებს.

დღეს, სახელმწიფო უწყებებს ჰუმანიზმის პრინციპებზე აღზრდილი მმართველები ესაჭიროება, რომლებსაც, თანამედროვე ტექნოლოგიების ანალიტიკური უნარების საფუძველზე, საჯარო და ბიზნესადმინისტრირების ინსტრუმენტების მოქნილი გამოყენება შეუძლიათ.

თანამედროვე მსოფლიო პრაქტიკის მიხედვით, საჯარო მმართველობის სასწავლო პროგრამები უკვე მოიცავს ისეთ თემებს, როგორებიცაა:

- ციფრული საჯარო სერვისები;
- ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია საჯარო პოლიტიკაში;
- რეალურ მონაცემებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილების მიღება;

- ბიზნესმთავრობის თანამშრომლობის მოდელები და ა.შ.

ასეთი საგანმანათლებლო პროგრამების მთავარი პრიორიტეტებია: გლობალური სტანდარტების ინტეგრაცია, მონაცემთა ინტეგრირებული მართვა, კერძო-საჯარო პარტნიორობა, დროის მოთხოვნებზე დაფუძნებული ინოვაციური სწავლება, ელექტრონული კომერციის გამოყენება საჯარო სექტორში.

საჭიროა გავიაზროთ, რომ ელექტრონული კომერცია არ არის მხოლოდ საბაზრო მექანიზმის რეალობა, ის სულ უფრო ორგანულად არის გადაჯაჭვული საჯარო მმართველობასთან. ჩვენი დაკვირვების თანახმად, საჯარო სექტორში ელექტრონული კომერციის პრინციპები ხელს უწყობს მომსახურების ხარისხის, გამჭვირვალობისა და ეკონომიკური ეფექტიანობის მნიშვნელოვან ზრდას.

ამასთანავე, საჯარო სექტორში ბიზნესის ადმინისტრირების ცოდნა აუცილებელია სტრატეგიული გადაწყვეტილებების მისაღებად, პროექტების ჰარმონიულად და მეცნიერულად მართვისთვის, შედეგებზე ორიენტირებული ჰუმანური და პრაგმატული მენეჯმენტის კულტურის ჩამოსაყალიბებლად.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებული მოდელი წარმოადგენს ორიგინალურ ქსელურ მიდგომას, რომელიც აერთიანებს საჯარო ადმინისტრირების, ბიზნესის მენეჯმენტისა და სრულყოფილი კონკურენციის პრინციპებს. გარდა ამისა, მენეჯმენტის ჩვენი ხედვა დრუკერის მიზნებზე ორიენტირებული მენეჯმენტისგან განსხვავებული მიდგომაა, სადაც ყურადღებას ვამახვილებთ არა მიზნებზე, არამედ ადამიანის საზოგადოების უნარების უკეთ გამოყენებაზე.

ჩვენი თეორია „ატომური ბალანსი სრულყოფილ კონკურენციაში“ არა მხოლოდ ეკონომიკის ფუნდამენტურ პარადიგმას გარდაქმნის, არამედ ქმნის საჯარო-კერძო განათლების დაბალანსებულ მოდელს უნივერსიტეტის განათლების სამივე დონეზე (ბაკალავრიატი, მაგისტრატურა, დოქტორანტურა) და უახლოეს სტრატეგიაში, რათა საჯარო ადმინისტრირების განათლება სულ უფრო მეტად დაეფუძნოს ორგანულად დაკავშირებულ შემდეგ საგნებს:

- ელექტრონული მმართველობა და საჯარო მომსახურება;
- ელექტრონული ადმინისტრირების შერეული სისტემა;
- ბიზნესადმინისტრირების საფუძვლები საჯარო სექტორისთვის;
- უნარებზე დაფუძნებული მენეჯმენტი;
- კონკურენციის თეორია ატომური ბალანსით;
- ხელოვნური ინტელექტის რაციონალური საზღვრები მმართველობაში.

დასკვნა

საჯარო ადმინისტრირების სწავლებისა და კვლევის პერსპექტივა

საჯარო ადმინისტრირების განათლება უნდა ეფუძნებოდეს უნარებზე დაფუძნებულ მენეჯმენტს, ეკონომიკურ ბალანსს და ციფრულ მმართველობას. ეს არის ჩვენი მიდგომა, რომელიც აერთიანებს ბიზნესმექანიზმებსა და საჯარო ეკონომიკური პოლიტიკის საფუძვლებს განათლებაში.

შესაბამისად, ჩვენ საზოგადოებას ვთავაზობთ სწავლებისა და კვლევის 3-დონიან კონცეფტუალურ მოდელს მომავალი 10-წლიანი სტრატეგიისთვის (საგნის დასახელება: საჯარო ადმინისტრირება):

- ბაკალავრის ხარისხი (სწავლებაზე ორიენტირებული);
- მაგისტრის ხარისხი (კვლევისთვის მომზადება);
- დოქტორის ხარისხი (კვლევა).

1. ზოგადი ინფორმაცია შემოთავაზებული საგანმანათლებლო დონეების შესახებ: სემესტრი: I ან II (პროგრამის სპეციფიკიდან გამომდინარე); სწავლების ტიპი: თეორიულ-პრაქტიკული.

2. საგნის მიზანი:

საგნის მიზანია სტუდენტის ცოდნის, უნარებისა და ღირებულებების განვითარება თანამედროვე საჯარო ადმინისტრირების სისტემების შესახებ, სადაც ტექნოლოგიები, ელექტრონული კომერცია და უნარებზე დაფუძნებული ბიზნესმენეჯმენტი (კონკურენტული მენეჯმენტი საკუთარი ბიზნესუნარების ხედვის პრიორიტეტით) გვთავაზობს მმართველობის არსებითად ახალ სტილს. საჯარო და ბიზნესადმინისტრირების ურთიერთგამომრიცხავი (დაუკავშირებელი) სწავლება მიგვიყვანს „ცოდნამდე“, სადაც სტუდენტი სერიოზულ თემებზე საუბრობს და არ ესმის ელემენტარული საკითხები.

საგნის მიზანია დაეხმაროს სტუდენტს:

- გაიგოს თანამედროვე საჯარო ადმინისტრირების როლი ციფრულ ეკონომიკაში;
- გაიაზროს ბიზნესისა და საჯარო სექტორის ურთიერთობა;

- განივითაროს კვლევითი და ანალიტიკური უნარები;
- შეძლოს თეორიული მოდელების პრაქტიკაში გამოყენება.

3. საგნის სწავლების შედეგები:

• ბაკალავრის დონეზე სტუდენტმა უნდა იცოდეს საჯარო მმართველობის ძირითადი პრინციპები, ელექტრონული მმართველობისა და ბიზნესის ურთიერთკავშირი მონაცემთა ანალიზში, საჯარო პროექტების შეფასებაში და შეძლოს პასუხისმგებლობა მიღებული ცოდნის პრაქტიკულ გამოყენებაზე ურთიერთდაკავშირებული საჯარო და კერძო ამოცანების გადაწყვეტისას.

• მაგისტრატურის დონეზე სპეციალისტს უნდა ჰქონდეს საჯარო მმართველობის, ელექტრონული კომერციისა და უნარებზე დაფუძნებული მენეჯმენტის ღრმა თეორიული ცოდნა, შეეძლოს შეიმუშაოს კვლევის დიზაინი, ჩაატაროს შედარებითი ანალიზი, დამოუკიდებლად დაგეგმოს კვლევითი ან პრაქტიკული პროექტები.

• დოქტორანტურაში მეცნიერ სპეციალისტს უნდა ჰქონდეს ინტეგრირებული ცოდნა საჯარო მმართველობის თეორიებსა და ინოვაციური ეკონომიკური მოდელების შესახებ, შეეძლოს დროის მოთხოვნებით განპირობებული ახალი პრაქტიკული მექანიზმების შემუშავება, ცოდნის შემდგომი სრულყოფა საჯარო მმართველობაზე დისკუსიებში.

