

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სამშენებლო ფაკულტეტი



№4(47) 2017

*სამეცნიერო-ტექნიკური  
ჟურნალი*



თბილისი 2017

## შ ე ნ ე ბ ლ ო ბ ა

მთავარი რედაქტორი – მალხაზ წიქარიშვილი  
მთავარი რედაქტორის  
მოადგილეები – გელა ყიფიანი  
როინ იმედაძე

დამფუძნებელი  
გიორგი ლაღუნდარიძე

*სამეცნიერო-სარედაქციო კოლეგიის წევრები:*

ბაციკაძე თამაზი, გურგენიძე დავითი, დანელია დემური, დრაშკოვიჩი ფერდინანდი (სლოვაკეთი), კვიციანი ტარიელი, კოდუა ნოდარი, კლიმიაშვილი ლევანი, კუბლაშვილი მურმანი, კუბესკოვა დარია (ჩეხეთი), მახვილაძე რევაზი, მემპარიაშვილი ელგუჯა, მიაჩენკოვი ვლადიმერი (რუსეთი), მშვენიერაძე ინგუშა, ნადირაძე ანზორი, რაიჩიკი იაროსლავი (პოლონეთი), რეკვავა პაატა, რიპი იანი (პოლანდია), ფრანგიშვილი არჩილი, ჩერნოგოლოვი იგორი (რუსეთი), ჩიხლაძე ვლადიმერი, ჩიქოვანი არჩილი, ციხელაშვილი ზაური, ცხვედაძე რევაზი, ჭოხონელიძე გუგა, ხაზარაძე ომარი, ხმელიძე თამაზი, ჯავახიშვილი მარინა.

**პასუხისმგებელი მდივანი:** თინათინ მადრაძე

**საკონტაქტო ტელ. 65-93; 599-478422**

**E-mail: [tinmag@mail.ru](mailto:tinmag@mail.ru)**

**ვებ-გვერდი: [www.sheneba.ge](http://www.sheneba.ge)**

**კომპიუტერული და გრაფიკული უზრუნველყოფა  
ლიკა ლაღუნდარიძე**

...  
: . . .  
: . . . ;  
: . . .  
- ;  
... , . . . ; . . . ; . . . ( . . . ); . . .  
; . . . ; . . . ; . . . ; . . . ; . . . ; . . .  
Кубескова Д. (Чешская республика); . . . ; . . . ; . . .  
; . . . ( . . . ); . . . ; . . . ; . . . ; . . .  
( . . . ); ( . . . ); . . . ; . . . ( . . . ); . . .  
; . . . ; . . . ; . . . ; . . . ; . . . ; . . .  
, . . . .

: . . .  
: 65-93; 599 478422  
*E-mail:tinmag@mail ru*  
- : [www.sheneba.ge](http://www.sheneba.ge)  
:

# BUILDING

**EDITOR-IN-CHIEF:** M. Tsikarishvili  
**DEPUTY EDITORS**  
**IN-CHIEF:** G. Kipiani;  
R. Imedadze

**CONSTITUTIVE:**  
G. Lagundaridze

**MEMBERS OF SCIENTIFIC-EDITORIAL BOARD:**  
T. Batsikadze; Chernogolov (Russia); V. Chikladze; A. Chikovani; G. Chokhanelidze;  
D. Gurgenidze; D. Danelia; F. Drashkovich; M. Javakhishvili; T. Kvitsiani; O. Khazaradze,  
T. Khmelidze; N. Kodua; L. Klimiashvili; M. Kublashvili; D. Kubeskova (Czech Republic);  
R. Makhviladze; E. Medzmariashvili; V. Miachenkov (Russia); I. Mshvenieradze; A.  
Nadiradze; A. Prangishvili; Y. Raichik (Poland); J. Rip (Nederland); P. Rekvava; Z.  
Tsikhelashvili; R. Tskhvedadze.

Responsible secretary T. Magradze  
Tel: 65-93; 599 478422  
*E-mail:tinmag@mail ru*  
*Web-site:www.sheneba.ge*  
*Computer and Program providing:*  
L. Lagundaridze

## შინაარსი

.....

/ ..... / 55

« .....».....6

*გ. არჩვაძე, ზ. კიკნაძე, ე. ქრისტესიაშვილი.* არქიტექტურულ-სამშენებლო პროექტირების მენეჯმენტის თანამედროვე პარადიგმა (ანალიზი, სინთეზი და შეფასება ინფორმაციული ტექნოლოგიების საფუძველზე).....14

*მ. წიქარიშვილი, გ. ტურაშვილი, ნ. როდონია.* უძრავი ქონების ობიექტების (შენობა-ნაგებობების) სიცოცხლის ციკლის შესახებ.....19

*ბ. სურგულაძე ე. მახარობლიძე.* რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტების თავისებურებანი, რომელთა ექსპლუატაცია ხდება მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში .....23

*მ. სულაძე.* რკინაბეტონის ელემენტების ხანგამძლეობის გაანგარიშება „რღვევის მქანის“ მეთოდების გამოყენებით.....28

*თ. პაპუაშვილი, დ. ბედუკაძე.* აღბილობრივ ინერტულ მასალებზე დამზადებული გობირდასფალტბეტონის გამოცდა დეფორმაციისადმი (ბორბლის კვალი) მდებარეზე .....31

*რ. მახვილაძე, დ. ზაქაშვილი.* მშენებლობაში და შენობების ექსპლუატაციაში ენერგოეფექტური მასალების გამოყენებით ენერგოდამზოგველობის ეკონომიკური და ეკოლოგიური სარგებლიანობის გამოკვლევა .....34

.....

.....38

*მ. გრძელიშვილი, ა. კოპალიანი.* ხანძარსაწინააღმდეგო ვენტილაციის სისტემები მაღლივ შენობებში..... 42

*დ. ბაქრაძე.* მსუბუქ შიდასახლებზე დამზადებული ბეტონის ხარისხის კონტროლი .....47

*ნ. არეშიძე, გ. ლუტიძე, გ. არეშიძე.* რუსთაველის ქუჩაზე არსებული პოტენციური მეწყერი .....50

.....

.....54

.....

.....58

*მ. ჭანტურია, თ. გოგინაშვილი.* მაღლივი შენობების დაპროექტებისა და მშენებლობის განვითარების ეტაპები დინამიური მახასიათებლების გათვალისწინებით .....62

*ნ. სვიანაძე.* ახალი ტიპის წინასწარდაკაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ბაბირმონი ნაწილის გაანგარიშება დიფერენცირებული მასის გამოყენებით.....66

*თ. ჩუბინიძე.* შენობის, როგორც ორნამენტის, საკითხის განხილვისათვის.....72

*მ. ძოწენიძე, გ. ბალაგაძე, ლ. ქრისტესიაშვილი.* ინოვაციური მენეჯმენტის საკითხები მშენებლობაში .....77

*ზ. მაძალუა, დ. ჯანყარაშვილი, დ. ტაბატაძე, ი. კაკუტაშვილი.* ბაჭიმულ-ბაღუნული რბოლური დისკის ოპტიმალური დაპროექტება სიმტკიცის და სიხისტის პირობების გათვალისწინებით. ....80

---

<i>ნ. წიგნაძე, გ. ხაზარაძე. ასაწყო-დასაშენი ნიღბი დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი საყრდენით .....</i>	<b>83</b>
<i>კ. მახარობლიძე. დიდმალიანი ბაბირიანი ბაღახურები .....</i>	<b>87</b>
<i>თ. პაპუაშვილი, დ. ბედუკაძე. აღბილობრივ ინერტულ მასალებზე დამზადებული გობირდასფალტბეტონის მარშალის ნიშნების გამოცდა სტაბილურობა და დენადობაზე .....</i>	<b>90</b>
<i>ნ. რურუა, ლ. კვარაცხელია. ლიანდაბის სიმტკიცეზე გაანბარიშების თავისებურებები მოძრავი შემაღენლობიდან გადმოცემული გაზრდილი კალური დატვირთულობის პირობებში .....</i>	<b>93</b>
<i>ნ. როდონია. სამქსპერტო საქმიანობის პრინციპები .....</i>	<b>98</b>
<i>ე. ქრისტესიაშვილი, რ. მახვილაძე, ი. გოგოლაძე. საკრედიტო რისკები და იკოთემური ბაზრის გავლენა მშენებლობაზე .....</i>	<b>106</b>
<b>SUMMARIES.....</b>	<b>110</b>

„...“ (1719- 1797)  
„...“ (1749-1832)

/ , / 55  
« »

( “ ” , . . . , . . . )

( . . . )  
*compute* - ), - (

2011

„...“  
— \_\_\_\_\_

: ( ), , ( ), ( ), ( ), „...“

**1.**

и

« — ».

\_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_ .

( )

საქართველოს მშენებლობის კოდექსის ( ) ,  
( ),  
— :  
— :  
II  
II  
« »  
2000  
\_\_\_\_\_ )  
\_\_\_\_\_ )  
\_\_\_\_\_ )

...  
 ... 500 ...  
 IV ...  
 ...  
 ... ( ) ...  
 « ... ? ... ».  
 ... 100 ...  
 ... 3500-2500 ...  
 ... ( ) ...  
 ... ( ) ...  
 ... ( ) ...  
 ( ... ) ...  
 :  $F_{kp} = \frac{f^2 EI_{\min}}{(\sim l)^2}$  ...  
 : F - , EI - ( ) ( )  
 ...),  $\mu$ -  
 ;  $l$ - .  $\mu l = l_0$  -  
 ...  
 ...



19-

...  
( )  
1939  
( ) 1942  
(1946-1948 )  
« ».  
2028  
8  
( - )  
1950  
( )  
1960 - 1970  
-1, -2,  
( )  
1952  
« »  
-1 -2.  
( )

( ) .

1950 ,  
1970-1980 ) ,

« » , « » , ( « » : « » ,  
« » - 55  
) .  
: , -20, -222, , а также  
-2, -3 .

**ЛИРА —**

— \_\_\_\_\_ ( ) .  
( ) ( )

1960-  
« -20» « -22» .

» , « » , « » , « »

1)





,  
,  
,  
- : ), 1966.- .171-178) : «... ,  
».

**3.**

1. . . . . 1931 .
2. . . . . « » 1974 .
3. . . . . 1963 .
4. . . . . « » . 1978 .
5. . . . . « » . 1981 .
6. . . . . « » . 2007.
7. . . . . 1986 .
8. . . . . 2006 .
9. . . . . i ii . 2012 .
10. . . . . : ,
11. . . . . , 2004 . 0.000 2016 . ISBN: 978-5-4323-0188-8

არქიტექტურულ-სამშენებლო პროექტირების მენეჯმენტის  
თანამედროვე პარადიგმა (ანალიზი, სინთეზი და შეფასება  
ინფორმაციული ტექნოლოგიების საფუძველზე)

ვ. არჩვაძე, ზ. კიკნაძე, ე. ქრისტესიაშვილი

კომპიუტერი არასაკმარისად ჰკვიანია იმისათვის,  
რომ დაუშვას შემოქმედებითი შეცდომები.  
ბილ გეიტსი

**რეზიუმე:** ნებისმიერ შემოქმედებით-საწარმოო სფეროში, მათ შორის არქიტექტურისა და მშენებლობის დარგის დროებრივ-ტექნოლოგიურ პროცესში (ანალიზი-სინთეზი-შეფასება) პირობითად ბოლო ეტაპს - შეფასებას გადაწყვეტი რილი ენიჭება. თანამედროვე პროექტირების საფუძველია BIM ტექნოლოგიები (Building Information Modeling), პროექტირების, მშენებლობის, აღჭურვის, ექსპლუატაციის, სარემონტო სამუშაოების მიმართ კომპლექსური მიდგომა, რომელიც გულისხმობს პროექტირების პროცესში მთელი არქიტექტურულ - კონსტრუქციული, ტექნოლოგიური, ეკონომიური და სხვა სახის ინფორმაციის შეგროვებას და კომპლექსურ დამუშავებას, როცა მთელი შენობა და ყველაფერი რასაც აქვს კავშირი მასთან, განიხილება, როგორც ერთიანი ობიექტი. მნიშვნელოვანია, რომ CAD (მით უმეტეს BIM) პროგრამული პაკეტები აღარ განიხილებიან, როგორც მხოლოდ კომპიუტერული გრაფიკა, არამედ ოპტიმალური პროექტირების და მართვის საშუალება.

**საკვანძო სიტყვები:** CAD, BIM, ანალიზი, სინთეზი, შეფასება, მენეჯმენტი, ქვალიმეტრია.

## 1. შესავალი

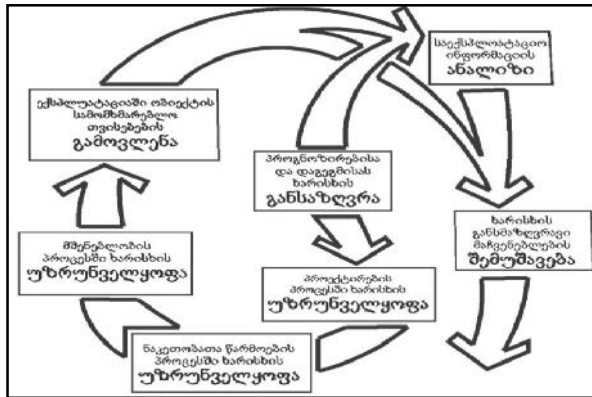
პირველ რიგში მნიშვნელოვანია გავერკვეთ ძირითადი განსაზღვრებების ფორმულირებაში: „პროექტი“ და „პროექტის მართვა“. პროექტად იგულისხმება ურთიერთდაკავშირებული ღონისძიებების კომპლექსი, განკუთვნილი დასახული მიზნების მისაღწევად მოცემული დროის განმავლობაში, დადგენილი ბიუჯეტით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც პროექტის რეალიზაციის შედეგების როლში გამოდის არქიტექტურული ნაგებობები, ქალაქმშენებლობის კომპლექსები, დასახლებული პუნქტები და ა.შ., განმარტება „პროექტი“ იძენს განსაკუთრებულ სპეციფიკას. სრულიად ცხადია, რომ „სუფთა სახით“ მოყვანილი პროექტების განმარტებებიდან არც ერთი არ შეიძლება ავტომატურად გამოყენებული იქნას არქიტექტურული ობიექტების შესაბამისად არქიტექტურული პროექტის ერთ-ერთი ცენტრალური პოზიცია ხდება მიზნის ცნება, რომელიც შეიძლება დახასიათდეს როგორც მოსალოდნელი არქიტექტურული იდეის გამოსახვა, ასახული საპროექტო დოკუმენტაციის კომპლექტში, შემოქმედებითი და ტექნიკური გადაწყვეტილებების კომპლექსის შესრულების შედეგად. პროექტების დამუშავების მეთოდები და მათი რეალიზაცია მრავალჯერ შეიცვალა და სრულყოფილი გახდა, მხოლოდ XX საუკუნის ბოლოს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

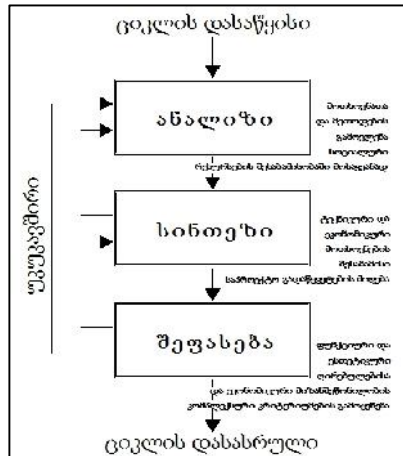
არქიტექტურულ-სამშენებლო პროექტის პროფესიული მართვის საფუძველს წარმოადგენს მისი, როგორც სტრუქტურირებული ინფორმაციული ობიექტის გაგება, რომლის ყოველი ელემენტი ემორჩილება ლოგიკურ მსჯელობას და ფორმალურ წესებს. არქიტექტურული პროექტის ფუნქციის რთული კომპლექსის მართვის სისტემის ასეთი გაგება წინ წამოწევს პროექტის დაყოფას, პროექტის დეკომპოზიციას, რომელიც ხორციელდება გარკვეული პრინციპების დაცვით. ამ პრინციპების თანახმად შესაძლებელია არქიტექტურული პროექტის მართვის ნებისმიერი ფუნქციის დეკომპოზიცია, ხოლო დეკომპოზიციის სტრუქტურა და დონე, ანუ პროექტის დეტალიზაციის ხარისხი დამოკიდებულია მშენებლობაში მისი რეალიზაციის მიზნებსა და ამოცანებზე.

მაგალითისათვის შეგვიძლია განვიხილოთ პროექტის ხარისხის მართვა დროითი პარამეტრებით. აქ შეიძლება გამოვიყოს შესაბამისი დეკომპოზიციის ელემენტები და დონეები (იხ. ნახ. 1).



ნახ. 1. პროექტის ხარისხის მართვა

დროებითი პარამეტრების მიხედვით ასეთი დეკომპოზიციების რეალიზაცია მოითხოვს რიგი აუცილებელი მოთხოვნების შესრულებას, კერძოდ, პირდაპირი ძალისხმევისა და უკუკავშირის (ციბერნეტიკის ე. ი. ოპტიმალური მართვის ფუნქციური კატეგორიების) კორექტულ გააზრებას საწარმო-შემოქმედებითი პროცესის ყველა ეტაპზე. ნებისმიერ შემოქმედებით-საწარმოო სფეროში, მათ შორის არქიტექტურისა და ქალაქმშენებლობის დარგის დროებით-ტექნოლოგიურ პროცესში (ანალიზი-სინთეზი-შეფასება, ნახ. 2.) პირობითად ბოლო ეტაპს (რადგანაც ეს ტრიადა მრავალჯერადი იტერაციული ციკლის ნაწილი შეიძლება იყოს) - შეფასებას გადაწყვეტი რიგი ენიჭება.



ნახ. 2. შემოქმედებით-საწარმოო პროცესის ციკლი

ექსპერტების დამოკიდებულება პროექტის მახასიათებლებისადმი არის სწორედ ის მიმართება, რომელიც ობიექტის პარამეტრებსა და მის ხარისხს არგუმენტებსა და ფუნქციის მნიშვნელობის სავარაუდო მათემატიკური ინტერპრეტაციის შესაძლებლობას იძლევა. აპრიორი დასაშვებია, რომ პრინციპულად შესაძლებელია ხარისხის რაოდენობრივი განსაზღვრა მისი ცალკეული (დიფერენცირებული) მაჩვენებლების შეფასებისა და მათი ე.წ. „შედეგების“ პრაქტიკულად, უმეტეს შემთხვევაში, საქმე გვაქვს წრფივ და ადგილობრივ მოდელებთან, თუმცა რა საკვირველია არ უნდა გვავიწყებოდეს, რომ ყველა შესაძლო შემთხვევაში, უნდა გავითვალისწინოთ ამ დაშვებების აპროქსიმაციის ხარისხი (კერძოდ, ურთიერთგამომრიცხავი ალტერნატიული ხასიათი: წრფივი - არაწრფივი, ადგილობრივი - არაადგილობრივი, სტატიკური - დინამიკური, დეტერმინისტული - სტოქასტიკური). პრაქტიკაში ხარისხის შეფასების პროცედურა მრავალჯერადია, მაგრამ მასში შეიძლება დავინახოთ საერთო თვისებები და განმასხვავებელი ნიშნები (ცხრილი 1).

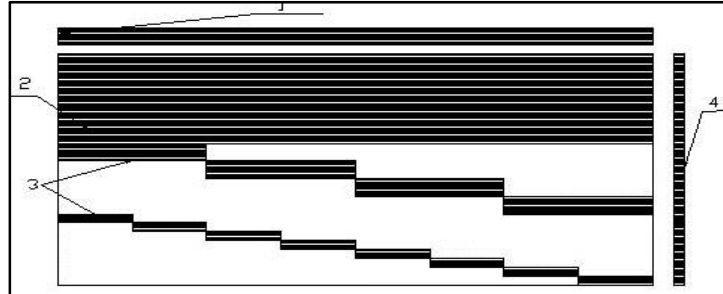
ხარისხის შეფასების მეთოდების მახასიათებლები ცხრილი 1

მოსერსებული							სარწმუნო						
პრაქტიკული			უნივერსალური				მკაფიო			ტექნიკური			
1. არაშრომატევადი	2. ოპერატიული	3. გაუმჯობესებადი	4. რაოდენობრივი	5. ცალსახა	6. გლობალური	7. მოქნილი	8. ერთკრიტერიუმისანი	9. შედარებადი	10. განმეორებადი	11. ყოველმხომცველი	12. მტკიცობიანი	13. მონოტონური	14. ზუსტი

კონკრეტულ მოდელებში რეალიზებულია ხარისხის შეფასების მეთოდების მახასიათებლების გარკვეული კომბინაციები. ცალკეული მოდელი შეიძლება დახასიათდეს სწორედ ამ კომბინაციის კონკრეტული მნიშვნელობებით (კორტეჟით). მაგალითად:

ექსპერტული (ექსპერტების ჯგუფი-1-10,14, ერთი ექსპერტი-1-10); სიცოცხლეში (მომხმარებელთა მოთხოვნების სტატისტიკური დამუშავება - 3, 4, 6-9, 11-14, მომხმარებელთა მოთხოვნების უშუალოდ გამოვლენა - 2, 4, 7-9, 11-14);

დიფერენცირებული (ერთი მაჩვენებლით შეფასება-1-4, 7-8, 10, 14); ეკონომიკური (ეკონომიკური მაჩვენებლით შეფასება-1-8, 10, 14, დაყვანილი ეკონომიკური მაჩვენებლით შეფასება-1-6,8-11,14); შეზღუდვებით (ერთი არაეკონომიკური მაჩვენებლით შეფასება-1-10,13); კომპლექსური (ფუნქციური მოდელით შეფასება-1-4,6,10,12-14, "ღირებულება/ეფექტურობა"-1-4,6,8-13, დისოტომიური შკალით შეფასება-1-5,7-11, არადისოტომიური შკალით შეფასება-1-5,7-13, ქვალიომეტრიული მეთოდით შეფასება- 1-14); ეკონომიკო-მათემატიკური (წრფივი პროგრამირების მეთოდი-2-14, არაწრფივი პროგრამირების მეთოდი-3-14); არამკვეთრი სიმრავლეების მეთოდი (ლინგვისტური ცვლადებით შეფასება- -14). [?]



ნახ. 3. წრფივი დეკომპოზიციის მოდელი. 1 - მიზნის ფუნქცია; 2 - “გლობალური შეზღუდვები”; 3 - ლოკალური შეზღუდვები; 4 - თავისუფალი წევრები.

გავრცელებულია ხარისხის შეფასების პროცედურა, როდესაც შესაფასებელი ობიექტი ედრება ეტალონს.  $n$  - განზომილებიან სივრცეში „მანძილი“ ეტალონამდე შეიძლება გამოდგეს ხარისხის საზომ კრიტერიუმად (რაც ნაკლები, მით უკეთესი; ეს მანძილი აუცილებელი არაა გაგებელი იყოს როგორც ეკვიდური). ოპტიმიზაციის მეთოდებს და ხარისხის შეფასების პროცედურებს შორის მსგავსება ინტუიციურად მისაღებია. მაგრამ აქ უნდა აღინიშნოს, რომ ერთი ფორმულით, რაც არ უნდა რთული იყოს იგი, ზოგად შემთხვევაში ვერ აღიწერება მრავალპარამეტრიანი ოპტიმიზაციის პროცედურა.

აქ უპრიანია ძირითადი კრიტერიუმი გაფორმდეს მიზნის ფუნქციის სახით (საძებნელია ფუნქციის ექსტრემუმი - მინიმუმი ან მაქსიმუმი), ხოლო დანარჩენი მაჩვენებლები შეიზღუდოს გარკვეულ (დასაშვებ) ლიმიტებში, უტოლობების სისტემის სახით (ნახ.3).

წრფივი და ადითური დამოკიდებულებების შემთხვევაში მოდელი შეიძლება წარმოვადგინოთ გამოსახულებებით:

$$\sum_{i=1}^n c_i x_i \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^m a_{ij} x_i \leq A_j \quad (2)$$



$$b_k \cdot x_i \leq B_k \quad (3)$$

სადაც:  $x_i$  - ცვლილება, რომლის მნიშვნელობა ინტერპრეტირებულია, როგორც სტრუქტურული ელემენტის (ობიექტის) არსებობა, რაოდენობა ან სიმძლავრე;  $c_i$  - ერთეული ობიექტის ღირებულება (ფასეულობა),  $a_{ij}$  და  $b_{jk}$  სტრუქტურული ელემენტის მახასიათებლებია. თავისუფალი წევრები შეესაბამება,  $A_j$   $B_k$  სტრუქტურულ-ტერიტორიულ ერთეულებში მათი ფუნქციური გამოყენების სხვადასხვა ვარიანტების ნორმას, რესურსებს (ტერიტორია და სხვ.), ლიმიტებს (მინიმუმი, მაქსიმუმი, გრადაცი). [8]

მიზნის ფუნქციას და შეზღუდვების სისტემას აქვს ფიზიკური (ეკონომიკური) ინტერპრეტაცია. თუმცა კრიტერიუმად შეიძლება გამოყენებული იქნას ინტეგრალური ხარისხის ცნება (სამომხმარებლო ხარისხი/საწარმოო დანახარჯები). ასევე ეკონომიკური ეფექტურობის ნაცვლად შესაძლებელია მიღებული იყოს სოციალური ეფექტურობა. ამ შემთხვევაში საჭიროა ეკონომიკურად ძნელად ინტერპრეტირებადი დაშვებებისა და პრიორიტეტების ჩამოყალიბება. ხარისხის შეფასების შემდგომი განვითარება შესაძლებელია თანამედროვე მიდგომებისა და ხედვების საფუძველზე, მათ შორის როგორცაა კატასტროფებისა და ქაოსის თეორია, კვაზირეგულარული სტრუქტურების ფორმალიზმი და სხვა.

### 3. დასკვნა

თანამედროვე პროექტირების საფუძველია 1 ტექნოლოგიები (uilding information Modeling). ინფორმაციული მოდელირება არის პროექტირების, მშენებლობის, აღჭურვის, ექსპლუატაციის, სარემონტო სამუშაოების მიმართ კომპლექსური მიდგომა, რომელიც გულისხმობს პროექტირების პროცესში მთელი არქიტექტურულ - კონსტრუქციული, ტექნოლოგიური, ეკონომიკური და სხვა სახის ინფორმაციის შეგროვებას და კომპლექსურ დამუშავებას, როცა მთელი შენობა და ყველაფერი რასაც აქვს კავშირი მასთან, განიხილება, როგორც ერთიანი ობიექტი წარმოდგენილი პარამეტრული (მონაცემთა, ცოდნათა ბაზის ფორმატი) ჩანაწერით ინფორმაციის კომპიუტერულ მატარებელზე. მნიშვნელოვანია, რომ CAD (მით უმეტეს 1 ) პროგრამული პაკეტები აღარ განიხილებიან, როგორც მხოლოდ კომპიუტერული გრაფიკა, არამედ ოპტიმალური პროექტირების და მართვის უაღტერნატივო საშუალება. ამდენად საყურადღებოდ მიგვაჩნია სტატიაზე დართული პროექტების კატეგორიების მიხედვით დაჯგუფებული ფორმა Autodesk-ის პროგრამული პაკეტების ნუსხა.

**Autodesk-ის პროდუქტები, რეკომენდებული პროექტების კატეგორიის მიხედვით მანქანათმშენებლობა და სამრეწველო წარმოება ცხრილი № 2**

კატეგორია 1.1: ნაწარმის 2D-ნახაზები, ელექტრული სქემები	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AutoCAD</li> <li>▪ AutoCAD Mechanical</li> <li>▪ AutoCAD Electrical</li> </ul>
კატეგორია 1.2: ნაწარმის 3D მოდელი	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AutoCAD</li> <li>▪ Autodesk Inventor</li> <li>▪ Autodesk Fusion 360</li> </ul>
კატეგორია 1.3: ინჟინერული ანალიზი და ანგარიშები	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Inventor Professional</li> <li>▪ Autodesk Sim 360</li> <li>▪ Autodesk Moldflow</li> <li>▪ Autodesk Simulation Mechanical</li> <li>▪ Autodesk Simulation CFD</li> <li>▪ Autodesk Simulation Composite</li> <li>▪ Autodesk Simulation DFM</li> <li>▪ Autodesk ForceEffect</li> <li>▪ Autodesk ForceEffect Motion</li> <li>▪ Autodesk Force Effect Flow</li> </ul>
კატეგორია 1.4: სამრეწველო დიზაინი	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Alias Design</li> <li>▪ Autodesk Alias Surface</li> <li>▪ Autodesk Alias Automotive</li> <li>▪ Autodesk Fusion 360</li> <li>▪ Autodesk Maya</li> <li>▪ Autodesk 3ds Max</li> </ul>

1. არქიტექტურა/მშენებლობა

კატეგორია 2.1: საცხოვრებელი სახლების არქიტექტურა	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Revit</li> <li>▪ AutoCAD Architecture</li> <li>▪ AutoCAD</li> </ul>
კატეგორია 2.2: საზოგადოებრივი და საწარმოო შენობების და ნაგებობების არქიტექტურა	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Revit</li> <li>▪ AutoCAD Architecture</li> <li>▪ AutoCAD</li> </ul>
კატეგორია 2.3: სატრანსპორტო ნაგებობები (ხიდები, გვირაბები, რკინიგზები და სხვა საზოგადოებრივი ნაგებობები)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AutoCAD Civil 3D</li> <li>▪ InfraWorks</li> <li>▪ AutoCAD</li> </ul>
კატეგორია 2.4: გარე საინჟინრო კომუნიკაციები, მილსადენები	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AutoCAD Plant 3D</li> <li>▪ AutoCAD P&amp;ID</li> <li>▪ AutoCAD Civil 3D</li> <li>▪ AutoCAD</li> </ul>
კატეგორია 2.5: გის, კარტოგრაფია, ტერიტორიის გეგმარებითი გადაწყვეტა	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ AutoCAD Map 3D</li> <li>▪ InfraWorks</li> </ul>
კატეგორია 2.6: (საპროექტო დოკუმენტაციის ფორმირებისა და გამოშვების პროცესის ორგანიზაცია და თანხლება)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Vault</li> </ul>

გრაფიკა და ანიმაცია

კატეგორია 3.1: 2D გრაფიკა, ჩანახატები, ესკიზები, სამოსის დიზაინი	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Sketchbook</li> </ul>
კატეგორია 3.2: ინტერიერის და გარემოს ვიზუალიზაცია	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk 3ds Max</li> <li>▪ Autodesk Maya</li> <li>▪ Autodesk MotionBuilder</li> </ul>
კატეგორია 3.3: პროცესებისა და ობიექტების ანიმაცია (ფიზიკური, ტექნოლოგიური, სამრეწველო წარმოების, არქიტექტურის და მშენებლობის)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk 3ds Max</li> <li>▪ Autodesk Maya</li> <li>▪ Autodesk MotionBuilder</li> </ul>
კატეგორია 3.4: კომპიუტერული ანიმაცია, კომპიუტერული მულტიპლიკაცია, ანიმაცია კინოფილმებისთვის, ტელევიზიისთვის და კომპიუტერული თამაშებისთვის	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk 3ds Max</li> <li>▪ Autodesk Maya</li> <li>▪ Autodesk MotionBuilder</li> </ul>
კატეგორია 3.5: 3D-სკულპტურა, პერსონაჟები კომპიუტერული თამაშებისა და კინოფილმებისთვის	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Mudbox</li> <li>▪ Autodesk Softimage</li> </ul>

ეკოლოგიურად-რაციონალური პროექტირება

კატეგორია 4.1: ეკოლოგიურად-რაციონალური პროექტირება მანქანათმშენებლობაში	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Inventor</li> <li>▪ Autodesk Moldflow</li> <li>▪ Autodesk Simulation Mechanical</li> <li>▪ Autodesk Simulation CFD</li> <li>▪ Autodesk Simulation Moldflow</li> <li>▪ Autodesk Simulation Composite</li> <li>▪ Autodesk ForceEffect</li> <li>▪ Autodesk ForceEffect Motion</li> </ul>
კატეგორია 4.2: ენერგეტიკულად ეფექტური შენობების პროექტირება	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Autodesk Revit</li> <li>▪ Autodesk Ecotect Analysis</li> <li>▪ Autodesk Robot Structural Analysis</li> </ul>

ლიტერატურა

1. . . . . 2008
2. . . . . Microsoft Project 2007.
3. . . . . Microsoft Office Project 2007. . . . . 2008
4. Efraim Turban and Linda Volonino. Information Technology for Management : Improving Strategic and Operational Performance, 8th edition, John Wiley & Sons. 2011
5. . . . . IT- . . . . 2009
6. . . . . Microsoft Office Project 2007. . . . . , 2007
7. Olaf Passenheim. Project Management. 2009. Download free books at Bookboon.com
8. ხ. კიკნაძე, ლ. ვარდოსანიძე, თ. ჩივოვიძე. საკონსტრუქციო პროექტების შეფასების ექსპერტული სისტემა. „არქიტექტურისა და ქალაქმშენებლობის თანამედროვე პრობლემები“. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი N 4 ISSN 2233-3266. სტუ. 2015.

