საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

ISSN 1512-410X

ჰიდროინჟინერია

HYDROENGINEERING

№1-2(31-32)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ
2022

სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი
„ჰიდროინჟინერია“

დაფუძნებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისა და საქართველოს საინჟინრო აკადემიის მიერ.

სარედაქციო კოლეგია:

საქართველოდან: რექტორი დ. გურგენიძე; ვიცე-რექტორი ლ. კლიმიაშვილი; სამშენებლო ფაკულტეტის დეკანი ზ. გვიშიანი; პროფესორები: ი. ქადარია (მთ. რედაქტორი), ა. მოწონელიძე, დ. გორგიძე, ზ. დანელია, ა. ბაგრატიონ-დავითაშვილი, ი. ინაშვილი, ზ. მეგრელიშვილი, ლ. ღოღელიანი, შ. გაგოშიძე, მ. გრძელიშვილი, შ. მესტვირიშვილი, მ. ნაცვლიშვილი. საგამომცემლო სახლ „ტექნიკური უნივერსიტეტის“ დირექტორი მ. მეძმარიაშვილი; სტამბის ხელმძღვანელი გ. ჯერენაშვილი; ასოც. პროფესორი (პასუხისმგებელი პირი) ა. გოგოლაძე.

ამერიკის შეერთებული შტატებიდან: აიოვას შტატის უნივერსიტეტის პროფესორები: არდით მანი, რამეშ კანვარი, ემი კალიკტა, სტივენ ფრიმანი, როი გუ.

რუსეთიდან: მოსკოვის სამშენებლო უნივერსიტეტის პროფესორი ო. პრიმანი.

EDITORIAL BOARD:

Georgia: Rector D. Gurgenidze; Vice-Rector L. Klimiashvili; Dean of the Faculty of Construction Z. Gvishiani; Professors: I. Kadaria (Chief Editor), A. Motsonelidze, D. Gorgidze, Z. Danelia, A. Bagration-Davitashvili, I. Inashvili, Z. Megrelishvili, L. Ghogheliani, Sh. Gagoshidze, M. Grdzelishvili, Sh. Mestvirishvili, M. Natsvlishvili; Director of the Publishing House “Technical University” M. Medzmariashvili; Head of Printing House G. Jerenashvili, Associated Professor A. Gogoladze (Responsible person).

USA: Prof. Ardith Maney, Ramesh Kanwar, Amy Kalikta, Steven Freeman, Roy Gu (Iowa State University).

Russia: Prof. O. Primin, (Moscow State University of Civil Engineering).

მისამართი: საქართველო, თბილისი, 0160, კოსტავას 77, I კორპუსი. ტელ.: 2-33-06-87, ჟურნალის ვებგვერდი www.cetl.gtu.ge

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2022

ყველა უფლება დაცულია. ამ ჟურნალის არც ერთი ნაწილის (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.
საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.
გამოქვეყნებული მასალის სიზუსტეზე პასუხისმგებელია ავტორი (ავტორები).

Verba volant, scripta manent

შინაარსი

ჰიდროინჟინერია

შ. გაგოშიძე, ე. ხატიაშვილი, ი. საღინაძე, მ.კოდუა, გ. ქადარია. საქართველოს შავიზღვისპირეთში არსებული ეკოლოგიური და ჰიდროსაინჟინრო პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები. 7

ქ. გორდეზიანი, ზ. ცინაძე, ლ. ყაველაშვილი. EPANET მოდელის შემუშავება და გამოყენების სფერო 25

ი. ქადარია, გ. ნოსელიძე, გ. ქადარია. ქ. ფოთში კუნძულ „დიდის" მიმდებარედ ზღვის სანაპირო ზოლის ცვლილების გამომწვევი მიზეზები XX ასწლეულში 33

ტექნიკური მეცნიერებები

ა. ჩიქოვანი, რ. გაფრინდაშვილი, გ. ზუბიაშვილი. ბეტონის კოროზია ბუნებრივ წყლებში და მასთან ბრძოლის ღონისძიებები 40

ა. ჩიქოვანი, თ. ბაციკაძე, ნ. მსხილაძე. კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაცია რეკონსტრუქციისა და რემონტის დროს 52

ლ. ბალანჩივაძე, ბ. ბერაია. მიწისძვრა და მათი გავლენა რკინაბეტონის შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციულ სქემებზე 61

ლ. ბალანჩივაძე, გ. გოქსაძე. თანამედროვე შენობა - ნაგებობების კონსტრუირების სპეციფიკა და სტრუქტურული ანალიზი 68

მ. ჭანტურია, გ. იაშვილი. ავარიული შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის ღონისძიებები 74

მ. ჭანტურია, ლ. ჩიქვინიძე. დიდმალიანი კონსტრუქციები საქალაქო ხიდმშენებლობაში 79

მ. გრძელიშვილი, ა. კოპალიანი, ს. გოდერძიშვილი. შენობათა თბური დაცვა პლინტუსური გათბობის მოწყობის დროს 85

გ. ჭაღიაშვილი. მაღლივი კორპუსების გაზმომარაგების პრაქტიკული კვლევების შედეგები 92

აგრარული მეცნიერებები

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ზ. გელიაშვილი. სასათბურე და ღია გრუნტის ბაზაზე მოყვანილი კიტრის პროდუქტის ნედლეულისა და მისგან წარმოებული მარინადის ექსპერტიზა 98

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ზ. გელიაშვილი. შუა ქართლის ზონაში მოყვანილი ძირითადი ატმის ჯიშების ნედლეულის პროდუქტულობა და მისგან წარმოებული ხილფაფის ექსპერტიზა 110

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, თ. გოდერძიშვილი. საქართველოში რეალიზებადი რძის ნედლეულისა და მზა პროდუქციის იდენტიფიკაცია

სტანდარტთან 118
თ. ნოზაძე. მდგრადი სოფლის მეურნეობა 141
მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი. ბოცვრის შენახვის სისტემები 146
მ. ცინცაძე, ნ. ნატროშვილი, ნ. ორჯანელი, ლ. ჩხარტიშვილი. ქართული ნაგაზი, ზოგადი დახასიათება და კვების თავისებურებანი 151
მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი. ღორის კვების თავისებურებანი 156
თ. ნოზაძე. ხელოვნური განგურის ეკონომიკური ეფექტიანობა მეკვერცხულ მეფრინველეობაში 161
რეფერატები 170

CONTENTS

HYDROENGINEERING

Sh. Gagoshidze, E. Khatiashvili, I. Saghinadze, M. Kodua, G. Kadaria. ENVIRONMENTAL AND HYDRO-ENGINEERING PROBLEMS ON GEORGIA'S BLACK SEA COAST AND THE WAYS OF THEIR SOLUTION 7

K. Gordeziani, Z. Tsinadze, L. Kavelashvili. DEVELOPMENT OF AN EPANET MODEL AND EXECUTION ENVIRONMENT 25

I. Kadaria, G. Noselidze, G. Kadaria. THE CAUSES OF THE CHANGE OF THE COASTLINE OF THE SEA IN THE VICINITY OF THE ISLAND "DIDI" IN POTI IN THE XX CENTURY 33

TECHNICAL SCIENCES

A. Chikovani, R. Gaprindashvili, G. Zubiashvili. CORROSION OF CONCRETE IN NATURAL WATERS AND MEASURES TO COMBAT IT 40

A. Chikovani, T. Batsikadze, N. Mskhiladze. WATERPROOFING OF CONSTRUCTIONS DURING RECONSTRUCTION AND REPAIR 52

L. Balanchivadze, B. Beraya. EARTHQUAKES AND THEIR INFLUENCE ON STRUCTURAL SCHEMES OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS 61

L. Balanchivadze, G. Goksadze. MODERN BUILDING – CONSTRUCTION SPECIFICS AND STRUCTURAL ANALYSIS 68

M. Chanturia, G. Iashvili. RESTORATION-RECONSTRUCTION MEASURES OF DAMAGED BUILDINGS 74

M. Chanturia, L. Chikvinidze. LONG-SPAN CONSTRUCTIONS IN URBAN BRIDGE CONSTRUCTION 79

M. Grdzelishvili, A. Kopaliani, S. Goderdzishvili. HEAT PROTECTION OF BUILDINGS IN LINE WITH INSTALLING THE SKIRTING BOARD HEATING 85

G. Chaghiashvili. THE RESULTS OF PRACTICAL STUDIES OF GAS SUPPLY TO MULTI-STOREY BUILDINGS 92

AGRARIAN SCIENCES

G. Danelia, T. Palavandishvili, Z. Geliashvili. EXPERTISE OF RAW MATERIAL OF CUCUMBER PRODUCT GROWN IN GREENHOUSE AND OPEN FIELD AND MARINADE PRODUCED FROM IT 98

G. Danelia, T. Palavandishvili, Z. Geliashvili. RAW MATERIAL PRODUCTIVITY OF THE MAIN PEACH VARIETIES GROWN IN THE MIDDLE KARTLI ZONE AND EXAMINATION OF PULP PRODUCED FROM IT 110

T. Palavandishvili, G. Danelia, T. Goderdzishvili. IDENTIFICATION OF RAW MILK PRODUCTS AND FINISHED PRODUCTS SOLD IN GEORGIA WITH THE STANDARD.................. 118

T. Nozadze. SUSTAINABLE AGRICULTURE 141

M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili. RABBIT STORAGE SYSTEMS.................. 146

M. Tsintsadze, N. Natroshvili, N. Orjaneli, L. Chkhartishvili. GEORGIAN SHEPHERD, GENERAL DESCRIPTION AND NUTRITIONAL FEATURES 151
M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili. PECULIARITIES OF PIG NUTRITION 156
T. Nozadze. ECONOMIC EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL MOLTING IN EGG LAYER POULTRY 161

SUMMARIES.. 170

UDC 627.5

Environmental and Hydro-Engineering Problems on Georgia's Black Sea Coast and the Ways of their Solution

Sh. Gagoshidze, E. Khatiashvili, I. Saghinadze, M. Kodua, G. Kadaria

(Georgian Technical University, 77, Kostava str., Tbilisi, 0160)

Abstract. *The main results of studies of sea water pollution, geomorphological, hydrotechnical and environmental problems currently existing in the estuaries of the Rioni and Inguri rivers of the Black Sea coast of Georgia are presented in the article. These problems arose after the transfer of the final 7-km part of the Rioni River to another channel, and at the mouth of the Inguri River they were caused by a change in flow after the construction of the high arch dam of the Inguri hydroelectric power station. Mathematical models for solving these problems are constructed. Some engineering measures are proposed to prevent geomorphological changes.*

Keywords: *environment, mathematical model, pollution, rehabilitation, waves.*

1. Introduction

In the nearest future, the ancient maritime gateway – the city of Poti and its bordering territory – will be declared the free trade zone. In Anaklia, near the mouth of the Enguri river, it is planned to construct a large port on the eastern Black Sea coast of the Caucasus. A successful implementation of these projects directly depends on the correct assessment of hydro-engineering, geo-morphological and environmental problems which have emerged in Georgia's Black Sea coastal regions.

In Fig.1, the red circles mark the cities and settlements where the Georgian participants of the ICME and the SRNSF projects carried out activities since 2013 till 2017.

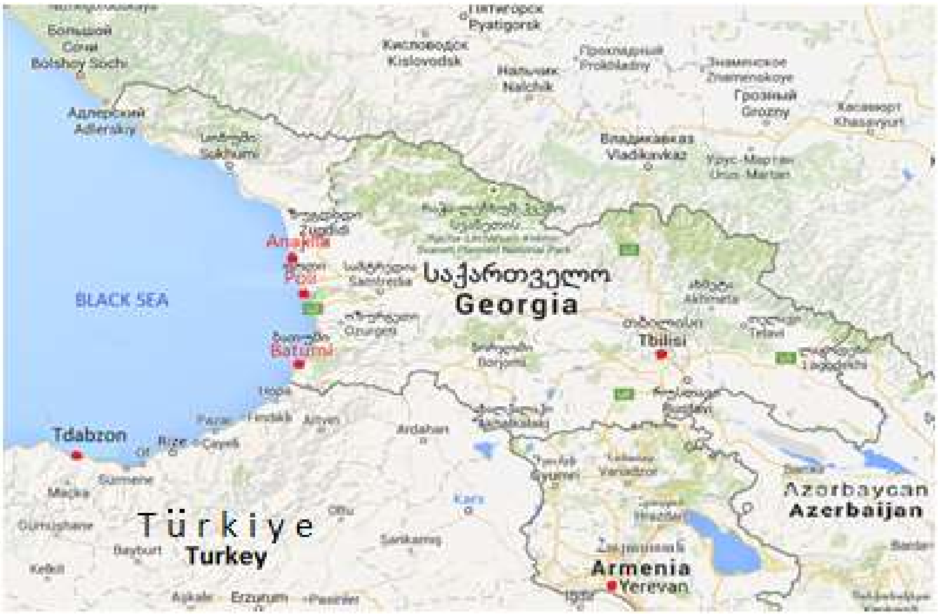


Fig. 1. Map of the eastern coast of the Black Sea

Large-scale geo-morphological changes of the coastline of the city of Poti began after 1939 when the Rioni river course was completely diverted to the north of the city (Fig.2). This event prevented the town from dangerous flooding processes, but, on other hand, it produced an irreparable deficiency of coast generating alluvia. The coastline of Poti was catastrophically washed out by sea waves and reduced by hundreds of meters. On the sea shore of Poti many protection walls and engineering structures were constructed; a huge quantity of concrete blocks, broken stones and boulders were thrown, but these measures were incapable to stop the intensive process of sea shore erosion, which became even more intensive after putting into operation the cascades of the Gumati and Vartsikhe power plants. Thus, the solid alluvia amount of the Rioni river reduced from 2.07 million m^3 to 1.35 million m^3 per year.

Moreover, the diversion of the Rioni river to the North created problems for navigation because of siltation of the entrance channel of the Poti sea port, which was caused by northwest storms and sea currents. The removal of sediments from the port entrance channel is very costly and every year the Poti port administration has to spend hundreds of thousands of dollars on this work.

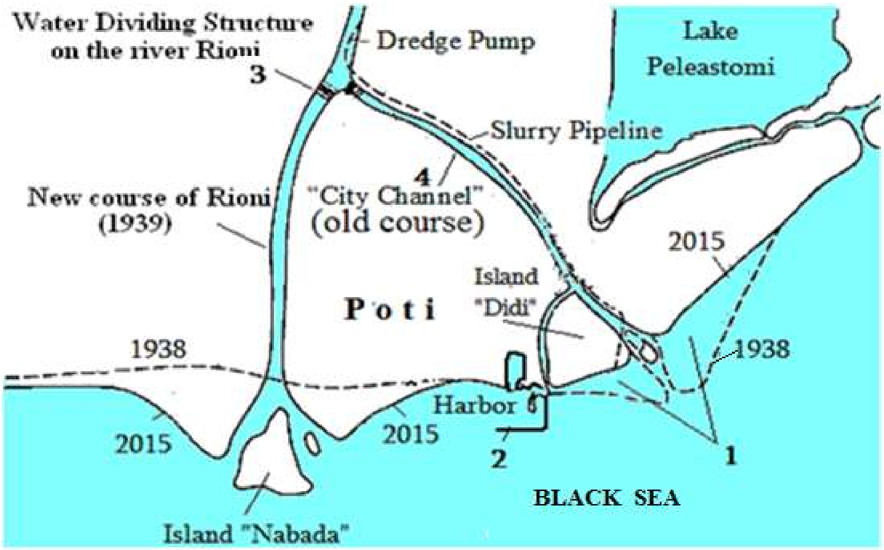


Fig. 2. Situational map for environmental and hydro-engineering problems of the Poti region. 1– washed-out Poti coastline; 2 – entrance channel of the Poti port; 3–water dividing dam on the Rioni river; 4 – bed and outlet of the Poti City Channel

To restore the washed-out sea coast of Poti, in 1959, the dam with a regulator (sluice) was built across the Rioni river, on the 7th kilometre to the northeast of Poti. Its purpose was to divide the river flow so that some part (≈ 500 m^3 /s) of the river discharge would go back to the former riverbed (the so-called City Channel) in order to compensate for the alluvia deficit (600 thousand m^3 per year). However even the discharge of 250 m^3/s produced the flooding because of the city channel siltation and the deformation of the channel outlet by sea waves (which occurred during the low water period). To protect the city from floods, the channel was enclosed with dams; two water collectors and a pumping station were built. However, these measures failed to provide the required water discharge rate. That was why in the 80s of the past century, in order to reconstruct the washed-out sea shore of Poti, the pulp feed-line was erected along the city channel to transport inert materials from the Rioni river basin to the sea coast. But this feed-line soon went out of order and for various reasons was not restored.

With a lapse of time, the downstream wall and the apron of the Rioni water dividing dam got essentially destroyed and the dam itself faced destruction. In 2006, it was partly rehabilitated by temporary measures. However, these measures did not take into account the operation regime of the regulating sluice and therefore disregarded problems of the restoration of the sea coast of Poti.

Thus, the water dividing dam with a regulating sluice failed to meet its purpose to deliver alluvia to the sea coast.

This brief historical information clearly shows how topical it was to carry out scientific investigations of hydro-engineering and environmental problems existing in the Poti region and to propose such engineering measures that would facilitate to a maximal extent the restoration of the Poti coastline and protect the port of Poti from the inflow of river alluvia.

2. Main Part

1. Some Results of Sea Water Quality Studies in the Poti and Anaklia Coastal Areas

For the problems in the Poti region as shown by the numbers in Fig. 2, hydrological and meteorological observation data, topographic and bathymetric maps and other materials were prepared and processed. Several expeditions were organized to carry out field observations in the river mouths and coastal areas of the sea towns of Western Georgia.

100-120 water samples were taken during the four-year period. The water samples were analyzed at the Laboratory Test Centre in Poti and hydro-chemical laboratory in Tbilisi. 2500 tests of 18 pollution ingredients were run. This number of tests was quite sufficient for the data statistic processing. Water samples were taken from selected locations, including the points at the sections of the watershed dam of the river Rioni and in the Enguri mouth in the Anaklia region. The statistic processing included both our test data and the data previously collected by hydrological stations in the 70-80s. The correlation coefficients and regression equations were obtained. Calculations showed the existence of a clear and obvious correlation: with water discharge and mineralization (the correlation factor is $r \approx 0.93$); between the coli-index and the water discharge ($r \approx 0.63$); between the nitrate concentration and the discharge ($r \approx 0.34$) and between the coli-index and the nitrate concentration ($r \approx 0.89$) (Gagoshidze and Khatiashvili, 2015). Averaged results of hydro-chemical, biogenic and bacteriologic analyses are given in Table 1.

Table 1

Averaged Values of Sea and River Water Samples from the Poti and Anaklia Regions

Hydro-chemical, biogenic and bacteriologic characteristics		Sites and dates of taking sea water samples			
		Poti, Lake Paleastomi merges with sea	Sea water near Poti. lighthouse	Sea water near Poti Port	Anaklia. Enguri river mouth
Hydro and bio - chemical	PH	8.5	8.7	8.0	8.8
	BOD_5 mgo_2/l	2.6	3.8	2.9	3.7
	Dissol. Oxygen	8.8	7.6	7.4	8.9
Basic ions, (mg/l)	HCO	62.2	100.1	76.8	100.2
	Cl	7350	8525	7840	8405
	SO_4	735	1210	805	735
	Ca^2	252	253	225	282
	Mg^2	714	640	575	714
	Na	5355	5390	5200	5290
	Ka	220	200	185	220
Biogenic elements, (mg/l)	NH_4	-	-	-	-
	NO_2	-	-	-	-
	NO_3	0.1	0.1	0.1	0.1
	PO_4^3	1.2	2.2	1.2	27
Micro elements	Fe, mg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.03
	Mn, μg/l	-	-	-	-
others	Oil products, mg/l	0.2	0.9	0.4	0.08
	ε-coli, 1/l	5736	4420	6720	5536

2. A Brief Description of Mathematical Models

For the solution of problems which existed in the Poti and Anaklia regions, and also of general problems of coastal hydrodynamics the following numerical and analytical mathematical models were developed.

2.1. Numerical simulation of lithodynamic processes in the entrance channel of Poti port. Engineering measures against the channel siltation

The list of engineering problems that exist in the water area of Poti port can be seen in the "Google Earth" internet picture (Fig. 3).

Fig. 3. "Google Earth" picture of the Poti port water area.
1 – Port entrance channel intensively silted by alluvia transported from the mouth of the Rioni river;
2 – Location of the deep-sea canyon where sediments delivered from the City Channel are lost;
3 – Recommended construction of the sediments retaining pier.

The problem of protection of the entrance channel and the internal water area of Poti port against siltation was studied (Fig. 4). The mathematical model of entrance channel siltation and the algorithm of numerical solution of the resulting problem were developed. To solve the problem, the finite element method and the Crank-Nicholson scheme were used (Horikawa, 1988; Saghinadze, 2013). Numerical experiments showed that the sedimentation rate was 0.7-0.8 m/year.

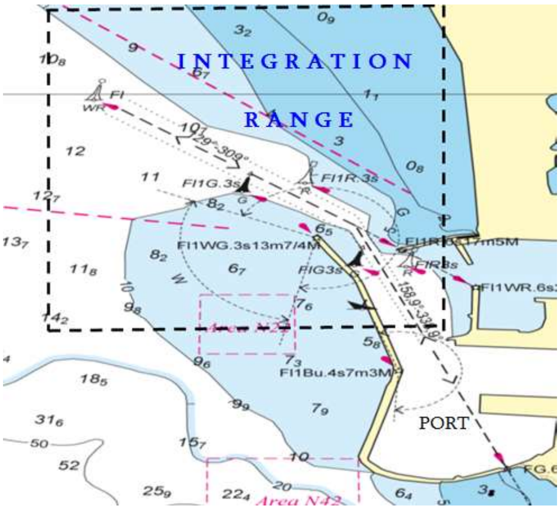


Fig. 4. Integration range of the mathematical model for the entrance channel of Poti port (shown by the dotted line)

2.2. Refraction of waves on coast slopes of arbitrary steepness

The classical problem of wave refraction over the coast with an arbitrary angle of slope was solved in the cylindrical coordinate system by the means of direct and asymptotic methods. After choosing a basis function $f = \cosh kr(\theta + \theta_0)$ (Gagoshidze, 1991), where k is a variable wave number satisfying exactly all boundary conditions (as distinct from the Berkhoff (1976) basis function) and averaging the wave equations by the direct Kantorovich method (1933) with respect to the polar angle θ, we derive a one-dimensional evolutionary equation of Schrödinger type which is asymptotically solved by the WKB method (Nikiforov and Uvarov, 1984) for an arbitrary angle α_0, $0° \le \alpha_0 < 90°$, between the wave crests on the deep water and the shore line. Without the phenomenological use of the laws of geometrical optics, solutions explicitly dependent on a slope angle of the coast are obtained. They are quite close to the existing numerical realizations of exact but highly complicated mathematical solutions.

The WKB solution of this problem enables us to easily determine the three-dimensional field of velocities and to construct the refraction picture of the wave surface near the coast having an arbitrary angle θ_0 of slope to the horizon varying from $0°$ to $180°$.

This solution, in particular for a vertical cliff, almost fully agrees with Stoker's particular but difficult solution (Stoker, 1957). Moreover, it is shown for the first time that our Schrödinger type evolutionary equation leads to the formation of the so-called "potential wells" if the angle θ_0 of coast slope to the horizon exceeds $45°$ while the angle α_0 given at infinity (i.e. at a large distance from the shore) between the wave crests and the coastline exceeds $75°$. When the angle between the wave crests and the shore line is $\alpha_0 < 75°$, the wave crests do not break for an arbitrary coast slope.

This theoretical result expressed in terms of elementary functions is well consistent with experimental observations and with lots of aerial photographs of waves in the coastal zones of the oceans (Berkhoff, 1976; Hodgins et al., 1985).

2.3. Peculiarities of long waves on stationary currents

Possible approaches to the linearization of a system of basic equations of long waves on stationary flows (Lamb 1932; Nekrasov and Pelinovsky 1992; Voinich-Sianojentsky, 1972) of

arbitrary depth are discussed. The accurately fulfilled linearization of this system makes it possible to obtain the following one-dimensional differential equation for long wave disturbances (Gagoshidze, 2013):

$$\varphi_{tt} + 2U_0\varphi_{xt} + \left(\frac{3}{2}U_0^2 - gh\right)\varphi_{xx} + U_{0x}\varphi_t + \left(3U_0U_{0x} - gh_x\right)\varphi_x = g\left(U_0h\right)_x - \frac{3}{2}U_0^2U_{0x}, \tag{1}$$

where $U_0(x)$ is a given stationary component of the stream velocity; $\varphi(x,t)$ is the function which is an analogue of the velocity potential of wave disturbances; $h(x)$ is the variable depth of water in a statically undisturbed state; g is the gravity acceleration; t is the time; the x -axis is superposed on the undisturbed free surface.

For the classical problem of motion of long waves on flows of constant depth (h) and velocity (U_0) this equation leads to the following formula for the phase velocity of a long wave:

$$c = U_0 \pm \sqrt{gh - \frac{U_0^2}{2}}\ , \tag{2}$$

where the sign "$+$" before the square root corresponds to waves directed along the flow and the sign "$-$" to waves directed against the flow. Relation (2) is essentially different from the classical Lagrange formula :

$$c = U_0 \pm \sqrt{gh} \tag{3}$$

and enables us to formulate the criteria of formation of a hydraulic jump which is a blocked wave, as well as the formation of rolling long discontinuous waves in chutes without using the momentum change equation. In particular, (3) implies that waves cannot move against the flow, i.e. $c = 0$ when $U_0^2 = gh$ or when the Froude number is $Fr_0 = U_0^2 / gh \geq 1$, whereas (2) implies that $c = 0$ when $Fr_0 \geq 2/3$. Along with this, according to (2), the wave blocking condition precedes the wave destruction condition $Fr_0 \geq 2$ for which the subroot expression in (2) becomes negative. In that case, the oscillation frequency takes a complex value and the solution brings to the Helmholtz instability.

Thus, in the framework of result (2), we can give a good explanation of the fact confirmed by experiments (Chertousov, 1962) that near the unit value of the Froude number or, speaking

more exactly, when $\frac{2}{3} \le Fr_0 \le 2$, the hydraulic jump, which is actually a blocked long wave, is the so-called undular hydraulic jump. A perfect hydraulic jump occurs only for $Fr_0 > 2$, while for $Fr_0 < 2/3$ a long wave freely moves against the flow, i.e., a flow of large depth (a long wave) overlaps a calm flow of small depth without wave destruction.

Considering a hydraulic jump as a blocked long wave, we derive from formula (2), without using the momentum equation, a simple formula for calculating the conjugate depths of a hydraulic jump:

$$\frac{h_2}{h_1} = \sqrt{\frac{3}{2}\frac{U_1^2}{gh_1}} \approx 1{,}225\sqrt{Fr_1} \tag{4}$$

which, as different from Belanger's formula commonly used in the hydraulics courses, is applicable both to "an undular hydraulic jump" and to "a perfect jump".

2.4. The action of longitudinal waves on bank slopes

Longitudinal waves are the dominating ones in open maritime and navigation river channels. The quantity of exact solutions is limited only to a few particular cases (Constantin, 2001; Jonson, 2005) which are difficult for practical use. Our solution is based on the application of the Galerkin-Kantorovich direct method (Kantorovich and Krilov, 1962) to three-dimensional linear equations of wave hydromechanics written in the cylindrical system of coordinates.

Using the obtained relations and estimating the stability of the bank slope of a trapezoidal channel built of loose soil, we come to a conclusion that the wash-out of the bank slope of the channel by long waves leads to the concave shape, whereas relatively short longitudinal waves lead to the convex shape (Fig.5,a; b).

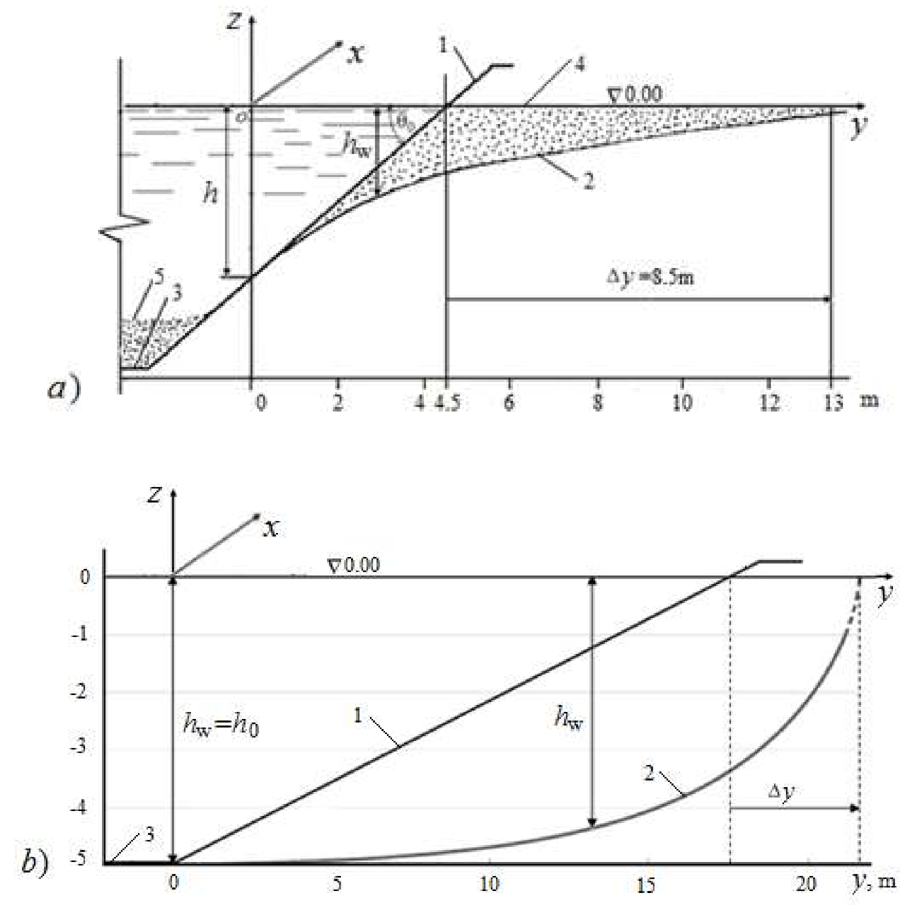


Fig.5. Typical configurations of the channel bank slope washed-out a) by the short and b) by the long waves: 1 – design contour of the coastal bank slope; 2 – washed-out coastal slope; 3 – channel bottom; 4 – washed-away gravel layer; 5 – settled gravel layer

2.5. Hydraulic calculation of storm drain and spillway collectors

The problem of interaction of sea and waste waters in river mouths and deep water outlets is one of the problems associated with the hydrodynamics of coastal regions. On the one hand, the salinity wedge (halocline) intrudes into the river inflows, non-pressure or pressure discharge structures over large distances, impedes with the exploitation of water-supply and sewerage systems of coastal settlements, stimulates load sedimentation and holm formation in stream canals, reduces the discharge capacity of collectors, creates threats of flooding of coastal territories, causes sea water pollution (which is especially dangerous for the Black Sea recreation zones of Georgia), etc. Accordingly, the practical importance of specifying the dimensions of salinity intrusions in

inflow reaches and sewage collectors and studying the diffusion and range zone of impure water streams, which intrude into the sea from storm sewers and sewage collectors, is obvious.

At present, these issues have been more or less precisely studied for cases where the sea bottom has a gentle slope (Voinich-Sianojentsky, 1972; Ippen, 1966; Ghogheliani et. al, 2006). As for the Black Sea regions of Georgia, the slopes of inflow reaches and those the sea bottom are so steep that it is inadmissible to disregard them. The steep slopes of the sea bottom also determine the location and dimensions of a section through which waste water flows into the sea. It is practically impossible to place the end section of a spillway on the sea bottom, 13 km away from the shore, which is required by the normative documents. The problem of interaction of sea and waste water at inflow reaches is considered and formulae to calculate the maximum dimensions of a salinity wedge intrusion into bottom spillways are established (Kodua and Gagoshidze, 2014). These formulae foresee the end slopes of spillway bottoms which must be necessarily considered in hydraulic engineering construction, especially in the Black Sea regions of Georgia.

2.6. Hydrodynamic stability of streams in free-flow cylindrical conduit

In hydraulic engineering practice, the fact is well known and taken into account that for a nearly fully filled free-flow tunnel with a circular-cross section the water flows in a pulsating manner, i.e. the flow is unstable. Such a phenomenon also occurs, for example, when emptying a bottle, but no mathematical confirmation has so far been found for it. The estimate of the flow stability is obtained for two limiting cases: when the conduit of circular cross-section is nearly fully filled with water and when it is nearly empty, i.e. the water flow in the conduit has a small depth as compared with the radius of the water conduit (Gagoshidze, 2015).

Wave equations written in the cylindrical system of coordinates x, r, θ, where the x-axis coincides with the axis of the conduit; r is the radius vector, θ is the angle counted off from the equatorial plane of the conduit upwards (with sign "+") and downwards (with sign "-") are simplified by neglecting the change of the polar angle $(\frac{\pi}{2} - \theta)$ in the limiting case when the flow free surface is of small width (Fig. 6a; b).

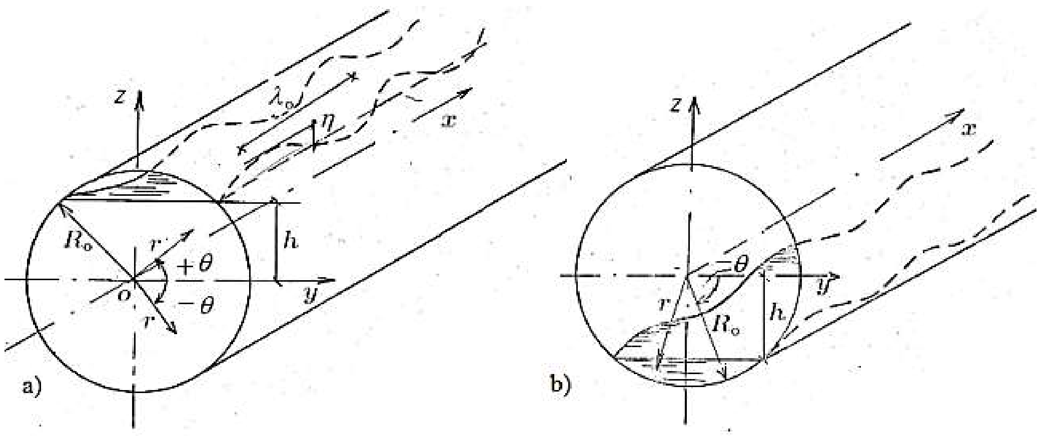


Fig. 6. Cases of non-pressure flow in circular cylindrical conduits: a) – nearly full filling; b) – almost empty round-cylindrical conduits. R_0 is the conduit radius; h is the distance between the horizontal axis and the water level

As a result of this simplification the Helmholtz equation for the wave potential reduces to a Bessel equation not depending on the polar angle θ and its asymptotic solution $(R_0 \approx h)$ gives $\sigma = kU_0 \pm i\sqrt{gk \tanh k(R_0 - h)}$ for the wave disturbance frequency σ in nearly fully-filled round-cylindrical conduits. Here k is the wave number, U_0 is the stationary water flow velocity, i is the imaginary unit. In the other limiting case with $R_0 >> h$, i.e. for round-cylindrical conduits with a small water depth, σ is expressed by an ordinary relation.

In the first case, the complex expression for σ indicates the occurrence of Helmholtz instability of wave disturbances independently of a velocity value of the stationary water flow. This result fully agrees with the results of thorough experimental studies of Chanishvili (1947), according to which the occurrence of flow instability in gravity-flow conduits of large diameter does not depend either on the flow velocity or on the presence of an air layer between the water free surface and the conduit vault – this instability always appears when the conduit is filled up to 92-93% of its height (diameter).

In the other limiting case the wave motion in a conduit of circular cross-section with a small water depth is always stable.

3. Laboratory Studies of the Action of Waves on the Pollution Spread

These experiments were mostly qualitative in nature, and their main goal was to identify the effect of waves on the distribution of impurities entering the sea from both the deep sewer outlet and from the river inflow. The experiments showed that short waves contribute to an increase of the pollutant concentration near the coast, while long waves on the contrary diminish it by carrying pollutants into the sea depth. Along with this, vertical and horizontal jets of impurities get strongly bent under the action of waves. It would be highly desirable to continue experimental and theoretical research in this direction.

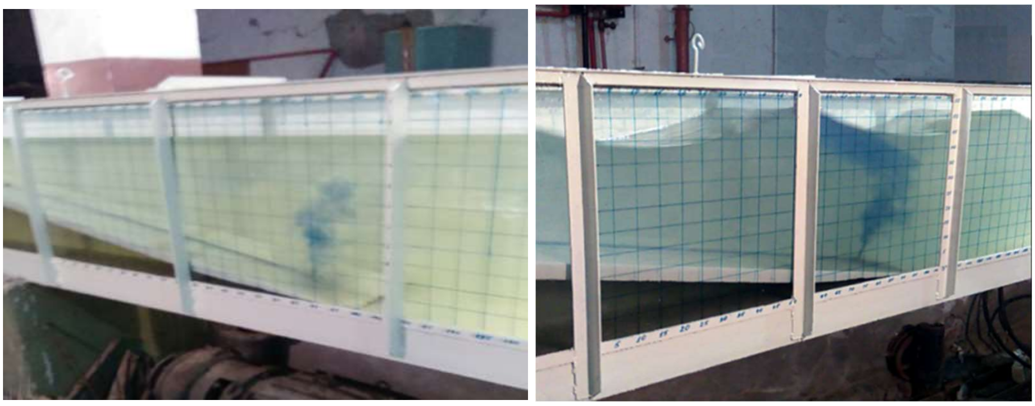


Fig. 7. Photos of laboratory study effects of waves on contaminants arriving from the deep sewage outlet

4. About the Reasons of Destruction of the Downstream Pool of the Water-Dividing Dam on the Rioni

As mentioned above, the downstream pool of the dam of the water-dividing structure built in 1959 (Fig.8) got destroyed with the lapse of time and there appeared a threat of failure of the dam itself. This threat is still persisting (Figs. 9, 10) .

Fig.8. The water dividing dam on the river Rioni. 1– Dam;
2 – Gateway regulating the water supply from the river Rioni to the City Channel.

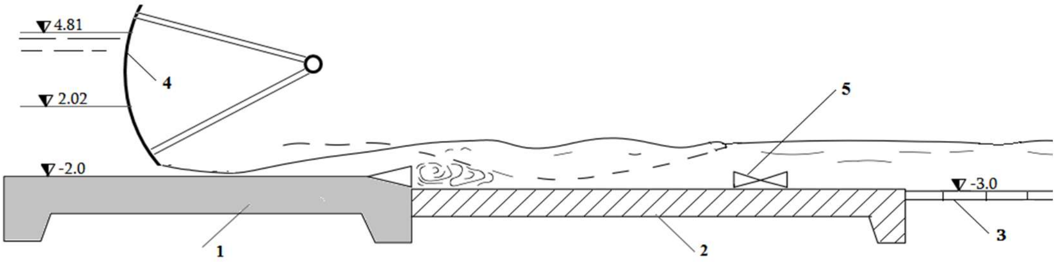


Fig. 9. Longitudinal section of the initial location of the apron slab and downstream apron of the dam: 1 – spillway foundation; 2 –Rehbock dentated apron; 3 – downstream aprons; 4 – segmental gate; 5 – Rhebock sills. The dotted line shows the undesired mode of upper and lower pools conjugation for a Rioni water discharge of 200-300 m³/s.

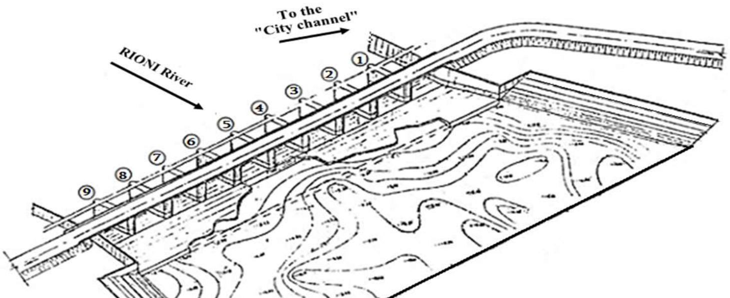


Fig. 10. Destructions contour in the downstream pool of the dam
of the Rioni water dividing structure

The cause of destructions in the downstream pool was estimated on the basis of the two postulates:

a) In easily washed-out river beds, in the calm regime (the Froude number is $Fr<1$), a maximum depth of wash-out coincides with the depth of the uniform flow determined by means of the Chezy formula depending on a slope of the river free surface in the river mouth;

b) This maximal depth occurs at the distance from the spillway outlet over which the velocity of the submerged jet drops to the uniform flow velocity in the river mouth. These distances (X) of maximum depth were estimated by us on the basis of G. Abramovich's relation for a turbulent waterlogged stream (Kiselev, 1972)

$$X=\frac{h_0}{0.08}\cdot\left(0.48\cdot\frac{V_0}{V_{bot}}-0.145\right), \tag{5}$$

where h_0 and V_0 are respectively the depth and the velocity of the stream in the spillway outlet section; V_{bot} is the velocity of the river uniform flow in the downstream pool of the dam which is determined according to the postulate b.

This approach almost accurately reflected the maximum depth of the channel washout and the coordinate of their distances from the section of the jet outlet, which are given in the drawings prepared in 2006.

Our studies showed that the causes of destruction of the downstream pool of the water-dividing dam on the Rioni lie in the gross errors made in the dam design stage in 1958. Of these, here we note the following:

a) The apron slab and downstream apron were located at a high elevation of –3 m which is only by 1 m below the spillway surface level.

b) The dimensions of the monolith apron slab (20 m in length, 1.2 m in thickness) and the downstream apron (40 m in length, the slab dimensions are $2\times2\times0.4$ m) were designed without taking into account dynamic loads from the upstream side: during intermediate discharges of the Rioni (up to 600 m^3/s), they experienced vibrations which were additionally intensified by the absolutely excessive Rehbock dentated apron and which led to their complete failure and to the threat of destruction of the dam itself.

All the measures taken by various design and construction companies in the 80 s to prevent wash-out processes and destructions of the downstream pool of the dam which we will not list here turned out ineffective and even on the contrary aggravated these processes. Only the

temporary measure designed and carried out in 2007 and consisting in placing Maccaferri gabions up to the elevation of –5 m should be regarded as the most justified.

3. Conclusion

Ways of Solution of Hydro-Engineering, Geomorphological and Environmental Problems in the Poti Region

For the capital rehabilitation of the downstream pool of the water-dividing dam we propose to erect a new apron slab 30 m long and 1.5 m thick (Fig.11) in front of the spillway. The slab surface should be located at a level of -5 m (i.e. 2 m below the spillway surface) and should be smooth. The slab end part must rest on metal sheet piles (5) driven up to an elevation of -15 m and equipped with bulwark. In addition, cavities existing under the spillway and apron slab must be grouted with cement or filled with sandbags (2,7).

For the restoration of the washed-out sea coast of Poti, it is necessary to clean the city channel bed and increase its capacity; to repair the sluice to consider possibilities of the pulp feed-line rehabilitation and construction of a alluvia-retaining barrier along the underwater canyon located near the southern pier of the Poti port.

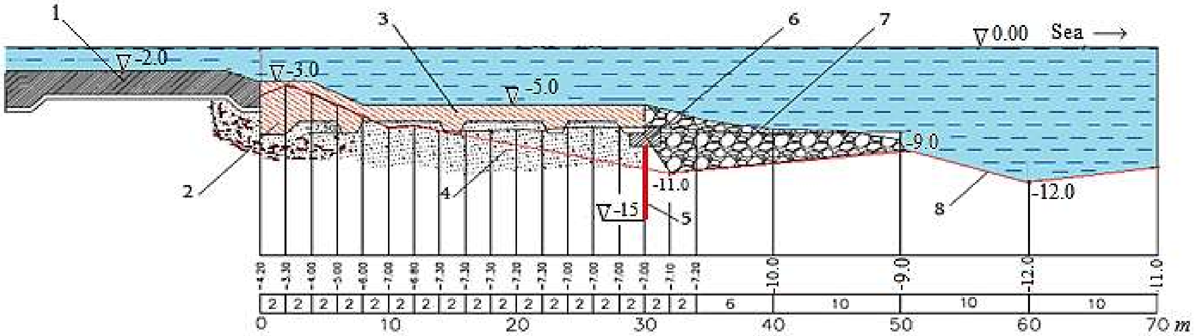


Fig. 11. Recommended structure for the capital rehabilitation of the downstream pool of the water dividing dam: 1 – spillway; 2 – cementation of earth cavities; 3 – apron slab; 4 – gravel pillow; 5 – metal sheet-pile wall; 6 – bulkhead; 7 – sandbags; 8 – river bottom (2005)

The operation regimes of the sluices of the water dividing structure were elaborated. The main principle of these regimes consists in the following: the sluices supplying water in the City Channel open only when a sea storm is of magnitude not higher than 3 (since only in this case

alluvia transported to the City Channel participate in the restoration of the beach). When a sea storm exceeds magnitude 3, the sluices must be closed (since in the case of open sluices alluvia are carried away into the sea depth and do not contribute to the restoration of the Poti beach).

Engineering measures for preventing the Poti port from siltation were worked out taking into account variants of the reconstruction and extensive development of the Poti port as shown in the Fig.12 (Saghinadze, 2013).

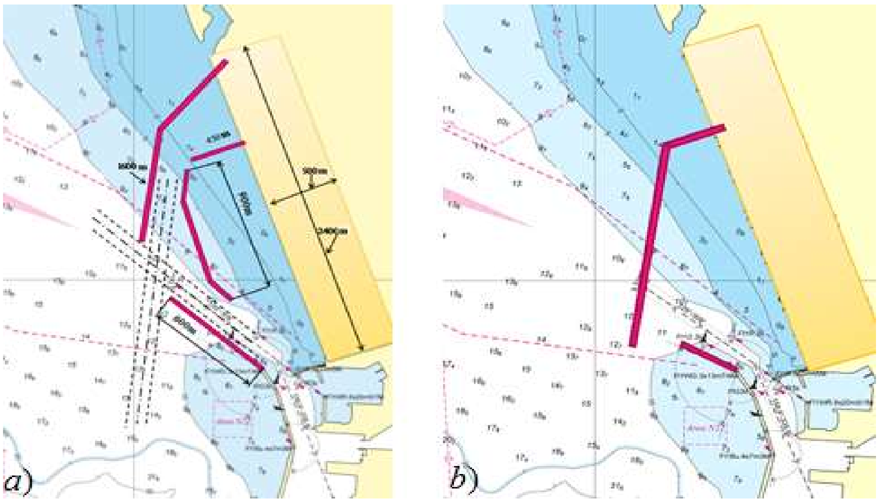


Fig. 12. Variants of extensive development of the Poti port studied and evaluated in terms of navigational safety: a) variant with a bilateral entrance in the Poti port; b) variant with a single entrance.

In conclusion, we note that the same studies should be conducted in other regions of the Black Sea coast of Georgia, in particular, at the mouth of the Chorokhi River, the flow of which is regulated by the HPP cascades in the Turkish territory.

References

1. Berkhoff J.C.W. (1976) Mathematical models for simple harmonic linear waves: wave diffraction and refraction . Delft University of Technology.: Publ. No. 163.
2. Chanishvili A. (1947) A steady stream of water in the free-flow pipelines. Proceedings TNISGEI, Tbilisi, I, 69-85 (in Russian).
3. Chertousov M. (1962) Hydraulics. A Special Course. Gosenergoizdat, Moscow-Leningrad (in Russian).
4. Constantin A. (2001) Edge waves along a sloping beach, Journal of Physics A: Mathematical and General, Volume 34, Number 45. 9723–9731.

5. Gagoshidze Sh. (1991) Calculation of three-dimensional regular waves over the slope bed having arbitrary steepness. XXIV IAHR Congress Proc. Paper. Madrid, Vol. B, 143-150.
6. Gagoshidze Sh. (2013) To the theory of a hydraulic Jump, rolling waves and the transformation of long waves on flows of variable depth. Geophysical Research Abstracts EGU General Assembly 2013, Vienna.
7. Gagoshidze Sh. (2015) On the stability of wave Disturbances in non-pressure round-cylindrical conduits. Geophysical Research Abstracts, EGU General Assembly 2015, Vienna.
8. Gagoshidze Sh., Khatiashvili E. (2015) Influence of surface waves on the distribution of contaminants in the sea coastal areas. Scientific-Technical journal "Energy", no.73, 68-71.
9. Ghogheliani L., Gagoshidze Sh., Chigladze. G. (2006) Halocline. Monograph, Technical University Press, Tbilisi (in Georgian).
10. Hodgins D. O., LeBlond, P.H, Huntley, D.A. (1985) Shallow-water wave calculations. Canadian Contractor Report of Hydrography and Ocean Sciences, 10.
11. Horikawa K. (ed) (1988) Near shore Dynamics and Coastal Process, Univ. Tokyo Press.
12. Ippen A.T (ed) (1966) Estuary and Coastline Hydrodynamics. McGraw-Hill Book Co., New York.
13. Johnson R.S. (2005) Some contributions to the theory of edge waves. Journal Fluid Mechanic, vol. 524. p. 81-97.
14. Kantorovich L.V. (1933), Methods for the approximate solution of partial differential equations Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Series 7. Branch of Mathematical and Natural Sciences. - M.; L., Issue. 5. P. 647-652.
15. Kantorovich L., Krylov V. (1962) Approximate methods of higher analysis. Moscow, Fizmatgiz, (in Russian).
16. Kiselev P. (ed.) (1972) Handbook of Hydraulic Calculations.Energiya, Moscow (in Russian).
17. Kodua M., Gagoshidze Sh. (2014) Hydraulic calculation methods for sea bottom spillway sewers, Electronic journal “Energy Online” . Issue 8, December 2014, Hydraulics.
18. Lamb G. (1932) Hydrodynamics. Cambridge Univ. Press.
19. Nekrasov A.V. Pelinovsky E.N. (ed-s). (1992), Practical Training in Ocean Dynamics, Gidrometeoizdat, St Petersburg, (in Russian).
20. Nikiforov A., Uvarov V. (1984). Special functions of mathematical physics. Moscow, Nauka (in Russian).
21. Saghinadze, I. (2013) Calculation of coastal currents in the Black Sea area of Poti. Georgian Engineering News. no. 2, ISSN 1512-0287, p.101-104 (in Georgian).
22. Stoker J. J. (1957). Water waves. The mathematical theory with applications. New York: Interscience Publishers.
23. Voinich-Sianojentsky, T. (1972) Hydrodynamics of river estuaries of non-tidal seas. Gidrometeoizdat, Leningrad (in Russian).

უაკ 628.1

EPANET მოდელის შემუშავება და გამოყენების სფერო

ქ. გორდეზიანი, ზ. ცინაძე, ლ. ყაველაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *გარემოსდაცვითი და ჰიდროლოგიური მოდელირების სფეროში იზრდება როგორც მოდელირების პროგრამების (ანუ კოდების, რომლებიც მოდელს აყალიბებს) ისე მოდელის ინსტანციების (შეყვანის კონკრეტული ფაილები და მოდელის პარამეტრები) გაზიარების სამეცნიერო და საგანმანათლებლო ღირებულება.ბოლო წლებში შეიქმნა მრავალი კიბერინფრასტრუქტურული ინსტრუმენტი მოდელების დაკავშირების, შესრულებისა და გაზიარების გასამარტივებლად.*

მსგავსი სისტემების დანერგვას მრავალი გამოწვევა აფერხებს. ეს შეიძლება იყოს ტექნოლოგიური ბარიერები, როგორიცაა პროგრამული უზრუნველყოფისა და ინტერნეტ _ სისტემების ინსტალაცია და მართვა, ასევე სოციალური ბარიერები, როგორიცაა მოდელების გაუზიარებლობის კულტურა, პირადი ან სხვაგვარად დასაკუთრებული ინფორმაციის გამო.

EPANET პროგრამის მოდელირების მოცემული ნიმუში და სტრუქტურა ადვილად მისაღები და გამოსაყენებელია.

საკვანძო სიტყვები: *EPANET, ჰიდრავლიკური მოდელირება, წყლის რესურსები.*

1. შესავალი

მოდელირების ექსპერტებსა და დაინტერესებულ მხარეებს შორის თანამშრომლობამ შეიძლება გაზარდოს მეცნიერების წინსვლის ტემპი და, თავის მხრივ, მიღებული სარგებელი. მოდელის პროგრამებისა და ინსტანციების გაზიარება ამ თანამშრომლობის განუყოფელი ნაწილია. მოდელირების გაზიარების საშუალებები ეფექტური უნდა იყოს

(Chen et al. 2020; Zhang et al. 2019). მრავალი ინსტრუმენტი და ტექნოლოგია შემუშავებულია, რათა ხელი შეუწყოს სამეცნიერო კვლევისა და საინჟინრო აპლიკაციების მოდელების, მოდელის კოდების და მაგალითების გაზიარებას. ზოგიერთი მოიცავს: GitHub (Perkel 2016), FigShare (Singh 2011), CSDMS (Peckham, Hutton და Norris 2013), OpenGMS (Chen et al. 2020) და HydroShare (Tarboton et al. 2014).

წარმოგიდგენთ მოკლე აღწერას, როგორ შეიძლება ამ ინსტრუმენტების გამოყენება მოდელირებისას.

2. ძირითადი ნაწილი

მიუხედავად იმისა, რომ მოდელებისა და მოდელის კოდების გაზიარების შესაძლებლობა იზრდება, როგორც ღია მოდელირებისა და სიმულაციის ნაწილი სამეცნიერო კვლევისა და ინჟინერიისთვის, ლიტერატურაში ჯერ კიდევ არსებობს აზრი, რომ ბევრი არ იზიარებს ამ მოდელებსა და მოდელის კოდებს (Soranno et al. 2015). მათ არ აქვთ წვდომა ან არ არის შესაბამისად მიწოდებული ის სარგებელი, რაც ჰიდრავლიკური მოდელირებითაა შესაძლებელი. მართლაც, ბოლოდროინდელი COVID-19 პანდემიის ფონზე გაჩნდა მზარდი მოთხოვნა მოდელების ღიაობისა და გამჭვირვალობისკენ, მოდელის კოდებისა და მოდელირების სარგებლობის შესახებ სამედიცინო კვლევის სფეროში (Barton et al., 2020). მიუხედავად მრავალი ხელსაწყოებისა და ტექნოლოგიებისა, რომლებიც შემუშავებულია მოდელის ინსტანციების და კოდების გაზიარების გასაადვილებლად, არსებობს ბარიერი ამ ინსტრუმენტების გამოყენების სირთულის გამო.

ვვარაუდობთ, რომ არსებული ღია წყაროს ინსტრუმენტებისა და ტექნოლოგიების გათვალისწინებით, შესაძლებელია მოდელირების სისტემების აწყობა. კონკრეტულად, ჩვენი მიზანია გამოვიკვლიოთ უფასო და ღია კოდის პროგრამული ინსტრუმენტების გამოყენება ვებ-ზე დაფუძნებული ეკოსისტემის შესაქმნელად, EPANET მოდელის წყლის გამანაწილებელი ქსელის მოდელირების შედეგების გაზიარებისთვის, ნახვისათვის, რედაქტირებისთვის, გაშვებისა და ანალიზისთვის. გამოვიყენეთ EPANET მოდელის მაგალითები ინსტრუმენტის შესამოწმებლად და შესასწავლად. მოდელირება მიმდინარეობს რეალურ დროში. 1-ლი სურათი გვიჩვენებს პროგრამული

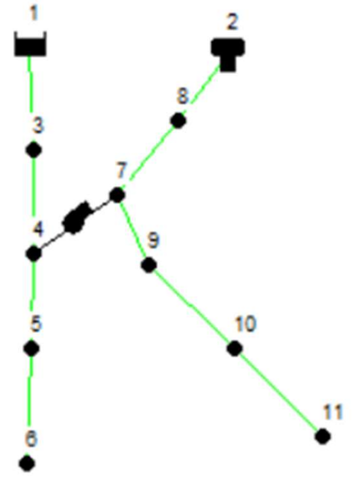
უზრუნველყოფის არქიტექტურას HydroShare და Tethys პლატფორმების ინტეგრირების გამოყენებით. სურათზე ნაჩვენები ნაბიჯები ახსნილია 1-ელ ცხრილში.

EPANET

პროგრამა შეიმუშავა ამერიკის შეერთებული შტატების გარემოს დაცვის სააგენტომ (EPA). EPANET არის ძლიერი ღია კოდის პროგრამული უზრუნველყოფის კომპლექტი, რომელიც გამოიყენება საჯარო და კერძო ინდუსტრიებში წყლის განაწილების ქსელების მოდელირებისთვის. მხოლოდ გასული 5 წლის განმავლობაში EPANET-ზე 7000-ზე მეტი მითითება და მიმოხილვა იყო სამეცნიერო ჟურნალებში. მრავალი კვლევა ხელს უწყობს EPANET-ის შესაძლებლობების ოპტიმიზაციას და გაფართოებას, რაც მას რეალური სამყაროს მოდელირების სცენარების ფართო სპექტრს სძენს. EPANET-თან დაკავშირებული ზოგიერთი ციტირებული კვლევითი სტატია მოიცავს:

- ერთნაირად განაწილებული მოთხოვნის EPANET მოდელირება (Menapace et al 2018);
- წყლის არაიტერაციული გამოყენება მანაწილებელი სისტემების წნევაზე დამოკიდებული მოდელირებისთვის (Sayyed, Gupta და Tanyimboh, 2015).