4. კურსის შინაარსი:

ბაკალავრის ხარისხი

- სწავლების საწყისი ეტაპი;
- საჯარო მმართველობის ისტორია და პრინციპები;
- ციფრული მმართველობა და ინოვაცია;

- ელექტრონული კომერციის გამოყენება საჯარო სექტორში;
- ბიზნესადმინისტრირების საფუძვლები საჯარო მენეჯმენტში;
- კონკურენტუნარიანი მენეჯმენტი;
- ეთიკა, გამჭვირვალობა და სამოქალაქო პასუხისმგებლობა.
- მაგისტრის ხარისხი;
- კვლევისთვის მომზადება;
- საჯარო პოლიტიკის ანალიზი;
- მონაცემებზე დაფუძნებული მმართველობა;
- საჯარო და ბიზნესადმინისტრირების სინთეზი მართვაში;
- პიტერ დრუკერის „მენეჯმენტი მიზნების მიხედვით“ და მისი ტრანსფორმაცია;
- კვლევის მეთოდოლოგია;
- საერთაშორისო პრაქტიკის შესწავლა (ჰარვარდ კენედის სკოლა, LSE, OECD, WB, EBRD მოდელები).
- დოქტორანტურა;
- კვლევის ეტაპი;
- შესაძლებლობებზე დაფუძნებული მენეჯმენტის თეორიული განვითარება;
- ადმინისტრირების სინთეზური მოდელის ემპირიული ტესტირება;
- ჰუმანიზმის პრინციპებზე დაფუძნებული საჯარო მმართველობის მოდელის კონსტრუირება;
- საჯარო და ბიზნესსექტორების ბალანსის ეკონომიკური მოდელების პრაქტიკაში გამოყენება;
- სამეცნიერო კვლევის ჩატარება, პუბლიკაციის წესები, DOI რეგისტრაცია;
- საერთაშორისო ინდექსირებული მონაცემთა ბაზების გამოყენება (Web of Science, ResearchGate, Scopus).
- 5. სწავლების მეთოდები:
- დისკუსია, დებატები, პოლემიკა;
- ქეისანალიზი;
- ინდივიდუალური კვლევა;
- ჯგუფური პროექტები;
- პრაქტიკული მუშაობა საჯარო დაწესებულებებთან და კერძო პარტნიორებთან.
- 6. შეფასების სისტემა:
- შუალედური შეფასება 20%; პრაქტიკული დავლებები/კვლევა 40%; საბოლოო გამოცდა 40%.
- 7. შედეგების ვალიდაცია:
- საგანი განახლდება ყოველ ორ წელიწადში ერთხელ – ახალი თეორიების, ტექნოლოგიებისა და საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით. ცვლილებების აუცილებელ პერიოდს, დროის მოთხოვნებიდან გამომდინარე, განსაზღვრავს უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭო.

ლიტერატურა

1. Holzer, M., & Schweser, R. (2024). *Public administration: An introduction* (Textbook, p. 520). Taylor & Francis Group.
2. Parlak, B., & Dogan, K. (Eds.). (2022). *The handbook of public administration* (Vol. 1, p. 343; Vol. 2, p. 525). Lyon, France.
3. Drucker, P. (2007). *Management challenges for the 21st century* (p. 562). HarperCollins.

4. Hofmeister, A., & Borchert, H. (2004). Public-private partnerships in Switzerland: Crossing the bridge with the aid of a new governance approach. *International Review of Administrative Sciences*, 70(2), 217–232.
5. World Economic Forum. (2025). *Key takeaways: World leaders gather to explore collaboration, trust and growth for the intelligent age* (Davos, 02/07).
6. Digital@UNGA. (2025). *Affiliate sessions overview: Celebrating the power of digital for good* (p. 9).
7. UNU-EGOV. (2025). *Strategy 2025–2029: Developing digital governance for global justice, resilience, and sustainability* (p. 7).
8. OECD. (2025). *Government at a glance: Digital government index* (p. 6).
9. World Bank Group. (2025). *Digital government* (p. 4).
10. Top Universities. (2025). *198 public administration bachelor's programs in the United States* (10/21).
11. Harvard Kennedy School. (2025). *Master in public administration* (10/22).
12. Discover the Leading Public Administration Programs. (2025). *18 best public administration doctoral degree programs* (USA, 10/23).
13. Menchik, J. (2025). Spirit and/of political science. *Political Science Quarterly*, 140(3), 495–518.
14. London School of Economics and Political Science. (2024). *Research for the world: Being human in digital cities* (10/26).
15. Lordkipanidze, R. (2025). In the new electronic world, “New Public and Business Administrations” are increasingly interconnected and they should not be studied without connection. *Online Research Proposal Articles for UN, INTERPOL and Peaceful NATO*, 274.
16. Lordkipanidze, R. (2025). Economic basis of Chinese miracle. *Theoretical Economics Letters*, 15, 110–113. (US–China Special Issue, Feb 6).
17. Lordkipanidze, R. (2025). The greatest opportunities to realize a new understanding of perfect competition by the example of Hong Kong. *Journal of World Economy*, 4(2), 10–13.
18. Lordkipanidze, R. (2025). *Fundamentals of business administration (Textbook, practice tests, case studies)*. Research Proposal for ResearchGate (p. 221).
19. Lordkipanidze, R. (2024). *Theory of perfect competition*. Tbilisi: Scientific Researchers Group to Strengthen UN and INTERPOL (p. 148).
20. Lordkipanidze, R. (2024). Great keenly needed news: Global Encyclopedia Wikipedia published about my innovation in understanding the main fundamental issue of economics — “Perfect Competition.” *For UN, INTERPOL and Peaceful NATO*, 177.
21. Lordkipanidze, R. (2022). For reasonably protected competition and economic regulation by “Atomic Balance.” *Modern Issues of Medicine and Management*, 1(23), 7–9.
22. Lordkipanidze, R. (2021). Comparing financially super-competitive my “Management by Abilities” (MBA) with Peter Drucker’s MBO and Vilfredo Pareto’s TM (p. 18).
23. Lordkipanidze, R. (2020). *E-commerce management: Handbook (Principles, world statistics, specifics of Georgia’s economic priorities)* (p. 205). Tbilisi.

UDC 35.072

SCOPUS CODE 3321

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-183-190>

The Concept of Public Administration Teaching In the Modern Electronic Era

Revaz Lordkipanidze Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Associate Professor, Georgia

E-mail: revaz123@gtu.ge

Davit Leshkasheli Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Doctoral Student, Georgia

E-mail: d.leshkasheli@gtu.ge

Reviewers:

B. Sherazadishvili, Georgian Technical University, Associate Professor, Faculty of Business Technologies,

E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

Kh. Jokhadze, Doctor of Economics, Professor at Geomedi University

E-mail: khatuna.iokhadze@eeomedi.edu.ge

Abstract. The modern reality of the electronic era is leading the world towards better accounting and accordingly to more transparent and profitable market relations, but in this large-scale innovative progress, hidden monopolies containing significant dangers are still preserved, which require reasonable detection and administration. The world is arranged in such a way that a person has more than enough of everything, and it is hidden monopolies that absorb the most important benefits, which determines quite high poverty indices. So, it is necessary to equip society with an effective management education system, where the study of the art of public administration should be one of the most important priorities. We must understand well that along with the significant merits of the private sector, the role of the state is no less important, including in regulating natural and hidden monopolies operating in private business. Society should not find itself in an endless conflict of extremes. Both forms of ownership are significant and we need to better understand the possibility of managing them through close interaction between public and business administrations.

Keywords: Mixed system of e-administration; Public administration education; World market.

განხილვის თარიღი 17.11.25

შემოსვლის თარიღი 09.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 343.352

SCOPUS CODE 3321

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-191-196>

კორუფციის არსი და მისი ხელშემწყობი ფაქტორები

თინათინ იაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო
E-mail: t.iashvili@gtu.ge

ლევან ხაბელაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის დოქტორანტი. საქართველო
E-mail: khabelashvililevan@yahoo.com

რეცენზენტები:

მ. ახობაძე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: m.akhobadze@gtu.ge

ბ. შერაზადიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

ანოტაცია. კორუფციის ფორმები და გამოვლინებები სახელმწიფოების განვითარებასთან ერთად უწყვეტად იცვლებოდა და ყალიბდებოდა. შედეგად, იგი ყველა ეპოქის საზოგადოებისა და სახელმწიფოს წინაშე არსებულ უმძიმეს გამოწვევებს შორის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ადგილს იკავებდა და, სამწუხაროდ, დღემდე ინარჩუნებს აქტუალობას.

საჯარო მმართველობის სისტემაში კორუფციის არსებობა განპირობებულია იმით, რომ სათანადო კონტროლის არქონისას საჯარო მოხელეს ეძლევა შესაძლებლობა, საკუთარი ინტერესების შესაბამისად, თვითნებურად მოიხმაროს ან გამოიყენოს რესურსები, რომლებიც მას პირადად არ ეკუთვნის.