**უძრავი ქონების ობიექტების (შენობა-ნაგებობების) სიცოცხლის  
ციკლის შესახებ**

**მ. წიქარიშვილი, გ. ტურაშვილი, ნ. როდონია**  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია უძრავი ქონების შენობა-ნაგებობების სიცოცხლის ციკლი, რომელიც მოიცავს პერიოდს მისი პროექტირების დასაწყისიდან ექსპლუატაციის დასასრულამდე. საერთო შეხედვით ნებისმიერი ობიექტის სიცოცხლის ციკლი – ეს არის მისი არსებობის სრული თანმიმდევრული პროცესების ეტაპების ერთიანობა, დროის ინტერვალის შემადგენლობა, მისი გამოჩენიდან გაუჩინარებამდე.

ნაშრომში ჩამოყალიბებულია და გაანალიზებულია რისთვის იქნა შემოღებული უძრავი ქონების ობიექტების (შენობა-ნაგებობების) სიცოცხლის ციკლის აგება და რისთვის შეისწავლება მისი შემადგენელი პროცესები და ეტაპები. წარმოდგენილია უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლი გრაფიკულად, რომელიც დაფუძნებულია ბაზრის შესწავლის საფუძველზე – მისი „კლასიკური პირობით“ - ეკონომიკური დაცემით და ამაღლებით, ციკლის ხანგრძლივობა და სირთულე დამოკიდებულია ბევრ გარე და შიდა პირობებზე. განხილულია შენობა-ნაგებობების სიცოცხლის ციკლის ძირითადი ეტაპები: მშენებლობა, ექსპლუატაცია, განვითარება და შეწყვეტა (დანგრევა).

**საკვანძო სიტყვები:** უძრავი ქონება, შენობა-ნაგებობა, სიცოცხლის ციკლი, მშენებლობა, ექსპლუატაცია, დანგრევა.

## 1. შესავალი

უძრავი ქონება, როგორც ნებისმიერი სხვა საქონელი ბაზარზე, ხასიათდება დროის პერიოდით შექმნის დასაწყისიდან მოთხოვნის დასრულებამდე და წარმოების შეწყვეტით. საქონელი, მსგავსად სულიერი არსებისა, იბადება, ვითარდება, ბერდება და „კვდება“, ანუ უთმობს ადგილს სხვა საქონელს, რომელიც ფლობს უფრო მაღალ სამომხმარებლო თვისებებს, აქვს სხვა უპირატესობები. საქონლის ამ თვისებამ მიიღო საქონლის სიცოცხლის ციკლის სახელწოდება.

უძრავი ქონება (შენობა-ნაგებობა), როგორც ეკონომიკური კატეგორია არის მატერიალური აქტივი, რომლის ექვივალენტის ღირებულება განისაზღვრება ეფექტური გამოყენებით ეკონომიკური კეთილდღეობისთვის, საქონლის ან შემოსავლის წყარო, რომლის სიდიდეც დამოკიდებულია მის მდგომარეობაზე განსაზღვრულ პერიოდზე არსებობიდან გამომდინარე. უძრავი ქონების ობიექტების სიცოცხლის ციკლი შეიძლება დაიყოს შემდეგ ეტაპებად: წინასაინვესტიციო – პროექტის საწყისი ეტაპი (კონცეფციები, ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება და სხვა), ობიექტის შექმნის ეტაპი (ტექნოლოგიის ათვისების-განვითარების ფაზა და წარმოების სრული დატვირთვით წარმართვა, ბაზრის ათვისება, ზრდა და სხვა) და ლიკვიდაციის ეტაპი.

საერთო შეხედვით ნებისმიერი ობიექტის სიცოცხლის ციკლი – ეს არის მისი არსებობის სრული თანმიმდევრული პროცესების ეტაპების ერთიანობა, დროის ინტერვალის შემადგენლობა მისი გამოჩენიდან გაუჩინარებამდე.

რისთვის იქნა შემოღებული უძრავი ქონების ობიექტების სიცოცხლის ციკლის გაგება და რისთვის შეისწავლება მისი შემადგენელი პროცესები და ეტაპები. საქმე იმაშია, რომ უძრავი ქონება არ არის სტატიკური ობიექტი. როგორც ფიზიკური ობიექტი, ის იქმნება, გამოიყენება, საჭიროებს რემონტს ან რეკონსტრუქციას, ამოწურავს თავის დანიშნულებას და ნადგურდება. როგორც ობიექტი სამართლებრივი ურთიერთობისას ის იცვლის მესაკუთრეებს, იჯარით გაიცემა, იტვირთება

იპოთეკით, ე.ი მონაწილეობს სხვადასხვა გარიგებებში და ოპერაციებში. როგორც საქონელი ის იყიდება (რეალიზდება). ასეთი სახით, სიცოცხლის ციკლის განსაზღვრა საშუალებას აძლევს უძრავ ქონებას გამოავლინოს განონზომიერების განვითარება ყველა ფორმაში, რაც უფრო რთულია ობიექტი (შენობა-ნაგებობა), მით უფრო მრავალმნიშვნელოვანია სიცოცხლის ციკლის პროცესების შემადგელობა.

## 2. ძირითადი ნაწილი

უძრავი ქონება (შენობა-ნაგებობა), როგორც ფიზიკური ობიექტი, საქონელი, საკუთრების ობიექტი, ბიზნესის ობიექტი და ა.შ. გადის სხვადასხვა ეტაპებს და პროცესებს.

უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლი, როგორც ფიზიკური ობიექტი:

- წინასაინვესტიციო ეტაპი (გეგმა, შესაძლებლობების ანალიზი, მარკეტინგ, დასაბუთება);
- შექმნა, ფორმირება (პროექტირება, მშენებლობა, მოწყობილობების მონტაჟი, საექსპლუატაციო სამუშაოები);
- ფუნქციონალური დაძველება. (ფიზიკური და მორალური);
- კაპიტალური რემონტი და მოდერნიზაცია;
- აღუდგენელი ფიზიკური ცვეთა, ბუნებრივი ნგრევა, დანგრევა;

უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლი, როგორც ეკონომიკური ობიექტი:

- შექმნა.
- სახელმწიფო რეგისტრაცია.
- ფლობა და გამოყენება.
- მფლობელის ცვლილება – შეცვლა.
- განვითარება.
- სამომხმარებლო მახასიათებლების გაუარესება.
- ეკონომიკური სასიცოცხლო ციკლის დასასრული.

უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლი, როგორც საკუთრების ობიექტი:

- შექმნა. (შესყიდვა, მემკვიდრეობა, აშენება).
- საკუთრების უფლების სახელმწიფო რეგისტრაცია.
- განსაზღვრულ პერიოდში ფლობა და გამოყენება.
- უძრავი ქონების ობიექტების მართვა.
- საკუთრების განკარგვა, საკუთრების უფლების გადაცემის გარეშე. (იჯარა, გირაო, მინდობილობით მართვა და სხვა).
- განვითარება.
- საკუთრების უფლების ცვლილება. (გაყიდვა, ჩუქება, უფლებამონაცვლეობა, სარგებლობა და სხვა).
- გარიგების სახელმწიფო რეგისტრაცია.
- გარიგების სასიცოცხლო პერიოდის დასასრული.

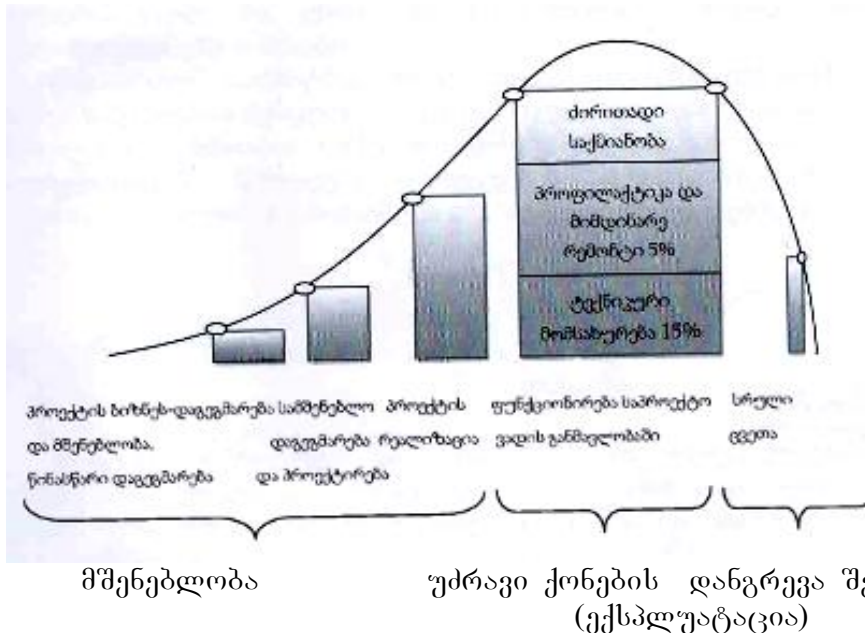
უძრავი ქონების (შენობა-ნაგებობის) სიცოცხლის ციკლი, როგორც საკუთრების კომპლექსი:

- შექმნა ან პრივატიზაცია.
- საკუთრების უფლების სახელმწიფო რეგისტრაცია. (სახელმწიფო, მუნიციპალური, კერძო და ნაწილობრივი).
- დადგომა (საპროექტო სიმძლავრეზე გამოსვლა).
- ოპტიმალური ფუნქციონირება.
- მესაკუთრეების ცვლილება (ნაწილობითი ან მთლიანი).

- დაცემა.
- რეორგანიზაცია, რეფორმა, რეკონსტრუქცია, შეერთება, შერწყმა.
- გაკორტება. (არააუცილებელი ეტაპი).
- ლიკვიდაცია. (არააუცილებელი ეტაპი).
- ფუნქციონირების შეწყვეტა: ბუნებრივი არაადგივანი შეწყვეტა, ფიზიკური განადგურება და შეგნებული დემონტაჟი (დანგრევა).

კომერციული უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლს, როგორც საკუთრებრივს შეუძლია ჰქონდეს თავისი საკუთარი ციკლი მხოლოდ ერთი მფლობელისთვის, რომელსაც შეუძლია ბევრჯერ გამეორდეს მესაკუთრის ცვლილებებისას ობიექტის ეკონომიკური ან ფიზიკური ცხოვრების პერიოდის დასრულებამდე.

ნახაზ 1-ზე წარმოდგენილია უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლი დაფუძნებული ბაზრის შესწავლის საფუძველზე – მისი „კლასიკური პირობებით“ - ეკონომიკური დაცემებით და ამადლებებით, ციკლის ხანგრძლივობა და სირთულე დამოკიდებულია ბევრ გარე თუ შიდა პირობებზე. შენობა-ნაგებობების სიცოცხლის ციკლის ძირითადი ეტაპი არის მშენებლობა, ექსპლუატაცია, განვითარება და შეწყვეტა (დანგრევა).



ნახაზი 1 უძრავი ქონების სიცოცხლის ციკლი

ბაზრის სეგმენტებს შეუძლიათ ერთი და იმავე დროს მოიქცნენ სხვადასხვა ნაირად. მაგალიტად, ქალაქის ერთ ნაწილში მშენებლობის ფასი შეიძლება სწრაფად გაიზარდოს, მაშინ როდესაც იმავე დროს ქალაქის სხვა ნაწილში შეიმჩნევა ფასის შეჩერება. ამ ციკლების უფრო ზუსტმა განსაზღვრამ დამკვეთს შეიძლება მისცეს დამატებითი ინვესტიციის განხორციელების საშუალება, ამიტომ საკმაოდ ცვალებადი უძრავი ქონების ბაზრის კულმინაციური პერიოდების შესწავლა მნიშვნელოვანია.

სუბიექტების საკუთრების უფლებები უძრავ ქონებაზე – ესენი არიან მესაკუთრეები კონკრეტული მიწის ნაკვეთების და სხვა უძრავი ობიექტების, რომელთაც აქვთ მინიჭებული მიწაზე უფლებები და გააჩნიათ ვალდებულებები მიწის, სამოქალაქო, წყლის, ტყის კანონმდებლობის და სხვა კანონმდებლობების შესაბამისად.

საკუთრებითი უფლებების სტრუქტურა მოიცავს სამ უფლებამოსილებას, რომელიც აქვს მფლობელს: ფლობის უფლება, გამოყენების უფლება და საკუთარი

ქონების განკარგვის უფლება. (მემკვიდრეობით გადაცემა, გაყიდვა, ჩუქება, გაცემა და სხვა).

კანონმდებლობა მესაკუთრეს აზრებს საშუალებას საკუთარი შეხედულებებისამებრ მისი საკუთარი უძრავი ქონების მიმართ განახორციელოს ნებისმიერი მოქმედება, რომელიც არ ეწინააღმდეგება კანონს და სხვა სამართლებრივ აქტებს, არ არღვევს უფლებებს და იცავს უფლებებს კანონის მიხედვით სხვა დაინტერესებული პირებისათვის. ყველანაირი მოქმედება, რომელიც მესაკუთრეს აფერხებს მისი უფლებამოსილების განხორციელებისას, არაკანონიერია და უნდა იყოს ლიკვიდირებული, დადგენილი კანონის მიხედვით. თუ უფლებების დარღვევა მოხდება, მაშინ შერჩეული საშუალებების ბუნება (ხასიათი) მის დასაცავად, უნდა შეესაბამებოდეს უფლებების დარღვევის ბუნებას (ხასიათს). ასე რომ, თუ ირღვევა მესაკუთრის უფლებები უნდა იყოს წარმოდგენილი შესაბამისი სარჩელი, რომელიც მესაკუთრის უფლებებს აღადგენს.

სასამართლო-სარბიტრაჟო პრაქტიკაში მოქმედებს შემდეგი პრეტენზიები-სარჩელები, რომლის საშუალებით მესაკუთრის უფლებები ექვემდებარება აღდგენას, მათ აქვთ სანივთო-სამართლებრივი ხასიათი: სარჩელები ქონების შუამდგომლობაზე უცხო არაკანონიერი მფლობელიდან, სარჩელები დარღვევის აღმოფხვრაზე, რომელიც არ არის დაკავშირებული ფლობის ჩამორთმევასთან, სარჩელები საკუთრების უფლების აღიარებაზე.

### 3. დასკვნა

სტატიაში განხილული და გაანალიზებულია უძრავი ქონების (შენობა-ნაგებობის) ციკლის აღწერა, რისთვის იქნა შემოღებული უძრავი ქონების ობიექტის სიცოცხლის ციკლის გაგება და რისთვის შეისწავლება მისი შემადგენელი პროცესები და ეტაპები, თვალსაჩინოებისთვის ნაჩვენებია გრაფიკულად.

### ლიტერატურა

1. . 2000: . / .: ,2003.
2. : / . . , . , . . . - .: , 2004. c.400
3. . - .: . 2002. c. 280
4. „ . - . , 1997.c. 346

**რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტების თავისებურებანი, რომელთა ექსპლუატაცია ხდება მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში**  
**ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში**

**ბ. სურბულაძე კ. მახაროზიძე**  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77)

*რეზიუმე:* ნაშრომში განხილულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტების თავისებურებანი რომელთა ექსპლუატაცია ხდება მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში. კერძოდ, შეეხება ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებს, რომლებიც განიცდიან მომატებული ტემპერატურის სისტემატურ ზემოქმედებას, წარმოდგენილია ბეტონისა და არმატურის საანგარიშო მახასიათებლები გახურების დროს, მოცემულია ტექნოლოგიური ტემპერატურის მიერ გამოწვეული დეფორმაციებისა და ძალების განსაზღვრა, ასევე, მოცემულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშების საფუძვლები, ტემპერატურული ზემოქმედების გათვალისწინებით.

*საკვანძო სიტყვები:* ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები, დეფორმაციები, ბეტონების სტაბილურობა, ხანმოკლე გახურება, ტემპერატურული შეკლება, ტემპერატურა, ძალების განსაზღვრა, ელემენტის სიხისტე.

### 1. შესავალი

ნაშრომში განხილულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტების თავისებურებანი რომელთა ექსპლუატაცია ხდება მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში. კერძოდ, შეეხება ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებს, რომლებიც განიცდიან მომატებული ტემპერატურის სისტემატურ ზემოქმედებას, წარმოდგენილია ბეტონისა და არმატურის საანგარიშო მახასიათებლები გახურების დროს, მოცემულია ტექნოლოგიური ტემპერატურის მიერ გამოწვეული დეფორმაციებისა და ძალების განსაზღვრა. ასევე, მოცემულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშების საფუძვლები, ტემპერატურული ზემოქმედების გათვალისწინებით.

### 2. პირითადი ნაწილი

მომატებული ან მაღალი ტემპერატურის სისტემატური ზემოქმედების ქვეშ მუშაობენ იმ სამრეწველო ნაგებობების რკინაბეტონის კონსტრუქციები, რომლებშიც ცხელი წარმოება (მეტალურგიული წარმოების ჩამოსასხმელი და ელექტრომდნობი საამქროები), აგრეთვე ბრძმედის ღუმელის საძირკვლები, თბური აგრეგატების შემომზღუდავი კონსტრუქციები და რკინაბეტონის საკვამლე მილები. მომატებული ტექნოლოგიური ტემპერატურის ქვეშ იგულისხმება ტემპერატურა 50°...200°C-ის დიაპაზონში.

200°C-ზე მეტი ტემპერატურა უკვე განეკუთვნება მაღალ ტექნოლოგიურ ტემპერატურას. ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები, რომლებიც განიცდიან მომატებული ტემპერატურის სისტემატურ ზემოქმედებას, დაპროექტდებიან ჩვეულებრივი რკინაბეტონისაგან განსხვავებით სპეციალური მხურვალმდევი ბეტონისაგან. ასეთი ბეტონის გამოყენებისათვის ნორმების მიხედვით დადგენილია ზღვრული ტემპერატურა 700...1400° . უფრო მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში რკინაბეტონის ელემენტები საჭიროა დავიცვათ სპეციალური პერანგით - ამონაგებით.

[1]

50°C -ზე მეტად გახურების გამო ბეტონების სტაბილურობა მცირდება, მით

მეტად, რაც მაღალია ტემპერატურა და რაც უფრო ხანგრძლივია გახურება. ეს გარემოება მხედველობაში მიიღება ბეტონის კუმშვაზე და გაჭიმვაზე საანგარიშო წინააღობის გამრავლებით მუშაობის პირობების სათანადო  $\gamma_b$  და  $\gamma_{bt}$  კოეფიციენტებზე. ჩვეულებრივი, მიიმე ბეტონისათვის, როდესაც  $t=100^\circ\text{C}$  მაშინ: ხანმოკლე გახურებისას  $\gamma_b=0,85$ ; ხოლო თუ  $t=200^\circ\text{C}$  მაშინ: ხანმოკლე გახურებისას  $\gamma_b=0,7$  ხანგრძლივი -  $\gamma_{bt}=0,5$ . ტემპერატურის გაზრდის გამო ბეტონის სტაბილურობა გაჭიმვაზე მცირდება უფრო სწრაფად, ვიდრე - კუმშვაზე. გარდა ამისა, მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისას იზრდება ბეტონის დეფორმატულობა დრეკადობის მოდულის შემცირების გამო. ეს გარემოება მხედველობაში მიიღება ბეტონის საწყისი დრეკადობის მოდულის გამრავლებით  $\beta_b$  კოეფიციენტზე. ცხრილ 1-ში მოცემულია ყველა ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობები სხვადასხვა ტემპერატურის დროს.

მაღალი ტემპერატურის სისტემატური ზემოქმედების გამო ბეტონში გამოწვეული დეფორმაციები არის ჯამში ტემპერატურული შეკლებისა  $\epsilon_s L$ , რომელიც აღარ აღდგება და ტემპერატურული გაფართოებისა  $\epsilon_t$ , რომელიც აღდგენადია. ცხრილი 1

კოეფიციენტი	კოეფიციენტის მნიშვნელობა გახურების ტემპერატურაზე $^\circ\text{C}$			
	50	60	100	200
$\gamma_b$	1	0,9	0,85	0,7
$\gamma_{bt}$	1	0,85	0,8	0,6
$\gamma_{bt_i}$	1	0,8	0,7	0,5
$\beta_b$	1	0,75	0,65	0,35
	1	0,9	0,8	0,7

$\alpha_{bt}$  არის ტემპერატურული დეფორმაციის ჯამური კოეფიციენტი:  $100^\circ\text{C}$  გახურების დროს  $\alpha_{bt}=10 \cdot 10^{-6}$ ,  $200^\circ\text{C}$  გახურების დროს -  $\alpha_{bt}=9,5 \cdot 10^{-6}$ , მხოლოდ გახურებისას  $100^\circ\text{C}$  -ზე  $\alpha_t=12,5 \cdot 10^{-6}$ ;  $200^\circ\text{C}$  -ზე -  $\alpha_t=11,75 \cdot 10^{-6}$ .

ბეტონის საშუალო სიმკვრივის ნორმატიული მნიშვნელობა მისი მუდმივ მასამდე გამოშრობის შემდეგ აიღება  $2300 \text{ კგ/მ}^3$ , ხოლო ამ დროს რკინაბეტონის საშუალო სიმკვრივის ნორმატიული მნიშვნელობა იქნება  $2400 \text{ კგ/მ}^3$ .

საარმატურო ფოლადის შერჩევა უნდა მოხდეს კონსტრუქციის ტიპის წინასწარი დაძაბვის აუცილებლობის, გახურების ტემპერატურის სიდიდის, აგებისა და ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით. თუ საექსპლუატაციო ტემპერატურა ნაკლებია  $400^\circ\text{C}$ -ზე, მაშინ გამოიყენება ჩვეულებრივი არმატურა, ოღონდ დამატებითი პირობების გათვალისწინებით. იმისათვის რომ არ დაიკარგოს ცივი გამოჭიმვით მიღწეული განმტკიცება მავთულოვანი არმატურის -I, -II, -III და ბაგროვანი არმატურის (k-7) შემთხვევაში გახურების ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს  $150^\circ\text{C}$ . როდესაც გახურების ტემპერატურა  $t > 400^\circ\text{C}$  მაშინ საერთოდ ცდილობენ გაუხურებელ (ან ნაკლებად გახურებულ) მხარეს გააკეთონ არმირება, ხოლო ჩასატანებელ დეტალებს ამზადებენ სპეციალური მხურვალმედეგი ფოლადებისაგან. გაზრდილი და მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისაგან ფოლადის დრეკადობის მოდული მცირდება, მაგრამ ნაკლებად, ვიდრე ბეტონის. ეს მხედველობაში მიიღება  $\beta_N$  კოეფიციენტით. არმატურის დენადობის ზღვარის შემცირება დამოკიდებულია არმატურის კლასზე, ტემპერატურის სიდიდეზე და მოქმედების ხანგრძლივობაზე. იგი გაითვალისწინება საანგარიშო წინააღობის გამრავლებით არმატურის მუშაობის პირობების კოეფიციენტზე  $\gamma_s$ , რადგან რკინაბეტონის კონსტრუქციებს ძირითადად მუშაობა უხდებათ გაზრდილ ტექნოლოგიურ ტემპერატურაზე არა უმეტეს  $200^\circ\text{C}$ , ამიტომ 1 და 2 ცხრილებში მოცემულია მუშაობის პირობების კოეფიციენტები  $200^\circ\text{C}$ -მდე. ცხრილი 2



არმატურა	კოეფიციენტი	კოეფიციენტის მნიშვნელობა გახურების ტემპერატურაზე °C		
		50	100	200
ღეროვანი არმატურა A-I, A-II და ყველა სახის მავთულის და ბაგროვანი არმატურა	$\gamma_s$	1	0,96	0,85
	$\gamma_{sl}$	1	0,95	0,85
	$\alpha_{st}$	$11 \cdot 10^{-6}$	$11,5 \cdot 10^{-6}$	$12 \cdot 10^{-6}$
ღეროვანი არმატურა A-III და A-IV კლასის	$\gamma_s$	1	1	0,95
	$\gamma_{sl}$	1	1	0,85
	$\alpha_{st}$	$12 \cdot 10^{-6}$	$12,5 \cdot 10^{-6}$	$13 \cdot 10^{-6}$
ყველა სახის არმატურისათვის	$\beta_s$	1	1	0,96

რკინაბეტონის ელემენტების საიმედო მუშაობისთვის მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედებისას გარდა ზოგადი კონსტრუქციული მოთხოვნებისა, საჭიროა შესრულდეს დამატებითი მოთხოვნები. მაგალითად, ჩვეულებრივ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში, რომლებიც განიცდიან  $t > 100^\circ\text{C}$  ტემპერატურის ზემოქმედებას, ბეტონის დამცველი შრე იზრდება 5 მმ-ით და უნდა იყოს არანაკლები 1,5 არმატურის დიამეტრისა. ასევე  $100^\circ\text{C}$ -ზე მუშა არმატურის დიამეტრი არ უნდა აღემატებოდეს 25მმ, ხოლო  $200^\circ\text{C}$ -მდე არა უმეტესი 20მმ. თუ მაინც ისეა, რომ გახურების ტემპერატურა მეტია  $200^\circ\text{C}$ -ზე, მაშინ მუშა არმატურას ათავსებენ კვეთის იმ კიდეზე, რომელიც არ ხურდება. ამასთან დაკავშირებით კონსტრუქციის საანგარიშო სქემას ყოველთვის ისე ირჩევენ, რომ გამჭიმავი ძაბვები წარმოიქმნას ნაკლებად გახურებულ მხარეს.

რკინაბეტონის კონსტრუქციები, რომლებიც მუშაობენ გაზრდილ ან მაღალ ტექნოლოგიურ ტემპერატურის პირობებში, გაიანგარიშება ზღვრულ მდგომარეობათა მიხედვით ისე, რომ დატვირთვების საანგარიშო შეხამებაში შეჰყავთ ჩვეულებრივ დატვირთვებთან ერთად ერთი-ერთი ამ ძირითადი ტემპერატურული ზემოქმედებიდან; ხანმოკლე გახურება (საანგარიშო ტემპერატურამდე, პირველადი გახურება); ხანგრძლივი გახურება (ექსპლლატაციის პერიოდში ტემპერატურის ზემოქმედება). ორივე შემთხვევაში შესაძლებელია მთელი კვეთის თანაბარი გახურება, როდესაც კვეთის ყველა ბოჭკო განიცდის ერთნაირ დეფორმაციას და არათანაბარი გახურება, როდესაც კვეთის საწინააღმდეგო კიდეებზე ტემპერატურა განსხვავებულია და ელემენტი გარდა გრძივი დეფორმაციისა განიცდის გაღუნვას. ტემპერატურის განაწილებას კონსტრუქციაში შეისწავლის თბოტექნიკა. არმატურის ტემპერატურა აიღება ისეთივე, როგორც აქვს მის გარშემო ბეტონს.

თუ ჩავთვლით ტემპერატურის განაწილებას ელემენტის კვეთის სიმაღლის მიხედვით სწორხაზოვანს, მაშინ ტემპერატურულ დეფორმაციას (ისიც წრფივად იცვლება)  $\epsilon_t$  განსაზღვრავენ კვეთის სიმძიმის ცენტრში გამავალი ღერძის მიმართ, ხოლო ღუნვის დროს ღერძის სიმრუდეს  $1/r_1$  იღებენ დეფორმაციის ეპიურაზე ვერტიკალთან დახრის კუთხის ტანგენსის ტოლს (ნახ.1).