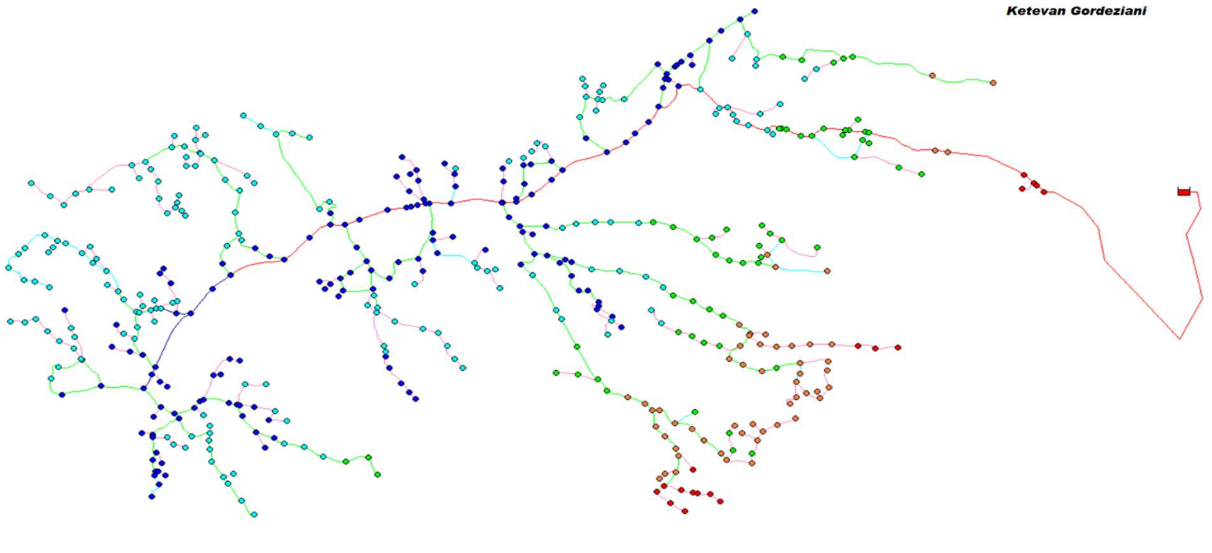
EPANET მოდელები საკმაოდ მარტივია და კონცეპტუალური. ის შედგება კვანძებისა და ბმულებისგან (ცნობილია "nodes" და "links" კომპიუტერული მეცნიერების ტერმინოლოგიაში), რომლებიც გასაანალიზებელი წყლის მანაწილებელი ქსელია (სურ. 1).



სურ. 1

ცხრილი 1

Step	Description
1	Repository app sends ajax request to backend python to get the EPANET model list
2	Python sends API request to HydroShare through OAuth to get the EPANET model list, including accompanying metadata
3	HydroShare sends the model list in response to the authenticated request
4	Python sends the model list response to the front end
5	The model list is parsed and rendered
6	When a model is selected to be opened in the viewer app the model ID is sent with the request
7	Viewer app receives the model ID and sends an ajax request to backend python to get the respective EPANET model file
8	Python sends API request to HydroShare through OAuth to get the EPANET model file, including accompanying metadata
9	HydroShare sends the model file in response to the authenticated request
10	Python sends the model file response to the front end
11	The model file is parsed and rendered to be viewed, edited and analysed



სურათი 2. უფრო დიდი მოდელის მაგალითი
EPANE კვანძისა და კიდეების აღწერა

ცხრილი 2

Component	Type	Description	Inputs	Outputs
Node	Junction	Basic point where water enters or leaves the network	Elevation, base demand flow, demand pattern	Hydraulic head, pressure, water quality
	"Reservoir"	Represents infinite water source	Hydraulic head, pattern, water quality	None
	"Tank"	Water storage tank; required to operate within min and max water levels	Bottom elevation, initial water level, min water level, max water level, nominal diameter, min volume, volume curve	Hydraulic head, water quality
Edge	Pipe	Basic water distribution vehicle	Length, diameter, roughness coefficient, minor loss coefficient, status (open/closed)	Flow rate, velocity, headloss
	"Pump"	Unidirectional water distribution; adds energy to system	Key value pairs defining function of pump (power, head, speed, pattern)	Flow rate, headgain
	"Valve"	Flow and pressure limiter	Diameter, valve type, valve setting, minor loss coefficient	Flow rate, headloss

EPANE მოდელირების პროგრამის აპლიკაციები მოიცავს სისტემაზე წყლის მოთხოვნილების და მოთხოვნების გაზომვას, წყლის განაწილების არსებულ ინფრასტრუქტურაში ენერგიის არაეფექტურობის აღმოჩენას, სისტემაში დამაბინძურებლების გავრცელების უსაფრთხოების რისკების იდენტიფიცირებას და ასეთი მოვლენის შემდგომი ეფექტების ანალიზს. როდესაც ქალაქში იქმნება ახალი დიდი სამშენებლო ტერიტორიები, ხშირად საჭიროა წყლის ახალი განაწილების ზონების ზემოქმედების შესწავლა არსებულ ინფრასტრუქტურაზე. ჰიდროინჟინერებს შეუძლიათ აწარმოონ არსებული სისტემის ხანგრძლივი სიმულაციები შემოთავაზებული დანამატებით და აჩვენონ, როგორ იცვლება მოთხოვნები ქსელის თითოეულ წერტილში.

EPANET პროგრამა მოიცავს ინტერაქტიური მოდელის რედაქტირების GUI-ს Microsoft windows-ისთვის. აპლიკაცია ინჟინრებს საშუალებას აძლევს უფრო მარტივად

ააწყონ მოდელები და მოდელის სიმულაციის შედეგების ვიზუალიზაცია, მოთხოვნის მრუდი, ნაკადის მრუდი და სხვა.

3. დასკვნა

ექსპერიმენტულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ვებდაპროგრამების ბიბლიოთეკის გამოყენებით შესაძლებელია ადვილად შევქმნათ მძლავრი ჰიდრავლიკური მოდელირება. გვჯერა, რომ მოდელირებისა და მონაცემთა მეცნიერების მომავალი ტექნოლოგიებშია. ნებისმიერ ადგილას, ინტერნეტის საშუალებით, შესაძლებელია მძლავრ სამოდელო ინსტრუმენტებზე წვდომა.

მომავალში გაიზრდება ამ მეცნიერების განვითარებისა და პროგრესის ტემპი. ჩვენ მიერ წარმოდგენილი სამუშაო პროცესი საკმაოდ მარტივია და ადვილად გამოსაყენებელი სხვადასხვა სიმულაციისას.

ღია კოდის ტექნოლოგიების პოპულარიზაციის მოახლოებასთან ერთად მკვეთრად შემცირდა ბარიერები ვებმოდელირების აპლიკაციების შექმნისას, ძველი მოდელების გამოყენებით. ეს პროექტი აჩვენებს, რომ გარკვეული დრო, რომელიც დაიხარჯა მყარი დიზაინის გეგმის შექმნასა და სწორი გადაწყვეტილების პოვნაზე, არსებული მოდელირების ხელსაწყოების გამოყენებით, ახალ ეპოქაში არ არის ისეთი რთული ამოცანა, როგორც ადრე იყო. მნიშვნელოვანია მისი გავლენა ინდივიდუალურ სამეცნიერო თემებზე.

ლიტერატურა

1. Barton, C. M., M. Alberti, D. Ames, J.-A. Atkinson, J. Bales, E. Burke, M. Chen, et al. 2020. “Call for Transparency of COVID-19 Models.” Science 368: 482–483. [PubMed], [Web of Science ®], [Google Scholar]
2. Burger, G., R. Sitzenfrei, M. Kleidorfer, and W. Rauch. 2016. “Quest for a New Solver for EPANET 2.” Journal of Water Resources Planning and Management 142: 04015065. doi:10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000596. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
3. Chen, M., A. Voinov, D. P. Ames, A. J. Kettner, J. L. Goodall, A. J. Jakeman, M. C. Barton, et al. 2020. “Position Paper: Open Web-distributed Integrated Geographic Modelling and Simulation to

Enable Broader Participation and Applications." Earth-Science Reviews 207: 103223. doi:10.1016/j. earscirev.2020.103223. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

4. Crawley, S., D. Ames, Z. Li, and D. Tarboton. 2017. "HydroShare GIS: Visualizing Spatial Data in the Cloud." Open Water Journal 4(1): 4–22. [Google Scholar]Evans, S. W., N. L. Jones, G. P. Williams, D. P. Ames, and E. J. Nelson. 2020. "Groundwater Level Mapping Tool: An Open
5. Source Web Application for Assessing Groundwater Sustainability." Environmental Modelling & Software 131: 104782. doi:10.1016/j. envsoft.2020.104782. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
6. Gan, T., D. G. Tarboton, P. Dash, T. Z. Gichamo, and J. S. Horsburgh. 2020. "Integrating Hydrologic Modeling Web Services with Online Data Sharing to Prepare, Store, and Execute Hydrologic Models." Environmental Modelling & Software 130: 104731. doi:10.1016/j.envsoft.2020.104731. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
7. Jiang, P., M. Elag, P. Kumar, S. D. Peckham, L. Marini, and L. Rui. 2017. "A Service-oriented Architecture for Coupling Web Service Models Using the Basic Model Interface (BMI)." Environmental Modelling & Software 92: 107–118. doi:10.1016 /j.envsoft. 2017.01.021. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
8. Kadlec, J., A. W. Miller, and D. P. Ames. 2016. "Extracting Snow Cover Time Series Data from Open Access Web Mapping Tile Services." JAWRA Journal of the American Water Resources Association 52 (4): 916–932. doi:10.1111/1752-1688.12387. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
9. Khattar, R., M. M. Khattar, D. Ames, E. J. Nelson, and N. L. Jones. 2018. "Introducing the HydroShare App Nursery-A Sandbox for Testing, Developing, and Deploying GIS-Enabled Environmental Web Apps." In Proceedings of the 9th International Congress on Environmental Modelling and Software, Fort Collins, Colorado, USA. [Google Scholar]
10. Menapace, A., D. Avesani, M. Righetti, A. Bellin, and G. Pisaturo. 2018. "Uniformly Distributed Demand EPANET Extension." Water Resources Management 32: 2165–2180. doi:10.1007/ s11269-018-1924-6. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
11. Nativi, S., P. Mazzetti, and G. N. Geller. 2013. "Environmental Model Access and Interoperability: The GEO Model Web Initiative." Environmental Modelling & Software 39: 214–228. doi:10.1016/j. envsoft.2012.03.007. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
12. Overeem, I., M. M. Berlin, and J. P. M. Syvitski. 2013. "Strategies for Integrated Modeling: The Community Surface Dynamics Modeling System Example." Environmental Modelling & Software 39: 314–321. doi:10.1016/j. envsoft.2012.01.012. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
13. Peckham, S. D., E. W. Hutton, and B. Norris. 2013. "A Component-based Approach to Integrated Modeling in the Geosciences: The Design of CSDMS." Computers & Geosciences 53: 3–12. doi:10.1016/j. cageo.2012.04.002. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

14. Perez, J. F., N. R. Swain, H. G. Dolder, S. D. Christensen, A. D. Snow, E. J. Nelson, and N. L. Jones. 2016. "From Global to Local: Providing Actionable Flood Forecast Information in a Cloud-Based Computing Environment." JAWRA Journal of the American Water Resources Association 52: 965–978. doi:10.1111/1752-1688.12392. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
15. Perkel, J. 2016. "Democratic Databases: Science on GitHub." Nature News 538: 127. doi:10.1038/538127a. [Crossref], [PubMed], [Web of Science ®], [Google Scholar]
16. Sadler, J. M., D. P. Ames, and S. J. Livingston. 2016. "Extending HydroShare to Enable Hydrologic Time Series Data as Social Media." Journal of Hydroinformatics 18: 198–209. doi:10.2166/hydro.2015.331. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]
17. Sayyed, M. A. H. A., R. Gupta, and T. T. Tanyimboh. 2015. "Noniterative Application of EPANET for Pressure Dependent Modelling of Water Distribution Systems." Water Resources Management 29: 3227–3242. doi:10.1007/s11269-015-0992-0. [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

უაკ 627.5

ქ. ფოთში კუნძულ „დიდის“ მიმდებარედ ზღვის სანაპირო ზოლის ცვლილების გამომწვევი მიზეზები XX ასწლეულში

ი. ქადარია, გ. ნოსელიძე, გ. ქადარია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *XX ასწლეულის 30-იან წლებში მდ. რიონის ჩრდილოეთით გადაგდებამ, მდ. ნაბადის გაღრმავებული კალაპოტით, შესრულა პროექტის დანიშნულება – ქ. ფოთს ააცილა მდ. რიონის წყალდიდობით გამოწვეული ზარალი, მაგრამ, მეორე მხრივ, შექმნა პრობლემა ნავსადგურის მოსილვისა და სანაპირო ზოლის წარეცხვის კუთხით, რომელიც დღემდე გრძელდება. ნაშრომი ეხება შექმნილი პრობლემების კვლევას და ოპტიმალური გადაჭრის გზების ძიებას.*

საკვანძო სიტყვები: *ფსკერული ნატანი, პასიური და აქტიური მოძრაობა, სანაპირო ზოლის წარეცხვა, სანაპირო ზოლის დინამიკა.*

1. შესავალი

1939 წელს ქ. ფოთიდან მე-7 კმ-ზე აშენდა წყალგამყოფი ჰიდროკვანძი, რომლის ძირითადი დანიშნულება იყო ქალაქისათვის აეცილებინა მდ. რიონის წყალდიდობის შედეგები, რომლითაც ქალაქის უმეტესი ნაწილი იტბორებოდა. წყალდიდობის ძირითადი ნაწილი მიმართულ იქნა ნავსადგურის ჩრდილოეთით, დაუსახლებელი ტერიტორიების გავლით და ზღვას შეუერთდა სოფ. ნაბადის განაპირა ტერიტორიებით. აღნიშნული პერიოდიდან რიონის ზემო ნაწილში რამდენიმე ჰიდროელექტროსადგურის აგებამ პრაქტიკულად შეაჩერა მყარი ნატანის ტრანსპორტირება პლაჟწარმომქნელი დანიშნულებით ფოთის სანაპირო ზოლში.

ზემოთ აღნიშნული გახდა იმის მიზეზი, რომ დაირღვა ბალანსი მდინარის მყარ ჩამონადენსა და ზღვის პლაჟწარმომქნელ მასალას შორის. ტალღის ზემოქმედებით დაიწყო სანაპირო ზოლის წარეცხვა, რომელიც ამჟამადაც გრძელდება.

შავი ზღვის სანაპირო ზოლის საქართველოს პერიმეტრზე, განსაკუთრებული მნიშვნელობის მქონე უბნების მდგრადობა და ნაპირდაცვითი ღონისძიებების შემუშავება მოითხოვს არსებულ მოვლენათა გამომწვევი მიზეზების მეცნიერულ შესწავლას და ინჟინრულად გამართული სარეაბილიტაციო ღონისძიებათა დასახვას.

2. ძირითადი ნაწილი

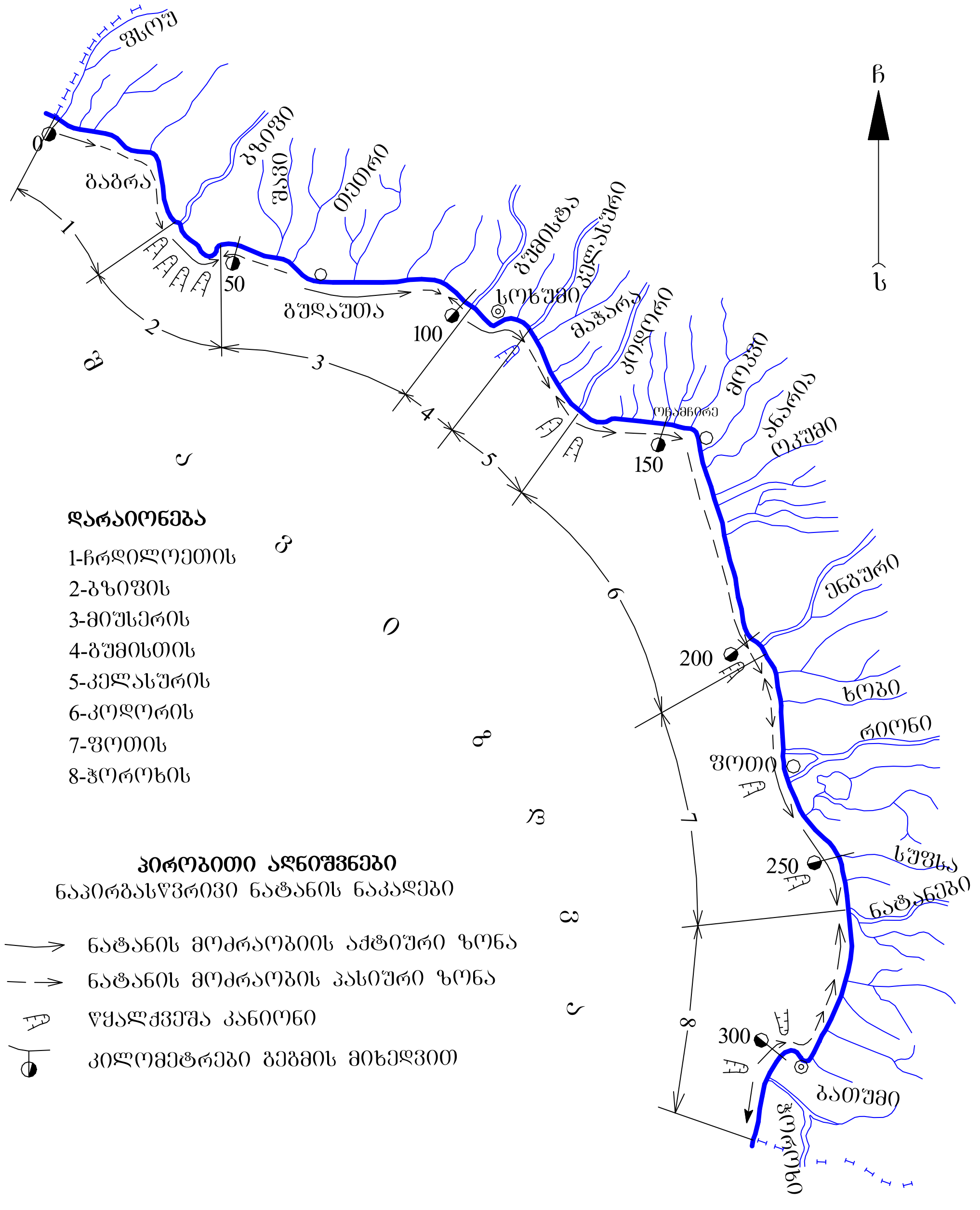
ქ. ფოთში მდინარე რიონის ჩრდილოეთ ტოტთან ნავსადგურის აშენების იდეას საკმაოდ დიდი წინა პერიოდი აქვს. ბევრი ავტორის მიერ იყო გამოკვლეული და წარმოდგენილი პროექტები. საბოლოოდ ნავსადგურის მოწყობის განსხვავებული გეგმა შეიმუშავა კომერციული ნავსადგურების მომწყობი კომისიის უფროსმა ინჟინერმა, პროფესორმა ნ. ვოზნესენსკიმ. სწორედ ვოზნესენსკიული პროექტის ხორცშესხმასა და პრაქტიკულად განხორციელებას შეუდგა გამოჩენილი საზოგადო მოღვაწე ნიკო ნიკოლაძე (ქ. ფოთში ნ. ნიკოლაძის მერად მოღვაწეობისას (1894-1904 წლები) ბევრი სხვა წარმატებული პროექტი განხორციელდა). მისი ძალისხმევით (1899 წელი) აღნიშნული პროექტი საბოლოოდ დამტკიცდა და მშენებლობა დაიწყო. ასევე ნიკოლაძის ინიციატივითა და უშუალო მონაწილეობით 1901 წელს დაიწყო ნავსადგურის ძირითადი ნაგებობების მშენებლობა, რომელიც 1905 – 1907 წლებში დასრულდა. ამ დროიდან მოყოლებული ნავსადგურის რეკონსტრუქცია დღემდე გრძელდება. ნავსადგურის მოდერნიზაციის პროექტში აქტიურადაა ჩართული ევროკავშირი და საზღვარგარეთის სხვა ქვეყნები. ნავსადგური განპირობებულია, როგორც ერთ-ერთი ყველაზე პერსპექტიული, სამომავლო როლით საერთაშორისო ტვირთგადაზიდვებში. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სარკინიგზო–საბორნე კომპლექსს, ფოთი–ილიჩოვსკი–ვარნას, რომელიც ფოთის ნავსადგურს აკავშირებს უკრაინისა და ბულგარეთის, ასევე თურქეთისა და რუსეთის ნავსადგურებთან და უზრუნველყოფს დიდი მოცულობის ტვირთბრუნვას.

დღეს ნავსადგური აღჭურვილია ყოველგვარი თანამედროვე ტექნიკით და ევრო-პულ სტანდარტებს შეესაბამება, რაზეც მოწმობს შპს „ფოთის საზღვაო ნავსადგურის“ მიერ მიღებული არაერთი ახალი ვერსიის საერთაშორისო სტანდარტის შესაბამისობის „ხარისხის მართვის სერთიფიკატი“.

მიუხედავად ქ. ფოთის ნავსადგურის ხანდაზმულობისა და დიდი საერთაშორისო მნიშვნელობისა, თვით ნავსადგურის ნორმალურ ფუქციონირებას პრობლემები შეექმნა მას შემდეგ, რაც 1939 წელს მდ. რიონი გადაგდებულ იქნა ქალაქის ჩრდილოეთით. აღნიშნული ღონისძიების განხორციელებამდე საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლის 312 კმ-იან პერიმეტრზე ნატანის გადაადგილება დაფიქსირებულია მდ. ფსოუდან სამხრეთის მიმართულებით ნაპირის გასწვრივ, ვიდრე მდ. ნატანებამდე და მდ. ჭოროხის შესართავიდან ჩრდილოეთით ნაპირის გასწვრივ მდ. ნატანებამდე [4]. ეს პერიმეტრი დაყოფილია 8 დინამიკურ ზონად, სადაც ნატანის მოძრაობა ზოგან აქტიურია და ზოგან პასიური. მე-7 ფოთის ზონა მდ. რიონის ჩრდილოეთით გადაგდებამდე პასიური იყო, ხოლო 1939 წლიდან ეს ზონა ნატანის სამხრეთით გადაადგილების შემდეგ აქტიური გახდა (სურ. 1).

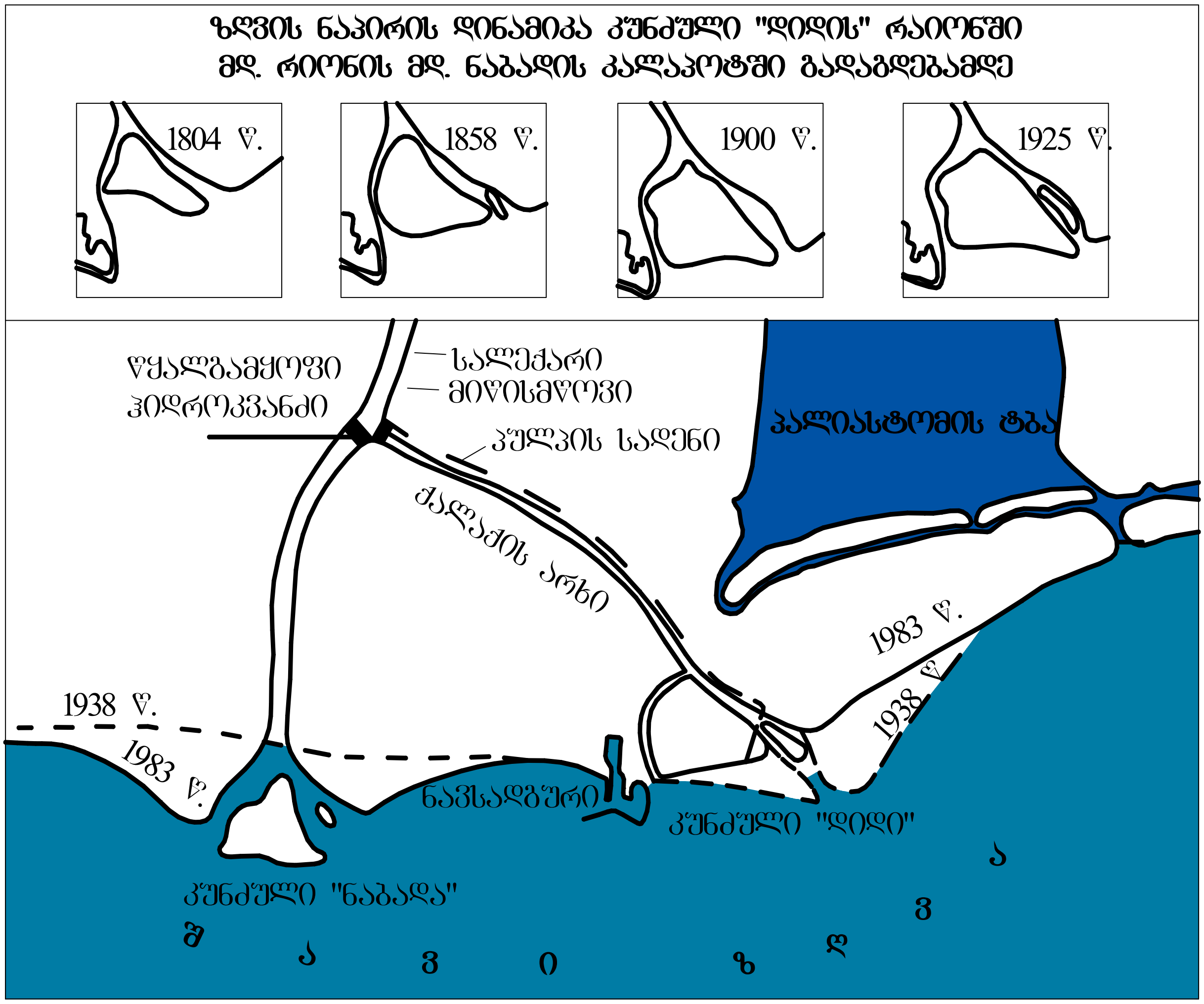
მდ. რიონის ჩრდილოეთით გადაგდების შემდეგ სრულად შეიცვალა ფოთის საზ-ღვაო პერიმეტრი. ძველი შესართავის ზონაში, მყარი ნატანის დეფიციტის გამო, დაიწყო აქტიური წარეცხვები და ზღვის ქვეშ აღმოჩნდა დაახლოებით 300 ჰექტარი ნაწილობრივ დასახლებული და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ფართობი [1]. წარეცხვის შესაჩე-რებლად გატარებული მრავალი საინჟინრო ღონისძიება ეფექტური არ აღმოჩნდა და სა-ნაპირო ზოლის ეროზიები მეტ-ნაკლები ინტენსივობით დღესაც გრძელდება.

ახალი (მდ. ნაბადის გაღრმავებული კალაპოტით) შესართავის აკვატორიაში კი გრძელდება მოსილვები. დღეისათვის ზღვის ხარჯზე შექმნილი ხმელეთის ფართობი 200 ჰექტარს შეადგენს. ნაპირის ზრდის ტენდენცია შეიმჩნევა ყველა მიმართულებით, ხოლო ნატანის გადაადგილება აქტიურია სამხრეთ მიმართულებით ნაპირის გასწვრივ, რითაც ქ. ფოთის ნავსადგურის შესასვლელის აქტიური მოსილვა ხდება.



სურ. 1. დინამიკური სისტემით შავი ზღვის საქართველოს პერიმეტრის დარაიონების სქემა

ძლიერი დასილვების გამო, 1997 წელს ნავსადურის შესასვლელი არხის ღერძი ზღვისკენ გადაიტანეს, რისთვისაც, ძლიერი ფსკერსახაპის მეშვეობით, გაიჭრა არხი 13-მეტრიან საპროექტო ნიშნულამდე. დაღრმავებითმა სამუშაოებმა 1 მილონ მ^3-ს გადააჭარბა, ხოლო შემდგომ 2 წლის განმავლობაში არხიდან ამოღებულმა მოცულობამ გაწმენდითი სამუშაოების ფარგლებში, ადგილობრივი მიწასაწოვ გემ „ნიკო ნიკოლაძის" მეშვეობით, დაახლოებით 850÷900 ათასი მ^3 შეადგინა.



სურ. 2

ქ. ფოთის საზღვაო ნაპირის დინამიკა წლების მიხედვით:

1938 წლის მდგომარეობით;

2012 წლის მდგომარეობით

ნავსადგურში შესასვლელი არხისა და თვით ნავსადგურის აკვატორიის მოსილვები საფრთხეს უქმნის ნაოსნობას, ხოლო ნავსადგურის შესასვლელისა და შიგა აკვატორიიის სისტემატური გაწმენდა-დაღრმავებითი სამუშაოები ყოველწლიურად ასეულობით ათასი დოლარი უჯდება ნავსადგურის ადმინისტრაციას.

პრობლემის სიმწვავეზე მიუთითებს ბოლო პერიოდის თუნდაც ერთი შემთხვევა, როდესაც, 2016 წლის მიჯნაზე, საახალწლოდ შემოსული გეგმები ვერ მიიღო ნავსადგურმა შესასვლელი უბნის მოსილვების გამო და გემების ნაწილი, ტვირთის სახეობისა და მომსახურების შესაძლებლობის მიხედვით, გადამისამართებულ იქნა ბათუმისა და თურქეთის ნავსადგურებში.

მდ. რიონის ჩრდილოეთით მდ. ნაბადის გაღრმავებული კალაპოტით გადაგდება მიზნად ისახავდა ფოთის მდინარის წყალდიდობით გამოწვეული დატბორვისგან დაცვას. ასეთი უკანასკნელი წყალდიდობა მოხდა 1922 წლის 25 ოქტომბერს. ადიდებულმა რიონმა გაარღვია დამბები და ქალაქი მთლიანად დატბორა. წყლის სიღრმემ ქალაქში 3 მეტრს მიაღწია [3], თანამდევი კატასტროფული ზარალით.

მდ. რიონის ჩრდილოეთით გადაგდებით აცილებულ იქნა ფოთის წყალდიდობით გამოწვეული დატბორვები, მაგრამ არანაკლებ რთული პრობლემები შეუქმნა თვით ნავსადგურს და ქალაქის სანაპირო პერიმეტრს. მდინარის ზღვასთან შესართავ აკვატორიაში დაიწყო მოსილვები და ნატანმა გადაადგილება დაიწყო სამხრეთით ნაპირის გასწვრივ.

ზემოთ აღნიშნულის საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ მე-2 სურათი, რომელიც გვიჩვენებს 1938 წლის მდგომარეობით არსებულ სანაპირო ზოლის ცვლილებას, 2012 წელთან შედარებით.

აღნიშნული მდგომარეობის გამო, მდ. რიონის ახალი შესართავიდან სამხრეთის მიმართულებით მრავალი საინჟინრო ღონისძიება ჩატარდა, ფოთის სანაპირო ზოლის დასაცავად. მათ შორის აღანიშნავია მიწასაწოვი მექანიზმების მეშვეობით მდ. რიონის მე-7 კმ-ის ზემო ბიეფიდან მდინარის მარცხენა ნაპირით, სანაპირო ზოლის გასწვრივ, მილსადენის მეშვეობით პულპის მიწოდება, რომელიც განხორციელდა XX ასწლეულის 1980-იანი წლის მეორე ნახევარში. სპეციალისტების მოსაზრებით, ღონისძიება ეფექტური და შედეგიანი იყო, მაგრამ, სამწუხაროდ, საქართველოში და არამარტო საქართველოში, შექმნილი მდგომარეობის (უსახსრობის) გამო, ვერ გაგრძელდა სანაპირო ზოლის დაცვის მეტად ეფექტური ღონისძიება.

დღეის მდგომარეობით მიმდინარეობს აღნიშნული პრობლემების გადაწყვეტის ოპტიმალური გზების ძიება. შემოთავაზებული საინვესტიციო პროექტით გათვალისწინებულია ქალაქის არხის რეაბილიტაცია (კალაპოტის მოსილვებისა და წყალმცენარეებისაგან გათავისუფლება, გაღრმავებითი სამუშაოების ჩატარება) და ბუნებრივი გზით სანაპირო ზოლის აღდგენა [2]. ქ. ფოთში კუნძულ „დიდის“ ზღვის სანაპირო ზოლის ნაპირდაცვითი/ნაპირაღდგენის სამუშაოების საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო და სატენდერო პროცედურების ჩატარებასთან დაკავშირებული ტექნიკური დოკუმენტების მომ-

ზადება-განხორციელება, რომელიც ქალაქის არხის შესართავ უბანში მდგრადობა გააძლიერებს.

3. დასკვნა

მდ. რიონის მე-7 კილომეტრზე უნდა აღსდგეს რაზრეგულატორების გამართული მუშაობა შემოთავაზებული ექსპლუატაციის რეჟიმის მიხედვით (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, #66, გვ. 193, მდ. რიონის ქ. ფოთის არხით ზღვასთან შესართავ უბანში ზღვის სანაპირო ზოლის მდგრადობის საკითხები [2]).

მდ. რიონის, ქალაქის არხის დასილვებისა და წყალმცენარეებისაგან გაწმენდა, გაღრმავებითი სამუშაოების განხორციელება და საპროექტო ხარჯის (400მ3) გატარებისათვის საჭირო პირობების შექმნა.

წყალთა მეურნეობის სპეციალისტების, დარგში მომუშავე სხვა სპეციალისტების რჩევებისა და რეკომენდაციების გათვალისწინება.

ლიტერატურა

1. Меладзе Ф.Г. -Инжинерные решения защиты морских берегов, Тбилиси, 1993 г. 206 с.
2. ი. ქადარია. მდინარე რიონის ქ. ფოთის არხით ზღვასთან შესართავ უბანში ზღვის სანაპირო ზოლის მდგრადობის საკითხები; საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული, #66, გვ. 193, თბილისი 2011 წ.
3. ალექსი მიმინოშვილი. ფაზისიდან ჰერეთემდე. 412 გვ., თბილისი, 2005 წ.
4. Кикнадзе А.Г. Резултаты исследования движения береговых наносов Черного моря в пределах Грузинской ССР методом литологии // Новые исследования береговых процессов. Изд. А Н СССР. Океанографическая комисия. М: Наука, 1971 г. С. 159-167.

უაკ 693

ბეტონის კოროზია ბუნებრივ წყლებში და მასთან ბრძოლის ღონისძიებები

ა. ჩიქოვანი, რ. გაფრინდაშვილი, გ. ზუბიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სამშენებლო პრაქტიკაში ხშირად მცირდება ბეტონის სიმტკიცე და ზოგჯერ იშლება კიდეც, რაც ბუნებრივი წყლისა და ცემენტის ჰიდრატაციის პროდუქტების ურთიერთქმედებითაა გამოწვეული. ეს პროცესები მიმდინარეობს ბეტონის ფორებში და კოროზია ეწოდება (ლათ. „corrodo“ – ვღრნი ან „corrosion“ – ამოჭმა), ხოლო გარემო-წყლის აქტიურობას – მისი აგრესიულობა.*

საკვანძო სიტყვები: *კოროზია; ბეტონი; ქიმიური აქტიურობა; ხსნადობა; გამოტუტვა; მჟავიანობა; იონი; ამონიუმი; სულფატი; ჰიდროქსიდი; ალუმინატი; სილიკატი; კატიონი; ვაკუუმირება; გაჟღენთა; ჰიდროფობიზაცია; ინიექცია.*

1. შესავალი

ბეტონის კოროზიის მიზეზია, ერთი მხრივ, $Ca(OH)_2$ კრისტალური ნაერთის (სამკალციუმიანი სილიკატის ჰიდრატაციის პროდუქტი) ხსნარში გადასვლა და, მეორე მხრივ, კალციუმის ჰიდროსილიკატისა და ჰიდროალუმინატის ჰიდროლიზის უნარი, ხსნარში თავისუფალი კირის გამოყოფით, რომლის ზღვრული კონცენტრაცია მოყვანილია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

დასახელება	ქიმიური ფორმულა	ხსნადობა, g CaO/ლ
კალციუმის ჰიდროოქსიდი	$Ca(OH)_2$	1,3
კალციუმის ჰიდროსილიკატი	$2CaO{\cdot}SiO_2{\cdot}2H_2O$	1,12…1,22
კალციუმის ჰიდროალუმინატი	$3CaO{\cdot}Al_2O_3{\cdot}6H_2O$	1,08
კალციუმის ჰიდროფერიტი	$CaO{\cdot}Fe_2O_3{\cdot}H_2O$	0,05

ფორის წყალში გახსნილი კალციუმის ოქსიდი წარმოქმნის გაჯერებულ ხსნარს 1 ლიტრში 1,3 გ კირის შემცველობით. ამასთან, დანარჩენი ნაერთი არ გაიხსნება (ჰიდროლიზდება), რადგან მათთვის ხსნარი გადაჯერებულია კირით. თუ ფორის ხსნარში რაღაც მიზეზით კირის კონცენტრაცია შემცირდება, მაშინ წყლიან გარემოს, კალციუმის ჰიდროსილიკატსა და ჰიდროალუმინატს შორის წონასწორობა დაირღვევა და დაიწყება გახსნა, რომელსაც თან სდევს ამ ნაერთების მჟავად და ფუძედ დაშლა. ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტი იქნება: კაჟბადის მჟავა $SiO_2 \cdot nH_2O$, ალუმინის ჰიდროოქსიდი $Al(OH)_3$ და კირი $Ca(OH)_2$. კირი გადადის ხსნარში, კაჟბადმჟავა და $Al(OH)_3$ მიიღება ამორფული დაუკავშირებული მასის სახით. ამგვარად, იმ ნივთიერების ნაცვლად, რომელმაც ცემენტის ქვას უნდა მისცეს მაღალი სიმტკიცე, მიიღება ნივთიერება, რომელსაც არა აქვს არსებითი სიმტკიცე. აქედან გამომდინარეობს დასკვნა, რომ პროცესი, რომელსაც მივყავართ ბეტონის ფორებში კირის კონცენტრაციის შემცირებასთან, მის კოროზიას იწვევს. მე-2 ცხრილში მოყვანილი რვა სახეობის კოროზიისგან მხოლოდ ორი სახეობა - სულფატური და ზოგადმარილოვანი არ უკავშირდება კირის კონცენტრაციის შემცირებას ფორების ხსნარში.

ცხრილი 2

ბეტონის კოროზიის ტიპები	ბეტონის კოროზიის სახეობები	წყალი-გარემოს აგრესიულობის მაჩვენებელი
I. ბეტონიდან ჰიდრატაციის პროდუქტების გამორეცხვა და გახსნა	გამოტუტვადი	წყლის დროებითი სიხისტე, მგ-ექვ/ლ
II. გაცვლითი რეაქციის შედეგად ხსნადი ნაერთების წარმოქმნა და ბეტონიდან გამორეცხვა	ზოგადმჟავური	წყლის pH
	ნახშირმჟავა	$[CO_2]$თავის, მგ/ლ
	ამონიუმის	$[NH_4^+]$, მგ/ლ
	ტუტოვანი	$[K^+ + Na^+]$, მგ/ლ
III. გაცვლითი რეაქციის შედეგად ნაერთების წარმოქმნა შეუკავშირებელ მდგომარეობაში	მაგნეზიური	$[Mg_2^+]$, მგ/ლ
V. ბეტონის ფორებში ისეთი მარილების წარმოქმნა და დაგროვება, რომლებიც ფართოვდება და ბეტონს ანგრევს	სულფატური	$[SO_4^{2-}]$, მგ/ლ
	ზოგადმარილოვანი	მარილების და მწვავე ტუტის საერთო შემცველობა

გარემო-წყლის აგრესიულობის ხარისხზე მსჯელობენ ნივთიერების იმ კონცენტრაციით (აგრესიულობის მაჩვენებელი), რომელზედაც დამოკიდებულია კოროზიის ესა თუ ის სახეობა. წყალი შეიძლება აგრესიული იყოს ერთი ან რამდენიმე მაჩვენებლით, ე.ი. ბეტონში ერთდროულად შეიძლება მიმდინარეობდეს კოროზიის რამდენიმე სახეობა.

2. ძირითადი ნაწილი

გამოტუტვითი კოროზია. რბილი (მტკნარი) წყალი, რომელიც ხსნარში არავითარ ნივთიერებას არ შეიცავს, განსაკუთრებით საშიშია ბეტონისათვის იმ თვალსაზრისით, რომ აქვს მაღალი გამხსნელი თვისება და, პირველ რიგში, ხსნის $Ca(OH)_2$, კრისტალურ ნაერთს, რადგან პორტლანდცემენტის ჰიდრატაციის ყველა პროდუქტიდან მისი ხსნადობა ყველაზე მეტია. როდესაც ფორის ხსნარში დადგება $Ca(OH)_2$-თვის ზღვრული კონცენტრაცია – 1,3 გ CaO/ლ, შემდგომი ხსნადობა შეწყდება. თუ წყალი ჟონავს ბეტონში, ხდება $Ca(OH)_2$-ის თანდათანობითი გამოტუტვა (გამორეცხვა) ცემენტის ქვიდან, რასაც მივყავართ ბეტონის სიმტკიცის დაკარგვასა და დაშლასთან. ფორის ხსნარში გამორეცხვის შედეგად კირის კონცენტრაციის შემცირება უწყვეტად აღდგება $Ca(OH)_2$ კრისტალური ნაერთის გახსნის ხარჯზე. როცა ეს უკანასკნელი სრულად იქნება გამოტუტული და კირის კონცენტრაცია 1,3 გ/ლ-ზე დაბლა დაეცემა, დაიწყება ჰიდროსილიკატისა და ჰიდროალუმინატის ჰიდროლიზი. მიუხედავად იმისა, რომ გამოტუტვა ნელა მიმდინარე პროცესია, სერიოზულ საშიშროებას ქმნის დაწნევითი ნაგებობისათვის, როცა ადგილი აქვს წყლის ფილტრაციას ბეტონში და გახსნილი კირის გამოტანას.

მაგრამ, ყველა ბუნებრივი წყალი ერთნაირად აგრესიული არ არის. გარემო-წყლის გამოტუტვითი აგრესიულობა მნიშვნელოვნად მცირდება იმ შემთხვევაში, როცა წყალს აქვს მაღალი დროებითი სიხისტე (ბიკარბონატული ან ჰიდროკარბონატული ტუტიანობა), ე.ი. ხსნარი შეიცავს კალციუმისა და მაგნიუმის ბიკარბონატებს - $Ca(HCO_3)_2$ და $Mg(HCO_3)_2$. რაც მეტია დროებითი სიხისტე, მით ნაკლებსაშიშია წყალი ბეტონისათვის. ეს აიხსნება ბიკარბონატების ურთიერთქმედებით თავისუფალ კირთან კალციუმისა და მაგნიუმის უხსნარი კარბონატების წარმოქმნით:

$$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 = 2CaCO_3\downarrow + H_2O;$$

$$Ca(OH)_2 + Mg(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + MgCO_3\downarrow + 2H_2O.$$

ილექება რა ბეტონის ფორებში, $CaCO$ და $MgCO_3$ ქმნის დამცავ ფენას და ეწინააღმდეგება კალციუმის ჰიდროქსიდის გახსნას.

ზოგადმჟავური კოროზია. მჟავას მოქმედებით კოროზიის პროცესი ჩაიწერება შემდეგი ტოლობით:

$$Ca(OH)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2H_2O.$$

ქლოროვანი კალციუმი $CaCl_2$ კარგად ხსნადია და ბეტონიდან გამოირეცხება. ამრიგად, ამ პროცესს როგორც გამოტუტვას, მივყავართ ბეტონიდან $Ca(OH)_2$ კრისტალური ნაერთის გაქრობასთან. ამასთან, ბეტონი სიმტკიცეს კარგავს.

მჟავები, რომლებიც გაუხსნელ მარილებს გვაძლევს, კერძოდ H_2SO_4 და H_3PO_4, ნაკლებაგრესიულ ზემოქმედებას ახდენს, ვიდრე HCl და HNO_3.

იონურ ფორმაში ეს პროცესი შეიძლება წარმოვიდგინოთ მჟავასაგან დამოუკიდებლად:

$$Ca(OH)_2 \leftrightarrow Ca^{2+} + 2\,OH^{-} + 2H^{+} = Ca^{2+} + 2H_2\mathrm{O}.$$

ვიდრე მჟავასთან რეაგირებს, კალციუმის ჰიდროქსიდი უნდა გადავიდეს ხსნარში, სადაც ხდება მისი იონებად დისოციაცია. გახსნის პროცესი წყდება, როცა ხსნარი მიაღწევს ნაჯერ კონცენტრაციას. მაგრამ, თუ წყალი შეიცავს წყალბადის კატიონებს, მაშინ ისინი OH^{-}-ის ანიონებს აბამს წყლის ნეიტრალურ მოლეკულებთან და ამცირებს კირის კონცენტრაციას ხსნარში. ამ შემთხვევაში კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნადობა გაგრძელდება წყალბადის იონების სრულ ნეიტრალიზაციამდე.

ზოგადმჟავური აგრესიულობის მაჩვენებელია წყალში წყალბადის კატიონების კონცენტრაცია, რომელიც წყალბადის pH მაჩვენებლით ხასიათდება. ბეტონისათვის წყალი საშიშია, როცა $pH<7$ (როცა წყალი მჟავეა) და რაც ნაკლებია pH, მით საშიშია წყალი.

ნახშირმჟავური კოროზია. ბუნებრივი წყალი, რომელიც ხსნარში შეიცავს CO_2 ნახშირორჟანგის აირს, ნახშირმჟავაა და შეუძლია კალციუმის კარბონატის გახსნა. ეს უკანასკნელი $Ca(OH)_2$-დან ცემენტის ქვაში წარმოიქმნება იგივე ნახშირმჟავას მოქმედებით

$$Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O.$$

ნახშირმჟავა კალციუმი მტკნარ წყალში არ იხსნება, მაგრამ ნახშირმჟავას თანხლებით გადადის კარგად ხსნად კალციუმის ბიკარბონატში, რომელიც ბეტონიდან გამოირეცხება:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Ca(HCO_3)_2.$$

ეს რეაქცია შექცევადია. წონასწორობა CO_2-სა და $Ca(HCO_3)_2$ შორის დგება, თუ ისინი გარკვეული თანაფარდობითაა წყალში. წონასწორული ნახშირმჟავა ბეტონისათვის საშიში არაა. ბეტონისათვის საშიშია (აგრესიულია) თავისუფალი ნახშირმჟავა, რომელიც გარემო-წყალში მის წონასწორულ რაოდენობაზე მეტი არსებობს. თავისუფალი CO_2-ის კონცენტრაცია წყლის აგრესიულობის მაჩვენებელია. რაც მეტია კონცენტრაცია, მით საშიშია წყალი.

ამონიუმისმიერი კოროზია . ამონიუმის თითქმის ყველა მარილი კარგად იხსნება და მთლიანად დისოცირდება წყალში. NH_4^+ და OH^- იონები ხსნარში უკავშირდება ამიაკის არადისოცირებულ ჰიდრატს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება მჟავა გარემო:

$$NH_4^+ + H_2O = NH_4OH + H^+.$$

სინამდვილეში იონური ნაერთი NH_4OH არ არსებობს, სისტემა კი ამიაკის ხსნარია წყალში, რომელიც მაღალი ხსნადობით ხასიათდება, რაც განპირობებულია წყალბადის ბმებით NH_3 და H_2O მოლეკულებს შორის.

ამონიუმისმიერი კოროზია ისევე მიმდინარეობს, როგორც ზოგადმჟავური, როცა $Ca(OH)_2$-ის ნაცვლად წარმოიქმნება კალციუმის ხსნადი მარილები, რომელიც ირეცხება ბეტონიდან:

$$Ca(OH)_2 + 2NH_4^+ = Ca^{2+} + 2NH_4OH \text{ .H}$$

ტუტოვანი კოროზია . წყალში, რომელიც შეიცავს KOH და $NaOH$ ტუტეებს, ძალიან მცირდება $Ca(OH)_2$-ის ხსნადობა, მასში ცალსახა OH^- იონების არსებობის გამო. როგორც ვნახეთ, ფორის ხსნარში კირის კონცენტრაციის შემცირებას მივყავართ კალციუმის ჰიდროსილიკატისა და ჰიდროალუმინატის ჰიდროლიზთან, ამორფული კაჟბადმჟავას ($SiO_2 \cdot nH_2O$) და ალუმინის ჰიდროქსიდის ($Al(OH)_3$) წარმოქმნით და ხსნარში $Ca(OH)_2$ კირის გამოყოფით. ტუტის მცირე შემცველობის დროს პროცესი ბეტონისათვის საშიში არაა, რადგან მცირედ ხსნადი $Al(OH)_3$ ცემენტის ქვის ზედაპირის დაეკრანებას ახდენს და

რეაქციას ამუხრუჭებს. ტუტის დიდი რაოდენობის შემცველობისას წარმოიქმნება კარგად ხსნადი ტუტოვანი ალუმინატები და სილიკატები:

$$2Al(OH)_3 + NaOH = Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4H_2O$$

$$SiO_2 \cdot nH_2O + 2NaOH + (7 - n)\, H_2O = Na_2O \cdot SiO_2 \cdot 9H_2O.$$

ეს პროცესი განაპირობებს კალციუმის ჰიდროსილიკატებისა და ჰიდროალუმინატების ინტენსიურ ხსნადობას ბეტონიდან გამორეცხვას, რაც მის სიმტკიცეს ამცირებს. ეს კოროზია ნებისმიერი ცემენტისათვის საშიშია.

რაც მეტია გარემო-წყალში K^+ და Na^+ კატიონების კონცენტრაცია, მით საშიშია წყალი.

მაგნეზიური კოროზია. როცა წყალი შეიცავს ხსნად მარილებს, მაგალითად $MgCl_2$, $MgSO_4$ და სხვა, შეიძლება მოხდეს მაგნეზიური კოროზია ასეთი რეაქციით:

$$Ca(OH)_2 + MgCl_2 \rightarrow Mg(OH)_2 + CaCl_2.$$

ეს პროცესი შეუქცევია. მაგნიუმის ჰიდროქსიდი ხასიათდება ნაკლები ხსნადობით, ვიდრე $Ca(OH)_2$, მაგრამ ყალიბდება ფხვიერ მასად. $Ca(OH)_2$ კრისტალური ნაერთის შეცვლას $Mg(OH)_2$ ფხვიერი პროდუქტით, მივყავართ ბეტონის სიმტკიცის შემცირებასთან. როგორც უკვე ვნახეთ, $CaCl_2$ კარგად ხსნადია და ბეტონიდან გამოირეცხება.

წარმოქმნილი ძნელად ხსნადი $Mg(OH)_2$ აცობს ბეტონის ფორებს და აძნელებს აგრესიული იონების შემდგომ შეღწევას ბეტონის შიგნით. ამასთან, კოროზია ნელდება.

თუ ამ პროცესს განვაზოგადებთ, წყალში გახსნილი მაგნიუმის ყველა მარილისათვის შეიძლება დავწეროთ რეაქცია იონური ფორმით:

$$2\,OH^- + Mg^{2+} \rightarrow Mg(OH)_2.$$

ხსნარში OH^--ის იონები ხვდება $Ca(OH)_2$ კრისტალური ნაერთის ფიზიკური გახსნის შედეგად. გახსნა გაგრძელდება, ვიდრე წყალში მყოფი ყველა Mg^{2+} იონი არ იქნება ბმული უხსნარ $Mg(OH)_2$-თან. ამრიგად, საქმე გვაქვს ქიმიურ ხსნადობასთან, რომელიც მთლიანად ადრე განხილული ზოგადმჟავური კოროზიის ანალოგიურია. რაც მეტია მაგნიუმის იონების კონცენტრაცია, მით საშიშია წყალი.

სულფატური კოროზია. ბუნებრივ წყალში არსებული ანიონებიდან, ბეტონზე აგრესიულ მოქმედებას ახდენს მხოლოდ SO_4^{2-} ანიონი. კოროზიის პროცესში მონაწილეობს კალციუმის ჰიდროალუმინატი:

$$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O + 3Ca^{2+} + 3\,SO_4^{2-} + 25H_2O \rightarrow$$

$$\rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_2 \cdot 31H_2O.$$

კალციუმის კარბონატი წარმოიქმნება $Ca(OH)_2$-ის გახსნით. მიღებული კომპლექსური მარილი - კალციუმის ჰიდროსულფატალუმინატი, რომელსაც რამდენჯერმე მეტი მოცულობა აქვს, ვიდრე საწყის პროდუქტს ბეტონში. ეს შეიძლება დაკავშირებული იყოს კალციუმის ჰიდროსულფატალუმინატის შედგენილობაში დიდი რაოდენობის წყალთან.

სულფატური კოროზიის დროს ბეტონი იშლება კოროზიის პროდუქტების გაფართოების შედეგად. კალციუმის ჰიდროსულფატალუმინატს ხშირად უწოდებენ „ცემენტის ბაცილას“, ხაზს უსვამენ მის მსგავსებას ავადმყოფობასთან. წყალში ქლორის იონების არსებობა ასუსტებს სულფატურ კოროზიას.

როგორც ჩანს, აგრესიულობის მაჩვენებელია წყალში SO_4^{2-} ანიონების კონცენტრაცია. რაც მეტია ეს კონცენტრაცია, მით აგრესიულია წყალი.

სულფატმედეგი სახეობის ცემენტების გამოყენების შემთხვევაში ბეტონის მედეგობა ამ სახის კოროზიის მიმართ მნიშვნელოვნად იზრდება.

ზოგადმარილოვანი კოროზია. ზოგადმარილოვანი კოროზია ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ბეტონი ნაწილობრივ წყალშია ან განიცდის ცვლად დასველებას და გამოშრობას. ბეტონიდან წყლის აორთქლების შედეგად მის ფორებში რჩება მაგარი ნარჩენი, წარმოქმნილი გარემო-წყალში გახსნილი მარილებისაგან. წყლის შენაცვლებადი შესვლა ბეტონში და შემდეგ მისი აორთქლება ღია ზედაპირიდან, იწვევს მაგარი ნალექის დაგროვებას და კრისტალების ზრდას მის ფორებში. ამ პროცესს თან სდევს ბეტონის გაფართოება და დაბზარვა.

გარემო-წყალში არსებულ ტუტეებს დამატებითი წვლილი შეაქვს ზოგადმარილოვან კოროზიაში. როდესაც ჰაერის ნახშირორჟანგი მიაღწევს ბეტონის აორთქლებად ზედაპირს, ხდება ტუტეების კარბონიზაცია Na_2CO_3 და K_2CO_3-ის წარმოქმნით.

ბეტონის კოროზიასთან ბრძოლის საშუალებები არის პირველადი და მეორეული.

პირველადი საშუალებები . პრაქტიკაში ცდილობენ გამოიყენონ ყველაზე მარტივი და იაფი საშუალებები და, პირველ რიგში, თვით ბეტონის მდგრადობის ამაღლება, კოროზიამედეგი სახეობის ცემენტის გამოყენების გზით და ბეტონისათვის მაღალი სიმ-

კვრივისა და წყალუჟონადობის მინიჭებით. თუ ეს არ მოგვცემს საჭირო შედეგს, მაშინ მიმართავენ მეორე ღონისძიებას – ბეტონის ჰიდროიზოლაციას.

კოროზიამედეგი ცემენტის გამოყენება. გარკვეულ შემთხვევებში შეიძლება სულფატური კოროზიის აცილება, ბეტონში სულფატმედეგი ცემენტის გამოყენებით.

ცემენტში C_3A-ს შემცირებით იზრდება სულფატურ წყლებში მისი მდგრადობა. სულფატმედეგი ცემენტი შეიცავს C_3A – არაუმეტეს 3,5%, ალუმინის ოქსიდს Al_2O_3 – არაუმეტეს 5%.

სულფატმედეგი პორტლანდცემენტის გარდა, სულფატურ წყლებში გამოსაყენებლად მზადდება მინერალურდანამატიანი სულფატმედეგი ცემენტი (C_3A≤5%, Al_2O_3≤5%), სულფატმედეგი წიდაპორტლანცემენტი (C_3A≤7%, C_3A+ +C_4AF≤22%).

ეს ცემენტები შეიცავს აქტიურ მინერალურ დანამატებს და საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ მაღალი მდგრადობის ბეტონი არა მარტო სულფატურ წყლებში, არამედ მტკნარ წყალშიც. ეს იმით აიხსნება, რომ დანამატის აქტიური კაჟმიწა მიაბამს $Ca(OH)_2$ ძნელად ხსნად დაბალფუძიან კალციუმის სილიკატთან

$$Ca(OH)_2 + SiO_2 + aq \rightarrow CaO \cdot SiO_2 \cdot aq.$$

რეაქციაში აღწერილ პროცესს პუცოლანიზაცია ეწოდება.

თიხამიწოვანი ცემენტი, რომელიც შედგება ძირითადად ერთკალციუმიანი ალუმინატისაგან, ბეტონს ანიჭებს სპეციფიკურ თვისებას. თიხამიწოვანი ცემენტის ქვას აქვს მომატებული მდგრადობა მჟავური (კერძოდ, ნახშირმჟავა) კოროზიის მიმართ – ისევე მდგრადია მტკნარ და სულფატურ წყლებში. მაგრამ თიხამიწოვანი ცემენტი ტუტეების ხსნარში განიცდის კოროზიას, ამიტომ მისი გამოყენება ტუტეაგრესიულ წყალში არ შეიძლება.

ბეტონის სიმკვრივის ამაღლება ფორიანობის შემცირებით ეფექტური მეთოდია ბეტონის ყველა სახის კოროზიისაგან დასაცავად. ამასთან, ძნელდება ბეტონში წყლის შეღწევა. მაღალი სიმკვრივის ბეტონის მისაღებად გამოიყენება დაბალი წყალმოთხოვნილების ცემენტები. ამცირებენ წყალცემენტის ფარდობას, გულმოდგინედ ამკვრივებენ ბეტონის ნარევს და ა.შ.

ჩვენთვის მნიშვნელოვანია სულფატური კოროზია, რადგან ცნობილია, რომ თბილისის მიწისქვეშეთში არის სულფატური წყლები.

თბილისის სულფატური წყლები იყოფა: ძლიერ, საშუალო და სუსტად აგრესიულად. ძლიერაგრესიულ წყლებში აუცილებელია სულფატმედეგი ბეტონის გამოყენება, რომელიც რუსთავის სულფატმედეგი ცემენტით მზადდება.