ამან შეიძლება განაპირობოს ეგოისტური გადაწყვეტილებების მიღება, რაც მნიშვნელოვნად აზიანებს, ამცირებს კანონების ეფექტიანობას საზოგადოებრივ ცხოვრებაში. შედეგად, ირღვევა მოქალაქეთა ნდობა სახელმწიფო ინსტიტუტებისადმი, ეჭვქვეშ დგება სამართლებრივი წესრიგი და იზრდება სოციალური დამაბულობა, რაც საზოგადოებრივი კეთილდღეობის ვიწრო ჯგუფების სასარგებლოდ გადანაწილებას იწვევს.

კორუფციის მთავარი უარყოფითი შედეგი გამოიხატება ეკონომიკურ დანახარჯთა ზრდაში, ინვესტიციების შემცირებაში და ეკონომიკური პროგრესის შენელებაში. ზოგადად, მისი ძირითადი გამოწვევი მიზეზებია თანამდებობის პირების სი-

ხარზე, დაბალი ხელფასები საჯარო სექტორში, ქვეყნის შიდა სოციალური და პოლიტიკური არასტაბილურობა და სხვა ფაქტორები.

დღესდღეობით კორუფცია მხოლოდ შიდა სახელმწიფოებრივი პრობლემა აღარ არის — ის საერთაშორისო მნიშვნელობის გამოწვევად იქცა. ეს აიხსნება იმით, რომ თანამედროვე სახელმწიფოები და ხალხები ჩართულნი არიან გლობალურ სისტემაში, რომელიც დაფუძნებულია ერთიან საინფორმაციო, სატრანსპორტო და საკომუნიკაციო ქსელებზე, ასევე საერთო ფინანსურ სტრუქტურებზე. ასეთ პირობებში კორუფცია იქცა გლობალურ პროცესებზე ზემოქმედების ერთ-ერთ ყველაზე სერიოზულ ფაქტორად, რომლის შედეგებიც — თუნდაც ეროვნული მასშტაბით — მნიშვნელოვნად ახდენს გავლენას მსოფლიო ეკონომიკურ, სოციალურ და პოლიტიკურ დინამიკაზე.

საკვანძო სიტყვები: განვითარება; კორუფცია; სახელმწიფო; საჯარო სამსახური; საზოგადოება.

შესავალი

მიუხედავად იმისა, რომ კაცობრიობის ისტორიაში საუკუნეების განმავლობაში სულ უფრო მკაცრდებოდა და სრულყოფილი ხდებოდა კორუფციასთან ბრძოლის ფორმები და ინსტრუმენტები, ამ მავნე და სახელმწიფოსა თუ საზოგადოებისათვის როგორც იურიდიულად, ისე ეკონომიკურ და მორალურ დონეზე საზიანო მოვლენამ მაინც შეძლო ახალ-ახალი, მეტად დახვეწილი ფორმებით გამოვლენა.

დღემდე კორუფცია წარმოადგენს უკიდურესად რთულ სოციალურ-პოლიტიკურ ფენომენს, რომელსაც არ გააჩნია ერთმნიშვნელოვანი, ზუსტი და უნივერსალური განსაზღვრება სამეცნიერო ლიტერატურაში. ეს ფაქტი ცხადად აჩვენებს მის, როგორც კომპლექსური სისტემის (და არა მხოლოდ ცალკეული ელემენტების), თვისებებისა და მახასიათებლების შესწავლის მიზნით, ინტერდისციპლინურ მეთოდოლოგიაზე დაფუძნებული სიღრმისეული კვლევის აუცილებლობას.

ძირითადი ნაწილი

კორუფციის ბუნებისა და ზეგავლენის გაანალიზებისას, აუცილებელია მისი ძირითად ფორმებად და კატეგორიებად დაყოფა, რაც საშუალებას იძლევა უფრო მკაფიოდ განისაზღვროს ამ მოვლენის არსი და მოქმედების მექანიზმები.

კორუფციის ტიპოლოგია მისი გამოვლინების სფეროს, სარგებლის ფორმისა და გავრცელების დონის მიხედვით შეიძლება შემდეგნაირად დალაგდეს:

- 1. გამოვლინების სფეროს მიხედვით:** კორუფცია მოიცავს სხვადასხვა ფორმას, მათ შორის:
 - **ადმინისტრაციულ (ანუ ყოველდღიურ) კორუფციას**, რომელიც საჯარო მოხელეთა ყოველდღიურ საქმიანობაში ვლინდება;
 - **ბიზნესკორუფციას**, რომელიც კერძო სექტორის წარმომადგენლებსა და საჯარო სტრუქტურებს შორის ურთიერთობებში ჩნდება;
 - **პოლიტიკურ კორუფციას**, რომელიც მოიცავს მექრთამეობას, თანამდებობისა და ძალაუფლების ბოროტად გამოყენებას, ინსაიდერული ინფორმაციით ვაჭრობას, მფარველობას, სახელმწიფო ან საზოგადოებრივი რესურსე-

ბის მითვისებას, გაფლანგვასა და მათ არამართლზომიერ გამოყენებას.

2. სასურველი სარგებლის ფორმის მიხედვით:

- **ქრთამი** — პირდაპირი მატერიალური სარგებლის მიღების მიზნით გაცემული ფული ან სხვა სახის ღირებულება;
- **ურთიერთსასარგებლო გაცვლა** — სარგებლის არამატერიალური ფორმა, რომელიც ემყარება ორმხრივ სარგებელს ან გავლენების გაცვლას.

3. განაწილების დონის მიხედვით:

- **ინდივიდუალური კორუფცია** — კონკრეტული პირის მიერ ჩადენილი დანაშაული ან დარღვევა;
- **ინსტიტუციური კორუფცია** — როდესაც კორუფციული პრაქტიკა მთელ ორგანიზაციაში ან სახელმწიფო უწყებაში სისტემურ ხასიათს იძენს;
- **საერთაშორისო კორუფცია** — კორუფციული ქმედებები, რომლებიც სცილდება ერთი ქვეყნის საზღვრებს და მოიცავს ტრანსნაციონალურ კომპანიებს, ფინანსურ სტრუქტურებსა და საერთაშორისო შეთანხმებებს.

ზემოთ ჩამოთვლილი კორუფციის ტიპები ცხადად აჩვენებს ამ ფენომენის მრავალმხრივ გავლენას. შესაბამისად, კორუფცია წარმოადგენს თანამედროვე სახელმწიფოების განვითარების შეფერხების ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს, რომელიც ხელს უშლის არა მხოლოდ უკვე არსებული ეკონომიკური და სოციალურ-პოლიტიკური საქმიანობის ეფექტიან განხორციელებას, არამედ ამცირებს შესაძლებლობას, რომ ქვეყნებმა მიაღწიონ დასახულ მიზნებს, მაგალითად, ეკონომიკური ზრდის ახალი წყაროების მოძიებას.

კორუფციას განსაკუთრებით ძლიერი ნეგატიური ზეგავლენა აქვს ეკონომიკურ სფეროზე. ის არღვევს საბაზრო კონკურენციის კოორდინაციის მექანიზმებს და ამცირებს ეკონომიკური ზრდის ტემპს. კორუფციის მაღალი დონე ქვეყნის კონკურენტუნარიანობას ბლოკავს მსოფლიო ბაზარზე და აფერხებს ინვესტიციების შემოდინებას. ამასთანავე, კორუფცია აფერხებს სოციალური პროგრამების განხორციელებას და ხელს უწყობს ორგანიზებულ დანაშაულს. საბოლოო ჯამში, ეს ფაქტორები უარყოფითად აისახება მოსახლეობის ცხოვრების დონეზე.

გარდა ამისა, კორუფცია ზრდის უნდობლობას სახელმწიფო და სამართალდამცავი ორგანოების მიმართ, რადგან, სასამართლო სისტემაზე ხშირად სახელმწიფო ახდენს გავლენას. ეს ნეგატიურად მოქმედებს პოლიტიკურ ცხოვრებაზე — პოლიტიკოსების მიზნები ირევა, პოლიტიკურ ღირებულებებს ზიანი ადგება, საარჩევნო ინტერესების დაცვა კარგავს მნიშვნელობას, ხოლო პირადი გამდიდრება და კორუფციული სარგებელი ხდება პრიორიტეტი. შედეგად, შესაძლებელი ხდება თანამდებობის პირებისა და ამომრჩევლების მოსყიდვა, რაც ამცირებს პოლიტიკურ კონკურენციას, ხელს უწყობს „კლანების“ გაჩენას და ხელისუფლების ძალაუფლების უზურპაციას. მოკლედ, კორუფცია გავლენას ახდენს როგორც ეკონომიკურ, ისე არაეკონომიკურ განვითარებად ფაქტორებზე.