რკინაბეტონის ელემენტში ბზარების გარეშე მუშაობის შემთხვევაში  $\epsilon_t$ -ს ვანგარიშობთ, როგორც ბეტონის ელემენტისათვის (ნახ.1)

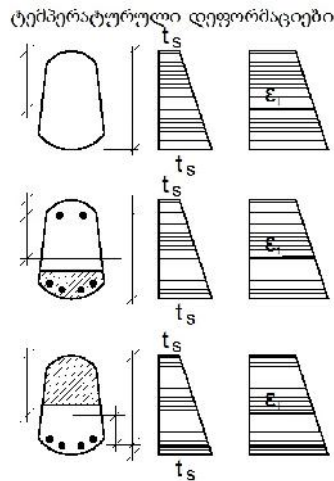
$$\epsilon_t = [\alpha_{bt} t_b (h - y) + \alpha_{bt} t_{b1} * y] \gamma_t / h t g_a = 1/r_1 = (\alpha_{bt1} t_{bt1} - \alpha_{bt} t_b) \gamma_t / h$$

რკინაბეტონი ელემენტში, რომელიც მუშაობს გაჭიმულ ზონაში ბზარებით და გაჭიმული ზონა მოთავსებულია ნაკლებად გახურებულ კიდეზე (ნახ. 1)

$$\epsilon_t = [\alpha_{sim} t_s (h_0 - y_s) + \alpha_{bt} t_b y_s] \gamma_r / h_0 / r_t = (\alpha_{bt} t_b - \alpha_{sim} t_s) \gamma_t / h_0$$

რკინაბეტონის ელემენტებში, გაჭიმულ ზონაში ბზარებით, როდესაც გაჭიმული ზონა მოთავსებულია უფრო მეტად გახურებულ კიდეზე (ნახ. 1)  $\epsilon_t$  განისაზღვრება ფორმულით, ხოლო ღერძის სიმრუდე

$$1/r_1 = (\alpha_{sim} t_s - \alpha_{bt} t_b) \gamma_t / h_0$$



ნახ. 1

ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში:

$t_b, t_s$  ბეტონისა და არმატურის გახურების ტემპერატურაა

$\gamma_1$  - გადახურვების კოეფიციენტი, მიიღება  $\gamma_1 = 1,1$  პირველი ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით გაანგარიშების დროს;  $\gamma_t = 1$  მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობით გაანგარიშების დროს;

$\gamma, \gamma_s$  მანძილებია კვეთის სიმძიმის ცენტრზე გამავალი დერძიდან ნაკლებად გახურებულ კიდემდე და გაჭიმულ არმატურაში მოდებულ ძალამდე.

არათანაბარი გახურებით გამოწვეული ელემენტის ჩაღუნვა  $f_1 = S_1(l/r_1)l^2$

აქ  $S_1$  კოეფიციენტი ითვალისწინებს ელემენტის დაყრდნობას ბოლოებით. მაგ.,

კოჭის თავისუფალი დაყრდნობისას -  $S_1 = \frac{1}{8}$

მომენტი, აღიძვრება საყრდენებზე ჩამაგრებულ კოჭში ან ერთნაირ განივკვეთიან ჩაკეტილ ჩარჩოში, არათანაბარი გახურების გამო, იქნება  $M_1 = (l/r_1)B$

B - ელემენტის სიხისტეა. [2]

კონსტრუქციები, რომლებიც განიცდიან მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედებას, გაანგარიშებიან ძალვათა შესაძლო არახელსაყრელ შეხამებაზე. ეს ძალები გამოწვეულია ტემპერატურის ხანმოკლე და ხანგრძლივი მოქმედებით, საკუთარი წონით და გარე დატვირთვებით.

სტატიკურად რღვევად კონსტრუქციებში ტემპერატურული ზემოქმედება არ იწვევს დამატებით ძალებს. ამიტომ მათი გაანგარიშება ზიდვის უნარის მიხედვით წარმოებს მხოლოდ ძალოვან ზემოქმედებაზე ჩვეულებრივი მეთოდებით, მხოლოდ მხედველობაში მიიღება ტემპერატურის ხანგრძლივი მოქმედებისაგან ბეტონისა და არმატურის საანგარიშო მახასითებლების შემცირება მუშაობის პირობების სათანადო კოეფიციენტზე გამრავლებით.

სტატიკურად ურკვევ ელემენტებში ზედმეტი ბმები ეწინააღმდეგება ტემპერატურული დეფორმაციების თავისუფალ განვითარებას და ამიტომ წარმოიქმნება დამატებითი ძალები, რომელთა სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია ელემენტის სიხისტეზე და ტემპერატურის სიდიდესა და მოქმედების ხანგრძლივობაზე, ამიტომ სტატიკურად ურკვევ კონსტრუქციებს ანგარიშობენ, როგორც გახურების ხანმოკლე მოქმედებაზე, რადგან ამ დროს აღიძვრება მაქსიმალური ძალები ტემპერატურისაგან (სიხისტის მაქსიმალური მნიშვნელობისას), ასევე გახურების ხანგრძლივი მოქმედებაზე, რადგან, მართალია სიხისტე და შესაბამისი ძალები მცირდება, მაგრამ მცირდება აგრეთვე ბეტონისა და არმატურის სტაბილურობაც.

ელემენტის გაანგარიშება სტაბილურობაზე წარმოებს საანგარიშო დატვირთვებზე. გამძლეობაზე და მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობების

ანგარიშსაც აწარმოებენ საანგარიშო დატვირთვებზე, საიმედოობის კოეფიციენტის  $\gamma_1$  გათვალისწინებით.

გარეცენტრულად შეკუმშულ ელემენტებში მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედების გამო გარე ძალის ექსცენტრისიტეტი იზრდება ხანგრძლივი არათანაბარი გახურებით გამოწვეული გაღუნვის გამო, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნეს გაანგარიშების დროს.

ბზარების წარმოქმნაზე გაანგარიშებისას ბეტონის წინაღობა გაჭიმვაზე ხანმოკლე გახურების დროს  $R_{btser} Y_{bt}$  და ხანგრძლივი გახურების დროს  $R_{btser} Y_{bti}$  გამოითვლება გაჭიმული არმატურის დონეზე მოქმედი ტემპერატურის მიხედვით. კვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები ( $y, S_{red} I_{red}$ ) განისაზღვრება ამ კვეთში ბეტონისა და არმატურის მთელი ფართობის გაუხურებელ, უფრო მტკიცე ბეტონზე დაყვანით.

ბზარების გახსნის სიდიდეზე გაანგარიშება წარმოებს, როგორც ჩვეულებრივი რკინაბეტონის კონსტრუქციისათვის, ოღონდ ბზარის გახსნის გამოთვლილ სიდიდეს უნდა დაემატოს ბეტონისა და არმატურის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტების სხვაობის (ეს სხვაობა მნიშვნელოვანი ხდება მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისას) და ბეტონის ჯამური ტემპერატურული დეფორმაციის გამო გამოწვეული ბზარის გახსნის სიდიდე. ეს უკანასკნელი გამოითვლება ფორმულით

$$R_{crc} = (\alpha_{sim} - \alpha_{bit}) t_s l_{crc}$$

გაზრდილი და მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის გავლენა, მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით გაანგარიშების დროს, ყველაზე მეტად ვლინდება საერთო დეფორმაციებზე და ჩაღუნვებზე. აქ ჩვეულებრივი რკინაბეტონის სიმრუდესა და სიხისტეს ემატება სიმრუდე და სიხისტე გამოთვლილი ხანმოკლე და ხანგრძლივი გახურებისგან.

რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშება, როგორც პირველი, ისე მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით გაზრდილი და მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედების დროს მოყვანილია უფრო სრულად სათანადო ლიტერატურაში. [3]

### 3. დასკვნა

რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტებისას, რომელთა ექსპლუატაცია ხდება მაღალი ტექნოლოგიური ტემპერატურის ზემოქმედების პირობებში, როდესაც ელემენტები განიცდიან მომატებული ტემპერატურის სისტემატიურ ზემოქმედებას, გასათვალისწინებელია ბეტონისა და არმატურის საანგარიშო მახასიათებლები გახურების დროს, მოცემული ტექნოლოგიური ტემპერატურის მიერ გამოწვეული დეფორმაციებისა და ძალების განსაზღვრა.

### ლიტერატურა

1. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций. Н.И.Карпенко, С.Н.Карпенко, В.Н.Ярмаковский, В.Т.Ерофеев. 2015
2. გ. ჯაფარიძე, ა. სოსხაძე, რკინაბეტონის კონსტრუქციები, მოკლე კურსი მაგისტრანტებისათვის, თბილისი, 2003
3. Степанова В.Ф., Фаликман В.Р. Современные проблемы обеспечения долговечности железобетонных конструкций // Пленарные доклады II Международной конференции «Бетон и железобетон – взгляд в будущее». М., 2014.

**რკინაბეტონის ელემენტების ხანგამძლეობის გაანგარიშება  
„რღვევის მექანიკის“ მეთოდების გამოყენებით**

**მ. სულაძე**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

*რეზიუმე:* წინამდებარე სტატიაში განხილულია, რკინაბეტონის ელემენტების ხანგამძლეობის საკითხების დადგენა პროექტირების დროს, მასში არსებული ტექნოლოგიური დეფექტების (ბზარების, სიცარიელების) გათვალისწინებით „რღვევის მექანიკის მეთოდების“ გამოყენებით. შემოთავაზებულია ხანგამძლეობის დადგენისათვის საჭირო პარამეტრები და გაანგარიშების ფორმულები დამოკიდებული დროზე, დადგენილია რღვევის ალბათური დროის ინტერვალი.

*საკვანძო სიტყვები:* რკინაბეტონის რღვევის მექანიკა, სიხისტე, სტაბილურობა, ხანგამძლეობა, რღვევა.

**1. უსსავალი**

რკინაბეტონის კონსტრუქციები სამშენებლო საქმეში 21-ე საუკუნეში შეუცვლელ საშენ მასალად შეიძლება ჩაითვალოს. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ რკინაბეტონის ელემენტების რღვევა მყისიერად არ ხდება. ეს არის დროში გაწეული პროცესი, რომელიც რამდენიმე ათეული წელი გრძელდება. ამრიგად, რკინაბეტონის ელემენტების და შენობა-ნაგებობების ხანგამძლეობა არის რღვევის ხანგრძლივი პროცესი, მისი პროგნოზირება ეკონომიკის განვითარებისათვის უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა.

**2. ძირითადი ნაწილი**

რკინაბეტონის ელემენტების და შენობა-ნაგებობების რღვევის პროგნოზირებისას საჭიროა: ა) პროექტირების სტადიაში გადაიჭრას გამოყენებული მასალების ხანგამძლეობა, შეირჩეს მასალები განსაკუთრებული თვისებებით და ბ) დადგინდეს კონსტრუქციების რღვევის მომენტის დრო, ე.ი. ხანგამძლეობის შესაძლებლობა, უფრო გასაგები რომ იყოს დადგინდეს რღვევის ალბათური დროის ინტერვალი.

რკინაბეტონის ელემენტების რღვევის პროგნოზირება დამყარებულია რღვევის პროცესის რიცხობრივ ანალიზზე, რომელშიაც გათვალისწინებულია კონსტრუქციული და საექსპლუატაციო ფაქტორები, ასევე მიკრო და მაკრო ბზარების გავრცელების კინეტიკა [1].

ბეტონში არსებული ყველა ფორები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც სტრუქტურის ბზარწარმოქმნელი დეფექტი, რომლის მეშვეობით შესაძლებელია დავადგინოთ ფორების წვერზე დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა და ძაბვის ინტენსივობა.

როგორც აღვნიშნეთ რკინაბეტონის ელემენტების და შენობა-ნაგებობების რღვევის მთავარი მიზეზია დრო; დატვირთვა არ წარმოადგენს პრიორიტეტს რღვევისას, ფიზიკური დასაბუთებით დროის კრიტერიუმები არის მთავარი ანუ ელემენტის რღვევა დამოკიდებულია დროსთან [2].

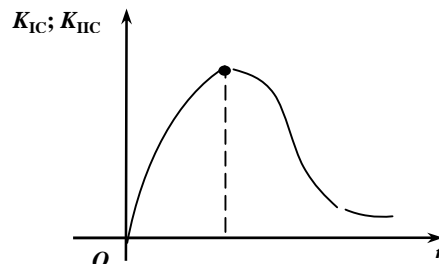
კონსტრუქციების სტაბილურობა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორც სიდიდე, რომელიც დროის პერიოდში უზრუნველყოფს მის უსაფრთხო ექსპლუატაციას, რომლის დროსაც უწყვეტად მიმდინარეობს მომზადება ბეტონის მთლიანობის დარღვევისათვის, სტრუქტურის მაკრო დეფექტების გავრცელებისათვის, რაც შესაძლებელს ხდის დროის გარკვეული მონაკვეთის შემდეგ კონსტრუქციის მთლიან რღვევას.

ბეტონის და რკინაბეტონის რღვევა მიმდინარეობს საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, მაქსიმალურ დატვირთვაზე ბევრად ნაკლები ზემოქმედებისას. ეს პროცესი, შეიძლება დახასიათდეს, როგორც ბეტონის დაძველება, რომელსაც

მიყვავართ რღვევამდე. ე.ი. დროის განმავლობაში ბზარის სიგრძე საწყისი  $l_{o,czc}^0$ -დან მიაღწევს კრიტიკულ სიდიდეს  $l_{czc}^{cz}$ -ს.

რკინაბეტონის ელემენტის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა დამოკიდებულია ბეტონსა და არმატურაში ძაბვის სიდიდეზე. ელემენტის კვეთში წარმოიქმნება ნორმალური, კვეთის მართობულად და განივი ძერის ბზარები, რომელიც დომინირებულ გავლენას ახდენენ ამტანუნარიანობაზე, დატვირთვის ზემოქმედებისას არღვევენ ელემენტის კვეთის მოლიანობას და იწვევენ მის რღვევას.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ბეტონის სტაბილურობა დროში იზრდება, მაგრამ იგი პრაქტიკულად არ ახდენს გავლენას ხანგამძლეობაზე, ცდებით დადგენილია, რომ კონსტრუქციის ხანგრძლივი სტაბილურობა მცირეა ხანმოკლეზე, ეს აიხსნება იმით, რომ ბზარმდეგობის მახასიათებლები  $K_{IC}$ ,  $K_{IIC}$  მცირდება დროში, რაც გამოწვეულია რელაქსაციით [3]. ბეტონის გამყარების პირველ პერიოდში ხდება ბეტონის სტრუქტურის სტაბილიზაცია, ბზარმდეგობა იზრდება, ფორების წვერზე და კაპილარებზე ძაბვები აღწევენ კრიტიკულ სიდიდეს, ბზარმდეგობის პარამეტრებზე ზღვრულ მნიშვნელობას, იწყება რღვევა.



ნახ. 1. ბზარმდეგობის პარამეტრების ცვლილება დროში

ხანგამძლეობის გაანგარიშების ძირითად კრიტერიუმს წარმოადგენს ჯამური

ბზარმდეგობის პარამეტრები 
$$K_C = \sqrt{(K_{IC}^2 + K_{IIC}^2)}. \quad (1)$$

რკინაბეტონი განიხილება, როგორც დრეკადი, ორკომპონენტიანი არე, რომელიც შედგება ცემენტის წყლის, ქვიშის და მსხვილი შემავსებლისაგან, სიცარიელების, კაპილარული ბზარების და ფორებისაგან, რომლის წვერზე ხდება ძაბვების კონცენტრაცია; ბზარის გაზრდას ხელს უწყობს  $G_{ij}$  ენერგია და ძაბვების

ინტენსივობის კოეფიციენტი  $K_{ij}$ , რომელიც ტოლია 
$$K_{ij} = \sqrt{G_{ij} \cdot E_{ij}}. \quad (2)$$

რკინაბეტონის ელემენტის ბზარმდეგობის მახასიათებლად, როდესაც კვეთში წარმოიქმნება მაგისტრალური ბზარები, მიღებულია ძაბვის ინტენსივობის კოეფიციენტი  $K_{cij}(\ddagger)$ , რომელიც განიხილება როგორც აღგებრული ჯამი.  $K_{ij}$ -ს ბზარის და სიცარიელების დონეზე.

ბეტონის და რკინაბეტონის ხანგამძლეობაზე გავლენას ახდენს ასევე ტემპერატურული, ტენიანი და კოროზიული გარემოს ხანგრძლივი ზემოქმედება. ისინი ქმნიან ძაბვების კონცენტრაციის არეს ბზარის წვერზე, გაანგარიშებებში ეს ზემოქმედება მიღებულია (1) ფორმულით

$$K_{ic} = K_{ic}(\ddagger_2) \cdot D, \quad (3)$$

სადაც  $D$  – ითვალისწინებს ელემენტებზე გარემოს გავლენის ზემოქმედებას ბეტონის დაძველების თეორიის მიხედვით.

ბეტონისა და რკინაბეტონის ბზარიანი ელემენტების რღვევის პროცესი განიხილება, როგორც განზოგადოებული დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, რომელიც დამახასიათებელია, როგორც კომპოზიტის დრეკადი და რეოლოგიური ფიზიკური თვისება, დადასტურებულია მრავლობითი ექსპერიმენტული კვლევების შედეგების ანალიზით, სხვადასხვა ზომის ნიმუშების გამოცდისას.

ბეტონისა და რკინაბეტონის ელემენტებისათვის დეფორმაციისა და სიმტკიცის მახასიათებლები გამოითვლება გამოსახულებით:  $\sum N_{act} - \sum N_{zeact} = R_i$ , (4)  
სადაც  $\sum N_{act}$  – შიგა ძალებით წარმოქმნილი ძაბვის არე;  $\sum N_{zeact}$  – გარემოს გავლენით (ტემპერატურა, ტენიანობა, კოროზიამდეგობა) შექმნილი ძაბვის არე;  $R_i$  – საწყისი ძაბვის არე.

**ბეტონის და რკინაბეტონის ხანგამძლეობაზე  
გაანგარიშების ალგორითმი**

ალგორითმის შედგენისას გამოყენებულია მრავალი მკვლევარის ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების ანალიზი [1,2,3] ბეტონის და რკინაბეტონის ხანგამძლეობის მახასიათებლები დამოკიდებულია ხანგამძლეობის კატეგორიაზე  $A, B, C$  და ბზარმდეგობის კრიტიკულ კოეფიციენტების  $K_{IC}^b$  და  $K_{IIIC}^b$  პარამეტრებზე. ალგორითმი, რომელიც შედგენილია წარმოადგენს ბზარის გაზრდასთან დაკავშირებული მოვლენების აღწერას, სადაც გათვალისწინებულია შემდეგი პარამეტრები:

1. შიგა ძალების სიდიდე;
2. ბეტონის შემადგენლობა (ცემენტის კლასი, წვრილი და მსხვილი შემავსებელი და წყალ-ცემენტის ფარდობა);
3. ბეტონის მახასიათებლები  $R_b; R_{bt}; E_b; R_{czc}^b; R_{czc}^v$  ;
4. გაანგარიშება ბეტონის კვეთში არსებული სიცარიელების შესახებ;
5. ბეტონის კლასის მიხედვით გამოთვლილი  $K_{Ii}$  და  $K_{IIIi}$  კოეფიციენტების მნიშვნელობები;
6. ხანგრძლივი დატვირთვის შემოქმედებით გამოთვლილი  $K_c(\#_0)$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა;
7. შიგა ძალების, ტემპერატურის, ტენიანობის და აგრესიული გარემოს შემოქმედებისას გამოთვლილი  $K_{Ii}$  და  $K_{IIIi}$ -ის კოეფიციენტების მნიშვნელობები;
8. ბზარმდეგობის პარამეტრების მიხედვით და ძაბვის ინტენსივობის კრიტიკული კოეფიციენტის საშუალებაზე გამოითვლება ბზარის კრიტიკული სიგრძე  $L_{czc}^c$ . კრიტიკული სიგრძის მიხედვით უნდა დავადგინოთ დრო, როდესაც ბზარი  $L_{czc}^c$  მიაღწევს შეკუმშულ ზონას და მოხდება ელემენტის რღვევა.

**3. დასკვნა**

სტატიაში განხილულია რკინაბეტონის ელემენტის ხანგამძლეობის დადგენა, გაანგარიშება დაპროექტებისას, რღვევის მექანიკის გამოყენებით.

როგორც მრავალი ავტორის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან ირკვევა შენობა-ნაგებობების რღვევის ძირითადი მიზეზი არის კონსტრუქციების კვეთებში არსებული დეფექტები (ბზარები) და დრო.

ყოველივეს გათვალისწინებით შეგვიძლია დავასკვნა:

1. შენობა-ნაგებობების ხანგამძლეობის დადგენა უნდა მოხდეს კონსტრუქციებში არსებული ბზარების, ბზარის სიგრძის და მისი გავრცელების კინეტიკის გათვალისწინებით;
2. მკაცრად უნდა იქნას დაცული პირობა რკინაბეტონის შემადგენელი ნაწილების, ბეტონის და არმატურის ბზარმდეგობაზე გაანგარიშება რღვევის მექანიკის მეთოდების გამოყენებით;
3. დაცული უნდა იქნას ბეტონის შემადგენლობა, შემკვრელი, წყალი, წვრილი და მსხვილი შემავსებლის რაოდენობა, წყალ-ცემენტის ფარდობა.

ყოველივეს გათვალისწინება საშუალებას მოგვცემს ვიცხოვროთ, ვიმუშაოთ ხანგამძლე შენობებში.

**ლიტერატურა**

1. . . . . 1997. 170 .
2. . . . . «
3. . . . . » 1, 1998. . 25-26.
4. . . . . « . . . . . », 1999, . 249 .

აღბილობრივ ინერტულ მასალეზუე დამზადებული  
ბობირდასფალტბეტონის ბამოცდა დეფორმაციისადმი (ბორბლის კვალდი)  
მედეგობე

თ. პაპუაშვილი, დ. ბეღუკაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილილია ასფალტბეტონში ძვირადღირებული ბიტუმის მოდიფიცირებული გოგირდით ნაწილობრივი ჩანაცვლების გზით მიღებული გოგირდასფალტბეტონის უპირატესობები ტრადიციულ ასფალტბეტონთან შედარებით, კერძოდ გამოვლენილია გოგირდასფალტბეტონის გაზრდილი დეფორმაციისადმი (ბორბლის კვალდი) მედეგობა უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ასფალტბეტონი, მოდიფიცირებული გოგირდი, გოგირდასფალტბეტონი, ბორბლის კვალდი, დეფორმაციისადმი მედეგობა.

1. შესავალი

საქართველო ტერიტორიული სიმცირის მიუხედავად სუბტროპიკული, ტროპიკული და მაღალმთიანი რეგიონებისათვის დამახასიათებელი კლიმატის ქვეყანაა, გზის საფარი ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის მოითხოვს განსხვავებულ მანუენებლებს ისეთი პარამეტრებისა როგორცაა ასფალტბეტონის საფარის სტაბილურობა, ცვეთამედეგობა, ხანმედეგობა, ყინვამედეგობა, მაღალსაექსპლოატაციო ტემპერატურაზე დარბილებისადმი მედეგობა და სხვა. ამდენად ცალკეულ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა შეირჩეს რეგიონის კლიმატის შესაბამისი სხვადასხვა ასფალტბეტონის და გოგირდასფალტბეტონის ნარევები.

2. ძირითადი ნაწილი

ასფალტბეტონის ხარისხი, ინერტული მასალების ხარისხის გარდა, დიდად არის დამოკიდებული ბიტუმის ხარისხზე. მსოფლიოში ნავთობის გამოსხდის ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად, ხდება ბიტუმის ხარისხის გაუარესება. უხარისხო ბიტუმისგან დამზადებული ასფალტბეტონის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები ვერ აკმაყოფილებს საქართველოში მოქმედ ტექნიკურ მოთხოვნებს, შესაბამისად საავტომობილო გზის ექსპლუატაციის ვადა მნიშვნელოვნად მცირდება.

აღნიშნული გარემოებებიდან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ბიტუმის და შესაბამისად ასფალტბეტონის ხარისხის გაუმჯობესებას. საგზაო ბიტუმების და შესაბამისად ასფალტბეტონის ხარისხის, ხანგამძლეობის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებისა და სტრუქტურის შეცვლის მიზნით შეიძლება გამოვიყენოთ სხვადასხვა სახის დანამატები, კერძოდ: ზედაპირულ აქტიური ნივთიერებები (ზან), გამათხვევადებლები, პლასტიფიკატორები, პოლიმერების, ბოჭკოვანი დანამატები და ა.შ., რაც შესაბამისად ასფალტბეტონის ნარევის დამზადების მნიშვნელოვან გაძვირებას იწვევს.

ჩვენი კვლევის შემთხვევაში, ბიტუმში ძვირადღირებული დანამატის ნაცვლად გამოვიყენეთ მოდიფიცირებული გოგირდი, რომლის ღირებულებაც ნაკლებია ბიტუმის ღირებულებაზე და შესაბამისად არ ხდება ასფალტბეტონის ნარევის გაძვირება. გოგირდასფალტბეტონის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის თავისებურებას წარმოადგენს მისი სიმარტივე. მისი წარმოების პროცესი ჰგავს “ჩვეულებრივი” ასფალტბეტონის წარმოებას. მაგრამ საგზაო ბიტუმის გარკვეული პროცენტული შემცველობის ნაცვლად ასფალტბეტონში ემატება მოდიფიცირებული გოგირდი, ანუ ჩვეულებრივ ტექნიკური გოგირდს დამატებული მოდიფიკატორი.

მოდიფიცირებული გოგირდის შემკვრელი – ეს არის მინერალური თერმოპლასტიკური ნივთიერება, დამზადებული ტექნიკური გოგირდისაგან მოდიფიკატორის გამოყენებით. მისიმიღების წესი მოიცავს გოგირდის გადნობას

ნახშირბადის ორჟანგის გარემოში, ნადნობის გაცხელებას 135-140°C – მდე და მასში მოდიფიკატორის დამატებას გაუჯერებელი ორგანული შენაერთების (ოლეფინის ნახშირწყალბადები) სახით, კერძოდ დიციკლოპენტადიენის პროპორციით 93-98% - გოგირდი, 2-7% მოდიფიკატორი. მოდიფიკატორების დამატება გოგირდის თვისებების რეგულირების საშუალებას იძლევა, როგორცაა დნობის ტემპერატურის დაწვევა, კრისტალიზაციის შენელება, შემავსებელთან თავსებადობის გაუმჯობესება. ამგვარად მიღებული ნივთიერება ხდება მტკიცე (არიმსხვრევა, არიხევა) დაპლასტიკური.

გოგირდასფალტბეტონს ახასიათებს ტრადიციულ ასფალტთან შედარებით, გაზრდილი დეფორმაციისადმი (ბორბლისკვალი) მედეგობა, რაც დადასტურდა ჩვენს მიერ მაღალი ტემპერატურისა და ბორბლის მრავალჯერ განმეორებადი ციკლური დატვირთვის ქვეშ გამოცდით. გამოცდა ჩატარდა EN 12697-22 - თვალთ დატვირთვაზე გამოცდის მეთოდის მიხედვით. ბორბლის კვალის განმსაზღვრელი დანადგარი ნაჩვენებია ნახ. 5.ზე.



ნახ. 5. ბორბლის კვალის განმსაზღვრელი დანადგარი

ნიმუშის გამოცდა დასრულებულად ჩაითვალა მას შემდეგ, რაც მასზე საჭირო რაოდენობის დატვირთვის 10 000 ციკლი იქნა გახორციელებული 25°C ტემპერატურაზე. ამის შემდეგ, განისაზღვრა ამოხეხილი კვალის საშუალო სიღრმე. ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოცდის შედეგები ნაჩვენებია ცხრილ 2-ზე.

დეფორმაციისადმი (ბორბლის კვალი) მედეგობა.

ცხრილი 2

ნიმუშები	დატვირთვის ციკლების რაოდენობა	ამოხეხილი კვალის საშუალო სიღრმე, p(მმ)			
		უდანამატო BH 60/90 მარკის ა/ბ-ს ნარევი	10%-მოდ. გოგირდი	20%-მოდ. გოგირდი	30%-მოდ. გოგირდი
ლაბორატორი	1 000	0.7	0.6	0.45	0.35
ულ	3 000	1.4	1.3	1.18	1.1
პირობებში	6 000	1.8	1.71	1.62	1.52
დამზადებული	10 000	2.1	2.0	1.85	1.65

გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ მოდიფიცირებული გოგირდის 10%-ანი დანამატი ადგილობრივ მასალებზე დამზადებული გოგირდასფალტბეტონის ბორბლის კვალის მედეგობა უმნიშვნელოდ იცვლება უდანამატო BH 60/90 მარკის ასფალტბეტონთან



შედარებით, 20%-იანი დანამატის დროს გოგირდასფალტბეტონს უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით გაზრდილი აქვს დეფორმაციისადმი (ბორბლის კვალი) მედეგობა 11,9%-ით, ხოლო 30%-იანი დანამატის შემთხვევაში 21,4%-ით ერთიდაიგივე ციკლური დატვირთვის დროს (10 000 დატვირთვის ციკლი).

### 3. დასკვნა

აღნიშნული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ უდანამატო ასფალტბეტონის ნაწილის მოდიფიცირებული გოგირდით ჩანაცვლებისას, საუკეთესო დეფორმაციისადმი მედეგობა (ბორბლის კვალი) აჩვენა ბიტუმის 30%-ის მოდიფიცირებული გოგირდის ჩანაცვლებამ. აღნიშნული პროცენტული შემცველობის გოგირდასფალტბეტონის ნარევის, უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით 21,4%-ით გაზრდილი აქვს დეფორმაციისადმი (ბორბლის კვალი) მედეგობა ერთიდაიგივე ციკლური დატვირთვის დროს (10 000 დატვირთვის ციკლი).

### ლიტერატურა

1. В.А. Гладких, Е.В. Королев ФГБОУ ВПО «МГСУ» Технико-экономическая эффективность применения сероасфальтобетонов. Вестник, Строительное материаловедение. 2013.
2. Королев Е.В., Баженов Ю.М., Албакасов А.И. Радиационно-защитные и химические стойкие серные строительные материалы. Оренбург, ИПК ОГУ, 2010, 364 с.
3. Strikljend D., Kolanzh D., Shou P., Pag N. Study of the properties of asphalt mixes with sulfur additives at low temperatures. Shell Sulfur Solutions, 16 p.
4. Timm D., Trjen N., Tejlor A., Robbins M., Paujell B. Evaluation of the quality of the mixture and the structural strength of pavements using Shell Thiave. Report NZAT 09-05, Auburn University, 2009.

**მშენებლობაში და შენობების ექსპლუატაციაში ენერგოეფექტური მასალების გამოყენებით ენერგოდამზოგველობის ეკონომიკური და ეკოლოგიური სარბეზლიანობის გამოკვლევა**

**რ. მახვილაძე, დ. ზაქაშვილი**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68, საქართველო, 0,175, თბილისი)

**რეზიუმე:** საქართველო ევროკავშირთან ასოცირების შესახებ 2014 წლის 27 ივნისს დადებული ხელშეკრულების საფუძველზე ვალდებულია 2030 წლამდე თანდათანობით დაწეროს ქვეყანაში ევროპის პოლიტიკური, ეკონომიკური და სოციალური სტანდარტები; სტატიაში ასახულია ქვეყანაში შენობების დაპროექტებისა და მშენებლობების ენერგოდამზოგველობის საკითხებთან დაკავშირებული პრობლემატიკა, განიხილება არსებული საცხოვრებელი სახლების საექსპლუატაციო მდგომარეობაც, გაანალიზებულია სოციალურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური ფაქტორები შესაბამისი დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ევროკავშირი, ევროგაერთიანება, ენერგოდამზოგველობა, ბინების გათბობა, მსუბუქი რულონური, ფოროვანი და სხვა თბოსაიზოლაციო მასალები, თბოწინალობა, ბგერა-თბო-გაუმტარიანობა, თბოგამტარობის კოეფიციენტი.