საშუალო და სუსტად აგრესიულ წყალში სულფატმედეგი ბეტონის ალტერნატივაა დიდი სიმკვრის ბეტონი, $W_2 \ldots W_{12}$ წყალუჟონადობით, წყალცემენტის ფარდობით არაუმეტეს 0,45 და ცემენტის დიდი ხარჯით (400 კგ/მ^3 და მეტი).

კოროზიასთან ბრძოლის მეორეული საშუალებები . როცა პირველადი მეთოდი ვერ იძლევა სრულ გარანტიას, მიმართავენ ბეტონის ჰიდროიზოლაციას. მისი ამოცანაა არ დაუშვას ბეტონში წყლის შეღწევა. ამისათვის გამოიყენება ბეტონის ჰიდროფობიზაცია, ზედაპირული დაცვა შემოგლესვით, ჰიდროსაიზოლაციო მასალების აკვრა ან გამჟღენთი ჰიდროიზოლაცია.

გამჟღენთი ჰიდროიზოლაცია არის ბეტონის ფორების გაჟღენთა წყალშეუღწევი მასალით და კეთდება ზედაპირის გაჟღენთით და დაწნევით (ინექციით), შპურის საშუალებით მაღალ წნევაზე.

გაჟღენთა ხდება რკინაბეტონის მილის, ხიმინჯის, კოლონის, ფილის და ა.შ.

ეფექტური დაცვისათვის საკმარისია მასალის 10...15 მმ-ზე გაჟღენთა. შედეგად ზედაპირული ფენა ხდება წყალშეუღწევი და მოცულობას იცავს წყლის შეღწევისაგან.

გაჟღენთის მეთოდები განსხვავდება ტემპერატურით და წნევით. ტემპერატურის მიხედვით არის ცხელი და ცივი გაჟღენთა.

ცხელი გაჟღენთისათვის გამოიყენება ნავთობის ბიტუმი, ქვანახშირის კუპრი და სქელფისი, პეტროლატუმი, ოზოკერიტი, პარაფინი. ცხელი გაჟღენთა ხდება ძირითადად აბაზანაში 80...180°C ტემპერატურაზე. გაცხელება საჭიროა იმისათვის, რომ მაგარი მასალა (ბიტუმი, სქელფისი) გადავიდეს თხევად მდგომარეობაში ან შევამციროთ თხევადი მასალის (კუპრი) სიბლანტე. გაჟღენთის შემდეგ ნაკეთობას აცივებენ, რათა გამჟღენთი ნივთიერება ფორებში დამაგრდეს.

ცივი გაჟღენთისათვის გამოიყენება მინერალურ შემკვრელზე (ცემენტი, ნატრიუმის სილიკატი და სხვა), ასევე ორგანულ დაბალ- და მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებზე (სტიროლი, მეთილმეთააკრილატი, პოლიურეტანი, კაჟბადორგანული ნაერთები) მიღებული ნაერთები.

გაჟღენთა ხდება ატმოსფერულ წნევაზე, მაღალ წნევაზე (ავტოკლავში) და ვაკუუმირებით.

ატმოსფერულ წნევაზე გაჟღენთა ყველაზე მარტივია. ის ხდება ღია აბაზანაში ან გამჟღენთი ნივთიერების დატანით მასალის ზედაპირზე. ამრიგად, ატმოსფერული წნევა გამჟღენთ შედგენილობაზე გაწონასწორებულია ასეთივე ჰაერის (ატმოსფერული) წნევით მასალის ფორებში. რამდენადაც გარე შედეგითი წნევა ნულის ტოლია, ფორებში სითხის შეჟონვა ხდება მხოლოდ კაპილარული ეფექტით.

ვაკუუმირება საშუალებას გვაძლევს გაჟღენთის ეფექტურობა 3...4-ჯერ გავზარდოთ, რადგან მასალის ფორებიდან ჰაერი ამოიტუმბება და მცირდება უკუდაწნევა. ვაკუუმირებისას აბაზანა ნაკეთობით თავსდება კამერაში, საიდანაც ვაკუუმტუმბოთი ამოტუმბულია ჰაერი. ამასთან, გამჟღენთი ნივთიერება ჰაერის წინააღმდეგობის გარეშე ხვდება ფორებში.

გაჟღენთა მაღალ (0,6...1,2 მგპა) წნევაზე ავტოკლავში ხდება. მიუხედავად დიდი წნევისა, პროცესის სიჩქარე მხოლოდ ორჯერ იზრდება. ეს დაკავშირებულია ფორებში დარჩენილ ჰაერთან, რომელსაც მოცულობის ნაწილი უკავია და უკუდაწნევას ახდენს.

ყველაზე ეფექტურია წინასწარი ვაკუუმირებისა და შემდეგი ავტოკლავირების შერწყმა.

უშუალოდ კონსტრუქციაში მასალის დაცვას ახდენენ ცივი შედგენილობის კონსტრუქციის ზედაპირზე დატანით (ფუნჯით, ლილვაკით ან გაფრქვევით). ამის შემდეგ უნდა მოვიცადოთ გარკვეული დროით, რომ შედგენილობა შეიწოვოს. გაჟღენთის სიღრმე გამეორების რიცხვზეა დამოკიდებული. ასეთ შემთხვევაში სპეციალური ქარხნული შედგენილობის მაღალი გამჟღენთი თვისების მასალა გამოიყენება.

ინიექციური ჰიდროიზოლაცია. ამ მეთოდით ნაგებობის გარკვეულ ფართობზე, საჭირო განლაგების დაცვით, შპურები იბურღება. შპურებში სპეციალური მოწყობილობით იჭირხნება მამკვრივებელი მასალა, რომელიც ავსებს ფორებს, სიცარიელეს და შემდეგ მაგრდება.

ინიექცირებისათვის გამოიყენება ორი სახეობა: 1) მინერალური შემკვრელი ნივთიერების ბაზაზე და 2) ორგანული შემკვრელის საფუძველზე.

პირველ შემთხვევაში მინერალური კომპოზიციები გამოიყენება სპეციალური დანამატით მოდიფიცირებულ პორტლანდცემენტზე, სხვადასხვა სახეობის გაფართოებად ცემენტებზე. ასეთი მასალა ქიმიური ბუნებით ახლოსაა ბეტონთან და მას უკეთ ერწყმის, ვიდრე ორგანულპოლიმერული მასალა, მაგრამ ჩამორჩება გაჟღენთის უნარით. უკანასკნელ დროს დამუშავებულია მაღალი გაჟღენთის მასალები ძალიან წმინდად დაფქულ ცემენტზე, ზომები 1...2 მკმ.

ასევე ფართოდ გამოიყენება ინიექციური სითხეები პოლიმერიზებად დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერებების საფუძველსა (სტიროლი, მეთილაკრილატი) და გამაგრებად პოლიმერებზე (პოლიურეტანი, აკრილი, ეპოქსიდი, სილიკონი და სხვა ფისები). გამჟღენთ ნივთიერებად ყველაზე ხშირად გამოიყენება ოლიგომერები, რომლებიც მაგრდება ტენთან კონტაქტით. ასეთი მასალები შეიძლება დავიტანოთ სველ ზედაპირზე.

ჰიდროფობიზაცია ნიშნავს მასალის ფორებს მივანიჭოთ წყალუკარება თვისება და სრულდება ბეტონის სპეციალური შედგენილობით გაჟღენთით, რომელიც გამხსნელის აორთქლების შემდეგ ზედაპირზე წარმოქმნის ძალიან თხელ ჰიდროფობურ აფსკს. შედეგად ზედაპირული დაჭიმულობის ძალები ეწინააღმდეგება კაპილარებში წყლის შეღწევას. ამავე დროს ფორები და კაპილარები ღია რჩება ორთქლისა და ჰაერისათვის და ბეტონს საშუალებას აძლევს გამოშრეს. ამ მიზნისათვის ყველაზე ხშირად გამოიყენება კაჟბადორგანული ნივთიერებები: ნატრიუმის მეთილსილიკატი და ეთილსილიკატი, ასევე პოლიეთილჰიდროსილოსანი. ჰიდროფობიზაცია არ ცვლის ზედაპირის ფერს და ფაქტურას, ამიტომ გამოიყენება შენობის ფასადის, არქიტექტურული კომპოზიციის, ძეგლების და ა.შ. დასაცავად.

მასტიკით ჰიდროიზოლაცია სრულდება ბეტონის ზედაპირზე ბიტუმის, პოლიმერისა და ბიტუმ-პოლიმერის მასტიკის დატანით. მასტიკით ან ჰიდროიზოლაციით სახურავის მოწყობა შეიძლება მინატილოს ან მინაბადის გაძლიერებით. დაარმატურება სიმტკიცეს ამაღლებს, მაგრამ საფარის ელასტიკურობას ამცირებს.

ასაკრავი ჰიდროიზოლაცია სრულდება იმ რულონური მასალის გამოყენებით, რომელიც დამზადებულია ბიტუმის, ბიტუმ-პოლიმერისა და პოლიმერულ საფუძველზე.

რულონური მასალების ფუძეზე მიმაგრება ხდება მიწებებით, სპეციალური მასტიკის ან დადუღების გამოყენებით.

3. დასკვნა

ნაგებობისა და კონსტრუქციის კოროზიისაგან დასაცავად სულ უფრო მეტად გამოიყენება ე.წ. „პრაგმატიკული" დაცვა. ეს ნიშნავს ანტიკოროზიული ღონისძიების ერთდროულად რამდენიმე მეთოდის გამოყენებას. თუ ექსპლუატაციის პირობები შეიცვალა და ერთი მეთოდი არასრულად იმუშავებს, მაშინ მის „დასახმარებლად" მოდის მეორე. მაგალითად, ასეთი კომბინირებული დაცვა რეკომენდებულია მჟავა და ტუტე გარემოში მომუშავე ბეტონისათვის. ბეტონში შეგვყავს ორი დანამატი ერთდროულად, ერთი, რომელიც დაიცავს ტუტე გარემოში, მეორე – მჟავაში, რომელიც არმატურის კოროზიასაც შეაჩერებს კარბონიზებული ბეტონის პირობებში.

ლიტერატურა

1. Попов Ю.М., Каддо М.Б. Строительные материалы. Москва, 2019.
2. Барабанщиков Ю.Г. Строительные материалы. Москва, 2021.
3. ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი. ბეტონთმცოდნეობა. თბილისი: სტუ, 2021.

უაკ 624.01

კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაცია რეკონსტრუქციისა და რემონტის დროს

ა. ჩიქოვანი, თ. ბაციკაძე, ნ. მსხილაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *XIX საუკუნესა და უფრო ადრე აგებულ შენობებში, როგორც წესი, არ არის ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია. გარდა ამისა, კულტურული ფენის წაზრდით ეს ჰიდროიზოლაცია ვეღარ ასრულებს თავის ფუნქციას. ამას მივყავართ კედლის დატენიანებამდე, ტენის კაპილარული შეწოვის გამო, რაც იწვევს კედლის თბოიზოლაციის და ხანგამძლეობის შემცირებას მარილოვანი კოროზიის, ბიოკოროზიისა და გაყინვა-გალღობის გამო.*

საკვანძო სიტყვები: *ჰიდროიზოლაცია; კაპილარული შეწოვა; თბოგამტარობა; მარილოვანი კოროზია; ვენტილაცია; ბიოკოროზია; რემონტი; დრენაჟი; ანოდი, კათოდი; გაჯანსაღება; რეკონსტრუქცია.*

1. შესავალი

სამშენებლო ფიზიკიდან ცნობილია, რომ აგურის გარე კედლის ტენიანობის სულ რაღაც 3%-ით გაზრდა, მის თბოგამტარობას 50%-ით ზრდის. ნორმალურპარამეტრებიან შენობაში, სადაც ჰაერის ტემპერატურაა +18^{0}C და ფარდობითი ტენიანობა - 55...60%, შიგა კედლების ზედაპირზე ტემპერატურა 14...16^{0}C შეადგენს. ეს ტემპერატურა შეესაბამება თბური კომფორტის ნორმას და არ იწვევს კონდენსატის წარმოქმნას (ბუნებრივი ვენტილაციის ნორმალური ფუნქციონირების დროს). თუ კედელი გადატენიანებულია, ტემპერატურა ზედაპირზე +9^{0}C-მდე ეცემა და მასზე აუცილებლად ჩნდება საყოფაცხოვრებო ტენის კონდენსატი, რომელიც მოდის აბაზანასა და სამზარეულოდან, ასევე შენობაში

მყოფი ადამიანებისაგან. გამოსულ კონდენსატს კედელი შეიწოვს, ზრდის მის თბოგამტარობას და პროცესი მეორდება.

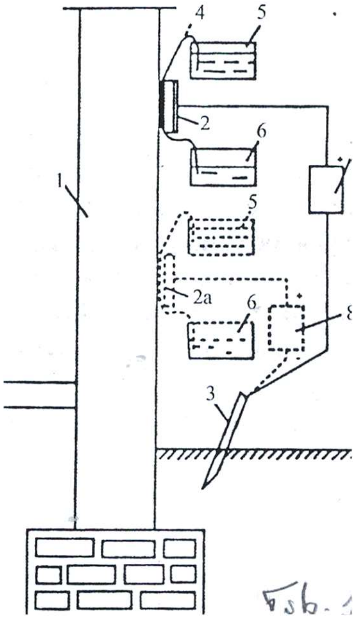
2. ძირითადი ნაწილი

საძირკვლისა და კედლის ნაკერებში კაპილარული შეწოვის შედეგად კოსტრუქციის მასალა მარილოვან კოროზიას განიცდის, რომელიც მჟღავნდება გამოტუტვით ან გამომარილებით. გრუნტის წყლების კაპილარული შეწოვისა და წყლის შემდგომი კრისტალჰიდრატული მიერთებით საშენი მასალების უწყლო მარილებთან, წარმოიქმნება შემდეგი მინერალები: $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (თაბაშირი), $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (ბიშოფიტი), $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ (ჰექსაჰიდრატი), $CaCl_2 \cdot 2H_2O \cdot MgSO_4 \cdot 2H_2O$ (კიზერიტი), $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (სოდა), $NaCl \cdot 2H_2O$ (ჰიდროგალიტი), $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (მირაბილითი). უწყლო მარილების მიერ წყლის მიერთებით წარმოიქმნება კრისტალჰიდრატები, იზრდება მყარი ფაზის მოცულობა, მასალის ფორების კედლებში იქმნება გამჭიმი ძაბვები, რომლებიც 0,21...0,44 მგპა აღწევს. გარდა ამისა, კრისტალჰიდრატების დაწნევა მუდმივმოქმედი დატვირთვაა, რაც მასალის ხანმედეგობას ამცირებს. მაგალითად, კრისტალჰიდრატების შემცველი კერამიკული აგურის სიმტკიცე 30...40%-ით მცირდება, დამარილებულცემენტიანი ბეტონის ყინვამედეგობა – 2,5-ჯერ.

კონსტრუქციის გამომარილებისათვის შემდეგი მეთოდები გამოიყენება:

- ელექტროოსმოსი;
- სანირებადი (გამაჯანსაღებელი) ბათქაში;
- მარილების გადაყვანა უხსნარ ნაერთებში.

შეიქმნა დანადგარი, რომლის გამოყენებით შეიძლება შენობის კონსტრუქციის მასალის გამომარილება. დანადგარში გამომარილება ხდება ელექტროოსმოსით, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილია გახსნილმარილებიანი ტენის ორთქლის მოძრაობა ანოდიდან კათოდზე, დაახლოებით 10 მკმ დიამეტრის კაპილარებში. დანადგარის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია 1-ელ სურათზე.



სურ. 1. შენობიდან წყალხსნადი მარილების გამომტანი დანადგარის პრინციპული სქემა:
1 - აგურის წყობა; 2 - სტაციონარული ანოდი; 2a - გადასაადგილებელი ანოდი; 3 - კათოდი (დამიწება);
4 - ქსოვილის ფილტრი; 5 - წყლის რეზერვუარი; 6 - ფილტრატის შემგროვებელი რეზერვუარი;
7,8 - მუდმივი დენის წყარო

დასამუშავებელი კედლის ზედა უბნის სიგრძივ დგება ფირფიტოვანი ანოდი (2), რომელიც დამზადებულია ფურცლოვანი ტყვიის, ალუმინის ან სხვა ელექტროქიმიური კოროზიისადმი მდგრადი ლითონისაგან. კათოდი (3) ამიწებს სისტემას.

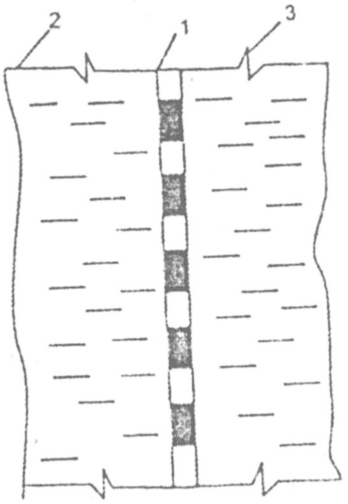
ანოდს (2) და კედელს (1) შორის ატარებენ მაღალი კაპილარული თვისებების მქონე ბამბის პატრუქს. პატრუქის ზედა ბოლოს (4) უშვებენ წყლიან რეზერვუარში (5), ქვედას - წყალშემკრებ რეზერვუარში (6), რომლებიც განლაგებულია ანოდის ზემოთ და ქვემოთ. ანოდი (2) უერთდება მუდმივი დენის წყაროს (7), კათოდი (3) – უარყოფითს. ზედა ზონის გამომარილების საჭირო დონის მიღწევის შემდეგ სტაციონარული ანოდიდან 2...3 მეტრით ქვემოთ დგება მეორე გადასაადგილებელი ანოდი (2a). ეს ანოდი, საჭიროების შემთხვევაში, გადაადგილდება ქვედა ზონაში 2...3 მ საფეხურებით, ვიდრე მთელი კედელი არ გამომარილდება.

დადგენილია, რომ კონსტრუქციის განივ ჭრილში აუცილებელია დენის სიმკვრივე შენარჩუნდეს 0,7...0,9 ა./მ^2-მდე. მისი სიდიდე ანოდზე შეზღუდული უნდა იყოს 2 ა./მ^2-მდე, ამასთან უნდა გაირეცხოს ანოდის მიმდებარე ზონა. გადასაადგილებელი ანოდის

გამოყენების შემთხვევაში, 3 მ-ზე მეტი სიმაღლის ობიექტზე სტაციონარული ანოდი უნდა დადგეს საწყისი დამარილების დონეზე მაღლა და 0,1...0,2 ა./მ² სიმკვრივის დენი მიეწოდოს.

სამშენებლო კონსტრუქციების გრუნტის წყლების შეწოვით გამოწვეული მარილების დაგროვებისგან დაცვის ერთ-ერთი მეთოდია მასალის ფორების მოცულობის ჰიდროფობიზაცია კაჟბადორგანული ნაერთებით. ზემოთ აღწერილი დანადგარი კონსტრუქციის მარილებისაგან გათავისუფლების შემდეგ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემდგომი ჰიდროფობიზაციისათვის.

გამაჯანსაღებელი (სანირებადი) ბათქაშის მეთოდი დაფუძნებულია ოსმოსის პრინციპზე (სურ. 2). თუ გარემოში 1 ხსნარის კონცენტრაციაა C_1, ხოლო გარემოში 2 – კონცენტრაციაა C_2 (გარემო გაყოფილია ნახევრად შეღწევადი მემბრანით) და $C_1 > C_2$, მაშინ C_2 სიდიდე მიისწრაფვის C_1 სიდიდემდე.



სურ. 2. გამაჯანსაღებელი ბათქაშის მოქმედების გეგმა: 1 - ნახევრად შეღწევადი მემბრანა; 2 - კედელი მარილების C_1 კონცენტრაციით; 3 - გამაჯანსაღებელი საფარი მარილების C_2 კონცენტრაციით

საფარი, რომელიც შენობის კონსტრუქციაში მარილების კონცენტრაციას ამცირებს, როგორც წესი, ბათქაშია და გამაჯანსაღებელი ეწოდება.

ეს საფარი დროებითია. მას შემდეგ, რაც ბათქაშის ეს ფენა გაიჟღინთება მარილებით, მას მოაცილებენ და დააქვთ მოსაპირკეთებელი საფარი.

რადგან მასალის ფოროვანი სტრუქტურის გამჟღენთი მარილები ხსნადია, მათი დესტრუქტული მოქმედება შეიძლება შევზღუდოთ მათი უსხნარ ნაერთებში გადაყვანით.

იმ კოროზიულ ქმედებებს შორის, რომელიც შლის საშენ მასალას, მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ბიოკოროზიას, რომლისგანაც ყოველწლიური ზარალი მსოფლიოში ათეულობით მილიარდ ლარს შეადგენს.

ბიოკოროზია გამოწვეულია:

- ბაქტერიებით, რომლებიც ატმოსფეროდან ითვისებენ აზოტს და გოგირდის აირებით;
- ობის სოკოებით;
- უდაბლესი წყალმცენარეებით, ხავსით, ლიქენით.

ბიოკოროზიის ზემოქმედების შედეგად საშენ მასალაზე შეიძლება წარმოიქმნას:

- ბაქტერიებისა და სოკოების მიერ გამოყოფილი მჟავებით (აზოტის, გოგირდის, ძმრის, ვაშლის და ა.შ.) ქიმიური დაშლა;
- მექანიკური დაშლა, მასალის სტრუქტურაში ბიომასისა და წყლის დაგროვების შედეგად;
- მიკროორგანიზმების მიერ მასალის კომპონენტების საკვებად გამოყენების გამო (მერქანდამშლელი სოკოები).

საშენი მასალის ყველაზე მეტ დაშლას იწვევს ობისმიერი სოკოები, კოლონიები ვითარდება 10% ტენიანობის და არანაკლებ 18^{0}C ტემპერატურაზე.

სპეციალისტების აზრით, ბუნებაში 100 ათას სახეობაზე მეტი სოკოა. დაზიანებული ბეტონის კონსტრუქციის ზედაპირზე გამოვლენილია 40-ზე მეტი სახეობის სოკო. განვითარებისათვის მას სჭირდება ორგანული ნივთიერებები. სოკოს უმრავლესობას აქვს მიცელიუმი – წვრილი დატოტვილი ძაფები (გიფები), რომლებიც იზრდება თავისი ბოლოებით და ასე ვრცელდება საკვებ გარემოში. სოკო მრავლდება მიცელიუმის ნაწყვეტებით ან სპორებით. სოკოთა უმრავლესობისათვის განვითარების ოპტიმალური ტემპერატურა 20...25^{0}C-ია. ზოგადი მონაცემებით, სოკოს შეუძლია განვითარება -20^{0}C-დან +80^{0}C ტემპერატურის ინტერვალში.

ობის სოკოს (cladosporium) აქვს ყავისფერი, ზეთისხილის ან შავი ფერის მიცელიუმი და კონიდიუმი. მიცელიუმის მუქი შეფერილობა სოკოს კოლონიას ბეტონის ზედაპირზე შავი ხავერდოვანი ლაქების სახით აჩენს. Penicillium და Aspergillus გარეგნულად მსგავსია. უკანასკნელს აქვს დატოტვილი უფერო მიცელიუმი. სწრაფად განვითარებადი სპორები ბეტონის ზედაპირს მომწვანო ფერს აძლევს.

ზოგიერთ მერქანმსახველ სოკოს: Serpula lacrimans, Popia vaporaria - შეუძლია ბეტონის ფორებში შეაღწიოს და გამოყოფს რა ძმრის, ჭიანჭველას და სხვა მჟავას, ბეტონს აზიანებს.

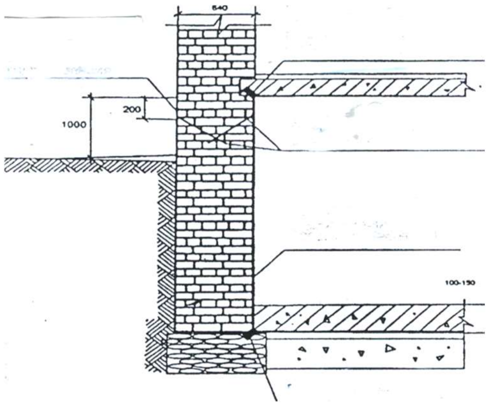
ცემენტიანი მასალების სოკოებით დაშლის მექანიზმი შემდეგშია: თავისი სიცოცხლის პერიოდში სოკოები გამოყოფს სხვადასხვა მინერალურ და ორგანულ მჟავას (ძმრის, ლიმონის, რძის, ზეთოვანს, ვაშლის, ჭიანჭველამჟავას და სხვა), რომელიც ურთიერთქმედებს ცემენტის ქვის ძირითად (ტუტოვან) ნაერთებთან და შლის მას, ჰიდროსილიკატებსა და ჰიდროალუმინატებს მარილებად გარდაქმნის, რომლებსაც არ აქვს შემკვრელი თვისებები. ცემენტის ქვა გარდაიქმნება და კარგავს თავის სამშენებლო-ტექნიკურ თვისებებს. შემჩნეულია, რომ დასახლდება რა ზედაპირზე, სოკო ცვლის pH გარემოს იმგვარად, რომ შექმნას განვითარებისათვის საჭირო მჟავური გარემო. ბეტონის დაშლაზე გარკვეულ გავლენას ახდენს სოკოს მასის და მექანიკური წნევის ზრდა ფორების ზედაპირზე. დაშლის ტიპური სურათი ასეთია – ბათქაშის ან წყობის დუღაბის გარდაქმნა მშრალ ჩამონაშალ მასად.

საშენი მასალის ბიოკოროზიისაგან დასაცავად გამოყოფენ ძირითადი მეთოდის სამ ჯგუფს:

1. ექსპლუატაციურ-პროფილაქტიკური (ზედაპირის დეზინფენქცია, ტემპერატურულ-ტენიანი რეჟიმის რეგულირება, ვენტილაცია);
2. კონსტრუქციული (ჰიდროიზოლაცია, კონსტრუქციისათვის ისეთი ფორმის მიცემა, რომელიც ეწინააღმდეგება ტენისა და მტვრის დაგროვებას);
3. სამშენებლო-ტექნოლოგიური (ბიოკოროზიის მიმართ მედეგი მასალის გამოყენება).

მე-3 სურათზე წარმოდგენილია ჰიდროიზოლაციის სამუშაოების წარმოების ეტაპები შენობის რეკონსტრუქციის დროს. პირველ რიგში იქმნება ანტიკაპილარული ფარდა. ამ მიზნით შენობის ყველა მხარეს იბურღება 500 მმ-მდე სიღრმის ნახვრეტები 30...40^0 კუთხით. თუ წყობის დუღაბი ცემენტისაა, მაშინ ბურღვის ბიჯი 50 მმ-ია; თუ ცემენტქვიშისაა - 150 მმ. გაბურღული ნახვრეტები ივსება დაბალი სიბლანტის შედგენილობით, კაჟბადორგანულ ან მეთილაკრილატის საფუძველზე, რომლის ხარჯი 3...6 ლიტრია კედლის 1 გრძივ მეტრზე. სარდაფის შიგა იზოლაციას იწყებენ ძველი ბათქაშის ფენის მოცილებით. შემდეგ სარდაფის იატაკისა და კედლების, ასევე კედლისა და გა-

დახურვის შეუღლების ადგილებში აწყობენ 20×40 მმ ფეხურას, რომელსაც ავსებენ მშრალი ნარევის „ვატერპლაგის“ „სტრუქტურიტის“ ან ანკერის ტიპის სარემონტო შედგენილობით, გაჟონვის აღსაკვეთად და ჰიდროსაიზოლაციო საცობის შესაქმნელად. სამუშოების დამთავრების შემდეგ სარდაფის იატაკსა და კედლის მთელ ზედაპირზე დააქვთ ორი ფენა ჰიდროსაიზოლაციო ცემენტის შედგენილობა – „ტოროსილი“, „ვანდექს BB75“, „ვანდექს BB75 უაიტი“ ან „ჰიდროტექსი“.15...20 მმ დატანილი მასალის სისქეა. მისი უპირატესობა ასაკრავ მასალასთან შედარებით გამოიხატება, ერთი მხრივ, იმაში, რომ არ მოითხოვს გამასწორებელ და დამცავ მოჭიმვას, მეორე მხრივ - შეიძლება გახდეს საფინიშო მოსაპირკეთებელი ფენა. თუმცა შენობის არათანაბარი ჯდენის შემთხვევაში მათი ბზარმედეგობა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ასაკრავი მასალის.

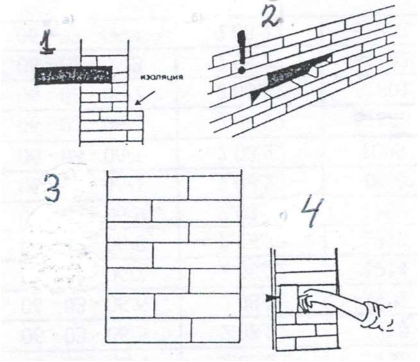


სურ. 3. ჰიდროსაიზოლაციო სამუშაოების წარმოება შენობის რემონტის დროს

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, თუ სარეკონსტრუქციო და სარესტავრაციო შენობის ან არქიტექტურული ძეგლის კონსტრუქციის გამომარილების ღონისძიებები არ მივიღეთ, მასალაში დესტრუქციული პროცესები 1,5...2 წელიწადში აღდგება, სარეკონსტრუქციო სამუშაობის დამთავრების შემდეგ. გამომარილების სამუშაოები ტარდება მხოლოდ მას შემდეგ, რაც შენობის კედლებში კაპილარული შეწოვის საწინააღმდეგო ფარდა ან ჰორიზონტალური იზოლაცია გაკეთდება.

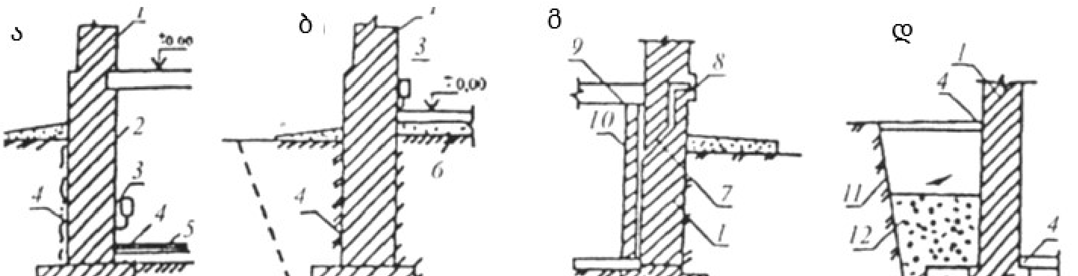
მე-4 სურ-ზე მოცემულია ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაციის მოწყობის სქემა აკვრითი ან მასტიკური ჰიდროსაიზოლაციო მასალებით – „ბუდობრივი“ მეთოდით. თუ საჭიროა 10...20 სმ სისქის კედლის ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია, მაშინ საჭრელი ხელსაწყოს მეშვეობით ჭრიან 10...15 მმ სიგანის ხვრელებს და ავსებენ ჰიდროსაიზოლაციო ცემენტის შედგენილობით.

მას შემდეგ, რაც ეს შედგენილობა მიიღებს საჭირო სიმტკიცეს, ოპერაციას იმეორებენ მეზობელ უბანზე, ვიდრე ჰიდროიზოლაციის ფენა მთლიანი არ გახდება.



სურ. 4. ასაკრავი მოსაკვეთი ჰიდროიზოლაციის მოწყობა: 1 - ადგილის შერჩევა მოსაკვეთი ჰიდროიზოლაციისათვის; 2 - ბუდის ამოღება აგურის წყობაში; 3 - ასაკრავი ჰიდროიზოლაცია; 4 - ბუდის ამოვსება აგურის წყობაში

აღწერილი ახალი საშუალებების გვერდით, რეკონსტრუქციის დროს მიმართავენ ტრადიციულ წყალდამწევ და აერაციის მოწყობის ხერხებს, რომლებიც ჰაერის ტენიანობას სარდაფში ამცირებს. შენობის კონტურში წყლის დონის დაწევისათვის ღორღით შევსებულ თხრილში აწყობენ კერამიკულ სადრენაჟო მილებს, რომლითაც გრუნტის წყლები საკანალიზაციო ჭაში მიემართება. სარდაფის სივრცე და გარე კედლები აერირდება კედლებში მოწყობილი სავენტილაციო არხებით. არხების ნახვრეტები გამოაქვთ ფასადზე ცოკოლის ზონაში და ხურავენ სავენტილაციო გისოსით (სურ. 5).



სურ. 5. კედლის დაცვა დასველებისგან: ა - ჰიდროსაიზოლაციო დუღაბის ჩაჭირხნა სარდაფის კედელში; ბ - იგივე ცოკოლის კედელში (როცა იატაკი გრუნტზეა); გ - სარდაფის კედლების აერაციით გამოშრობა; დ - კედლისპირა დრენაჟით: 1 - გამოსაშრობი კედელი; 2 - გამაჯანსაღებელი ბათქაში; 3 - ჰიდროსაიზოლაციო დუღაბი; 4 - აკრული ორფენიანი რულონური ჰიდროიზოლაცია; 5 - სარდაფის იატაკი; 6 - ბეტონის საგები; 7 - სავენტილაციო არხი კედელში; 8 - სავენტილაციო გისოსი; 9 - დამატებითი კედელი; 10 - საჰაერო ხვრელი; 11 - დატკეპნილი გრუნტი; 12 - ხრეშ-ღორღის ნარევი; 13 - არინების არხი; 14 - დრენაჟის მილი; 15 - გრუნტში ჩატკეპნილი ღორღი

3. დასკვნა

კონსტრუქციული მასალების ხანმედეგობის გაზრდა შესაძლებელია კონკრეტული ექსპლუატაციური პირობების სრულად გათვალისწინებით. ცნობილია, რომ ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული და აგრესიული ფაქტორი, რომელიც ექსპლუატაციის პერიოდში მასალაზე მოქმედებს არის წყალი. წყალი ხელს უწყობს საშენი მასალების უმრავლესობის სიმტკიცის შემცირებას, კოროზიული პროცესების განვითარებას ბეტონებსა და ლითონებში, მერქნის ლპობას, ბზარებისა და ობის გამოვლენას, ტენიანობას, ბათქაშის ფენის ჩამოშლას შენობაში, რომელიც ტენისაგან არასაკმარისადაა დაცული.

თუ მოსალოდნელია კონსტრუქციის ხანგრძლივი ან ხშირად განმეორებადი (პერიოდული) კონტაქტი ტენიან გარემოსთან, მაში აუცილებელია ჰიდროიზოლაციის ჩატარება.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. „საშენი მასალები“. სტუ, 2019.
2. ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი. „ბეტონმცოდნეობა“, სტუ. 2021 წ.
3. ა. ჩიქოვანი. „ბეტონის ტექნოლოგია“. სტუ, 2015.
4. Ю.И. Киреева. «Современные строительные материалы и изделия», Феникс Ростов, 2020.

უაკ 624.01

მიწისძვრა და მათი გავლენა რკინაბეტონის შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციულ სქემებზე

ლ. ბალანჩივაძე, ბ. ბერაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *განხილულია მიწისძვრის გავლენა რკინაბეტონის მაღლივ შენობა-ნაგებობებსა და საანგარიშო სქემების დაპროექტების თავისებურებებზე სხვადასხვა სამშენებლო ნორმით.*

საკვანძო სიტყვები: *რკინაბეტონი; მაღლივი შენობები; მიწისძვრა; სამშენებლო ნორმები; დატვირთვები; სეისმომედეგობა; მდგრადობა; სიხისტის ბირთვი.*

1. შესავალი

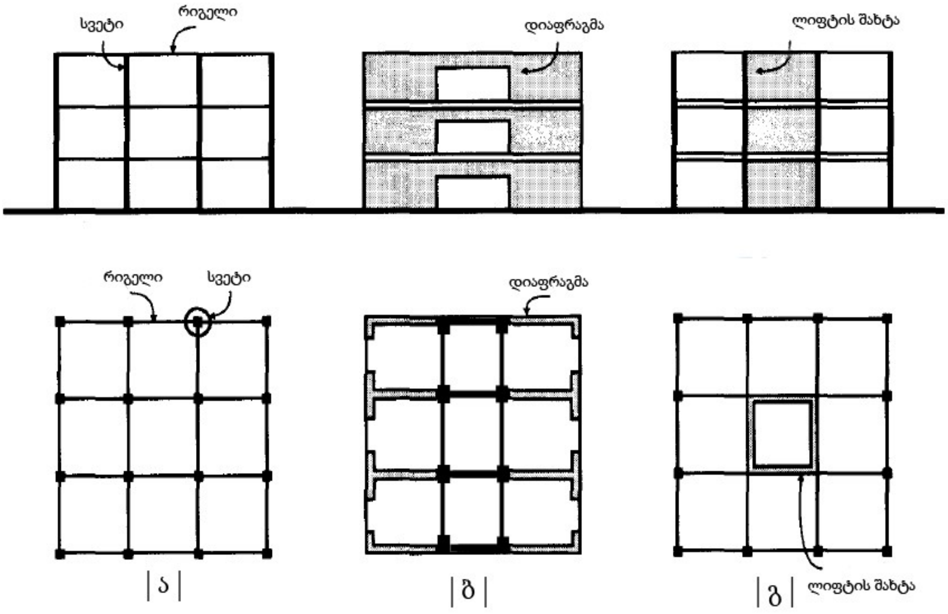
რკინაბეტონის კონსტუქციების გამოყენება, ექსპლუატაციის გამოცდილება და განვითარების სიჩქარე გვიჩვენებს, რომ ეს მასალები მომავალშიც ფართოდ იქნება გამოყენებული შენობა-ნაგებობების მშენებლობისას. ჩვენთვის კარგად ნაცნობ უპირატესობებთან ერთად, რაც რკინაბეტონს აქვს, შეგვიძლია გამოვყოთ რამდენიმე საკითხი, რომლებიც მნიშვნელოვანია მშენებლობაში: მცირე ენერგოტევადობა, რკინაბეტონის დამზადებისთვის დახარჯული ენერგია 10–15-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ფოლადის დამზადებისათვის; უკანასკნელ ხანს, ბეტონის სიმტკიცის მკვეთრი ზრდის გამო (100 და მეტი კლასის), შესაძლებელი გახდა მისი გამოყენება ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებშიც მხოლოდ ლითონი გამოიყენებოდა, მაგალითად მაღლივი შენობები, განსაკუთრებით მაღალი ანძები, დიდი მალის ხიდები და სხვა.

სტიქიურ მოვლენათა შორის მიწისძვრა ერთ-ერთი ყველაზე სახიფათოა შენობებისათვის. მსოფლიოში წლის განმავლობაში რამდენიმე ათასი სხვადასხვა სიძლიერის მიწისძვრა მოხდა, რომელმაც ზიანი მიაყენა როგორც გარემოს, ისე ადამიანებს.

რკინაბეტონის კარკასის შესაქმნელად მეცნიერებს საკმაო დრო დასჭირდათ იმისათვის, რომ მაქსიმალურად კარგად შეესწავლათ როგორ მუშაობდა იგი ხისტ კარკასულ შენობებში. კვლევების შემდეგ დაადგინეს, რომ არმატურა მუშაობს გაჭიმვაზე, ბეტონი კი – კუმშვაზე. ყველა ეს კვლევა ექსპერიმენტული იყო და ყოველთვის იცვლებოდა და უმჯობესდებოდა.

2. ძირითადი ნაწილი

მაღლივი შენობების მშენებლობისას გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციული სისტემები და სქემები. ყველა კონსტრუქციული სისტემა შეიძლება დავყოთ სამ კატეგორიად, ესენია: კარკასული, კედლებიანი და შერეული. (1) კარკასული სისტემებია: კარკასულჩარჩოიანი; კარკასული, სიხისტის დიაფრაგმებით; კარკასულღეროვანი. (2) კედლიან სისტემებში გამოიყოფა: ჯვარედინი კედლების სქემები და კოლოფისებრი (გარსიანი). (3) შერეული სისტემები მოიცავს წინა ორი სისტემის ცალკეულ ნიშნებს, როგორიცაა კარკასულღეროვანი და გარსულღეროვანი კონსტრუქციული სისტემები (სურ.1).

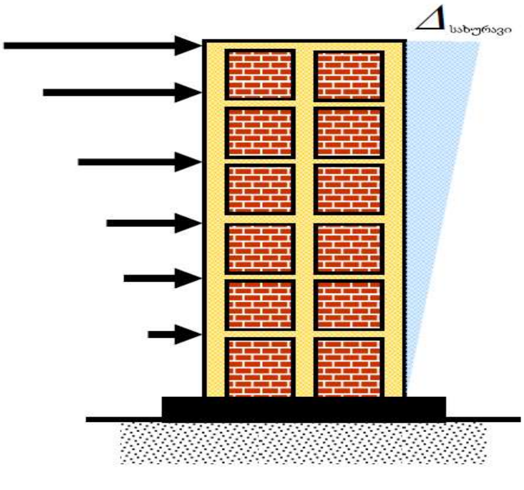


სურ.1. შენობის კონსტრუქციული სქემები:

ა) კარკასული; ბ) ჩარჩოკავშირებიანი; გ) მზიდი კედლებით

მეცნიერთა კვლევები განამტკიცა რამდენიმე მიწისძვრამ, რის შემდეგაც რკინა-ბეტონის შენობებმა არ დაკარგა მდგრადობა და აჩვენა, რომ დიდი უპირატესობა აქვს ქვისა და აგურის შენობებთან შედარებით. ეს მეტყველებს რკინაბეტონის შენობების მაღალ სეისმომედეგობაზე. სეისმომედეგობა შეიძლება აიხსნას მრავალი ფაქტორით: საანგარიშო სქემის სისადავე და მაღალი სიზუსტე სეისმურ დატვირთვაზე გაანგარიშებისას, მაღალი სიმტკიცის მასალები, რომელიც მზიდ კონსტრუქციებში გამოიყენება.

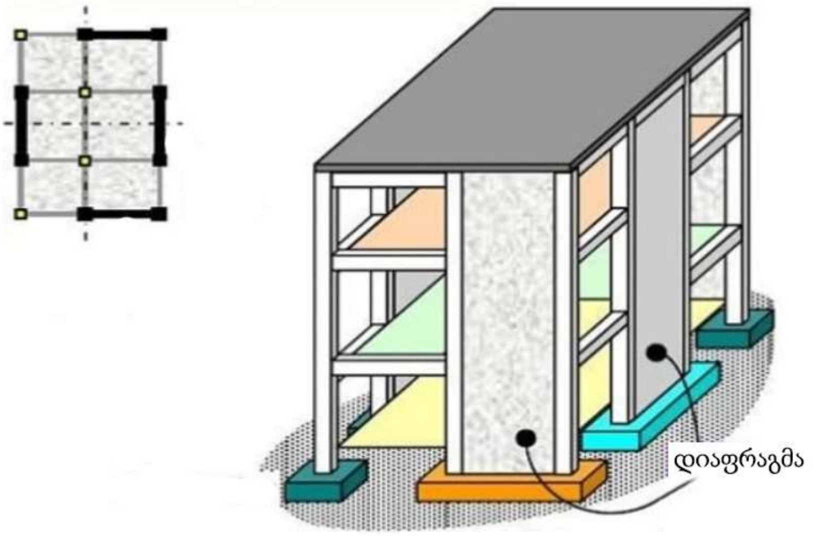
შენობაზე მოქმედებს ვერტიკალური დატვირთვები, რომლებიც შედგება მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისგან. მუდმივ დატვირთვებს განეკუთვნება კონსტრუქციაზე მუდმივად დამაგრებული მოწყობილობების წონა; დროებითი დატვირთვები, მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით, იყოფა: ხანმოკლედ და ხანგრძლივად მოქმედი დროებითი დატვირთვები; ხანმოკლედ მოქმედი დროებით-ჰორიზონტალური დატვირთვებიდან ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანია ქარის დატვირთვა (ქარის წნევის სიდიდე შენობის ვერტიკალური ზედაპირის ერთეულ ფართობზე განისაზღვრება მშენებლობის რაიონის მიხედვით). თუ შენობის სიმაღლე 40 მეტრს აღემატება, მაშინ მხედველობაში უნდა მივიღოთ ქარის დინამიკური დატვირთვაც (სურ.2) .



სურ.2. ქარის დატვირთვა

შენობის გაანგარიშებისას მიწისძვრების გათვალისწინება ართულებს ამ პროცესს. როდესაც ხდება სეისმურად აქტიურ ზონაში შენობის დაპროექტება, იყენებენ სეისმოდაცვის ორ მიმართულებას:

პირველია პასიური, რაც გულისხმობს მზიდი კონსტრუქციის ისეთ გაძლიერებას, რომელიც სეისმური დატვირთებით წარმოქმნილი დამატებითი ძალვების ატანას შეძლებს ყოველგვარი დაზიანების გარეშე. ასეთ სიტუაციაში მივმართავთ შენობის კონსტრუქციულ სისტემაში დამატებითი ელემენტების შეტანას, რომლის ერთ-ერთი კარგი მაგალითია სიხისტის დიაფრაგმები, რომლებიც თავის თავზე იღებს სეისმური ძალების ზემოქმედების გარკვეულ წილს (სურ.3).

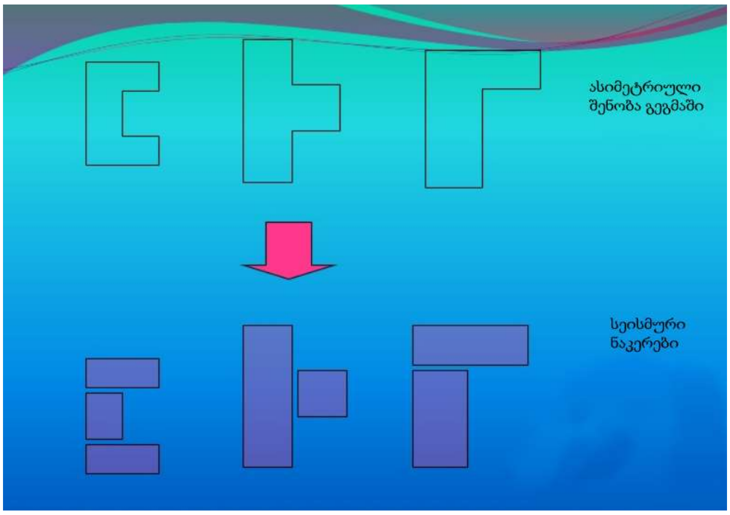


ნახ.3. სიხისტის დიაფრაგმების განლაგების სქემა

მეორე მიმართულებაა აქტიური სეისმოდაცვა, რაც, თავის მხრივ, შენობის რხევისას რეზონანსული მოვლენის გამორიცხვას ითვალისწინებს. ხშირ შემთხვევაში, კონსტრუქციულ სისტემაში ეწყობა სპეციალური კავშირები, რომლებიც გამოირთვება ნაგებობის საერთო მუშაობიდან ან ჩაირთვება ისე, რომ ცვლის რხევის მახასიათებლებს. რხევების ჩასახშობად შეგვიძლია გამოვიყენოთ დემპფერები ან მოძრავი საპირწონე ტვირთი.

სეისმომედეგი შენობის კონსტრუქციული სქემის შედგენისას, სვეტები, კედლები და გადახურვები ისე უნდა გავანაწილოთ, რომ დაკმაყოფილდეს სიმეტრიულად დაპროექტების მოთხოვნები სიხისტისა და მასების თანაბარი განაწილების შესახებ.

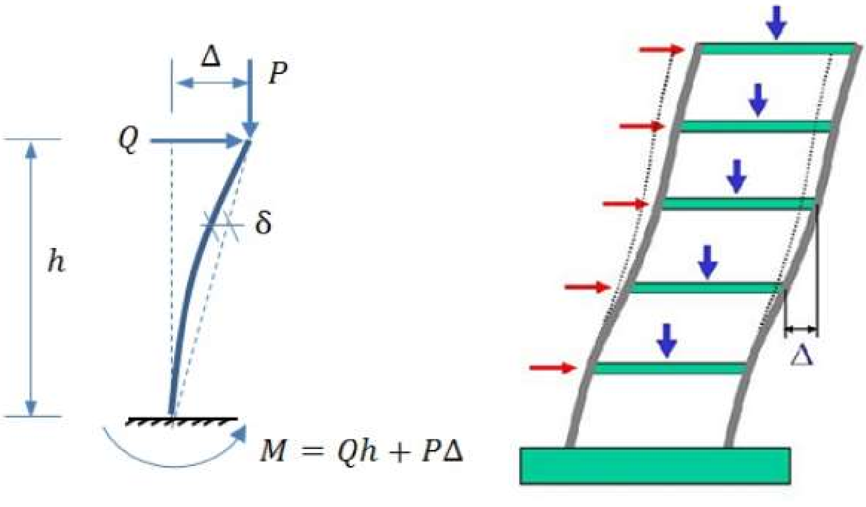
გაანგარიშებისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება თუ როგორი ფორმა აქვს შენობას. სიმეტრიული და მარტივი ფორმების შემთხვევაში საგრძნობლად მარტივდება გაანგარიშება; როდესაც შენობას ასიმეტრიული ფორმა აქვს, მაშინ გვიწევს მისი მარტივ ფორმებად დაყოფა და უკვე დანაწევრებულის გაანგარიშება (სურ.4).



სურ.4. შენობის სიმეტრიული და ასიმეტრიული ფორმები

ცნებას „მაღლივი შენობა“ სხვადასხვა დროს სხვადასხვა მნიშვნელობა ჰქონდა. სავარაუდოდ ასე იქნება მომავალშიც, რადგან სწრაფად ვითარდება ტექნოლოგიები და შესაძლებელი ხდება მაღალი შენობების აგება, შესაბამისად იცვლება ის დიაპაზონიც, რა სიმაღლითაც მოიხსენიებენ შენობას, როგორც მაღლივს.

როდესაც სიხისტის ბირთვს შევუხამებთ კარკასულ სისტემას, ასეთი გადაწყვეტილებით ჰორიზონტალური დატვირთვების დროს ვერტიკალურ ელემენტებსაც ჩავრთავთ მუშაობაში, რითაც შენობა საკმაოდ დიდ სიხისტეს იღებს და, შესაბამისად, უფრო მდგრადია (სურ.5).



სურ.5. დატვირთვების გადანაწილების სქემა

ყოველივე ეს ხელს შეუწყობს შენობის კარგად მუშაობას სეისმური დატვირთვების მიმართ, ასევე თავიდან ავიცილებთ დამატებით მგრეხ მომენტებსაც. როგორც კონს-ტრუქციულად დიდი დატვირთვას ატარებს ბირთვი შენობაში, ისე მისი გამოყენება ხდება კომუნიკაციების განსალაგებლად. მაგალითად, ამ სივრცეში ხშირად ათავსებენ ლიფტებს, კიბეებს, სხვა კომუნიკაციებს და ა.შ.

სიხისტის ბირთვის სხვა კონსტრუქციებთან შეხამებით, ვიღებთ რამდენიმე ტიპის კონსტრუქციულ სქემას, რომლებიც გავრცელებულია სხვადასხვა ქვეყანაში.

მაღლივი შენობების დაპროექტება მოითხოვს ძალიან დიდ ცოდნასა და გა-მოცდილებას. ჩვენთვის ყველასათვის კარგად არის ცნობილი, რომ მაღლივი შენობების მშენებლობის ხარჯები მნიშვნელოვნად დიდია, რაც გამოწვეულია როგორც ტექნო-ლოგიური, ისე კონსტრუქციული გადაწყვეტის სირთულით.

დღეის მდგომარეობით, მაღლივი შენობების დაპროექტებასა და გაანგარიშებაში დიდი წვლილი შეიტანა და გაამარტივა სხვადასხვა საინჟინრო პროგრამის არსებობამ, რომლებიც დროს ზოგავს და ამავე დროს საშუალებას იძლევა, თვალსაჩინოდ დავინახოთ შენობის ქცევა სხვადასხვა ტიპის დატვირთვისას.

3. დასკვნა

მსოფლიოში აგებული რკინაბეტონის მაღლივი შენობების კონსტრუქციული სის-ტემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათი გადაწყვეტა, ძირითადად, დამოკიდებულია ობიექტის სიმაღლეზე.

მაღლივი შენობის კონსტრუქციული სქემის შერჩევაზე გავლენას ახდენს, აგრეთვე, ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა მშენებლობის რაიონის სეისმური, საინჟინრო-გეოლოგი-ური პირობები, ატმოსფერული და, პირველ რიგში, ქარის გავლენა, არქიტექტურულ-გეგმარებითი მოთხოვნები.

ლიტერატურა

1. სეისმომედეგი მშენებლობა - პნ 01. 01. 09.
2. ა. სოხაძე, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, მ. ჭანტურია, გ. გურეშიძე. რკინაბეტონის კონსტრუქციები , II ნაწილი. თბილისი: სტუ, 2011 წ.
3. გ. კობიძე, მ. ყურაშვილი. ნაგებობათა სეისმომედეგობა. თბილისი: მეცნიერება, 2001. 180 გვ.
4. ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, მ. ჭანტურია, მ. მუხიგულიშვილი. სამშენებლო კონს-ტრუქციების სეისმომედეგობა. სტუ, 2018 წ. - 102 გვ.

უაკ 624.04

თანამედროვე შენობა - ნაგებობების კონსტრუირების სპეციფიკა და სტრუქტურული ანალიზი

ლ. ბალანჩივაძე, გ. გოქსაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *განხილულია თანამედროვე მშენებლობის ინდუსტრიაში ე.წ. გამორჩეულ ნაგებობათა შორის ყველაზე გავრცელებული სპორტული ნაგებობების კონსტრუირებისა და სტრუქტურული ანალიზის თავისებურებები.*

საკვანძო სიტყვები: *სტრუქტურა, სპორტული ნაგებობა, ტრიბუნა, სტადიონი.*

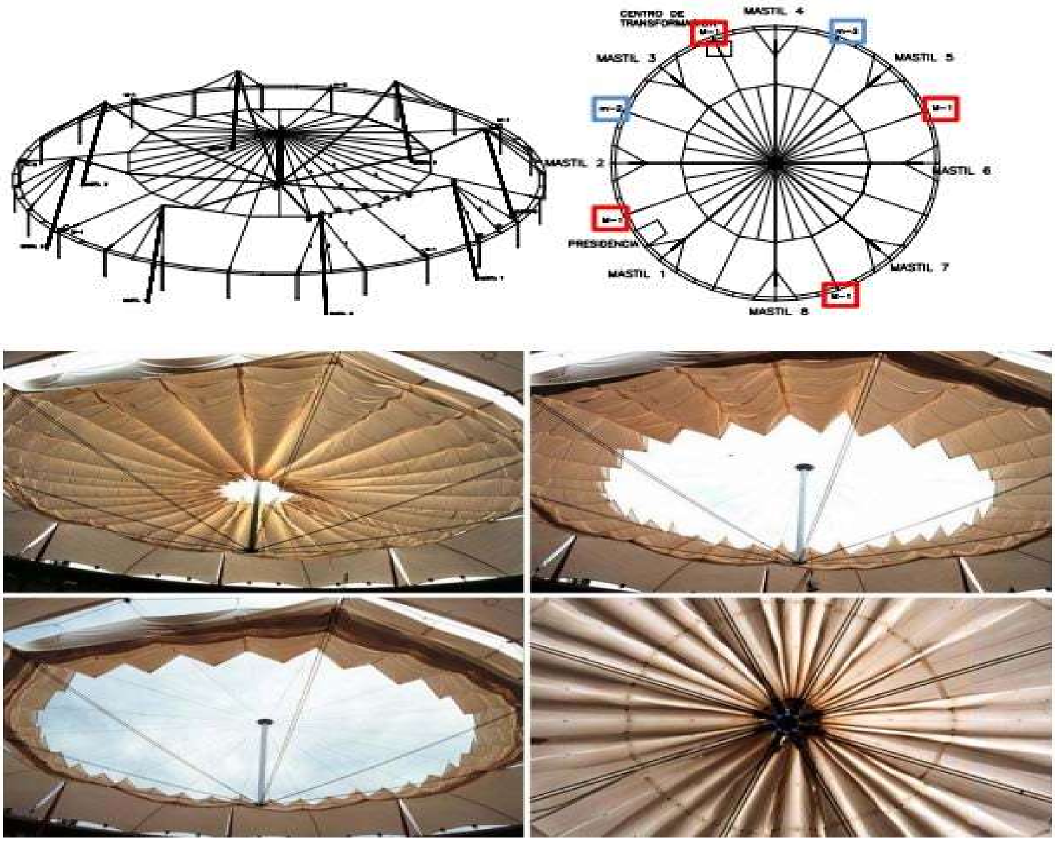
1. შესავალი

განვითარების საფეხურების მიხედვით, ადამიანის განვითარების ყოველ ეტაპზე სპორტული ნაგებობები იყო მაქსიმალური შესაძლებლობის ზღვარი, რომელსაც ადამიანი მშენებლობაში აღწევდა. ეს ახლა მაქსიმალური სიჩქარით მიმდინარეობს და ვფიქრობთ აუცილებელია შეძლებისდაგვარად ავუწყოთ ფეხი, შევაფასოთ, განვიხილოთ და გამოვიკვლიოთ. ამ შემთხვევაში, კონსტრუქციული და სტრუქტურული კუთხით, მზარდი ტემპი ყოველდღიურად ჩქარდება ნებისმიერი მშენებლობის და განსაკუთრებით სპორტულ ნაგებობათა მშენებლობისას. სპორტული ნაგებობები სპეციალიზებული შენობა-ნაგებობებია, სადაც შესაძლებელია მასიური ფიზიკურ-გამაჯანსაღებელი, სასწავლო-სავარჯიშო და სხვადასხვა სპორტული ღონისძიების გამართვა. სპორტული ნაგებობები არის: ძირითადი, დამხმარე და მაყურებელთა. კონსტრუქციული თავისებურების მიხედვით ისინი იყოფა: ღია (სუფთა ჰაერზე) – მარტივია მომსახურება და მსუბუქია დასაპროექტებლად, არ არის საჭირო გათბობა, ვენტილაცია და სხვა. დახურული – მდებარეობს შენობაში, ამიტომ მისი ექსპლუატაცია მთელი სეზონი გრძელდება, აქვს სირთულეები, მათ შორის კონფიგურაციის მხრივაც. მათი დაპრო-

ექტება თანამედროვე საინჟინრო პროგრამით ხდება. სტადიონი ქალაქის სპორტული ობიექტების ქსელის მთავარი ელემენტია, რომელიც განკუთვნილია სპორტის სხვადასხვა სახეობაში საგანმანათლებლო, სავარჯიშო და სადემონსტრაციო საქმიანობისათვის.