ყველა ზემოთქმული შემთხვევა განსაკუთრებით საშიშია, რადგან კორუფციის უარყოფითი შედეგების ერთობლიობა არა მხოლოდ ეკონომიკურ ზიანს იწვევს, არამედ შესაძლოა გამოიწვიოს საზოგადოების მხრიდან არასასურველი, არაპროგნოზირებადი რეაქცია.

ზოგადად, კორუფციის უარყოფითი შედეგების მრავალფეროვნება და ანტიკორუფციული ღონისძიებების მრავალი ქვეყნის წარუმატებლობა ნათლად მიუთითებს, რომ მიუხედავად მეცნიერული აზროვნების განვითარების მაღალი დონისა, არსებობს ბევრი წინასწარ შეუსწავლელი და არასრული საკითხი.

ბოლო წლებში, გლობალიზაციის პარალელურად, კორუფციამ ახალი ფორმები მიიღო და უფრო მრავალფეროვანი გახდა. სამეცნიერო ლიტერატურაში გლობალური კორუფცია ხშირად უკავშირდება საერთაშორისო ფინანსურ-ეკონომიკური ორგანიზაციების, ტრანსნაციონალური კორპორაციებისა და სხვა საერთაშორისო სტრუქტურების საქმიანობას, რომლებიც ახდენენ კორუფციული პრაქტიკის „ექსპორტს“ მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში.

კორუფციის გამომწვევი ძირითადი მიზეზები შეიძლება დაჯგუფდეს შემდეგ კატეგორიებად:

1. ეკონომიკური:

- საჯარო მოხელის დაბალი ხელფასი;
- მაღალი გადასახადები;
- მარეგულირებელი დოკუმენტების წარმოების ვალდებულება და შესაბამისი ხარჯები;
- ბიუროკრატიული შეფერხებების სიჭარბე.

2. სოციალურ-კულტურული:

- მოქალაქეთა დაბალი ინფორმირებულობა;
- საზოგადოების დემორალიზაცია;
- სუსტი სამოქალაქო საზოგადოების განვითარება.

3. ინსტიტუციურ-პოლიტიკური:

- კლუბტოკრატია;
- „მონოპოლია“ და ბიუროკრატიული ძალაუფლების კონცენტრაცია.

რ. კლიტგარდის (კალიფორნიის უნივერსიტეტი) მიხედვით, კორუფციის ფორმულა შემდეგნაირია:

კორუფცია = მონოპოლია + თვითნებობა – პასუხისმგებლობა

ამასთან ერთად ნათლად ჩანს, რომ კორუფციის წარმოშობის შესაძლებლობა პირდაპირაა დამოკიდებული სახელმწიფო მენეჯმენტის მონოპოლიაზე და თანამდებობის პირთა საქმიანობის კონტროლის არარსებობაზე, ხოლო საპირისპიროდ, მისი დასჯის ალბათობა და სიმძიმე ამ პროცესის რეგულირებაში დიდ როლს ასრულებს.

კორუფციის ხელშემწყობ ფაქტორებად შეიძლება მივიჩნიოთ:

ფუნდამენტური: ეკონომიკური ინსტიტუტების ხარვეზები, მონოპოლიზაცია, ზედმეტი რეგულირება; სახელმწიფო კონტროლი ბუნებრივ რესურსებზე; სასამართლო სისტემის ხარვეზები; სუსტად განვითარებული სამოქალაქო საზოგადოება; პოლიტიკურ გადაწყვეტილებათა არასრულყოფილება.

სამართლებრივი: „თამაშის წესების“ არარსებობა, კანონების ხშირი ცვლილება, არასრული საკანონმდებლო ბაზა, კანონის არასწორი ინტერპრეტაცია.

ორგანიზაციული და ეკონომიკური: საჯარო მოხელეთა საქმიანობაზე კონტროლის არაეფექტურობა ან არქონა; მსხვილი, რთული ბიუროკრატიული აპარატი; ქვეყნის დიდი ტერიტორია; ზედმეტი ბარიერები; დაბალი ხელფასი.

ინფორმაციული: ინფორმაციის ასიმეტრია; მედიის კონტროლის მაღალი დონე; სიტყვის თავისუფლების ნაკლებობა; ხელისუფლების პოლიტიკის არაეფექტური გამჭვირვალობა.

სოციალური: ნეპოტიზმი, კლანურობა; სამსახურში მაღლიერების გამობატვის ტრადიცია საჩუქრების სახით.

კულტურულ-ისტორიული: კორუფციისადმი ისტორიული დამოკიდებულება; საზოგადოების მორალური დასუსტება.

საზოგადოებაში კორუფციის ხარისხის შეფასება რთულია, რადგან ინდიკატორები შეზღუდულია და ამ ფენომენის „გარეგნული სახე“ კომპლექსურ მიზეზთა შედეგია. ამავე დროს, რთულია თითოეული მიზეზის გამოყოფა და მათი ზეგავლენის ინდივიდუალური შეფასება.

დასკვნა

კორუფცია კაცობრიობის ისტორიაში ყოველთვის არსებობდა და დღესაც წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე სერიოზულ პრობლემას. იგი მოქმედებს როგორც მუდმივი „ვირუსი“ სახელმწიფოში, აფერხებს ეკონომიკურ ზრდას და განვითარების პრო-

ცესს, იწვევს სახელმწიფო ძალაუფლებების დამახინჯებას, რის შედეგადაც მათი ეფექტიანობა მცირდება. ამ პირობებში სახელმწიფო კარგავს მოქალაქეთა ნდობას და ვეღარ ახორციელებს საჯარო პოლიტიკას სრულფასოვნად.

თანამედროვე გლობალიზაციის პირობებში კორუფციამ შეიძინა გლობალური მასშტაბები და უფრო ღრმად და ფართოდ გაიშალა ფესვები. ეს მოვლენები მას აქცევს სახელმწიფოთა განვითარების დონეზე ერთ-ერთ ყველაზე გავლენიან ფაქტორად. მისი გამოვლინებები — თუნდაც ეროვნულ დონეზე — გავლენას ახდენს გლობალურ ეკონომიკურ, სოციალურ და პოლიტიკურ პროცესებზეც. იმავედროულად, კორუფცია სულ უფრო მრავალფეროვანი ხდება და მაღალორგანიზებულ ხასიათს იღებს. ამ მიზეზით, იგი დღევანდელობაში თანამედროვე სახელმწიფოების განვითარების მნიშვნელოვან შემაფერხებელ ფაქტორად რჩება.

ლიტერატურა

1. Okmelashvili, I. (2019). *Legalization of illegal income committed by using official position*. KSU.
2. Rostiashvili, K. (2007). *Political corruption on the continents of the world* (p. 13). Polygraph.
3. Rose-Ackerman, S. (2003). *Corruption and the state: Causes, consequences, reforms*. Logos.
4. Ayius, A., & May, R. J. (2007). *Corruption in Papua New Guinea: Towards an understanding of issues* (Special Publication No. 47, p. 1). The National Research Institute.
5. Treisman, D. (2000). The causes of corruption: A cross-national study. *Journal of Public Economics*, 76, 399–457.

UDC 343.352

SCOPUS CODE 3321

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-191-196>

The Essence of Corruption and Its Contributing Factors

Tinatini Iashvili

Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Professor, Georgia
E-mail: t.iashvili@gtu.ge

Levan Khabelashvili

Georgian Technical University, Faculty of Business Technologies, Doctoral Student, Georgia
E-mail: khabelashvililevan@yahoo.com

Reviewers:

M. Akhobadze, Georgian Technical University, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems
E-mail: m.akhobadze@gtu.ge

B. Sherazadishvili, Georgian Technical University, Professor, Faculty of Business Technologies
E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

Abstract. The evolution of corruption, parallel to the development of states, has been ongoing, therefore, it has occupied one of the most important places among the most difficult problems facing states and societies of all times and, unfortunately, has not lost its relevance to this day. Its existence in the public administration system is due to the fact that in the absence of proper control, an official can arbitrarily dispose of resources that do not belong to him and, as well, receive benefits corresponding to his own selfish interests. Such manifestations of corruption significantly undermine the value of laws and reduce their effectiveness in public life, undermine the trust of the population in government institutions and the legal order, contribute to an increase in the level of social division of the population due to the diversion of public goods for the benefit of narrow social groups; the main negative impact of this anti-legal phenomenon is manifested in the increase in economic costs, the decrease in investments and the delay in economic development. In general, the causes of corruption are considered to be: greed of officials; low level of salaries of employees; social and political instability in the country, etc.