**1. შესავალი**

საქართველომ ევროკავშირთან ასოცირების შესახებ ხელშეკრულებას 2014 წლის 24 ივნისს მოაწერა ხელი, რითაც კისრულობს ვალდებულებას 2030 წლამდე ეტაპობრივად დაწეროს ქვეყანაში ევროპის პოლიტიკური, ეკონომიკური და სოციალური სტანდარტები [1].

ვალდებულებების აღსრულების მიზნით საქართველოს მთავრობამ 2017 წლის ნოემბერში მიიღო დადგენილება „საქართველოს ენერგოეფექტურობის 2017-2020 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმის დამტკიცების თაობაზე“ [2], რომელშიც სამი წლის პერიოდში დაანონსებულია 859,47 მილიონი ევროს ლარში ექვივალენტური ბიუჯეტური სახსრების ასივნება.

ვალდებულებები ასევე ეხება საქართველოში შენობების დაპროექტებისა და მშენებლობისას ენერგოდამზოგვის ტენდენციების ევოლუციას, მის ეკონომიკურ ასპექტებსა და სოციალური კეთილდღეობის ამადლების საკითხებსაც [1-2].

წარმოდგენილ სტატიაში განიხილება არსებული საცხოვრებელი შენობების საექსპლუატაციო მდგომარეობა [3-4], აგრეთვე თანამედროვე ტენდენციები დაპროექტებასა და სამშენებლო საქმიანობაში.

**2. ძირითადი ნაწილი**

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ადამინის კეთილდღეობაზე ზემოქმედებს სახელმწიფოში შექმნილი ცხოვრების სოციალური ფონი. დღევანდელ საბაზრო ეკონომიკის პირობებში მოსახლეობა ქონებრივი მდგომარეობიდან გამომდინარე იძენს მცირე, საშუალო და დიდი ფართის მქონე საცხოვრებელ ბინებს, ნაწილი კი კერძო სახლებს ანიჭებს უპირატესობას.

ევროგაერთიანების ძირითადი მოთხოვნაა ადმინისტრაციული, საცხოვრებელი და სხვა დანიშნულების კაპიტალური შენობები აკმაყოფილებდნენ თბო და ბგერა იზოლაციის მოთხოვნებს, რაც უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ახლად აგებულ სახლებში, ხოლო ექსპლუატაციაში მყოფი შენობები საჭიროებენ რეაბილიტაციას. მეოცე საუკუნის ოციან წლებამდე შენობები იგებოდა აგურის სქელი კედლებით, საშუალო სისქით 80 სმ, სართულშუა გადახურვები ეწყობოდა ხის მასალით, იატაკსა და ჭერს შორის სართულშუა გადახურვების შუალედში და სხვენშიც ჭერზე

იყრებოდა მიწა ან ეწყობოდა თბოიზოლაციის ფენა, რაც უზრუნველყოფდა მომიჯნავე სათავსების თბო და ბგერა დამცველობას, ხოლო ზამთარში ბინების გასათბობად საკმარისი იყო მათი გათბობა 3-5 დღეში ერთჯერ.

მე-20-ე საუკუნეში ტექნიკური პროგრესი ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროს შეეხო, ცემენტის წარმოების განვითარებამ ხელი შეუწყო მშენებლობის ტექნოლოგიურ სრულყოფას, მისი კონსტრუქციული აღნაგობა გახდა მრავალფეროვანი, აგურის მზიდკედლებიან წყობას დაემატა წვრილი და მსხვილბლოკოვანი კედლები, რკინაბეტონის კარკასულ შენობაში კედლებმა თვითმზიდის ფუნქცია დაიმკვიდრეს, პანელოვანი კონსტრუქციის რკინაბეტონის შენობების ამტარუნარიანობასა და მდგრადობას არმატურის ბადე-კარკასების ჭარბი რაოდენობა უზრუნველყოფდა. შენობების მდგრადობისა და ამტარუნარიანობის უზრუნველყოფა რკინაბეტონის კონსტრუქციებზე გადავიდა, ხოლო შემომზღუდავი კედლების სისქეები თანდათან შემცირდა 40-დან 20სმ-მდე, რამაც უარყოფითად იმოქმედა ბინების შიდა ტემპერატურული რეჟიმების შენარჩუნებაზე, თუმცა სამშენებლო ნორმებისა და წესების სნდაწ II-3-79 „სამშენებლო თბოტექნიკა“ [4] მოთხოვნებით, მაგალითად თბილისის პირობებში გათბობით უზრუნველსაყოფად თითქოსდა საკმარისი იყო ან საკმარისად მიიჩნეოდა შემომზღუდავი ბეტონის ან რკინაბეტონის კედლები სისქით 40, 30 ან 20სმ. ცხადია საბჭოთაპერიოდშიქალაქი თბილისი ცენტრალური საქვაბიდან ბინებში მუდმივად მიწოდებული ცხელი წყლის საშუალებით გათბობის რადიატორული სისტემებიდან თბებოდა და მოსახლეობაც კომფორტულად, თბილ გარემოში ატარებდა ზამთარს.

ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობები მათში გამოყენებული ინერტული მასალების მოცულობითი წონიდან გამომდინარე თბომედეგობისა და ბგერამედეგობის განსხვავებული მაჩვენებლებით ხასიათდებიან [4]. გასული საუკუნის ორმოცდაათიანი წლებიდან მშენებლობაში საკედლე მასალად აგურთან შედარებით პრიორიტეტი მიენიჭა ბეტონის ბლოკებს. ერთი ბლოკი ზომით 20X20X40-ზე ცვლიდა 8,2 ცალი სტანდარტული 6,5X12X25 სმ ზომის აგურს, რაც ცხადია კედლისაშენების პროცესსაჩქარებდა. დიდი ზომის ასაწყობი ბეტონის ბლოკები ზომით 0,40X1,2X2,4 მეტრი მათი ამწეების საშუალებით დამონტაჟებისას უფრო ეფექტურიც იყო და აჩქარებდა სახელმწიფო პროგრამების განხორციელებას მოსახლეობის საცხოვრებელი პირობების გასაუმჯობესებლად.

სამშენებლო ნორმები და წესები გულისხმობდნენ ბეტონის ბლოკებით შემომზღუდავი და სატიხრე ნაკეთობების დამზადებას მსუბუქი ფოროვანი შემავსებლების (პემზა, პერლიტი, კერამზიტი, ვულკანური წიდადა ა.შ.) გამოყენებით მოცულობითი წონით 200-800კგ/მ<sup>3</sup>, რომელითაც ხრეშოვანთან შედარებით (მათი მოცულობითი წონა 1000-2000კგ/მ<sup>3</sup>-ია) მაღალითერმული წინაღობა და ბგერასაიზოლაციო თვისებები გააჩნია. სამწუხაროდ ნორმატიული პირობების დაცვა ვერ ხერხდებოდა და ფაქტობრივად ამჟამადაც სამშენებლო ბაზარი გაჯერებულია 18 კილოგრამზე მეტი 20X20X40 სმ ზომის ბეტონის ბლოკებით ნაცვლად ნორმირებული 8 კილოგრამისა. ასეთ პირობებში შენობების გათბობისას შიდა და გარე ტემპერატურებს შორის დიდი სხვაობის გამო (გარე საანგარიშომინუს 8<sup>0</sup>C თბილისის პირობებშიგათვალისწინებით და ოთახების გათბობისას პლიუს 20<sup>0</sup>C) კედლები იფარება კონდენსატით ანუ კედლები „ტირიან“.

შენობის შემომზღუდავი ასევე გადახურვის კონსტრუქციებია. მონოლითური რკინაბეტონის გადახურვები ეწყობა ცივ ანუ ხრეშოვან შემავსებელზე დამზადებული ბეტონისაგან მოცულობითი წონით 2500 კგ/მ<sup>3</sup>. თუ ზამთარში ქვედა ბინა არ თბება, თქვენი ბინის იატაკი იქნებაცივი და ნესტიანი, ასევე ზედა ცივი ბინის შემთხვევაში თქვენი ბინის ჭერზე გაჩნდებაკონდენსატი.

აღნიშნულის გამო ბინების ნორმირებული და კომფორტული ფუნქციონირების საჭიროებით აუცილებელი ხდება ბინებში დამატებითი სარემონტო სამუშაოების ჩატარება კედლებისა და ჭერის დათბუნებით. დამატებულბედი რულონური, ფილოვანი, ფურცლოვანი ან ფოროვანი მასალების არჩევანი სამშენებლო ბაზარზე დიდია, მაგრამ

ასეთი სამუშაოების ჩატარება, განსაკუთრებით ახლადშენებულ სახლებში მოითხოვს დამატებით თანხებსა და დროს.

ევროპული სტანდარტები მოითხოვს მშენებლობის პერიოდშივე სამშენებლო პროცესების განხორციელებას მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების სრული დაცვით მიმდინარეობდეს დამაცხოვრებლებს არ უნდა დასჭირდეთ დამატებითი სამუშაოების ჩატარება ცხოვრების კომფორტული პირობების უზრუნველსაყოფად.

აქ ასევე იკვეთება სახელმწიფო ინტერესებიც, საერთაშორისო საზოგადოება უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებს ენერგოეფექტურობასა და ენერგოდამზოგველობას განსაკუთრებით სამშენებლო სექტორში. მსოფლიო მეურნეობაში ენერგორესურსების ყველაზე დიდი მომხმარებლები საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობებია, მათ გათბობაზე და კონდიციონერებზე იხარჯება კაცობრიობის მიერ მოხმარებული ენერჯის 40%, მრეწველობაში -28%, ავტოტრანსპორტში -32%. ამიტომაც შენობები განიხილება როგორც ენერგოსისტემები [3].

საქართველოში საკუთარი ენერგორესურსები მწირია. საბჭოთა პერიოდში ენერგორესურსების ფასები დაბალი იყო, არავინ ფიქრობდა შენობებისექსპლუატაციისაგან ენერგოდამზოგველობაზე და სათანადო თერმული წინაღობითკედლის სისქის შერჩევაზე. სამწუხაროდ საბჭოთა პერიოდთან შედარებით კარკასული რკინაბეტონის კონსტრუქციებით აგებულ შენობებში უპირატესად კედლების სისქე შემცირებულია 20სმ-მდე, გაუარესებულია სამშენებლო მასალების ხარისხიც. ყოველწლიურად თბილისში შენობებიდიდი რაოდენობით იგება, მატულობს მოთხოვნილებები ენერგორესურსებზე, რაც სახელმწიფოს დამატებით პრობლემებს უქმნის მათი გათბობის საჭიროებით გაზისა და ელექტროენერჯის დამატებითი რესურსებით უზრუნველყოფაზე.

ენერგეტიკული თვალსაზრისით სამშენებლო მასალებისთვის მეტად მნიშვნელოვანი მახასიათებელია თბოგამტარობა. ამიტომ თანამედროვე პირობებში შემომზადუდავი კონსტრუქციები (გარე და შიდა კედლები, გადახურვები) სასურველია მოეწიოს არა ერთფენოვანი, არამედ რამდენიმე ფენოვანი მასალებით. ფანჯრები უნდა იყოს ორმაგი, ბეტონის ბლოკებით აშენებულ კედლები დაიფაროს დამათბუნებელი ფენით, ასეთ შემთხვევაში მრავალჯერადად უმჯობესდება კედლებისა და შესაბამისად ბინების თბური მაჩვენებლები, რაც არსებული საბინაო ფონდის საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესების საგნად უნდა იქცეს. დადასტურებულია, რომ 10სმ სისქის ბაზალტის ქვის ბამბამ თბური დაცვის უნარით შეიძლება შეცვალოს ბეტონის 475, აგურის 184 და ხის 38 სმ სისქის კედლები.

საქართველო მაღალი 8-9 ბალიანი სეისმური აქტივობით გამოირჩევა, ამიტომ ახალი ობიექტების დაპროექტება და მშენებლობებიც რკინაბეტონის კარკასულ კონსტრუქციებში ხორციელდება. შემომზადუდავი კედლები თვითმზიდ ფუნქციას ასრულებენ. ამიტომაც ეკონომიკური თვალსაზრისით ეფექტურია კარკასის შევსება მოხდეს მცირე 15-20 სმ სისქის ბლოკებით ქარის ზემოქმედებაზე გაანგარიშებითა და კარკასის კონსტრუქციებში შესაბამისი ჩამაგრებით ხოლო შიდა და გარე მხრიდან მოპირკეთდეს თბოსაიზოლაციო მასალებით. ასეთი მიდგომით შემცირდება შენობის კარკასზე გადაცემული დატვირთვები, შესაბამისად მოთხოვნილებებიც ბეტონზე და არმატურაზე, შემცირდება შენობისგან გრუნტზე გადაცემული დატვირთვებიც, რაც ოპტიმალური საპროექტო გადაწყვეტილებების საწინდარია. ასევე საქართველოში ბაზალტისა და პერლიტის უნიკალური საბადოების ბაზაზე შესაძლებელი იქნება ახალი სამშენებლო საწარმოების გახსნით ქვეყანაში საწარმოო საქმიანობის განვითარებით სამუშაო ადგილების შექმნა.

ევრო გაერთიანების მოთხოვნები [1-2] საკმაოდ მკაცრია. 2020 წლის 31 დეკემბრისათვის ყველა ახალი ექსპლუატაციაში ჩასაბარებლად გამზადებული შენობა უნდა აკმაყოფილებდეს ნულოვანი ენერგომომხმარების პირობებს, არ უნდა ხდებოდეს სითბოს გადინება გარესივრცეში, შენობებზე გაცემული სერთიფიკატები უნდა მოიცავდეს ინფორმაციას შენობის ენერგეტიკული მაჩვენებლის შესახებ.

უფრო მკაცრი მოთხოვნებია საჯარო დანიშნულების შენობების მიმართ. ევროგაერთიანების [1-2] მოთხოვნების ნიშა დაქვეითებულია 2018 წლის 31 დეკემბერზე.

საქართველოს მთავრობას ასევე ევალება შენობების სერთიფიცირების სისტემის შექმნა, შენობის ნაწილის გაყიდვის ან გაქირავებისას ენერგეტიკული მაჩვენებლების სერთიფიკატი მყიდველის ან დამქირავებლისთვის აუცილებელ გადასაცემ დოკუმენტად განიხილება [1-2].

საყურადღებოა [1] ნორმატიულ დოკუმენტში მერვეგვერდზე შემდეგი ჩანაწერი: „დირექტივის მოთხოვნების ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა ეროვნულ დონეზე სამშენებლო კოდექსების (ნორმატივების) შემუშავება. აღსანიშნავია, რომ ინდუსტრიული ქვეყნების ძირითადმა ნაწილმა სამშენებლო კოდექსები 1970-იან წლებში მიიღო და მას შემდეგ ამ კოდექსებმა მნიშვნელოვანი ცვლილებები განიცადა. კოდექსების ამოქმედებიდან დღემდე შენობების ენერგოეფექტურობა დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში და ამერიკაში 60%-ით გაუმჯობესდა“.

ასევე საინტერესოა იმავეგვერდზე ჩანაწერიც: „არსებული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევა 2030 წლისთვის შენობების მიერ მოხმარებული ენერჯია შემცირდეს 30%-ით. ენერგოდამზოგვის პოტენციალი განსაკუთრებით მაღალია განვითარებად და გარდამავალი ეკონომიკის (საქართველოც მათ მიეკუთვნება) მქონე ქვეყნებში“.

აღნიშნული ღონისძიებების გატარება ქალაქურ გარემოში მის ეკოლოგიურ გაჯანსაღებასაც ემსახურება. ცნობილია, რომ ქალაქებში ზამთრის გარე ტემპერატურა 2-4<sup>0</sup>C -ით მაღალია დაუსახლებელ ტერიტორიასთან შედარებით, რითაც დასტურდება, რომ ქუჩების ჰაერს ვათბობთ ბინებიდან „გაპარული“ სითბოს დახმარებით. ასეთ პირობებში შენობების გათბობაზე საჭიროზე მეტი რესურსი იხარჯება, რაც დაუშვებელია ევროკავშირის ნორმებით.

ამავე დროს ხელი ეწყო ბუნებაში გლობალური დათბობის პროცესების განვითარებას, ბინძურდება გარემოც, ბინებში ჩნდება კონდენსატი, იხარჯება ზედმეტი ფულადი სახსრებიც, ხელისუფლებას ემატება პრობლემები სხვა ქვეყნებიდან დამატებითი ენერგოსიმძლავრეების მოძიებაზე.

### 3. დასკვნა

1. სამშენებლო სექტორში ენერგოდამზოგველობის ამაღლება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსთვის, ვინაიდან მას არ გააჩნია ბუნებრივი აირის საკუთარი რესურსები და მთლიანად დამოკიდებულია იმპორტზე.

2. ასევე ელექტროენერჯიის რესურსებიც მწირი რაოდენობითაა და ზამთრის პირობებში ძნელდება მისი მობილიზება გათბობის საჭიროებით. მომავალ თაობებს გათბობის სისტემების მასიური გამოყენებით დამატებით 50%-ით მეტი ენერჯიის მოხმარება დასჭირდებათ ნორმალური საყოფაცხოვრებო პირობების უზრუნველსაყოფად.

3. თუ გვეამაყება ცივილიზებულ სახელმწიფო გარემოში ცხოვრება და მისი ვალდებულებები კაცობრიობის წინაშე, აუცილებელია ყველა ღონე ვიხმაროთ ევროგაერთიანების მოთხოვნების შესასრულებლად.

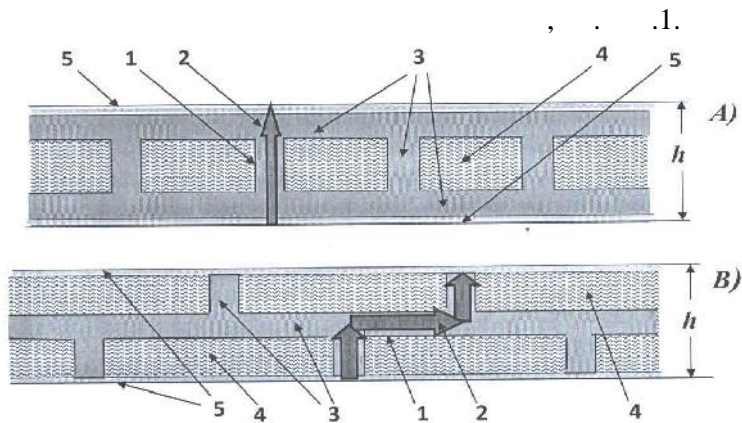
### ლიტერატურა

1. საქართველოს მთავრობის 2017 წლის ნოემბრის დადგენილების პროექტი „საქართველოს ენერგოეფექტურობის 2017-2020 წლების ეროვნული სამოქმედო გეგმის დამტკიცების თაობაზე“;
2. ნ. ვერულავა, რ. მახვილაძე „საქართველოში მშენებლობის სფეროში ელექტროდამზოგველობის ამაღლების პრობლემის მოკლე ანალიზი, მოსაზრებები და წინადადებები, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“ 3-4, 2007 წელი, თბილისი, ირ. აბაშიძის 40;
3. სამშენებლო ნორმები და წესები სნდაწ II-3-79 „სამშენებლო თბოტექნიკა“, მოსკოვი, 1982წ.

KNAUF.

1.

2.



A) -  
 ; ) -  
 ; 1 -  
 ; 2 -  
 ; 3 -  
 ; 4 -  
 ; 5 -

A) – .1:  
“ ”,  
);  
)– .1 ) A).  
“ ” **KNAUF** [1, 2, 3]. [4, 5].  
.2,  
.3,  
.4,  
-  
.5 **KNAUF**,  
.6,  
“ ” “ ”  
**KNAUF**.  
d, .2, .4 5.

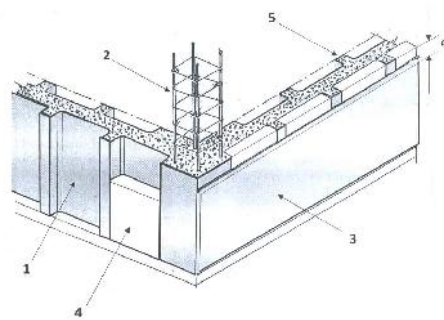
- « »

) .4 5.

, . 3.

“ ”,

.6.



.2.

1-

“

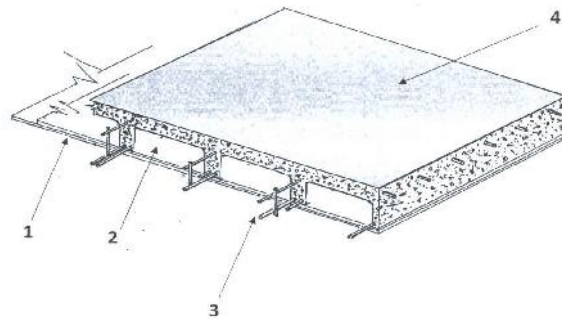
; d-

; 2-

; 4-

; 3-

; 5-



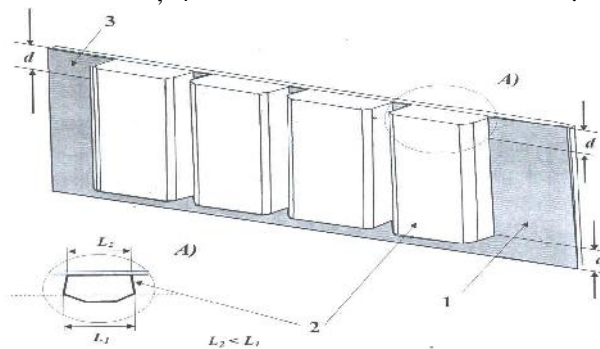
.3.

: 1-

; 2-

; 4-

; 3-



.4.

**KNAUF,**

: 1-

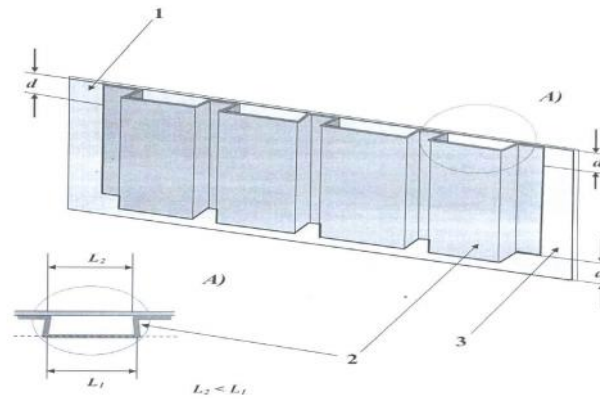
“ ”

; 2-

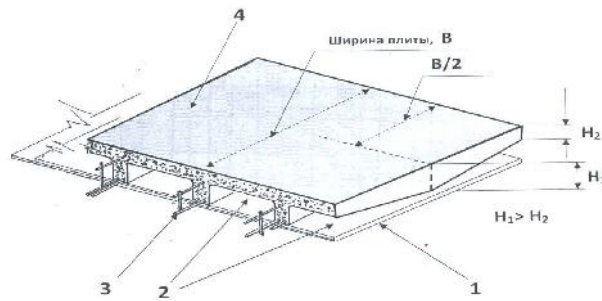
; 3-

d,





5. KNAUF, ; 1 -  
 ; 2 -  
 KNAUF; 3 -  
 d,



6. ; 2 -  
 1 - ; 3 - ; 4 -  
 KNAUF,

3.

KNAUF,

1. 6266-89 "
2. 5742-004-03515377-97 " , " Knauf".
3. 5742-005-04001508-95 "
4. პატენტი № 5990. ვ. ლოლაძე, შ. ბაქანიძე, გ. ლოლაძე, ნ. მსხილაძე, ვ. პირმისაშვილი, ვ. ლოლაძე. მრავალშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციები და მათი დამზადების ხერხი. 2012.
5. პატენტი AU 2015 13391 U. ი. ზუბიტაშვილი, ვ. ლოლაძე, გ. ლოლაძე, ნ. ზუბიტაშვილი, ვ. ლოლაძე, ნ. ლოლაძე. მრავალშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქცია. სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენები № 23 (435), 12. 10. 2015.

ხანძარსაწინააღმდეგო ვენტილაციის სისტემები მაღლივ  
შენობებში

მ. გრბელიშვილი, ა. კოპალიანი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68,  
საქართველო, 0,175, თბილისი)

**რეზიუმე:** მაღლივი შენობების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა ხანძრის დროს სავენტილაციო სისტემების სწორი მუშაობა, რაც უზრუნველყოფს ამ დროს წარმოქმნილი კვამლის დროულად გაყვანას შენობიდან და მის სანაცვლოდ სუფთა ჰაერის მიწოდებას.

სავენტილაციო სისტემების სწორი შერჩევა, მათი გაანგარიშება და ექსპლუატაციისათვის მუდმივი მზადყოფნა გამორიცხვას იმ უბედურ შემთხვევებს, რომლებიც თან სდევს ხანძარს.

**საკვანძო სიტყვები:** ხანძარი, სავენტილაციო სისტემები, კვამლის მოშორება, დაკვამლიანება, უსაფრთხო ექსპლუატაცია, ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.

1. შესავალი

ხშირ შემთხვევაში, ხანძრის დროს, ადამიანთა დაღუპვის ძირითადი მიზეზი შენობაში არასწორად მოქმედი სავენტილაციო სისტემაა, რომელიც ან გაუმართავია ან საერთოდ არ არსებობს. ამ დროს წარმოქმნილი კვამლი სწრაფად ვრცელდება სათავსებში, რაც ართულებს შენობიდან ხალხის დროულ ევაკუაციას. განსაკუთრებით პრობლემურია ეს საკითხი მაღლივ შენობებში. აქედან გამომდინარე სავენტილაციო სისტემების მოწყობის დროს, ყურადღება უნდა დაეთმოს სახანძრო უსაფრთხოების ღონისძიებების დაცვას.

2. ძირითადი ნაწილი

ხანძარი ერთ-ერთი უმძიმესი სტიქიური უბედურებაა კაცობრიობის ისტორიაში. მსოფლიოში ყოველწიურად 7,0 მილიონამდე ხანძარი ჩნდება. ხანძრების დაახლოებით ნახევარი ცეცხლთან დაუდევარი მოპყრობითაა გამოწვეული. ამ მხრივ არც საქართველოა გამონაკლისი. სპეციალისტების დიდი ნაწილი თვლის, რომ ხანძრის დროს ადამიანები ძირითადად იღუპებიან ღია ცეცხლის მიერ გამოწვეული მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედების გამო. სინამდვილეში კი ადამიანების დაღუპვა გამოწვეულია კვამლში არსებული მომწამვლელი გაზების მიერ. ნამწვი პროდუქტები წარმოადგენენ გაზების, ორთქლების და მყარი ნაწილაკების არამდგრად ნარევის, რომელიც უფრო მეტად მომწამვლელია ვიდრე თითოეული მომწამვლელი ნივთიერება ცალკე-ცალკე, რაც იწვევს ადამიანების უფრო სწრაფ სიკვდილს.

დადგენილია, რომ უბედური შემთხვევების 80% გამოწვეულია მხუთავი გაზით (CO) მოწამვლით. ჰაერში ამ გაზის 0,08%-ის არსებობის დროს იწყება ადამიანის მოწამვლა, ხოლო როდესაც მისი კონცენტრაცია 1,2% გადააჭარბებს ადამიანი კვდება.

მხუთავი გაზის გარდა კვამლი შეიცავს კიდევ ერთ არანაკლებ საშიშ მომწამვლელ ნივთიერებას ციანიდმჟავას ან წყალბადციან მჟავას (HCN), რომელიც წარმოიქმნება აზოტის შემცველი ნივთიერებების (შალი, აბრეშუმი, ნეილონი, პოლიურეთანი და ა.შ.) წვის შედეგად. გარდა ქიმიური ზემოქმედებისა კვამლი იწვევს ხილვადობის მნიშვნელოვან დაქვეითებას, თითქმის ნულოვან სიდიდემდე.

კვამლი და კერძოდ წარმოქმნილი მარილმჟავა იწვევს გამაღიზიანებელ, ცრემლდენით ზემოქმედებას, ხოლო ფტორწყალბადოვანი მჟავა იწვევს თვალის რქოვანას შემღვრევას.

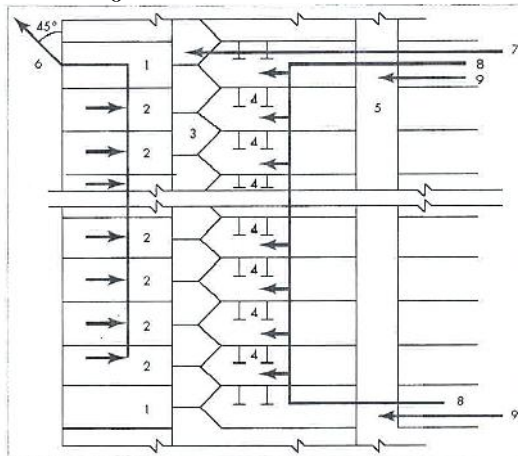
ყოველივე ამის გამო ადამიანები ვერ ახერხებენ დროულად დატოვონ ხანძრის ადგილი და ექცევიან მომწამვლელი მავნე გაზების ზემოქმედების ქვეშ.

შენობიდან ხალხის ევაკუაციის და შენობებში ხანძარუსაფრთხოების გაძლიერების მიზნით საჭიროა მოეწყოს შენობიდან კვამლის მოშორების სისტემა, რომლის დანიშნულებაა წარმოქმნილი კვამლის დროული გაყვანა შენობიდან და

სავეაკუაციო გზების გაწმენდა. შენობიდან გაყვანილი კვამლის საკომპენსაციოდ საჭიროა მოეწიოს მიმწოდებელი სავენტილაციო სისტემა, რომლის დანიშნულებაც გარემოდან სუფთა ჰაერის მიწოდებაა. ამრიგად შენობაში ეწეობა ორი დამოუკიდებელი მიმწოდ-გამწოვი სავენტილაციო სისტემა, რომელთაგან ერთი, ძირითადი სისტემა, ემსახურება შენობის საჰაერო რეჟიმის უზრუნველყოფას მუშა მდგომარეობაში, ხოლო მეორე, საავარიო, ემსახურება ხანძრის დროს წარმოქმნილი კვამლის დროულ გაყვანას და მის საკომპენსაციოდ სუფთა ჰაერის მიწოდებას. განსაკუთრებით რთულ ტექნიკურ ამოცანას წარმოადგენს კვამლის გაყვანა მაღლივ შენობებში. ამ დროს კიბის უჯრედებში და ლიფტის შახტებში ჰაერის დაწვევის მიზნით მიწოდებული და დერეფნებიდან გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა, შენობის სართულიანობის ზარდასთან ერთად იმდენად იზრდება, რომ მის განსახორციელებლად საჭირო მოწყობილობა ან არ არსებობს, ან თუ არსებობს მისი განლაგება შენობებში კონსტრუქციულად შეუძლებელია. ამიტომ მაღლივი შენობები სიმაღლის მიხედვით იყოფა სახანძრო ნაკვეთურებად და თითოეულს უკეთდება კვამლის მოშორების დამოუკიდებელი სისტემა.