2. ძირითადი ნაწილი

შენობა-ნაგებობებზე თანამედროვე მოთხოვნების ზრდასთან ერთად გართულდა დაპროექტებაც და მხოლოდ სიდიადე და მასიურობა უკვე არ არის საკმარისი. ყველაზე მნიშვნელოვანია საშენი მასალებისადმი წაყენებული მოთხოვნები. სპორტულ ნაგებობებში გამოყენებულ საშენ მასალებს მოეთხოვება: დაბალი თბოგამტარობა; დაბალი ბგერაგამტარობა; მცირე ჰიგროსკოპიულობა; საკმარისი ჰაერგამტარობა (სურ.1).



სურ. 1.

სპორტულ ნაგებობათა ძირითადი ნაწილის სტრუქტურული გადაწყვეტა ფოლადისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ერთობლივ მუშაობაზეა დამყარებული, ასევე თანამედროვე ტენდენციებისაგან გამორჩეულია ე.წ. ტრანსფორმირებადი – გასაბერი, გასაშლელი კონსტრუქციები, გახშირდა ხის კონსტრუქციების გამოყენებაც, რომელიც გამორჩეულ არქიტექტურულ გარემოს ქმნის. აღსანიშნავია გასაბერი კონსტრუქციების უპირატესობა:

- სწრაფად აგებული სპორტული ნაგებობა არ საჭიროებს სავალდებულო საპროექტო ექსპერტიზას;
- პროექტის შემუშავებისა და წარმოების მაქსიმალურად მინიმალური ვადა;
- ნებისმიერი ტიპისა და ფორმის სახურავების შექმნა;
- აგების მაქსიმალურად მცირე დრო;
- ნებისმიერ საძირკველზე განთავსების შესაძლებლობა;
- შენობის ზომებისა და შიგა კონფიგურაციის შეცვლის შესაძლებლობა.

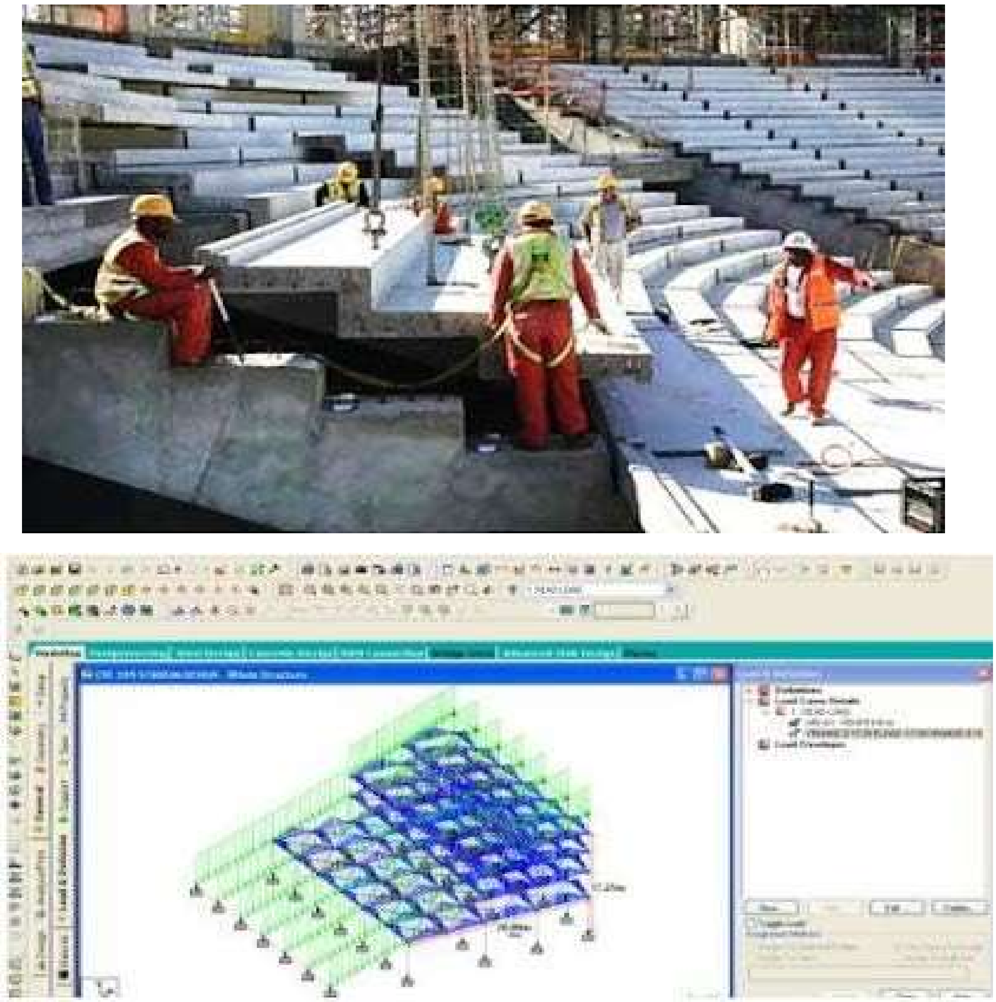
ექსპლუატაციის ეკონომიურობა:

- საიმედოობა და ხანგამძლეობა;
- სხვადასხვა საინჟინრო კომუნიკაციის განთავსების შესაძლებლობა;
- უნარი შეცვალოს სიგრძე და შიგა კონფიგურაცია;
- საინჟინრო სისტემების (განათების, გათბობის, ვენტილაციისა და ა.შ.) მონტაჟი;
- ნაგებობის ორივე მხარეს, ყველა ტიპის ჭიშკრისა და კარის მორგების შესაძლებლობა;
- ეკონომიკური გამოყენება;
- საიმედოობა და უსაფრთხო ექსპლუატაცია;
- ხანგამძლეობა, PVC ტიპის მასალის ექსპლუატაციის ვადა 15 წელზე მეტია.

სპორტულ ნაგებობებში ხშირად გამოიყენება ასევე ანაკრები კონსტრუქციები. ჩვენს პრაქტიკაში მონოლითური მშენებლობის გახშირების მიუხედავად, სპორტულ ნაგებობებში ანაკრები კონსტრუქციები მსოფლიო მასშტაბით ისევ აქტუალურია, განსაკუთრებით ტრიბუნები.

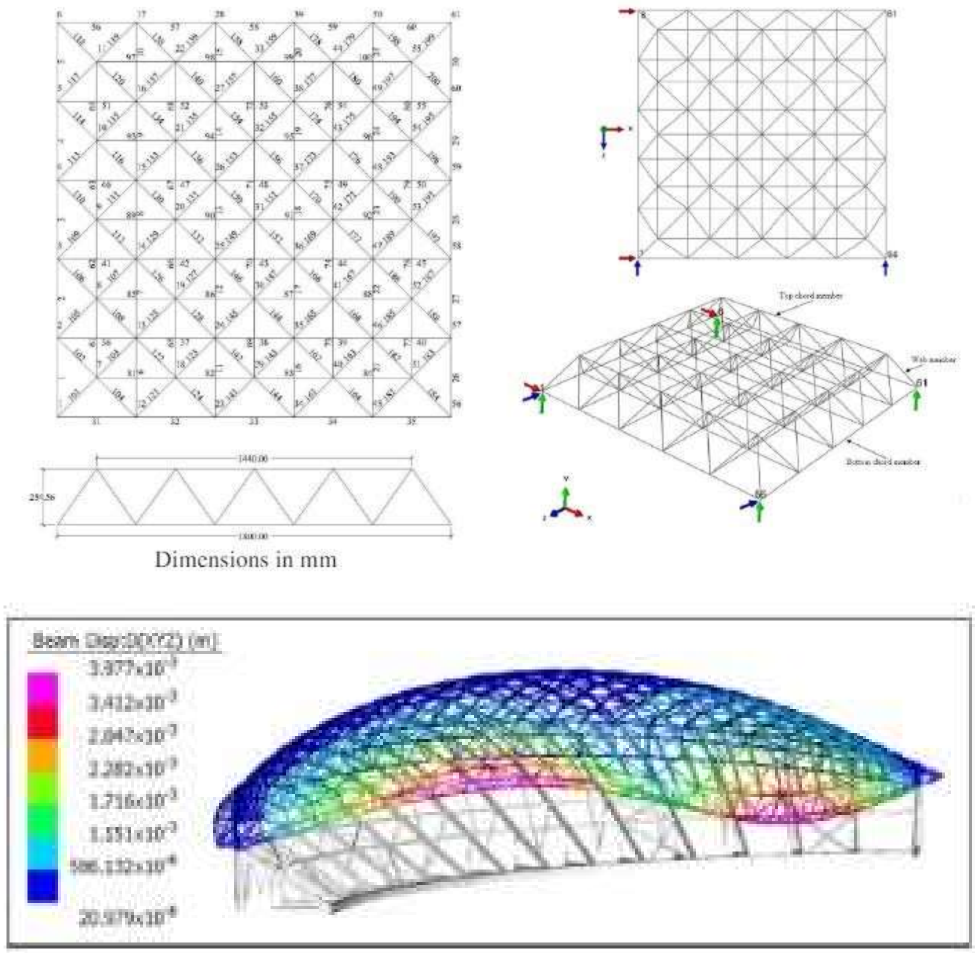
მათი მათემატიკური მოდელირება ან სტრუქტურული ანალიზი აქტუალური და საინტერესოა, რომელთა უფრო დეტალური კვლევა იქნება შემდგომში, თემის ძირითად თავებში. ტრიბუნების ანალიზისას მნიშვნელოვანია ვიბრაციის გათვალისწინება სრუ-

ლად დატვირთულ მაყურებელთა შემთხვევაში, მიუხედავად იმისა, რომ ავარიის შემთხვევები იშვიათია. თუმცა ასეთ დროს ზარალი ძალიან დიდია, ამიტომ საჭიროა მიზეზების თავიდან აცილების საშუალებების გათვალისწინება ყოველი ახალი პროექტის საწყის ეტაპზე, რათა საბოლოოდ თავი ავარიდოთ არასასურველ სიტუაციებს.



სურ. 2

ხშირ შემთხვევაში, სტადიონების გადახურვა ხდება ფოლადის კონსტრუქცებით, რომელთა სტრუქტურული ანალიზი დაპროექტების ძირითადი ნაწილია. რამდენიმე ტიპის სქემა წარმოდგენილია ფოტოზე (სურ.3). თანამედროვე პროგრამული უზრუნველყოფა საშუალებას გვაძლევს დეტალურად განვიხილოთ კონსტრუქციის ყველა საჭირო მონაცემი.



სურ. 3

თანამედროვე სპორტული ნაგებობების დეტალური შესწავლის შედეგად მივიღებთ ინფორმაციას, რომლის საშუალებითაც ფეხს ავუწყობთ თანამედროვეობის ახალ და საინტერესო ტენდენციებს სპორტული ნაგებობების კონსტრუირებისას და მოვახდენთ ანალიზს იმ სტრუქტურულ სქემებზე, რომლებიც რეალობაში, შეცვლილი მოთხოვნების მიხედვით, უფრო და უფრო რთულდება, თუმცა მარტივდება სტრუქტურული ანალიზი, პროგრამული მხარდაჭერის საშუალებით.

3. დასკვნა

თანამედროვე ტენდენციები მსოფლიოს სპორტული ნაგებობების დაპროექტებისა და სტრუქტურული სქემების შერჩევისას უფრო და უფრო რთული ხდება, თუმცა

მარტივდება სტრუქტურული ანალიზი, საინჟინრო პროგრამული მხარდაჭერის საშუალებით.

ლიტერატურა

1. Jim Puhalla, Jeff Krans, Mike Goatley., A Manual for Design, Construction and Maintenance, 1999 -464p.
2. Peter Culley, John Pascoe Stadium and Arena Design, ISBN-13 : 978-0727757906, Hardcover, 2015 -264 pages.
3. Martin Wimmer, Stadium Buildings: Construction and Design Manual, ISBN-13:978-38692241522016, 2016-304p.

უაკ 624.05

ავარიული შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის ღონისძიებები

მ. ჭანტურია, გ. იაშვილი

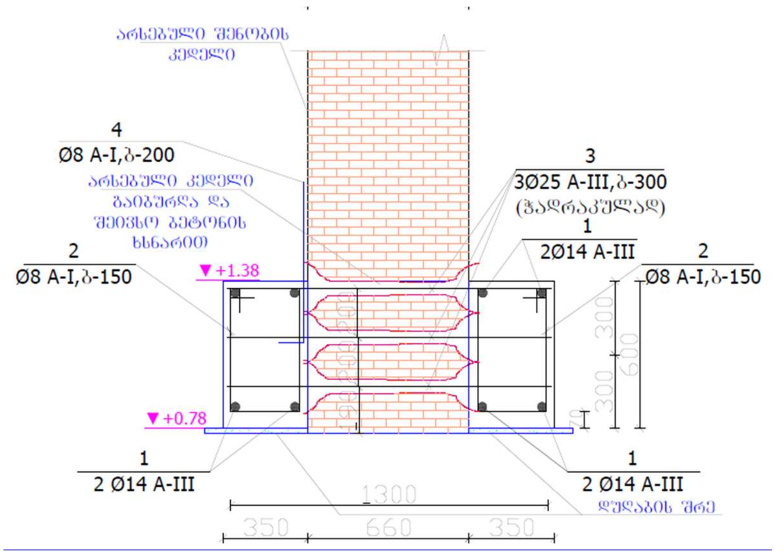
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *განხილულია შენობა-ნაგებობების რეკონსტრუქციის აუცილებლობა, რომელიც გამოწვეულია მრავალი ფაქტორით. მთავარ ფაქტორად შეიძლება დასახელდეს შენობა-ნაგებობის კონსტრუქციების ფიზიკური და მორალური ცვეთა, ასევე მნიშვნელოვანი მიზეზია მათი არასწორი ექსპლუატაცია. ფიზიკური ცვეთა გამოიხატება მზიდი და შემზღუდი კონსტრუქციულ მასალების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დაქვეითებაში, სამშენებლო ნორმებით გათვალისწინებულ მნიშვნელობებთან შედარებით.*

საკვანძო სიტყვები: *რეკონსტრუქცია; ფიზიკური ცვეთა; ხიმინჯი; კონსერვაცია.*

1. შესავალი

საქართველოში განლაგებული შენობა-ნაგებობების რეკონსტრუქციის ძირითად მიზეზად გვევლინება სეისმურ რაიონებში სამშენებლო წესებისა და ნორმების შეცვლა. კერძოდ, 1980 წლამდე აღნიშნული ტერიტორია მიეკუთვნებოდა 7-ბალიან სეისმურ ზონას, დღეისათვის 8–9 ბალს შედგენს. აღნიშნული მიზეზის გამო შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე განთავსებული ყველა შენობა-ნაგებობა საჭიროებს საკონტროლო კონსტრუქციულ გადაანგარიშებას და (საჭიროების შემთხვევაში) მზიდი კონსტრუქციების სათანადო გაძლიერებას (სურ.1).



სურ.1. აგურის კედლების გაძლიერება

2. ძირითადი ნაწილი

ექსპლუატაციის ვადა – კალენდარული დროის მონაკვეთი, რომლის გასვლის შემდეგ შენობაზე სხვადასხვა სახის დატვირთვის ზემოქმედებისაგან შენობის მზიდი კონსტრუქციები (საძირკვლები, კარკასი და მზიდი კედლები) ვეღარ პასუხობს წაყენებულ არქიტექტურულ და კონსტრუქციულ მოთხოვნებს და მისი ექსპლუატაცია დაუშვებელია, ხოლო აღდგენა-რეკონსტრუქცია, ეკონომიკურ-ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, არარენტაბელური (ანუ რეკონსტრუქციის ღირებულება ახალი შენობის აშენების ღირებულების 70 %-ზე მეტია) [1].

შენობის ფიზიკური (მატერიალური) ცვეთა არის დატვირთვების და ზემოქმედების შედეგად მზიდი კონტრუქციების ან ცალკეული ელემენტების მასალების ფიზიკურ–მექნიკური მახასიათებლების თანდათანობითი დაქვეითება (დაქვეითება დროში). კონსტრუქციული ელემენტების უმრავლესობა ნორმატივებით განსაზღვრულ ვადაში არ განიცდის ფიზიკურ ცვეთას. ასეთ შემთხვევაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შენობის **მორალური ცვეთა**. შენობა–ნაგებობის საექსპლუატაციო ვადის ერთ-ერთი განმსაზღვრელი ფაქტორია „ეკონომიკური პირობითი ვადა", რომლის ამოწურვის შემდეგ საჭიროა ძირითადი, მზიდი კონსტრუქციების რეკონსტრუქცია.

მთლიანი გამოკვლევა ტარდება ისეთ შენობა-ნაგებობებში, რომელთათვის საიმედოობის კოეფიციენტი დანიშნულების მიხედვით ერთის ტოლია, არ არსებობს საპროექტო დოკუმენტაცია, კარკასის მზიდ კონსტრუქციებზე აღმოჩენილი დეფექტები ძლიერ ამცირებს ზიდვის უნარს, სხვადასხვაა ერთი სახეობის კონსტრუქციის ან მათი ელემენტების მასალების თვისებები, სხვადასხვაა კონსტრუქციაზე დატვირთვის ზემოქმედება და ფიქსირდება არახელსაყრელი საექსპლუატაციო პირობები [2].

ძველ თბილისში სახლების უმრავლესობა სავალალო მდგომარეობაშია და სასწრაფოდ ესაჭიროება აღდგენა-რეკონსტრუქცია. შენობის აღდგენა-რეკონსტრუქციის დაწყებამდე აუცილებელია გამოვიკვლიოთ შენობის საძირკველი და მზიდი კედლები, შემდეგ ჩავატაროთ გამაგრებითი სამუშაოები. სანამ აღდგენით სამუშაოებს დავიწყებთ, აუცილებელია საძირკვლის ქვეშ საფუძვლის გამოკვლევა და გაძლიერება. მე-2 სურ-ზე მოცემულია გასაძლიერებელი შენობის მზიდ კედლებზე ფანჯრებისა და კარების ღიობების გამაგრების სქემა.

სურ. 2. ღიობების მოჩარჩოება

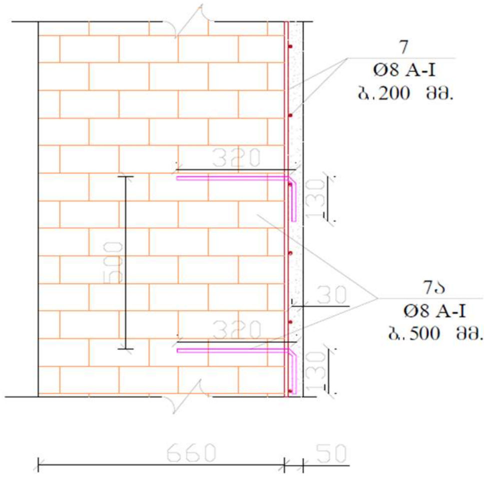
არსებობს რამდენიმე ტექნოლოგია, რომლითაც შესაძლებელია აღსადგენი შენობის საძირკვლის ქვეშ ფუძე-გრუნტის გაძლიერება. ფუძე-გრუნტის გამკვრივების მეთოდი დამოკიდებულია გრუნტის სტრუქტურაზე, დონეზე, გრუნტის წყლების ქიმიურ შედგენილობასა და მისი მოძრაობის სიჩქარეზე. ფუძე-გრუნტის გაძლიერების მეთოდები შემდეგია: 1) წყობის გამაგრება; 2) საძირკვლის საყრდენი ფართობის გაზრდა; 3) საძირკვლის ჩაღრმავება; 4) დატვირთვის გადაცემა გრუნტის ქვედა შრეებზე. ცხრილში მოცემულია გრუნტის გამკვრივების რეკომენდაციები სტრუქტურის მიხედვით.

გრუნტის სახეობა	მეთოდი	ფილტრაციის კოეფიციენტი მ/დღე-ღამეში	გრუნტის გამკვრივების რადიუსი, მ	გამკვრივების შემდეგ გრუნტის სიმკვრივე, მპა	გრუნტის გამკვრივების სანიმუშო ღირებულება, 1მ-ის
ხრეშოვანი და კლდოვანი ბზარებიანი ქანები, მშრალ და წმ. ნაჯერ მდგომარეობაში, მსხვილ ფრაქციული ქვიშები	ცემენტაცია, ბიტუმიზაცია.	80-200	0,3-15	1-4,0	10
წვრილმარცვლოვანი ქვიშა	გაფისვა	0,5-5,0	0,5-5,0	1,5-2,5	40-50
წვრილი ქვიშა, მშრალი ან წყალნაჯერი მტვერისებრი ქვიშა, ქვიშნარი, ლიოსი და ლიოსის მაგვარი თიხნარი	ერთხსნადი სილიკატიზაცია	0,5-5,0 0,1-2,0	0,3-1 –	1,8-2,8 0,6-2,5	10-35 10+35
მსხვილი და საშვალო მარცვლოვანი ქვიშა მშრალ ან წყალნაჯერ მდგომარეობაში	ორხსნადი სილიკატიზაცია	2-80	0,3-1	2,5-6,5	10-35
წყალნაჯერი წვრილმარცვლოვანი ქვიშა და ქვიშნარი	ელექტრო სილიკატიზაცია	0,01-0,5	0,3-1	0,5-1,6	10+35
ლიოსი, ლიოსისებრი ქვიშა, თიხნარი, შავი მიწა	თერმული წესი	0,1-ზე ნაკლები	1-1,5	1-4,0	10
თიხნარი,შლამი, მცურავი ქანები	ელექტრო ქიმიური წესი	10-2-10-6	0,3-1,0	–	50+60
წყალნაჯერი თიხნარიანი გრუნტი	ქვიშნარის ხიმინჯები, მუყაოს დრენები	5-50	1-5	–	--
ქვიშნარი გრუნტში	კოლმატაციის მეთოდი	0,012-0,00005	0,1-0,3	–	--

საიმედო საძირკველი მტკიცე და მდგრადი შენობის გარანტიას იძლევა, ხოლო სუსტი განიცდის დეფორმაციას და დაშლამდე მიჰყავს მიწისზედა ნაწილი. კაპიტალური რემონტის დროს საძირკვლის გასამაგრებელი სამუშაოები ტარდება შემდეგ შემთხვევებში: ა) საძირკვლის წყობის ელემენტების ან დუღაბის დაშლისას, რაც გამოწვეულია ხანდაზმულობით ან ტენის ზემოქმედებით; ბ) საძირკვლის არათანაბარი ჯდომისას, რისი მიზეზიც შეიძლება გახდეს გრუნტის წყლის დონის დაწევა ან სხვა შენობის ახლოს აშენება; გ) საძირკვლის ბალიშის გაყინვის ზონაში განლაგება; დ) სარინელის უხარისხობის გამო საძირკვლის გამორეცხა; ე) საძირკველზე დატვირთის გაზრდა, რემონტის, დაშენების ან შენობის ფუნქციის შეცვლის გამო; ვ) საძირკვლის შეუსაბამო ამტანუნარიანობა ფაქტობრივ დატვირთვასთან.

კედლების დეფორმაციებს მიეკუთვნება ბზარები ზღუდარში, კედლებში, შუაკედლებში, ვერტიკალიდან გადახრა, წყობის რიგების დაშლა, გარეთა ფენის ჩამოშლა კედლებზე და სხვა. კედლების დეფორმაციის მიზეზის დადგენის შემდეგ, ხასიათის შესაბამისად, ირჩევენ სამუშაოს წარმოების ამა თუ იმ მეთოდს. მე-3 სურ-ზე მოცემულია ერთ-ერთი ასეთი მეთოდი. კაპიტალური რემონტის დროს სამუშაოები წარმოებს კედლების მზიდი თვისებების აღსადგენად, რომლის დროსაც აძლიერებენ ან ცვლიან

დაზიანებულ კონსტრუქციებს, კედლებს ამაგრებენ დამძაბავი ტვირთით, ფოლადის კუთხოვანებისგან დამზადებული კარკასით და დასაბმელი სარტყლით [3].



სურ.3. კედლების არმატურის ბადით გაძლიერების კვეთი

3. დასკვნა

ძველი ისტორიული მნიშვნელობის შენობა-ნაგებობების აღდგენა-რეკონსტრუქციისას, ასევე ახალი შენობების მშენებლობისას ეფექტურია შემსუბუქებული ჰორიზონტალური კონსტრუქციული ელემენტების (კოჭები, ფილები) გამოყენება. ეს ამცირებს შენობის წონას, იძლევა ბეტონის მასალის ეკონომიას და ასევე ზრდის შენობის სეისმომედეგობას, რადგან სეისმური ძალის ვერტიკალური მდგენელი შენობა-ნაგებობის წონის პირდაპირპროპორციულია.

ლიტერატურა

1. საქართველოს სამშენებლო ნორმები და წესები. ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები. პ.ნ. 03.01.-07.თბილისი, 2007.

2. ლ. კახიანი, ლ. ავალიშვილი, ლ. ბალანჩივაძე. რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტება ევრონორმების მიხედვით. თბილისი: სტუ, 2017. – 226გვ.

3. ა. სოხაძე, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, მ. ჭანტურია, გ. გურეშიძე. რკინაბეტონის კონსტრუქციები, II ნაწილი. თბილისი: სტუ, 2012 . – 92გვ.

უაკ 624.21/.8

დიდმალიანი კონსტრუქციები საქალაქო ხიდმშენებლობაში

მ. ჭანტურია, ლ. ჩიქვინიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *განხილულია სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებასთან დაკავშირებულ მეგაპოლისებში ხიდების მშენებლობის საკითხები, რომლებიც გადატვირთულ გზებზე გადაადგილებისას გამოიყენება და დიდ კვანძებს ქმნის. ხიდების მრავალი სახეობა არსებობს, ესენია: თაღოვანი, ვანტური, კოჭოვანი, კიდური, გასახსნელი – გზაგამტარი. აშენებული ხიდები გარემოს საერთო მახასიათებელი და სამოქალაქო ინჟინერიის ერთ-ერთი მთავარი ელემენტია. ხიდის დიზაინის ძირითადი პრინციპი დამოკიდებულია მზიდ კონსტრუქციაზე. ხიდის დიზაინის არჩევანი განისაზღვრება სიმაღლით, გრუნტის პირობებით და საჭირო სიგანით.*

საკვანძო სიტყვები: *მეგაპოლისი; ხიდი; გზაგამტარი; ესტაკადა; ვიადუკი.*

1. შესავალი

თანამედროვე ხიდების სახეობა მეტად მრავალფეროვანია. მათი კლასიფიკაცია შეიძლება სხვადასხვა თვალსაზრისით მოხდეს. დანიშნულების მიხედვით ძირითადი რკინიგზისა და ავტოსაგზაო ხიდებია. ხიდი თითქმის ყველა მდინარის განუყოფელი ნაწილია, ის ხელს უწყობს დაბრკოლების გადალახვას, მისი წყალობით მანძილი იკლებს და „ა“ წერტილიდან „ბ“ წერტილამდე გადაადგილებას უფრო სწრაფს და კომფორტულს ხდის. ხიდი ხელოვნური ნაგებობაა, რომელიც გადაჭიმულია მდინარეზე, ხეობაზე, ტბაზე ან ნებისმიერ სხვა ფიზიკურ დაბრკოლებაზე; კაცობრიობის ერთ-ერთი უძველესი საინჟინრო გამოგონებაა. გზაზე გადებულ ხიდს გზაგამტარს უწოდებენ, ხოლო ხეობაზე ან ვარდნილზე გადაჭიმულს – ვიადუკს. ყოველი ხიდი შედგება ორი მთავარი ნაწი-

ლისაგან – მალის ნაშენი და საყრდენი. მანძილს საყრდენებს შორის ხიდის მალი ეწოდება. ხიდის საყრდენები ორგვარია – ნაპირა და შუალედი. ნაპირა საყრდენებით ხიდი სანაპიროებს უკავშირდება. თუ ხიდის საყრდენები და მალის ნაშენი სხვადასხვა მასალისაგანაა გაკეთებული, ხიდი იწოდება იმ მასალის მიხედვით, რა მასალითაც არის გაკეთებული მალის ნაშენი. ხიდის კონსტრუქცია დამოკიდებულია მის ფუნქციასა და ლანდშაფტის ბუნებაზე, სადაც უნდა გაიდოს (სურ.1).

სურ.1. თაღოვანი ხიდი მდ. რეინზე (გერმანია)

2. ძირითადი ნაწილი

თაღოვანი ხიდების ასაშენებლად გამოიყენება ფოლადი, თუჯი, რკინაბეტონი. ამ ტიპის ხიდების მშენებლობის პირველი მასალები იყო ქვები, რიყის ქვები ან მათგან შემდგარი მონოლითური ბლოკები. თაღოვანი ხიდის კონსტრუქციის მეთოდი საყრდენებს იყენებს თითოეულ ბოლოზე, რომელიც მოღუნული თაღის ფორმისაა. თაღოვანი ხიდები მუშაობს ხიდის წონისა და ტვირთის ნაწილობრივი გადატანით, ჰორიზონტალური ბიძგით, რომელიც ორივე მხრიდან საყრდენებით შეზღუდულია. გრძელი ხიდის შემთხვევაში შეიძლება გაკეთდეს თაღების სერია, თუმცა დღეს ჩვეულებრივ გამოიყენება სხვა უფრო ეკონომიური ნაგებობები, რადგან თაღოვანი ლითონის ხიდის

მშენებლობისთვის პროექტის ღირებულების დაახლოებით ნახევარი თვით ლითონის ღირებულებაა. ამ ახალი მასალების დანერგვა საშუალებას იძლევა თაღოვანი ხიდები იყოს უფრო გრძელი. პირდაპირი დაწევის ნაცვლად თაღოვანი ხიდის დატვირთვა ხდება თაღის მრუდის გასწვრივ, თითოეულ ბოლოში საყრდენებისკენ. წონა საყრდენებს გადაეცემა ორივე ბოლოში, სადაც ისინი დაკავშირებულია და მიმაგრებული საყრდენებზე (სურ.2)[1,3].

სურ. 2. თაღოვანი ხიდი

კიდული ხიდების სამშენებლო ძირითადი მასალა ამ შემთხვევაში ფოლადი და რკინაბეტონია. სტრუქტურები აღმართულია იმ ადგილებში, სადაც შეუძლებელია შუალედური საყრდენების დაყენება. საყრდენი ელემენტია კაბელებით (ტროსებით) დაკავშირებული პილონები, ხიდის წონასწორობის მდგომარეობისა და სიმტკიცის შესანარჩუნებლად. პილონები დამონტაჟებულია მოპირდაპირე ნაპირებზე (სურ.3).

სურ.3. კიდული ხიდი პორტუგალიაში

კოჭოვანი ხიდების ძირითადი სამშენებლო მასალაა ფოლადი და რკინაბეტონი. სტრუქტურები აღმართულია იმ ადგილებში, სადაც შესაძლებელია შუალედი ბურჯების მოწყობა. საყრდენი ბურჯები მიმაგრებულია ხიმინჯოვან საძირკველზე, ხოლო წინასწარდაძაბული არმატურისგან ჩამოსხმული რკინაბეტონის კოჭები რიგელებზე გრძივად გაიდება. საქართველოში რკინაბეტონის კოჭოვანი ხიდების მშენებლობა ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებულია, რადგან გაცილებით ეკონომიურია, ვიდრე თაღოვანი ან ლითონის კონსტრუქციის ხიდები და მათი ექსპლუატაციაში შეყვანა ნაკლებ დროს მოითხოვს (სურ. 4) [2,3].

სურ.4. E-60 მაგისტრალი, მდ. ქსანზე არსებული ხიდის მონტაჟი

მნიშვნელოვანია ხიდების კლასიფიკაცია მათ მიერ გადალახული დაბრკოლების სახის მიხედვით. უმეტეს შემთხვევაში, ხიდები მდინარეებს კვეთს. ასეთი ნაგებობა საკუთრივ ხიდია. მისი ზომების განმსაზღვრელი პირობაა მდინარის ხარჯის დაუბრკოლებელი გატარება. ხიდს, რომელიც ღრმა ხევს ან ხეობას გადახურავს, ვიადუკი ეწოდება. ამ შემთხვევაში ხევში მომდინარე წყლის ნაკადი ხიდის ზომაზე გავლენას აღარ ახდენს – ისინი ხევის კონფიგურაციით განისაზღვრება. ვიადუკები ხშირად გვხვდება მთიან რაიონებში. ზოგიერთ შემთხვევაში, ხიდი კეთდება შემხვედრი გზის გადასაკვეთად. ასეთ ხიდს გზაგამტარი ეწოდება (სურ.5) [3].

სურ.5. გზაგამტარი

არის შემთხვევები, როდესაც გზას არავითარი საგანგებო დაბრკოლება არ ხვდება – ის შეიძლება ვაკისზე მოეწყოს; მაგრამ ეკონომიკური მიზნით უფრო ხელსაყრელია ხიდის გაკეთება. ამ შემთხვევაში ხიდს ესტაკადა ეწოდება (სურ.6).

სურ.6. ვაშლიჯვრის ესტაკადა

3. დასკვნა

როგორც განხილული ნაშრომიდან ჩანს, ხიდის დიზაინის ძირითადი პრინციპები დამოკიდებულია მზიდ კონსტრუქციაზე, მის დანიშნულებასა და ადგილმდებარეობაზე. ხიდის დიზაინის არჩევანი განისაზღვრება სიმაღლით, გრუნტის პირობებით და საჭირო სიგანით. საძირკვლის მშენებლობა პირველი ნაბიჯია ხიდის მშენებლობისკენ. ეს პროცესი მოიცავს ხიდის უბნის დეტალურ გეოტექნიკურ გამოკვლევას. უნდა შეირჩეს

ხიდის საძირკვლის ტიპი, როგორიცაა ხიმინჯოვანი, ქვის წყობის და ღია. თითოეული საძირკველი შესაფერისია ნიადაგის სპეციფიკური ფენებისა და სასურველი ხიდის მახასიათებლებისთვის. ნიადაგის მახასიათებლები განსაზღვრავს დატვირთვისა და სხვა მნიშვნელოვან პარამეტრებს.

ლიტერატურა

1. საქართველოს სამშენებლო ნორმები და წესები. ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები. პ.ნ. 03.01.-07.თბილისი, 2007.
2. ა. სოხაძე, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, მ. ჭანტურია, გ. გურეშიძე. რკინაბეტონის კონსტრუქციები , II ნაწილი. თბილისი: სტუ, 2012. – 92გვ.
3. გ. კიზირია, ა. სოხაძე. ხელოვნურ ნაგებობათა განვითარება, სახეები და დანიშნულება. თბილისი: სტუ, 2004. -206 გვ.

უაკ 628.8

შენობათა თბური დაცვა პლინტუსური გათბობის მოწყობის დროს

მ. გრძელიშვილი, ა. კოპალიანი, ს. გოდერძიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *განხილულია წყლით გათბობის პლინტუსური სისტემის მოწყობის და თბური კომფორტის უზრუნველყოფის თავისებურებები.*

მიღებულია შემომზღუდი კონსტრუქციის საჭირო თერმული წინააღმდეგობის გამოსათვლელი გამოსახულება კონსტრუქციაზე დაფენილი გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედების დროს.

საკვანძო სიტყვები: *თბური ჭავლი; პლინტუსური გათბობა; თბური კომფორტი; თბოგადაცემა; თერმული წინააღმდეგობა; კონვექცია; გამოსხივება.*

1. შესავალი

ევროპარლამენტის დირექტივების (1) თანახმად, სულ უფრო მეტი ყურადღება ეთმობა ნაგებობებში ენერგორესურსების დაზოგვას და მათ რაციონალურ ხარჯვას, რადგან სწორედ შენობებია ქვეყნის ენერგორესურსების ყველაზე დიდი მომხმარებელი და, შესაბამისად, გარემოს ყველაზე უფრო დამაბინძურებელი წყაროები. 2050 წლისათვის ევროკავშირის მთელ ტერიტორიაზე ყველა შენობა თითქმის ნულოვანი ენერგომოთხოვნილების უნდა იყოს, რაც, შენობათა თბური დაცვის მახასიათებლების გაუმჯობესების გზით, მათ ენერგოეფექტურობის გაზრდას გულისხმობს. ეს უკანასკნელი მკაცრ მოთხოვნებს უყენებს შენობათა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემებს. ამ სისტემებმა თბური ენერგიის რაციონალურ ხარჯვასთან ერთად უნდა უზრუნველყოს სათავსებში მაქსიმალური თბური კომფორტი.

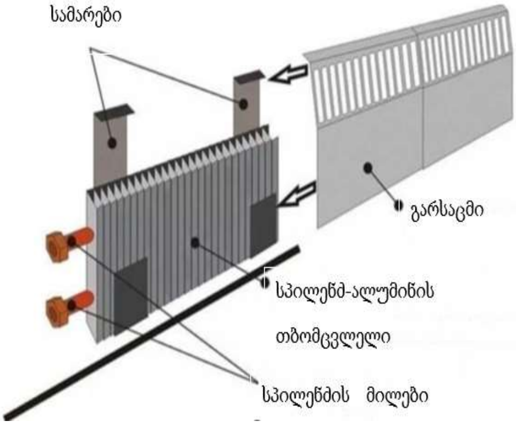
ამ მიზნით იდეალურია სათბობი სისტემები, რომლებიც, შემომზღუდი კონსტრუქციის თბურ დაცვასთან ერთად, სასიამოვნო ტემპერატურულ გარემოს ქმნის. ასეთი

სისტემების ერთ-ერთი ნაირსახეობაა პლინტუსური გათბობა, რომლის მოქმედება დაფუძნებულია დაფენილი ანუ ნახევრად შემოსაზღვრული ჭავლების შენობებში გავრცელების კანონზომიერებაზე.

2. ძირითადი ნაწილი

პლინტუსური გათბობის სისტემაში სათბობ ხელსაწყოად სათბობი პლინტუსი გამოიყენება, რომელიც სპილენძის სახურებელი მილია ალუმინის გაწიბოვნებით და დეკორატიული დაფარვით (სურ.1). ეს ხელსაწყო, რომლის სისქე 3 სმ-ს არ აღემატება, ხოლო სიმაღლე 14 სმ-ს, პლინტუსის სახით განლაგებულია ვერტიკალური შემომზღუდი (სურ.1) კონსტრუქციის ძირში, იატაკთან მთელ პერიმეტრზე (სურ.1, ბ). ამ ე.წ. ხაზოვანი თბური წყაროს ირგვლივ, მისი გახურების შედეგად, წარმოიქმნება თბური ანუ გრავიტაციული ჭავლი, რომელიც, კოანდას ეფექტის თანახმად, წვება რა ვერტიკალური კედლის ზედაპირზე, ქმნის თბურ ფარდას (ეკრანი), რომელიც წინააღმდეგობას უქმნის სათავსიდან ზედაპირისაკენ მიმართულ თბურ ნაკადს და აკავებს. ეს თბური ნაკადი შემომზღუდი კონსტრუქციიდან უკვე აღარ გაედინება გარემოში, არამედ, პირიქით, გრავიტაციული ჭავლისაგან გამთბარი ზედაპირი, რომლის ტემპერატურაა $\tau_ზ$, გამოსხივებით გადასცემს სითბოს სათავსში განლაგებულ ზედაპირებს, რომელთა ტემპერატურა სათავსის ჰაერის $t_ჰ$ ტემპერატურის ტოლია. ამ გარემოების გამო, პლინტუსური გათბობა სხივურ ანუ რადიაციულ გათბობის სისტემებს მიეკუთვნება.

ა)



ბ)

სურ.1. პლინტუსური გათბობის სისტემა: ა - სამონტაჟო სქემა; ბ - სათბობი პლინტუსი

პლინტუსური გათბობის სისტემები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერ სათავსში (საცხოვრებელი სახლები, ოფისები, საგამოფენო დარბაზები, კაფე-რესტორნები, ეკლესიები და სხვა), სადაც კი პლინტუსი გაკეთდება.

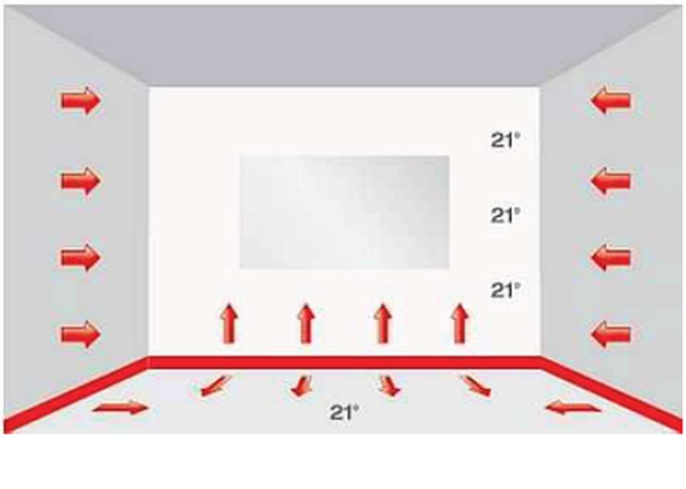
გათბობის პლინტუსური სისტემები სათავსში სითბოს თანაბრად ანაწილებს. სათავსის მთელ მოცულობაში ტემპერატურა ერთნაირია, გამორიცხულია კონდენსატის წარმოქმნა შემომზღუდი კონსტრუქციის ზედაპირსა და სიზრქეში, ასევე გამორიცხულია მტვრის და სხვადასხვა სახის მიკრობის გადაადგილება.

უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს მისი შედარებით მაღალი პირველადი ღირებულება ან სათავსის გადატვირთვა ავეჯით, უშუალოდ შემომზღუდ კონსტრუქციასთან.

პლინტუსური გათბობის სისტემები შეიძლება იყოს როგორც წყლის, ისე ელექტრო. მათი ზედაპირის ტემპერატურა 35–80 ^{0}C-ის ფარგლებშია, რაც საუკეთესო პირობებს ქმნის თბური ტუმბოების მუშაობისთვის, რომლებიც სითბოს გენერირებას განახლებადი ენერგიის ხარჯზე ახდენს. მე-2 სურ-ზე ნაჩვენებია პლინტუსური გათბობის პრინციპული სქემა. ამ დროს სათბობ პლინტუსთან წარმოქმნილი თბური ჭავლი წვება შემომზღუდი კონსტრუქციის ზედაპირებზე და ათბობს მას ისე, რომ დაცული იყოს პირობა:

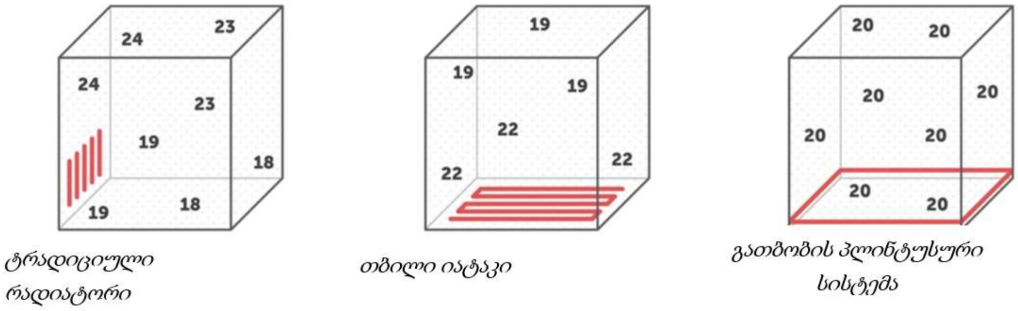
$$\tau_{ შ} > t_{ შ} \qquad (1)$$

ამ დროს ზედაპირი სათავსს სითბოს გადაცემს გამოსხივებით, რაც გამორიცხავს სათავსში ჰაერის კონვექციურ დინებას და, შესაბამისად, დისკომფორტული ზონის წარმოქმნას (სურ.2).



სურ.2. სათავსის გათბობის პრინციპული სქემა პლინტუსური სისტემის მოწყობისას

პლინტუსური გათბობის მოწყობისას სათავსის მთელ მოცულობაში ტემპერატურა თანაბრად ნაწილდება (სურ.3).



სურ.3. ტემპერატურის განაწილება სათავსში სხვადასხვა სახის გათბობის სისტემებისათვის

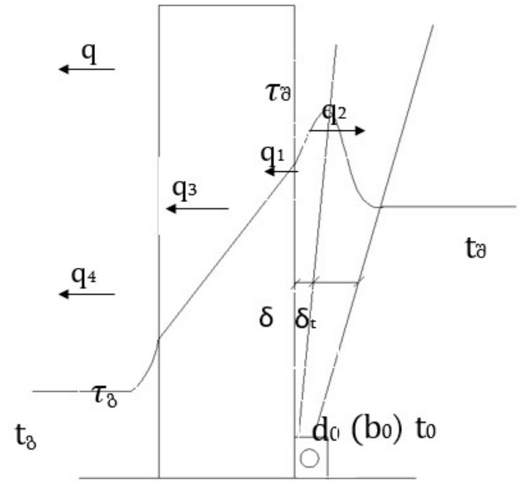
რადიატორული ან იატაკის გათბობის სისტემების გამოყენებისას ტემპერატურული გრადიენტი მნიშვნელოვანია სათავსის როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით, რაც ხშირად ვერც სანჰიგიენურ და ვერც თბოტექნიკურ მოთხოვნებს ვერ აკმაყოფილებს.

მიუხედავად იმისა, რომ პლინტუსური სისტემა კონსტრუქციულად ნაკლებად განსხვავდება წყლით სათბობი სხვა სისტემისგან, შემომზღუდი კონსტრუქციის ზედა-პირთან თბოგაცემის პროცესი სულ სხვა ბუნებისაა, ვიდრე თბოგაცემის საერთოდ მიღებული მოდელი, რომელიც შემომზღუდი კონსტრუქციის შიგა ზედაპირებთან ბუ-ნებრივი (გრავიტაციული) კონვექციით არის გამოწვეული.

მე-4 სურ-ზე ნაჩვენებია შემომზღუდი კონსტრუქციის თბოგადაცემის სქემა, როდე-საც ამ კონსტრუქციაზე ზემოქმედებს გრავიტაციული ჭავლი, რომელიც სათბობ პლინ-ტუსთან წარმოიქმნება:

$$\tau_{შ} > t_{შ}$$

შემომზღუდი კონსტრუქციის შიგა ზედაპირებთან წარმოქნილი ჭავლი ქმნის ერთიან ჭავლურ სასაზღვრო შრეს, რომელიც კედლისპირა და გარე შრეებისგან შედგება. δ და $\delta_{ჭავ}$ სისქის კედლისპირა შრეში თბოგაცემა ამ შრის თბოგამტარობით განისაზღვრება.



ნახ.4. შემომზღუდი კონსტრუქციის თბური დაცვა პლინტუსური გათბობის დროს

სასაზღვრო შრის მოძრაობისა და ენერგიის განტოლებების ამოხსნით, სათანადო სასაზღვრო პირობების დაცვით, შემომზღუდი კონსტრუქციის შიგა ზედაპირებთან თბოგაცემის საანგარიშო კრიტერიალური განტოლება მივიღეთ:

$$Nu=0.21Gr_0^{1/3}\left(\frac{d_0}{x}\right)^{1/4}\left(\frac{t_0-t_w}{t_0-t_\infty}\right)^{1/3}, \qquad (2)$$

სადაც Nu_0 არის ნუსელტის უგანზომილებო კრიტერიუმი და იგი თბურ ნაკადთან (q_w) შემდეგი გამოსახულებითაა დაკავშირებული:

$$Nu_0=\frac{q_w d_0}{\theta_{m\lambda}}; \qquad (3)$$

$\Delta t=t_m-t_0$– ტემპერატურული სხვაობა ჭავლის მაქსიმალურ ღერძულ ტემპერატურასა და სათბობი პლინტუსის ზედაპირის ტემპერატურას შორის;

Λ –კედლისპირა სასაზღვრო შრის თბოგამტარობის კოეფიციენტი;

d_0– მსაზღვრელი ზომა (დიამეტრი ან ჭავლის გამოდინების კვეთი);

$Gr=\frac{g\beta\Delta t^{1/3}}{\upsilon^2}$ – გრასჰოფის უგანზომილებო კრიტერიუმი, რომელიც ახასიათებს ტემპერატურათა სხვაობით გამოწვეულ ამწევ ძალას (ბუნებრივი კონვექციისთვის დამახასიათებელი).

თუ (3) ფორმულიდან გამოვთვლით თბური ნაკადის (q_w) სიდიდეს, უკვე გვეცოდინება იმ სითბოს რაოდენობა, რომელიც სათბობმა პლინტუსმა უნდა მიაწოდოს სათავსს. ამ თბური ენერგიის ნაწილი რადიაციით მიეწოდება სათავსს, ნაწილი კი კედ-

ლის სიზრქის გავლით გარემოს გადაეცემა. თუ კედლის ზედაპირის ტემპერატურა ($\tau_{შ}$) სათავსის ტემპერატურის ($t_{შ}$) ტოლია, მაშინ ზედაპირიდან სათავსს სითბო აღარ მიეწოდება და პლინტუსის მიერ მიწოდებული სითბო მთიანად გარემოში გაედინება.

სათავსის თბური დატვირთვის განსაზღვრისათვის საჭიროა გამოვთვალოთ კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტი K [ვტ/მ^2^{0}C] ან მისი შებრუნებული სიდიდე, კედლის თერმული წინააღმდეგობა R [მ^2^{0}C/ვტ].

შემომზღუდი კონსტრუქციის შიგა ზედაპირზე კუთრი თბური ნაკადის სიდიდე კონვექციით და გამოსხივებით გადატანილი თბური ნაკადების ჯამის ტოლია, ე.ი.

$$q=\alpha_{კ}(t_m-\tau_{შ})+\alpha_{გამოსხ.}(t_0-\tau_{შ}). \qquad (4)$$

ამ გამოსახულების მარჯვენა მხარე გავამრავლოთ და გავყოთ $\alpha_{კ}+\alpha_{გამოსხ.}$ სიდიდეზე, მაშინ

$$\alpha_{კ}(t_m-\tau_{შ})+\alpha_{გამოსხ.}(t_0-\tau_{შ})=(\alpha_{კ}+\alpha_{გამოსხ.})\left[\frac{\alpha_{კ}t_m\pm\alpha_{გამოსხ}t_0}{\alpha_{კ}+\alpha_{გამოსხ}}-\tau_{შ}\right]. \qquad (5)$$

აღვნიშნოთ

$$\frac{\alpha_{კ}t_m+\alpha_{გამოსხ.}t_0}{\alpha_{კ}+\alpha_{გამოსხ.}}=t_{პირ} \qquad (6)$$

ანუ შიგა ჰაერის პირობითი ტემპერატურა და

$$\alpha_{კ}+\alpha_{გამოსხ}=\alpha_{პირ} \qquad (7)$$

კედლის შიგა ზედაპირთან თბოგაცემის პირობითი კოეფიციენტი, მაშინ თბური ბალანსის განტოლება ზედაპირთან გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედების დროს ასე ჩაიწერება:

$$\frac{t_{პირ}-t_{გ}}{\frac{1}{\alpha_{პირ.}}+R_0+\frac{1}{\alpha_{გამოსხ.}}}=\alpha_{პირ.}(t_{პირ.}-\tau_{შ}). \qquad (8)$$

აქ მარცხენა მხარის მნიშვნელი შემომზღუდი კონსტრუქციის სრული თერმული წინააღმდეგობაა; თუ დავუშვებთ შიგა ზედაპირის ტემპერატურას, წინასწარ მივიღებთ შემომზღუდი კონსტრუქციის საჭირო თერმული წინააღმდეგობის გამოსათვლელ ფორმულას, მასზე დაფენილი ჭავლის ზემოქმედების დროს:

$$R_0^{საჭ}=\frac{t_{პირ}-t_{გ}}{\alpha_{პირ}(t_m-\tau_{შ})+\alpha_{გამოსხ}(t_0-t_m)}. \qquad (9)$$

ამრიგად, მივიღეთ გამოსახულება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გამოვთვალოთ შემომზღუდი კონსტრუქციის თბოგადაცემა მასზე გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედებისას და სათანადოდ განვსაზღვროთ სათავსის თბური დატვირთვა პლინტუსური გათბობის მოწყობის დროს.

3. დასკვნა

ენერგოეფექტური მშენებლობა თანამედროვე სამშენებლო დარგის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ინოვაციური მიმართულებაა და გულისხმობს შენობებში თბური ენერგიის რაციონალურ ხარჯვას და მაქსიმალურად კომფორტული გარემოს შექმნას.

მაქსიმალური თბური კომფორტი მიიღწევა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემების, თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით.

პლინტუსური გათბობის სისტემა, სხვა სისტემებთან შედარებით, თბური კომფორტის უზრუნველყოფის მაღალი მახასიათებლებით გამოირჩევა.

განვიხილეთ პლინტუსური სათბობი სისტემების გამოყენებისას დაფენილი გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედება შემომზღუდ კონსტრუქციებზე და მივიღეთ თბური დაცვის ძირითადი მახასიათებლების, შემომზღუდი კონსტრუქციის საჭირო თერმული წინააღმდეგობის გამოსათვლელი ფორმულა, აგრეთვე სათავსის თბური დატვირთვის განსაზღვრა პლინტუსური სისტემის გამოყენებისას.

ლიტერატურა

1. მ. გრძელიშვილი, ა. კოპალიანი, ს. გოდერძიშვილი. შემომზღუდი კონსტრუქციების თბური დაცვა გრავიტაციული ჭავლებით. ჟურნალი „მშენებლობა“ #3(52) 2019.
2. Fuβleitenheizung/Sockelleistenheizung.Bosy-online.de 2022.
3. СП 50.13330.12 тепловая защита зданий М.2012.

უაკ 621.6

მაღლივი კორპუსების გაზმომარაგების პრაქტიკული კვლევების შედეგები

გ. ჭაღიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *გაზმომარაგება მნიშვნელოვანია ენერგეტიკასა და სოციალურ სექტორში. მიუხედავად იმისა, რომ ის აფეთქებასაშიშია, მაინც ფართოდ გამოიყენება როგორც მრეწველობაში, ისე საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის. გაზის მომხმარებელი შეიძლება იყოს ყველა ასაკის ადამიანი, ბავშვიდან დაწყებული ღრმა მოხუცამდე. აღნიშნულის გამო, უსაფრთხოების წესების დაცვას ძალიან სერიოზულად უნდა მოვეკიდოთ, რადგან შეიძლება პატარა შეცდომამ სავალალო შედეგამდე მიგვიყვანოს. სტატიაში განვიხილავთ ბუნებრივი გაზით მომარაგებას მაღლივ შენობებში – რას უნდა მიექცეს განსაკუთრებული ყურადღება, რათა არ გამოვიდეთ იმ ნორმებიდან, რომლებიც უსაფრთხოების წესებით არის განსაზღვრული და, ამავე დროს, არსებულ პირობებში როგორ გვიხდება ცხოვრება.*

საკვანძო სიტყვები: *გაზმომარაგება; მაღლივი კორპუსები; წნევათა სხვაობა; უსაფრთხოება; ნორმები; გაზრეგულატორები; გაზოპარატურა.*

1. შესავალი

ბოლო წლებში საქართველოში მომხდარ უბედურ შემთხვევებთან დაკავშირებით, გაზის მოხმარების მხრივ, პრაქტიკული კვლევა ჩავატარე თბილისის მასშტაბით საცხოვრებელი ფონდის სექტორში დაბალი წნევის გაზით მომარაგების ქსელზე და დაკვირვება მოვახდინე როგორც გაზის მოხმარების დინამიკაზე, ისე ქსელში ჰიდროსტატიკური წნევების ცვლილებაზე, რადგან, სწორედ უსაფრთხოების ნორმებიდან გამომდინარე, გაზმომარაგების დაბალი წნევის ქსელში ჰიდროსტატიკური წნევის სიდიდის

მაჩვენებლების გარდა, მკაცრად უნდა იქნეს დაცული ამ სიდიდეების ცვლილების ამპლიტუდა როგორც დროის, ისე სეზონის მიხედვით.

თუ გაზმანაწილებელ ქსელში გაზის ჭარბი წნევა 3000 პასკალია, მაშინ სათავსში, სადაც გაზს ვაწოდებთ თუ გაზის ქსელის ჰერმეტულობა დაირღვა, აფეთქებასაშიში ნარევი ვერ წარმოიქმნება, რადგან სათავსის ჰაერისა და გაზის წნევა გაუთანაბრდება ქსელში გაზის წნევას და სათავსში გაზის შემოდინება შეწყდება. ამ დროს გაზის პროცენტული შედგენილობა იქნება 3%, აფეთქების ქვედა ზღვარი – 5%. იმ შემთხვევაში, თუ გაზის ჭარბმა წნევამ 5000 პასკალს გადააჭარბა, უკვე ნარევი აფეთქებასაშიშია, რადგან ამ დროს გაზის პროცენტული შედგენილობა უკვე აფეთქების ქვედა ზღვარს გადააჭარბებს და საკმარისია ნაპერწკალი, რომ სათავსში აფეთქება მოხდეს. თეორიული მასალიდან ნათლად ჩანს, რომ აფეთქებები ვერ მოხდებოდა თუ ქსელში იქნებოდა ნორმით დადგენილი წნევა, ამიტომ კვლევისათვის სწორედ გაზის დაბალი წნევის ქსელი შევარჩიე.

2. ძირითადი ნაწილი

დასახლებული პუნქტები, გაზმომარაგების ქსელების წნევების მიხედვით, სამ ძირითად ჯგუფად იყოფა: დაბალი, საშუალო და მაღალი. მოსახლეობას ბუნებრივი გაზი მიეწოდება დაბლი წნევით – 3000 პასკალი (300მმ.წყ.სვ). გაზის წნევის რეგულირება ხდება სახლის ინდივიდუალური რეგულატორით ან გაზმანაწილებელი პუნქტებით, რომლის მოქმედების რადიუსი ერთ კილომეტრამდეა.