Today, corruption is not only an internal, but also an urgent international problem, and this is due to the fact that modern states and people are involved in the global world system, which is formed by a single information, transport network and other communications, and at the same time, in fact, by a single system of financial institutions, which dramatically changes the situation in almost all areas. At the same time, corruption is considered a factor that has a serious impact on all ongoing global processes, the manifestations of which (even at the national level) have a serious impact on global economic, social and political processes.

This article discusses the essence of corruption and its contributing factors.

Keywords: Corruption; Development; Public service; Society; State.

განხილვის თარიღი 14.11.25

შემოსვლის თარიღი 09.12.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

UDC 327.

SCOPUS CODE 3320

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-197-204>

რბილი ძალა და გეოპოლიტიკური გავლენა: ჩინეთი MENA-ს რეგიონში სტრატეგიული კონკურენციის ფონზე

- ლილი ხარჩილავა** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო
E-mail: l.kharchilava@gtu.ge
- გვანცა აბესაძე** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საქართველო
E-mail: abesadzegvantsa07@gtu.ge

რეცენზენტები:

- ქ. ჯიჯეიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი. სოციალურ მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: jijeishviliketevan07@gtu.ge
- თ. კუპრეიშვილი**, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, საერთაშორისო ურთიერთობების დოქტორი
E-mail: t.kupreishvili@gtu.ge

ანოტაცია. რუსეთ-უკრაინის ომის შედეგად გაძლიერებულ გეოპოლიტიკურ ძვრებთან ერთად, საგრძნობლად იცვლება საერთაშორისო ძალთა ბალანსი, რასაც თან ახლავს ახალი რეგიონული კავშირებისა და სტრატეგიული მიმართულებების ფორმირება. აღნიშნულ კონტექსტში, ჩინეთის როლი ახლო აღმოსავლეთსა და ჩრდილოეთ აფრიკაში (MENA რეგიონი) მკვეთრად გაიზარდა და თანდათანობით ემსგავსება სტრუქტურულ ალტერნატივას დასავლური გავლენებისა და პოლიტიკის მი-

მართ. მოცემულ ნაშრომში გაანალიზებულია ის მექანიზმები და სტრატეგიული მიდგომები, რომლითაც ჩინეთი აძლიერებს საკუთარ გავლენას რეგიონში. განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო მულტილატერალიზმის ინსტრუმენტებს, ეკონომიკურ ინტეგრაციასა და „რბილი ძალის“ პოლიტიკას, რომლებიც მანიფესტირდება შემდეგ პლატფორმებში: „ერთი გზა ერთი სარტყლის“ კონტექსტში, BRICS-ის გაფართოება და შანხაის თანამშრომლობის ორგანიზაცია (SCO).

სტატიაში, ასევე, განხილულია ჩინეთის მედია-ტორული როლი რეგიონულ კონფლიქტებში მოლაპარაკებების პროცესში. ეს ნათლად ასახავს ჩინეთის სურვილს დაიმკვიდროს თავი, როგორც გლობალურად პასუხისმგებელმა ძალამ, რომელიც მზად არის რეგიონული სტაბილურობის განმტკიცებისთვის, იმოქმედოს როგორც დიპლომატიურმა არბიტრმა.

ნაშრომში დასაბუთებულია, რომ ჩინეთის გააქტიურება MENA-ს რეგიონში სცდება წმინდად ეკონომიკურ მიზნებს და წარმოადგენს მის გრძელვადიან გეოსტრატეგიულ ხედვას — ჩამოაყალიბოს მსოფლიო წესრიგის მრავალპოლუსიანი მოდელი, რომელიც დაეფუძნება თანასწორობას, სუვერენიტეტს და მჭიდრო საერთაშორისო თანამშრომლობას.

საკვანძო სიტყვები: ახლო აღმოსავლეთი; ბრიქსი; „ერთი გზა ერთი სარტყელი“; რბილი ძალა; სტრატეგიული კონკურენცია; შანხაის თანამშრომლობის ორგანიზაცია; ჩინეთის გეოპოლიტიკა; ჩრდილოეთ აფრიკა.

შესავალი

თანამედროვე საერთაშორისო პოლიტიკაში ჩინეთის როლი სულ უფრო მზარდი და კომპლექსური ხდება, მისი გავლენა იგრძნობა საერთაშორისო პოლიტიკის, ეკონომიკისა და უსაფრთხოების სფეროებში, რაც კიდევ უფრო ზრდის მის მნიშვნელობას გლობალურ ასპარეზზე.

ჩინეთსა და MENA-ს შორის კომერციული, ეკონომიკური და პოლიტიკური ურთიერთობები და ინტეგრაცია მხარეების დღის წესრიგში 2013 წელს

“ერთი გზა ერთი სარტყელის” ინიციატივამ (BRI) დააყენა, ხოლო 2022 წელს უკრაინაში რუსეთის შეჭრას არ შეუცვლია ამ ურთიერთობების ხასიათი, თუმცა ხელი შეუწყო მის გაღრმავებასა და სწრაფი განვითარების დინამიკას.

მოცემული სტატია ეფუძნება ჰიპოთეზას, რომ რუსეთ-უკრაინის ომის შედეგად შექმნილ გეოპოლიტიკურ მოცემულობაში, დასავლური გავლენის შესუსტებამ MENA-ს რეგიონში ჩინეთისთვის შექმნა შესაძლებლობა, გაემდიერებინა საკუთარი პოზიციები მულტილატერალიზმის, რბილი ძალის და სტრატეგიული პარტნიორობების მეშვეობით, რითაც პეკინმა ეტაპობრივად დაიმკვიდრა თავი ალტერნატიულ გლობალურ მოთამაშედ. აგრეთვე, მოცემულია გეოპოლიტიკური ანალიზი, რომელიც ითვალისწინებს საერთაშორისო ურთიერთობების თეორიულ პარადიგმებსა და რეგიონული კავშირების პოლიტიკურ-ეკონომიკურ სტრუქტურას. ნაშრომი ეყრდნობა დოკუმენტურ წყაროებს, სტრატეგიული ცენტრების ანგარიშებს (მაგ. BRICS, SCO), ოფიციალურ განცხადებებსა და მედიაში ხელმისაწვდომ ანალიტიკურ მასალას. კვლევა არ ისახავს მიზნად მოვლენების რაოდენობრივ შესწავლას, არამედ სიღრმისეულად აანალიზებს ჩინეთის ქმედებებსა და მიზნებს ახლო აღმოსავლეთის რეგიონის ქვეყნებთან მიმართებით 2022 წლის შემდეგ, განსაკუთრებით რუსეთ-უკრაინის ომის ფონზე. ყურადღება გამახვილებულია იმაზე, თუ როგორ ცდილობს ჩინეთი რეგიონული ბერკეტების მეშვეობით გავლენის გაძლიერებას და რა სტრატეგიულ ინსტრუმენტებს იყენებს ამისათვის.

დღეს, როდესაც რუსეთ-უკრაინის ომის ფონზე საერთაშორისო საზოგადოება მკვეთრად პოლარიზებულია, ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის სახელმწიფოთა უმრავლესობა საკუთარი პოზიციების განსაზღვრისას ნეიტრალიტეტს ანიჭებს უპირატესობას, რა დროსაც ჩინეთი იქცა მათთვის საინტერესო პარტნიორად არა მხოლოდ ეკონომიკის, რაც გულისხმობს თხევადი ბუნებრივი აირისა და ნავთობის უმთავრესი ბაზრის შენარჩუნებას, არამედ პოლიტიკური თანამშრომლობის გაძლიერებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

1. ჩინეთის მულტილატერალიზმის პოლიტიკა MENA-ში: მიზნები და რეგიონული თანამშრომლობა

ჩინეთის თანამშრომლობის პოლიტიკა ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის სახელმწიფოებთან დიდად არ განსხვავდებოდა ინტეგრაციის იმ ფორმებისაგან, რომელსაც პეკინი ხშირად იყენებს სხვადასხვა ქვეყნებთან ურთიერთობების გაღრმავებისათვის და იგი, პირველ რიგში, ორმხრივი ურთიერთობების გაძლიერებას გულისხმობს. (Atlantic Council, 2024). შესაბამისად, არაბთა გაერთიანებული საემიროები, ირანი, ეგვიპტე, ალჟირი და საუდის არაბეთი წარმოადგენდა შესანიშნავ შესაძლებლობას ჩინეთისთვის შეექმნა რეგიონში ახალი დასაყრდენი.