მაღლივ შენობებს, როგორც წესი, უკეთდება გაუკვამლავი კიბის უჯრედები, ხოლო ლიფტის შახტებთან ეწეობა სარაბო ტუმბურები (ტამბურ-რაბები).

ასეთი მაღლივი კორპუსის ხანძარსაწინააღმდეგო ვენტილაციის ერთ-ერთი შესაძლო სქემა ნაჩვენებია 1 ნახაზზე.



ნახ. 1 მაღლივ შენობაში კვამლსაწინააღმდეგო დაცვის ორგანიზაციული სქემა  
 1. ტექნიკური სართული, 2. შენობის სართულები, 3. გაუკვამლავი კიბის უჯრედი, 4.

კიბის წინ მდებარე ტამბურ-რაბი, 5. ლიფტის შახტა, 6. დერეფნებიდან ან სათავსებიდან კვამლის მოშორების სისტემა, 7. კიბის უჯრედში ჰაერის მიმწოდებელი (დამწნივი) სისტემა, 8. ჰაერის მიმწოდებელი სისტემა კიბის უჯრედის წინ მდებარე ტამბურ-რაბებში, 9. ჰაერის მიმწოდებელი სისტემა ლიფტის შახტაში

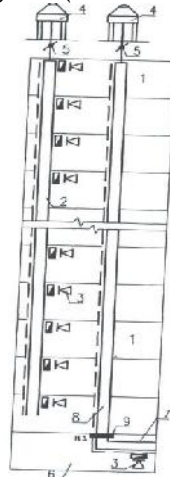
როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ჰაერის მიწოდება უნდა მოხდეს ლიფტის შახტებში, კიბის უჯრედებსა და კიბის უჯრედებთან განთავსებულ სარაბო ტამბურებში, ხოლო კვამლის გაწოვა ხორცილდება ყველა სახანძრო ნაკვეთურიდან ცალკ-ცალკე ტექნიკურ სართულებზე განლაგებულ კვამლგამწოვი ვენტილატორების საშუალებით.

შენობებში კვამლის გამწოვი სისტემები ეწეობა სათანადო ნორმების [1] შესაბამისად. როგორც ნორმებშია მოცემული საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ, ადმინისტრაციულ და მრავალფუნქციურ შენობებში, რომელთა სიმაღლე 28 მ აღემატება, საჭიროა მოეწიოს კვამლსაწინააღმდეგო ვენტილაცია, რომლის დანიშნულებაცაა ხანძრის შედეგად წარმოქმნილი კვამლის მოცილება.

გარდა მაღლივი (მრავალსართულიანი) შენობებისა კვამლგამწვანი ვენტილაცია ეწეობა მთელ რიგ სხვა შემთხვევებშიც, რომელთა ჩამონათვალიც ამავე ნორმებითაა განსაზღვრული.

კვამლის დროული გაწოვის საკომპენსაციოდ უნდა მოეწოს აგრეთვე კვამლსაწინააღმდეგო მიმწოდებელი სავენტილაციო სისტემა.

შენობების სახანძრო ვენტილაციის დაპროექტების დროს რეკომენდებულია ვიხელმძღვანელოთ [2,3] მონაცემებით, რომლებშიც წარმოდგენილია საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობების საერთო და კვამლგამყვანი სავენტილაციო სისტემების ძირითადი პრინციპული სქემები და მათი საინჟინრო გათვლის მეთოდები.

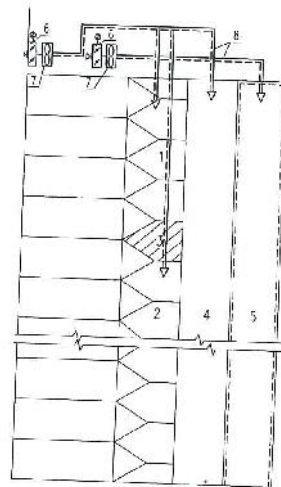


ნახ. 2 საზოგადოებრივი შენობების დერეფნებიდან და პოლებიდან კვამლსაწინააღმდეგო მექანიკური გამწოვი სისტემის პრინციპული სქემა 1. დერეფანი, 2. კვამლის მოშორების შახტა, 3. საკვამლე სარქველები, 4. კვამლგამყვანი ვენტილატორი, 5. უკუსარქველი, 6. 1-ლი სართულის დერეფანი, 7.

ხანძარსაწინააღმდეგო ნორმალურად დაკეტილი სარქველი.

კვამლგამწოვი ვენტილატორები უნდა უძლებდნენ გადასაადგილებელი გაზ-ჰაერის ნარევის მაღალ ტემპერატურას. ერთი საათის ხანგრძლივობით მუშაობის შემთხვევაში მისი ტემპერატურა 600°C-მდეა, ხოლო ორი საათი ხანგრძლივობის შემთხვევაში 400°C-მდე. ჰაერსადენები კეთდება ცეცხლმედეგი მასალისაგან.

გაწოვილი კვამლის საკომპენსაციოდ ეწეობა კვამლსაწინააღმდეგო მიმწოდებელი სავენტილაციო სისტემები (ნახ. 3), რომლებიც ჰაერს აწოდებენ კიბის უჯრედებსა და ლიფტის შახტებში.



ნახ. 3 გაუკვამლავ კიბის უჯრედებიან საზოგადოებრივ შენობებში მიმწოდებელი კვამლსაწინააღმდეგო მექანიკური სავენტილაციო სისტემის პრინციპული სქემა 1. კიბის უჯრედის ზემო ზონა, 2. კიბის უჯრედის ქვემო ზონა, 3,4. ლიფტის შახტა, 5. ხანძარსაწინააღმდეგო ლიფტის შახტა, 6. ჰაერმიმღები სარქველი, 7. მიმწოდებელი ვენტილატორი, 8. ჰაერსადენი

კიბის უჯრედებსა და ლიფტის შახტებში ჰაერის მიწოდება შესაძლებელია განხორციელდეს ერთი საერთო სავენტილაციო სისტემით. ამ დროს ყურადღება უნდა გაკავშირდეს მისაწოდებელი ჰაერის საანგარიშო რაოდენობაზე. დიდი რაოდენობის შემთხვევაში უმჯობესია გამოვიყენოთ განცალკევებული სავენტილაციო სისტემები. ხანძარსაწინააღმდეგო შესრულების მქონე ლიფტების შახტებში, რომლებიც სახანძრო ქვეგანყოფილებების გადასაყვანადაა განკუთვნილი უნდა მოეწყოს დამოუკიდებელი მიწოდებელი სავენტილაციო სისტემა.

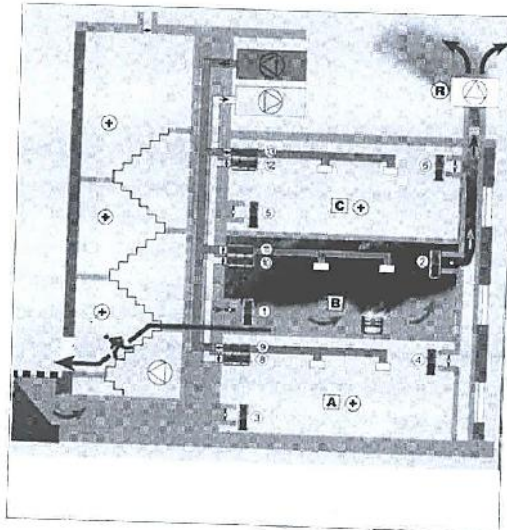
დიდი ფართობის მქონე სათავსებისათვის - მაღაზიები, საგამოფენო დარბაზები, სხვადასხვა სახის მრავალფუნქციური კომპლექსები, ასევე საჭიროა ალიტურვოს კვამლისაგან დაცვის სავენტილაციო სისტემებით.

ასეთი სათავსების ფართობები იყოფა სახანძრო ნაკვეთურებად და თითოეულს უკეთდება ორი წყვილი მიწოდ-გამწოვი სავენტილაციო სისტემა.

ამრიგად შენობებს, როგორც წესი, უკეთდება ორი წყვილი მიწოდ-გამწოვი სავენტილაციო სისტემა, რომელთაგან ერთი ემსახურება ტემპერატურულ-ტენიანობრივი რეჟიმის უზრუნველყოფას და იგი მუდმივ მოქმედებაშია. ეს სისტემა შეიძლება იყოს როგორც მხოლოდ სავენტილაციო პარამეტრების უზრუნველსაყოფად ასევე ჰაერის კონდიცირების რეჟიმში სამუშაოდაც. მეორე წყვილი სისტემა კი ემსახურება შენობების კვამლისაგან დაცვას და იგი მხოლოდ ხანძრის შემთხვევაში მოქმედებს. ეს სისტემები ალტურვილი უნდა იქნას როგორც სახანძრო, ასევე ცეცხლდამჭერ სარქველებისაგან. ხოლო კვამლდამცავ სისტემაში ეწყობა ცეცხლმდევი ჰაერსადენები და ვენტილატორები.

სავენტილაციო სისტემების სწორი მუშაობა უნდა უზრუნველყოს ავტომატური მართვის სისტემამ.

იმ შემთხვევაში თუ ხანძარი გაჩნდა მრავალსართულიანი შენობის რომელიმე სართულზე, ავტომატიკის სისტემამ უნდა უზრუნველყოს ამ სართულის სრული იზოლირება დანარჩენი სართულებისაგან (ნახ. 4). ხანძრის სართულზე ამ დროს წარმოიქმნება დადაბლებული წნევის ზონა, ხოლო ამ სართულის ზემო და ქვემო სართულებზე გვექნება მომატებული (ჭარბი) წნევის ზონა.



ნახ. 4 ხანძრის შემთხვევაში სავენტილაციო და კვამლსაწინააღმდეგო სისტემების მოქმედების პრინციპული სქემა (აღნიშვნები იხ. ტექსტში).

ხანძრის დროს კვამლგამწოვ არსზე იხსნება კვამლმიმდები (საკვამლე) სარქველი 2 და კვამლი გაიწოვება ვენტილატორის (R) საშუალებით. ამასთანავე იღება სარქველი 1 და სუფთა გარე ჰაერი მიეწოდება სათავსს. გამწოვი სარქველები 3,4,5,6 რჩება ჩაკეტილი, რაც გამორიცხავს შენობაში კვამლის გავრცელების შესაძლებლობას. ამ დროს ადამიანებს შეუძლიათ თავისუფლად დატოვონ ხანძარგაჩენილი ზონა.

ვენტილაციის სისტემაში 10,11 ცეცხლდამჭერი სარქველები იკეტება, ხოლო ხანძარგაჩენილი სართულის დანარჩენი სართულებისაგან იზოლაციის მიზნით ცეცხლდამჭერი, 9 და 13 ფარები, რომლებიც ამ დროს ღიაა, მიმწოდებელი ვენტილატორის საშუალებით აწვდიან ჰაერს A და C სართულებს და ქმნიან ამ სართულებზე მომატებულ (ჭარბ) წნევას. ცეცხლდამჭერი ფარები 8 და 12 უნდა იყოს დაკეტილი.

ამრიგად ხანძრის დროს უბედური შემთხვევების თავიდან აცილება მნიშვნელოვან წილად დამოკიდებულია კვამლდამაცავი სავენტილაციო სისტემების სწორ მოწყობაზე, მის მუდმივ გამართულ მდგომარეობაში ყოფნასა და ავტომატური მართვის სისტემის საიმედოობაზე.

### 3. დასკვნა

1. შენობებში ხანძრის შედეგად ადამიანთა დაღუპვის ძირითადი მიზეზი არის წვის შედეგად წარმოქმნილი გაზების და მათი ნარევის მავნე ზემოქმედება ორგანიზმზე;
2. წვის შედეგად წარმოქმნილი გაზებიდან განსაკუთრებული მომწამვლელი თვისებებით გამოირჩევა მხუთავი გაზი (CO) და ციანიდმუავა (HCN) მათი კონცენტრაცია ჰაერში 1,2%-მდე იწვევს ადამიანის სიკვდილს;
3. კვამლისაგან დაცვის სისტემა წარმოადგენს შენობების საინჟინრო აღჭურვილობის შემადგენელ ნაწილს და მის მოწყობას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს შენობათა ხანძარუსაფრთხოების უზრუნველყოფის საქმეში;
4. სავენტილაციო სისტემები წარმოადგენენ ხანძრის დროს წარმოქმნილი ნამწვი გაზების შენობაში გავრცელების საუკეთესო საშუალებას, ამიტომ მათი სწორი აღჭურვა ხანძასაწინააღმდეგო სავენტილაციო მოწყობილობებით მნიშვნელოვან წილად ზრდის შენობათა ხანძარუსაფრთხოებას;
5. შენობათა კვამლისაგან დაცვის სისტემებში შენობის სართულიანობის ზრდასთან დაკავშირებით ჰაერის ხარჯის ზრდის გამო, იზრდება ვენტილაციური დანადგარის ზომები რაც ართულებს მის კონსტრუქციულ განლაგებას შენობაში, რის გამოც უპირატესობა ენიჭება ერთდროულად ორი ან მეტი სავენტილაციო დანადგარის მუშაობას.

### ლიტერატურა

1. СП7. 13130.2013 – Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Требования пожарной безопасности. Москва, 2013, стр. 41
2. ТО 06-16740, Пособие по проектированию принципиальных схем систем вентиляции и противодымной вентиляции. Москва, 2007, стр. 172,
3. Рекомендация АВОК – Расчет параметров противодымной защиты жилых и общественных зданий. Москва, 2015, стр. 48,
4. L. Ferrari Системы дымоудаления – эффективное «управление» дымом при пожаре. Москва, Изд. АВОК, №7, 2005, стр. 12

მსუბუქი შიშვანებლებზე დამზადებული ბეტონის ხარისხის  
კონტროლი

დ. ბაქრაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68,  
საქართველო, 0,175, თბილისი)

**რეზიუმე:** მსუბუქი ბეტონის 50 სხვადასხვა შემადგენლობის შესწავლის საფუძველზე, რომლებშიც გამოიყენებოდა სხვადასხვა ხარისხის და ზომის შემავსებლები, წყლისა და ცემენტის შემცველობის ცვლილებით და მრავალი სახის დანამატებით, გაკეთდა დასკვნა, რომ საუკეთესო სახის პლასტიფიკატორს ჩათრეული ჰაერი წარმოადგენს. მისი სასურველი რაოდენობის გამოყენებით იგი მნიშვნელოვნად ზრდის ბეტონის ნარევის ადვილდამუშავებადობას, ბეტონის სიმტკიცის უმნიშვნელო შემცირებით 7%-ზე მეტი ჰარის შემცველობის შემთხვევაში ბეტონის სტაბილურობა შესამჩნევად მცირდება. აუცილებელია, აღინიშნოს, რომ განსახილველ შემთხვევაში ჰაერის შემცველობა ბეტონის ნარევიში ჩვეულებრივზე 2-3%-ით მეტია. ჩათრეული ჰაერის რაოდენობა დამოკიდებულია ცემენტისა და წყლის შემცველობაზე, ჩვეულებრივად შემავსებლების ფარდობაზე და მათი ნაწილაკების ფორმაზე, იმ ტემპერატურაზე რომლის პირობებშიც მზადდება ნარევი. რიგი მკვლევარების ნამუშევრების ანალიზი დადგენილია, რომ ბეტონში ჩათრეული ჰაერი აუმჯობესებს ცვეთამდეგობას, ამცირებს შეღწევადობას და ზრდის ყინვამდეგობას.

**საკვანძო სიტყვები:** დოზირება, ადვილჩაწყობადობა, განშრევა, ჯდენა, ამობურცული თიხის შემავსებლები, წყალშთანქმის უნარი, წყალცემენტის ფარდობა.

## 1. შესავალი

როგორც ცნობილია მსუბუქი შემავსებლებისაგან დამზადებული მსუბუქი ბეტონის ნარევით მიღებული მსუბუქი ელემენტები ამცირებენ ნაგებობის წონას, რაც მეტად მნიშვნელოვანია შენობის შემდგომი ექსპლუატაციის პერიოდში.

მსუბუქი ბეტონის დამზადების პროცესი დაკავშირებულია მთელი რიგ სირთულეებთან, რაც პირდაპირ უკავშირდება მის ადვილჩაწყობადობას და სტრუქტურას. მოცემულ სტატიაში განხილულია ბეტონის ნარევის დამზადების ტექნოლოგია წყლის რაოდენობის რეგულირების, ჰაერჩამთხევი დანამატების და შემავსებლების წვრილი და მსხვილი ფრაქციების რაოდენობის ცვლილებით.

## 2. ძირითადი ნაწილი

მსუბუქი ბეტონის დამზადების დროს მიღებული უნდა იქნას მოცემული ფიზიკური თვისებები, სტაბილურობა გაჭიმვაზე და კუმშვაზე, მინიმალური ჯდენა და მინიმალური ცოცვადობა დატვირთვის ქვეშ. ამასთან ერთად ბეტონის შემადგენლობებმა უნდა დააკმაყოფილონ ისეთი მოთხოვნები როგორცაა, დოზირებისა და მასალების დამუშავების სიმარტივე, ნარევის ადვილდამუშავება მორევისა და ჩაწყობის დროს განშრევის გარეშე და საბოლოო პროდუქტის ერთგვაროვანი სტრუქტურა. შემავსებლების გამოყენების დროს ბეტონის მოცემული თვისებები მიიღება, არა ისეთი მეთოდებით, როგორც ჩვეულებრივი მძიმე შემავსებლების გამოყენების დროს. ბეტონებს მსუბუქ შემავსებლებზე პრაქტიკულად გააჩნიათ მძიმე ბეტონის ყველა თვისება, მაგრამ არ გააჩნიათ მრავალი მისი ნაკლოვანება.

მსუბუქი ბეტონი შეიძლება დამზადდეს დროის, ენერჯისა და საშუალებების ეკონომიით, თუ ტექნიკურმა პერსონალმა კარგად იცის მსუბუქი შემავსებლების თვისებები.

მსუბუქი შემავსებლების დამახასიათებელი თვისებებიდან უნდა აღინიშნოს შემდეგი:

1. შემავსებლების ნატეხებს და მარცვლებს მათი ზომების მიუხედავად გააჩნიათ კუთხოვანი ფორმა, რაც იწვევს ღორღით და ხელოვნური ქვიშით დამზადებული მძიმე ბეტონის ანალოგიურ ხისტი არადვილად დამუშავებადი ბეტონის მიღებას,
2. წვრილ მასას აქვს დიდი მოცულობითი წონა, ვიდრე მსხვილ შემავსებელს, ამას გარდა დაქუცმაცების დროს გამოიყენება მეტად მშრალი მასალა, აღნიშნული ფაქტორები ერთიანობაში იწვევენ წვრილი ფრაქციის მნიშვნელოვან გამოყოფას, თუ ამის საწინააღმდეგოდ არ იქნა გამოყენებული შესაბამისი ღონისძიებები;
3. შემავსებლები ძლიერ შთანთქავენ ტენს, ამასთან შთანთქმის სიდიდე იცვლება მნიშვნელოვან ზღვრებში, რაც ართულებს წყლის საჭირო რაოდენობის გამოთვლას და იწვევს ბეტონის არაერთგვაროვან ადვილჩაწყობადობას;
4. შემავსებლები ბეტონის ნარევე მსუბუქია და ამიტომ ისინი ზედაპირისაკენ მიემართებიან შერევისა და ჩაწობის დროს;
5. ბეტონის მცირე წონა ზრდის ჰაერის ჩათრევის ნორმალურ ტენდენციას და ღრმულების წარმოქმნას.

სათანადო სახით შერჩეული ბეტონის ნარევის ამობურცული თიხისა და ფიქალების შემავსებლებით გააჩნია ისეთივე გარეგანი სახე, როგორც ჩვეულებრივ მძიმე შემავსებლებზე დამზადებულ ბეტონის ნარევის. მას უნდა გააჩნდეს ხსნარის საკმარისი რაოდენობა, რათა შეავსოს მსხვილ შემავსებლებს შორის არსებული სიცარიელები, და არ გააჩნდეს ზედმეტი წვრილი ფრაქცია.

ნარევი უნდა იყოს საკმარისად პლასტიკური და ამავე დროს შეკრული, რათა არ იშლებოდეს ვიბრაციის დროს.

ბეტონის ნარევეები მძიმე შემავსებლებით ჩვეულებრივად შეიცავენ 35-დან 45%-მდე ქვიშას და 65-დან 55%-მდე მსხვილ შემავსებლებს, დიდი რაოდენობით დამრგავლებული და ნახევრადდამრგვალებული ნაწილაკებით, რომლებიც აუმჯობესებენ ადვილდამუშავებადობას. შემავსებლები ამობურცული თიხისა და ფიქალებისაგან, რომელთა ნაწილაკების მაქსიმალური ზომე არ აღემატება 20მმ, როგორც წესი განიხილავს მსხვილი და კუთხოვანი ფორმა, მათი ზომებისაგან დამოუკიდებლად. მათი ასეთი მახასიათებელი მოითხოვს წვრილი შემავსებლების დიდი რაოდენობით გამოყენების აუცილებლობას, რათა მიღებული იქნას ადვილადჩაწობადი ნარევი. კარგი ნარევი მიიღება 45-დან 60%-მდე წვრილი და შესაბამისად 55-40% მსხვილი შემავსებლის გამოყენებით, ადვილჩაწობადობაზე მოქმედი სხვა ფაქტორების გამოყენებით.

ასეთი ფარდობადობის გამოყენების დროს საჭირო ადვილჩაწყობადობა შეიძლება მიღებულ იქნეს შეხეთვის დახმარებით ცემენტის ცომის, წყლისა და დამრგვალებული ფორმის ქვიშის მარცვლების გამოყენებით. ამ მზნით ცემენტის ხარჯის მომატება არაეკონომიურია და ამას გარდა იწვევს ბეტონის ჯდენის ზრას. ზედმეტი წყლის დამატება არასასურველია, ვინაიდან იგი იწვევს ბეტონის სიმტკიცის შემცირებას, ზრდის განშრევებისა და ჯდენის პროცესს. მრგავი მარცვლების მქონე ქვიშის გამოყენება არასასურველია, ვინაიდან სწრაფად იზრდება ბეტონის მოცულობითი წონა და მისი ჯდენა, მაგრამ იზრდება დრეკადობის მოდული.

მსუბუქი შემავსებლების წყალშთანთქმის უნარი მერყეობს მნიშვნელოვან საზღვრებში, მაგრამ ყველა ისინი თავიანთი მდგომარეობით ინარჩუნებენ დიდ რაოდენობას. მსხვილი შემავსებელი შქანთქავს წყალს მისი მშრალი მდგომარეობის 10-დან 25%-მდე, ხოლო წვრილი 15-დან 30%-მდე, ერთი საათით წყალში ჩაშვების დროს. შემავსებლების მიერ შთანთქმული წყლის რაოდენობა შემდგომში ორთქლდება, იგი არ მოქმედებს ადვილგადამამუშავებლობაზე და არ უნდა იქნეს



გათვალისწინებული წყალცემენტის ფარდობის განსაზღვრის დრო. ამ თვისებებზე მოქმედებს მხოლოდ შემავსებლების არშთანთქმული თავისუფალი წყალი. თუ შემავსებლები მშრალ მდგომარეობაში იტვირთებიან ბეტონშემრევში, მაშინ გამოსული ნარევი იქნება ადვილგადამუშავებადი, მაგრამ ჩაწყობის ადვილად მიტანის დროის განმავლობაში ნარევი ხდება ხისტი და ჩასაწყობად უვარგისი.

წყლის შთანთქმასთან დაკავშირებული ადვილგადამუშავებადობის კარგვის პრობლემა, შემავსებლების ფრაქციებად დაყოფით და წვრილი ფრაქციის შემცირებით შესაძლებელია გადაწყვეტილი იქნეს დამაკმაყოფილებლად შემავსებლების წინასწარი დასველებით მათი ჩამოტვირთვამდე და გამოყენებამდე ან 24 საათით ადრე. სასურველია, რომ შემავსებლებმა ამ დროის განმავლობაში მიიღონ 8-დან 15% წყალი წონის შესაბამისად, წყლის ოპტიმალური რაოდენობა შემავსებლის მოცემული სახის და ზომის მიხედვით მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს.

შემავსებლების წინასწარი დატენიანება აღმოფხვრის მათ დაყოფას ტრანსპორტირების დროს და მინიმუმადე ამცირებს წვრილი შემადგენლობის დანაკარგებს. იგი დროში ვარიაციის საშუალებას იძლევა ბეტონის ნარევის მომზადებისა და ჩაწყობის დროს ადვილგადამუშავებადობის შესამჩნევი ცვლილების გარეშე, ვინაიდან მცირდება შედუღაბებისათვის საჭირო წყლის შქანთქმა შემავსებლებით.

შემავსებლების მცირე წონის გათვალისწინებით, მოცემული ადვილგადამუშავებადობის მსუბუქ ბეტონს გააჩნია ნაკლები კონუსური ჯდენა მძიმე ბეტონთან შედარებით. მსუბუქი ბეტონი 4-7% ჩათრეული ჰაერით და 5-7,5 სმ ჯდენის კონუსით შეიძლება გამოყენებული იქნეს მძიმე ბეტონისათვის საჭირო 7,5-12,5 ჯდენის კონუსის პირობებში სინამდვილეში ჯდენის კონუსი არ შეიძლება იყოს მსუბუქი ბეტონის ადვილგადამუშავებადობის მაჩვენებელი, არამედ წარმოადგენს ცალკეული ნარევის კონსისტენციის ერთგვაროვნობის კონტროლის ხერხს.

### 3. ღასკვნა

შემავსებლების მცირე წონის გათვალისწინებით მოცემული ადვილგადამუშავებადობის მსუბუქ ბეტონს გააჩნია ნაკლები კონუსური ჯდენა მძიმე ბეტონთან შედარებით. მსუბუქი ბეტონი 4-7% ჩათრეული ჰაერით და 5-5,7 სმ ჯდენის კონუსით შეიძლება გამოყენებული იქნეს მძიმე ბეტონისათვის საჭირო 7,5-12,5 სმ ჯდენის კონუსით.

სინამდვილეში ჯდენის კონუსი არ შეიძლება იყოს მსუბუქი ბეტონის ადვილგადამუშავებადობის მაჩვენებელი, არამედ წარმოადგენს ცალკეული ნარევის კონსისტენციის ერთგვაროვნობის კონტროლის საშუალებას.

### ლიტერატურა

1. ა. ტატიშვილი. ძირითადი საშენი მასალები და ნაკეთობანი. თბილისი უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი, 1990წ, გვ. 14;
2. ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი. სამშენებლო მასალათმცოდნეობა. საგამომცემლო სახლი ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი 2017წ, გვ. 5;
3. Строительство и архитектура за рубежом. Сборник 4 Госстройиздат усср киев. 1958г. с. 4
4. შ. ბურჭულაძე. საშენი მასალები. გამომცემლობა განათლება. თბილისი, 1988წ.

რუსთაველის ქუჩაზე არსებული პოტენციური მეწყერი  
ნ. არეშიძე, გ. ლუტიძე, გ. არეშიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68,  
საქართველო, 0,175, თბილისი)

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია რუსთაველის ქუჩაზე არსებული პოტენციური მეწყერი. როგორც ცნობილია ქ. თბილისი გეომორფოლოგიურად წარმოადგენს მთავორიანი ქვეყნის ნაწილს, ამიტომ როგორც ყველა მთავორიანი ქვეყანაში მეწყერული პროცესი საკმაოდ არის განვითარებული. რუსთაველის მეწყერი ზოგი მკვლევარის აზრით ტექტონიკურია. ზოგიერთი კი მას მდინარის გეოლოგიური მოქმედებით ხსნის. მეწყერულ ფერდობი ძირითადად თიხნარებისაგან შედგება, რომელიც დეტალურად იქნა გამოკვლეული.

**საკვანძო სიტყვები:** მეწყერი, ენდოთერმული, ეოცენი, ბლოკი, მინერალიზაცია, კლდოვანი.

### 1. შუსავალი

მეწყერული ხასიათის მოვლენების კვლევა და მის წინააღმდეგ ბრძოლა წარმოადგენს სახელმწიფო მნიშვნელობის აქტუალურ პრობლემას.

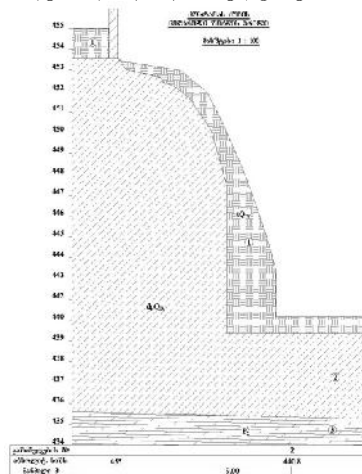
მეწყერი გრუნტის მოძრავი მასებია, რომლებიც წარმოიქმნება დიდი დახრილობის ფერდობზე. მეწყერი შეიძლება წარმოიქმნას უეცრად და გაგრძელდეს თვეობით, წლებით. მეწყერები დამახასიათებელია როგორც ფხვიერი, ისე მკვრივი ქანებისათვის.

მდინარე მტკვარმა თავისი გეოლოგიური განვითარების მანძილზე წარმოშვა მერიდიანული ხეობა, რის შედეგადაც წარმოიშვა ქ. თბილისის მდ. მტკვრის მარჯვენა და მარცხენა სანაპირო. მიუხედავად იმისა, რომ ქ. თბილისის მარჯვენა სანაპირო მარცხენა სანაპიროსთან შედარებით გაცილებით დანაწევრებულია, როგორც მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, მეწყერი განვითარებულია ორივე მხარეზე.

### 2. ძირითადი ნაწილი

აღნიშნული მეწყერული ფერდობი საინტერესოა იმით, რომ, როგორც გამოკვლევებმა გვიჩვენა, ფერდობი წარმოადგენს პოტენციურ მეწყერს, მაგრამ ე.ი. დღეისათვის ფერდობი მდგრადია, როგორც ეს გვიჩვენა ჩვენი მეთოდით ჩატარებულმა ანგარიშმა. თუმცა, ვიზუალურადაც კარგად ჩანს, რომ ფერდობი მდგრადია.

მოკლედ შევეხებით აღნიშნული ფერდობის გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ პირობებს. მეწყერული ფერდობის ზოგადი სურათი მოცემულია ნახ. 1-ზე. როგორც ამ სურათიდან ჩანს, მეწყერული ფერდობი თითქმის ვერტიკალურია და მართლაც იწვევს შთაბეჭდილებას, რომ იგი აუცილებლად დაიმეწყერება.