ბუნებრივი გაზის შედგენილობაში ძირითადი კომპონენტი მეთანია, ეთანისა და პროპანის რაოდენობა კი – საგრძნობლად მცირეა. აღნიშნულის გამო, მისი წონაც, ჰაერის წონასთან შედარებით, ნაკლებია. ბუნებრივი გაზის სიმკვრივე, ატმოსფერულ ჰაერთან შედარებით, ერთი და იგივე წნევის პირობებში თითქმის ორჯერ მცირეა. თუ დასახლებული პუნქტი მარაგდება დაბალი გაზის წნევის ქსელით, მასში წნევათა სხვაობა იცვლება ატმოსფერული ჰაერის წნევასთან შედარებით და დამოკიდებულია იმაზე, თუ ქსელის წერტილებს შორის დონეთა რა სხვაობაა:

$$\Delta P = g(\rho_{ჰ} - \rho_{გ})H,$$

სადაც ΔP წნევათა სხვაობაა;

$\rho_{ჰ} - \rho_{გ}$ – შესაბამისად, ჰაერისა და გაზის სიმკვრივე;

H – დონეთა სხვაობა გამანაწილებელ პუნქტსა და მომხმარებელს შორის;

g – დედამიწის მიზიდულობის ძალით გამოწვეული აჩქარება.

გაზმომარაგებაში წნევა უსაფრთხოების წესებით მკაცრად ლიმიტირებულია და, როგორც ფორმულიდან ჩანს, გაზის წნევის ცვლილება მით მეტია, რაც მეტია დონეთა სხვაობა გაზსადენის წერტილებს შორის და შეიძლება უსაფრთხოების ნორმების ფარგლებიდანაც კი გამოვიდეს, რაც გაზის ხელსაწყოს მუშაობის რეჟიმს დაარღვევს. აღნიშნული შემთხვევა ხშირად გვხვდება მაღლივი შენობების პირობებში, განსაკუთრებით მაშინ თუ ორივე ერთად არის გაერთიანებული. ასეთი შემთხვევები ხშირადაა საქართველოს ბევრ ქალაქში, სადაც გაზმანაწილებელი პუნქტი რელიეფის დაბალ წერტილშია, შენობა კი, რომელიც გაზით მარაგდება, მაღლობზე. ამ დროს გაზის მომხმარებელთან წნევა იზრდება. საპირისპირო ხდება, როდესაც გაზმანაწილებელი პუნქტი მაღლობზეა და მომხმარებელი კი – ქვედა ნიშნულზე.

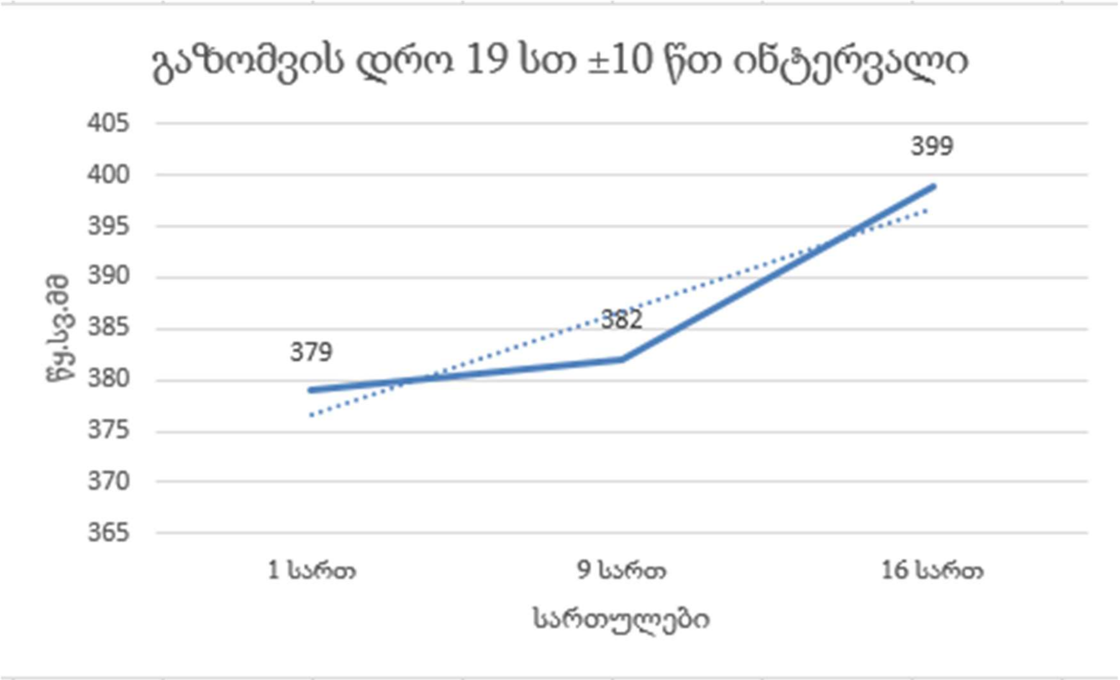
პრაქტიკული სამუშაო

საქართველოს დედაქალაქი გამოირჩევა მრავალი მაღლივი კორპუსით და ასევე ძლიერმთაგორიანი ლანდშაფტით. უდაბლესი წერტილი ზღვის დონიდან 321 მ-ია, ხოლო უმაღლესი 1200-ზე მეტს აღწევს. შესაბამისად, გაზმომარაგების ქსელიც არაერთგვაროვანი და საკმაოდ რთულია.

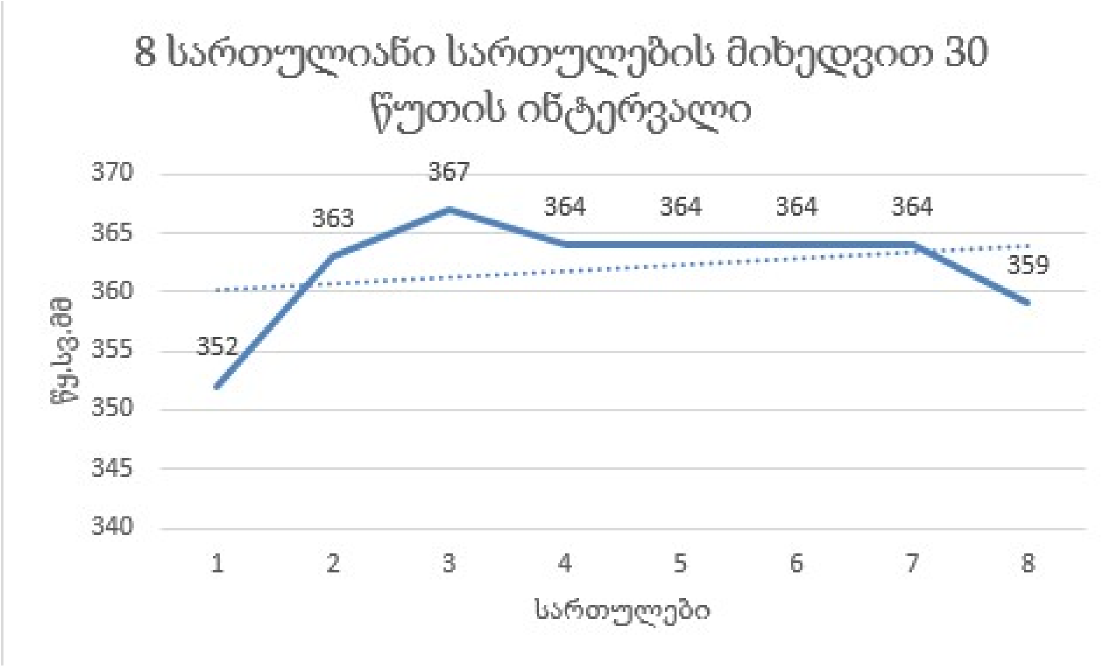
პრაქტიკული ღონისძიებისთვის შეირჩა რამდენიმე ლოკაცია ქალაქის სხვადასხვა უბანში, მაღლივი კორპუსების სხვადასხვა სართულზე, რათა დიფერენცირებულად, ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად გაგვეგო გაზის მომარაგების დინამიკა და (1) ფორმულაში მოყვანილი დამოკიდებულება რამდენად მუშაობს რეალობაში. ცდები ჩატარდა დაბალი წნევის საზომი ხელსაწყო PM510-ით, გამოყენებული იყო ელექტრონული ბარომეტრ-ალტიმეტრი, ჩაშენებული მობილურის აპლიკაციით. ცდებისას ყურადღება მიექცა დროის დინამიკას – ყველა ცდა იწყებოდა (17:00 სთ) და მთავრდებოდა (3:00 სთ) ერთსა და იმავე დროს. ასევე, წნევის მატების დინამიკის თვალ-

საზრისით გაიზომა მაღალსართულიანი კორპუსის ყველა სართული (8-სართულიანი, 16-სართულიანი).

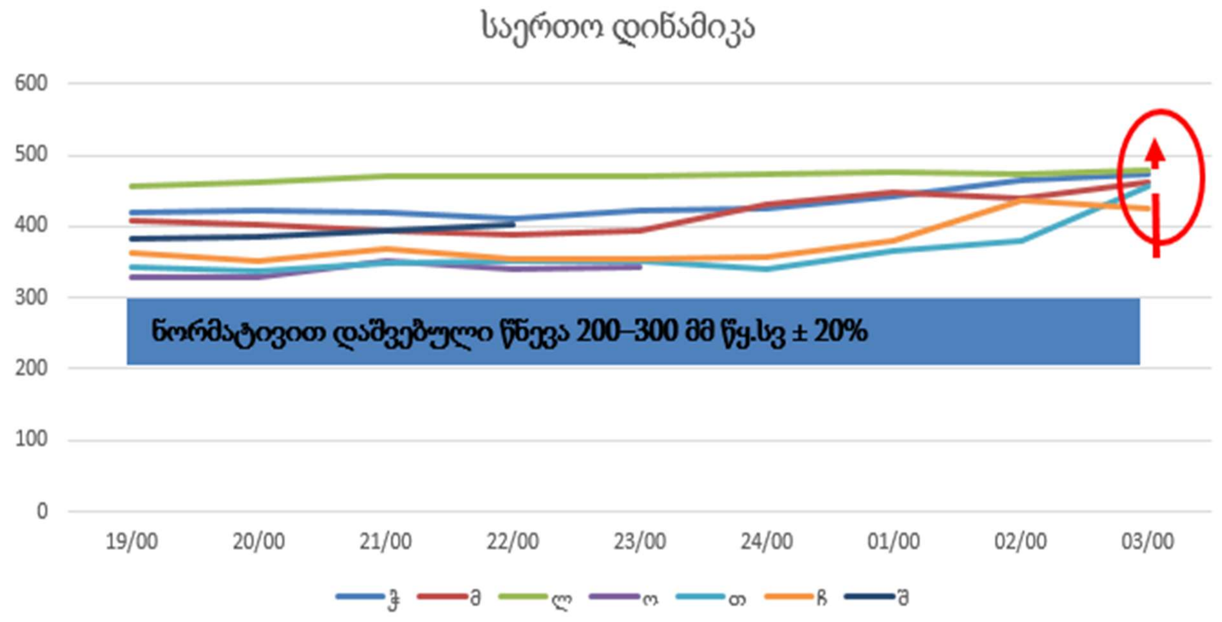
გრაფიკი 1



გრაფიკი 2



გრაფიკი 3 (ყველა გაზომვა ერთად)



3. დასკვნა

გრაფიკებში ნათლად ჩანს, რომ თბილისის უმეტეს ნაწილში დაბალი გაზსადენის წნევა დროის დინამიკაში იცვლება და ღამის საათებში მატულობს; უსაფრთხოებისთვის დადგენილ ნორმაში ფაქტობრივად ვერ ჯდება; მაღლივი კორპუსების ზედა სართულებზე (გრაფიკი 1) წნევა დრამატულად მატულობს და ისიც პიკის საათებში. თუ სხვა გაზომვების მიხედვით ვიმსჯელებთ, ღამის საათებში მაღლივი კორპუსის დაბალი წნევის გაზით მომარაგება შესაძლებელია კრიტიკულ ზღვარსაც კი გადასცდეს; ასეთი წნევით მომარაგებისას, გაზის მოხმარების აპარატების ექსპლუატაციის ხანგრძლივობა მცირდება; ადგილი აქვს გაზის არასრულ წვას, რაც იწვევს წვის პროცესის დაბალ მქ კოეფიციენტს და ადგილი აქვს CO მომწამვლავი აირების ემისიას.

ამრიგად, საჭიროა ინტენსიურად შემოწმდეს დედაქალაქის დაბალი წნევის გაზის ქსელის მარეგულირებელი პუნქტები და სადგურები, მაღლივ კორპუსებში კი (განსაკუთრებით 9 სართული და მეტი) დამონტაჟდეს დამატებითი გაზის მარეგულირებელი მოწყობილობები.

ლიტერატურა

1. Н. Л. Стаскеич. Газоснабжение городов. Том I. ст 414-423. 1954 Г;
2. А. А Ионин. Газоснабжение. ст 173–179. 1975 Г;
3. ა. მუსერიძე. აირმომარაგება. გვ 149–150. 1979 წ.;
4. შ. მესტვირიშვილი, ი. დენისოვა. გვ75–79. 2022 წ.
5. https://www.beswick.com/resources/the-basics-of-pressure-regulators/ წნევის რეგულატორების და დასავლური გაზმომარაგების სტანდარტების შესახებ.

უაკ 635.1/.8

სასათბურე და ღია გრუნტის ბაზაზე მოყვანილი კიტრის პროდუქტის ნედლეულისა და მისგან წარმოებული მარინადის ექსპერტიზა

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ზ. გელიაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, ქ. თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სოფლის მეურნეობის ინტენსიური ქიმიზაციისა და გაზრდილი ანთროპოგენური პროცესების ფონზე, კიტრის ნედლეულისა და მისგან წარმოებული მარინადების ბიოლოგიური სრულფასოვნებისა და ეკოლოგიური სისუფთავის დადგენის თვალსაზრისით, შესწავლილია პროდუქციის შედგენილობა დინამიკაში (დეკადების მიხედვით) ღია და დახურული გრუნტებისათვის (მუხრანი, მარნეული).*

საკვანძო სიტყვები: *ბიოქიმიური პარამეტრები; კიტრი; ეკოლოგიური სისუფთავე; შავმიწა და მდელოს ყავისფერი ნიადაგები.*

1. შესავალი

კაცობრიობა ბოსტნეულ კულტურებს საკვებად უხსოვარი დროიდან იყენებს. განუსაზღვრელია მათი როლი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის. მათი ერთ-ერთი სახეობაა კიტრი, რომელიც მთელი წლის განმავლობაში გამოიყენება. იგი გოგროვანთა ოჯახის წარმომადგენელია. კიტრი მნიშვნელოვანი საკვები კულტურაა, რომლის ნედლეული შეიცავს დიდი რაოდენობით წყალს (95 %-მდე), აგრეთვე კალიუმს, მაგნიუმს, რკინას, იოდს, ნახშირწყლებს, ვიტამინებს, აზოტოვან და უაზოტო ნივთიერებებს. ქიმიური შედგენილობა სეზონურად იცვლება დახურული და ღია გრუნტისათვის, რომელიც შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც ნედლეულის, ისე მარინადის სახით. თვით მარინადის რეცეპტურა მრავალგვარია და ტექნოლოგიურ პროცესზეა დამოკიდებული.

2. ძირითადი ნაწილი

სოფლის მეურნეობის ინტენსიური ქიმიზაციის, გაზრდილი ანთროპოგენური პროცესების ფონზე, კიტრის ნედლეულისა და მისგან წარმოებული მარინადების ბიოლოგიური სრულფასოვნებისა და ეკოლოგიური სისუფთავის დადგენის თვალსაზისით, შევისწავლეთ პროდუქციის შედგენილობა დინამიკაში (დეკადების მიხედვით) ღია და დახურული გრუნტისათვის (მუხრანი, მარნეული).

სასათბურე მეურნეობა ხელოვნურად შექმნილი სავეგეტაციო სახლია, სადაც ხელოვნურად შექმნილი გრუნტია გამოყენებული. იგი შეიცავს 20-25% გადამწვარ ნაკელს, 20-25% ფრეზირებულ ტორფს, 20-25% მინერალურ სასუქს და 25% გაცრილ ყომრალ ნიადაგს. ნაზავის არევის შემდეგ სათბურში ხდება მათი მოქანდაკება (გასწორება), ირიგაცია (მორწყვა), რაც დამოკიდებულია აბიოტურ ფაქტორებზე. ეს ფაქტორი განსხვავებულია და დამოკიდებული სათბურის ფართობზე. მიახლოებით იგი 150 – 200 მ^2-ის ტოლია, რომლის მორწყვა ხდება ტექნიკური ან სუფთა წყლით. სათბურში მინიმალური ტემპერატურა 14 ^{0}C-ია, ხოლო ოპტიმალური – 25 ^{0}C [1,2].

აღსანიშნავია, გაურკვეველი ადსორბენტებისა და დაუდგენელი ზრდის სტიმულატორების გამოყენებისა და პროლანგირებული სასუქების დოზების დარღვევის საკითხი, თუ გავითვალისწინებთ, რომ დღე აღნიშნული პროცესის მართვაში არ არის ჩართული ცენტრალური აგროქიმიური სამსახური და ყოველივე ფიტოსანიტარიით შემოიფარგლება.

შესწავლილია მუხრანსა და მარნეულში მოყვანილი კიტრის პროდუქცია მარტის, აპრილის, მაისის თვეებში, რომელშიც განისაზღვრა შემდეგი ხარისხობრივი პარამეტრები: წყლის შემცელობა 60^{0}C ტემპერატურაზე; ნედლი ნაცარი მშრალი მინერალიზაციის წესით; ნედლი ცხიმი სოქსლეტის მეთოდით; ნედლი უჯრედისი გენბერგ-შტომანის მეთოდით [3].

1-ელი ცხრილიდან ირკვევა, რომ სასათბურე მეურნეობისათვის ყველაზე მეტად მორგებულია შუშა კიტრის სახეობა, ვიდრე სხვა სახეობები. მაგალითად, მარტში, მუხრანის სათბურში თავისუფალი წყალი 96,2%-ია, მარნეულში – 96,3%. აპრილიში (მუხრანი) – 96% ანუ მარტთან შედარებით 0,2 %-ით იკლებს, ხოლო მარნეულში ამავე თვეში 95,8 %-ია. მაისში მუხრანის სასათბურე მეურნეობაში თავისუფალი წყალი

თითქმის 1,3%-ით მატულობს, ხოლო მარნეულის პირობებში – 0,1%-ით. სტანდარტის მიხედვით, ნედლი ნაცარი 0,4%-ია. მუხრანის სასათბურე მეურნეობაში მარტში იგი ა/უ 0,2 %-ია, თითქმის იგივე შედეგია მარნეულის შემთხვევაში, მაგრამ დინამიკაში, სტანდარტთან შედარებით, მაისში მუხრანის სასათბურე მეურნეობაში 1 %-ით მატულობს, ხოლო მარნეულის შემთხვევაში – 0,5%-ით.

ცხრილი 1

შუშა კიტრის მინერალური და ბიოქიმიური შედგენილობა დინამიკაში (სასათბურე მეურნეობა)

ნიმუშის აღების ადგილი	ჯიში	თავისუფალი წყალი				მშრალი ნივთიერება				ნედლი ნაცარი				ნედლი ცხიმი				ნედლი უჯრედისი			
		სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი		
			მარტი	აპრილი	მაისი		მარტი	აპრილი	მაისი		მარტი	აპრილი	მაისი		მარტი	აპრილი	მაისი		მარტი	აპრილი	მაისი
მუხრანი	შუშა კიტრი	95,3	96,2	96,0	94,0	4	0,9	0,9	1,3	0,4	0,2	0,28	0,3	0,07	0,03	0,04	0,06	0,7	0,3	0,5	0,7
მარნეული	შუშა კიტრი		96,3	95,8	95,2		0,7	0,9	1,0		0,18	0,30	0,35		0,04	0,05	0,05		0,2	0,4	0,6

ცხრილი 2.

მინდვრის კიტრის ნედლეულის მინერალური და ბიოქიმიური პარამეტრები დინამიკაში

ნიმუშის აღების ადგილი	ნიადაგის ტიპი	ჯიში	თავისუფალი წყალი 60°C				მშრალი ნივთიერება				ნედლი ნაცარი				ნედლი ცხიმი				ნედლი უჯრედისი			
			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი			სტანდარტი	შედეგი		
				V	VI	VII		V	VI	VII		V	VI	VII		V	VI	VII		V	VI	VII
მუხრანი	მდელოს ყავისფერი	მინდვრის	96	95	94	91	4	1	2	5	0,4	0,30	0,37	0,39	0,07	0,04	0,04	0,06	0,7	0,5	0,7	0,7
მარნეული	შავმიწისებრი	მინდვრის		94	95	90		2	1	6		0,36	0,36	0,4		0,04	0,05	0,05		0,4	0,6	0,7

რაც შეეხება ნედლ ცხიმს, რომლის ნორმა 0,07 %-ია, მარტში ანუ პირველ ნაყოფში არ ფიქსირდება. ხოლო აპრილსა და მაისში თავს იჩენს, თუმცა მიღებული რაოდენობა მცირეა. მუხრანის შემთხვევაში მცირე რაოდენობით – 0,006%, მარნეულში – 0,005 %. ნედლი უჯრედისის ნორმა 0,7 %-ია. თავდაპირველად იგი ძალიან მცირე რაოდენობითაა, რაც პირდაპირ-კორელაციურ დამოკიდებულებაშია მშრალ ნივთიერებასთან და ორივე სასათბურე მეურნეობაში თითქმის ერთი და იგივე რაოდენობის ზღვრებში მერყეობს (მუხრანი – 0,3%; მარნეული – 0,2 %). აპრილიდან იზრდება, რაც ნიშნავს, რომ მცირდება თავისუფალი წყლის შემცველობა, რაც კიტრის საგემოვნო თვისებებს აუმჯობესებს და უკვე მაისში მუხრანის პირობებში იგი 0,7 %-ია, ხოლო მარნეულის შემთხვევაში – 0,6 %.

უკვე შევისწავლეთა მუხრანისა და მარნეულის ღია გრუნტიდან აღებული ყავისფერი და შავმიწა ნიადაგების ქიმიური შედგენილობა.

ცხრილი 3

ყავისფერი და შავმიწა ნიადაგების ქიმიური ანალიზი ნაყოფიერების მიხედვით (ღია გრუნტიდან აღებული)

N	ნიმუშის აღების ადგილი	სიღრმე სმ	არის რეაქცია pH		ჰიდროლიზური აზოტი, მგ (100 გ ნიადაგზე)		მოძრავი ფოსფორი (100 გ ნიადაგზე)	
			შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა
1	მუხრანი	0-20 20-40	7,1 7,2	7,0 7,1	4,1 3,2	4 – 6 4 - 3	8,3 8,1 ღარიბი	9-10 <10-ზე ღარიბი
2	მარნეული	0-20 20-40	8,8 8,1	7,0 7,4	7,4 7,2	7,0-10 7,0-9,0 7,0-9	8,9 10,1	10-15 10-13

ნიადაგის ქიმიური ანალიზი ჩატარებულია სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ნიადაგის ქიმიური ნაყოფიერების სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიაში: 1. ჰიდრო-ლიზური აზოტი – ტიურინ-კონანოვის მეთოდით. მუხრანის ვაკის ნიადაგი (შესაბამისი ინდექსის თანახმად) ღარიბია შესათვისებელი აზოტით 0–20 სმ ფენაში (4,1მგ/გ), ხოლო 20-40 სმ-ზე – 3,2მგ/გ, რაც არ არის საკმარისი კიტრის ნედლეულის პროდუქტიულო-ბისათვის და აუცილებელია მინერალური სასუქების გამოყენება. 1 ჰა-ზე აზოტი ნაწი-ლობრივ ვეგეტაციის დასაწყისში 60%, ხოლო მასიური ყვავილობისას – 40%. სასუ-

ველია შარდოვანას გამოყენება დოზით 90 კგ/ჰა-ზე. რაც შეეხება მოძრავ ფოსფორს, რომელიც მაჩიგანის მეთოდით გაკეთდა, აქაც დეფიციტია და კულტივაციის დროს სასურველია მარტივი სუპერფოსფატის გამოყენება მთლიანი დოზით 90კგ/ჰა-ზე. რაც შეეხება გაცვლით კალიუმს იგი საშუალოდ არის უზრუნველყოფილი.

ბუნებრივია გაზაფხულის ბოლოდან ოქტომბრის შუა რიცხვებამდე კიტრის ნედლეული მოჰყავთ არა სასათბურე პირობებში (დახურული გრუნტის გზით), არამედ ბუნებრივად ეკოსისტემაში. მიუხედავად იმისა, რომ კიტრის კულტურა კარგად ეგუება სუსტ მჟავა, ნეიტრალურ და სუსტ ტუტე არის პირობებს, განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ნიადაგის ტიპს, რის გამოც შევისწავლეთ იგივე ლანდშაფტებზე (მუხრანი, მარნეული) კიტრის ნედლეულის პროდუქტიულობა მუხრანსა (ნიადაგის ტიპი მდელოს ყავისფერი) და მარნეულში (შავმიწა).

მოსახლეობის თითქმის 100 % ზაფხულის პერიოდში სარგებლობს მინდვრის კიტრით, ამიტომ საველე პირობებში მოყვანილ პროდუქციაში განისაზღვრა იგივე მაჩვენებლების დინამიკურობა მაისში, ივნისსა და ივლისში, რადგან სასათბურე მეურნეობაში მაისიდან თანდათანობით მცირდება აღნიშნული ნედლეულის რეალიზაცია. მუხრანის შემთხვევაში თავისუფალი წყლის შემცველობა მაისის თვეში 95%-ია და ნორმასთან შედარებით 1%-ით ნაკლები. კლების ტენდენცია გრძელდება და შეადგენს: ივნისში - 94 %, ივლისში – 91%. სწორედ ამ პერიოდში სჭირდება მორწყვა. აქედან გამომდინარე, მშრალი ნივთიერების რაოდენობა კანონზომიერად მატულობს. რაც შეეხება ნედლ ნაცარს, რომლის ნორმა 0,4 %-ია, თითქმის აკმაყოფილებს მისდამი წაყენებულ მოთხოვნებს. თუ მაისში მისი კუთრი წილი 0,36 %-ია, ივლისში – 0,39 % ანუ 0,03 %-ით მატულობს. ნედლი ცხიმის შემცველობა, რომლის ნორმა საერთაშორისო სტანდარტით მცირეა (0,07%), მერყეობს 0,04 % –0,05 %-მდე. მაგრამ მარნეულის შემთხვევაში იგი დადგენილი სტანდარტის ტოლია. მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ ნედლი უჯრედისის სტანდარტი 0,7 %-ია. ორივე ტიპის ნიადაგში იგი კანონზომიერად მატულობს, რაც 0,4 %-დან 0,7 %-მდე აღწევს, რაც ვიზუალურადაც შეიმჩნევა კიტრის ნედლეულში. ამჯერად შეგვიძლია აღვნიშნოთ, რომ როგორც მუხრანის, ისე მარნეულის საველე პირობებში მოყვანილი მინდვრის კიტრის მინერალური და ბიოქიმიური მაჩვენებლები სტანდარტით გათვალისწინებულ კანონზომიერებას ემორჩილება, რაც სავსებით აკმაყოფი-

ლებს მისდამი წაყენებულ მოთხოვნებს. ამას ემატება ის გარემოება, რომ ქვემო და შუა ქართლი მებოსტნეობის ეპიცენტრია.

ბოლო წლებში შეიმჩნევა ნიტრატების ჭარბი რაოდენობით დაგროვების ტენდენცია ბოსტნეულ კულტურებში, რომელიც მრავალი დაავადების რისკ-ფაქტორია. ჭარბი დაგროვების ძირითადი ხელშემწყობი ფაქტორია აზოტიანი სასუქების შეტანის ვადებისა და წესების დარღვევა.

ცხრილი 4

ნიტრატული აზოტის მონიტორინგი კიტრის ნედლეულში (დახურული გრუნტი)

N	ნიმუშის აღების ადგილი	სტანდარტი მგ/კგ-ზე	მარტი	აპრილი	მაისი
			მგ/კგ-ზე		
1	მუხრანი	300	500	450	345
2	მარნეული	300	525	400	360

ცხრილი 5

ნიტრატული აზოტის მონიტორინგი კიტრის ნედლეულში (მინდვრის პირობებში)

N	ნიმუშის აღების ადგილი	სტანდარტი მგ/კგ-ზე	მაისი	ივნისი	ივლისი
			მგ/კგ-ზე		
1	მუხრანი	150	315	205	145
2	მარნეული	150	325	193	139

გრანდვალიაჟუს მეთოდით შესწავლილია ნიტრატული აზოტის მონიტორინგი როგორც სასათბურე მეურნეობისათვის, ისე საველე პირობებში. რაც შეეხება დახურულ გრუნტს, მისი მაჩვენებელი მუხრანსა და მარნეულში საკმაოდ მაღალია – 500 – 525 მგ/კგ. აპრილში მცირედ ნაკლები – 400 – 550 მგ/კგ. ხოლო მაისის თვეში თითქმის სტანდარტით გათვალისწინებულ ნორმას უახლოვდება – 345–360 მგ/კგ.

რაც შეეხება ღია გრუნტს, კიტრში ნიტრატების ნორმა სტანდარტით 150 მგ/კგ-ია. მაისში საველე პირობებში მარნეულსა და მუხრანში ჯერ კიდევ მაღალი რჩება მისი შემცველობა – 315–325 მგ/კგ. ივნისში – 193 – 205 მგ/კგ. ხოლო ივლისში იგი სტანდარ-ტულია და ორივე რეგიონისათვის 139-145 მგ/კგ არ აღემატება. ამრიგად, ზუსტად უნდა იქნეს დაცული აზოტიანი სასუქების დოზები და ფართობის მიხედვით გაანგარიშებული შესაბამისი რაოდენობა, ნიადაგის ტიპისა და მცენარის მიერ მისი ბიოლოგიური გა-მოტანის გათვალისწინებით.

მძიმე ლითონები ბიოსფეროს განუყოფელი ნაწილია და მინიმალური რაოდენობით აუცილებელია როგორც უმაღლეს საფეხურზე მყოფი მცენარეებისათვის, ისე ცხოველებისა და ადამიანებისათვის. ნიადაგის ხსნარში მათი გადიდებული კონცენტრაცია მთლიანად აჩერებს მცენარის ფესვის ზრდას და ახმობს. აქტუალობიდან და ეკოლოგიური სისუფთავიდან გამომდინარე, შესწავლილია კიტრის ნედლეულში მძიმე ლითონების რაოდენობა. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში [6].

ცხრილი 6

მძიმე ლითონების შემცველობა კიტრის ნედლეულში სასათბურე და მინდვრის პირობებისათვის მოსავლის აღების შემდეგ

ნიმუშის აღების ადგილი	სპილენძი (Cu)			თუთია (Zn)			(As)			(Hg)			კადმიუმი (Cd)		
	ნორმა	დახ. გრუნტი	ღია გრუნტი	სტან.	დახ. გრუნ.	ღია გრუნ.	სტან.	დახ. გრუნ.	ღია გრუნ.	სტან.	დახ. გრუნ.	ღია გრუნ.	სტან.	დახ. გრუნ.	ღია გრუნ.
მუხრანი	5,5	4,8	3,0	5-10	7,0	2,8	0,2	0,02-0,05	0,008	0.002	არა	არა	0,1-0,3	0,06	0,001
მარნეული	5,0	3,8	2,3	5-10	5,0	2,8	0,18		0,007	0.002	-	-		0,05	0,001

გამოკვლეულ ნიმუშებში მძიმე ლითონები უმცირესი რაოდენობით აღმოჩნდა და ამ შემთხვევაში, ნიტრატული აზოტის შემცველობისაგან განსხვავებით, კიტრის პროდუქცია ეკოლოგიურად სუფთაა.

მზა პროდუქციის ხარისხის შეფასება ქიმიურ-ტექნოლოგიური და ბიოლოგიური კონტროლის დამამთავრებელი ეტაპია. საკონსერვო ქარხნის მიერ გამოშვებული მზა პროდუქტი აუცილებლად უნდა აკმაყოფილებდეს სახელმწიფო სტანდარტის მოთხოვნებს. მზა პროდუქტებზე დაწესებულ სტანდარტში გათვალისწინებულია შემდეგი პირობები: კონსერვის განსაზღვრა ანუ, სახელდობრ, რას გულისხმობს ესა თუ ის დასახელება (რისი კონსერვია); კლასიფიკაცია ნედლეულის სახის მიხედვით; ტექნიკური პირობები, რომელიც ითვალისწინებს ქილაში პროდუქტის (ბოსტნეული, ხილი) დაფასოების წესსა და რაოდენობას, ასევე კონსერვის შემცველი კომპონენტების რაო-

დენობრივ თანაფარდობას; შეფუთვისა და მარკირების წესი, ეტიკეტის არსებობა და წარწერა, ქილის ტარის გარეგნული ფორმა, სახე, გამოშვების თარიღი, ვადა.

კონსერვების წუნი – გამოიხატება ბომბაჟირების სახით: ფიზიკური - ადგილი აქვს კიტრის მარინადის ჭარბი რაოდენობით ჩალაგებას; ქიმიური – დამოკიდებულია კონსერვში მიმდინარე ქიმიურ გარდაქმნებზე; ბიოლოგიური – ყველაზე მეტად საშიშია და რომლის მიმართაც მიდრეკილება აქვს კიტრის, ბადრიჯნის და ლობიოს კონსერვებს, რომლის დროსაც მიკრობების მიერ გამოყოფილი ფერმენტები იწვევს საკვები ნივთიერებების გარდაქმნას, ხდება ცილის ჰიდროლიზი, წარმოიქმნება ტრიფტოპანი, რომლის შედეგია ბოტულიზმის ბაცილა და ეს ყოველივე ფატალური შედეგით მთავრდება. თუმცა ჩვენ მიერ შემოწმებული უკრაინული და მარნეულის მარინადები ხუფიანი, მოსახსნელი, ემალირებული სახურავებით საშიში არ არის. ექსპრეს მეთოდით განისაზღვრა როგორც აერობული, ისე ანაერობული მიკროფლორა. შტამი სუფთა აღმოჩნდა ყოველგვარი შეფერილობის გარეშე.

ცხრილი 7

ძირითადი მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების განსაზღვრა კიტრის მარინადში ექსპრეს მეთოდით

<table>
<tr><th rowspan="4">კიტრის მარინადი</th><th rowspan="4">ქვეყანა სახელწოდება შტრიხკოდი წონა</th><th rowspan="4">სტანდარტი</th><th colspan="6">მგ/ლიტრზე</th></tr>
<tr><th colspan="2">სტაფილოკოკი</th><th colspan="2">სალმონეზა</th><th colspan="2">შეხერიაზა</th></tr>
<tr><th colspan="4">აერობული</th><th>სტ.</th><th>ანაერ.</th></tr>
<tr><th>I განზ.</th><th>II განზ.</th><th>I განზ.</th><th>II განზ.</th><th>I განზ.</th><th>I განზ.</th></tr>
<tr><td>კიტრი საპიკულე</td><td>უკრაინა ,,ვაიკა“ შტრიხკოდი 460</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td></tr>
<tr><td>კიტრი საპიკულე</td><td>საქართველო მარნეული 460</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td></tr>
</table>

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ აღნიშნული პროდუქტი ეკოლოგიურად სუფთაა, სრულად არის სტერილიზებული და საკვებად ვარგისია.

კიტრის საგემოვნო თვისებებს განსაზღვრავს მისი რეცეპტურა, რომელიც ყოველი საწარმოსათვის განსხვავებულია, მაგრამ ძირითად ინგრედიენტებს წარმოადგენს ძმარი ან სორბინის მჟავა, მარილი, მარტივი ნახშირწყლები, ძირითადად გლუკოზის სახით,

დაფნის ფოთოლი. ბუნებრივი ემულგატორები მას უნარჩუნებს კონსისტენციას, სტრუქ-ტურას და უხანგრძლივებს შენახვის უნარიანობას.

ცხრილი 8

მარინადის ძირითადი ბიოქიმიური შედგენილობა

ნიმუში	წონა გ	საერთო ცილა		ცხიმი		%			
						მარტ. ნახშირწყლები (გლუკოზა)		NaCl	
		სტ.	შედ.	სტ.	შედ.	სტ.	შედ.	სტ.	შედ.
უკრაინა ,,ვაიკა" შტრიხკოდი 460	680	0-0,5	0	0	0	1,6-1,8	1,7	1,5	1,6
საქართველო მარნეული 460	6,8	0,5	0,5	0	0	1,6-1,8	1,5	1,5	3

მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ორივე მარინადში, სტანდარტთან შედარებით, ად-გილი აქვს ტექნიკურ გადახრას: ქართულ ენაზე არც ერთ მარინადს არ აწერია ინდექსი E ანუ გამოყენებული ემულგატორები, სახელდობრ ინდექსი - 200, რომელიც ხელს უწყობს პროდუქციის ხანგრძლივ შენახვას; E-500 ემულგატორი, რომელიც იცავს საკვები პროდუქტების სტრუქტურას; ინდექსი E–400 – სტაბილიზატორი, რომელიც პროდუ-ქციას კონსისტენციას უნარჩუნებს.

ორგანოლეპტიკურ მაჩვენებლებს განსაზღვრავს გარეგნული სახე, შეფერილობა, სუნი, გემო, კონსისტენცია. გადამუშავების პროდუქტების ორგანოლეპტიკურ შეფასებას აწარმოებენ საშუალო ნიმუშის აღებით და მისგან გამოყოფილი სადეგუსტაციო ეგზემპლარების გასინჯვით. საშუალო ნიმუშები აიღება შესაბამისი სახელმწიფო სტან-დარტისა და ტექნიკური პირობების მიხედვით [10, 11].

ორგანოლეპტიკის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ შემდეგი: სასათბურე მეურ-ნეობის კიტრი დაგემოვნებისას უფრო წყლიანია, ვიდრე ივლისის I ნახევარში აღებული. გარდა ამისა, გაცილებით მეტი საგემოვნო თვისებები და სუნი აქვს, რაც ბუნებრივი ბაქ-ტერიების (აბიოტური) ერთობლიობითაა გამოწვეული, რაც შეესაბამება მის სტრუქტუ-რასა და კონსისტენციას. მინდვრის პირობებში ხშირად ჩანს წყლის შემცირება და მშრალი ნივთიერების ნიშან-თვისებათა მეტი რაოდენობა [9, 10].

ცხრილი 9

მინდვრისა და საველე კიტრის ორგანოლეპტიკა

N	თვე	ფერი	სუნი	გემო	სტრუქტურა	კონსისტენცია
სასათბურე	მაისი	ღია მწვანე	საშუალოდ არომატული	საშუალოდ გამოხატული გემოვნებით	სწორი	ურღვევი
მინდვრის	ივლისი	მუქი მწვანე	სასიამოვნო შეგრძნებადი	არომატული	სწორი	ურღვევი, ძლიერი კონსისტენ-ციით

3. დასკვნა

კიტრის ნედლეული საქართველოს სინამდვილეში ტრადიციული კულტურაა, რომელიც მუდმივად გამოყენებადია წლის ნებისმიერ დროს, განსაკუთრებით ივნისის მეორე ნახევრიდან ოქტომბრის პირველ ნახევრამდე.

კარგად ეგუება ყველა ტიპის ნიადაგს (pH–6,9-7,8) გარდა ძლიერ მჟავა ნიადაგისა, როდესაც pH 4 – 5-მდეა.

კიტრის ნედლეული ბოტანიკური შედგენილობის გამო (ფუნჯა ფესვთა სისტემა) საკმაოდ მომთხოვნია მინერალური ფიზიოლოგიური კვების მიმართ, განსაკუთრებით ვეგეტაციის პირველ ფაზაში, რაც საჭიროებს მათ რაციონალურ გამოყენებას, ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით.

დახურულ გრუნტში მოყვანილი კიტრის ნედლეული შედარებით მცირე რაოდე-ნობით შეიცავს მინერალურ და ბიოქიმიურ პარამეტრებს და მასში ჭარბობს თავისუფალი წყალი, რომელიც სექტემბრის ბოლომდე იცვლება.

აბიოტური ფაქტორების ცვლასთან ერთად (ივლისი, აგვისტო, სექტემბერი) პრო-დუქციაში მცირედ იზრდება საერთო ქიმიური მაჩვენებლები, რაც საგემოვნო თვისე-ბებით გამოიხატება (სენსორული მეთოდი).

კიტრის ნედლეული მიდრეკილია ნიტრატების ჭარბი რაოდენობით დაგროვებისაკენ, რის გამოც დახურულ გრუნტში იგი გაცილებით მაღალია ღია გრუნტთან შედარებით. კიტრის ნედლეულში შეისწავლის მძიმე ლითონების შემცველობა, რაც მასში უმცირესი რაოდენობით აღმოჩნდა. ასევე არ აღმოჩნდა ფაკულტეტურ-აერობული და მეზოფილური ანაერობული მიკროფლორა.

ადგილობრივი კიტრის კულტურის ორგანოლეპტიკა საუკეთესოა ზაფხულისა და შემოდგომის დასაწყისში.

სამამულო კიტრის მარინადი (მარნეული) ხარისხობრივი მაჩვენებლებით აკმაყოფილებს კონდიციათა სისტემას, მაგრამ სასურველია ეტიკეტზე მონიშნებული იყოს წარწერა, რომელი მჟავაა გამოყენებული დამარინადების დროს. როდესაც შენახვის პერიოდი 2 წელია, სასურველია აღნიშნული იყოს ის ძირითადი ემულგატორები, რომელიც აუმჯობესებს მის ხარისხს და ხელს უშლის ტექნოლოგიური გადახრის შემცირებას (E-200, E-400, E-600); რაც შეეხება უკრაინის სახელმწიფოს პროდუქციას, ეტიკეტი უფრო სრულფასოვნია, რამეთუ გარდა ემულგატორებისა, მითითებულია ასევე ძირითადი ქიმიური პარამეტრები, რომელიც თანხვედრაშია სტანდარტის დიაპაზონის ზღვართან. აქაც, როგორც მარნეულის მარინადის შემთხვევაში, მითითებულია შტრიხ-კოდი და ხასიათდება მაღალი ხარისხით. მიუხედავად ზემოთ აღნიშნულისა, ორივე მარინადი მიგვაჩნია ბიოლოგიურად სრულფასოვნად და ეკოლოგიურად სუფთად, მაგრამ, ჩვენი აზრით, უკრაინის კიტრის პროდუქტი შედარებით არომატიზებულია.

ლიტერატურა

1. გ. კვაძაძე. მებოსტნეობა. გამომც. თბილისი, 1965 წ. გვ. 3-175;
2. ქ. რობაქიძე. მებოსტნეობა. გამომც. თბილისი. 1976 წ. გვ. 17-100;
3. გ. ტალახაძე. საქართველოს ნიადაგი. გამომცემლობა თბილისი, 1983 გვ. 117 – 122;
4. გ.მელაძე, მ. მელაძე. მეტეოროლოგიის საფუძვლები. გამოც. თბილისი, 2000 წ. გვ.35 – 68;
5. გ. ლორთქიფანიძე. მებოსტნეობა. გამომც. საქართველო 2000 წ. გვ. 15-68;
6. ა.თხელიძე, გ. დანელია. სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა გამომც. ცოდნა, 2009 წ. გვ. 134 – 171;

7. თ. ურუშაძე. აგროეკოლოგია. თბილისი, 2001წ გვ. 67-828;
8. გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი. პრაქტიკულ - ლაბორატორიულ ნიადაგის ეკოქიმიაში. სტუ. 2013 გვ. 3-117;
9. გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი. კვების პროდუქტების სასაქონლო ექსპერტიზა და სამართლებრივი საფუძვლები. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2011 წ. გვ. 3-417;
10. ვ. კრეტოვიჩი. მცენარეთა ბიოქიმიის საფუძვლები. თბილისი: განათლება, 1971. გვ. 26-274;
11. გ. დანელია. კვების პროდუქტების ექსპერტზა. 2001 წ. გვ. 26-69.

უაკ 634.4

შუა ქართლის ზონაში მოყვანილი ძირითადი ატმის ჯიშების ნედლეულის პროდუქტულობა და მისგან წარმოებული ხილფაფის ექსპერტიზა

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ზ. გელიაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *პირველად საქართველოში, შუა ქართლის პირობებში (ზემო ხანდაკი, ატენი, რუისი) შესწავლილია საკონსერვო, სახლეჩი და ვენახის ატმის ძირითადი ნიშან- თვისებათა ერთობლიობა (მინერალური და ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიურად უარყოფითი რადიკალები), საწარმო „კულას“ მიერ წარმოებული ატმის ხილფაფის ქიმიური ექსპერტიზა და იდენტიფიკაცია სტანდარტთან. განხილულია შუა ქართლის პირობებში ყავისფერი ნიადაგების აკუმულაციურ ფენაში ძირითადი (აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი) შესათვისებელი საკვები ელემენტები.*

საკვანძო სიტყვები: *ბიოქიმიური პარამეტრები; ატმის ჯიშები; ეკოლოგიური სისუფთავე; ყავისფერი ნიადაგები.*

1. შესავალი

გლობალური მასშტაბით მიმდინარე ანტროფოგენური პროცესები უარყოფით გავლენას ახდენს ბიოსფეროს აბიოტურ ფაქტორთა ერთობლიობაზე, განსაკუთრებით მცენარეულ ბიოტომებზე. ცნობილია ის გარემოება, რომ საქართველოში შუა ქართლი ინტენსიური მეხილეობის ეპიცენტრია, სადაც ოდითგანვე მოჰყავთ კურკოვანი, თესლოვანი, წიწვოვანი მცენარეები. მაგრამ დღეს, როდესაც სათანადო ყურადღება არ ეთმობა ნაკვეთებში შესათვისებელი საკვები ელემენტების (N, P, K) შემცველობას, ნიადაგის ქიმიურ შედგენილობას, გამოყენებული ქიმიზაციის არარენტაბელურ დონეს, ამავდროულად ენტომოლოგიურ და ფიტოპათოლოგიურ დაავადებებს, გაუთვალისწინებელი

შედეგია მიღებული – ნედლეულის დაბალი ხარისხი. აღნიშნული პრობლემის მოსაგვარებლად საჭიროა ტექნიკურ სიმწიფეში მიყვანილი ხილის ნედლეულისა და მისგან დამზადებული ხილფაფის სისტემატური მონიტორინგი და საექსპერტო საქმე [1].

2. ძირითადი ნაწილი

პირველად საქართველოში, შუა ქართლის პირობებში (ზემო ხანდაკი, ატენი, რუისი) შესწავლილია: საკონსერვო, სახლეჩი და ვენახის ატმის ძირითადი ნიშან-თვისებათა ერთობლიობა (მინერალური და ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიურად უარყოფითი რადიკალები), შპს ,,კულას“ მიერ წარმოებული ატმის ხილფაფის ქიმიური ექსპერტიზა და იდენტიფიკაცია სტანდარტთან. ასევე, აკუმულაციურ ფენაში ყავისფერი ნიადაგების ძირითადი (აზოტი, ფოსფორი და კალიუმის) შესათვისებელი საკვები ელემენტების შემცველობა.

ცხრილი 1

ნიადაგის ქიმიური ანალიზი

	ნიადაგის აკუმულაციური ფენა, სმ	ნიმუშის აღების ადგილი	pH		ჰიდროლიზური აზოტი		მოძრავი ფოსფორი		გაცვლითი კალიუმი	
					მგ 100გ ნიადაგზე					
			ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი
1	0-20 20-40 40-60	რუისი (ქარელის რაიონი)	7-8	7,7 7,8 7,8	ძლიერ ღარიბი	3,2 3,0 2,8	0,6 - 1,5	1,4 1,2 1,1	9,0 9,2	8,8 8,7 8,5
2	0-20 20-40 40-60	გორი (ატენი)		7,6 7,7 7,8		3,3 3,2 3,1		1,3 1,1 0,8	ღარიბი	8,9 8,7 8,4
3	0-20 20-40 40-60	კასპი (ზემო ხანდაკი)		7,7 7,6 7,5		3,1 3,0 2,7		1,3 0,8 0,6		8,5 8,3 8,1

ყავისფერი ნიადაგების კოლოიდური სისტემა ხასიათდება მძიმე მექანიკური შედგენილობით, საკვები ელემენტების სიმცირით და ბუფერული თვისებებით. საკვები ელემენტების სიმცირე გამოწვეულია მცენარის მიერ მათი ბიოლოგიური გამოტანით.

დადგინდა, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილი ნიადაგები, მაჩვენებლის ინდექსით, ძლიერ ღარიბია, ივერიის ბარზე გავრცელებული ყავისფერი ნიადაგები საშუალოდ კარბონატულია. pH მიახლოებულია სუსტ ტუტე არესთან, მორფოლოგიური აღწერილობით მძიმე მექანიკურ შედგენილობისაა, რის საფუძველზეც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ნიადაგები გამოსაყენებელია ატმის კულტურისთვის, ხოლო პროდუქტიულობა გაცილებით მეტი გვექნება ქიმიზაციის სწორად შერჩეულ ფონზე ანუ ქიმიური კარტოგრამების გამოყენების საშუალებით. ასევე, კარგი შედეგის მომცემია ორგანული სასუქების გამოყენება, როგორიცაა ფრეშირებული ნაკელი, ტორფი, სიდერიტები ანუ მწვანე სასუქები. ბუნებრივია, ზემოთ ჩამოთვლილი ღონისძიებები აუმჯობესებს ნიადაგის ნაყოფიერებას (ფიზიკური, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური თვისებები) [2-3].

ცხრილი 2

ატმის ნაყოფის ნედლეულის მინერალური და ბიოქიმიური შედგენილობა, მათი სტანდარტთან ინდეტიფიკაცია

ნიმუშის აღების ადგილი	ატმის ჯიშები	თავისუფალი წყალი, %		მშრალი ნივთიერება, %		მარტივი ნახშირწყლები (ფრუქტოზა), %		სატიტრავი მჟავიანობა, %		პექტინოვანი ნივთიერებები, %		ნედლი ნაცარი, %		ვიტამინი C, მგ, %	
		ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი
ზემო ხანდაკი (კასპი)	საკონსერვო	60-65	62	40	36	7-12	10,0	0.8-1.2	1,0	0.5-1.2	0,6	0,1-0,8	0,3	2,2-2,5	2,1
	სახლეჩი		63		38		11,8		1,2		1,0		0,2		2.3
	ბაღის		65		39		11,7		1,3		1,3		0,2		2,4
რუისი (ქარელი)	საკონსერვო		63		35		9,8		0,7		0,5		0,4		2,0
	სახლეჩი		65		37		10,9		1,1		1,2		0,3		2,3
	ბაღის		65		39		11,2		1,2		1,3		0,2		2,5
ატენი (გორი)	საკონსერვო		62		33		11,4		0,8		0,4		0,5		2,2
	სახლეჩი		63		35		11,7		1,1		1,1		0,2		2,4
	ბაღის		65		36		11,8		1,2		1,2		0,3		2,3

საკონსერვო ატამში, ბაღის ატამთან შედარებით, თავისუფალი წყლის შემცველობა ნაკლებია, ამავდროულად შემცირებულია მშრალ ნივთიერებების შემცველობა. ფრუქტოზა თითქმის 1,7%-ით დაბალია; რაც შეეხება სატიტრავ მჟავიანობას 0,2 – 0,3 %-ით

მეტია ბაღის ატამში და ამიტომაც ხასიათდება უფრო კარგი საგემოვნო თვისებებით, ვიდრე საკონსერვო. ატმის ნედლეულისათვის დამახასიათებელია ლაბისებრი მდგომარეობა, რაც პოლისაქარიდებითაა განპირობებული. თუ ბაღის ატამში პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობა 1,3%-ია, სახლეჩში – 1,0%, საკონსერვოში 0,6% (ზემო ხანდაკის მაგალითზე). ატმის ნედლეულში ნედლი ნაცრის შემცველობა არ სცილდება 0,5%-ს მაშინ, როცა ნორმა 0,1–0,8%-ია. ვიტამინ „C"-ს შემცველობა ატამში, სტანდარტულად, არის 2,2 – 2,5 მგ/%, საკვლევ ობიექტებში – 2–2,5 %.

2019-2020 წლებში ატმის მოსავლიანობა დაბალი იყო და ბიოლოგიურად ნაკლებ სრულფასოვანი. ეს გარემოება აიხსნება მეწლიურობით, ნიადაგის აკუმულაციური ფენის გამოფიტვით, საკვები მოძრავი ელემენტების (N, P_2O_5, K_2O) სიმცირით, ქარით, ტემპერატურული რეჟიმით, პესტიციდების არასწორი გამოყენებით და სხვა ფაქტორებით [4].

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ნიტრატის ანიონი პოლიტოქსიკური ნაერთია და მისი სიჭარბე მრავალ დაავადებას იწვევს. ჭარბი რაოდენობის გამომწვევი მიზეზია აზოტიანი სასუქების არაეფექტური გამოყენება, რომელსაც კარგად ითვისებს მცენარე ვეგეტაციის პერიოდში. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ნიტრატების მიმართ დამოკიდებულება ერთწლიან და მრავალწლიან კულტურებს სხვადასხვა აქვს. ეს განპირობებულია მათი მორფოლოგიითა და ანატომიით. აღსანიშნავია, რომ ერთწლიანებს აქვს ფუნჯა ფესვთა სისტემა, რომელიც ნიადაგის ხსნარიდან ინტესიურად ითვისებს ნიტრატის ანიონს, ხოლო მრავალწლიანი კულტურები, რომლებსაც კარგად განვითარებული ფესვთა სისტემა აქვს, აღწევს ნიადაგის ქვედა ფენებში, რის გამოც ნაკლებად ითვისებს ნიტრატულ აზოტს. ხეხილის ბაღში მიტოვებული აზოტიანი სასუქები უხვმა ნალექმა შესაძლოა ქვედა ფენებში ჩარეცხოს და ხეხილმა ჭარბი რაოდენობით შეითვისოს [5-6].

ცხრილი 3

ატმის ნაყოფის სხვადასხვა ჯიშში ნიტრატული აზოტის შემცველობა და მისი იდენტიფიცირება სტანდარტთან

№	ნიმუშის აღების ადგილი	ატმის ჯიში	ნიტრატები, მგ/კგ	ნიტრატების ზდკ ხილში, მგ/კგ
1	ზემო ხანდაკი	საკონსერვო	13,1	50
2	რუისი	სახლეჩი	14,2	
3	ატენი	ბაღის (ვენახის)	11,9	

კვლევის შედეგად ირკვევა, რომ ატმის სამივე ნიმუშში (საკონსერვო, სახლეჩი, ვენახის) ნიტრატების შემცველობა, სტანდარტთან შედარებით, საკმაოდ დაბალია. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ აზოტიანი სასუქებიდან ყველაზე ეფექტურია შარდოვანა, სადაც აზოტი უკვე მზა ამიდურ ფორმაშია, თანაც მასში ხალასი აზოტი 46,2 % და აღარ სჭირდება ნიტრატიდან ამიაკამდე გარდაქმნა, რის გამოც ყველა კულტურისათვის ნაკლებია ნიტრატული აზოტის დაგროვების რისკ-ფაქტორი.

ეკოსისტემაში ანთროპოგენური პროცესების გავლენა გლობალურ ხასიათს ატარებს, რის საფუძველზეც დასტურდება გარემოს დაბინძურების ფაქტი როგორც ტოქსიკური, ისე ძლიერტოქსიკური ნაერთებით, მაგ.: ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, დარიშხანი, თუთია, მანგანუმი, ვერცხლი, სპილენძი. ისინი ბიოსისტემაში შეიძლება მოხვდეს სხვადასხვა გზით, სასუქებიდან ან მძიმე ინდუსტრიიდან, ასევე საშიშია რადიონუკლოიდები – ცეზიუმ-137 და სტრონციუმ-90 [7]. ამიტომ, ექსპერტიზის კუთხით აუცილებელია, ბიოლოგიური სრულფასოვნების გარდა, დადგინდეს პროდუქციის ეკოლოგიური სისუფთავე და განისაზღვროს ტოქსიკური ნაერთების კუთრი წილი (ატომურ-აბსორბციული მეთოდით). კვლევის შედეგები წარმოდგენილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

მძიმე მეტალების შემცველობა ატმის ნედლეულში

ნიმუშის აღების ადგილი	Pb		As		Co		Hg		Cu		Zn	
	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი
ატენი (საკონსერვო)	0,2	0.003	0.2	0.001	0.3	0.03	0,02	0,02	5	3,0	5-10	1,3
რუისი (სახლეჩი)		0.04		0.002		0.01		-		2,8		2,9
ზემო ხანდაკი (ბაღის)		0.02		0.005		კვალი		-		2,6		3,1

ვინაიდან შუა ქართლის ატმის ბაღები დაშორებულია საავტომობილო მაგისტრალიდან, კვლევის შედეგად დადგენილია (ატომურ-აბსორბციული მეთოდით), რომ საკვლევი ნიმუშები თითქმის არ შეიცავს ტყვიას, ხოლო კადმიუმსა და დარიშხანზე ლაპარაკი ზედმეტია (კვალის სახით). სპილენძი და თუთია მცირე რაოდენობითაა, რომელიც, მრავალწლიან კულტურათა სტანდარტით, დადგენილ ნორმას აკმაყოფილებს.

სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის საფუძველზე დადგინდა, რომ შუა ქართლის სამივე რაიონში ატმის სხვადასხვა ჯიში ეკოლოგიურად სუფთაა და გამოსაყენებელია საკვებად, ხოლო საკონსერვო ჯიში – ხილფაფის დასამზადებლად.