თუმცა, მნიშვნელოვანია რომ სახელმწიფოებთან ორმხრივი თანამშრომლობის სტანდარტი ჩინეთისთვის აქტუალური რუსეთის მიერ უკრაინაში შეჭრამდე და სამხედრო აგრესიამდე იყო, 2022 წლის შემდეგ მან თანდათან შეცვალა მიდგომა და დაიწყო მულტილატერალიზმის განვითარებაზე ზრუნვა

და მისი განვითარების ხელშეწყობა, რაც წარმოადგენდა ჩინეთის საერთო საგარეო პოლიტიკის ძირითად მიმართულებას, რომელიც ხაზს უსვამდა მრავალმხრივი თანამშრომლობის მნიშვნელობას, ურთიერთსარგებლიანობასა და მოგების პრინციპს ქვეყნებთან ურთიერთობებში.

იმისათვის, რომ უფრო უკეთ ავხსნათ, თუ რა მიდგომები აქვს ჩინეთს ახლო აღმოსავლეთსა და ჩრდილოეთ აფრიკის სახელმწიფოებში, შეგვიძლია გამოვყოთ რამდენიმე ასპექტი. პირველ რიგში ეს ეხება, მედიატორის ფუნქციას სამხედრო თუ ეკონომიკურ კონფლიქტებში, რომელიც, პირველ რიგში, ირანსა და საუდის არაბეთს შორის არსებულ შვიდწლიან დაპირისპირებას შეეხო (Chatham House, 2024). ჩინეთის მედიაციამ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა დამაბულობის დეესკალაციაში და 2023 წლის მარტში გაფორმებული ხელშეკრულებით თეირანსა და ერ-რიადს შორის, რომლითაც აღდგა როგორც ეკონომიკური, ისე დიპლომატიური ურთიერთობები (Council on Foreign Relations, 2024).

ჩინეთი აქტიურად ცდილობს მუდმივად იყოს ჩართული და მედიატორის როლი მოიხრგოს ომში, რომელიც ღაზის სექტორში მიმდინარეობს (ECFR, 2024). სადაც მის უმთავრეს მიზანი „ეროვნული ერთობის“ მიღწევა და კონფლიქტის დასრულების შემდეგ ღაზის სექტორში ერთობლივი მართვის დამყარებაა, რომელშიც კონფლიქტის მხარეებთან ერთად თვითონაც იქნება ჩართული. ამისათვის მან ორგანიზება გაუწია 2024 წელს ჩინეთში დიპლომატიური შეთანხმების გაფორმებას, სადაც პალესტინის ეროვნულ-განმათავისუფლებელი მოძრაობის წევრებიც იღებდნენ მონაწილეობას; ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო იმ ფონზე, როცა აღ-

ნიშნული ომის რთული ხასიათი, რაც ისრაელისა და ჰამასის კონფლიქტის ფონზე ისედაც არის, ფათაჰსა და ღაზის სექტორის მმართველ ჰამასს შორის არსებული დაპირისპირებით კიდევ უფრო მძიმდება (Georgetown Journal of International Affairs, 2023).

მიუხედავად იმისა, რომ ჩინეთის წარმატება ღაზის კონფლიქტში დიდი მნიშვნელობის არ იყო, პეკინი მუდმივად ცდილობდა ახალი გზებისა და დიპლომატიური მოდელების შემუშავებას, რომელიც ერთის მხრივ, მიმართული იყო ამერიკის შეერთებული შტატების დისკრედიტაციისა და მისი ხანგრძლივი პოლიტიკის კრახის საჩვენებლად სპარსეთის ყურეში, მეორე მხრივ კი, მსოფლიოს სახელმწიფოებს შეახსენებდა, რომ თანამედროვე საერთაშორისო პოლიტიკაში უკრაინის გარდა სხვა დაპირისპირებებიც არსებობს, რომელსაც საერთაშორისო საზოგადოებამ ყურადღება უნდა მიაქციოს.

გარდა სამხედრო კონფლიქტებში ჩართულობისა, ჩინეთის მულტილატერალიზმის პოლიტიკა აღნიშნულ რეგიონში ბლოკების გაფართოებითა და მრავალმხრივი ფორუმების გააქტიურებითაც გამოიხატა, ამ მხრივ მნიშვნელოვანია BRICS-ი და შანხაის თანამშრომლობის ორგანიზაცია (SCO), როგორც მისი რბილი ძალის პოლიტიკის ერთ-ერთი ინსტრუმენტი. BRICS-ი არის ხუთი ძირითადი განვითარებადი სახელმწიფოს ეკონომიკური გაერთიანება, რომელიც 2024 წლის იანვრის გაფართოების შემდეგ, როდესაც მასში უკვე გაწევრიანდა ეგვიპტე, ეთიოპია, ირანი, არაბთა გაერთიანებული საემიროები და საუდის არაბეთი, მობილიზებულია გაზარდოს საკუთარი გავლენა საერთაშორისო ეკონომიკურ და პოლიტიკურ სცენაზე (The Guardian,

2023). სი ძინ პინის პოლიტიკის სიძლიერედ შეგვიძლია მივიჩნიოთ ამ წევრი სახელმწიფოების გაერთიანება ერთ ოგანიზაციაში, რადგან მათ შორის კონსესუსის მიღწევა საკმაოდ დიდ სირთულეებთან იყო დაკავშირებული, ამ დრომდე აღნიშნული რეგიონის ქვეყნებიდან მხოლოდ ალჟირი ინარჩუნებს ნეიტრალიტეტს და ბლოკში გაწევრიანებისგან თავს იკავებს. საინტერესოა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ პეკინისთვის BRICS-ი არის მცდელობა შექმნას ევროკავშირის ანალოგი აღმოსავლეთის რეგიონში, რასაც კიდევ უფრო ამყარებს ერთიანი ვალუტის შექმნის ინიციატივა და სესხების განსაკუთრებული პირობებით გაცემა გაერთიანების წევრებისათვის (The Guardian, (2022), თუმცა ის იდეოლოგიური განსხვავებები, რომელიც თვალსაჩინოა ბლოკის წევრ სახელმწიფოებს შორის, ნაკლებსავარაუდოს ხდის ამ გაერთიანების გარდაქმნას ერთიან ინსტიტუციად.

ჩინეთის საგარეო პოლიტიკის მნიშვნელოვანი გამოწვევაა აგრეთვე შანხაის თანამშრომლობის ორგანიზაცია (SCO), რომლის აქტუალობაც კიდევ უფრო გაიზარდა მას შემდეგ რაც, ირანმა მასთან შეერთების სურვილი გამოხატა და 2023 წლიდან იგი გახდა ბლოკის მეცხრე წევრი და პირველი ქვეყანა ახლო აღმოსავლეთის რეგიონიდან. მიუხედავად იმისა, რომ ამ ორგანიზაციას შედარებით შეზღუდული ინსტიტუციური შესაძლებლობა და გავლენა აქვს, იგი ჩინეთისთვის მაინც რჩება მცდელობად და ერთგვარ საშუალებად, შექმნას ადგილობრივი დისკუსიის ფორუმი, რომელიც შემდგომ საფუძველს ჩაუყრის ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის სახელმწიფოების ერთ ინსტიტუციურ გაერთიანებაში თავმოყრას.

გარდა ბლოკებისა და გაერთიანებების შექმნისა, ჩინეთის საგარეო პოლიტიკის მნიშვნელოვანი გამოწვევა ამ რეგიონში სამხედრო ვაჭრობის წილის გაზრდაც იყო, განსაკუთრებით იმ ფონზე, როდესაც ირანსა და საუდის არაბეთში ჩატარებულ სამხედრო წრთვებში ჩინეთთან ერთად რუსეთიც მონაწილეობდა. პარალელურად, რეგიონში არსებული პოლიტიკური ურთიერთობები, განსაკუთრებით ამერიკის შეერთებულ შტატებთან, ჩიხშია მოქცეული, რადგან ამერიკამ თავი შეიკავა სახელმწიფოებისათვის თანამედროვე იარაღის მიყიდვაზე (ISPI – Italian Institute for International Political Studies, 2024) შესაბამისად, ამ ფონზე ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის რეგიონის ქვეყნებისათვის იარაღისა და სამხედრო ტექნოლოგიების მიყიდვა ზრდის ჩინეთის გავლენას როგორც რეგიონულ, ისე გლობალურ უსაფრთხოებაზე და კიდევ უფრო აღრმავებს მის კონკურენტუნარიანობას დასავლეთის ქვეყნებთან მიმართებით.