ნახ. 1 მეწყერული ფერდობის სურათი

მეწერული ფერდობის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დასადგენად გაყვანილი იქნა სამი 15 მ სიგრძის ჭაბურღილი, რის საფუძველზედაც აგებული იქნა ფერდობის ზემოაღნიშნული გეოლოგიური ჭრილი, ფერდობის გეოლოგიური ჭრილი გამოკვლეულ სიღრმემდე წარმოდგენილია შემდეგნაირად:

1. ფენა 1 - ნაყარი;
2. ფენა 2 - თიხნარი;
3. ფენა 3 - არგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობა.

მეწერული ფერდობის სულ ზედა ფენა წარმოდგენილი არის 1-20 სიმძლავრის ნაყარით. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ფერდობის თავზე გადადის ზანდუკელის ქუჩა. ფერდობის ქვედა მხარე კი გამოდის კოსტავას ქუჩაზე. ეს ყველაფერი არის რუსთაველის ძეგლიდან 50-100 მეტრში. ფერდობის სიმაღლე 14-15 მეტრს აღწევს. თუ როდის შეიქმნა აღნიშნული ფერდობი ასეთი ფორმის, ამაზე მკვლევარებს ერთი აზრი არ აქვთ. ზოგის აზრით, იგი ტექტონიკურია. ზოგიერთი კი მას მდინარის გეოლოგიური მოქმედებით ხსნის. თიხნარები ბუნებრივ პირობებში მშრალ მდგომარეობაშია. მათი ბუნებრივი სიმკვრივე 1.75-4.0 გ/სმ<sup>3</sup> ფარგლებში იცვლება. დაბალია მათი ბუნებრივი ტენიანობაც. ქვემოთ ჩვენ მოგვყავს თიხნარების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების გასაშუალებული მნიშვნელობანი განსაზღვრული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გრუნტების მექანიკისა და ფუძე-სადირკვლების მიმართულებაზე.

1. ბუნებრივი ტენიანობა -  $W=17$  %,
2. ბუნებრივი სიმკვრივე -  $\rho=1.79$  გ/სმ<sup>3</sup>,
3. პლასტიკურობის ზედა ზღვარი -  $W_L=32$  %,
4. პლასტიკურობის ქვედა ზღვარი -  $W_p=19$  %,
5. პლასტიკურობის რიცხვი -  $I_p=13$ ,
6. დენადობის მაჩვენებელი -  $I_L=0.17$ ,
7. ფორიანობის კოეფიციენტი -  $e=0.78$ ,
8. ტენიანობის ხარისხი -  $S_2=0.58$ ,
9. ჩაჯდომადობა -  $h=<0.01$ ,
10. დასველების დრო -  $S_T=12$  წუთი

გამოკვლეული იყო თიხნარების გრანულომეტრული შედგენილობა. შედეგები მოცემულია ცხრ. 1-ში.

თიხების გრანულომეტრული შედგენილობა ცხრილი 1

№	ჭაბურღილის №	აღების სიღრმე მ	ბუნებრივი ტენიანობა W-%	ბუნებრივი სიმკვრივე გ/სმ <sup>3</sup>	ფრაქციების ზომა - მმ			
					>2	2-0.05	0.05-0.005	<0.005
1	2	9.0	17	1.78	9	20	33	32
2	2	10.0	16	1.80	7	23	41	29
3	3	8.0	17	1.75	9	19	45	27
4	3	11.0	17	1.77	11	22	36	31
5	4	10.0	18	1.78	6	22	44	27

ჩატარებული იქნა თიხური ფრაქციების მინერალური შედგენილობის გამოკვლევა თერმული ანალიზით და ელემენტარული საშუალებით.

თერმოდინამიკურ მრუდზე ფიქსირდება სამი ენდოთერმული პიკი 180, 600, 830<sup>0</sup>. ენდოთერმული პიკები მიანიშნებს, რომ (3500) ორგანიკა არის, ხოლო 600<sup>0</sup> მიუთითებს, რომ არის პირიტი.

რაც შეეხება გრუნტის სიმტკიცისა მაჩვენებლებს, შიგა ხახუნის კუთხესა და კუთრ შეჭიდულობას, იგი განსაზღვრული იქნა როგორც წინა პარაგრაფებში, ისე აქაც კლასიკური მეთოდით, როდესაც და C-ს მნიშვნელობა გასაშუალებულია და ჩვენ მიერ რეკომენდებული მეთოდითაც.

მოედნის შემდეგი ფენა წარმოდგენილია ძირითადი ქანებით, მესამეული ასაკის ზედა ეოცენის არგილითებისა და ქვიშაქვების მორიგეობით. აღნიშნული ქანები

უშუალოდ მეწყერის განვითარებაში არ იღებს მონაწილეობას, მაგრამ იმ შემთხვევაში თუ მეწყერსაწინააღმდეგო ღონისძიებად დასახელებული იქნება ნაბურღ-ნატენი ხიმიწებები, მაშინ საჭირო გახდება ძირითადი ქანების დახასიათებაც თავის სიმტკიცის მონაცემებით.

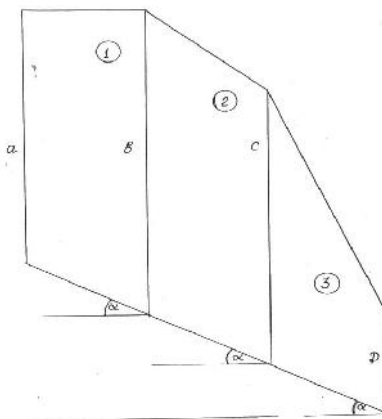
როგორც აღვნიშნეთ, ძირითადი ქანები არგილითებისა და თიხაფიქლის მონაცვლეობით შედგება. უნდა ითქვას, რომ სიმტკიცის თვალსაზრისით აღნიშნული ქანები მკვეთრად განსხვავდება ერთმანეთისგან. თუ ქვიშაქვები თავისი სიმტკიცით კლდოვან ქანებს მიეკუთვნება ( $R_k > 50$  კგ/სმ), არგილითების სტაბილურობა გაცილებით ნაკლებია და მიეკუთვნება ნახევრად კლდოვან ქანებს. იგი საკვლევ უბანზე თხელშრეებრივობით ხასიათდება.

არგილითები ლითოლოგიურად თიხებს წარმოადგენს, რომელმაც სტაბილურობა მიიღო ლიტოფიკაციის დროს, როდესაც ხვდებოდა მაღალი ტემპერატურისა და დიდი წნევის ქვეშ.

ქვიშაქვები ძირითადად არკოზულია და ხასიათდება საშუალო სიმძლავრის შრეობრივობით.

დავახასიათოთ რა ფერდობის შემადგენელი გრუნტები, შეიძლება გადავიდეთ ფერდობის მდგრადობის ანგარიშზე. ფერდობის მდგრადობის ანგარიშისთვის შედგენილია ფერდობის საანგარიშო სქემა, რომელიც მოცემულია ნახ. 1-ზე, ხოლო მდგრადობისთვის საჭირო მონაცემები მოცემულია ცხრ. 1-ში. მეწყერული ფერდობი დაყოფილი იქნა სამ ბლოკად. ფერდობის მდგრადობა გაანგარიშდა მასლოვ-ბერერის ჰორიზონტალური ძალების მეთოდით. აღსამიშნავია, რომ კლასიკური მეთოდის ანგარიშით მდგრადობის კოეფიციენტი  $K < 1$ -ზე, რაც ნიშნავს იმას, რომ ფერდობი არამდგრადია. არადა ფერდობი დგას და ამ მდგომარეობაში არის დაახლოებით რამდენიმე ათეული წელი. ჩვენ ვიანგარიშეთ ფერდობის მდგრადობა ჩვენ მიერ შერჩეული მეთოდით და აღმოჩნდა, რომ მდგრადობის კოეფიციენტი ტოლია  $K = 1.1$ . ამრიგად, ფერდობი მდგრადია, რაც დასტურდება ფერდობის ამჟამინდელი მდგომარეობითაც. როგორც აღვნიშნეთ, რომ  $K = 1.1$ , ე. ი. ფერდობი მდგრადია, მაგრამ სამშენებლო ნორმები, მიგვითითებს: იმისათვის, რომ ფერდობის სიმდგრადე უზრუნველყოფილი იყოს სათანადო მარაგით, მდგრადობის კოეფიციენტი არ უნდა იყოს 1.2-ზე ნაკლები. ჩვენც ვთვლით, რომ საყრდენი კედლის გაკეთება აუცილებელია, რათა მაქსიმალურად იყოს უზრუნველყოფილი ფერდობის სიმდგრადე.

მეწყერული ფერდობის საანგარიშო სქემა მ. 1:100



ნახ. 2

ცხრილი 2

მეორე ვარიანტი პირველი და მეორე ბლოკისათვის  $\varphi = 26^\circ$  და  $c = 0.3$  კგ/სმ<sup>2</sup>

მესამე ბლოკისათვის  $\varphi = 22^\circ$  და  $c = 0.25$  კგ/სმ<sup>2</sup>

ბლოკის №	ბლოკის ზომები	მონტაჟის სიღრმე	ბლოკის წონა G	$\alpha$	$tg\alpha$	$P=Gtg\alpha$	ბლოკის მონტაჟის საშუალო წონა Pn ლ/მ <sup>2</sup>	$Fp=tg\alpha+C/Pn$	$\Psi_p=arctgFp$	$\varphi_p$	$tg(\alpha-\Psi_p)$	$G(tg\alpha-\Psi_p)$
1	$\frac{3.5 \times 11.5}{2} \times 4$	42.0	84.0	30.0	0.58	48.5	20.0	0.69	37	-7	0.11	6.5
2	$\frac{11.5 \times 100}{2} \times 4$	43.0	86.0	30.0	0.58	50.0	21.0	0.69	37	-7	0.12	7.0
3	$\frac{10.0 \times 4.2}{2} \times 4$	28.4	28.4	30.0	0.58	33.0	14.0	0.64	35.0	-5.0	0.09	3.4
						131.5				16.9		

k=1.1

### 3. დასკვნა

მეწყერსაწინაარმდეგო ღონისძიებების შერჩევას კარგად უნდა იქნეს გამოკვლეული ადგილის გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური პირობები. მეწყრული პროცესების განვითარების ძირითადი მიზეზები ტექნოგენური წყლებია. მეწყრულ ზონებში მკაცრად უნდა იქნეს დაცული ტერიტორიები ტექნოგენური წყლებისაგან, მხოლოდ მეწყერზე მოქმედი ყველა ფაქტორის მხედველობაში მიღებით უნდა შეირჩეს რაციონალური ღონისძიებანი.

### ლიტერატურა

1. ზ. ორაგველიძე. “მეწყრების შეკავება სიმინჯოვანი ნაგებობების გამოყენებით”. სამთო ჟურნალი, №1(3), 1999წ;
2. Арешидзе Г. М. Оползны Грузинской ССР. Тбилиси, Мецნიერება 1980 г

(Kakha Bendukidze University Campus, # 240 David Aghmashenebeli Alley, Tbilisi, Georgia)

( , . 77, 0175, , )

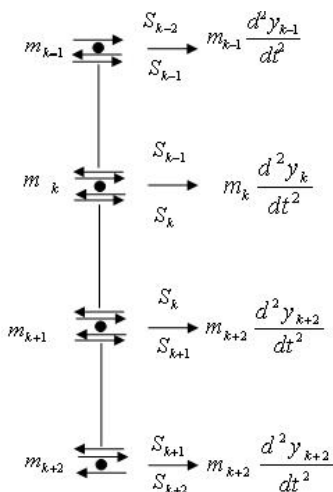
:

## 1. Введение

\1,2\

\4\.

## 2. Основные зависимости



[1,3]:

$$m_k \frac{d^2 y_k}{dt^2} + S_{k-1} - S_k = 0$$

$$S_k = \sum_{i=1}^{I-1} S_{k,i}$$

$$y_k = - \sum_{i=1}^I \frac{(t_I - t_{j-1})^2}{2m_k} S_{k-1,i} + \sum_{i=1}^I \frac{(t_I - t_{j-1})^2}{2m_k} S_{k,i}$$

$$\begin{aligned}
 & m_1 \quad m_2 \\
 & \left( \frac{\Delta t^2}{2m_1} + \frac{\Delta t^2}{2m_2} \right) S_{11} - \frac{\Delta t^2}{2m_2} S_{21} \\
 & , \quad S_1: \\
 & \left( \frac{\Delta t^2}{2m_1} + \frac{\Delta t^2}{2m_2} + \frac{l}{GF} \right) S_{11} - \frac{\Delta t^2}{2m_2} S_{21} = 0 \\
 & W \quad m_n \\
 & : \\
 & - \frac{\Delta t^2}{2m_n} S_{n-1,1} + \left( \frac{\Delta t^2}{2m_n} + \frac{l}{GF} \right) S_{n1} = W \\
 & m_k \quad m_{k+1} \quad I \\
 & : \\
 & - S_{k-1,I} \frac{\Delta t^2}{2m_k} - \sum_{i=1}^{I-1} S_{k-1,i} \frac{(t_I - t_{i-1})^2}{2m_k} + S_{k,I} \left[ \Delta t^2 \left( \frac{1}{2m_k} + \frac{1}{2m_{k+1}} \right) + \frac{l}{GF} \right] + \\
 & + \sum_{i=1}^{I-1} S_{k,i} \left[ (t_I - t_{i-1})^2 \left( \frac{1}{2m_k} + \frac{1}{2m_{k+1}} \right) + \frac{l}{GF} \right] - S_{k+1,I} \frac{\Delta t^2}{2m_{k+1}} - \sum_{i=1}^{I-1} S_{k+1,i} \frac{(t_I - t_{i-1})^2}{2m_{k+1}} = 0 \\
 & \Delta_{k,} = \Delta_{k,I} + \sum_{i=1}^{I-1} \Delta_{k,i} . \\
 & S_{k,I} \quad \Delta_{k,I} \quad : \\
 & S_{k,I} \left[ \Delta t^2 \left( \frac{1}{2m_k} + \frac{1}{2m_{k+1}} \right) + \frac{l}{GF} \right] + \Delta_{k,I} = \sum_{i=1}^I S_{k-1,i} \frac{(t_I - t_{i-1})^2}{2m_k} - \\
 & - \sum_{i=1}^{I-1} S_{k,i} \left[ (t_I - t_{i-1})^2 \left( \frac{1}{2m_k} + \frac{1}{2m_{k+1}} \right) + \frac{l}{GF} \right] + \sum_{i=1}^{I-1} S_{k+1,i} \frac{(t_I - t_{i-1})^2}{2m_{k+1}} - \sum_{i=1}^{I-1} \Delta_{k,i}
 \end{aligned}$$

Очевидно, что система будет иметь такой вид для каждого этажа кроме наивысшего и наинизшего. Для самого верхнего этажа будет отсутствовать  $S_{k-1,i}$  а для самого нижнего  $S_{k+1,i}$ . При этом для низшего этажа появится перемещение грунта, которое имеет вид

$$W = ate^{-st} \quad a \quad , \quad \frac{1}{s}$$

Полученная система уравнений решается способом последовательных приближений. Для каждого  $DT$

**Результаты вычисления**

Проведен расчет шестнадцатиэтажного сооружения для которого высота этажа равна 4 м, модуль сдвига -  $8 \cdot 10^9$  кг/м<sup>2</sup>, масса на уровне этажа -  $4 \cdot 10^4$  кг, площадь поперечного сечения работающая на сдвиг - 7.2 м<sup>2</sup>.  $a=50$ ,  $s=8$ . С самого начала предполагаем, что сооружение работает в упругой стадии, определяем максимальные значения усилия и по величине усилия первого этажа допускаем возможность появления пластических перемещений на разных этажах сооружения. В результате расчетов получено, что:

При наличии пластических перемещений на первом этаже усилия значительно уменьшаются в нижних этажах. Действительно, появление пластических перемещений при усилии меньшего на 20% чем максимальное значение при упругом колебании, влечет за собой максимальное уменьшение на 17% на седьмом и третьем этажах, в остальных еще меньше, а выше 12-го никакого влияния. При усилии меньшего на 40% максимальное уменьшение 27-29% будем иметь на третьем и на четвертом, а выше двенадцатого не более 2-3%. При усилии меньшего на 60% максимальное уменьшение 29% будем иметь на третьем, а выше восьмого - незначительное. При 80% меньшей силы уменьшение 70-77% имеется на любом этаже.

Наличие пластических перемещений на втором этаже при усилии меньшего на 20%, влечет за собой максимальное уменьшение на 16% на шестом и седьмом этажах, выше 12-го никакого влияния, а на первом уменьшается на 4%. Аналогичная картина в случае третьего этажа. С третьего по 12 усилия уменьшаются на 4-12%. Выше как и на первом и втором этажах усилия не меняются.

При появлении пластических перемещений на очень низких значениях усилия закономерность изменения последних меняется. Влияние существенно как для ниже так и выше расположенных этажей, хотя влияние более существенно для вышерасположенных. К примеру для 16-этажного здания появление пластических перемещений на первом этаже при усилии меньшего на 96% чем максимальная сила при упругом колебании влечет за собой уменьшение усилия на втором, третьем и четвертом этажах в 21-раз, на следующих двух - 19-раз, а для следующих постепенно уменьшается и на 16-ом уменьшается в 14.6-раз. Появление пластических перемещений на втором этаже уменьшает усилие на этом же этаже 22.8-раз, на верхних этажах максимальное уменьшение 20-раз, минимальное 13.3-раз. Что касается первого этажа уменьшение 1.7-раз. В случае третьего этажа усилие здесь уменьшается в 22-раза, выше - максимальное уменьшение 13.6 раз, минимальное 8.1 раз. Для первого и второго 1.5 и 1.63 раза, соответственно. В случае четвертого этажа усилие здесь уменьшается 21.7 раза, выше 5.2-9.8 раза, ниже 1.39-1.7 раза. Минимальное уменьшение имеет место на 16-ом и на первом этажах. Приведенная закономерность имеет место и для верхних этажей. Например, в случае одиннадцатого этажа усилие здесь уменьшается 11.4 раза, выше максимальное уменьшение составляет 6.9 раза, минимальное 5.2 раза, для нижних этажей 1.4-1.7 раза. Если пластическое перемещение имеет место на 16-ом этаже, усилие здесь уменьшается 8 раз, ниже максимум на 11%-ов кроме второго сверху этажа где уменьшается 1.46 раз.

В том случае если пластические перемещения имеются на первом и втором этажах уменьшение на втором составляет 21.5 раза, но его влияние на верхних этажах незначительно, не выше 5% только на 11-ом и 13-ом а на остальных еще ниже.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что целесообразно применить демпферы, которые при наперед заданных усилиях начинают работать по схеме Прандтля. Это нам позволит прогнозировать распределение усилия по этажам, которое очевидно будет



зависеть от того насколько усилие отличается от соответствующих величин при упругом колебании.

### 3. Выводы

1. Влияние пластических перемещений более значительно для вышележащих этажей, чем для нижележащих.
2. Когда усилие вызвавшее пластическое перемещение незначительно отличается от его максимального значения при упругом колебании влияние для верхних удаленных этажей может и не быть.
3. При одновременном наличии пластических перемещений на двух смежных этажах существенно влияние низшего этажа, а верхнего незначительно.
4. Для получения максимального эффекта от демпферов их следует расположить на низшем уровне.
5. Путем надлежащего подбора демпферов возможно регулирование усилия в многоэтажных зданиях.

### Литература

1. G. Kipiani, M. Kalabegashvili, D. Tabatadze. Study of non-linear oscillation of tower buildings caused by pulsation of ground with consideration of physical non-linear properties of material. ECCE-GSCE-WCCE International Conference Seismics-2014, Tbilisi, 2014.
2. I. E. Itskov. Instrumental data on parameters of earth surface motion in areas of strong earthquakes // Seismic construction. Safety of buildings, 2004, #3, pp. 49-55 (In Russian).
3. G. Gabrichidze, D. Giorgadze, K. Chkhikvadze, N. Chlaidze. Delay-algorithm to study linear and nonlinear motion of the constrained particles system // First Inter. Confer. of Seismic Safety. Tbilisi, 2008.
4. М. Бедиашвили. Антисейсмические мероприятия гражданских сооружений (Примеры восстановления-укрепления поврежденных сооружений). Докторская диссертация. ГТУ. Тбилиси, 2016 (на груз. языке).

- « »

• • •

( 77, 0175, )

:

• • •

-

1.

• • •

-

( ) ( )

-

[1], [2,3]

[4] [5]

[4]

-

[5] [6]

(…=±).

• • •

-

[7].

[7, 8]

2.

(28) [6]:

$$\sigma(t) = E_1 \left[ \varepsilon(t) - \mu_1 \int_0^t G_1(t-\tau) \varepsilon(\tau) d\tau \right] \quad (1)$$

$$\varepsilon(t) = W(t), \quad \sigma(t) = F(t) - m\ddot{W}(t) \quad (2)$$

$$m\ddot{W}(t) + G_1 W(t) - \mu_1 \int_0^t G_1(t-\tau) W(\tau) d\tau = F(t) \quad (3)$$

$$\ddot{W}(t) + \omega^2 W(t) = F(t) + \mu_1 \omega^2 \int_0^t G_1(t-\tau) W(\tau) d\tau \quad (4)$$

$$\frac{E_1}{G_1(t-\tau)} \frac{\mu_1}{-}$$

$$\mu_1 \ll 1.$$

$$G_1 = \frac{e^{-\alpha(t-\tau)}}{t-\tau+\nu} \quad (5)$$

$$\alpha > 0, \nu > 0.$$

$$e^{-\alpha(t-\tau)}$$

$$\alpha \quad \nu$$

$$\gamma(\omega) = \text{const.}$$

$$0.1 \text{ Гц} \leq f = \frac{\omega}{2\pi} \leq 1000 \text{ Гц}$$

$$f = 10 \text{ Гц.}$$

$$\gamma(\omega_0) = \gamma_0,$$

$$\frac{\gamma_0}{\gamma} = \frac{Y_0}{Y_0}$$

$$1.5\%$$

$$(f_{\max} = 1000 \text{ Гц}) \quad 3\% \quad [7] \quad \nu \leq 0.9 \cdot 10^{-6}$$

$$(f_{\min} = 0.1 \text{ Гц}), \quad \alpha \leq 0.0314 \text{ ссек}^{-1}.$$

(3)

[9].

$\mu_1$

$O(\mu_1^2)$  [11].

[11].

$$\ddot{W}(t) + \mu_1 \alpha R_S \dot{W} + \omega^2 W(t) = F_0(\beta t) + \mu_1 \omega R(t) \dot{W}_0 + \mu_1 \omega \dot{R}(t) W_0 \quad (6)$$

$$W(0) = W_0; \quad \dot{W}(0) = \dot{W}_0 \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} R_C &= \int_0^\omega G_1(\theta) \cos \omega \theta d\theta; \\ R_S &= \int_0^\omega G_1(\theta) \sin \omega \theta d\theta. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$$0 < \beta \ll 1$$

$$\dot{\theta}(\beta t) = \delta(\beta t), \quad F_0(\beta t) = F(\beta t) e^{i\delta(\beta t)}.$$

$$\tau_0 = \beta t. \quad (6)$$

$$W(t) = e^{-\mu_1 \omega \frac{R_S}{2} t} \left[ \left( \cos \omega^* t + \mu_1 \omega^2 \frac{R_C}{2} \cdot \frac{\sin \omega^* t}{\omega^*} \right) + \frac{\sin \omega^* t}{\omega^*} W_0 + \frac{\sin \omega^* t}{\omega^*} I_1 + \frac{\cos \omega^* t}{\omega^*} I_2 + \frac{\mu_1 \omega (W_0 \sin \omega^* t \cdot I_3 - W_0 \cos \omega^* t \cdot I_4)}{\omega} \right] \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \int_0^t F(\beta \tau) e^{\mu_1 \omega \frac{R_S}{2} \tau} \cos \omega^* \tau d\tau; \\ I_2 &= \int_0^t F(\beta \tau) e^{\mu_1 \omega \frac{R_S}{2} \tau} \cdot \sin \omega^* \tau d\tau; \\ I_3 &= \int_0^t R(\tau) e^{\mu_1 \omega \frac{R_S}{2} \tau} \cdot \cos \omega^* \tau d\tau; \\ I_4 &= \int_0^t R(\tau) e^{\mu_1 \omega \frac{R_S}{2} \tau} \cdot \sin \omega^* \tau d\tau; \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

$$(2.1 \cdot 10^5)$$

60

$$-2 \left( \dots \right).$$

« » « »

( )

[8].

$$m = 13,770138 \cdot 10^4 \frac{\text{Hсек}^2}{\text{м}}$$

$$C = 0.01093429 \cdot 10^{11} /$$

$$\omega = \sqrt{\frac{C}{m}} = \sqrt{\frac{0.01093429 \cdot 10^{11}}{13,770138 \cdot 10^4}} = 89.07 \text{сек}^{-1}.$$

$$(n = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}):$$

$$p_w = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot 3.142 \cdot 1500}{60} = 157.1 \text{сек}^{-1}$$

$$a = \frac{\omega_w}{t_0},$$

$$- p = \omega_w \frac{t}{t_0}.$$

$$F(t) = m_{un} e^{p^2 t}, \quad m_{un} : F_w = m_{un} e^{p^2 t}$$

(10).

$$F(\beta \tau) = m_{un} e^{p^2 \beta \tau} = m_{un} e^{p_w^2 \beta \left(\frac{t}{t_0}\right)^2} \sin p_w \frac{\beta t^2}{t_0}; \quad (11)$$

(11), (10)

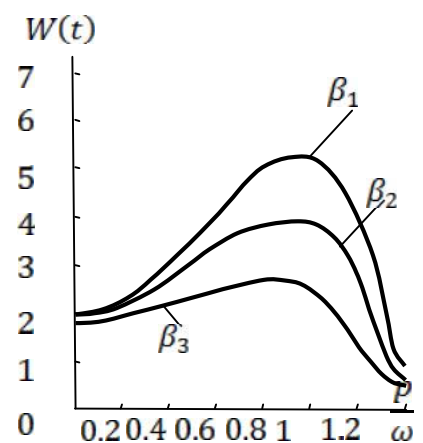


Рис. 1

Matcad – 15.

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= m_{un} e p_w^2 \int_0^t \frac{\beta \tau^2}{t_0^2} \sin p_w \frac{\beta t^2}{t_0} \cos \omega^* \tau d\tau e^{\mu_1 \omega \frac{R_s}{z}} d\tau; \\ I_2 &= m_{un} e p_w^2 \int_0^t \frac{\beta \tau^2}{t_0^2} \cos p_w \frac{\beta t^2}{t_0} \sin \omega^* \tau d\tau e^{\mu_1 \omega \frac{R_s}{z}} d\tau; \end{aligned} \right\} (12)$$

1.  $W(t)$   $\beta$ .  
 [10]  $\beta_1 = 10^{-5}$ ,  $\beta_2 = 10^{-4}$   $\beta_3 = 10^{-3}$ ,  $\beta_1$   
 $\beta_2 -$ ,  $\beta_3 -$

3.

1.

2.

[9],

3.

1000

4.

$$\frac{p}{\omega} = 1,$$

5.

$(0 < \beta \ll 1)$ .

$\beta$

1.

, 1935 . . 283.

2. Lewis F.M. Vibrations during Acceleration through a Critical Speed. Trans. ASME. Vol. 54. #23, 1982. p.253-263.

3.

1960 . . 131

4.

« » 1977 . . 336.

5.

.303.

6.

. ., 1980, . 90–101

7.

.95.

8.

, « » , 1975, .256

9.

10.

, - « » 1987. .269

18-28

, ., 1990, . .

11. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. ინტეგრირ-დიფერენციალური განტოლების ეკვივალენტური დიფერენციალური განტოლების მიღება რხევის მიღვევადობის გათვალისწინებით. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №1(40). თბილისი. 2016 წ. გვ. 19 –22.

მაღლივი შენობების დაპროექტებისა და მშენებლობის  
ბანკითარების ეტაპები დინამიური მახასიათებლების  
ბათვალისწინებით

მ. ჭანტურია, თ. გოგინაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** საქართველო სეისმურად აქტიურ რეგიონში მდებარეობს. ამას ადასტურებს, როგორც ისტორიული, ასევე ინსტრუმენტალური მონაცემები. სეისმური საფრთხეები განსაკუთრებულად დიდია ურბანულ ტერიტორიებზე, სადაც მოსახლეობის მაღალი სიმჭიდროვე, მაღალსართულიანი შენობები, სამოქალაქო ინფრასტრუქტურის არსებობა, მნიშვნელოვნად ზრდის მსხვერპლისა და ზარალის რისკს, ამიტომ მის მიერ გამოწვეული შედეგების მინიმუმამდე დაყვანას მაღალი სეისმური რისკის პირობებში მცხოვრები ხალხისთვის, სასიცოცხლო მნიშვნელობა ენიჭება.

**საკვანძო სიტყვები:** მაღლივი შენობები, დინამიური კოეფიციენტი, შენობის კლასი, მზიდი ელემენტები.

## 1. შუსაგალი

მაღლივი შენობები საიმედოობისა და პასუხისმგებლობის მიხედვით განეკუთვნებიან პირველი კლასის შენობებს. მათი პროექტირება და მშენებლობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ეკონომიკური და სამეცნიერო ტექნოლოგიების განვითარებასთან. ასეთი ტიპის შენობების დაპროექტების დონე დღეისათვის მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში საკმარისად მაღალია. საქართველოში ამ ხრივ არ არსებობს მეთოდური და ნორმატიული ბაზა, რის გამოც ქართველ სპეციალისტებს უმეტეს შემთხვევაში არ აქვთ საშუალება კვალიფიციურ დონეზე ჩაერთონ მაღლივი შენობების პროექტირების საკითხებში, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ, ბოლო წლებში საქართველოს ზოგიერთ ქალაქში (თბილისი, ბათუმი) ქართველი ინჟინრების მიერ დაპროექტდა რამდენიმე ათეული მაღლივი შენობა.

თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ საქართველოში დღეისათვის მაღლივი შენობების დაპროექტება და მშენებლობა მიმდინარეობს მზარდი ტემპებით, შესაბამისად მათი სეისმური მდგრადობის უზრუნველყოფა ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანესი საკითხია. ანტისეისმურ დონისძიებებზე დანახჯების შემცირება და ამავე დროს შენობის სეისმომდეგობის უზრუნველყოფა წარმოადგენს სეისმურად აქტიურ რეგიონებში მაღლივი მშენებლობების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს საკითხს. ამ პრობლემის გადაწყვეტაში წამყვანი მნიშვნელობა ენიჭება გაანგარიშების დინამიკური მოდელების შემუშავებას, რომლებიც წარმოადგენენ ნაგებობების რეალური მოდელის გამარტივებულ სახეს.