მიუხედავად იმისა, რომ ორგანოლეპტიკა სუბიექტური მეთოდია, კვების პროდუქტების, განსაკუთრებით სასმელებისა და ხილ-ბოსტნეულის, საგემოვნო თვისებების შეფასების ერთ-ერთი ძირითადი კრიტერიუმია. ამიტომ, ბუნებრივია ატმის საგემოვნო თვისებების განსაზღვრა შესაძლებელია სენსორული გზით. ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები დამოკიდებულია ნიშან-თვისებებთა ერთობლიობაზე. გარეგნული სახის მიხედვით ატმის პროდუქტისთვის ფერის, ფორმის, წონის გარდა ადგენენ ენტემოლოგიური ან ფიტოპათოლოგიური დაავადებით დასნებოვნების ხარისხს. სუნი განმსაზღვრელი ფაქტორია, ჰარმონიულობა დამოკიდებულია არომატზე. პროდუქციის კონსისტენციის შეფასებისას ყურადღება ექცევა წვნიანობას ანუ თავისუფალი წყლის შემცველობას, შესქელებას, წებოვნებას, ჩანართების არსებობას [3].

ცხრილი 5

ატმის ნედლეულის (ნაყოფის) ორგანოლეპტიკური დახასიათება

პროდუქტის დასახელება	ნიმუშის აღების ადგილი	ფერი	სუნი	გემო	სტრუქტურა	კონსისტენცია
საკონსერვო	ატენი რუისი ზემო ხანდაკი	მცირე-ბუსუსიანი, ლაქების გარეშე, მუქი მოყვითალო გარდამავალი ვარდისფერში	სასიამოვნო შეიმჩნევა არომატიზაცის საშუალო დონე	საშუალოდ ტკბილი სასიამოვნოდ მისართმევი	შედარებით მშრალი ურღვევი	მთელი ერთგვაროვანი
სახილე	ატენი რუისი ზემო ხანდაკი	ბუსუსიანი, მკვეთრად ყვითელი მუქი ვარდისფერი, ოდნავ მოწითალო	ძლიერ სასიამოვნო შეიმჩნევა ბუკეტის არომატ.	ტკბილი წყლიანი ოდნავ რბილი ყვითელი გული	ურღვევი	მთლიანი საშუალოდ რბილი
ბაღის	ატენი რუისი ზემო ხანდაკი	მოვარდისფრო ბუსუსებით	ძლიერ არომატული	სასიამოვნო მოტკბო თავისუფალ ი წყლი	რბილი ურღვევი	რბილი, დამახასიათებ ელი ქვეტიპისთვის

ორგანოლეპტიკური კვლევის შედეგად ჩანს, რომ სამივე ჯიში (ვარდისებრთა ოჯახი) საგემოვნო თვისებებით განსხვავდება და საკვებად ლიდერობს ვენახის და სახლეჩი ატამი. ხოლო საკონსერვოდ მეცნიერ ბესტავაშვილის მიერ გამოყვანილი ჯიში.

შესწავლილია ხილფაფის მზა პროდუქციის ზოგიერთი ქიმიური კომპონენტი; რადგან ხილფაფის მომზადება 60–80^{0}C-ზე ხდება, კონსერვი არ კარგავს არომატიზირებულ ნივთიერებებს.

ცხრილი 6

ატმის ხილფაფაში ძირითადი მინერალური და ბიოქიმიური პარამეტრები (კასპის საკონსერვო ქარხანა), %

ჯიშები (საკონსერვო, სახლეჩი, ბაღის)	რაოდენობრივი ანალიზის შედეგად მიღებული პარამეტრები, %	აბიოტურ ფაქტორზე დამოკიდებულებით სახელმწიფო სტანდარტით შემუშავებული ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები, %
თავისუფალი წყალი	65	62-28
მშრალი ნივთიერება	35	30-40
მარტივი შაქრები (ფრუქტოზა)	9,8-11,8	7-12
სატიტრავი მჟავიანობა	0,8-1,2	0,8-1,2
პექტინოვანი ნივთიერებები	0,5-1,2	0,4-1,3
ნედლი ნაცარი	0,1-0,8	0,2-0,4
ვიტამინი C	2,2-2,5	2,1-2,5
მძიმე ლითონები	კვალის სახით	(Pb, Ag, Cd, Hg, Cu, Zn) კვალის სახით

ცხრილი 7

ატმის ხილფაფის ორგანოლეპტიკა

პროდუქტის დასახელება	ფერი	სუნი	გემო	სტრუქტურა	კონსისტენცია
კონსერვი	დამახასიათებელი ატმისთვის	სასიამოვნო, სურნელოვანი	ტკბილი, არომატული	ერთგვაროვანი	მოსქო მასა

კვლევის საფუძველზე უნდა აღინიშნოს, რომ ატმის ხილფაფა აკმაყოფილებს წაყენებულ მოთხოვნებს და მისი კონსერვი შეგვიძლია შევაფასოთ დადებითად, ქიმიური ანალიზისა და ორგანოლეპტიკის საფუძველზე.

3. დასკვნა

შუა ქართლის ინტესიური მეხილეობის ზონაში გავრცელებული ატმის ჯიშების მინერალური და ბიოქიმიური შედგენილობა განსხვავებულია, რაც დაკავშირებულია ჯიშურ თავისებურებასთან, აბიოტურ ფაქტორთა ერთობლიობასა და აგროტექნოლოგიასთან.

აღნიშნულ რეგიონში ძირითადად გავრცელებულია ყავისფერი, საშუალოდ კარბონატული ნიადაგი, რომელიც ღარიბია მცენარის ფიზიოლოგიური კვებისათვის საჭირო საკვები ელემენტებით (ჰიდროლიზური აზოტი, მოძრავი ფოსფორი, გაცვლითი კალიუმი).

2020 წელს აღინიშნა მრავალწლიან სახეობათა, მათ შორის ატმის ნედლეულის დაბალი მოსავალი, რაც გამოწვეულია ქიმიზაციის ანუ სასუქების არასრულფასოვანი გამოყენებით, რამაც ნედლეულის პროდუქტიულობა შეამცირა.

ატმის სამივე კულტურას არ ახასიათებს ენტომოლოგიური და ფიტოპათოლურგიული დაავადებანი; ურყოფითი რადიკალების კუთრი წილი უმნიშვნელოა. ყველა ნიმუშის ატმის ბაღები დაშორებულია საავტომობილო გზიდან, რაც საფუძველია მძიმე ლითონების უმნიშვნელო კვალის სახით არსებობისა.

ლიტერატურა

1. საქართველოს ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნება. საქართველოს ეროვნული კონფერენციის მასალები. 1999, თბილისი 1999, გვ. 3-31;
2. გ. მელაძე, მ. მელაძე. საქართვლოს აღმოსავლეთ რეგიონის აგროეკოლოგიური რესურსები. ტომი I, უნივერსალი, 2010, გვ. 293-295;
3. გ. დანელია. სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა. თბილისი: მწიგნობარი, 2009, გვ. 134-198;
4. გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი. პრაქტიკულ-ლაბორატორიული ნიადაგის ეკოქიმიაში. სტუ, 2011, გვ. 3-117;
5. თ. ურუშაძე. აგროეკოლოგია. თბილისი: მწიგნობარი, 2001, გვ 179-202;
6. გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი. კვების პროდუქტების სასაქონლო ესპერტიზა და სამართლებრივი საფუძვლები. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2017, გვ. 5-135;
7. გ. დანელია. თ. ფალავანდიშვილი, ნ. ბარათელი. ლაბორატორული პრაქტიკუმი კვების პროდუქტების ეკოქიმიურ ექსპერტიზაში. სტუ, 2011, გვ. 24-115; 79.

უაკ 637.1

საქართველოში რეალიზებადი რძის ნედლეულისა და მზა პროდუქციის იდენტიფიკაცია სტანდარტთან

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, თ. გოდერძიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *სამომხმარებლო ბაზარზე რძის ხარისხის კვლევისათვის აღებულია როგორც ადგილობრივი ქარხნული წარმოებისა და შინამეურნეობის რძე, ისე იმპორტული წარმოების პროდუქტი. რაოდენობრივი და ორგანოლეპტიკური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და კონკურენტუნარიანობა სამამულო ბაზარზე.*

საკვანძო სიტყვები: *რძე; ბიოქიმიური პარამეტრები; ეკოლოგიური სისუფთავე; მძიმე ლითონები; რადიონუკლეიდები; კონკურენტუნარიანობა; შეფუთვა; მარკირება.*

1. შესავალი

ძროხის რძე ადამიანის ჯანმრთელობისთვის საჭირო ასზე მეტ ნივთიერებას შეიცავს, ამიტომ ეს პროდუქტი სასარგებლო და აუცილებელიცაა ყველა ასაკის ადამიანისათვის. პროტეინების დაბალანსებული ამინომჟავური შედგენილობა, ადვილად შესათვისებელი ცხიმები, ვიტამინების კომპლექსი, მაკრო- და მიკროელემენტები განსაზღვრავს რძის, როგორც კვების პროდუქტის, მაღალ ბიოლოგიურ და ფიზიოლოგიურ ღირებულებას. მარკეტში, ძირითადად, ქარხნული წესით დამზადებული რძე იყიდება, თუმცა ბაზარზე სოფლის რძეც უხვადაა. განსხვავება მათ შორის დიდია. თუ სოფლის რძე პირდაპირ, ყოველგვარი დამუშავების გარეშე იყიდება, ქარხნული რძე ნატურალური რძის თერმული დამუშავებისა და ცხიმის ნორმალიზაციის შედეგად მიიღება. ქარხნული რძის კიდევ ერთი სახეობაა აღდგენილი რძე, რომელიც რძის ფხვნილისაგან მზადდება.

ზოგადად, რაც უფრო მეტადაა დამუშავებული რძე, მით მეტადაა იკარგება მისი სასარგებლო თვისებები. სოფლის რძე ყველაზე მეტ სასარგებლო ნივთიერებას შეიცავს, თუმცა მისი არჩევა უფრო რთულია და, ჰიგიენური ნორმებიდან გამომდინარე, ყოველთვის სარისკოა.

2. ძირითადი ნაწილი

„რძისა და რძის ნაწარმის შესახებ" ტექნიკური რეგლამენტით (საქართველოს მთავრობის დადგენილება №152, 2015 წელი) განსაზღვრული რძის და რძის ნაწარმის წარმოებისა და ბაზარზე განთავსებისას მწარმოებლები ვალდებულნი არიან იმოქმედონ ამ რეგლამენტით დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად [1].

ტექნიკური რეგლამენტი მიზნად ისახავს რძისა და რძის ნაწარმის წარმოების, გადამუშავების, დისტრიბუციის ეტაპზე რეგულირების ერთიანი პრინციპების განსაზღვრას და მომხმარებელთა ინტერესების დაცვას.

მომხმარებლის ინტერესებიდან გამომდინარე, ბაზარზე განთავსებული რძე და რძის ნაწარმი უნდა აკმაყოფილებდეს საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილ უვნებლობის მოთხოვნებს, ასევე აღნიშნული პროდუქტების წარმოების, გადამუშავების და დისტრიბუციის ეტაპებიც უნდა აკმაყოფილებდეს საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილ ჰიგიენის ზოგად წესებს.

რძისა და რძის ნაწარმის ეტიკეტმა, აღწერილობამ და წარდგენამ შეცდომაში არ უნდა შეიყვანოს მომხმარებელი.

რძის ნაწარმის წარმოებისათვის ნებადართულია საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი ნედლეულისა და ინგრედიენტების, საკვებდანამატების გამოყენება.

გათვალისწინებული უნდა იქნეს სპეციფიკური მოთხოვნები ნედლი რძის მიმართ, რომ ის მიღებულია ჯანმრთელი ცხოველისგან, რომელსაც არ აღენიშნება ადამიანისათვის რძით გადამდები ინფექციური დაავადებების სიმპტომები; არ მიუღია ისეთი ნივთიერება (მათ შორის ვეტერინარული პრეპარატები), რომლის გამოყენებაც აკრძალულია საქართველოს კანონმდებლობით ან საქართველოს კანონმდებლობით ნებადარ-

თული ნივთიერებების მიღების შემთხვევაში სრულად აქვს გამოდევნილი ორგანიზმიდან [2].

ადამიანის სასმელად ან შემდგომში გადამუშავებისთვის განკუთვნილი რძე სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების სარძევე ჯირკვლის ნორმალური ფიზიოლოგიური სეკრეციის პროდუქტია, რომელიც ლაქტაციის პერიოდში მიიღება ერთი ან მეტი ცხოველისგან, ერთი ან მეტი წველის შემდეგ, ნებისმიერი ნივთიერების დამატების ან მოცილების გარეშე. მისთვის დამახასიათებელია თეთრი ფერი და სპეციფიკური მოტკბო გემო. იგი 200-მდე სასარგებლო ნივთიერებას შეიცავს: ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, მინერალურ ნივთიერებებს, ვიტამინებს, ორგანულ მჟავებს, ფერმენტებსა და ჰორმონებს, ბაქტერიციდული თვისებების განმაპირობებელ იმუნურ ნივთიერებებს. მათგან აღსანიშნავია, რომ რძის შაქარი ლაქტოზა მიკროორგანიზმებისათვის საუკეთესო საკვები ნივთიერებაა. მისი არსებობა განაპირობებს პროდუქტების მომჟავო გემოს, რომლის თვისებაზეცაა დაფუძნებული რძის პროდუქტების წარმოება. რაც შეეხება ფერმენტებს, ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს რძისა და მისი პროდუქტების გადამუშავების, ხარისხიანობის განსაზღვრისა და შენახვისას. ფერმენტები თერმული დამუშავებისას იშლება(ინაქტივირდება) [3].

პასტერიზაცია და სტერილიზაცია რძის თერმული დამუშავებაა. რძისა და რძის ნაწარმის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის თანახმად, პასტერიზაცია არის რძის, რძის ნაწარმის და რძის შემცველი პროდუქტების მაღალ ტემპერატურაზე დამუშავების მეთოდი, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილია პათოგენური მიკროორგანიზმების რაოდენობის შემცირება ისე, რომ რისკი არ წარმოქმნას ადამიანის ჯანმრთელობისა და სიცოცხლისათვის. უნდა აღვნიშნოთ, რომ პასტერიზაციის შედეგად რძეში არ მცირდება ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა. რძეში ტოქსიკური ელემენტების მოხვედრის ორი გზა არსებობს, როცა ნიადაგი ან ჰაერი დაბინძურებულია მძიმე მეტალებით და როცა პესტიციდები, რომლითაც მიწას ამუშავებენ, მათ შეიცავენ [4].

პასტერიზებული რძე პოპულარული პროდუქტია, რომელსაც პრაქტიკულად მთლიანად აქვს შენარჩუნებული სასარგებლო თვისებები, ვინაიდან ის დამუშავებულია 65–95^{0}C -ზე, მაგრამ შესაბამისად აქვს შენახვის ხანმოკლე ვადა.

სტერილიზებული რძის მისაღებად გამოიყენება მაღალტემპერატურული რეჟიმის სტერილიზატორი, სადაც ტემპერატურა 115–150^{0}C-ია. მაღალი ტემპერატურა ანადგურებს როგორც საზიანო, ისე სასარგებლო მიკროფლორას და ვიღებთ პროდუქტს, რომელსაც აქვს შენახვის ხანგრძლივი ვადა, მაგრამ ძალიან ცოტა სასარგებლო თვისებები.

ულტრაპასტერიზაციის დროს რძე 104^0 C-ზე ცხელდება სამი წამის განმავლობაში. რადგან ასეთი რძე თითქმის სტერილურია, სტერილურ შეფუთვაში მოთავსებისას შეუძლია დიდი ხნის განმავლობაში გაძლოს. ულტრაპასტერიზებული რძე რძის ბაზარზე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ლიდერობს.

რძის შენახვის იდეალური ტემპერატურა 4 – 6^{0}C-ია, ზოგადად კი, ეტიკეტზე მითითებული პირობების დაცვა აუცილებელია.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, რძის ნაირსახეობას მიეკუთვნება აღდგენილი რძე, რომელსაც ძნელია ვუწოდოთ სრულფასოვანი საკვები პროდუქტი. ასეთი რძე რძის ფხვნილისგან მიიღება წყლის დამატებით. ამ დროს იკარგება ბევრი ვიტამინი და სასარგებლო ნივთიერება და წარმოიქმნება საშიში ოქსიქოლესტერინი (დაჟანგული ქოლესტერინი), იცვლება მისი საგემოვნო თვისებები, ხოლო კალორიულობა ისეთივე რჩება, როგორც პასტერიზებულ რძეში. მიზანშეწონილია აღდგენილი რძე გამოყენებულ იქნეს კულინარიული მიზნებისათვის.

რძის დეფექტად ითვლება მისი მჟავე, მწარე, მარილიანი გემო, უსუფთაო, ბოლის სუნი, ბლანტი, წებოვანი და ფანტელისებრი კონსისტენცია. შესაძლებელია ფერის შეცვლა, რაც გამოწვეულია პიგმენტწარმომქმნელი ბაქტერიების გამრავლებით.

რძის ხარისხი ფასდება ორგანოლეპტიკური (გარეგნული სახე და კონსისტენცია, გემო და სუნი, ფერი) ფიზიკურ-ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით. რძის ხარისხის მნიშვნელოვანი ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებია: ცხიმის მასური წილი, %; სიმკვრივე, კგ/მ^3, მჟავიანობა, ტერნერის გრადუსი, სისუფთავის ხარისხი, ტემპერატურა.

ცხრილი 1

0,5% -იანი პასტერიზებული რძის მარკირების შეფასება

მაჩვენებლები გოსტი р 52090-2003 თანახმად	ნიმუშების დასახელება	
	პარმალატი	პროსტოკვაშინო
პროდუქტის დასახელება	ულტრაპასტერიზებული(A)	პასტერიზებული (A)
ცხიმის მასური წილი, %	0,5	

მწარმოებელი	შპს „ბელგოროდის რძის კომბინატი, რუსეთი“; ფირმა იტალიური	სს „დანონე პრუჟანი“, ბელორუსია
სავაჭრო ნიშანი, სასაქონლო მარკა	აქვს	აქვს
ენერგეტიკული ღირებულება	35	35
100 გ პროდუქტის კვებითი ღირებულება	ცხიმი:0,5გ; ცილა 2,8გ; ნახშირწყლები 4,7გ	ცხიმი:0,5გ; ცილა 3გ; ნახშირწყლები 4,7გ
შედგენილობა	ძროხის ნორმალიზებული რძე	ნორმალიზებული რძე
დამზადების თარიღი	მითითებულია	მითითებულია
შენახვის ვადა	მითითებულია (7 თვე)	მითითებულია (6 თვე)
შენახვის პირობები	+2^{0}C +25^{0}C	+2^{0}C +25^{0}C
შეფუთვის მოცულობა	1000 მლ	950 მლ
მარეგულირებელი ტექნიკური დოკუმენტი, რომლის მიხედვითაც დამზადებულია ან შეიძლება პროდუქტის იდენტიფიცირება	გოსტ 31450-2013	ТУ 9222-242-00419785-00

რძის ხარისხის კვლევისათვის აღებულ იქნა როგორც სამამულო, ისე უცხოური წარმოების პროდუქტები: ,,სანტე ჯი-ემ-თი პროდუქტები“, ,,ნატურალ +’’-ის, ვიმ-ბილ-დან საქართველოს, ,,რესპუბლიკის’’, ,,დანონ პრუჟანის’’ პასტერიზებული რძე 0,5%, 2,5%, 3,2 %-იანი შემცველობით.

რძის ხარისხის ექსპერტიზისას, პირველ რიგში, გამოკვლეულ იქნა: ნიმუშების შეფუთვა, მარკირება და ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები [5].

ცხრილი 2

2,5% -იანი პასტერიზებული რძის მარკირების შეფასება

მაჩვენებლები გოსტი р 52090-2003 თანახმად	ნიმუშების დასახელება		
	სოფლის ნობათი	სანტინო	მილკა
პროდუქტის დასახელება	პასტერიზებული (B კატეგორია)	ნატურალური პასტერიზებული რძე	პასტერიზებული (B კატეგორია)
ცხიმის მასური წილი, %	2,5		
მწარმოებელი	შპს „ვიმ-ბილ-დან საქართველო“, თბილისი. სოფ. ფონიჭალა	შპს „სანტე ჯი-ემ-თი პროდუქტები“, კახეთის გზატკ. მე-10 კმ, თბილისი, საქართველო	შპს „რესპუბლიკა“, ქ. თბილისი, ორხევის დასახლება, გ. ახვლედიანის ქ. №26ა
სავაჭრო ნიშანი, სასაქონლო მარკა	აქვს	აქვს	აქვს
ენერგეტიკული ღირებულება	57	52	51,2

100 გ პროდუქტის კვებითი ღირებულება	ცხიმი:2,5გ; ცილა 2,9გ; ნახშირწყლები 4,7გ	ცხიმი:2,5გ; ცილა 2,8გ; ნახშირწყლები 4,7გ	ცხიმი:2,5გ; ცილა 2,7გ; ნახშირწყლები 4,7გ
შედგენლობა	აღდგენილი რძე (უცხიმო რძე, ნაღების კარაქი, სასმ. წყალი)	ნატურალური (უცხიმო რძე, ნაღების კარაქი)	აღდგენილი რძე (უცხიმო რძე, ნაღების კარაქი, სასმ. წყალი)
დამზადების თარიღი	მითითებულია	მითითებულია	მითითებულია
შენახვის ვადა	მითითებულია (12 დღე)	მითითებულია (11 დღე)	მითითებულია (5 დღე)
შენახვის პირობები	+2^{0}C +6^{0}C	4+/-2^{0}C	+2^{0}C +6^{0}C
შეფუთვის მოცულობა	450გ	500 მლ	500 მლ
მარეგულირებელი ტექნიკური დოკუმენტი, რომლის მიხედვითაც დამზადებულია ან შეიძლება პროდუქტის იდენტიფიცირება	სასტ 21008589-004-2015	სასტ 20446152-043-2015	სასტ 23226126-004-2018

ცხრილი 3

3,2%-იანი პასტერიზებული რძის მარკირების შეფასება

მაჩვენებლები გოსტი р 52090-2003 თანახმად	ნიმუშების დასახელება		
	ნატურალ+	სანტე	სოფლის ნობათი
პროდუქტის დასახელება	პასტერიზებული (B კატეგორია)		
ცხიმის მასური წილი, %	3,2		
მწარმოებელი	შპს „ნატურალი+“, საქართველო, თბილისი, მარნეულის ქ. №43	შპს „სანტე ჯი-ემ-თი პროდუქტები“, კახეთის გზატკეცილი მე-10 კმ, თბილისი, საქართველო	შპს „ვიმ-ბილ-დან საქართველო“, თბილისი. სოფ. ფონიჭალა
სავაჭრო ნიშანი, სასაქონლო მარკა	აქვს	აქვს	აქვს
ენერგეტიკული ღირებულება	58	58	60
100 გ პროდუქტის კვებითი ღირებულება	ცხიმი:3,2გ; ცილა 3გ; ნახშირწყლები 4,7გ	ცხიმი:3,2გ; ცილა 2,8გ; ნახშირწყლები 4,7გ	ცხიმი:3,2გ; ცილა 3გ, ნახშირწყლები 4,7გ
შედგენილობა	აღდგენილი რძე (უცხიმო რძე, ნაღების კარაქი, სასმ. წყალი)	ნატურალური (უცხიმო რძე, ნაღების კარაქი)	აღდგენილი რძე (უცხიმო რძე, ნაღების კარაქი, სასმ. წყალი)
დამზადების თარიღი	მითითებულია	მითითებულია	მითითებულია
შენახვის ვადა	მითითებულია (7 დღე)	მითითებულია	მითითებულია (12 დღე)
შენახვის პირობები	4 ±2^{0}C	4+/-2^{0}C	+2^{0}C +6^{0}C
შეფუთვის მოცულობა	1000 მლ	1000მლ	450გ

მარეგულირებელი ტექნიკური დოკუმენტი, რომლის მიხედვითაც დამზადებულია ან შეიძლება პროდუქტის იდენტიფიცირება	სასტ 16484365-007-2015	სასტ 20446152-043-2015	სასტ 21008589-004-2015

პასტერიზებული რძის შეფუთვები სუფთა და დაუზიანებელი უნდა იყოს. პარმალატისა და პროსტოკვაშინოს შესაფუთად გამოიყენება კომბინირებული შესაფუთი მასალა ტეტრაპაკი, რომელიც 75% მუყაოსა და 25 % პოლიალუმინის ნარევია (პარაფინი, ალუმინი). სოფლის ნობათი, სანტე, სანტინო, „ნატურალ +“ მოთავსებულია პოლიეთილენის ბოთლებში, მილკა – პოლიეთილენის პაკეტში. რძის შეფუთვის ანალიზმა აჩვენა, რომ ისინი ყველა აუცილებელ მოთხოვნას შეესაბამება.

წარმოდგენილი ნიმუშების ეტიკეტირების შესახებ ექსპერტიზის შედეგები, იდენტიფიკაციის თვალსაზრისით, მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

1-ელი, 3 ცხრილების მონაცემებით დგინდება, რომ გამოსაკვლევი ნიმუშების მარკირება (ეტიკეტირება) სრულია და შესაბამისობას ავლენს მარეგულირებელი დოკუმენტაციის მოთხოვნებთან. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ კვლევისათვის აღებული რძის პროდუქტები დამზადებულია კონსერვანტებისა და ხელოვნური დანამატების გარეშე.

დადგინდა, რომ სხვადასხვა მწარმოებლის პასტერიზებული რძე განსხვავდება შენახვის ვადით, რომელიც დამოკიდებულია არა იმდენად შეფუთვის ტიპზე, რამდენადაც პასტერიზაციის რეჟიმზე.

მომხმარებლების მოზიდვის მიზნით მწარმოებლები იყენებენ არა მხოლოდ ფერად შეფუთვებს, არამედ შემდეგი სახის დამატებით წარწერებს: „კონსერვანტებისა და ხელოვნური დანამატების გარეშე“, „გმო-ს გარეშე“, „შეიცავს მხოლოდ ნატურალურ ინგრედიენტებს“, „ყოველთვის ნატურალური პროდუქტი“, რომელიც არ ეწინააღმდეგება TP TC 033/2013 და გოსტ 31450-2013-ის მოთხოვნებს.

რძის ხარისხის დასადგენად ჩატარდა ორგანოლეპტიკური შეფასება, რომელთა შედეგები წარმოდგენილია მე-4 ცხრილში.

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, წარმოდგენილი რძის ნიმუშები არის თეთრი, თანაბარი ფერის, გაუმჭვირი, ერთგვაროვანი, არაბლანტი და არაწებოვანი, ფანტე-

ლისებრი კონსისტენციის გარეშე, ცილის ფანტელისა და ცხიმის ბურთების გარეშე, უცხო სუნისა და გემოს გარეშე, ასევე მჟავე, მწარე, მარილიანი გემოს გარეშე. აქვე აღვნიშნავთ, რომ პროსტოკვაშინოს აქვს თეთრი, ოდნავ მოცისფრო შეფერილობა, რაც დასაშვებია გაუცხიმოვნებული რძისთვის, „პარმალატს" – კრემისფერი შეფერვა, რაც ასევე დასაშვებია სტერილიზებული რძისთვის. სოფლის ნობათის რძე ოდნავ ბლანტია და აქვს უმნიშვნელო ცხიმის ნალექი, რომელიც შენჯღრევის შემდეგ ქრება, რაც დამახასიათებელია ცხიამიანი და მაღალცხიმიანი რძისთვის, ღია კრემისფერია. ამრიგად, წარმოდგენილი რძის ნიმუშები, ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების მიხედვით, შესაბამისობაშია სტანდარტის გოსტ 52090-90-ის მოთხოვნებთან.

ცხრილი 4

რძის ხარისხის ორგანოლეპტიკური ექსპერტიზის შედეგები

საკვლევი ნიმუშების დასახელება	ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები		
	გარეგნული სახე და კონსისტენცია	გემო და სუნი	ფერი
პარმალატი	გაუმჭვირი სითხე, ერთგვაროვანი, არაბლანტი კონსისტენციის	სუფთა, სასიამოვნო	კრემისფერი, თანაბარი
პროსტოკვაშინო	გაუმჭვირი, ჰომოგენური, არაწებოვანი, ცილების ფანტელისა და ცხიმის ბურთების გარეშე	უცხო სუნისა და გემოს გარეშე, რძისთვის დამახასიათებელი	თეთრი, ოდნავ მოცისფრო
სოფლის ნობათი (2,5%)	ერთგვაროვანი, გაუმჭვირი სითხე, ნალექის გარეშე	სუფთა, სასიამოვნო	ღია კრემისფერი, თანაბარი
სანტინო	ერთგვაროვანი სითხე, ნალექის გარეშე	სუსტად გამოხატული ნადუღი გემო	თეთრი, თანაბარი
მილკა	ჰომოგენური, ნალექის გარეშე	რძისთვის დამახასიათებელი, სასიამოვნო	თეთრი
ნატურალ+	გაუმჭვირი, ფანტელისებრი კონსისტენციის გარეშე, არაწებოვანი, არაბლანტი კონსისტენციის	სუფთა, უცხო სუნისა და გემოს გარეშე	თეთრი, თანაბარი
სანტე	არაწებოვანი, ოდნავ ბლანტი	რძისთვის დამახასიათებელი, სუსტად გამოხატული ნადუღი გემო	თეთრი
სოფლის ნობათი (3,2%)	თხევადი, ოდნავ ბლანტი, შეიმჩნევა უმნიშვნელო ცხიმის ნალექი, რომელიც შენჯღრევის შემდეგ ქრება	უცხო სუნისა და გემოს გარეშე	ღია კრემისფერი, თანაბარი

ექსპერტიზის შემდეგი ეტაპია რძის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების შეფასება, რომელიც ნორმირდება ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით გოსტ 52090-2003. პასტერიზებული რძის ხარისხის ფიზიკურ-ქიმიური ექსპერტიზის მაჩვენებლებიდან განისაზღვრა სიმკვრივე, მჟავიანობა, უცხიმო მშრალი ნაშთი, პეროქსიდაზა (პასტერიზაციის ხარისხი), სისუფთავის ხარისხი. მარეგულირებელი დოკუმენტის მიხედვით რძის ხარისხის მაჩვენებლების ნორმები და განსაზღვრის შედეგები მოცემულია მე-5 – 6 ცხრილებში.

ცხრილი 5

რძის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ნორმები მარეგულირებელი დოკუმენტის მიხედვით ГОСТ 31450-2013

მაჩვენებლები	რძის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ნორმები ცხიმის მასური წილის მიხედვით, % ა/წ				
	გაუცხიმო-ვნებული 0,5-ზე ნაკლები	0,5-1,0	1,2; 1,5; 2,0; 2,5;	2,7; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5	4,7-9,5
სიმკვრივე, კგ/მ^3	1030	1029	1028	1027	1024
მჟავიანობა, ^{0}T ა/უ	21	21	21	21	20
უცხიმო მშრალი ნაშთი, % ა/წ	8,2				
პასტერიზაციის ხარისხი (პეროქსიდაზა)	არ დაიშვება				
სისუფთავის ხარისხი, ა/წ	1				

დადგინდა, რომ მჟავიანობა ყველა შესწავლილ ნიმუშში 21^{0}C არ აღემატება, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ სიახლის მხრივ ნიმუშებს პრობლემა არ აქვს. სოფლის ნობათში (2,5%), მილკასა და სანტეში სიმკვრივე და უცხიმო მშრალი ნაშთი დაბალია ნორმასთან შედარებით. „სოფლის ნობათი“ (2,5%, 3,2%), „მილკა“, „ნატურალ+“ და „სანტე“ მჟავიანობის მიხედვით ვერ პასუხობს მარეგულირებელი დოკუმენტის მოთხოვნებს, რადგან მჟავიანობა 16 ^{0}T -ზე დაბალია, რაც იმას ნიშნავს რომ განზავებულია წყლით ან მიმატებული აქვს სოდა.

ცხრილი 6

რძის ხარისხის ფიზიკურ-ქიმიური ექსპერტიზის შედეგები

მაჩვენებლები	ნიმუშის დასახელება							
	პარმალატი	პროსტოკვა-შინო	სოფლის ნობათი (2,5%)	სანტინო	მილკა	ნატურალ+	სანტე	სოფლის ნობათი (3,2%)
ცხიმის მასური წილი, %	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	3,2	3,2	3,2
სიმკვრივე, კგ/მ^3	1032	1030	1027	1029	1027	1032	1025	1028
მჟავიანობა, ^{0}C	19	18,05	13	17	12,35	14,25	13	12,35
უცხიმო მშრალი ნაშთი, % ა/ნ	8,6	8,1	7,9	8,4	7,9	9,3	7,5	8,3
პასტერიზაციის ხარისხი (პეროქსიდაზა)	-	-	-	-	-	-	-	-
სისუფთავის ხარისხი, ა/ნ	1	1	1	1	1	1	1	1

ზოგჯერ, მაღალი მჟავიანობის დროს რძის აჭრის ან შედედების თავიდან აცილების მიზნით, სოდას ამატებენ. თუმცა სოდა არ ზრდის მის მდგრადობას, პირიქით ქმნის ხელსაყრელ გარემოს ლპობის ბაქტერიების (მიკროფლორა) განვითარებისათვის. რადგან „სოფლის ნობათი" (2,5%, 3,2%), „მილკა", „ნატურალ+" და „სანტე" მჟავიანობის მიხედვით ვერ პასუხობს მარეგულირებელი დოკუმენტის მოთხოვნებს, საჭიროდ მივიჩნიეთ რძის ნიმუშები გამოგვეკვლია სოდის შემცველობაზე. სოდის რძეში განსაზღვრა მოვახდინეთ თვისებითი მეთოდით გოსტ 24065-80 მიხედვით, რომელიც ხსნარის შეფერილობის ცვლილებას ეფუძნება ინდიკატორ ბრომთიმოლლურჯის მოქმედებით. ცდის შედეგებით დადგინდა, რომ მჟავიანობის კორექტირებისათის სოდა არ არის დამატებული და სიახლის მხრივ ნიმუშებს პრობლემა არ აქვს. აქედან გამომდინარე, ნიმუშებს, სადაც მჟავიანობა 16^{0}T-ზე დაბალია, მიმატებული აქვს ჭარბი რაოდენობის წყალი (საუბარია B კატეგორიის რძეზე) და ხდება ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ფალსიფიკაცია [6-7].

პასტერიზების რეჟიმის შერჩევისას ითვალისწინებენ მის გავლენას არა მარტო მიკროფლორაზე, არამედ მიკრობულ ლიპაზასა და პეროქსიდაზაზე, რომლებიც ინაქტივირდება პასტერიზაციის დროს არანაკლებ 80^{0}C ტემპერატურაზე 20-30 წამის განმავ-

ლობაში. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ არც ერთ ნიმუშში არ აღმოჩნდა პეროქსიდაზა, რაც პასტერიზაციის შესრულების სრულფასოვნებასა და სიზუსტეზე მიუთითებს.

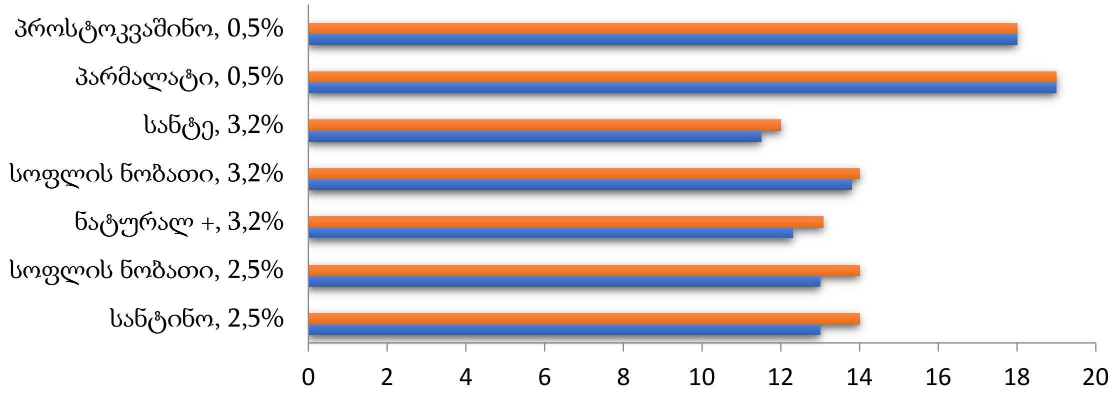
გამოკვლეული ნიმუშები პასუხობს მარეგულირებელი დოკუმენტის მოთხოვნებს, რომლის მიხედდვითაც არანაკლებ I ჯგუფის სისუფთავის ხარისხი დაიმსახურა.

რძის ხარისხი და სასარგებლო თვისებები დამოკიდებულია როგორც მის შედგენილობაზე, ისე შენახვის პირობებზე. მისი მოხმარება უსაფრთხო უნდა იყოს მომხმარებლისათვის. რძის პროდუქტებს ეტიკეტზე მითითებული აქვს გამოშვების თარიღი და ვარგისობის ვადა. მაგრამ, საყურადღებოა, რომ ეს ვადა მოქმედებს შეფუთვის გახსნამდე.

პოლიეთილენის პაკეტებში მოთავსებული პასტერიზებული რძე მხოლოდ მაცივარში ინახება სათანადო ტემპერატურის დაცვით (ზედა თაროზე). ე.წ. "ტეტრაპაკში" მოთავსებული სტერილიზებული რძე მაცივარში 6 თვემდე ინახება; სტერილიზებული რძე ოთახის ტემპერატურას (+20 გრადუსს) უძლებს და 10 დღემდე ასე შეიძლება შეინახოს; ულტრასტერიზებული რძე 3 – 6 თვე ინახება.

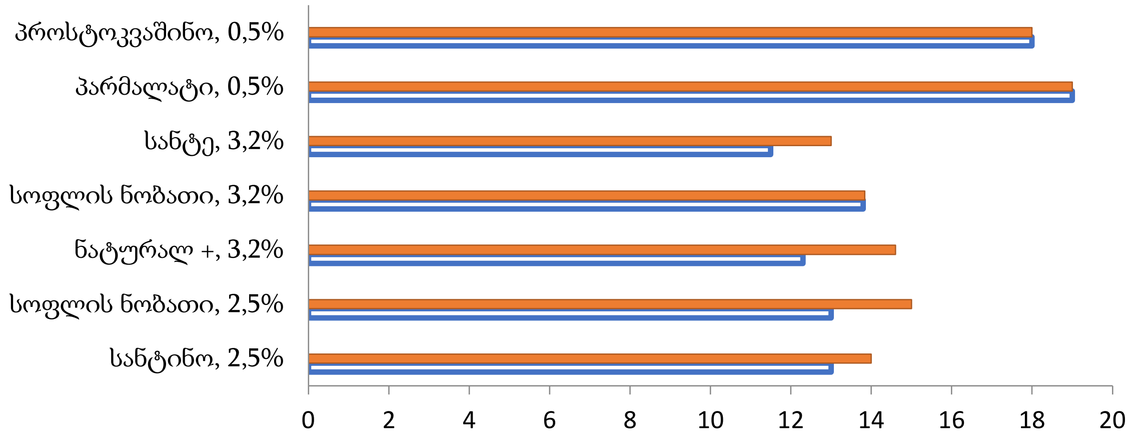
ეტიკეტზე მითითებული ვადის გასვლის შემდეგ პასტერიზებული რძის ხარისხის კონტროლი ხორციელდება ორგანოლეპტიკური და მჟავიანობის ^{0}T მაჩვენებლების ცვლილების მიხედვით.

რადგან რძის პროდუქტის შენახვის ვადა გახსნიდან ა/უ 3 დღეა (მაცივარში), საინტერესოდ მივიჩნიეთ შეგვესწავლა ორგანოლეპტიკური და მჟავიანობის მაჩვენებლების ცვლილება გახსნიდან შენახვის ვადის გასვლის შემდეგ და ასევე გაუხსნელ ნიმუშებში შეფუთვაზე მითითებული შენახვის ვადის ამოწურვის შემდეგ.



დიაგრამა 1. მჟავიანობის ^{0}T ცვლილება პასტერიზებული რძის ნიმუშების გახსნიდან 3 დღის შემდეგ

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, გახსნიდან მითითებული ვადის (ა/უ 3 დღის) გასვლის შემდეგ მჟავე გემო პასტერიზებული რძის არც ერთ გამოკვლეულ ნიმუშში არ შეინიშნება, რადგან მჟავიანობის სიდიდის (^{0}T) ცვლილება არ გასცდენია ზღვრულად დასაშვებ ზღვარს.



დიაგრამა 2. მჟავიანობის ^{0}T ცვლილება პასტერიზებული რძის ნიმუშებში შენახვიდ ვადის ამოწურვის შემდეგ

როგორც მე-2 დიაგრამაიდან ჩანს, პასტერიზებული რძის შეფუთვაზე აღნიშნული ვადის გასვლის შემდეგ (გაუხსნელ ნიმუშებში) ნიმუშებში მჟავიანობა ნორმატიულ დოკუმენტაციაში მითითებულ ზღვრულ დასაშვებ დონეს (22^{0}) არც ერთ ნიმუშში არ სცდება. ამას მოწმობს ორგანოლეპტიკური ანალიზის შედეგებიც. ყოველივე ეს მიუთითებს პასტერიზაციის შესრულების სრულფასოვნებასა და სიზუსტეზე და ასევე საწარმოს სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებზე. აღსანიშნავია, რომ პარმალატისა და პროსტოკვაშინოს ნიმუშებში მჟავიანობის ცვლილება საერთოდ არ დაფიქსირდა, რადგან წარმოებაში თერმული დამუშავების ულტრაპატერიზაციის მეთოდია გამოყენებული და მას სტერილურ შეფუთვაში დიდი ხნის განმავლობაში შეუძლია გაძლოს, ყოველგვარი ცვლილების გარეშე. სწორედ ამიტომ ულტრაპასტერიზებული რძე რძის ბაზარზე ლიდერობს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში.

რძის ქარხანას ხარისხის მართვის საკუთარი განყოფილებები აქვს, რომლებიც პასუხისმგებელია პროდუქციის ვარგისობაზე. ქართულ საწარმოთა უმეტესობა ISO სერტიფიკატის მფლობელია, რაც მოწმობს, რომ ისინი მართლაც ხარისხიან პროდუქციას უშვებენ.

ბაზარზე რამდენიმე სახეობის რძე იყიდება. მათ ერთმანეთისგან უმთავრესად ცხიმიანობის მაჩვენებელი განასხვავებს.

საქართველოში უფრო მაღალია მოთხოვნა ნატურალურთან მიახლოებული ქარხნული წარმოების რძეზე, რომლის ცხიმიანობა 3,8%-მდეა.

საწარმო ნატურალურ რძეს უმეტესად სეზონურად – ზაფხულის თვეებში იბარებს, დანარჩენ დროს მშრალ რძეს იყენებს. ეს არის კონსერვირებული რძე, რომელსაც სითხე გამოცლილი აქვს, რძის თვისებები კი – შენარჩუნებული. მშრალი რძის მიღების ტექნოლოგია საქართველოში ჯერ არ დანერგილა, ამიტომ საწარმოს ნედლეული უკრაინიდან, ბელორუსიიდან, აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებიდან შემოაქვს.

მომდევნო ეტაპი რძის პასტერიზაციაა. ეს პროცესი რძის სპეციალური ტექნოლოგიით დამუშავებას გულისხმობს: მაღალ ტემპერატურაზე წამიერი გატარებით ცოცხალი ბაქტერიების რაოდენობა მინიმუმამდე დადის. რძე სტერილური ხდება და მისი მიკრობული ფლორა ადამიანს საფრთხეს აღარ უქადის.

როგორც ცნობილია, ქარხნულ რძეს, წესისამებრ, ტეტრაპაკის ან ელოპაკის პაკეტში ასხამენ. ელოპაკის შენახვის ვადა საშუალოდ 21 დღეა, ტეტრაპაკისა – 3-დან 6 თვემდე. გახსნილ პაკეტში რძე 24 საათის განმავლობაში ინარჩუნებს თვისებებს, შემდეგ აუცილებლად უნდა წამოდუღდეს. უფრო უკეთესია მისი 24 საათის განმავლობაში გამოყენება.

ზოგადად, რაც უფრო მეტადაა დამუშავებული რძე, მით მეტადაა დაკარგული მასში შემავალი სასარგებლო კომპონენტები. სოფლის რძე ყველაზე მეტ სასარგებლო ნივთიერებას შეიცავს, თუმცა მისი არჩევა უფრო რთულია.

სოფლის რძის არჩევისას რამდენიმე საკითხს ექცევა ყურადღება:

- რამდენად სუფთადაა მოწველილი რძე;
- რამდენად სუფთა და უსაფრთხო ჭურჭელშია მოთავსებული;
- ხომ არ არის იგი ცხიმმოხდილი ან წყლით გაზავებული;
- რამდენად ახალია.

თუ მასში მიწის ან თივის ნაწილაკები, ან ძროხის ბალანი შეინიშნება, ნიშნავს, რომ მოწველის დროს ჰიგიენური ნორმები არ იყო დაცული. ასეთი რძის მოხმარება დაუშვებელია.

სოფლის რძე ძირითადად მეორეულ ბოთლებში (პოლიეთილენის ან პოლივინილ-ქლორიდის ბოთლში) იყიდება, როგორც წესი, ბოთლის ყოველგვარი სტერილიზაციის გარეშე (ასეთი ბოთლები ვერც უძლებს სტერილიზაციას), ამიტომ დიდია რისკი, რომ ბოთლიდან რძე დაბინძურდეს.

დიდი მნიშვნელობა აქვს რძის ფერს და კონსისტენციას. მოუხდელი რძე თეთრია, ოდნავ მოყვითალო ელფერით. თუ რძეს აქვს მოცისფრო ელფერი და წყალწყალა კონსისტენცია, მოხდილი (ცხიმმოცილებული) ან განზავებულია წყლით. თუ შენჯღრევისას ქაფი წარმოიქმნა, რძე გაუზავებელია; გაზავებული ან ცხიმმოხდილი რძე, რა თქმა უნდა, საზიანო არ არის, თუმცა მისი კვებითი ღირებულება ჩვეულებრივ რძეზე მნიშვნელოვნად დაბალია. დაძველებისას რძე მჟავდება და დამახასიათებელი მჟავე სუნი უჩნდება. თუმცა, ზოგჯერ, არაკეთილსინდისიერი გამყიდვლები ამჟავების პროცესის შესაჩერებლად რძეში სოდას უმატებენ. **ასეთი რძე სასმელად უვარგისია.**

ამიტომ, კვლევის შემდგომი მიმართულების მიზანია აგრარული ბაზრებიდან აღებული საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის „ნედლი ძროხის რძის“ ხარისხის შეფასება, ორგანოლეპტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით, სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამისად.

ადგილობრივი ნედლი რძის ნიმუშების ყიდულობდნენ სამგორის აგრარულ ბაზარში, რომელიც მარაგდება თელავის, დმანისის, დედოფლისწყაროს, წალკისა და შირაქის შინამეურნეობებიდან. ნედლი რძის ხარისხობრივი მაჩვენებლების სეზონურობის დინამიკისათვის ნიმუშები შეძენილ იქნა 2019 წლის იანვრის, მაისისა და სექტემბრის თვეებში.

ორგანოლეპტიკური გამოკვლევა განსაზღვრავს რძის ფერის ტონს, გემოს, სუნს და კონსისტენციას. საგემოვნო თვისებების ტესტს რძე იძენს მხოლოდ წამოდუღების შემდეგ. რძის ფერის ტონი განისაზღვრება თეთრი მინის ცილინდრში, არეკლილი სინათლის სხივში; სუნი და გემო განისაზღვრება სენსორული წესით, ხოლო კონსისტენცია – ცილინდრის კედელზე დარჩენილ კვალზე, რძის ნაკადის გადინების შემდეგ.

ცხრილი 7

იანვრის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ნედლი რძის შინამეურნეობის დასახელება ადგილის მიხედვით	რძის ტემპერატურა, ^0C	კლასი ალკოჰოლსინჯის მიხედვით	მჟავიანობა, ^0T	pH	ცხიმიანობა,%	სიმკვრივე, კგ/მ^3	უცხიმო მშრალი ნაშთი, %	ცილა, %	ცხიმი/ცილა
დმანისი	4	II	15	6.75	3,7	1027	8,47	3,08	1,20
დედოფლისწყარო	4	IV	19	6.61	3,64	1030	9,35	3,35	1,08
შირაქი	4	III	20	6.61	2,94	1029	8,92	3,24	0,90
წალკა	4	IV	18	6.62	3,54	1028	8,74	3,18	1,11
თელავი	4	III	18	6.64	3.72	1029	9.14	3.32	1,12

შინამეურნეობებიდან აღებული ყველა შემოწმებული ძროხის რძის ნიმუშების გარეგნული სახე და კონსისტენცია ერთგვაროვანია, თეთრიდან ოდნავ ყვითელი დამახასიათებელი ფერის ტონით, ნალექებისა და ფანტელების გარეშე. აქვს მკვეთრად გამოხატული რძის სპეციფიკური გემო და სუნი, ახალი ნატურალური რძისთვის არადამახასიათებელი უცხო სუნის გარეშე, ცხიმის შემცველობა 2,94-დან 4,36%-მდე, ცილა – 3,02-დან 3,32%-მდე, სიმკვრივე – 1026-დან 1030 კგ/მ^3-მდე, მჟავაიანობა – 16-დან 20^{0}T-მდე. თუმცა სექტემბრის თვის თელავის რძის ნიმუშში მჟავიანობა 13^{0}T-ია, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს საკვების ფაქტორით. ასეთ შემთხვევაში, როგორც გამონაკლისი, შესაძლებელია ჩაითვალოს ვარგისად; სხვა შემთხვევაში დაუშვებელია, სანამ არ დაზუსტდება მჟავიანობის შემცირების მიზეზი.

ცხრილი 8

მაისის თვის ნედლი რძის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ნედლი რძის შინამეურნეობის დასახელება ადგილის მიხედვით	რძის ტემპერატურა, ^0C	კლასი ალკოჰოლსინჯის მიხედვით	მჟავიანობა, ^0T	pH	ცხიმიანობა,%	სიმკვრივე, კგ/მ^3	უცხიმო მშრალი ნაშთი, %	ცილა, %	ცხიმი/ცილა
დმანისი	10	III	19	6,58	3.56	1029	9.07	3.28	1,08
დედოფლისწყარო	6	უკლასო	21	6,46	3.61	1028	8.60	3.13	1,15
შირაქი	5	II	19	6,61	3.17	1029	8.95	3.27	0,96
წალკა	7	III	19	6,78	3.71	1026	8.28	3.02	1,22
თელავი	11	IV	19	6,62	3.94	1026	8.23	3.00	1,31

ცხრილი 9

სექტემბრის თვის ნედლი რძის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

ნედლი რძის შინამეურნეობის დასახელება ადგილის მიხედვით	რძის ტემპერატურა, ^0C	ჯგუფი ალკოჰოლის სინჯის მიხედვით	მჟავიანობა, ^0T	pH	ცხიმიანობა,%	სიმკვრივე, კგ/მ³	უცხიმო მშრალი ნაშთი, %	ცილა, %	ცხიმი/ცილა
დმანისი	8	III	22	6.71	4.36	1029	8.78	3.21	1,35
დედოფლისწყარო	7	I	17	6.8	3.89	1029	8.67	3.17	1,23
შირაქი	6	V	20	6.66	3.86	1029	8.70	3.18	1,21
წალკა	8	II	16	6.89	3.97	1028	8.47	3.09	1,28
თელავი	9	II	13	6.93	3.57	1029	8.56	3.03	1,20

ასევე მნიშვნელოვანი პარამეტრია რძის pH ანუ აქტიური მჟავიანობა, რომელიც განისაზღვრება წყალბადიონთა კონცენტრაციით. ახალი რძის pH 6,4-დან 6,7-ის ფარგლებშია, ე.ი. რძეს აქვს სუსტი მჟავე რეაქცია. მის სიდიდეზე დამოკიდებულია რძეში ცილების კოლოიდური მდგომარეობა, თერმომედეგობა, სასარგებლო და პათოგენური მიკროფლორის ზრდა და ფერმენტების აქტივობა. თელავის სექტემბრის თვის ნიმუშში pH 6.93-ია, ხოლო სატიტრავი მჟავიანობა ამავე ნიმუშში – 13^0T; pH-ის 6,7-ზე მაღალი სიდიდე მიუთითებს ისეთი ნივთიერებების დამატებას, რომლებიც ხელს უშლის მის ნაადრევ ამჟავებას, მაგალითად სოდის. ასევე, რძის გაზრდილი pH-ის მნიშვნელობა შეიძლება გამოწვეული იყოს ძროხის დაავადებით, მასტიტით. ხოლო თუ 6,3-ზე დაბალია, ნიშნავს რომ პროდუქტი უკვე ამჟავებას იწყებს.

ჯანმრთელი ცხოველისაგან მიღებული რძე თერმულად მდგრადია. თერმული სტაბილურობა განისაზღვრება კაზეინის კოლოიდურ სუსპენზიაში შენარჩუნების უნარით, ხოლო შრატის ცილების (ალბუმინი და გლობულინი) – ხსნარში ანუ, თერმომდგრადობა არის რძის ტექნოლოგიური თვისება, გაუძლოს მაღალტემპერატურულ დამუშავებას ცილების კოაგულაციის გარეშე, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს რძის პროდუქტების წარმოებისთვის.

რძის თერმომდგრადობის განსაზღვრა ალკოჰოლური სინჯის მიმართ ემყარება ეთილის სპირტის მოქმედებას რძის ცილებზე, რომლებიც მთლიანად ან ნაწილობრივ განიცდის დენატურაციას. იმის მიხედვით, თუ როგორი მოცულობითი კონცენტრაციის

სპირტთან შერევამ არ გამოიწვია გამოსაკვლევ რძეში ფანტელისებრი ნალექის წარმოქმნა, ისინი იყოფა ხუთ კლასად სტანდარტის (გოსტი 25228-82) მოთხოვნის შესაბამისად.

მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე ცხადია, რომ მთელი წლის განმავლობაში რძის თერმომდგრადობა დინამიკურია. I კლასის ანუ ყველაზე თერმომდგარდი რძე იანვრისა და მაისის დასაწყისში გამოკვლეულ ნიმუშებში არ ფიქსირდება, სექტემბერში აღნიშნული კლასი აქვს დედოფლისწყაროს ნიმუშს, თერმომდგრადობის II კლასის მქონე რძის ნიმუშებიც იშვიათია, სექტემბერში კი გამოკვლეული ნიმუშებიდან ასეთი ორია: წალკისა და თელავის; ყველაზე არახელსაყრელი პერიოდი იყო იანვარი და მაისის დასაწყისი, რადგან ამ დროს ყველაზე მეტ ნიმუშებს მიენიჭა III და IV კლასი. ასევე აღსანიშნავია, რომ მაისის თვეში დედოფლისწყაროს ნიმუშმა დაიმსახურა შეფასება უკლასო. თერმომდგარდობის სიდიდეების ასეთი დინამიკურობა დაკავშირებულია პირუტყვის საკვებსა და კვების ტიპთან.

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია რძეში ცხიმისა და ცილების თანაფარდობა. მათ შორის ოპტიმალური პროპორცია (1,21–1,5) უზრუნველყოფს რძის კომპონენტების მაქსიმალურ გამოყენებას სხვადასხვა პროდუქტის წარმოებაში. გარდა ამისა, ამ მაჩვენებლით შეგვიძლია საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ბალანსირებული კვების რაციონის შესახებ არაპირდაპირი მსჯელობა. იანვრის თვეში გამოკვლეულ რძის ნიმუშებში ეს თანაფარდობა დაბალია ოპტიმალურ პროპორციაზე (1,21–1,5), ხოლო მაისის თვიდან ცხიმისა და ცილის ოპტიმალური პროპორცია შეინიშნება წალკისა (1,22) და თელავის (1,31) ნიმუშებში. რაც შეეხება სექტემბრის დასაწყისს, ყველა ნიმუშში შენარჩუნებულია ოპტიმალური პროპორცია და 1,20-დან 1,35-მდე მერყეობს.

მასტიტსა და სოდაზე შემოწმების შედეგებით დგინდება, რომ ნედლი რძის ნიმუშები მიღებულია ჯანმრთელი ცხოველიდან და სოდა არ აქვს დამატებული.

რძის ბაქტერიოლოგიური დაბინძურების ხარისხი განისაზღვრა რედუქტაზას სინჯით, მეთილენლურჯის 1%-იანი ხსნარის საშუალებით, ცდის შედეგები კი გაანალიზდა მე-10 ცხრილის მონაცემების მიხედვით.

ანალიზისთვის სინჯი აიღება რძის შუა ნაწილიდან. მიკრობიოლოგიური კვლევა კეთდება სინჯის აღებისთანავე ან არაუგვიანეს 4 საათისა იმ პირობით, რომ ამ დროში რძე შეინახება 4 – 6°C ტემპერატურაზე.

გამოსაკვლევი რძის ნიმუშები ბაქტერიული მოთესვლიანობის მხრივ აკმაყოფილებს I კლასს, რედუქტაზას სინჯის მიხედვით.