რბილი ძალის პოლიტიკა, რომელსაც ჩინეთი თითქმის მთელი მსოფლიოს სახელმწიფოებთან ურთიერთობის წარმოებისათვის აქტიურად და ხშირად წარმატებით იყენებს, უცხო არ არის არც ახლო აღმოსავლეთის რეგიონის ქვეყნებისათვის, რაც, პირველ რიგში, ჰუმანიტარული ინიციატივებითა და დახმარებებით გამოიხატება და განსაკუთრებით აქტიური რუსეთ-უკრაინის ომის შემდგომ გახდა. პარალელურ რეჟიმში პეკინი აქტიურად ზრუნავს საგანმანათლებლო ინიციატივებზე, ტურიზმის განვითარებასა და უნივერსიტეტებს შორის თანამშრომლობაზე, რაც, პირველ რიგში, გაცვლითი პროგრამების შესაძლებლობებით არის უზრუნველყოფილი (ISPI – Italian Institute for International

Political Studies, 2024). ცხადია, პეკინი მიიჩნევს, რომ რბილი ძალის პოლიტიკა და კავშირების გაღრმავება მას წარმოაჩენს როგორც სანდო პარტნიორსა და პასუხისმგებლიან ძალას, რაც, თავის მხრივ ლიდერის სტატუსის მოპოვების გზაზე შეიძლება ერთ-ერთ მთავარ წინაპირობად ჩავთვალოთ.

2. რეგიონში ჩინეთის საგარეო პოლიტიკის მიმდინარე შედეგები

თანამედროვე პოლიტიკურ ასპარეზზე ჩინეთი საკუთარი თავის პრეზენტირებას მესამე პოლუსად ცდილობს, რომელიც საკმაოდ განსხვავებულია ამერიკისა და რუსეთის საგარეო პოლიტიკის მიდგომებისაგან და მისი სურვილი, გახდეს რეგიონის მთავარი მოკავშირე, გასათვალისწინებელია ამერიკის შეერთებული შტატებისთვის და უშუალოდ MENA-ს რეგიონის ქვეყნებისათვის, როგორც დაპირისპირებული მხარეებისათვის.

ვფიქრობთ, საინტერესოა ჩინეთთან ურთიერთობაში ახლო აღმოსავლეთის რეგიონში მდებარე სახელმწიფოები სხვადასხვა ბანაკად დავეყოთ, ისინი ვინც დასავლეთისა და ამერიკის შეერთებული შტატების პოლიტიკის საპირწონედ, ამჯობინებენ ჩინეთთან კავშირების გაღრმავებას და ისეთი ქვეყნები, რომლებიც ცდილობენ შეინარჩუნონ მეტნაკლები ნეიტრალიტეტი ამ ორ მხარეს შორის. პირველ ჯგუფს შეგვიძლია სირია და ირანი მივაკუთვნოთ, რომლებმაც პეკინთან პოლიტიკური კავშირით ეკონომიკური განვითარების შესაძლებლობა დაინახეს, ხოლო მეორე ჯგუფში ერთიანდებიან ე.წ. „ნეიტრალური“ სახელმწიფოები, რომელთა საგარეო პოლიტიკური ნაბიჯები მიმართულია ორივე მიმართულებით პარტნიორობის შენარჩუნებაზე.

მიუხედავად ჩინეთის დიდი მცდელობებისა, თავის მხრივ დასავლეთის მიერ გადადგმული ნაბიჯებიც ცხადყოფს, რომ ახლო აღმოსავლეთის რეგიონი მისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია და არ აპირებს მარტივად დათმოს. ამის მაგალითია, 2023 წელს გამართული დიდი ოცეულის სამიტი და იქ მიღებული გადაწყვეტილება, შექმნილიყო პროექტი „ინდოეთი-ახლო აღმოსავლეთ-ევროპის ეკონომიკური დერეფანი“ (India-Middle East-Europe Economic Corridor- IMEC), რომლის მთავარი დანიშნულება ევროპისა და აზიის პოლიტიკურ და ეკონომიკურ დაახლოებაზე ზრუნვა და თანამშრომლობის გაღრმავება იქნებოდა; გარდა ამისა, იგი განიხილებოდა „გზის ინიციატივის“ მთავარ კონკურენტად ამ რეგიონის სახელმწიფოებთან ურთიერთობაში. აღსანიშნავია ამერიკის შეერთებული შტატების პრეზიდენტის განცხადებებიც 2022 წლის GCC+3 სამიტზეც, სადაც იგი პირდაპირ ამბობდა, რომ ამერიკა არ აპირებს ახლო აღმოსავლეთის რეგიონის დათმობასა და აქ რუსეთის, ირანის ან ჩინეთის გავლენის გაძლიერებასთან შეგუებას, „შეერთებული შტატები აპირებს ახლო აღმოსავლეთში აქტიურად ჩართული პარტნიორი იყოს. ჩვენ არ წავალთ და არ დავტოვებთ ვაკუუმს, რომელსაც შეავსებს ჩინეთი, რუსეთი ან ირანი“ (Carnegie Endowment for International Peace, 2024).

აქედან გამომდინარე, ჩინეთის პოლიტიკის წარმატება ახლო აღმოსავლეთში კომპლექსურ ბალანსზეა დამოკიდებული, რაც ერთის მხრივ ამერიკის შეერთებული შტატების ადმინისტრაციის პოლიტიკასთანაა დაკავშირებული, რაც შეიძლება სხვადასხვა მიმართულებით განვითარდეს – გაგრძელ-

დეს ბაიდენის ადმინისტრაციის მსგავსად იზოლაციონისტური პოლიტიკა რეგიონისადმი ან ურთიერთობები დაუბრუნდეს ტრამპის წინა პრეზიდენტობისას დაწყებულ ჩარჩოებს, რომელიც ძირითადად „გათიშე და იბატონეს“ პრინციპზე იყო დამყარებული და სხვა სახელმწიფოებთან ალიანსის შექმნით ირანის იზოლირებას გულისხმობდა. არსებობს ალტერნატიული საშუალებაც, თუ ამერიკა გამოიყენებს მულტილატერალიზმსა და დიპლომატიურ მოლაპარაკებებზე დაფუძნებულ ე.წ. ნიუანსირებულ მიდგომას, რაც მაგალითად ირანს დააბრუნებს JCPOA-ში, აღნიშნული ფაქტი კი დადებით გავლენას იქონიებს რეგიონის პოლიტიკურ სტაბილიზაციაზე.

დასკვნა

რუსეთ-უკრაინის ომის შედეგად გლობალური ძალთა გადანაწილების ფონზე, ჩინეთის საგარეო პოლიტიკა MENA-ს რეგიონში (ახლო აღმოსავლეთი და ჩრდილოეთ აფრიკა) მნიშვნელოვან ტრანსფორმაციას განიცდის. პეკინის მზარდი აქტივობა რეგიონში მრავალფუნქციური ხასიათისაა და მოიცავს როგორც ორმხრივ, ისე მრავალმხრივ თანამშრომლობას, რაც ვლინდება პოლიტიკურ დიალოგში, ენერგეტიკულ პარტნიორობაში, მედიაციის პროცესებში, სამხედრო თანამშრომლობასა და რბილი ძალის ინსტრუმენტების გააქტიურებაში.

ჩინეთის გეოპოლიტიკური სტრატეგია მიზნად ისახავს საერთაშორისო სისტემაში ალტერნატიული, დაბალანსებული ძალის პოზიციონირებას, რაც განსაკუთრებით თვალსაჩინოა მის მცდელობებში წარმოაჩინოს თავი, როგორც ნეიტრალურმა და

სანდო პარტნიორმა, განსხვავებით დასავლეთის ქვეყნების პოზიციური პოლიტიკისგან. ინიციატივები, როგორცაა BRICS-ის გაფართოება, შანხაის თანამშრომლობის ორგანიზაციის გაძლიერება და ჰუმანიტარული თუ საგანმანათლებლო თანამშრომლობის ფორმატები, წარმოადგენს იმ ინსტრუმენტებს, რომლითაც პეკინი ცდილობს რეგიონში სტაბილური და სტრუქტურირებული ურთიერთობების დამყარებას.

მიუხედავად ამისა, ჩინეთის გრძელვადიანი გავლენა აღნიშნულ რეგიონში ერთმნიშვნელოვნად არ არის უზრუნველყოფილი. მისი წარმატება დამოკიდებულია როგორც საკუთარ სტრატეგიულ ადაპტირებასა და პარტნიორებთან მიმართებაში

თანამიმდევრულობაზე, ისე დასავლეთის, განსაკუთრებით კი აშშ-ის საპასუხო პოლიტიკაზე. ამ კონტექსტში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ისეთ ალტერნატიულ ინიციატივებს, როგორცაა India–Middle East–Europe Economic Corridor (IMEC), რომელიც ასახავს აშშ-ის მცდელობას შეინარჩუნოს თავისი გეოპოლიტიკური წონასწორობა რეგიონში.