## 2. პირითადი ნაწილი

მაღლივი შენობები არქიტექტურული, კონსტრუქციული, მშენებლობის ტექნოლოგიით, ექსპლუატაციითა და საიმედოობის თვალსაზრისით განეკუთვნებიან უნიკალურ ნაგებობებს და წარმოადგენენ ქვეყნის სიძლიერისა და ტექნოლოგიური პროგრესის სიმბოლოს. ერთიანი ცნება „მაღლივი შენობა“ დღეისათვის არ არსებობს. ამ ცნებას სხვადასხვა დროს სხვადასხვა მნიშვნელობა ჰქონდა და უნდა ვივარაუდოთ, რომ სამომავლოდაც შეიცვლება სართულიანობის ზრდასთან ერთად.

1971წ. პირველ საერთაშორისო სიმპოზიუმზე შემოთავაზებული იყო აზრი, რომ მაღლივად ჩათვლილიყო 30 სართულიანი, ან 100მ-ის სიმაღლის შენობა. საქართველოში მაღლივი შენობების კლასს მიეკუთნება 75მ-ის და მასზე მეტი სიმაღლის შენობა-ნაგებობები.[1;4]

მაღლივი შენობების პროექტირება და მშენებლობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ეკონომიკური და სამეცნიერო ტექნოლოგიების განვითარებასთან.

ასეთი ტიპის შენობების დაპროექტების დონე დღეისათვის საკმარისად მაღალია, თუმცა მათ გააჩნიათ არსებითი თავისებურებანი, რომლებიც გამოარჩევენ მათ ტრადიციული სახლების დაპროექტებისაგან. კერძოდ საგრძნობლად იზრდება დატვირთვები შენობის მზიდ კონსტრუქციებზე და საძირკველზე. შენობის სიმაღლე განაპირობებს საინჟინრო სისტემებისა და კომუნიკაციების სირთულეს. წაყვება გაძლიერებული მოთხოვნები სახანძრო და უსაფრთხოების ზომების მიმართ.

უკველეს დროში ყველა მაღლივი ნაგებობის (ბაბილონის გოდოლი, ალექსანდრიის შუქურა, პირამიდები ეგვიპრეში, მათ შორის ხეოფსის პირამიდა XIX საუკუნემდე მსოფლიოში ყველაზე მაღალ ნაგებობად ითვლებოდა, რომლის სიმაღლე 137მ-ის ტოლია) მზიდი კონსტრუქციები შესრულებულია ქვისაგან. მაღლივი მშენებლობის ეპოქა დაიწყო XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან, რომელიც შეიძლება დაიყოს სამ ეტაპად.[2]

I ეტაპი. XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან XX საუკუნის 30-იანი წლებამდე.

ამ დროისთვის მაღლივი ეწოდებოდა 10-12 სართულიან შენობებს, რომელთაც ჰქონდათ ჯვარედინ-კედლებიანი კონსტრუქციული სისტემა და საამშენებლო მასალად გამოიყენებოდა აგური ან ქვა. ამ მასალისაგან ბევრი შენობა იქნა აშენებული, მათ შორის ყველაზე მაღალი ა.შ.შ-ში ქ. ჩიკაგოში 1891წ. აშენებული 16 სართულიანი აგურის შენობა. სხვადასხვა ლიტერატურული წყაროებით ამ შენობის პირველი სართულის მზიდი კედლების სისქე 2დან 4მ-მდე აღწევდა. სწორედ ამ მოვლენით იყო განპირობებული მაღლივი შენობების მზიდ კონსტრუქციებში აგურის გამოყენების უპერსპექტივობა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ეს იყო პირველი შენობა, რომელიც აღჭურვილი იყო ლიფტით, გააჩნდა ელექტრო განათება და სატელეფონო ხაზი.

II ეტაპი. XX საუკუნის 60-80-იანი წლები.

XX საუკუნის 60-80-იანი წლებში მაღლივ მშენებლობებში ლითონის გამოყენება მნიშვნელოვნად გაფართოვდა. აშენდა 46 შენობა, რომელთა სიმაღლე 200მ-ს აღემატება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ეტაპზე პარალელურად ვითარდებოდა და ბევრი ქვეყანა უკვე გამოიყენებდა მზიდ კონსტრუქციებში რკინაბეტონს, რომლის თვითღირებულება შედარებით იაფი იყო ვიდრე ლითონისა, გარდა ამისა შესაძლებელს ხდიდა მოეხდინათ სხვადასხვა არქიტექტურული ფორმების რეალიზება. ამ დროისათვის რკინაბეტონისაგან აშენებული იქნა 13 შენობა, რომელთა შორისაც ყველაზე მაღალია 74 სართულიანი 262მ-ის სიმაღლის წყალდაწნევის ნაგებობა.

მშენებლობის ამ ეტაპისთვის ფართო გავრცელება ჰპოვა შენობის მზიდ ელემენტებში ლითონისა და რკინაბეტონის ერთობლივმა გამოყენებამ. ამ მასალების შერეული ფორმა მრავალფეროვანია და საშუალებას იძლევა ეფექტურად იქნას გამოყენებული მათი დადებითი თვისებები. ასეთი ტიპის კონსტრუქციები სწრაფად განვითარდა XX საუკუნის 70-80-იან წლებში და აშენდა 18 შენობა, რომელთაგანაც ყველაზე მაღალი ჰონგ-კონგში აშენებული 70 სართულიანი 368მ-ის სიმაღლის შენობაა.

III ეტაპი. XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან XXI საუკუნის 15-იან წლებამდე.

ტექნიკის სწრაფმა განვითარებამ და საამშენებლო მასალების სრულყოფამ სტიმულირება მისცა ინჟინრული თავალსაზრისით ახალი ტიპის მაღლივი შენობების შექმნას, რომელშიც გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციული სისტემები და რომელთა მეშვეობითაც იქმნება შენობის ორიგინალური ფორმები. როგორც აღნიშნეთ, პირველი მაღლივი შენობები აშშ-ში გაჩნდა და ამიტომ მათ ე.წ. „ამერიკული ტიპის შენობებს“ ეძახიან. დღეს მაღლივი შენობები წარმოადგენენ მთელი მსოფლიოს არქიტექტურულ ფენომენს. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მშენებლობის განვითარების ამ ეტაპზე აზია და ახლო აღმოსავლეთი იქცა მაღლივი მშენებლობების ახალ რეგიონად. თანამედროვე კლასიფიკაციით მაღლივი შენობების კლასს განეკუთვნება შენობები, რომელთა სიმაღლე 75მ-დან 120-150მ-ის ფარგლებშია, ხოლო ყველა დანარჩენი შენობები, რომელთა სიმაღლე აღემატება მოცემულ დიაპაზონს განეკუთვნებიან ცათამბრჯენების კლასს.

მსოფლიოს წამყვან ქვეყნებში აშშ-ში (IBC), ევროპაში (ევროკოდები) შემუშავებული იქნა დაპროექტებისა და მშენებლობის საკუთარი ნორმატიული დოკუმენტები, რომელშიც გათვალისწინებულია პროექტირების ძირითადი ტექნიკური ასპექტები. რუსეთსა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის ზოგიერთ ქვეყანაში დამუშავებულია დროებითი ნორმატიული დოკუმენტები, რომელშიც ძალიან მწირედ არის გაშუქებული ის საკითხები, რომლებიც აუცილებელია მაღლივი შენობების დასაპროექტებლად[3].

საქართველოში ამ ხრივ საერთოდ არ არსებობს მეთოდური და ნორმატიული ბაზა, რის გამოც ქართველ სპეციალისტებს უმეტეს შემთხვევაში არ აქვთ საშუალება კვალიფიციურ დონეზე ჩაერთონ მაღლივი შენობების პროექტირების საკითხებში. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოში ქართველი ინჟინრების მიერ სხვადასხვა ქვეყნების ნორმატიული დოკუმენტების გამოყენების, მსოფლიო პრაქტიკის, გამოცდილების შესწავლის და მათი ანალიზის, საფუძველზე დაპროექტდა რამდენიმე ათეული მაღლივი შენობა (ნახ.1. და ნახ.2).



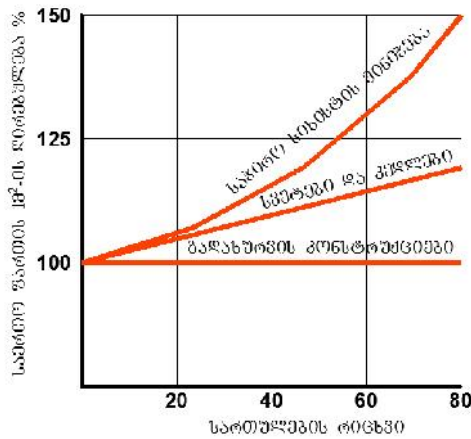
ნახ.1. ტექნოლოგიური უნივერსიტეტი ქ. ბათუმი



ნახ.2. მრავალფუნქციური კომპლექსი ქ.თბილისი ჭავჭავაძის №9

მაღლივი შენობების დაპროექტების ერთ-ერთ ძირითად მოთხოვნად ითვლება მის მზიდ კონსტრუქციებზე მოსულ ჰორიზონტალურ დატვირთვებისაგან გამოწვეული გადაადგილების შეზღუდვა. ასეთი გადაადგილებების მნიშვნელობები საამშენებლო ნორმებით შეზღუდულია. მაგალითად ა.შ.შ-სა და ევროკავშირის ნორმებით მათი მნიშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს 1/500-ს, თუმცა ეს მნიშვნელობა ასეთი ტიპის შენობებისათვის გაცილებით ნაკლებია[4]. მაღლივი შენობის სიმაღლის თანაფარდობას გეგმაში მის უმცირეს გვერდთან უწოდებენ მოქნილობის კოეფიციენტს. როგორც მაღლივი შენობების დაპროექტების მსოფლიო პრაქტიკამ გვაჩვენა ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს 8-ს, წინააღმდეგ შემთხვევაში ან არ სრულდება შენობის სანიტარული ნორმები (მაღალ სართულებზე გადახურვის კონსტრუქციების რხევა აჭარბებს ნორმებით მოცემულს) ან საჭიროებს ძვირადღირებული ღონისძიებების გატარებას შენობის სიხისტის გასაზრდელად. ნახ.3-ზე მოცემულ გრაფიკზე ნათლად ჩანს, თუ როგორ იზრდება დანახარჯები შენობის სართულიანობის გაზრდასთან ერთად მასზე აუცილებელი სიხისტის მისანიჭებლად. როგორც ნახაზზე მოცემული გრაფიკებიდან ჩანს შენობის სიმაღლის ზრდა არ იწვევს გადახურვის კონსტრუქციებზე დანახარჯების ზრდას, ხოლო დანახარჯები ვერტიკალურ მზიდ კონსტრუქციებზე იზრდება წრფივად, რასაც ვერ ვიტყვით იმ დანახარჯებზე, რომელიც საჭიროა დამატებითი ღონისძიებებისათვის შენობის სიხისტის გასაზრდელად. მასზე დანახარჯების გრაფიკი ატარებს არაწრფივ ხასიათს.





ნახ. 3. დანახარჯების ზრდა შენობის აუცილებელი სიხისტის უზრუნველსაყოფად.

### 3. დასკვნა

მაღლივი შენობების მშენებლობის პერიოდი შესაძლოა დაეყოს სამ ძირითად ეტაპად, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისგან არქიტექტურული ფორმებით, შენობის სართულიანობით და გამოყენებული მასალის მიხედვით; ესენია:

- I ეტაპი - XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან XX საუკუნის 30-იანი წლებამდე,
- II ეტაპი - XX საუკუნის 60-80-იანი წლები,
- III ეტაპი - XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან XXI საუკუნის 15-იან წლებამდე.

### ლიტერატურა

1. Проектирование и строительство высотных зданий. Ю.Г. Граник, доктор техн. Наук, директор по научной деятельности ОАО <<ЦНИИЭП жилища>>
2. Проектирование современных высотных зданий / под ред. Сюй Пэйфу: Пер. с китайского. - М.: Изд-во АСВ, 2008, - 469 с.
3. გ. ბერიძე. მაღლივი შენობების დაპროექტების ძირითადი პრინციპები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი თბილისი, 0175, საქართველო 2013წ.
4. Яковлев А.В. Современное высотное строительство, монография. Издательство: Москомархитектуры 2007 г.

ახალი ტიპის წინასწარდაბაზული ჩარჩოვანი  
კონსტრუქციის ბაზირიანი ნაწილის გაანგარიშება  
დიფერენცირებული სქემის გამოყენებით

6. სვინანამ

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77)

**რეზიუმე:** ნაშრომში მოცემულია ახალი ტიპის წინასწარ დაბაზული, ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ბაზირიანი ნაწილის გაანგარიშება, რომელიც შესრულებულია, დიფერენცირებული სქემის გამოყენებით.

ნაშრომში მოცემულია საკოჭის დიფერენცირებული საანგარიშო სქემის შერჩევა, ძალოვანი ფაქტორების გაანგარიშებელი ფორმულები, საკოჭის ჩამაგრების წერტილების ხაზოვან გადაადგილებათა სიდიდის განსაზღვრა, ანუ კვანძების გადაადგილებასა და უშუალოდ მათზე მოქმედი კვანძურ დატვირთვებს შორის პირდაპირი დამოკიდებულების დადგენა, რომელშიც გათვალისწინებულია საკოჭში წინასწარდაბების ძალის სიდიდის გავლენა.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩარჩოვანი კონსტრუქციები, წინასწარდაბული, სივრცითი, კონსტრუქცია, დამბაბავი ელემენტები, დგარები, ბაზირიანი საკოჭები, მოქნილი ძაფი, ჩაღუნვები, გადაადგილება, სიხისტე, ღუნვა, ორდინატი, განივი ძალები, მონაკვეთი, დახრის კუთხე, გამბრჯენი, კვანძური დატვირთვები.

1. შუსავალი

ნაშრომში განხილულია ახალი ტიპის, წინასწარ დაბაზული, ჩარჩოვანი კონსტრუქცია, რომლის ძალის ნაშენი და ვერტიკალური ელემენტები შესრულებულია ორი შეწყვილებული ბრტყელი კონსტრუქცია

იისაგან, რომელთა შორის დრეწობებში გატარებულია საკოჭები, ხოლო მაძლიერებელი ორმხარა ბერკეტები სამკუთხედის ფორმისაა და შესრულებულია დეროვანი ელემენტისაგან, რომლის მართკუთხა ან ბლაგვკუთხა წვერო ადჭურვილია სამკუთხა ელემენტის სიბრტყის მართობულად განლაგებული წრიული განიკვეთის მქონე ჰორიზონტალურდერძიანი დეროებით, რომლის ბოლოები ადჭურვილია ცილინდრული საგორავებით, რომლებიც შეერთებულია ვერტიკალური საყრდენი ელემენტების ძალის მხარეს განთავსებულ შტოებთან (ან ვერტიკალური ელემენტის განივი კვეთის ძალის მხარეს განთავსებულ ნაპირებთან), ამასთან სამკუთხედის ფორმის ელემენტებს მახვილკუთხიან წვეროებზე აქვს ვერტიკალური კილოები და ნახვრეტები ბოლოებზე, რომლებშიც მათში განთავსებულია ლილვი, ხოლო ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ელემენტების შუა ნაწილების შიდა მხარეები ადჭურვილია საკოჭის დამჭერი კავებით და დამჭიმი მოწყობილობებით, რომლებზეც განთავსებულია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულების საკოჭები, ამასთან, ჰორიზონტალურსაკოჭების ბოლოები სახსრულადაა მიმაგრებული ორმხარა ბერკეტების ნაშენის შიდა მხარეს განთავსებულ წვეროებზე, ხოლო ვერტიკალური საკოჭების ბოლოები სახსრულადაა მიმაგრებული ორმხარა ბერკეტების ნაშენის გარე მხარეს განთავსებულ წვეროებზე და ვერტიკალური ელემენტების ქვედა განაპირა საყრდენ კვანძებზე (იხ. ნახ.-1, 2).

კონსტრუქციის საკოჭები მუშაობს მასზე მოქმედი ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ზემოქმედებებისაგან (კონსტრუქციის საკუთარი წონა, სასარგებლო დატვირთვა, თოვლი, ქარისა და სეისმური ზემოქმედება) ადრულ ძალოვან ფაქტორებზე. საკოჭები განკუთვნილია სივრცით სისტემაში ძალების რეგულირებისათვის, კერძოდ სივრცითი კონსტრუქციის ხისტი ნაწილის განივი კვეთებში ადრული ძალოვანი ფაქტორების რეგულირებისათვის. აღნიშნული მიიღწევა

ტექნიკურ გადაწყვეტაში აღწერილი სისტემის წინასწარდაძაბვის თანმიდევრობის მეშვეობით, კერძოდ, საკოჭთან დამჭიმო ელემენტების ჩამაგრების კვანძების სათანადო ელემენტების (დამძაბავი ელემენტები) სინქრონული ბრუნვით მიიღწევა მათი ხაზოვანი გადაადგილება, რაც იწვევს მის წინასწარ დაძაბვას. საკოჭების წინასწარ დაძაბვა განაპირობებს კონსტრუქციის ხისტი ნაწილის განივ კვეთებში მოსალოდნელ მდუნავი მომენტების შემცირებას ან საჭიროების შემთხვევაში მათ მინიმუმამდე დაყვანას. აღწერილი რეგულაციის შემთხვევაში კონსტრუქციის ხისტი ნაწილი გვევლინება მცირე ექცენტრისიტეტის მქონე გარეცენტრალურად შეკუმშული ელემენტი და არა როგორც ღუნვალი ელემენტი.

ნაშრომში მოცემულია ახალი ტიპის, წინასწარ დაძაბული, კომბინირებული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ბაგიროვანი ნაწილის გაანგარიშება, რომელიც შესრულებულია დიფერენცირებული საანგარიშო სქემის გამოყენებით.

## 2. ძირითადი ნაწილი

შემოთავაზებული კონსტრუქციის შემადგენლობაში შემავალი საკოჭები (ბაგირები), როგორც კვლევის ობიექტი, წარმოადგენს რთულ სისტემას და ხასიათდება მთელი რიგი თავისებურებით, რომელთა გათვალისწინებას პროექტირების დროს არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება. ბაგირივანი ნაწილის სრულყოფილი მათემატიკური აღწერა და მოდელირება დაკავშირებულია სხვადასხვა სახის სირთულეებთან; კერძოდ, მთელი სისტემა სივრცეში განლაგებულია ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ძალის ნაშენის (წამწის ან კოჭის) და ვერტიკალური საყრდენი ელემენტების (სვეტების) შეწყვილებული ბრტყელ ელემენტებს შორის (დრეჩოებში), გაჭიმული ბაგირი ურთიერთკავშირშია მრავალელემენტთან, როგორებიცაა, საყრდენი კვანძების ორმხარა ბერკეტების ელემენტები (რომლებიც შესრულებულია სამკუთხედის ფორმის დეროვანი ელემენტებისაგან), დგარები, საკვანძო მომჭერები ბაგირის ჩასამაგრებელი დეტალები. ყველა აღნიშნული თავის მხრივ წარმოადგენს არაწრფივ ელემენტებს. ბაგირს გააჩნია სიხისტე და ამდენად ადგილი აქვს დრეკად დეფორმაციასა და რხევას. განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ბაგირის ორმხარა ბერკეტებთან და დამჭიმაგ მოწყობილობებთან შეერთების მომჭერებისაგან (ჭანჭიკების მოჭერისაგან) წარმოშობილი ძალისარსებობა. ამრიგად, საკოჭების (ბაგირების) სისტემის მათემატიკური აღწერა უნდა მოხდეს (ხდება) ცვლად კოეფიციენტებიანი არაწრფივი განტოლებათა სისტემით, რომლის ამოხსნა პრაქტიკულად არც თუ ადვილი ამოცანაა. უნდა აღინიშნოს, რომ კონსტრუქციების გაანგარიშებები (არსებული ტიპური ან სპეციალური პროგრამების გამოყენებით), როგორც ერთიანი სივრცითი სისტემებიცხადია ძალოვან ფაქტორების ზუსტ და საიმედო შედეგებს იძლევა[1], მაგრამ ასეთი სიზუსტე ყოველთვის არ ესაჭიროება დამპროექტებელს, რადგანაც ხშირ შემთხვევებში გაანგარიშებები დიფერენცირებული სქემის გამოყენებით მიღებული შედეგები დამპროექტებლისათვის საკმარისი სიზუსტით უახლოვდება სივრცითი სისტემის გაანგარიშებიდან მიღებულ შედეგებს და იგი არ მოითხოვს დიდ შრომით დანახარჯებს, ასევე, დიფერენცირებული სქემის გამოყენებით დამპროექტებელი მარტივად დაადგენს სპეციალური პროგრამებისათვის ელემენტების საჭირო საორინტაციო სიხისტეებს.

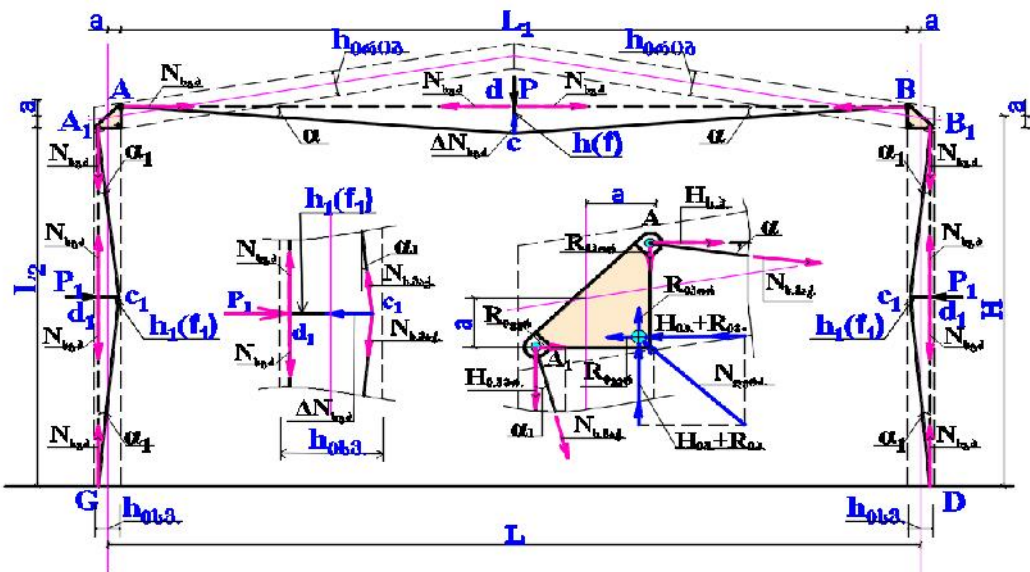
ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, შემოთავაზებული წინასწარ დაძაბული ახალი ტიპის კომბინირებული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ბაგიროვანი ნაწილის გაანგარიშება შესრულებულია დიფერენცირებული სქემის გამოყენებით.)

ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ძალის ნაშენის ვერტიკალურ სიბრტყეში (წამწის ან კოჭის ძალში) განთავსებული საკოჭის საანგარიშო სქემად მიჩნეულია ორ საყრდენზე (A და B წერტილებში, ორმხარა ბერკეტების ძალისაკენ განთავსებულ წვეროებს შორის) უძრავად ჩამაგრებული არადრეკადი (უჭიმვადი) უწონო ჰორიზონტალურად

განლაგებული ძაფი, ხოლო ჩარჩოვანი კონსტრუქციისვერტიკალური საყრდენი ელემენტების (სვეტების) განივ კვეთებში განთავსებული საკოჭის საანგარიშო სქემად მიჩნეულია ორ საყრდენზე (A, D და B, G წერტილებში, ორმხარა ბერკეტების სვეტის საყრდენისაკენ განთავსებულ წვეროებსა და სვეტისძირის კვანძს შორის) უძრავად ჩამაგრებული არადრეკადი (უჭიმვადი) უწონო ვერტიკალურად განლაგებული ძაფი. ვინაიდან, ბაგირები ერთმანეთთან დაკავშირებულია წრიულ საგორავებზე განთავსებულ ორმხარა ბერკეტებით, ზემოთ განხილული დიფერენცირებული სქემები გაანგარიშებაში განხილულია როგორც ერთიანი ბაგიროვანი სისტემა. ბაგირების ჰორიზონტალურადა ვერტიკალური განლაგება იწვევს მათ განივკვეთებში საწყისი ძაბვების აღძვრას ანუ საწყის წინასწარ დაძაბვას, ანუ, ბაგირების სისტემის მუშაობაში ჩართვამდე მათ განივ კვეთებში შეყვანილია საწყისი გამჭიმავი ძალა  $N_{სგძ}$  (საწყისი წინასწარ დაძაბვის ძალა). სისტემის ერთობლივი მუშაობისას ბაგირები დატვირთულია შეყურსული ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ძალებით (ნახ. №1). შემოთავაზებული კონსტრუქციის ტექნიკური გადაწყვეტის მიხედვით როგორც შესავალში აღინიშნა, საკოჭების წინასწარ დაძაბვა ხორციელდება დამჭიმო სათანადო ელემენტების სინქრონული ბრუნვით, რაც იწვევს საკოჭთან დამჭიმო ელემენტების ჩამაგრების კვანძების საზოგადოებრივ გადაადგილებებს, ამიტომ მნიშვნელოვანია საკოჭის აღნიშნული ჩამაგრების წერტილების საზოგადოებრივ გადაადგილებათა სიდიდის განსაზღვრა, ანუ კვანძების გადაადგილებებსა და უშალოდ მათზე მოქმედი კვანძურ დატვირთვებს შორის პირდაპირი დამოკიდებულების განსაზღვრა, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება საკოჭში წინასწარდაძაბვის ძალის სიდიდის გავლენა [2].

საკოჭის დამჭიმო ელემენტების შეერთების კვანძებზე მოქმედი შეყურსული განივი ძალა შედგება შემდეგისაგან: ა) მუდმივი დატვირთვა ბ). თოვლის და გ). ქარისან სეისმური ზემოქმედება. აღნიშნული დატვირთვები მოდებული არის საკოჭთან დამჭიმო ელემენტების ჩამაგრების კვანძებში. საკოჭის ორმხარა ბერკეტებთან ჩამაგრების წერტილებს შორის ზომა, ანუ, A და B წერტილებს შორის  $h=dc$ , ზომა  $L_1 = L - 2a$ , ხოლო, A, G და B, D წერტილებს შორის ზომა  $L_2 = H - a$ , (ნახ. 1).

განვიხილოთ შემთხვევა როცა საკოჭის დამჭიმო ელემენტებთან შეერთების კვანძებში ( $0.5 L_1$  და  $0.5 L_2$  ზომებზე განლაგებულ კვანძებში) მოქმედებს გარკვეული სიდიდის P და  $P_1$  ძალები, რომელსაც საკოჭის მასალა არ გადაეცეს დრეკადობის ზღვარს მიღმა, მაშინ გაღუნვის შემდეგ მიიღება სამკუთხედი A B d და  $2 A_1 G d_1$ .



ნახ. 1

ავლნიშნოთ მიღებული სამკუთხედების სიმაღლეები  $h=dc, h_1=d_1c_1$ , კუთხეები  $\alpha$  და  $\alpha_1$  გამოვთვალოთ საკოჭის ჯამური წაგრძელება  $L$ ;

$$L=(Ac + Bc- AB)+ 2(A_1c_1 +G c_1 - A_1G)$$

ვინაიდან  $AB= Ad + Ad, A_1G= A_1d_1+ A_1d_1, AC= BC, A_1c_1=G c_1, Ac=h/\sin \alpha$  და  $A_1c_1=h_1/\sin \alpha_1$

$$\begin{aligned} L &= (Ac + Bc- Ad- Ad)+ 2(A_1c_1 +G c_1 - A_1d_1- A_1d_1)= \\ &= (Ac - Ad) + (Bc- Ad)+2[(A_1c_1 - A_1d_1) + (Gc_1- A_1d_1)]= \\ &= Ac (1- Ad/AC)+ Bc (1- Ad/Bc)+2[A_1c_1 (1-A_1d_1/ A_1c_1)+ Gc_1(1- A_1d_1/ Gc_1)]= \\ &= Ac(1-\cos \alpha)+ Bc(1- \cos \alpha)+2[A_1c_1(1- \cos \alpha_1)+ Gc_1(1- \cos \alpha_1)]= \\ &= 2Ac(1-\cos \alpha)+ 4 A_1c_1(1- \cos \alpha_1)= 2h(1-\cos \alpha)/ \sin \alpha + 4 h_1(1- \cos \alpha_1)/ \sin \alpha_1; \end{aligned}$$

ჯამური წაგრძელება  $L=2h(1-\cos \alpha)/ \sin \alpha + 4 h_1(1- \cos \alpha_1)/ \sin \alpha_1$ ;

მარტივი ტრიგონომეტრიული გარდაქმნებით მივიღებთ, რომ

$$(1-\cos \alpha)/ \sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha/2 \text{ და } (1-\cos \alpha_1)/ \sin \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_1/2$$

საბოლოოდ საკოჭის ჯამური წაგრძელება

$$L= L_{1\text{პორ.}} + L_{2\text{ვერ.}} = 2h \operatorname{tg} \alpha/2 + 4 h_1 \operatorname{tg} \alpha_1/2 \quad (1)$$

საკოჭის მასალის დრეკადობის მოდულისა ( $E$ ) და განიკვეთის ფართობის ( $A$ )

გათვალისწინებით მისი წაგრძელება შესაძლებელია გამოითვალოს ფორმულით [2];

$$\begin{aligned} \Delta L &= (2\sqrt{(L_1/2)^2 + f^2} - L_1) + 2\sqrt{(L_2/2)^2 + f_1^2} = (\sqrt{L_1^2 + 4f^2} - L_1) + \sqrt{L_2^2 + 4f^2} - L_2 = \\ &= L_1(N_{\text{ს.მაქ.}} - N_{\text{სგ.}}) / EA + L_2(N_{\text{ს.მაქ.}} - N_{\text{სგ.}}) / EA \quad \dots\dots\dots (1a) \end{aligned}$$

სადაც,  $f$  –ჩაწეულობა, რომელიც საორიენტაციოდ მიღება ფარდობის  $f/L \leq 1/20$  მიხედვით.