ცხრილი 10

რძის ხარისხის შეფასება რედუქტაზას სინჯის მიხედვით

გაუფერულებაზე დახარჯული დრო	1 მლ რძეში ბაქტერიების რაოდენობა	რძის ხარისხი	რძის კლასი
20 წთ-ზე ნაკლები	20 მლნ-ზე მეტი	ძალიან ცუდი	IV
20 წთ-დან - 2 სთ-მდე	4 მლნ-დან 20 მლნ-მდე	ცუდი	III
2 სთ-დან -5.5 სთ-მდე	500000-დან 4 მლნ-მდე	დამაკმაყოფილებელი	II
5,5 სთ-ზე მეტი	500000-ზე ნაკლები	კარგი	I

ეკოსისტემაზე ანტროპოგენური პროცესის გავლენა გლობალურ ხასიათს ატარებს, რის საფუძველზეც დასტურდება მძიმე მეტალებით გარემოს გაჭუჭყიანების ფაქტი როგორც ტოქსიკური, ისე ძლიერტოქსიკური ელემენტებით. მძიმე მეტალები 5 გ/სმ^3-ზე მეტი სიმკვრივის მქონე ელემენტებია (Pb, Hg, Cd, Cu, Zn, Mn, Sn, As და სხვა). ლანდშაფტისა და მის მიერ წარმოებული პროდუქცის დაბინძურება გამოწვეულია სწორედ ამ ელემენტებით. მაგალითად, დიდ საშიშროებას ქმნის ტყვია. მას ფართოდ იყენებენ მრეწველობაში, ტრანსპორტში, ქიმიურ კომბინატებში, ამიტომ უკიდურეს შემთხვევაში მისი ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია 0,5-1 მგ % კგ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. მძიმე მეტალებით დაბინძურება ასევე წარმოებს ელექტროსადგურებიდან, ლაქ-საღებავების მწარმოებელი საწარმოებიდან და სხვა. რაც შეეხება ვერცხლისწყალს კვების პროდუქტებში, განსაკუთრებით ხილ-ბოსტნეულში გვხვდება ფუნგიციდების ანუ სოკოს საწინააღმდეგო პრეპარატების გამოყენების დროს. მცენარესა და მისგან წარმოებულ პროდუქციაში ქრომი დიდი რაოდენობით გვხვდება კანალიზაციის ჩამონადენი წყლებიდან. სპილენძი ძირითადად გავრცელებულია მევენახეობის რაიონებში. ამ ელემენტის შემცველი შაბიამანი ფართოდ გამოიყენება ვაზის ჭრაქის წინააღმდეგ.

მძიმე მეტალები, მცენარეული და ცხოველური პროდუქტების საკვებად გამოყენების შემდეგ, ხვდება ადამიანის ორგანიზმში და იწვევს მწვავე და ქრონიკულ დაავადებებს. ტყვიის ჭარბი რაოდენობა, პირველ რიგში, უარყოფითად მოქმედებს სისხლის

ფორმულაზე, ნერვულ სისტემაზე, თრგუნავს ცილების სინთეზს, უჯრედის ენერგეტიკულ ბალანსს და გენეტიკურ აპარატს. იგივე შეიძლება ითქვას ვერცხლისწყალსა და დარიშხანზე. მაღალი კუთრი წონის გამო, ვერ გამოდის ადამიანის ორგანიზმიდან, გადადის სისხლში და იწვევს ჟანგბადით შიმშილს. კადმიუმი, ძირითადად, ილექება თირკმლებში და იწვევს ცილების დაგროვებას, რასაც მოჰყვება თირკმლის უკმარისობა. საერთოდ დადგენილია, რომ მძიმე მეტალების გაზრდილი კვოტები იწვევს ონკოლოგიურ დაავადებებს. ასევე კაცობრიობისთვის მეტად სავალალო შედეგის მომტანია ბირთვული წარმოების ხელოვნურად მიღებული დღეგრძელი რადიონუკლეიდები, როგორიცაა ურანი, სტრონციუმი, ცეზიუმი და სხვა.

აქედან გამომდინარე, კვების პროდუქტებში ეკოლოგიურად უარყოფითი რადიკალების (პოტტოქსიკური, ტოქსიკური, ძლიერტოქსიკური) განსაზღვრა აუცილებელია, რაც უდიდეს გავლენას ახდენს ქვეყნის ეროვნული უსაფრთხოების ეკოლოგიურ ასპექტსა და ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობაზე.

სწორედ ამ მიზნით რძეში განისაზღვრა ძლიერტოქსიკური მძიმე ლითონები (Pb, As, Hg, Cd) ატომურ-აბსორბციული მეთოდით (გოსტი 30178-96).

განსაზღვრის შედეგები მოცემულია მე-11 ცხრილში.

ცხრილი 11

ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა

№	დასახელება	ტოქსიკური ელემენტები, მგ/კგ							
		Pb		As		Cd		Hg	
		ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი	ნორმა	შედეგი
1	პარმალატი	0,1	0,019	0,05	0,004	0,03	0,003	0,005	-
2	პროსტოკვაშინო		0,018		0.005		0.002		-
3	სოფლის ნობათი (2,5%)		0.023		0.009		0,006		-
4	სანტინო		0.007		0.001		0.003		-
5	მილკა		0.008		0,003		0,005		-
6	ნატურალ +		0,009		0,004		0.004		-
7	სანტე		0.008		0.009		0.001		-
8	სოფლის რძე		0.017		0.002		0,008		-

მიღებული შედეგების თანახმად, ყველა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ნიმუშებში ძლიერ-ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა საკმაოდ დაბალია და შორსაა ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციებიდან.

3. დასკვნა

ქ. თბილისის სამომხმარებლო ბაზარზე პასტერიზებული რძის ასორტიმენტი გან-სხვავდება სახეობების (ნორმალიზებული და აღდგენილი რძე), ცხიმის მასური წილისა (0,5%; 2,5%; 3,2%) და შეფუთვის (პოლიმერული მასალისგან დამზადებული ბოთლები და პაკეტები, კომბინირებული შეფუთვა - ტეტრაპაკი) მიხედვით; რძის მიწოდება ხორ-ციელდება როგორც ადგილობრივი მწარმოებლებიდან, ისე უცხო ქვეყნებიდან (რუსეთი, ბელორუსია).

სხვადასხვა მწარმოებლის პასტერიზებული რძე განსხვავდება შენახვის ვადით, რომელიც დამოკიდებულია არა იმდენად შეფუთვის ტიპზე, რამდენადაც პასტერი-ზაციის რეჟიმებზე.

მომხმარებლების მიზიდვის მიზნით მწარმოებლები იყენებენ არა მხოლოდ ფერად შეფუთვებს, არამედ შემდეგი სახის დამატებით წარწერებს: „კონსერვანტებისა და ხე-ლოვნური დანამატების გარეშე“, „გმო-ს გარეშე“, „შეიცავს მხოლოდ ნატურალურ ინგ-რედიენტებს“, „ყოველთვის ნატურალური პროდუქტი“, კონსერვანტების გარეშე", რომე-ლიც არ ეწინააღმდეგება TP TC 033/2013 და გოსტ 31450-2013-ის მოთხოვნებს.

ერთნაირი ცხიმის მასური კონცენტრაციის მქონე სხვადასხვა სასაქონლო ნიშნის პასტერიზებული სასმელი რძე განსხვავდება ხარისხით, ცილებისა და უცხიმო მშრალი ნაშთის ოდენობით, რაც ორგანოლეპტიკურ მახასიათებლებში აისახება.

დადგენილია, რომ საუკეთესო ორგანოლეპტიკური თვისებები აქვს „პარმალატს“, „პროსტოკვაშინოს“, „სანტინოს“ და „ნატურალ+“-ს.

დადგენილია, რომ სიმკვრივის, უცხიმო მშრალი ნაშთის და მჟავიანობის მაჩვე-ნებლების მიხედვით მარეგულირებლი დოკუმენტის მოთხოვნებს შეესაბამება პარამა-ლატის, პროსტოკვაშინოს და სანტინოს პროდუქცია, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მათ დასამზადებლად გამოყენებულია მაღალხარისხოვანი ნედლეული; რაც შეეხება „ნატუ-

რალ+“-ს და სოფლის ნობათს (3,2%), მჟავიანობის მიხედვით არ შეესაბამება სტანდარტს, რაც ეჭვს აჩენს, რომ დამატებული აქვს სოდა ან განზავებულია წყლით.

ზოგჯერ, მაღალი მჟავიანობის დროს, რძის აჭრის ან შედედების თავიდან აცილების მიზნით, ამატებენ სოდას. თუმცა სოდა არ ზრდის მის მდგრადობას, პირიქით ქმნის ხელსაყრელ გარემოს ლპობის ბაქტერიების (მიკროფლორა) განვითარებისათვის.

დაბალი მჟავიანობის გამო, პასტერიზებული რძის ნიმუშები გამოკვლეულ იქნა სოდის შემცველობაზე. არც ერთ ნიმუშში არ აღმოჩნდა სოდა, რაც მიუთითებს, რომ ნიმუშები განზავებულია წყლით ან აღდგენილი რძეა.

სოფლის ნობათში (2,5%), მილკასა და სანტეში სიმკვრივე, უცხიმო მშრალი ნაშთი და მჟავიანობის გრადუსი დაბალია ნორმასთან შედარებით და ვერ პასუხობს მარე-გულირებელი დოკუმენტების მოთხოვნებს.

კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ არც ერთ ნიმუშში არ აღმოჩნდა პეროქსიდაზა, რაც მიუთითებს პასტერიზაციის შესრულების სრულფასოვნებასა და სიზუსტეზე.

გამოკვლეული ნიმუშები პასუხობს მარეგულირებელი დოკუმენტის მოთხოვნებს, რომლის მიხედვითაც დაიმსახურა არანაკლებ I ჯგუფის სისუფთავის ხარისხი.

რძის ხარისხი და სასარგებლო თვისებები დამოკიდებულია როგორც მის შე-დგენილობაზე, ისე შენახვის პირობებზე. ეტიკეტზე მითითებული ვადის გასვლის შემ-დეგ პასტერიზებული რძის ხარისხის კონტროლი განხორციელდა ორგანოლეპტიკური და მჟავიანობის ^{0}T მაჩვენებლების ცვლილების მიხედვით და აიგო დიაგრამები, საიდანაც ჩანს, რომ გამოკვლეულ ნიმუშებში მჟავიანობის სიდიდე შენახვის ვადის გასვლის შემდეგ როგორც გაუხსნელ, ისე გახსნილ ნიმუშებში არ აღემატება ზღვრულ დასაშვებ ნორმას. ყოველივე ეს მიუთითებს პასტერიზაციის შესრულების სრულფასოვ-ნებასა და სიზუსტეზე, ასევე საწარმოს სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებზე.

შინამეურნეობებიდან (დმანისი, დედოფლისწყარო, შირაქი, წალკა, თელავი) აღე-ბული ყველა შემოწმებული ნედლი ძროხის რძის ნიმუშების გარეგნული სახე და კონ-სისტენცია ერთგვაროვანია, თეთრიდან ოდნავ ყვითელი დამახასიათებელი ფერის ტონით, ნალექებისა და ფანტელების გარეშე. აქვს მკვეთრად გამოხატული რძის სპეცი-ფიკური გემო და სუნი, ახალი ნატურალური რძისთვის არადამახასიათებელი უცხო

სუნის გარეშე, ცხიმის შემცველობა 2,94-დან 4,36%-მდეა, ცილა – 3,02-დან 3,32%-მდე, სიმკვრივე – 1026-დან 1030 კგ/მ^3-მდე.

ნედლი რძის ნიმუშებში (დმანისი, დედოფლისწყარო, შირაქი, წალკა თელავი) მჟავაიანობა ძირითადად 16-დან 20^{0}T-მდეა. თუმცა სექტემბრის თვის თელავის რძის ნიმუშში მჟავიანობა 13^{0}T-ია, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ცხოველთა კვების ფაქტორით. ასეთ შემთხვევაში, როგორც გამონაკლისი, შესაძლებელია რძე ჩაითვალოს ვარგისად; სხვა შემთხვევაში დაუშვებელია, სანამ არ დაზუსტება მჟავიანობის შემცირების მიზეზი. ამავე ნიმუშში pH 6.93-ია. pH-ის 6,7-ზე მაღალი სიდიდე მიუთითებს ისეთი ნივთიერებების დამატებაზე, რომლებიც ხელს უშლის მის ნაადრევ ამჟავებას, მაგალითად სოდის. ასევე, რძის გაზრდილი pH-ის მნიშვნელობა შეიძლება გამოწვეული იყოს ძროხის დაავადებით, მასტიტით. ხოლო თუ pH 6,3-ზე დაბალია, ნიშნავს, რომ პროდუქტი უკვე ამჟავებას იწყებს.

მთელი წლის განმავლობაში ნედლი რძის თერმომდგრადობა გამოკვლეულ ნიმუშებში დინამიკურია. I კლასის ანუ ყველაზე თერმომდგრადი რძე იანვრისა და მაისის დასაწყისში არ ფიქსირდება, სექტემბერში აღნიშნული კლასი აქვს დედოფლისწყაროს ნიმუშს, თერმომდგრადობის II კლასის მქონე რძის ნიმუშებიც იშვიათია, სექტემბერში კი გამოკვლეული ნიმუშებიდან ასეთი ორია: წალკისა და თელავის; ყველაზე არახელსაყრელი პერიოდი იყო იანვარი და მაისის დასაწყისი, რადგან ამ დროისთვის ყველაზე მეტ ნიმუშებს მიენიჭა III და IV კლასი. ასევე აღსანიშნავია, რომ მაისის თვეში დედოფლისწყაროს ნიმუშმა დაიმსახურა შეფასება უკლასო. თერმომდგარდობის სიდიდეების ასეთი დინამიკურობა დაკავშირებულია პირუტყვის საკვებსა და კვების ტიპთან.

რძეში ცხიმისა და ცილების თანაფარდობის ოპტიმალური პროპორცია (1,21–1,5) უზრუნველყოფს რძის კომპონენტების მაქსიმალურ გამოყენებას სხვადასხვა პროდუქტის წარმოებაში. გარდა ამისა, ამ მაჩვენებლით შეგვიძლია საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ბალანსირებული კვების რაციონის შესახებ არაპირდაპირი მსჯელობა. იანვრის თვეში გამოკვლეულ რძის ნიმუშებში ეს თანაფარდობა ოპტიმალურ პროპორციაზე დაბალია, ხოლო მაისის თვიდან მათი თანაფარდობის ოპტიმალური პროპორცია ფიქსირდება წალკისა (1,22) და თელავის (1,31) ნიმუშებში. სექტემბრის დასაწყიში ყველა ნიმუშში შენარჩუნებულია ოპტიმალური პროპორცია და 1,20-დან 1,35-მდე მერყეობს.

გამოსაკვლევი ნედლი რძის ნიმუშები ბაქტერიული მოთესვლიანობის მხრივ აკმაყოფილებს I კლასს, რედუქტაზას სინჯის მიხედვით.

მასტიტსა და სოდაზე შემოწმების შედეგებით დგინდება, რომ ნედლი რძის ნიმუშები მიღებულია ჯანმრთელი ცხოველიდან და სოდა არ აქვს დამატებული.

ყველა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ პასტერიზებული რძის ნიმუშში ძლიერ-ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა საკმაოდ დაბალია და შორსაა ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციებიდან.

ლიტერატურა

1. რძე და რძის ნაწარმის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტი-WWW.MATSNE.GOV.GE. ბოლოს გადავამოწმე 01.07. 2021წ.
2. ნ. ლიპატოვი, ზ. ცქიტიშვილი. რძისა და რძის პროდუქტების ტექნოლოგია. თბილისი: საბჭოთა საქართველო, 1984 წელი, გვ. 330.
3. ვ. კაციტაძე. ჰიგიენა. თბილისი: საქართველო, 1975 წელი, გვ. 338.
4. მ. ზურაბიშვილი. კვების ჰიგიენა. თბილისი: განათლება, 1989 წ, გვ. 382.
5. გ.დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ნ. ბარათელი. ლაბორატორიული პრაქტიკუმი კვების პროდუქტების ეკოქიმიურ ექსპერტიზაში. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი,, 2011 წ, გვ. 173.
6. ნ. მოდებაძე, ა. პეტრიაშვილი. სასურსათო საქონელმცოდნეობა. თბილისი: განათლება, 1969 წ, გვ. 653.
7. გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი. კვების პროდუქტების სასაქონლო ექსპერტიზა და სამართლებრივი საფუძვლები. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2017 წ, გვ. 447.

უაკ 338.43

მდგრადი სოფლის მეურნეობა

თ. ნოზაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *აღწერილია გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის (გაერო) მდგრადი განვითარების მიზნები და მათი მიღწევის საქმეში მდგრადი სოფლის მეურნეობის როლი, რომელიც ეკონომიკური განვითარების, გარემოსდაცვითი პასუხისმგებლობის, სოციალური პროგრესის და მსოფლიო მოსახლეობის სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საქმეში სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი სექტორია.*

საკვანძო სიტყვები: *სოფლის მეურნეობა; მდგრადი განვითარება; ბიოწარმოება.*

1. შესავალი

გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის (გაერო) გენერალურმა ასამბლეამ 2015 წლის 25 სექტემბერს მიიღო A/RES/70/1 რეზოლუცია „ჩვენი სამყაროს გარდაქმნა: 2030 წლის დღის წესრიგი მდგრადი განვითარებისთვის“, რომლის განუყოფელი ნაწილია მდგრადი განვითარების 17 მიზანი და 169 ამოცანა“. მდგრადი განვითარების მიზნების კონცეფცია 2012 წელს წარმოიშვა გაერთიანებული ერების მდგრადი განვითრების კონფერენციაზე „რიო +20“. მისი მიზანია მსოფლიოს შესთავაზოს უნივერსალური დღის წესრიგი, რომელიც წონასწორობაში მოიყვანს განვითრების სამ განზომილებას - გარემოსდაცვით, სოციალურ და ეკონომიკურ სფეროებს. მსოფლიოს ქვეყნების ერთობლივმა ძალისხმევამ და თანამშრომლობამ, ათასწლეულის განვითარების მიზნების მიღწევის საქმეში, ნათლად აჩვენა, რამდენად მნიშვნელოვანია ერთიანი გლობალური დღის წესრიგის არსებობა ისეთ გამოწვევებთან გამკლავებაში, როგორიცაა სიღარიბისა და შიმშილის აღმოფხვრა, ჯანდაცვის, განათლების სისტემის გაუმჯობესება, თანასწორობის

ხელშეწყობა, ქალაქების მდგრადობა, კლიმატის ცვლილებების წინააღმდეგ ბრძოლა, ოკეანეებისა და ტყეების დაცვა, ყველა დონეზე ეფექტიანი, ანგარიშვალდებული და ინკლუზიური ინსტიტუციების მშენებლობა.

მდგრადი განვითარების მიზნებსა და ამოცანებზე ზრუნვა განაპირობა მრავალმა ეკოლოგიურმა და სოციალურ-ეკონომიკურმა პრობლემამ, რომელსაც მიეკუთვნება: გარემოს დეგრადაცია, სურსათის დაბინძურება, ტყეების განადგურება, დაჭაობება, გაუდაბნოება, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების დაბინძურება, გლობალური დათბობა, ბიომრავალფეროვნების შემცირება, რესურსგამანადგურებელი ტექნოლოგიების უკონტროლო გამოყენება, სასურსათო კრიზისი, სიღარიბის მასშტაბის გაფართოება, განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებს შორის სოციალურ-ეკონომიკური დისპროპორცია, ენერგეტიკული რესურსების ამოწურვა და სხვა.

სურათი 1. გაეროს მდგრადი განვითარების მიზნები

2. ძირითადი ნაწილი

XIX საუკუნის ბოლოს და XX საუკუნის დასაწყისში ქიმიური და მძიმე მრეწველობის განვითარებას სოფლის მეურნეობაში ქიმიური ტექნოლოგიების აქტიური დანერგვა მოჰყვა, რამაც მოსავლიანობის რაოდენობრივ ზრდაში ერთგვარი რევოლუცია მოახდინა, თუმცა მოსავლიანობის მატებასთან ერთად დროთა განმავლობაში გაჩნდა

პრობლემები, რომლებიც დაკავშირებული იყო ეკოლოგიის დაბინძურებასთან, ადამიანის ჯანმრთელობისთვის საფრთხის შექმნასთან, ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის გამოფიტვასთან, ნიადაგის სტრუქტურის დარღვევასთან, მავნებლების რიცხოვნობის ზრდასთან. ზემოაღნიშნულმა პროგრესულ მეცნიერებსა თუ ფერმერებს ნათლად დაანახა, რომ სოფლის მეურნეობის ქიმიურ ინდუსტრიაზე დამოკიდებულებით გამოწვეული პრობლემები სამომავლოდ კიდევ უფრო დიდ მასშტაბებს მოიცავდა და საჭირო გახდა სხვა ალტერნატიული გზების ძიება.

XX საუკუნის დასაწყისში შვეიცარიელმა მეცნიერმა და საზოგადო მოღვაწემ ჰანს მიულერმა შეიმუშავა ბიოორგანული მიწათმოქმედების საფუძვლები, რომლის მთავარი მიზანი იყო:

- ქიმიურ ინდუსტრიაზე დამოკიდებულების უარყოფა – მცენარეთა დაცვისა და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებისათვის ქიმიური სასუქების და სხვა სინთეზური საშუალებების მოხმარების შემცირება, მეურნეობაში არსებული ბუნებრივი რესურსების მაქსიმალურად გამოყენება, სასურსათო პროდუქციის რეალიზაციის გაზრდა პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების ხარჯზე;
- გასაღების ბაზრის შექმნა იმ მომხმარებელთა ინტერესების გათვალისწინებით, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან ჯანსაღი საკვებითა და ეკოლოგიურად სუფთა გარემოთი.

სხვადასხვა სამეცნიერო პუბლიკაციაში მდგრადი სოფლის მეურნეობა განიხილება, როგორც „ალტერნატიული სოფლის მეურნეობა“, რომელიც ხასიათდება მიწათმოქმედების ინდუსტრიული სისტემიდან ეკოლოგიურად მდგრად სისტემაზე გადასვლით: „ეკოლოგიური მიწათმოქმედება“, „ბიოწარმოება“, „ეკოლოგიურად დაბალანსებული მიწათმოქმედება“, რასაც საფუძვლად დაედო გარემოზე მინიმალური უარყოფითი გავლენა და არაგანახლებადი რესურსების მინიმალური დანახარჯი. მდგრადი განვითარება სტაბილური სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებაა, რომელიც არ ანგრევს ბუნებრივ საფუძველს და გარემოსთან არაა კონფლიქტში. შესაბამისად, სოფლის მეურნეობა მდგრადია თუ სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობისას ხორციელდება ფერმერის, გარემოს და ბაზრის თანამშრომლობა და არა მათი კონფლიქტი.

ბიომეურნეობა მდგრადობასთან დაკავშირებული პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პერსპექტივაა, რომელიც სოფლის მეურნეობის სფეროში მდგრადი განვითარების პრინციპის პრაქტიკული რეალიზაციაა. ბიომეურნეობა აერთიანებს და ჰარმონიულად ავითარებს საზოგადოების ეკოლოგიურ, ეკონომიკურ, სოციალურ სფეროებს და შეიცავს შემდეგ მნიშვნელოვან ამოცანებს:

სოციალური: ტრადიციული სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღება, სასურსათო პროდუქციის გარანტირებული უვნებლობა;

ეკოლოგიური: გარემოს დაცვა, ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნება, ბუნებრივი რესურსების შენარჩუნება, ცხოველთა მოშენების მართებული მეთოდების შემუშავება;

ეკონომიკური: ეკოლოგიურ სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე ბაზრის მზარდი მოთხოვნების დაკმაყოფილება, სოფლის ეკონომიური განვითარების ალტერნატიული მეთოდი, ჩაკეტილი სისტემების დანერგვა და გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების შემცირება, დამატებითი სამუშაო ადგილები სოფლად.

მდგრადი სოფლის მეურნეობა დგას ნიადაგის სწორი მენეჯმენტის და მასზე ზრუნვის პრინციპზე, რადგან ჯანსაღი ნიადაგი ნიშნავს უვნებელ მოსავალს და ჯანმრთელ პირუტყვს. ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნება ნიშნავს ფოკუსირებას, ბუნებრივი ნაკვეთ/კულტურათა მონაცვლეობის სისტემით, ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების შენარჩუნებაზე, გაზრდასა და ნიადაგის სტრუქტურის შენარჩუნებაზე, რაც საბოლოდ უზრუნველყოფს ფენათა შორის წყლის კარგ შეღწევას, უკეთეს დრენაჟს და ამცირებს ნიადაგის ქარის/წყლის ეროზიით გამოწვეულ უნაყოფობას. მდგრადი სოფლის მეურნეობის ამოცანების მიღწევის საქმეში ასევე აღსანიშნავია სარწყავი წყლის სწორი მენეჯმენტი, გვალვასა და მარილისადმი ტოლერანტული კულტურების/ჯიშების შერჩევა და მოშენება, არაგანახლებადი ენერგორესურსების გამოყენების შეზღუდვა და განახლებადი ენერგორესურსებით ჩანაცვლება.

3. დასკვნა

მდგრადი სოფლის მეურნეობის პრინციპების დაცვა და ამოცანების შესრულება, რომელიც უზრუნველყოფს ბუნებრივი რესურსების იმგვარად გამოყენებას, რომ არ

მოხდეს გარემოს შესაძლებლობების რეგენერაცია და მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი ეკოსისტემაზე საქმიანობის შედეგად გამოწვეული მავნე ზემოქმედება; გრძელვადიან პერსპექტივაში უზრუნველყოფს სასურსათო უსაფრთხოებას, მდგრად ეკონომიკურ განვითარებას, სოფლად მცხოვრები მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლებას, სიღარიბის შემცირებას და აგროეკოსისტემის დაცვას.

ლიტერატურა

1. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომათა კრებული „ბიოეკონომიკა და სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარება“. თბილისი, 2013წ.
2. ბიომეურნეობის საფუძვლები. თბილისი, 2009წ.
3. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 30 ივლისის №198 დადგენილება „ბიოწარმოების შესახებ“.
4. https://www.ifoam.bio/

უაკ 636.9

ბოცვრის შენახვის სისტემები

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *წარმოდგენილია მებოცვრეობის მოკლე დახასიათება. ყურადღება გამახვილებულია თანამედროვე პირობებში ბოცვრის შენახვის სისტემებზე, მის დადებით და უარყოფით მხარეებზე.*

საკვანძო სიტყვები: *გალია; თავისუფალი შენახვა; ვოლიერი; ტყავ-ბეწვეული; ხნოვანსაყოლ-დედალი ბოცვერი; შედი; კლიმატი; პარამეტრები; ხე; ნამჯა; ქვეშსაფენი.*

1. შესავალი

მეცხოველეობა საქართველოში ყოველთვის იყო სოფლის მეურნეობის გამორჩეული დარგი. გასული საუკუნის 1950-1960 წლებში ჩვენს ქვეყანაში განვითარდა ასევე მეცხოველეობის ერთ-ერთი მიმართულება – მებოცვრეობა, რომელიც ფაქტობრივად რენტაბელური დარგია. ბოცვერი გარდა დიეტური ხორცისა, რომელიც თავისი საგემოვნებო თვისებებითაც გამოირჩევა, იძლევა ასევე მაღალი ხარისხის ბეწვეულს, რომელსაც იყენებენ ნადირის ბეწვის მსგავსი ნაწარმის დასამზადებლად.

ბოცვრის მოშენებას რამდენიმე გარემოება უწყობს ხელს, კერძოდ:

ადვილად შესანახია და მრავალი სახის იაფი საკვებით იკვებება, ამიტომ დღესდღეობით ბოცვრის მოშენება და შენახვა შეიძლება როგორც მსხვილფერმერულ სტრუქტურებში, ისე მოსახლეობის პირად მეურნეობებში.

ბოცვრის ბიოლოგიური თავისებურებანი. იგი მალმწიფადი ცხოველია და ერთი თვის ასაკიდან ყოველთვიურად იორკეცებს ცოცხალ მასას და 4-5 თვის ასაკში ზრდას

ასრულებს. 5 თვის ასაკში მაკდება, რომელიც ერთი თვე გრძელდება და ერთ მოგებაზე 7-10 ბაჭიას იგებს.

მებოცვრეობა მომგებიანი დარგია. ერთი დედალი ბოცვრიდან შეიძლება წელი-წადში საკმაო მოგება მიიღო, გაწეულ ხარჯთან შეფარდებით.

2. ძირითადი ნაწილი

ბოცვრის შენახვის სისტემის ამორჩევა გარკვეულ პირობებზეა დამოკიდებული: კლიმატი, საკვები ბაზა, სხვადასხვა ბუნებრივი და სამეურნეო პირობები.

ბოცვრის გალიური შენახვა. ამ დროს ბოცვრებს ინახავენ გალიებში ცალ-ცალკე ან ჯგუფურად. ცალკე ინახავენ ძირითადად ხნოვან-საყოლ-დედალ და მამალ ბოცვრებს. მოზარდს - სარემონტოს ან დასაკლავად გათვალისწინებულ სულადობას უფრო მეტად ჯგუფურად ინახავენ.

ბოცვრის გალიური შენახვა ძვირი ჯდება, მაგრამ აქვს დადებითი თვისებები. პირველ რიგში ფერმერს უპირატესობა ეძლევა, რომ მოამრავლოს ბოცვერი, დანერგოს და განავითაროს ზოოტექნიკური და ვეტერინარული ღონისძიებები უფრო გეგმურად და მიზანდასახულად, წარმართოს ბოცვრის კვება რაციონალურად და ასევე აწარმოოს მოშენება კანონზომიერად. იზოლირებულად გამოყოს დაავადებაში შემჩნეული ბოცვერი, შეუქმნას ყველა ის ზოოჰიგიენური პარამეტრები, რაც ესოდენ აუცილებელია მისი პროდუქტიულობისთვის და ჯანმრთელობის დასაცავად. მიჩნეულია, რომ გალიაში გამოზრდილი ბოცვრის ხორცი უფრო მოთხოვნადია სამომხმარებლო ბაზარზე, რადგან უფრო ნაზი და რბილია.

სამრეწველო წარმოების გალიებში მაქსიმალურად არის გათვალისწინებული ბოც-ვრის მოვლისა და შენახვის კომფორტული პირობები. ზოგიერთი ითვალისწინებს პროცესის ნაწილობრივ ან სრულ ავტომატიზებას. სტანდარტულად გალიის ზომა არის 120-140×65-70×45-50 სმ. იატაკი მავთულბადის ან ხის ლარტყი შეიძლება იყოს. ნორმით ზრდასრული ბოცვრისთვის 1 სულზე შესანახი ფართობი 0,5-0,7 მ^2-ია. მოზარდის ჯგუფურად შენახვისას კი–0,12 მ^2 სულზე. გალია ტიხრით იყოფა ორ ნაწილად –საბუდარ და სასადილო განყოფილებად. ტიხარში კეთდება 20×20 სმ ზომის საძრომელი. სასადილო

განყოფილებაში აწყობენ საწყურვებელს და საკვებურს კონცენტრატებისთვის. ბოცვრის გალიები ერთ-, ორ- ან მეტსართულიანია იზოლირებული სექციებით, სტაციონარული და გადასაადგილებელი ლითონის და ხის.

ბოცვრის ნორმალური ზრდისა და განვითარებისათვის მნიშვნელოვანია გალიაში სათანადო მიკროკლიმატის შექმნა–ტემპერატურა 15-18^{0}C , ფარდობითი ტენიანობა – 60-75%, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე 0,3 მ/წმ არ უნდა აღემატებოდეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში წარმოიშობა ორპირი ქარი, რაც ბოცვერს გააციებს. ასევე სინათლის რეჟიმის დარღვევა ასუსტებს ბოცვრის ორგანიზმს, მოქმედებს მის შობადობასა და ბეწვის ხარისხზე. საბოცვრეში დღის სინათლის ხანგრძლივობა უნდა იყოს არანაკლებ 16–18 საათი, ხოლო გალიის შიგნით განათება–75–100 ლუქსი. გათვალისწინებული უნდა იყოს ასევე გალიების ვენტილაცია და გათბობა. მოზარდის გამოზრდა უმჯობესია მოხდეს სეირანით აღჭურვილ გალიაში, რომელსაც აქვს საკვებური და საწყურვებელი. ჯგუფში ათავსებენ ერთი სქესისა და ასაკის 8–10 სულ ბაჭიას.

წლის ცივ პერიოდში გალიის იატაკზე აგებენ ნამჯის ქვეშსაფენს, რომელსაც ყოველ 3–5 დღეში ერთხელ ცვლიან.

გალიაში ბოცვრის გამოზრდის დადებით მხარეებზე ვისაუბრეთ, მაგრამ არსებობს ასევე ხარვეზები, რომელსაც ცხრილში წარმოვადგინოთ.

გალიაში ბოცვრის გამოზრდის დადებითი და უარყოფითი მხარეები

დადებითი მხარე	*უარყოფითი მხარე*
ბოცვერს იცავს მწერებისგან, ვირთხებისგან, ტენიანობისა და ნაკაწრებისგან	მოძველებული გალიები აიძულებს ფერმერს დიდი დრო დაუთმოს მათ გაწმენდას
ბოცვრის მასის მატება დროის მცირე მონაკვეთში უფრო მიღწევადია	ბოცვრის კვება გალიებში უფრო შრომატევადია
ბოცვრებში სანაშენე მუშაობის ჩატარება გაიოლებულია და კონტროლს ექვემდებარება	
ბოცვრის დაჭერა გალიაში ვაქცინაციის დროს იოლია	
გალიები ამცირებს ბოცვრის ჩხუბის რისკს	
ბოცვრები მეტად დაცული არიან სხვადასხვა დაავადებისაგან	

ბოლო წლებში გამოიყენება ბოცვრის შედებში შენახვის სისტემა, რომელიც გალიური სისტემის მოდიფიცირებაა. შედი არის შენობა, რომელიც აგებულია ორ რიგად და ორ სართულად დაწყობილი გალიებისგან. რიგებშუა დატოვებულია გასასვლელი, რომლის მიმართ გალიები წინა მხრით არის მიქცეული, საიდანაც ხდება გალიის დასუფთავება ან ბოცვრის მომსახურება. ორ რიგად გაწყობილი გალიები გადახურულია საერთო სახურავით ისე, რომ შენობაში გალიების თავისუფალი გადაადგილება შეიძლება. სინათლე შედებში შედის სახურავის გვერდებში დატანებული მინებიდან. ამ სისტემას ბევრი უპირატესობა აქვს. პირველყოვლისა უნდა აღინიშნოს ის ეკონომია, რომელიც კეთდება შედების აგებით, რადგან კედლები თავად გალიებია და შენობაზე ხარჯის გაწევა მხოლოდ მცირე სახურავისა და კარის გაკეთებით შემოიფარგლება.

შედებში ბოცვრის შენახვის უპირატესობასთან ერთად უნდა აღინიშნოს მისი უარყოფითი მხარე. მაგალითად, ბოცვრის ავადმყოფობის შემთხვევაში გალიების მორიგი გარეცხვისა და დეზინფექციის დროს, შედებში გალიების უძრავი მდგომარეობის გამო, მათი არც გამოდგმა შეიძლება და არც, მით უმეტეს, გამომზეურება. შედებშივე უნდა მოხდეს გალიების გარეცხვა და გაშრობა, რაც ცხადია გარკვეულ უხერხულობას ქმნის. ამავე დროს ცნობილია, რომ მებოცვრეობის წარმატება შესაძლებელია მხოლოდ განსაკუთრებული ჰიგიენური პირობების დაცვით, რაც ძირითადად სისუფთავესა და სიმშრალეში გამოიხატება. სისუფთავის დაცვა შესაძლებელია მხოლოდ იმით, რომ შედის გალიას ამოკრული აქვს მავთულბადე, რასაც მომვლელი სისტემატურად რეცხავს.

ბოცვრის თავისუფალი შენახვა. ზოგჯერ ზოგიერთ ფერმერს საშუალება ეძლევა ბოცვერი შეინახოს და მოამრავლოს თავისუფალი შენახვის წესით. მაგალითად, რომელიმე ნახევარკუნძულზე ან ტბის პირას, ან სადმე მოწყვეტილ ადგილზე, საიდანაც ბოცვერს გასვლა გაუძნელდება, რომელიც ფერმერის მიერ არის გაკეთებული ღობეების ან თხრილების სახით. ასეთ ადგილებში ბოცვერი სწრაფად მრავლდება და, რაც მთავარია, მცირე ხარჯს მოითხოვს. ამის მკაფიო მაგალითია ავსტრალია და ახალი ზელანდია.

ბოცვრის ვოლიერში შენახვა. ვოლიერში შენახვის სისტემა გულისხმობს ბოცვრის მავთულბადით შემოღობილში შენახვას, ადგილმდებარეობის შესაბამისად. ბოცვერი ვოლიერის გარეთ რომ არ გავიდეს, საჭიროა შემოღობვისას მავთულბადე მიწაში 20–30

სმ-ის სიღრმეში ჩაიმარხოს. სასურველია სადედე და მოზარდის ვოლიერები ცალ-ცალკე გაიმართოს. ამ სისტემას ჩვენში ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა ნაკრძალში.

ვოლიერული და გალიური შენახვის სისტემები კომბინირებულადაც გამოიყენება. გალიასთან შეიძლება მოეწყოს ვოლიერები, რომლითაც ისარგებლებს დედალი ბოცვერი ბაჭიების გასასეირნებლად. ასევე მოზარდის ჯგუფურ გალიასთან მოწყობილი ვოლიერი საუკეთესო სეირანი იქნება მათთვის, მით უფრო თუ იქ დათესილია ბალახი და მოწყობილია ჩრდილები. ვოლიერების მოწყობა, რა თქმა უნდა, ხარჯს მოითხოვს, მაგრამ ძალიან კარგი საშუალებაა მათი უკეთ გამოზრდისთვის.

3. დასკვნა

სტატიაში მოცემულია რეკომენდაციები ბოცვრის შენახვასთან დაკავშირებით, გეოგრაფიული მდებარეობის, კლიმატური პირობების გათვალისწინებით. დამწყებ მებოცვრეს შეუძლია გაითვალისწინოს ბოცვრის შენახვის სისტემის თავისებურებანი, რომელიც გავლენას ახდენს მის პროდუქტიულობაზე.

ლიტერატურა

1. ნ. ქუმსიშვილი. მეკურდღელეობა. თბილისი, 1977 წ.
2. მ. ცინცაძე. ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი. ცხოველებთან მუშაობა. თბილისი: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. 636 (02), 2021 წ.
3. დავით ბოსტაშვილი. ჟურნალი „აგრობაზისი“, 30.12.2019. მებოცვრეობის სახელმძღვანელო, ჯიშების, პრაქტიკული რჩევები https://agrokavkaz.ge/dargebi/mecxoveleoba/ mebotsvreobis.

უაკ 636.7

ქართული ნაგაზი, ზოგადი დახასიათება და კვების თავისებურებანი

მ. ცინცაძე, ნ. ნატროშვილი, ნ. ორჯანელი, ლ. ჩხარტიშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *წარმოდგენილია ქართული ნაგაზის ჯიშის ძაღლის ზოგადი მახასიათებლები, მისი გავრცელების არეალი, გენეტიკურად გაძლიერებული სტრუქტურის თავისებურებანი. ყურადღება გამახვილებულია კვების თავისებურებებსა და არასწორი კვებით გამოწვეულ დაავადებებზე, რომელთა თავიდან აცილება შეიძლება ლეკვობის დროიდან დაწყებული სწორი კვების ორგანიზაციით. რეკომენდაციის სახით მოცემულია იმ საკვებთა ნუსხა, რომლის მიცემა არ შეიძლება.*

საკვანძო სიტყვები: *ნაგაზი; გენეტიკურად; სტრუქტურა; არეალი; რეკომენდაციები; კვება; დაავადებები.*

1. შესავალი

ძაღლი პირველი ცხოველია მოშინაურებული სახეობებიდან და, ზოგადად, ყველაზე პოპულარული შინაური ცხოველი და ასევე სახეობათა შორის ყველაზე პრესტიჟული. ისინი არიან თანაზიარი არსებები, რომლებიც ინსტიქტურად იცავენ თავიანთ ტერიტორიებს და საკვებს მოიპოვებენ.

2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოში აბორიგენული ჯიშის ძაღლები ხასიათდებიან გარკვეულ კლიმატურ პირობებთან კარგი შემგუებლობით, სხეულის აგებულების სიმაგრით და პროდუქ-

ტიული თვისებებით. საქართველოში წარმოდგენილი აბორიგენული ჯიშებია: კავკასიური ნაგაზი, ქართული ნაგაზი, ქართული მთის ძაღლი, ქართული სანადირო ძაღლი.

ჩვენი განსახილველი ინდივიდი – ქართული ნაგაზი ჩამოყალიბებულია საქართველოს მთიან რეგიონში. აქედან წარმოდგება სახელწოდებაც – ნაგაზი მთის ძაღლია ანუ მეცხვარის სახელია. ჩვენს ქვეყანაში ეს ჯიში ფართოდ გამოიყენება ფარის დასაცავად, ასევე სადარაჯოდ და საბრძოლო მიზნებისთვის. იყო შემთხვევები, როცა რამდენიმე მგელს ერთ ღამეში ასობით ცხვარი გაუწყვეტია. ასეთ დროს მწყემსებს ნაგაზი საუკეთესო მეგობრად და მხსნელად ევლინება. საყურადღებოა, რომ ამ ჯიშის შესახებ ცნობებს სულხან-საბა ორბელიანი გვაწვდის. ისტორიული წარმოშობით, ასევე ანატომიური და გენეტიკური მონაცემებით, იგი ახლოს დგას მოლოსოიდურ ჯიშებთან, რაც ნიშნავს, რომ მოშენებისას თანაბარ ნაოჭთა სისტემა ჩამოუყალიბდა და ფართო ყბა განუვითარდა.

ქართული ნაგაზი ხასიათდება უხეში კონსტიტუციური ტიპით. აქვს რამდენადმე გაწელილი ფორმა, სიმაღლე მინდაოში ხვადებსა და ძუებში 65 – 60 სმ შორის მერყეობს. მისთვის დამახასიათებელია მოკლე ბეწვის საფარი და კარგად არის განვითარებული თივთიკი. ფერი შეიძლება იყოს ნებისმიერი კომბინაციით. ქართული ნაგაზი ბუნებით ძლიერია, გაწონასწორებული, მას საკმაოდ კარგად აქვს განვითარებული დამცველობითი ინსტიქტი, რომელშიც შერწყმულია ერთგულება, ყურადღებიანობა, სიმამაცე და დამოუკიდებელი ქცევა. მეტად გონიერია, დამჯერი, მაგრამ უნდობლობას ამჟღავნებს უცხოს მიმართ. მის ბუნებაში დევს ასევე “მიმტევებლობა”, წყენას მალე ივიწყებს და მასზე სუსტს არ დაჩაგრავს.

ქართული ნაგაზისთვის აუცილებელია ადრეული ასაკიდანვე სოციალიზაცია, რათა უცნობებს მშვიდად შეხვდეს. მისთვის მნიშვნელოვანია მკაცრი და თანამიმდევრული გაწვრთნა. ეს ჯიში ასევე გამოირჩევა ტერიტორიულობით, სხვა ძაღლების მიმართ აგრესიულობას ამჟღავნებს და უმართავი ხდება.

ქართული ნაგაზის ორი ძირითადი ტიპი არსებობს:

1. მესხეთ-ჯავახური მოკლებეწვიანი,

2. თუშური (მთის) გრძელბეწვიანი.

ზოგადად ძაღლი ხორცისმჭამელ ცხოველად ითვლება, მაგრამ ადამიანის ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად მათი ორგანიზმი შეეგუა აგრეთვე საზრდო ნივთიე-

რებების შემცველი ისეთი ულუფებით კვებას, რომლებიც შეიცავდა: თევზის, რძის პროდუქტების, ბოსტნეულისა და მარცვლეულის საკვებ საშუალებას. სხვა ცხოველებისაგან განსხვავებით, ძაღლის პირის ღრუში საკვები თითქმის არ გარდაიქმნება. საკვები მონელებას იწყებს, როგორც კი ერთკამერიან კუჭში მოხვდება.

ქართული ნაგაზი იკვებება არანაკლებ ორჯერ დღეში. არასწორი კვება შეიძლება არ აისახოს სიცოცხლის პირველ წლებში, თუმცა პრობლემები შემდგომ, უკვე სიბერეში მჟღავნდება. არასწორი კვების ფონზე ძაღლის სხეულში ბევრი სხვადასხვა დაავადება შეიძლება განვითარდეს, რომელიც შეუიარაღებული თვალით არ ჩანს, თუ არ ჩატარდა გარკვეული ანალიზები. ზოგადად ძაღლმა დაავადების დროს შეიძლება იგრძნოს დისკომფორტი, გახდეს აპათიური ან პირიქით – აგრესული. არასწორი კვებისას შეიძლება თავად ძაღლმაც შეწყვიტოს საკვების მიღება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მის ორგანიზმში დაავადება პროგრესირდება. როგორც წესი, ძაღლს წყლის ჯამი ახალავსებული უნდა ჰქონდეს და ყველა მისაცემი პროდუქტი ხარისხიანი, რადგან გაფუჭებულმა პროდუქტმა შეიძლება ინტოქსიკაცია გამოიწვიოს. მის რაციონში აუცილებლად უნდა შედიოდეს მჭლე ხორცი, რომლის პროცენტული მაჩვენებელი შეიძლება იყოს 50–60%. დანარჩენ ულუფას ავსებს ქაშები, რომელთა ზღვრული ნორმაა 30–40%. ბურღულეულიდან შეიძლება გამოვყოთ ბრინჯი, შვრია და წიწიბურა, დანარჩენი ბურღულეული არარეკომენდებულია, რადგან ორგანიზმი ძნელად ინელებს.

მის ულუფაში ბოსტნეული შეიძლება იყოს 10–15%, უმჯობესია უმი, რადგან მოხარშვისას ვიტამინების გარკვეული ნაწილი იკარგება. მის რაციონში სუბპროდუქტებიდან ერთვება თირკმელი, კუჭი, ღვიძლი და ა. შ. ქართული ნაგაზი განეკუთნება გიგანტური ჯიშის ძაღლებს, ამიტომ მათ რაციონში უნდა შედიოდეს კალციუმი და ხონდროლიცინი, რომელიც კვებავს მის ძვალკუნთოვან სისტემას და ზრდასრულ ასაკში ძვლების პრობლემა აღარ ექნება. მიცემული რაციონი ისე უნდა იყოს დაბალანსებული, რომ მასში პროცენტული შემცველობით უფრო მეტი უნდა იყოს პროტეინი, ვიდრე ცხიმი, რადგან ცხიმოვანი ქსოვილის გაზრდა ქართულ ნაგაზის ჯიშის ძაღლში გულის დაავადებებს იწვევს. ლეკვობის პერიოდშივე უნდა კონტროლდებოდეს ვიტამინების მიცემა. შეიძლება ჩავთვალოთ გამონაკლისად, რომ ამ ჯიშის ძაღლისთვის დაბმა არ არის რეკომენდებული. კვებასთან ერთად უნდა მოხდეს მისი ყოველდღიური ვარჯიში, რათა არ განვითარდეს

მენჯ-ბარძაყის სახსრების პრობლემა. ასევე რეკომენდებულია ორივე ტიპის ქართულ ნაგაზის ხშირი ვარცხნა და გასუფთავება. თუ ყოველივეს არ გავითვალისწინებთ, შეიძლება მასში განვითარდეს შემდეგი დაავადებები: მენჯ-ბარძაყის სახსრის დისპლაზია, კატარაქტა, სიმსუქნე, გულის დაავადებები, სიმსივნე. ასევე ხშირად ეწყება საშვილოსნოს პრობლემები, რაც პასიური ცხოვრების ბრალია.

ქართულ ნაგაზს, რომელსაც დიდი დატვირთვა აქვს, ეზრდება მოთხოვნილება ენერგიაზე 30%-ით, ცილაზე–50%-ით, ცხიმზე – 15%-ით, სახამებელსა და შაქარზე – 30%-ით, მოსვენების პერიოდთან შედარებით. ამ მიმართულების ძაღლებს კვებავენ დღეში 2-3-ჯერ. არსებობს საყუათო ნივთიერებებზე მოთხოვნილების მეცნიერული მონაცემები, ძაღლის მასის მიხედვით.

ქართული ნაგაზის მოთხოვნილება საყუათო ნივთიერებებზე

(ცოცხალი მასის მიხედვით)

ცხრილი 1

საყუათო ნივთიერებები	ცოცხალი მასა (კგ)		
	40	50	60
ენერგია, მჯ	11340	13325	14280
ცილა, გ	270	337	405
ცხიმი, გ	60	74	90
სახამებელი, შაქარი, გ	473	704	825
უჯრედისი	32	40	48

ქართული ნაგაზისთვის შექმნილი სანიმუშო დღიური ულუფა

ცხრილი 2

	ცოცხალი მასა (კგ)			
	35	40	45	50
ხორცი (ძროხის, ცხვრის და ა.შ.)	550	580	600	620
პური, გალეტი	150	180	200	220
ფაფა (შვრიის, ფეტვის)	180	220	250	250
კარტოფილი, ბოსტნეული, მწვანე მასა	250	250	300	300
ძვლის ფქვილი	11	12	13	14
მარილი	11	12	13	14
პოლივიტამინები (თხევადი)	1-2 წვეთი			

3. დასკვნა

სტატიაში დასკნის სახით მოცემულია საკვებთა ისნუსხა, რომლის ძაღლზე მიცემა აკრძალულია: ცხიმიანი რძე, ღორის ხორცი, პარკოსნები, წვრილი და თხელი ძვლები, რომლებიც ძაღლმა შეიძლება დაღეჭვის გარეშე გადაყლაპოს, ძალიან ცხელი და ძალიან ცივი საკვები, ფქვილეული, ტკბილი, შოკოლადი. აღნიშნული ძალიან ვნებს მას და შეიძლება გამოიწვიოს მისი დაცემაც. ასევე ეკრძალებათ ციტრუსები და უვარგისი პრო-დუქტი.

ლიტერატურა

1. ე. ტიტვინიძე, ნ. დიაკოვა, მ.ცინცაძე, ნ. ორჯანელი. ძაღლის სრულფასოვანი და სამ-კურნალო კვება. თბილისი, 2009 წ.
2. მ. ცინცაძე. ნ.ორჯანელი. ნ. ნატროშვილი. ცხოველებთან მუშაობა. თბილისი: სტუ, 636 (02) 2021 წ.

უაკ 636.4

ღორის კვების თავისებურებანი

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *განხილულია ღორის კვების თავისებურებანი, ბიოლოგიური ხასიათი, ყურადღება გამახვილებულია საყუათო ნივთიერებების მოთხოვნილებასა და მათი მეშვეობით პროდუქტიულობის გადიდებაზე. დასაბუთებულია ასევე ნაკლები საკვებით მიღებული დღიური ცოცხალი მასის მატება, თუ ულუფაში შენარჩუნებული იქნება მოსახმარებელი ენერგიის რაოდენობა, რაც ულუფის სტრუქტურის გონივრულ შედგენაზე მიუთითებს.*

საკვანძო სიტყვები: *მეღორეობა; ცოცხალი მასა; დეტალიზირებული; ნორმა; ძირხვენები; სილოსი; მწვანე საკვები; პროტეინი; კონცენტრატი; ენერგეტიკული; დონე; უჯრედისი; ვიტამინები; მიკროელემენტები.*

1. შესავალი

მეღორეობის ინტენსიური გაძღოლის მეცნიერული საფუძველია კვების პრაქტიკაში დეტალიზებული ნორმების ფართოდ შემოღება, ბიოლოგიურად სრულფასოვანი კომბინირებული საკვების გამოყენება, მაღალპროდუქტიული პოტენციალისა და 1 კგ ცოცხალი მასის მატებაზე საკვების დაბალი დანახარჯის მქონე ღორის სელექციური სახორცე ჯიშებისა და ტიპების მასიური მომრავლება.

2. ძირითადი ნაწილი

მეღორეობის მნიშვნელოვანი პროგრესი აუცილებელია ხორცის ხარისხისადმი მომხმარებლის მოთხოვნილების შეცვლის გამო. ამჟამად უდიდესი მოთხოვნილებით სარ-

გებლობს სახორცე და საბეკონე ღორის ხორცი. მისი წარმოების სტაბილური ზრდა კვების მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმების დონემდე უზრუნველყოფილია, პირველ რიგში დეტალიზებული ნორმებისა და პროგრესული ტექნოლოგიების საფუძველზე, ღორის კვების რაციონალური მეთოდების გამოყენებით. ღორი ერთგანყოფილებიანი კუჭისა და საჭმლის მონელების ნაწლავური ტიპის მქონე, ყველაფრისმჭამელი, მალმწიფადი და მრავალნაყოფიერი ცხოველია.

ღორი მაღალხარისხოვან ხორცს იძლევა არა მარტო სუფთა კონცენტრატებით კვების შემთხვევაში, არამედ ულუფაში 20–30% ძირხვენების, კარტოფილის, მწვანე საკვების, სილოსის, ბალახის ფქვილის, მშრალი ჭარხლის ჟენჟოს, სხვა საკვებისა და ნარჩენების დამატების შემთხვევაში. ულუფის ასეთი სტრუქტურა ხშირად გვხვდება წარმოებაში. ფიზიოლოგიურად ეს დასაბუთებულია ღორის ყველაფრისმჭამელობით, ხოლო ეკონომიკურად – წვნიანი და უხეში საკვების სიიაფითა და ადვილად შოვნის შესაძლებლობით, აგრეთვე მარცვლეული კონცენტრატების ეკონომიურად ხარჯვის აუცილებლობით.

ღორის დამახასიათებელი თავისებურებაა ჭამის დროს ენერგიის, პროტეინების, ცხიმების, ნახშირწყლების ადვილად მონელების უნარი, აქვე უნდა ხაზი გაესვას, რომ, მცოხნავებისგან განსხვავებით, ღორის კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში მნიშვნელოვნად დაბალია მიკრობული ცილებისა და ვიტამინების სინთეზის დონე, ამიტომ ის უფრო მომთხოვნია ულუფის ამინომჟავური შედგენლობის და B ჯგუფის ვიტამინების უზრუნველყოფაზე.

ღორის პროტეინოვანი საზრდოობის ნორმირებას ახდენენ ულუფაში ნედლი და მონელებადი პროტეინის, აგრეთვე ყველაზე უფრო დეფიციტური ამინომჟავების (ლიზინი, მეთიონინი+ცისტინი) მიხედვით. ულუფის ამინომჟავურ შედგენილობას ჩვეულებრივ აბალანსებენ შესაბამისი საკვები საშუალებების შერჩევით და, გამონაკლისის შემთხვევაში, სინთეზური ამინომჟავების დამატებით.

ქვემოთ მოყვანილია ულუფის სანიმუშო სტრუქტურა კონცენტრაციული კვების ტიპის გამოყენების შემთხვევაში, სადაც გათვალისწინებულია წლის სეზონი (ზამთარი, ზაფხული).

ცხრილი 1

ღორის ულუფის სანიმუშო სტრუქტურა კონცენტრაციული კვების ტიპის შემთხვევაში, %

ცხოველის ჯგუფი	ზამთრის პერიოდი				ზაფხულის პერიოდი		
	კონცენტრატი		ძირხვენა-გორგლოვანი კომბისილოსი	ბალახის ფქვილი	კონცენტრატი		მწვანე საკვები
	მცენარეული წარმოშობის	ცხოველური და მიკრობიოლოგიური წარმოშობის			მცენარეული წარმოშობის	ცხოველური და მიკრობიოლოგიური წარმოშობის	
ქუზი:							
მაკე და სალთი	70-75	-	15-20	5-10	85-90	-	10-15
მაწოვარი	75-90	5	10-15	5	85-90	5	5-10
კერატი	80-85	5-10	5-10	5	85-90	5-10	5-10
გოჭი 2-4 თვის ასაკში	80-85	5-10	10-15	2	85-90	5-10	3-8
სარემონტ. მოზარდი:							
ფერმებში	75-80	5	15-10	5	80-85	5	15-10
სამრეწველო კომლექსებში	85-90	5-10	3-5	2	85-92	5-10	3-5
ღორის სახორცე სუქებაზე	82-87	3	7-12	3	85-90	3	7-12
მოზრდილი გამოწუნებული ღორი	90-95	-	5-10	-	90-95	-	5-10

საბალანსო ცდებით დამტკიცებულია, რომ ღორის კონცენტრაციული ულუფით კვების დროს ენერგიის მონელება 76-83% შეადგენს. აღნიშნული ფაქტი მიუთითებს იმაზე, რომ, სხვა სასოფლო-სამეურნეო ცხოველებთან შედარებით, ღორი გამოირჩევა საკვები ენერგიის მაღალი ეფექტიანობით. საკვების ენერგიის გამოყენების ეფექტიანობაზე გავლენას ახდენს ენერგიის კონცენტრაცია მშრალ ულუფაში, აგრეთვე კვების საერთო დონე, ჯიში, ასაკი, შენახვის ტექნოლოგია და სხვა ფაქტორები. რაც მეტია მონელებადი ენერგიის კონცენტრაცია ულუფის მშრალ ნივთიერებაში, მით მეტია ღორის სადღეღამისო წონამატი და პროდუქტიულობა. მაგალითად, ულუფის 1 კგ მშრალ ნივ-

თიერებაში ენერგიის კონცენტრაციის 11,7-დან 13,4 მ/ჯოულამდე (2,8–3,2 მ/კალ) გაზრდისას მსხვილი თეთრი ჯიშის 2–5 თვის ბურვაკის სადღეღამისო წონამატი 14%-ით გაიზარდა. მაღალი ენერგეტიკული დონის გავლენა ღორის მოზარდეულზე სხვადასხვა გამოკვლევით მჟღავნდება. კერძოდ, საკვების სამიმოცვლო ენერგიის უფრო ეფექტიანი გამოყენებისას საჭიროა საარსებო ენერგიის ნაწილის შემცირება და პროდუქციის შექმნისთვის საჭირო ენერგიის გაზრდა. მაგალითად, მოზარდ ღორს სამიმოცვლო ენერგია ეძლევა საარსებო მოთხოვნილებით, რაც განაპირობებს ცილების, ცხიმებისა და თბოპროდუქციის დაგროვებას.