შემაჯამებლად, ჩინეთის პოზიციონირება MENA-ს სივრცეში წარმოადგენს კომპლექსურ პროცესს, რომელიც მოითხოვს მუდმივ სტრატეგიულ შეფასებასა და მოქნილ საგარეო პოლიტიკურ მანევრირებას, განსაკუთრებით გლობალური აქტორების კონკურენციის გააქტიურების პირობებში.

ლიტერატურა

1. Atlantic Council. (2024). *A year ago, Beijing brokered an Iran-Saudi deal. How does détente look today?* Retrieved from <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/iransource/iran-saudi-arabia-china-deal-one-year/>
2. Chatham House. (2024). *The Fatah–Hamás agreement increases Chinese influence in Palestinian affairs. But the road to unity is rocky.* Retrieved from <https://www.chathamhouse.org/2024/07/fatah-hamas-agreement-increases-chinese-influence-palestinian-affairs-road-unity-rocky>
3. Council on Foreign Relations (CFR). (2024). *What Is the BRICS Group and Why Is It Expanding?* Retrieved from <https://www.cfr.org/backgrounder/what-brics-group-and-why-it-expanding/>
4. ECFR. (2024). *Intersections of influence: IMEC and Europe’s role in a multipolar Middle East.* Retrieved from <https://ecfr.eu/article/intersections-of-influence-imec-and-europes-role-in-a-multipolar-middle-east/>
5. Georgetown Journal of International Affairs. (2023). *China’s increasing role in the Middle East: Implications for regional and international dynamics.* Retrieved from <https://gjia.georgetown.edu/2023/06/02/chinas-increasing-role-in-the-middle-east-implications-for-regional-and-international-dynamics/>
6. Guardian. (2023). *Iran and Saudi Arabia agree to restore ties after China-brokered talks.* Retrieved from <https://www.theguardian.com/world/2023/mar/10/iran-saudi-arabia-agree-restore-ties-china-talks>
7. Guardian. (2022). *Biden tells summit of Arab leaders the US ‘will not walk away’ from Middle East.* Retrieved from <https://www.theguardian.com/us-news/2022/jul/16/joe-biden-arab-leaders-summit>
8. ISPI. (2024). *How the Gaza War Could Make China a Regional Mediator.* Retrieved from <https://www.ispionline.it/en/publication/how-the-gaza-war-could-make-china-a-regional-mediator-191692>
9. Carnegie Endowment for International Peace. (2024). *BRICS expansion, the G20, and the future of world order.* Retrieved from <https://carnegieendowment.org/research/2024/10/brics-summit-emerging-middle-powers-g7-g20?lang=en>

UDC 327.

SCOPUS CODE 3320

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-197-204>

Soft Power and Geopolitical Influence: China in the MENA Region Amid Strategic Competition

Lili Kharchilava Georgian Technical University, Faculty of Law and International Relations, Associate Professor, Georgia
E-mail: l.kharchilava@gtu.ge

Gvantsa Abesadze Georgian Technical University, Faculty of Law and International Relations, Associate Professor, Georgia
E-mail: abesadzegvantsa07@gtu.ge

Reviewers:

K. Jijeishvili, Georgian Technical University, Faculty of Law and International Relations, professor, Doctor of Political Sciences

E-mail: jijeishviliketevan07@gtu.ge

T. Kupreishvili, Georgian Technical University, Faculty of Law and International Relations, Associate Professor, Doctor of International Relations,

E-mail: t.kupreishvili@gtu.ge

Abstract. Alongside the intensified geopolitical shifts resulting from the Russia-Ukraine war, the international balance of power has undergone significant changes, accompanied by the formation of new regional alliances and strategic directions. In this context, China's role in the Middle East and North Africa (MENA) region has intensified significantly and is increasingly resembling a structural alternative to Western influence and policies. This study analyzes the mechanisms and strategic approaches through which China is strengthening its influence in the region. Particular attention is given to instruments of multilateralism, economic integration, and soft power policies, manifested through platforms such as the One Belt and One Road Initiative (BRI), the expansion of BRICS, and the Shanghai Cooperation Organization (SCO).

The article also examines China's mediatory role in regional conflicts during negotiation processes. These cases exactly reflect China's aspiration to establish itself as a globally responsible power, prepared to act as a diplomatic arbiter for the reinforcement of regional stability.

The thesis research is China's activation in the MENA region transcends purely economic objectives and is based on a long-term geostrategic vision — to establish a multipolar world order based on equality, sovereignty, and close international cooperation.

Keywords: BRICS; China's Geopolitics; Middle East; North Africa; One Belt and One Road Initiative (BRI). Shanghai Cooperation Organization (SCO); Soft Power; Strategic Competition.

განხილვის თარიღი 04.07.25

შემოსვლის თარიღი 09.07.25

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026

ავტორთა საძიებელი

Author's index

აბესაძე გ. 197	იაშვილი გ. 81	ნადირაშვილი თ. 43
აბზიანძე დ. 162	იაშვილი თ. 191	უთმელიძე ი. 148
აბზიანძე ვ. 162	ილურიძე ნ. 33	ფარჯანაძე ტ. 170
ბალათურია გ. 11, 18	კაკულია ზ. 162	ქაჯაია ლ. 33
ბალათურია ნ. 11	კობიაშვილი ა. 88	ქვარაია ი. 67, 74
ბალათურია ნ. 18	კოპალიანი ა. 49, 58,	ქუთათელაძე რ. 88
გელაშვილი გ. 104	კოპალიანი ა. 111	ლუღუშაური ნ. 156
გილაური ნ. 33	ლემკაშელი დ. 175	შერაზადიშვილი ბ. 81
გიორგაძე ი. 156	ლოლაძე მ. 11, 18, 170	ჩაჩანიძე მ. 170
გიორგაძე კ. 97	ლორთქიფანიძე რ. 183	ცარციძე თ. 43
გრძელიშვილი მ. 111	მანაგაძე რ. 162	ჭუმბურიძე გ. 170
გუდავაძე ლ. 119, 133	მამაღლა ზ. 148	ხაბელაშვილი ლ. 191
გუჯაბიძე შ. 119, 133	მიქელაძე თ. 177	ხარჩილავა ლ. 197
დათუკიშვილი გ. 148	მუსელიანი გ. 97	ხვედელიძე დ. 81
ევან ხაბელაშვილი ლ. 183	მუსელიანი თ. 97, 104	Mchedlishvili Z. 143
ერისთავი ნ. 67, 74	მუსერიძე რ. 111	Tsitskishvili Z. 143
თედორაძე ო. 43	ნაზახტიანი გ. 156	

რეცენზენტთა საძიებელი

Reviewer's index

აბრალავა ა. 88	ვარაზაშვილი ზ. 162	შერაზადიშვილი ბ. 49, 58, 183, 191
ალხანაშვილი ნ. 170	იაშვილი თ. 81	შოშიტაშვილი ნ. 177
ახობაძე მ. 191	კალატოზიშვილი ე. 11, 18	ჩიხლაძე რ. 104
ბალანჩივაძე ლ. 74	კიკნაძე მ. 88	ცერცვაძე რ. 49, 58
ბარაბაძე თ. 119, 133, 162	კოტორაშვილი ლ. 33	ცეცხლაძე მ. 97
ბერბერაშვილი ნ. 156	კუპრეიშვილი თ. 197	წერეთელი ვ. 97
ბოკერია ვ. 111	მაისურაძე ბ. 148	ჭანტურია მ. 67
გელაძე ზ. 148	მელიქაძე გ. 156	ხოსიტაშვილი მ. 33
გიგინეიშვილი გ. 104	მესტვირიშვილი შ. 111	ჯიჯეიშვილი ქ. 197
გოგატიშვილი მ. 177	მირუაშვილი ვ. 43	ჯოხაძე ხ. 183
გუჯაბიძე ი. 119, 133	მსხილაძე ნ. 67	Gorgidze D. 143
დოლიძე მ. 43	სიჭინავა ა. 81	Japaridze G. 143
ებელაშვილი ნ. 11, 18, 170	ყიფიანი გ. 74	

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

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 or 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

რედაქტორები: მ. ბაზაძე, შ. მიქაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 12.01.2026. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8.
პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 13.5.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent

- დაარსებულია 1924 წელს
- ESTABLISHED IN 1924