მეცნიერ ბროდის მონაცემებით, სამიმოცვლო ენერგიის დანახარჯი ღორის მოზარდეულში 1გ ცხიმის დაგროვებისას საშუალოდ 53, 5-54, 2კჯ შეადგენს, ხოლო 1გ ცილის – 41, 8-48,1 კჯ. ენერგიის დანახარჯი ცოცხალი წონის ნამატის თითოეულ ერთეულზე ღორის ასაკის შესაბამისად იზრდება. მაგალითად, მოზარდი ღორი რომლის წონა 20–30 კგ-ია, 0,6 კგ სადღეღამისო წონამატზე 26, 1 მ/ჯოულს შეადგენს, 90–100 კგ-ის ფარგლებში იგივე მასის ნამატზე სტაბილურად – 48,8 მ/ჯოულს.

სადღეღამისო წონამატის გაზრდისას, საარსებო ენერგიის დანახარჯი, ცოცხალი მასის ნამატთან შედარებით, მცირდება. ეს კანონზომიერება საკვების ენერგიის ეფექტურად გამოყენების საფუძველია. მეცნიერულ საფუძველზე დამყარებული კვების ნორმებით, ცოცხალი მასის მომატებისას სადღეღამისო წონამატის გადიდებით, ღორის მოზარდეულის ინტენსიური გამოზრდისა და გასუქების დროს ულუფის შედგენისას, ყურადღება უნდა მიექცეს ენერგიის ოპტიმალურ მოხმარებას, რომ გავითვალისწინოთ კვებითი და ეკონომიკური შესაძლებლობები, აუცილებლად მჭლე ხორცის მისაღებად.

განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ულუფაში უჯრედისის ოპტიმალურ შემცველობას, როგორც გასასუქებელი სულადობისთვის სამიმოცვლო ენერგიის კონცენტრაციის გადიდების მთავარ ფაქტორს. მეცნიერებმა დადგინეს, რომ უჯრედისი ღორებს იცავს წყლულოვანი დაავადებებისაგან, აგრეთვე კუჭის ეროზიისაგან, რომელიც ხშირად გვხვდება სამრეწველო კომპლექსში წმინდად დაფქვული კონცენტრატული საკვებით კვებისას. უჯრედისს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სარემონტო მოზარდეულის, ქუზისა და კერატების კვებისას.

უჯრედისის პროფილაქტიკური როლი, კონცენტრატების გამოყენების შემთხვევაში, მის ფუნქციაშია, როგორც ბალასტი ნივთიერება, რომელიც ამცირებს კუჭის შიგთავსის სინოტივეს და ხელს უშლის საკვები მასის გადაადგილებას კუჭის სხვადასხვა ზონაში – პოლორულში, ფუნდალურსა და საკვებგამტარებში, რითაც თავიდან იცილებს პეპსინის გამაღიზიანებელ მოქმედებას კუჭის სუსტად დაცულ ნაწილში. ამასთან, უჯრედისი კუჭ-ნაწლავის მოტორიკის აქტივატორია, რის შედეგადაც ჩქარდება მისი შემცველობის ევაკუაცია და მცირდება პეპსინის ზემოქმედების დრო და კუჭის ლორწოვანი გარსის გამაღიზიანებელი ძალა. ღორის საკვებ ულუფაში უჯრედისის ძირითადი წყაროებია: იონჯის ფქვილი, შვრიის კილი, თივის ფქვილი, ქატო 10–15%-ის ოდენობით ულუფის სტრუქტურაში სადედე სულადობისთვის და 5–10% სარემონტო და სასუქი სულადობისთვის. ულუფებში ცალკეული ვიტამინებისა და მიკროელემენტების გათვლისწინებით, მეღორეობის ინტენსიური წარმოების პრაქტიკაში იყენებენ სინთეზურ ვიტამინოვან პრეპარატებს და მიკროელემენტების მარილებს კომბისაკვებისა და საკვებნარევების გასამდიდრებლად სხვადასხვა სქესობრივ-ასაკობრივი ჯგუფის ღორებისთვის, მოთხოვნილების დადგენილ ნორმამდე.

3. დასკვნა

მეღორეობაში მაღალხარისხოვანი ხორცის მისაღებად მნიშვნელოვანია სწორად შედგენილი ულუფა, სადაც განსაზღვრული იქნება თითოეული საზრდო ნივთიერება, რომელიც გამოსაყენებელ ენერგიულ ღირებულებას თანაბრად გადაანაწილებს. ულუფის სწორი დაბალანსებით წინაპირობას ვქმნით არა მარტო ეკოლოგიურად სუფთა და ჯანსაღი პროდუქციის მიღებაზე, არამედ ხელს ვუწყობთ ეკონომიკურ მიდგომასაც, რაც მიღებული პროდუქციის თვითღირებულებას ამცირებს.

ლიტერატურა

1. გ. ბოგდანოვი. სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა კვება. “განათლება”, 1990 წელი.
2. ა. ჭკუსელი, ა. ჩუბინიძე და სხვ. სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა კვების პრაქტიკუმი. თბილისი: სვეტი, 2010 წ.
3. ა. ჭკუსელი, ა. ჩუბინიძე და სხვ. სასოფლო-სამეურნეო ცხოველთა საზრდოობის ბიოლოგიური საფუძველები. თბილისი: გლობალპრინტი, 2010 წ.

უაკ 636.5

ხელოვნური განგურის ეკონომიკური ეფექტიანობა მეკვერცხულ მეფრინველეობაში

თ. ნოზაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0160, თბილისი, საქართველო)

ანოტაცია: *წვრილი ფერმერული მეურნეობის მაგალითზე განხილულია ხელოვნური განგურის ეკონომიკურად მაქსიმალურად ეფექტიანი პროგრამის ჩატარების სქემები და ექსპლუატაციის პერიოდში მეკვერცხულ პროდუქტიულობაზე ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის“ გავლენის შესწავლის შედეგები, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია მნიშვნელოვანი ეკონომიკური სარგებლის მიღება და ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ადგილი აქვს მსოფლიო პანდემიით გამოწვეულ ეკონომიკურ კრიზისს და წვრილი ფერმერული მეურნეობის მძიმე ეკონომიკურ მდგომარეობას.*

საკვანძო სიტყვები: *ხელოვნური განგური; მეკვერცხული პროდუქტიულობა; ეკონომიკური ეფექტიანობა.*

1. შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოს გამოწვევათა შორის სასურსათო უსაფრთხოება ერთ-ერთი უმწვავესია. სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა გულისხმობს ყველა ადამიანის ხელმისაწვდომობას საკმარისი რაოდენობის უვნებელ და ორგანიზმისთვის საჭირო სრულფასოვან სურსათზე.

ათასწლეულების განმავლობაში მუდმივი კლების შემდეგ, 2015 წელს შიმშილით დაავადებულ ადამიანთა რიცხვი კვლავ ნელ-ნელა გაიზარდა და დღევანდელი შეფასებით თითქმის 690 მილიონი ადამიანია მშიერი ან ხელი არ მიუწვდება ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის საჭირო სრულფასოვან სასურსათო პროდუქ-

ტზე ანუ მსოფლიო მოსახლეობის 8,9 %. აღნიშნული მაჩვენებელი 10 მილიონი ადამიანით გაიზარდა ერთ წელიწადში და თითქმის 60 მილიონით 5 წელიწადში. აღნიშნული პრობლემა მოსახლეობის რაოდენობის ზრდის, ეკონომიკური კრიზისის, რესურსების არარაციონალური გამოყენების და, განსაკუთრებით, COVID-19 პანდემიით შექმნილი სიტუაციის გათვალისწინებით კიდევ უფრო გამწვავდება, რამაც შესაძლოა დამატებით 130 მილიონი ადამიანი დააყენოს მწვავე შიმშილის საფრთხის წინაშე.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებთ, სრულფასოვან ცილოვან სასურსათო პროდუქტებზე, მსოფლიო მოსახლეობის მზარდი მოთხოვნის დაკმაყოფილების საქმეში, უმნიშვნელოვანესია მეცხოველეობის დარგების განვითარება და რესურსების რაციონალურად გამოყენება. აღნიშნულიდან გამომდინარე, დღეისათვის სანაშენე და საწარმოო მეფრინველეობაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა ფრინველის ექსპლუატაციის გახანგრძლივება და ამ გზით პროდუქტიულობის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების გაზრდა.

2. ძირითადი ნაწილი

2020–2022 წლებში ხელოვნური განგურის შემუშავებული პროგრამის კვლევები მიმდინარეობდა ახმეტის რაიონის სოფელ ხორხელში მდებარე მეკვერცხული მიმართულების შპს „ხორხელის“ საკუთრებაში არსებულ მეურნეობაში, რომლის საქმიანობის სფერო სასურსათო კვერცხის წარმოება და კახეთის რეგიონის სასურსათო ბაზრის მომარაგებაა. მეურნეობის საკუთრებაში არსებული საფრინველეები დაკომპლექტებულია მეკვერცხული მიმართულების ქათმის 4-ხაზიანი კროსი „ლომან LSL კლასიკით“, საშუალო კვერცხმდებლობა – 80%.

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, გამოყენებულ იქნა ხელოვნური განგურის ზოოტექნიკური მეთოდი, რაც გულისხმობდა ამორტიზებულ ფრინველში სტრეს-ფაქტორის, საკვების სრული აკრძალვით და წყლის თავისუფალად მიწოდებით, ხელოვნური განგურის გამოწვევას, რათა მომხდარიყო კვერცხდების მეორე ციკლის პროვოცირება და, მთლიანი ექსპლუატაციის პერიოდში, მეკვერცხულ პროდუქტიულობაზე ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის“ გავლენის შესწავლა. მეურნეობის არსებული სიტუაციიდან და სულადობის დაცემის მოსალოდნელი რისკებიდან გამომდინარე, კვლევის მასალა მეკვერცხული მიმართულების ქათმის 4-ხაზიანი კროსი „ლო-

მან LSL კლასიკი“, საერთო სულადობით 8 600 ფრთა, დაიყო შემდეგ საცდელ და საკონტროლო ჯგუფებად:

1. I ჯგუფი - საცდელი, ამორტიზებული 72 კვირის ასაკის 1 800 ფრთა, საშუალო ცოცხალი მასა – 1,5 კგ;
2. II ჯგუფი - საკონტროლო, ამორტიზებული 72 კვირის ასაკის 200 ფრთა, საშუალო ცოცხალი მასა – 1,5 კგ;
3. III ჯგუფი – საკონტროლო, ექსპლუატაციაში მყოფი 58 კვირის ასაკის 6 600 ფრთა, საშუალო ცოცხალი მასა – 1,720 კგ.

კვლევის მიმდინარეობის პერიოდი: 1. *წინასწარი (მოსამზადებელი) პერიოდი* – ხანგრძლივობა ერთი კვირა, რა დროსაც სტრეს-ფაქტორის მოულოდნელი ეფექტის შესამცირებლად I საცდელი და II საკონტროლო ჯგუფებისთვის განხორციელდა საკვებისა და განათების რეჟიმის თანდათანობით შემცირება, ამასთან აღნიშნულის მიზანი იყო თანდათან მომხდარიყო კვერცხდების პროცენტის შემცირება, რათა თავიდან აგვერიდებინა კვერცხის ჩატეხვით გამოწვეული ანთებითი პროცესი და, შესაბამისად, სულადობის დაცემა. 2. *სტრეს-ფაქტორის ზემოქმედების პერიოდი* – ხელოვნური განგურის სტრეს-ფაქტორად გამოყენებულ იქნა საკვების სრული აკრძალვა, აღნიშნული პერიოდი გაგრძელდა ვიდრე არ მოხდა I საცდელი და II საკონტროლო ჯგუფების ცოცხალი მასის 25 %-მდე დაკლება. აღნიშნული წონის კლების პროცენტული მაჩვენებელი განისაზღვრა იმისთვის, რომ ქათმის ექსპლუატაციის პერიოდის ხანგრძლივობა მინიმუმ 8 თვე ყოფილიყო.

ცხრილი 1

სტრეს - ფაქტორის ზემოქმედების პერიოდში ცდის ჩატარების სქემა

<table>
<tr><th rowspan="3">დღეები</th><th colspan="3">I ჯგუფი - საცდელი</th><th colspan="3">II ჯგუფი - საკონტროლო</th><th rowspan="3">სინათლის ინტენსივობა (ლუქსი)</th><th rowspan="3">სინათლის ხანგრძლივობა (წთ)</th></tr>
<tr><th colspan="3">განასუპერვიტ პლიუსი</th><th colspan="3">განასუპერვიტ პლიუსის გარეშე</th></tr>
<tr><th>წყალი</th><th>სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ)</th><th>კალციუმის კარბონატი (გ/ერთ ფრ.)</th><th>წყალი</th><th>სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ)</th><th>კალცუმის კარბონატი (გ/ერთ ფრ.)</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="9">თავისუფლად მიცემა განასუპერვიტ პლიუსთან ერთად (250 გ. 1 ტონა)</td><td rowspan="9">არ ეძლევა</td><td rowspan="4">10</td><td rowspan="9">თავისუფლად მიცემა</td><td rowspan="6">არ ეძლევა</td><td rowspan="6">10</td><td rowspan="9">5-7</td><td rowspan="9">30</td></tr>
<tr><td>2</td></tr>
<tr><td>3</td></tr>
<tr><td>4</td></tr>
<tr><td>5</td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td></td><td rowspan="3">40</td><td></td></tr>
<tr><td>8</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>9</td><td></td><td></td></tr>
</table>

II საკონტროლო ჯგუფში 17%-იანი დაცემის შედეგად მე-7 დღიდან დაიწყო სრულფასოვანი კომბინირებული საკვების მიცემა 1 ფრთაზე 40 გ ოდენობით. 3. სტრესიდან გამოსვლის პერიოდი – ვინაიდან სტრეს-ფაქტორის ზემოქმედებით დაქვეითებული იყო სულადობის იმუნური სისტემა, ნიუკასლის დაავადების პრევენციისთვის I საცდელი და II საკონტროლო ჯგუფები დამუშავდა ვაქცინით „ლასოტა-ბრონქიტი". აღნიშნული პერიოდის ერთი კვირის განმავლობაში I საცდელ და II საკონტროლო ჯგუფებს ეძლეოდა ვიტამინურ-ამინომჟავური ნარევი „განამინოვიტი", რათა მასში შემავალი ამინომჟავების ზემოქმედებით რაც შეიძლება სწრაფად მომხდარიყო ფრინველის შებუმბვლის პროცესი, რადგან ეს უკანასკნელი პირდაპირ კავშირშია პროდუქტიული პერიოდის დაწყებასთან.

ცხრილი 2

სტრესიდან გამოსვლის პერიოდში ცდის ჩატარების სქემა

დღეები	I ჯგუფი - საცდელი			II ჯგუფი - საკონტროლო			სინათლის ინტენსივობა (ლუქსი)	სინათლის ხანგრძლი-ვობა (სთ)
	განასუპერვიტ პლიუსი			განასუპერვიტ პლიუსის გარეშე				
	წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)	განამინოვიტი (გ/ტ)	წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)	განამინოვიტი (გ/ტ)		
1								
2								
3								
4		40	250		40	250		
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11	თავისუფლად მიცემა განასუპერვიტ პლიუსთან ერთად (250გ 1 ტონა)	60		თავისუფლად მიცემა	60		10-12	10
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18		80			80			
19								
20								
21								

4. კვერცხდების დაწყების პერიოდი –

ცხრილი 3

კვერცხდების დაწყების პერიოდში ცდის ჩატარების სქემა

დღეები	I ჯგუფი - საცდელი		II ჯგუფი - საკონტროლო		სინათლის ინტენსივობა (ლუქსი)	სინათლის ხანგრძლივობა (სთ)
	განასუპერვიტ პლიუსი		განასუპერვიტ პლიუსის გარეშე			
	წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)	წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)		
22	თავისუფლად მიცემა განასუპერვიტ პლიუსთან ერთად (250გ 1 ტონა)	100	თავისუფლად მიცემა	100	10-12	12
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29	თავისუფლად მიცემა განასუპერვიტ პლიუსთან ერთად (250გ 1 ტონა)	105	თავისუფლად მიცემა	105		
30						
31						
32						
33						
34						
35						

5. პროდუქტიული პერიოდი – I საცდელი და II საკონტროლო ჯგუფების სულადობის მიერ 5%-იანი კვერცხდების მიღწევის შემდეგ აღნიშნული სულადობა გადაყვანილ იქნა III საკონტროლო ჯგუფის საფრინველეში, სადაც ერთნაირი მოვლა-კვების პირობებში განგურგავლილ და განგურგაუვლელ ექსპლუატაციაში მყოფ სულადობაზე აწარმოეს დაკვირვება და პროდუქტიული მაჩვენებლების შედარების მიზნით მიღებული კვლევის მაჩვენებლების აღრიცხვა.

ცხრილი 4

პროდუქტიულ პერიოდში ცდის ჩატარების სქემა

I ჯგუფი - საცდელი		II ჯგუფი - საკონტროლო		III ჯგუფი - საკონტროლო		სინათლის ინტენსივობა (ლუქსი)	სინათლის ხანგრძლივობა (სთ)
განასუპერვიტ პლიუსი		განასუპერვიტ პლიუსის გარეშე		განასუპერვიტ პლიუსის გარეშე			
წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)	წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)	წყალი	სრულფასოვანი კომბ. საკვები (გ/ ერთ ფრ.)		
5 კვირის შემდეგ							
თავისუფლად მიცემა განასუპერვიტ პლიუსთან ერთად (250გ 1 ტონა)	110	თავისუფლად მიცემა	110	თავისუფლად მიცემა	110	10-12	12

კვერცხდების ინტენსივობის 70% მიღწევის შემდეგ							
თავისუფლად მიცემა განასუპერვიტ პლიუსთან ერთად (250გ 1 ტონა)	115	თავისუფლად მიცემა	115	თავისუფლად მიცემა	115	10-12	14

კვლევის პერიოდში გამოყენებული კომბინირებული საკვების, ვიტამინურ-მინერალური და ვიტამინურ-ამინომჟავური პრეპარატების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია მე-5–7 ცხრილებში.

ცხრილი 5

კომბინირებული საკვების შედგენილობა

51 - 65 კვირის ასაკი					
№	დასახელება	მოთხოვნილება გ/ერთ ფრ. /დღეში	105 გ	110 გ	115 გ
1	ნ/პროტეინი	17.8	17%	16.20%	15.50%
2	მეთიონინი	0.38	0.36%	0.35%	0.33%
3	მეთიონინი/ცისტინი	0.7	0.67%	0.64%	0.61%
4	ასათვისებელი მეთიონინი/ცისტინი	0.58	0.55%	0.53%	0.50%
5	ლიზინი	0.78	0.74%	0.71%	0.68%
6	ასათვისებელი ლიზინი	0.64	0.61%	0.58%	0.56%
7	ტრიპტოფანი	0.19	0.18%	0.17%	0.17%
8	ტრეონინი	0.55	0.52%	0.50%	0.48%
9	კალციუმი	4.5	4.30%	4.10%	3.90%
10	საერთო ფოსფორი	0.56	0.53%	0.51%	0.49%
11	ასათვისებელი ფოსფორი	0.39	0.37%	0.35%	0.34%
12	Na	0.17	0.16%	0.15%	0.15%
13	Cl	0.17	0.16%	0.15%	0.15%
14	ლინოლის მჟავა	1.2	0.15%	1.10%	1.05%

ცხრილი 6

ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის“ ქიმიური შედგენილობა

№	დასახელება	რაოდენობრივი მაჩვენებელი	საზომი ერთეული
1	ვიტამინი A	7 000 000	ს.ე.
2	ვიტამინი D_3	1 500 000	ს.ე.
3	ვიტამინი E	3	გ
4	ვიტამინი B_1	8	გ

5	ვიტამინი B2	2.5	გ
6	ვიტამინი B6	0.3	გ
7	ვიტამინი B12	0.006	გ
8	ვიტამინი C	11.2	გ
9	ვიტამინი K3	1.5	გ
10	კალციუმის პანტოტენატი	3	გ
11	რკინის სულფატი	3	გ
12	მანგანუმის სულფატი	6.2	გ
13	სპილენძის სულფატი	0.6	გ
14	კალციუმის იოდიდი	0.23	გ
15	თუთიის სულფატი	3.6	გ
16	ნატრიუმის ქლორდი	7.5	გ
17	კალციუმის ქლორიდი	7.5	გ
18	მაგნიუმის სულფატი	7.5	გ

ცხრილი 7.

ვიტამინიურ-ამინომჟავური ნარევი „განამინოვიტი"-ს ქიმიური შედგენილობა

№	დასახელება	რაოდენობრივი მაჩვენებელი	საზომი ერთეული
1	ვიტამინი A	10 000 000	ს.ე.
2	ვიტამინი D3	1 000 000	ს.ე.
3	ვიტამინი E	10	გ
4	ვიტამინი B1	2	გ
5	ვიტამინი B2	4	გ
6	ვიტამინი B6	1.5	გ
7	ვიტამინი C	25	მგ
8	ვიტამინი K3	1.5	გ
19	კალციუმის პანტოტენატი	10	გ
10	ფოლიუმის მჟავა	500	მგ
11	ნიკოტინამიდი	20	გ
12	ბიოტინი	15	გ
13	D, L მეთიონინი	50	გ
14	L - ლიზინი	50	გ
15	L - ტრიპტოფანი	6.4	გ
16	L - ტრეონინი	18.6	გ
17	ალანინი	12.96	გ
18	არგინინი	15.6	გ
19	ვალინი	27.4	გ
20	სერინი	24	გ
21	ასპარგინის მჟავა	27.8	გ
22	გლუტამინის მჟავა	85	გ
23	პროლინი	39.2	გ
24	გლიცინი	80	გ
25	ცისტინი	1.9	გ
26	ლეიცინი	35.4	გ
27	იზოლეიცინი	23.6	გ
28	ფენილალანინი	19	გ
29	ჰისტიდინი	11.8	გ

ზემოაღნიშნული ხელოვნური განგურის პროგრამის და ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის" გამოყენებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტიანობა მოცემულია ცხრილებში.

ცხრილი 8

ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის" ეფექტურობა - I საცდელი და II საკონტროლო ჯგუფი

მაჩვენებლები	ზომის ერთეული	ჯგუფები	
		I საცდელი	II საკონტროლო
1 ფრთაზე მიღებული კვერცხის რ-ბა	ცალი	180,96	102,5
მიღებული კვერცხი კატეგორიების მიხედვით			
ნული კატეგორია	%	85	1
I კატეგორია	%	9	5
II კატეგორია	%	3	29
III კატეგორია	%	2	45
დაზიანებული	%	1	20
საკვების დანახარჯი 1 ფრთაზე	კგ	26,24	26,24
საკვების დანახარჯი 1 ცალი კვერცხის წარმოებაზე	კგ	0.145	0.26
1 ცალი კვერცხის თვითღირებულება	ლარი	0,24	0,43
1 ცალი კვერცხის სარეალიზაციო ფასი	ლარი	0,549	0,25
1 ფრთიდან კვერცხის რეალიზაციით მიღებული თანხა (8 თვე)	ლარი	99,35	25,62
სხვაობა (8 თვე)	ლარი	73,73	

ცხრილი 9

ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის" ეფექტურობა - I საცდელი და III საკონტროლო ჯგუფი

მაჩვენებლები	ზომის ერთეული	ჯგუფები	
		I საცდელი	III საკონტროლო
1 ფრთაზე მიღებული კვერცხის რ-ბა	ცალი	180,96	196,8
მიღებული კვერცხი კატეგორიების მიხედვით			
ნული კატეგორია	%	85	14
I კატეგორია	%	9	80
II კატეგორია	%	3	2
III კატეგორია	%	2	3
დაზიანებული	%	1	1
საკვების დანახარჯი 1 ფრთაზე	კგ	26,24	26,24
საკვების დანახარჯი 1 ცალი კვერცხის წარმოებაზე	კგ	0.145	0.133
1 ცალი კვერცხის თვითღირებულება	ლარი	0,24	0,22
1 ცალი კვერცხის სარეალიზაციო ფასი	ლარი	0,549	0,499
1 ფრთიდან კვერცხის რეალიზაციით მიღებული თანხა (8 თვე)	ლარი	99,35	98,2
სხვაობა (8 თვე)	ლარი	1,15	

3. დასკვნა

კვლევის შედეგები ცხადყოფს, რომ ზემოაღნიშნული ხელოვნური განგურის პროგ-რამით და ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის" გამოყენებით შესაძლებელია კვერცხმდებელი ფრინველის ექსპლუატაციის გახანგრძლივება, რესურ-სების რაციონალური გამოყენება, მეკვერცხული პროდუქტიულობის ხარისხობრივი მაჩვენებლების ზრდა და, შესაბამისად, მნიშვნელოვანი ეკონომიკური სარგებლის მი-ღება, რაც განსაკუთრებით უმნიშვნელოვანესია მსოფლიო პანდემიით გამოწვეული ეკო-ნომიკური კრიზისის დაძლევისა და ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველ-ყოფის საქმეში.

ლიტერატურა

1. რ. ნოზაძე, მ. ხუციშვილი, ვ. ზავრაშვილი. მეფრინველეობის პროდუქტების წარმოე-ბის და გადამუშავების ტექნოლოგია. თბილისი, 2007 წ.
2. https://lohmann-breeders.com/company/ უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 02.06.2022.
3. LOHMANN TIERZUCHT GMBH. Layer Management Guide Lohmann LSL Classic. Germany - http://comunidad.uach.mx/fsalvado/LOHMANN%20LSL%20CLASSIC.pdf უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 02.06.2022.
4. ვეტერინარული პრეპარატების ცნობარი. თბილისი, 2012 წ.

რეფერატები

უაკ **627.5**

საქართველოს შავიზღვისპირეთში არსებული ეკოლოგიური და ჰიდროსაინჟინრო პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები

შ. გაგოშიძე, ე. ხატიაშვილი, ი. საღინაძე, მ. კოდუა, გ. ქადარია // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 7-24.

რეზიუმე: პუბლიკაციაში წარმოდგენილია მდინარეების – რიონისა და ენგურის შესართავებში ამჟამად არსებული ზღვის წყლის დაბინძურების, გეომორფოლოგიური, ჰიდროტექნიკური და ეკოლოგიური პრობლემების კვლევის ძირითადი შედეგები. ეს პრობლემები წარმოიქმნა მდინარე რიონის ბოლო 7კმ-იანი მონაკვეთის სხვა კალაპოტში გადასროლის, ხოლო ენგურის შესართავთან ენგურჰესის მაღლივი თაღოვანი კაშხლის აგების შედეგად. შემუშავებულია მათემატიკური მოდელები აღნიშნულ პრობლემათა გადასაჭრელად. შემოთავაზებულია ზოგიერთი საინჟინრო ღონისძიება გეომორფოლოგიური ცვლილებების თავიდან აცილების მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: ტალღები; დაბინძურება; გარემო; მათემატიკური მოდელები; რეაბილიტაცია.

უაკ **628.1**

EPANET მოდელის შემუშავება და გამოყენების სფერო

ქ. გორდეზიანი, ზ. ცინაძე, ლ. ყაველაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 25-32.

რეზიუმე: გარემოსდაცვითი და ჰიდროლოგიური მოდელირების სფეროში იზრდება როგორც მოდელირების პროგრამების (ანუ კოდების, რომლებიც მოდელს აყალიბებს), ისე მოდელის ინსტანციების (შეყვანის კონკრეტული ფაილები და მოდელის პარამეტრები) გაზიარების სამეცნიერო და საგანმანათლებლო ღირებულება. ბოლო წლებში შეიქმნა მრავალი კიბერინფრასტრუქტურული ინსტრუმენტი მოდელების დაკავშირების, შესრულებისა და გაზიარების გასამარტივებლად.

მსგავსი სისტემების დანერგვას მრავალი გამოწვევა აფერხებს. ეს შეიძლება იყოს ტექნოლოგიური ბარიერები, როგორიცაა პროგრამული უზრუნველყოფისა და ინტერნეტ-სისტემების ინსტალაცია და მართვა, ასევე სოციალური ბარიერები მოდელების გაუზიარებლობის კულტურა, პირადი ან სხვაგვარად დასაკუთრებული ინფორმაციის გამო.

EPANET პროგრამის მოდელირების მოცემული ნიმუში და სტრუქტურა ადვილად მისაღები და გამოსაყენებელია.

საკვანძო სიტყვები: EPANET; ჰიდრავლიკური მოდელირება; წყლის რესურსები.

უაკ **627.5**

ქ. ფოთში კუნძულ „დიდის“ მიმდებარედ ზღვის სანაპირო ზოლის ცვლილების გამომწვევი მიზეზები XX ასწლეულში

ი. ქადარია, გ. ნოსელიძე, გ. ქადარია // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 33-39.

რეზიუმე: XX ასწლეულის 30-იან წლებში მდ. რიონის ჩრდილოეთით გადაგდებამ, მდ. ნაბადის გაღრმავებული კალაპოტით, შეასრულა პროექტის დანიშნულება – ქ. ფოთს ააცილა მდ. რიონის წყალდიდობით გამოწვეული ზარალი, მაგრამ, მეორე მხრივ, შექმნა პრობლემა ნავსადგურის მოსილვისა და სანაპირო ზოლის წარეცხვის კუთხით, რომელიც დღემდე გრძელდება. ნაშრომი ეხება შექმნილი პრობლემების კვლევას და ოპტიმალური გადაჭრის გზების ძიებას.

საკვანძო სიტყვები: ფსკერული ნატანი; პასიური და აქტიური მოძრაობა; სანაპირო ზოლის წარეცხვა; სანაპირო ზოლის დინამიკა.

უაკ **693**

ბეტონის კოროზია ბუნებრივ წყლებში და მასთან ბრძოლის ღონისძიებები

ა. ჩიქოვანი, რ. გაფრინდაშვილი, გ. ზუბიაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 40-51.

რეზიუმე: სამშენებლო პრაქტიკაში ხშირად მცირდება ბეტონის სიმტკიცე და ზოგჯერ იშლება კიდეც, რაც ბუნებრივი წყლისა და ცემენტის ჰიდრატაციის პროდუქტების ურთიერთქმედებითაა გამოწვეული. ეს პროცესები მიმდინარეობს ბეტონის ფორებში და

კოროზია ეწოდება (ლათ. „corrodo“ – ვღრნი ან „corrosion“ – ამოჭმა), ხოლო გარემო-წყლის აქტიურობას – მისი აგრესიულობა.

საკვანძო სიტყვები: კოროზია; ბეტონი; ქიმიური აქტიურობა; ხსნადობა; გამოტუტვა; მჟავიანობა; იონი; ამონიუმი; სულფატი; ჰიდროქსიდი; ალუმინატი; სილიკატი; კატიონი; ვაკუუმირება; გაჟღენთა; ჰიდროფობიზაცია; ინიექცია.

უაკ **624.01**

კონსტრუქციების ჰიდროიზოლაცია რეკონსტრუქციისა და რემონტის დროს

ა. ჩიქოვანი, თ. ბაციკაძე, ნ. მსხილაძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 52-60.

რეზიუმე: XIX საუკუნესა და უფრო ადრე აგებულ შენობებში, როგორც წესი, არ არის ჰორიზონტალური ჰიდროიზოლაცია. გარდა ამისა, კულტურული ფენის წაზრდით ეს ჰიდროიზოლაცია ვეღარ ასრულებს თავის ფუნქციას. ამას მივყავართ კედლის დატენიანებამდე, ტენის კაპილარული შეწოვის გამო, რაც იწვევს კედლის თბოიზოლაციის და ხანგამძლეობის შემცირებას მარილოვანი კოროზიის, ბიოკოროზიისა და გაყინვა-გალღობის გამო.

საკვანძო სიტყვები: ჰიდროიზოლაცია; კაპილარული შეწოვა; თბოგამტარობა; მარილოვანი კოროზია; ვენტილაცია; ბიოკოროზია; რემონტი; დრენაჟი; ანოდი; კათოდი; გაჯანსაღება; რეკონსტრუქცია.

უაკ **624.01**

მიწისძვრა და მათი გავლენა რკინაბეტონის შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციულ სქემებზე

ლ. ბალანჩივაძე, ბ. ბერაია // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 61-67.

რეზიუმე: განხილულია მიწისძვრის გავლენა რკინაბეტონის მაღლივ შენობა-ნაგებობებსა და საანგარიშო სქემების დაპროექტების თავისებურებებზე სხვადასხვა სამშენებლო ნორმით.

საკვანძო სიტყვები: რკინაბეტონი; მაღლივი შენობები; მიწისძვრა; სამშენებლო ნორმები; დატვირთვები; სეისმომედეგობა; მდგრადობა; სიხისტის ბირთვი.

უაკ **624.04**

თანამედროვე შენობა - ნაგებობების კონსტრუირების სპეციფიკა და სტრუქტურული ანალიზი

ლ. ბალანჩივაძე, გ. გოქსაძე. // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 68-73.

რეზიუმე: განხილულია თანამედროვე მშენებლობის ინდუსტრიაში ე.წ. გამორჩეულ ნაგებობათა შორის ყველაზე გავრცელებული სპორტული ნაგებობების კონსტრუირებისა და სტრუქტურული ანალიზის თავისებურებები.

საკვანძო სიტყვები: სტრუქტურა; სპორტული ნაგებობა; ტრიბუნა; სტადიონი.

უაკ **624.05**

ავარიული შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის ღონისძიებები

მ. ჭანტურია, გ. იაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 74-78.

რეზიუმე: განხილულია შენობა-ნაგებობების რეკონსტრუქციის აუცილებლობა, რომელიც გამოწვეულია მრავალი ფაქტორით. მთავარ ფაქტორად შეიძლება დასახელდეს შენობა-ნაგებობის კონსტრუქციების ფიზიკური და მორალური ცვეთა, ასევე მნიშვნელოვანი მიზეზია მათი არასწორი ექსპლუატაცია. ფიზიკური ცვეთა გამოიხატება მზიდი და შემზღუდი კონსტრუქციული მასალების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დაქვეითებაში, სამშენებლო ნორმებით გათვალისწინებულ მნიშვნელობებთან შედარებით.

საკვანძო სიტყვები: რეკონსტრუქცია; ფიზიკური ცვეთა; ხიმინჯი; კონსერვაცია.

უაკ **624.21/.8**

დიდმალიანი კონსტრუქციები საქალაქო ხიდმშენებლობაში

მ. ჭანტურია, ლ. ჩიქვინიძე. // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 79-84.

რეზიუმე: განხილულია სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებასთან დაკავშირებულია მეგაპოლისებში ხიდების მშენებლობის საკითხები, რომლებიც გადატვირთულ გზებზე გადაადგილებისას გამოიყენება და დიდ კვანძებს ქმნის. ხიდების მრავალი სახეობა არსებობს, ესენია: თაღოვანი, ვანტური, კოჭოვანი, კიდური, გასა-

ხსნელი – გზაგამტარი. აშენებული ხიდები გარემოს საერთო მახასიათებელი და სამოქალაქო ინჟინერიის ერთ-ერთი მთავარი ელემენტია. ხიდის დიზაინის ძირითადი პრინციპი დამოკიდებულია მზიდ კონსტრუქციაზე. ხიდის დიზაინის არჩევანი განისაზღვრება სიმაღლით, გრუნტის პირობებით და საჭირო სიგანით.

საკვანძო სიტყვები: მეგაპოლისი; ხიდი; გზაგამტარი; ესტაკადა; ვიადუკი.

უაკ **628.8**

შენობათა თბური დაცვა პლინტუსური გათბობის მოწყობის დროს

მ. გრძელიშვილი, ა. კოპალიანი, ს. გოდერძიშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 85-92.

რეზიუმე: განხილულია წყლით გათბობის პლინტუსური სისტემის მოწყობის და თბური კომფორტის უზრუნველყოფის თავისებურებები.

მიღებულია შემომზღუდი კონსტრუქციის საჭირო თერმული წინააღმდეგობის გამოსათვლელი გამოსახულება კონსტრუქციაზე დაფენილი გრავიტაციული ჭავლის ზემოქმედების დროს.

საკვანძო სიტყვები: თბური ჭავლი; პლინტუსური გათბობა; თბური კომფორტი; თბოგადაცემა; თერმული წინააღმდეგობა; კონვექცია; გამოსხივება.

უაკ **621.6**

მაღლივი კორპუსების გაზმომარაგების პრაქტიკული კვლევების შედეგები

გ. ჭაღიაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 93-98.

რეზიუმე: გაზმომარაგება მნიშვნელოვანია ენერგეტიკასა და სოციალურ სექტორში. მიუხედავად იმისა, რომ ის აფეთქებასაშიშია, მაინც ფართოდ გამოიყენება როგორც მრეწველობაში, ისე საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის. გაზის მომხმარებელი შეიძლება იყოს ყველა ასაკის ადამიანი, ბავშვიდან დაწყებული ღრმა მოხუცამდე. აღნიშნულის გამო, უსაფრთხოების წესების დაცვას ძალიან სერიოზულად უნდა მოვეკიდოთ, რადგან შეიძლება პატარა შეცდომამ სავალალო შედეგამდე მიგვიყვანოს. სტატიაში განვიხილავთ ბუნებრივი გაზით მომარაგებას მაღლივ შენობებში – რას უნდა მიექცეს განსაკუთრე-

ბული ყურადღება, რათა არ გამოვიდეთ იმ ნორმებიდან, რომლებიც უსაფრთხოების წესებით არის განსაზღვრული და, ამავე დროს, არსებულ პირობებში როგორ გვიხდება ცხოვრება.

საკვანძო სიტყვები: გაზმომარაგება; მაღლივი კორპუსები; წნევათა სხვაობა; უსაფრთხოება; ნორმები; გაზრეგულატორები; გაზოპარატურა.

უაკ **635.1/.8**

სასათბურე და ღია გრუნტის ბაზაზე მოყვანილი კიტრის პროდუქტის ნედლეულისა და მისგან წარმოებული მარინადის ექსპერტიზა

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ზ. გელიაშვილი. // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 99-110.

რეზიუმე: სოფლის მეურნეობის ინტენსიური ქიმიზაციისა და გაზრდილი ანთროპოგენური პროცესების ფონზე, კიტრის ნედლეულისა და მისგან წარმოებული მარინადების ბიოლოგიური სრულფასოვნებისა და ეკოლოგიური სისუფთავის დადგენის თვალსაზრისით, შესწავლილია პროდუქციის შედგენილობა დინამიკაში (დეკადების მიხედვით) ღია და დახურული გრუნტებისათვის (მუხრანი, მარნეული).

საკვანძო სიტყვები: ბიოქიმიური პარამეტრები; კიტრი; ეკოლოგიური სისუფთავე; შავმიწა და მდელოს ყავისფერი ნიადაგები.

უაკ **634.4**

შუა ქართლის ზონაში მოყვანილი ძირითადი ატმის ჯიშების ნედლეულის პროდუქტიულობა და მისგან წარმოებული ხილფაფის ექსპერტიზა

გ. დანელია, თ. ფალავანდიშვილი, ზ. გელიაშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 111-118.

რეზიუმე: პირველად საქართველოში, შუა ქართლის პირობებში (ზემო ხანდაკი, ატენი, რუისი) შესწავლილია საკონსერვო, სახლეჩი და ვენახის ატმის ძირითადი ნიშანთვისებათა ერთობლიობა (მინერალური და ბიოქიმიური პარამეტრები, ეკოლოგიურად უარყოფითი რადიკალები), საწარმო ,,კულას“ მიერ წარმოებული ატმის ხილფაფის ქი-

მიური ექსპერტიზა და იდენტიფიკაცია სტანდარტთან. განხილულია შუა ქართლის პირობებში ყავისფერი ნიადაგების აკუმულაციურ ფენაში ძირითადი (აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი) შესათვისებელი საკვები ელემენტები.

საკვანძო სიტყვები: ბიოქიმიური პარამეტრები; ატმის ჯიშები; ეკოლოგიური სისუფთავე; ყავისფერი ნიადაგები.

უაკ **637.1**

საქართველოში რეალიზებადი რძის ნედლეულისა და მზა პროდუქციის იდენტიფიკაცია სტანდარტთან

თ. ფალავანდიშვილი, გ. დანელია, თ. გოდერძიშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 119-141.

რეზიუმე: სამომხმარებლო ბაზარზე რძის ხარისხის კვლევისათვის აღებულია როგორც ადგილობრივი ქარხნული წარმოებისა და შინამეურნეობის რძე, ისე იმპორტული წარმოების პროდუქტი. რაოდენობრივი და ორგანოლეპტიკური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა პროდუქციის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და კონკურენტუნარიანობა სამამულო ბაზარზე.

საკვანძო სიტყვები: რძე; ბიოქიმიური პარამეტრები; ეკოლოგიური სისუფთავე; მძიმე ლითონები; რადიონუკლეიდები; კონკურენტუნარიანობა; შეფუთვა; მარკირება.

უაკ **338.43**

მდგრადი სოფლის მეურნეობა

თ. ნოზაძე // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 142-146.

რეზიუმე: აღწერილია გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის (გაერო) მდგრადი განვითარების მიზნები და მათი მიღწევის საქმეში მდგრადი სოფლის მეურნეობის როლი, რომელიც ეკონომიკური განვითარების, გარემოსდაცვითი პასუხისმგებლობის, სოციალური პროგრესის და მსოფლიო მოსახლეობის სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საქმეში სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი სექტორია.

საკვანძო სიტყვები: სოფლის მეურნეობა; მდგრადი განვითარება; ბიოწარმოება.

უაკ **636.9**

ბოცვრის შენახვის სისტემები

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 147-151.

რეზიუმე: წარმოდგენილია მებოცვრეობის მოკლე დახასიათება. ყურადღება გამახვილებულია თანამედროვე პირობებში ბოცვრის შენახვის სისტემებზე, მის დადებით და უარყოფით მხარეებზე.

საკვანძო სიტყვები: გალია; თავისუფალი შენახვა; ვოლიერი; ტყავ-ბეწვეული; ხნოვან-საყოლ-დედალი ბოცვერი; შედი; კლიმატი; პარამეტრები; ხე; ნამჯა; ქვეშსაფენი.

უაკ **636.7**

ქართული ნაგაზი, ზოგადი დახასიათება და კვების თავისებურებანი

მ. ცინცაძე, ნ. ნატროშვილი, ნ. ორჯანელი, ლ. ჩხარტიშვილი // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 152-156.

რეზიუმე: წარმოდგენილია ქართული ნაგაზის ჯიშის ძაღლის ზოგადი მახასიათებლები, მისი გავრცელების არეალი, გენეტიკურად გაძლიერებული სტრუქტურის თავისებურებანი. ყურადღება გამახვილებულია კვების თავისებურებებსა და არასწორი კვებით გამოწვეულ დაავადებებზე, რომელთა თავიდან აცილება შეიძლება ლეკვობის დროიდან დაწყებული სწორი კვების ორგანიზაციით. რეკომენდაციის სახით მოცემულია იმ საკვებთა ნუსხა, რომლის მიცემა. არ შეიძლება.

საკვანძო სიტყვები: ნაგაზი; გენეტიკურად; სტრუქტურა; არეალი; რეკომენდაციები; კვება; დაავადებები.

უაკ **636.4**

ღორის კვების თავისებურებანი

მ. ცინცაძე, ნ. ორჯანელი, ნ. ნატროშვილი //ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 157-161.

რეზიუმე: განხილულია ღორის კვების თავისებურებანი, ბიოლოგიური ხასიათი, ყურადღება გამახვილებულია საყუათო ნივთიერებების მოთხოვნილებასა და მათი მეშვეობით პროდუქტიულობის გადიდებაზე. დასაბუთებულია ასევე ნაკლები საკვებით

მიღებული დღიური ცოცხალი მასის მატება, თუ ულუფაში შენარჩუნებული იქნება მოსახმარებელი ენერგიის რაოდენობა, რაც ულუფის სტრუქტურის გონივრულ შედგენაზე მიუთითებს.

საკვანძო სიტყვები: მეღორეობა; ცოცხალი მასა; დეტალიზებული; ნორმა; ძირხვენები; სილოსი; მწვანე საკვები; პროტეინი; კონცენტრატი; ენერგეტიკული; დონე; უჯრედისი; ვიტამინები; მიკროელემენტები.

უაკ **636.5**

ხელოვნური განგურის ეკონომიკური ეფექტიანობა მეკვერცხულ მეფრინველეობაში

თ. ნოზაძე. // ჰიდროინჟინერია, № 1-2(31-32), 2022, გვ. 162-170.

რეზიუმე: წვრილი ფერმერული მეურნეობის მაგალითზე განხილულია ხელოვნური განგურის ეკონომიკურად მაქსიმალურად ეფექტიანი პროგრამის ჩატარების სქემები და ექსპლუატაციის პერიოდში მეკვერცხულ პროდუქტიულობაზე ვიტამინურ-მინერალური პრეპარატ „განასუპერვიტ პლიუსის“ გავლენის შესწავლის შედეგები, რომლის გამოყენებით შესაძლებელია მნიშვნელოვანი ეკონომიკური სარგებლის მიღება და ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ადგილი აქვს მსოფლიო პანდემიით გამოწვეულ ეკონომიკურ კრიზისს და წვრილი ფერმერული მეურნეობის მძიმე ეკონომიკურ მდგომარეობას.

საკვანძო სიტყვები: ხელოვნური განგური; მეკვერცხული პროდუქტიულობა; ეკონომიკური ეფექტიანობა.

SUMMARIES

UDC **627.5**

ENVIRONMENTAL AND HYDRO-ENGINEERING PROBLEMS ON GEORGIA'S BLACK SEA COAST AND THE WAYS OF THEIR SOLUTION

Sh. Gagoshidze, E. Khatiashvili, I. Saghinadze, M. Kodua, G. Kadaria // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 7-24.

Summary: The main results of studies of sea water pollution, geomorphological, hydro-technical and environmental problems currently existing in the estuaries of the Rioni and Inguri rivers of the Black Sea coast of Georgia are presented in the article. These problems arose after the transfer of the final 7-km part of the Rioni River to another channel, and at the mouth of the Inguri River they were caused by a change in flow after the construction of the high arch dam of the Inguri hydroelectric power station. Mathematical models for solving these problems are constructed. Some engineering measures are proposed to prevent geomorphological changes.

Keywords: environment, mathematical model, pollution, rehabilitation, waves.

UDC **628.1**

DEVELOPMENT OF AN EPANET MODEL AND EXECUTION ENVIRONMENT

K. Gordeziani, Z. Tsinadze, L. Kavelashvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 25-32.

Summary: The scientific and educational value of sharing both model programs and model instances is increasing in the field of environmental and hydrologic modelling. Truly, numerous cyberinfrastructure tools are created to simplify linking, executing, and sharing models. Many challenges hinder the introduction of such systems. These can include technological barriers: installing and managing software, internet systems, social barriers such as a culture of not sharing models due to concerns over private or otherwise proprietary information. In some cases, model sharing platforms are not easy to use or implement for specific needs. This paper presents the design, a model-sharing repository and a model-viewing application, specifically for the EPANET modeling community.

Keywords: Epanet, hydraulic modeling, water resource.

UDC **627.5**

THE CAUSES OF THE CHANGE OF THE COASTLINE OF THE SEA IN THE VICINITY OF THE ISLAND "DIDI" IN POTI IN THE XX CENTURY

I. Kadaria, G. Noselidze, G. Kadaria // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 33-39.

Summary: Changing the riverbed in the 1930s fulfilled the main purpose of the project, but on the other hand, it created a problem of bank washing that continues to this day. The present paper deals with the research of created problems and the search for optimal solutions.

Keywords: bottom sediment, passive and active movement, shoreline scour, shoreline dynamics.

UDC **693**

CORROSION OF CONCRETE IN NATURAL WATERS AND MEASURES TO COMBAT IT

A. Chikovani, R. Gaprindashvili, G. Zubiashvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 40-51.

Summary: In construction practice, due to chemical processes that occur in the interaction of natural water and cement hydration products there is often a reduction in the strength and sometimes even decay of concrete. These processes take place in the pores of concrete and are called corrosion (Latin "corrodo" – corrosion or "corrosion" – erosion), and environmental-water activity – its aggressiveness.

Keywords: acidity, aluminate, ammonium, cation, concrete, corrosion, chemical activity, hydroxide, hydrophobization, impregnation, injection, ion, leakage, solubility, sulfate, silicate, vacuum.

UDC **624.01**

WATERPROOFING OF CONSTRUCTIONS DURING RECONSTRUCTION AND REPAIR

A. Chikovani, T. Batsikadze, N. Mskhiladze // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 52-60.

Summary: Buildings built in the 19^{th} century and earlier usually do not have horizontal waterproofing. In addition, with the growth of the cultural layer, this waterproofing can no longer fulfill its function. This leads to dampness of the wall due to capillary absorption of

moisture. Which results in a decrease in thermal insulation and durability of the wall due to salt corrosion, biocorrosion and freeze-thaw.

Keywords: anode, biocorrosion, cathode, capillary absorption, drainage, repair, recovery, reconstruction, salt corrosion, thermal conductivity, ventilation, waterproofing.

UDC **624.01**

EARTHQUAKES AND THEIR INFLUENCE ON STRUCTURAL SCHEMES OF REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

L. Balanchivadze, B. Beraya // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 61-67.

Summary: The article considers the impact of an earthquake on high-rise reinforced concrete buildings and the features of drawing up design schemes for different construction standards.

Keywords: building codes, core rigidity, earthquake, high-rise buildings, loads, reinforced concrete, seismic resistance, stability.

UDC **624.04**

MODERN BUILDING – CONSTRUCTION SPECIFICS AND STRUCTURAL ANALYSIS

L. Balanchivadze, G. Goksadze // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 68-73.

Summary: Features of the construction and structural analysis of, so-called, the most common sports facilities among the outstanding buildings in the modern construction industry are discussed.

Keywords: building, durability, safety, sports facility, stadium, tribune.

UDC **624.05**

RESTORATION-RECONSTRUCTION MEASURES OF DAMAGED BUILDINGS

M. Chanturia, G. Iashvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 74-78.

Summary: The need for reconstruction of buildings caused by many factors is discussed. Physical and moral wear and tear of building constructions can be named as the main, general

factor, as well as their improper exploitation. Physical wear and tear is expressed in the decrease of the physical-mechanical characteristics of the materials of the supporting and limiting constructions compared to the values provided by the construction norms.

Keywords: conservation, physical wear, reconstruction.

UDC **624.21/.8**

LONG-SPAN CONSTRUCTIONS IN URBAN BRIDGE CONSTRUCTION

M. Chanturia, L. Chikvinidze // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 79-84.

Summary: The issues of construction bridges in megacities in connection with the development of transport infrastructure, which are used to move over congested roads and create large junctions are discussed. Bridges are distinguished by various types, such as: arch bridges, vantur bridges, coil bridges, limb bridges, opening bridges, road bridges. Bridges are a common feature of the built environment and one of the main elements of civil engineering. The basic principles of bridge design depend on the supporting structure. The choice of bridge design is determined by height, ground conditions and required width.

Keywords: bridge, megapolis, overpass, viaduct.

UDC **628.8**

HEAT PROTECTION OF BUILDINGS IN LINE WITH INSTALLING THE SKIRTING BOARD HEATING

M. Grdzelishvili, A. Kopaliani, S. Goderdzishvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 85-92.

Summary: The paper discusses special aspects of installing a water based skirting board heating system as well as of ensuring the thermal comfort.

An expression for calculating the necessary thermal resistance of an enclosure structure during the action of the gravitational flux superimposed thereon has been obtained.

Keywords: convection, heat jet, radiation, skirting board heating, thermal comfort, thermal transmission, thermal resistance.

UDC 621.6
THE RESULTS OF PRACTICAL STUDIES OF GAS SUPPLY TO MULTI-STOREY BUILDINGS
G. Chaghiashvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 93-98.

Summary: Gas supply plays an important role in the energy and social sector, although it is explosive, it is still widely used both in industry and for domestic purposes. Gas users can be people of all ages from children to the very old. Because of the above, we must take safety rules very seriously, because a small mistake can lead to disastrous results. In this case, we are considering natural gas supply in multy-storey buildings. What should be paid special attention to, so that we do not deviate from the norms defined by the safety rules is discussed, and, at the same time, how we live in real conditions.

Keywords: gas distribushen (supply), gas equipments, gas regulators, multy-storey buildings, pressure diferences, safety, safety norms.

UDC 635.1/.8
EXPERTISE OF RAW MATERIAL OF CUCUMBER PRODUCT GROWN IN GREENHOUSE AND OPEN FIELD AND MARINADE PRODUCED FROM IT
G. Danelia, T. Palavandishvili, Z. Geliashvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 99-110.

Summary: Against the background of intensive chemicalization of agriculture and increased anthropogenic processes, the composition of products in dynamics (according to decades) for open and closed ground (Mukhran, Marneuli) has been studied in terms of determining the biological completeness and ecological purity of cucumber raw materials and marinades produced from it.

Keywords: biochemical parameters, black soil, cucumber, ecological purity, meadow brown soils.

UDC 634.4
RAW MATERIAL PRODUCTIVITY OF THE MAIN PEACH VARIETIES GROWN IN THE MIDDLE KARTLI ZONE AND EXAMINATION OF PULP PRODUCED FROM IT
G. Danelia, T. Palavandishvili, Z. Geliashvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 111-118.

Summary: For the first time, in the conditions of Shua Kartli in Georgia (Zemo Khandaki, Ateni, Ruis), the following were studied: the set of main characteristics of canning, greenhouse

and vineyard peaches (mineral and biochemical parameters, ecologically negative radicals), chemical examination of peach pulp produced by the enterprise "Kula" and identification with the standard. Also, the main (nitrogen, phosphorus and potassium) assimilable nutrient elements in the accumulation layer of brown soils under the conditions of Shua Kartli have been studied.

Keywords: biochemical parameters, peach varieties, ecological purity, brown soil.

UDC 637.1

IDENTIFICATION OF RAW MILK PRODUCTS AND FINISHED PRODUCTS SOLD IN GEORGIA WITH THE STANDARD

T. Palavandishvili, G. Danelia, T. Goderdzishvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 119-141.

Summary: To study milk quality in the consumer market, both locally produced and domestic milk, as well as imported products are taken. Based on quantitative and organoleptic analysis, product quality indicators, biochemical completeness and ecological purity were determined.

Keywords: biochemical parameters, competitiveness, ecological purity, heavy metals, labeling, milk, packaging, radio¬nuclides.

UDC 338.43

SUSTAINABLE AGRICULTURE

T. Nozadze // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 142-146.

Summary: Sustainable agriculture is designed with the intention of preserving the environment, expanding the Earth’s natural resources, all while creating a quality of life for animals and humans. Sustainable agricultural allows for the desires of society’s food and textile needs to be met without the fear of inhibiting the Earth’s natural resources for future generations. In addition to preserving the Earth's natural resources, sustainable agriculture benefits the environment through helping maintain soil quality, reducing erosion, and preserving water. In order to maintain a sustainable lifestyle, agriculturalists focus on certain criteria in order to compete with current sustainability practices. This criterion consists of creating a healthy

environment, while ensuring economic profitability in addition to maintaining social and economic equity. Every member of the food system can manage a sustainable lifestyle through remaining consistent within this criterion.

Keywords: agriculture, sustainable development, organic production.

UDC **636.9**

RABBIT STORAGE SYSTEMS

M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili. // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 147-151.

Summary: The article presents a brief description of tanning. Attention is focused on storage systems of rabits in modern conditions, its positive and negative sides.

Keywords: aviary, cage, climate, free-range, leather-furry, log, settings, scythe, under-layment, wet-household, wood.

UDC **636.7**

GEORGIAN SHEPHERD, GENERAL DESCRIPTION AND NUTRITIONAL FEATURES

M. Tsintsadze, N. Natroshvili, N. Orjaneli, L. Chkhartishvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 152-156.

Summary: The article presents the general characteristics of the Georgian shepherd dog, its distribution area, features of genetically enhanced structure. The article also focuses on the peculiarities of nutrition and the list of diseases caused by improper nutrition, which can be avoided by organizing proper nutrition starting from the puppyhood period. The article provides a list of foods that cannot be given during feeding as a recommendation.

Keywords: area, diseases, genetically, recommendations, shepherd, structure, nutrition.

UDC **636.4**

PECULIARITIES OF PIG NUTRITION

M. Tsintsadze, N. Orjaneli, N. Natroshvili // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 157-161.

Summary: The present article briefly and succinctly presents the features of pig nutrition. Its biological features are presented, attention is focused on the need for nutrients and their

participation in increasing further productivity. An increase in daily live weight obtained with less food is also justified, if the amount of energy consumed in the ration is maintained, which indicates a reasonable composition of the ration structure.

Keywords: cellularity, concentrate, detailed, energy, green feed, level, live mass, microelements, norm, protein, rootstock, silage, swine production, vitamins.

UDC **636.5**

ECONOMIC EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL MOLTING IN EGG LAYER POULTRY

T. Nozadze // Hydroengineering, №1-2(31-32), 2022, c. 162-170.

Summary: In 2019-2022 in the frame of the study, we conducted experiments on a depreciated 72-week-old population of egg-laying hens; during which we developed a program of the zootechnical method of artificial moulting and studied the effect of using of 'Ganasupervit Plus' on the maintenance of the poultry during the whole period of operation, the standard reduction of live weight, the beginning of laying eggs, the peak and productive periods, the quantitative and qualitative indicators of egg productivity. In parallel with the above, under similar nutritional care conditions, we studied and recorded the egg productivity rates of a 58-week-old team which have not gone through the moulting process in order to economically calculate the cost price of eggs received from different teams and to determine the economic effectiveness of the program of an artificial moulting developed by us.

The data obtained from the abovementioned study and the analysis of results allowed us to came to the conclusion that comparing with the poultry being in operation by prolonging the life of depreciated egg-laying hens through the artificial molting program we have developed, it is possible to increase the quantitative and qualitative indicators of productivity at a minimum cost per unit, which is economically very effective, especially in the current period when there is an economic crisis caused by the global pandemic. The work provides recommendations we have developed that can guide both large egg-producing poultry farms and small farms.

Keywords: artificial molting, egg production, economic effectiveness.

რედაქტორები: ლ. მამალაძე, ა. ეგოროვი

კომპიუტერული უზრუნველყოფა ქ. ფხაკაძის

გადაეცა წარმოებას 21.11.2022. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 14.02.2023. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 11,5.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

Verba volant,
scripta manent