საკოჭის ორმხარა ბერკეტის ჩამაგრების წერტილებში ბაგროვანი სისტემის (ჰორიზონტალური და ვერტიკალური) რეაქციები და გამბრჯენები გამოითვლება

ფორმულით:  $\sum R_{0\text{პორ.}} = \frac{P - \Delta N_{\text{სგ.}}}{2}, (R_A = R_B = \sum R_{0\text{პორ.}})$  და

$$\sum R_{0\text{ვერ.}} = \frac{P_1 - \Delta N_{\text{სგ.}}}{2}, (R_{A_1} = R_{G_1} = \sum R_{0\text{ვერ.}}); \quad (2)$$

$$H_{0\text{პორ.}} = \frac{\sum R_{0\text{პორ.}}}{\operatorname{tg} \alpha} + N_{\text{სგ.}} = \frac{P - \Delta N_{\text{სგ.}}}{2\operatorname{tg} \alpha} + N_{\text{სგ.}} \text{ და}$$

$$H_{0\text{ვერ.}} = \frac{\sum R_{0\text{ვერ.}}}{\operatorname{tg} \alpha_1} + N_{\text{სგ.}} = \frac{P_1 - \Delta N_{\text{სგ.}}}{2\operatorname{tg} \alpha_1} + N_{\text{სგ.}} \quad (3)$$

სადაც  $P$  და  $P_1$  არის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური საკოჭების შუა წერტილებში მოქმედი განივი ძალები.

ზოგადად საკოჭის განივ კვეთში აღძრული მაქსიმალური გამჭიმავი ძალა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით;

$$N_{\text{ს.მაქ.}} = N_{\text{საქ.}}^{\text{პორ.}} + N_{\text{საქ.}}^{\text{ვერ.}} = \sqrt{R_{0\text{პორ.}}^2 + H_{0\text{პორ.}}^2} + \sqrt{R_{0\text{ვერ.}}^2 + H_{0\text{ვერ.}}^2}; \quad (4)$$

სადაც, - ჰორიზონტალურსაკოჭსა და  $A$  და  $B$  წერტილებზე გამავალ ჰორიზონტალურ ხაზს შორის კუთხე. ვერტიკალურსაკოჭსა და  $A_1$  და  $G_1$  წერტილებზე გამავალ ვერტიკალურ ხაზს შორის კუთხე;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum R_{0\text{პორ.}}}{\sum H_{0\text{პორ.}}} = \frac{(P - \Delta N_{\text{სგ.}})}{2(H_{0\text{პორ.}}^{\text{P}} + N_{\text{სგ.}})}, \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\sum R_{0\text{ვერ.}}}{\sum H_{0\text{ვერ.}}} = \frac{(P_1 - \Delta N_{\text{სგ.}})}{2(H_{0\text{ვერ.}}^{\text{P}_1} + N_{\text{სგ.}})}; \dots (5)$$

ნაშენის მალის ჰორიზონტალურად განლაგებული საკოჭის შუა წერტილის ვერტიკალური გადაადგილების გამოსათვლელად შევადგინოთ ( $Y$  ღერძხემსზე მოქმედი ძალების გეგმილების ჯამისა. და გარე ძალისაგან  $f$  გადაადგილებითა დაშიგა

ძაღებისაგან  $L$  გადაადგილებით შესრულებული მუშაობათა ტოლობისპირობის განტოლებები[2];

$$P - (2N_{ს.მაჟ}) / \sqrt{f^2 + L_1^2} \text{ და } Pf = [L_1/2(N_{ს.მაჟ}^2 - N_{ს.გ.}^2)] / EA \quad \dots\dots\dots(6)$$

მიღებული განტოლებებს ერთობლივი ამოხსნიდან მიიღება ვერტიკალურ გადაადგილების გამოსათვლელი ფორმულა;

$$f_{ს.გ.} = [L_1/2(N_{ს.მაჟ}^2 - N_{ს.გ.}^2)] / EAP, \text{ შედეგის სანდობა შეიძლება შემოწმდეს } f_{ს.გ.} - \text{ს}$$

გამოსათვლელი შემდეგი ფორმულებით;

$$f_{ს.გ.} = 0.5 \cdot L_1 \cdot tg\gamma, \text{ ან } f_{ს.გ.} = (P \cdot L_1) / 4 \cdot H_{0ს.გ.}; \quad \dots\dots\dots(6a)$$

ხოლო, ვერტიკალურად განლაგებული (სვეტებში) საკოჭის ჰორიზონტალური გადაადგილება გამოითვლება ანალოგიურად

$$f_{ს.ორ.} = [L_2/2(N_{ს.მაჟ}^2 - N_{ს.გ.}^2)] / EAP, \text{ ან } f_{ს.ორ.} = 0.5 \cdot L_2 \cdot tg\gamma_1, \text{ ან } f_1 = (P_1 \cdot L_2) / 4 \cdot H_{0ს.გ.}; \quad \dots\dots\dots(7)$$

საკოჭების შუა წერტილების ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ჯამური გადაადგილებების (საკოჭებთან დამჭიმი ელემენტების ჩამაგრების შეერთებისკვანძების გადაადგილების შემდეგ) მნიშვნელობები ტოლი იქნება;

$$\sum f_{ს.გ.} = f_{ს.გ.} - \Delta f_{ს.გ.}^{ჰორ} \text{ და } f_{ს.ორ.} = f_{ს.ორ.} - \Delta f_{ს.გ.}^{ჰორ}; \quad \dots\dots\dots(8)$$

სადაც,  $f_{ს.გ.}$  არის გადაადგილების ნაზრდი ბაგირის საწყისი წინასწარდაძაბვისაგან. ხისტი ნაწილის საკოჭთან ჩამაგრების  $\alpha_i$  კვანძების ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილების ნაზრდი, რომელსაც აღძრავს ძალა ( $N_{ს.გ.}$ ), გამოითვლება (7) ფორმულის ანალოგიურად;

$$\Delta f_{ს.გ.}^{ჰორ} = \Delta N_{ს.გ.} \cdot L_1 / 4 \cdot N_{ს.გ.} \text{ და } \Delta f_{ს.გ.}^{ჰორ} = \Delta N_{1ს.გ.} \cdot L_2 / 4 \cdot N_{ს.გ.}; \quad \dots\dots\dots(9)$$

სადაც,  $N_{ს.გ.}$  -საკოჭში საწყისი გაჭიმვის ძალა (წინასწარ გაჭიმვის ძალა);

$\Delta N_{ს.გ.}$  და  $\Delta N_{1ს.გ.}$  -საკოჭის საწყისი გაჭიმვის ძალის (წინასწარდაძაბვის ძალის) ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მდგენელების სიდიდე მისი დამჭიმი ელემენტების ჩამაგრების შეერთების კვანძების გადაადგილებით დაძაბვის შემდეგ;

$$\Delta N_{ს.გ.} = N_{ს.გ.} / tg\gamma \text{ და } \Delta N_{1ს.გ.} = N_{ს.გ.} / tg\gamma_1; \quad \dots\dots\dots(10)$$

საწყისი გაჭიმვის ძალის (წინასწარდაძაბვის) სიდიდე საკოჭში მიიღება  $N_{ს.გ.} = (0.2 \div 0.3) N_{მაჟ}$  [3]. ანუ საკოჭში აღძრული მაქსიმალური ჯამური ძალა  $N_{ს.გ.} = (1.2 \div 1.3) \cdot N_{ს.მაჟ}$  ანდა, როდესაც საკოჭის საწყისი სიგრძე მისი ძალის ტოლია და ჩაღუნვა ლიმიტირებულია, გამოითვლება ფორმულით

$$(f < L/20)$$

$$N_{ს.გ.} = H - D_s / 2LH^2; \quad \dots\dots\dots(11)$$

[1.4.5]. საკვლევი კონსტრუქციისათვის საკოჭზე ძალის შუაში მოქმედებს ერთი შეყურსული ძალა საკოჭ

$$N_{ს.გ.} = H - P^2 / 8H^2; \quad \dots\dots\dots(12)$$

ის განივ კვეთში აღძრული მაქსიმალური გამჭიმავი ჯამური ძალა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით;

$$\sum N_{ს.მაჟ} = \sqrt{\left(\frac{P - \Delta N_{ს.გ.}}{2}\right)^2 + \left(\frac{P - \Delta N_{ს.გ.}}{2tg\gamma} + N_{ს.გ.}\right)^2} + \sqrt{\left(\frac{P_1 - \Delta N_{ს.გ.}}{2}\right)^2 + \left(\frac{P - \Delta N_{ს.გ.}}{2tg\gamma_1} + N_{ს.გ.}\right)^2}; \quad (13)$$

საკოჭში აღძრული მაქსიმალური ძალისაგან ორმხარა ბერკეტის ღერძზე მოქმედი ძალები გამოითვლება ფორმულებით, ჰორიზონტალური მდგენელი;

$$N_{პორ.}^{ლოლ.} = \sum N_{ს.მაქ.} \circ \cos r + \sum N_{ს.მაქ.} \circ tgr_1;$$

ვერტიკალური მდგენელი;

$$N_{ვერ.}^{ლოლ.} = \sum N_{ს.მაქ.} \circ \cos r_1 + \sum N_{ს.მაქ.} \circ tgr ;$$

ტოლქმედი;  $N_{ლოლგა} = \sqrt{(N_{პორ.}^{ლოლ.})^2 + (N_{ვერ.}^{ლოლ.})^2}$  .....(14)

ზემოთ მოყვანილი გაანგარიშების ფორმულები შედგენილია ვერტიკალური და პორიზონტალური დატვირთვათა ერთობლივი ზემოქმედების გათვალისწინებით. ჩარჩოვანი კონსტრუქციის საკოჭისგანლაგების საწყისი მდებარეობა განისაზღვრება საკოჭში საწყისი გაჭიმვის ძალის (სგძ) სავარაუდო ვერტიკალურ და პორიზონტალური მდგენელებისაგან ხისტი ნაწილის საკოჭთან ჩამაგრების კვანძების ვერტიკალური და პორიზონტალური გადაადგილების ნაზრდების შესაბამისად. როცა ნაშენი დატვირთულია მხოლოდ ვერტიკალური ზემოქმედებით (მუდმივი დავირთვით), მაშინ საკოჭის განივ კვეთში აღძრული გამჭიმავი ძალადა ხისტი ნაწილის საკოჭთან ჩამაგრების კვანძების ვერტიკალური და პორიზონტალური გადაადგილებები გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით;

$$N_{ს.პ} = \sqrt{\left(\frac{P - \Delta N_{სგძ}}{2}\right)^2 + \left(\frac{P - \Delta N_{სგძ}}{2tgr} + N_{სგძ}\right)^2}, f_{ვერ.პ} = [L_1/2(N_{ს.მაქ}^2 - N_{სგძ}^2)]/EAP \text{ და}$$

$$f_{პორ.} = [L_2/2(N_{ს.მაქ}^2 - N_{სგძ}^2)]/EA \text{ .....(13)}$$

ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში საკოჭის გადაადგილებისა და ძალოვანი ფაქტორების გამოსათვლელი ფორმულები შეესაბამება არადრეკადი (უჭიმვადი) საკოჭის საწყის მდგომარეობას, რომელიც დატვირთულია შეყურსული ძალებით.

**3. დასკვნა**

ნაშრომში მოცემულია ახალი ტიპის წინასწარ დაძაბული, კომბინირებული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ბაგიროვანი ნაწილის გაანგარიშება. რომელიც შესრულებულია, დიფერენცირებული სქემისა და დრეკად არადრეკადი (უჭიმვადი) ძაფის საანგარიშო ფორმულების გამოყენებით. ნაშრომში მოცემულია საკოჭის დიფერენცირებული საანგარიშო სქემის შერჩევა, ძალოვანი ფაქტორების გასაანგარიშებელი ფორმულები, საკოჭის დგარებთან ჩამაგრების წერტილების გადაადგილებათა სიდიდის განსაზღვრა, ანუ კვანძების გადაადგილებასა და უშუალოდ მათზე მოქმედი კვანძურ დატვირთვებს შორის პირდაპირი დამოკიდებულების დადგენა.

**ლიტერატურა**

1. . . . . , . . . . . , - 1961.
2. . . . . , . . . . . , 1973-384
3. . . . . , . . . . . , 1989 .
4. . . . . « . . . . . , . . . . . , 1990 .
5. . . . . , . . . . . , - . . . . . , 1983 .

**შენობის, როგორც ორნამენტის, საკითხის განხილვისათვის**  
**თ. ჩუბინიძე**  
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მე-20 საუკუნეში არქიტექტურის სახეცვლილება და გამომწვევი მიზეზები: დასაწყისში, დატანებული დეკორისაგან მისი ჯერ მთლიანად გათავისუფლება ახალი, სუფთა, ზედმეტობაზე უარის მთქმელი არქიტექტურის შემოსვლის ხარჯზე, ხოლო შემდგომ თვით შენობის გარდაქმნა ორნამენტად.

**საკვანძო სიტყვები:** არქიტექტურა, დეკორი, ორნამენტი, მოდერნიზმი.

### 1. შესავალი

XIX საუკუნის ბოლოსა და XX საუკუნის დასაწყისში არქიტექტურასა და სახვით ხელოვნებაში ჩამოყალიბებულმა ახალმა მოძრაობამ - მოდერნიზმმა უარყო კლასიკური ტრადიცია, რომელიც იმ დროსთვის გამეფებული იყო ევროპისა და ჩრდილოეთ ამერიკის აკადემიურ წრეებში, და აგრესიულად, უკანმოუხედავთ მიმართა სრულიად ახალ, მანამდე უცნობ მხატვრულ ფორმებს, რითაც შეეცადა შეექმნა ახალი ტრადიცია.

ერთი საუკუნის შემდეგ შესაძლებელი გახდა მივსულიყავით იმ დასკვნამდე, რომ უკვე თვით მოდერნიზმი იქცა არქიტექტურის და სახვითი ხელოვნების ისტორიის ნაწილად, დაიმსახურა სათანადო ადგილი მის მიერ მკვეთრად უარყოფილი წარსულის გვერდით, ჩამოყალიბდა კულტურულ კონტექსტად და თავადაც იქნა უარყოფილი, რადგან ვერ იქცა კლასიკის ერთადერთ დამაჯერებელ ალტერნატივად. მოდერნიზმი უარყოფილ იქნა იმ პერიოდში, რომელსაც ჩვენ პოსტ-მოდერნიზტულს ვუწოდებთ და რომელშიც, არსებითად, ჩვენ დღესაც ჯერ კიდევ ვიმყოფებით. მოხდა ან დაბრუნება მოდერნიზმამდელ ფორმებსა და სტილებამდე, ან თუ პირდაპირი დაბრუნება არა, იმის აღიარება, რომ წარსულის ამ ფორმებსა და სტილებს ისეთივე ლეგიტიმური უფლება აქვთ დარჩნენ კულტურული კონტექსტის განუყოფელ და ანგარიშგასაწევ ნაწილად, როგორც თავად მოდერნიზმს.

### 2. ძირითადი ნაწილი

XX საუკუნის ბოლოს დიქტომიამ: ერთის მხრივ, წარსული ფორმების იმიტაცია, მეორეს მხრივ კი, მათმა ლეგიტიმაციამ ახალი ფორმების გვერდიგვერდ, გამოიწვია ერთგვარად ჰიბრიდული არქიტექტურის შექმნის მცდელობა, რომლის შედეგებს ჩვენ დღეს მოვიძიეთ. შევეცადოთ მოვახდონოთ დღევანდელობის ამ სიტუაციის ანალიზი, რისთვის ორნამენტის, დატანებული დეკორის ფენომენში ჩახედვა მოგვიწევს. ისტორიულად, XIX საუკუნის ბოლომდე, ტრადიციულ ორნამენტს, დატანებულ დეკორს მრავალი გამართლება ჰქონდა: არქიტექტურის შემფასებლებისთვის, მას გააჩნდა შენობის მორთვის, მისგან გამოწვეული ხიბლის შეგრძნების გაძლიერების ფუნქცია; ზოგი ავტორი მასში ეკონომიკური საქამიანობის სტიმულსაც კი ხედავდა; სხვები ორნამენტს უკავშირებდნენ რომანტიზმს, გაქცევის სურვილს დეჰუმანიზირებული გარემოდან, სადაც მრეწველობა დომინირებს, ან თუნდაც წარსულთან გაწყვეტილი კავშირის აღდგენისაკენ ლტოლვას. ფრენკ ლოიდ რაიტი ამაზე უფრო შორსაც კი წავიდა, როცა დაწერა: „თუ კი სტრუქტურა ორგანულადაა ჩაფიქრებული, მისი ორნამენტაცია მისი პირველი სართულის გეგმაშიც კი გამოვლინდება და მისი სტრუქტურის ჭეშმარიტ კონსტიტუციად იქცევა“ (Wright, 1986:14)

ადოლფ ლოსის 1908 წელს დაწერილმა ბროშურამ „ორნამენტი და დანაშაული“ - სადაც მან ისაუბარა არქიტექტურულ ნაწარმოებებზე დატანებული დეკორის სიუცხოეზე, არაბუნებრიობაზე და არაორგანულობაზე, ყველა ამ არგუმენტისათვის ხაზის გადასმა სცადა. ლოსმა არა მხოლოდ იმ დროინდელი ვენის კულტურული



საზოგადოების, არამედ მთელი ევროპის არქიტექტორთა წრეების დიდი ყურადღება მიიქცია. ავტორი აღნიშნავდა, რომ „ორნამენტი, რომელიც გაჩნდა [როგორც თავად უწოდა] პლასტიკური ხელოვნების [უნდა ვიგულისხმოდ სახვითი ხელოვნება] ჩამოყალიბებასთან ერთად, სახვითი ხელოვნების სხვა დარგებისნაირად ეროტიულია“ (Loos, 1908:30).

ვენაში დასახლებული ლოსი მიხვეული უნდა ყოფილიყო არქიტექტურის ინტენსიურ დეკორირებას, ამიტომ მისგან ორნამენტის წინააღმდეგ ასეთი აგრესიული გამოსვლა გასაკვირი ჩანდა. მან პირდაპირ მიმართა მისი და მომავალი თაობების არქიტექტორებს და შეეცადა მიექცია მათი ყურადღება იმაზე, თუ რაოდენ ზედმეტია დეკორი ხუროთმოძღვრებისათვის. წერილში ლოსი ორნამენტის არქიტექტურიდან მოშორებისაკენ მოუწოდებს, თვლის, რომ ხელოსნები და მშენებლები მხოლოდ დროს კარგავდნენ დეკორის გამოყენებისას და წერს, რომ „ადამიანი, რომელიც შენობას ეროტიკული სიმბოლოებით ანაგვიანებს, ან კრიმინალია ან დეგენერატი“ (Loos, 1908:29). აქვე იგი აღნიშნავს, რომ ხელოვნების განვითარების თანმიმდევრობის განხილვა უჩვენებს, რომ მისი ყველა შემდგომი ეტაპი უკავშირდებოდა „უტილიტარული ობიექტებიდან ორნამენტის მოცილებას“, თუმცა აქვე აღიარებს, რომ ამ აღმოჩენისთვის კაცობრიობა მას მადლობას არ გადაუხდის, რადგან, სინამდვილეში, ორნამენტის მოცილება ადამიანებს არც სურდათ: ისინი დღემდე ეთაყვანებიან მას (Loos, 1908:31).

ლოსის პუბლიცისტურ საქმიანობას წინ უძღოდა მისი ხანმოკლე კავშირი ვენის სეცესიონის დამფუძნებლებთან: 1896 წ. იგი გაიტაცა აკადემიური ტრადიციის მიღმა ხელოვნების განვითარების ახლებური გზების სეცესიონისტთა ძიებებმა, თუმცა მალევე მან უარყო ორნამენტული ტენდენცია სეცესიონისტ არქიტექტორთა ნამუშევრებში და საკუთარ ხუროთმოძღვრულ შემოქმედებაში მიმართა თავშეკავებულ, ზოგ შემთხვევაში ზედმეტად გადარიბებული საცხოვრისის თემას (მაგ., ამით გამოირჩევა ყოველგვარი ზედმეტობისგან გაცლილი 1910 წ. შტაინერის სახლი). (სურ.1)

ლოსის გაბედულმა, თუ არა სკანდალურმა პოზიციამ უზარმაზარი ზეგავლენა მოახდინა არქიტექტურის განვითარებაზე თითქმის მთელი მომდევნო საუკუნის განმავლობაში. იგი ჩვეულებრივზე უფრო მწვავად იქნა აღქმული, რადგან, როგორც უკვე აღნიშნეთ, სწორედ ფერადი ყვავილოვანი ორნამენტებით მორთული იმდროინდელი ვენის არქიტექტურის ავანგარდის წიაღიდან პარადოქსულად აღმოცენდა. მაშინ ცოტა ვინმემ თუ მიაქცია ყურადღება, რომ ბროშიურის გამოქვეყნების დროისთვის მისი ავტორი ამ წიაღს უკვე დიდი ხნის მოწყვეტილი იყო.

რადიკალური ესთეტიკური პურიზმის („ღარიბი ხელოვნების“) განცხადებამ არ ნუვოს და გერმანული ვერკუნდის იდეალებს ბოლო მოუღო. იგი დატანებული დეკორისგან ახალი, სუფთა, მთლიანად გათავისუფლებული არქიტექტურის შემოსვლას მოასწავებდა. 21 წლის ლუდვიგ მის ვან დერ როეს მიერ იმავე 1908 წელს საკუთარი მასწავლებლისგან - პეტერ ბერენსისგან მოსმენილ და მოგვიანებით (პირველი მსოფლიო ომის დასრულების შემდეგ) ატაცებულ „ნაკლები არის მეტი“ მანტრასთან ერთად, გერმანელი არქიტექტორის მინიმალური, ყოველგვარ მორთულობას მოკლებული, ზედმეტობაზე უარის მთქმელი ქმნილებათა წინაპირობად სწორედ „ორნამენტი და დანაშაული“ იქცა.

თუმცა მომდევნო პერიოდის განმავლობაში ყველა არქიტექტორი როდი ფიქრობდა ან მოქმედებდა ასე. ლოსის, მის-ის და ბერენსის მკაფიო პოზიციის მიუხედავად, არტ ნუვომ მაინც შეძლო გადაზრდილიყო არტ დეკოში, რომლის სტილობრივი პრიორიტეტი თავად სახელწოდებიდან ჩანს, მაგრამ ამ უკანასკნელმა მხოლოდ მოკლე დროით მოახერხა თავის დამკვიდრება. 1925 წლისთვის, პარიზში ე.წ. Exposition Internationale des Arts Décoratifs et Industriels Modernes – „დეკორატიული ხელოვნებისა და თანამედროვე მრეწველობის საერთაშორისო გამოფენის“ (რომელმაც მისცა კიდევ

გამოფენაზე გამეფებულ სტილს - Arts Déco-ს სახელი) დაწყების მომენტისთვის, შტაინერის სახლის გარდა, უკვე დიდი ხნის აგებული იყო ვალტერ გროპიუსის ფაგუსის ფეხსაცმელების ქარხანა (სურ.2), ვაიმარში გეორგ მუხემ დაასრულა ვილა ჰორნ (სურ.3), ხოლო თავად გამოფენაზე ლე კორბუზიე თავის პირველ მოდერნისტულ შენობას - პავილიონს **Esprit Nouveau**-ს ასრულებდა (სურ.4). სწორედ 1925 წელს გადაწყვეტს მის-ი საბოლოოდ ჩამოშორებოდა კლასიკურ სტილს: გერმანულ ქალაქ გუბენში იგი ვოლფის სახლის დაპროექტებას შეუდგება.

1932 წლის ნიუ იორკის თანამედროვე ხელოვნების მუზეუმში ინტერნაციონალური სტილის გამოფენის და მისდამი მიძღვნილი ფილიპ ჯონსონის და ჰენრი რასელ ხიჩკოკის წიგნიდან თითქოს ჩანდა, რომ დეკორი, მიუხედავად არ დეკოს სახით მის მიმართ გაწეული იმპულსიური წინააღმდეგობისა, სამუდამოდ ჩამოშორდა არქიტექტურას. სუფთა, კრიალა კედლები, დიდი შეშინული ზედაპირები, შენობათა შიზოფრენიულად თეთრი, მეტწილად აბსტრაქტული კუბები და ინდუსტრიალური ესთეტიკა თითქოს საბოლოოდ დამკვიდრდა თანამედროვე ადამიანის ცნობიერებაში.

მართალია, აქ აღნიშვნის ღირსია 1930-იანებში, საბჭოეთში - სტალინისა, და გერმანიაში - ჰიტლერის, ავტორიტარული რეჟიმების მიერ დამკვიდრებული სტილები, როგორც გადახვევა ამ საყოველთაოდ მიღებული ინტერნაციონალიზმიდან; მათ უდაოდ სცადეს ძირითადი მოდერნისტულ ხაზის წინაშე მედგარი ბარიერი აღემართად და მისი პსევდოკლასიკური ალტერნატივა დაემკვიდრებინათ, მაგრამ ისინი არ აღმოჩნდნენ სტაბილური და რეჟიმების შეცვლის შემდეგ ვეღარ შეინარჩუნეს მდგრადობა.

მხოლოდ 1960-იანი წლებში, იმავე მოდერნიზმის წიაღში, ჩნდება მოძრაობები, რომლებმაც იწყებენ ორნამენტის, როგორც კულტურული სიმბოლოს, სიღრმისა და მნიშვნელობის აღიარებას. დეკორში მათ დაინახეს ისტორიის უწყვეტობის ნიშანი და ადამიანთან კომუნიკაციის თითქოსდა უკვე მივიწყებული საშუალება. 1966 წ. რობერტ ვენტურიმ მოდერნისტული არქიტექტურული ფორმის კრიზისის იდენტიფიცირება მოახდინა, რის შემდეგ ერთგვარად მოულოდნელ დაასკვნამდე მივიდა: იმ მომენტიდან, რაც თანამედროვე არქიტექტორებმა, მათი ფილოსოფიისთვის სრულიად მართებულად, შენობას ორნამენტი მოაცილეს, ქვეცნობიერად ისინი დაუყოვნებლივ გადავიდნენ შენობების, როგორც ორნამენტის, დაპროექტებაზე. მისი პარტნიორი, დენიზ სკოტ ბრაუნი, მათი ერთობლივი პროექტის - კოლუმბუსში მეოთხე სახანძრო რაზმის აღწერისას (სურ.5). მთლიანად განსაზღვრავს ამ შენობას, როგორც ორნამენტს, და პირველად იყენებს „ნარატივს“ როგორც შინაარსის გადმომცემ კულტურულ მცნებას (ვან ლააიჯ, 2014:71).

მაგრამ აქვე ხაზგასასმელია, რომ ვენტურის პირველი გამოსვლის შემდეგ ნახევარი საუკუნე გავიდა და, ზოგიერთი მნიშვნელოვანი გამონაკლისის გარდა, ორნამენტს დღეს გაეზარდა მასშტაბები, შინაარსის აღწერითი მხარე კი შეუმცირდა. მისი სახეცვლილების მიზეზი ისაა, რომ სწრაფადგანვითარებადი, დინამიკური, მრავალფეროვანი პოსტ-ინდუსტრიალური საზოგადოების ამჟამინდელი განწყობა ხელს უშლის იმას, რომ ორნამენტმა გააგრძელოს მისთვის ადრე დამახასიეთებელი პირდაპირი, იდეალისტური სოციალური შეტყობინებების გადმოცემა. დღეს ორნამენტს არსებობის ორი მიზეზი რჩება: შენობის დანიშნულების გამოხატვა და შენობის მნიშვნელობის უკეთ წარმოჩენა.

ნიშანდობლივია, რომ ვენტურის პოზიცია მართლაც ნახევარი საუკუნის წინ გაუღერდა და თითქოს მეარად დამკვიდრდა კიდევ, მაგრამ მას დღესაც მედგარ წინააღმდეგობას უწევენ. რად ღირს თუნდაც დეკონსტრუქციის ფილოსოფიის დამკვიდრების აქტიური მხარდამჭერის, ამერიკელი ხუროთმოძღვარის პიტერ აიზენმანის ახლახან გაუღერებული განცხადება, რომლითაც იგი გამოეხმაურა თავისი ორ უმნიშვნელოვანეს პროექტის - ბერლინში ჰოლოკასტის მემორიალის (სურ.6) და ესპანეთის საინტიაგო დე კომპოსტელას „კულტურის ქალაქის“ (სურ.7) განხილვას:

„არქიტექტურას [სინამდვილეში] არასდროს გააჩნდა ისეთი მნიშვნელობა, რომელსაც მის გარკვეულ ნაწილებს ანიჭებენ ხოლმე მათი შინაარსის ამოსაკითხავად. ჩემი არქიტექტურის მთელი იდეა არის შევწყვიტო რაიმე სახის კომუნიკაცია და თავად არქიტექტურას მივანიჭო უნარი გამოიწვიოს ემოციური, ფიზიკური და ინტელექტუალური რეაქცია. ყოველგვარი წარმომადგენლობის გარეშე. ჩემი არქიტექტურა არაფერს არ ნიშნავს“ (Belogolovsky, 2016:23).

აიხენმანის დღევანდელი პოზიცია წინააღმდეგობაში მოდის ვენტურის ცენტრალურ დებულებასთან: ვენტურისთვის, არაფრის გამოხატვაც ხომ გამოხატვაა, რადგან იგი რაღაც შინაარსის - ან შინაარსზე უარის თქმის - ნიშანია, მისი სიმბოლო. ვცადოთ დღეს ჩვენს წინაშე დამდგარი საკითხი - მთლიანად შენობა, როგორც ორნამენტი - სწორედ ამ პოზიციიდან განვიხილოთ.

იქნება თუ არა ეს მუზეუმი, მრავალბინიანი საცხოვრებელი თუ ვილა, ვენტურის ფილოსოფიაში შენობას უწერია გამო-“ხატოს“ შინაარსი. მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლი შეუძლებელია მიამსგავსო მუზეუმს, ან აეროპორტს. ოფისის მსხვილ ნაგებობას გამოარჩევს გარკვეული რითმი, ელემენტთა განმეორებადობა, ამასთან ერთგვარი ემოციური თავშეკავებულობაც, იმ დროს როცა სასამართლოს შენობის ფასადში მისი საჯარო ფუნქცია უნდა გამოიხატებოდეს, იგი ღირსეულად და შთამბეჭდავით უნდა გამოიყურებოდეს, ანუ მას ის თვისებები უნდა ახასიათებდეს, რომელთა გამოხატვა ოფისის შენობაში საჭირო არაა. კერძო ვილა ვერანაირად ვერ დაემსგავსება სკოლას, რადგან ამ უკანასკნელს აუცილებლად ექნება ბევრი ერთნაირი ნაწილი - მაგ., ფანჯრების რიგი, ხოლო ვილა ამ აუცილებლობას საერთოდ მოკლებულია, და ა.შ.

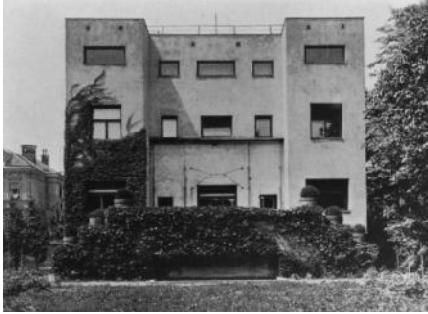
დღეს ნაგებობა, შესაძლოა, მთლიანად მცენარის მეტაფორად იქცეს: ტოიო იტოს 2001-2002 წწ. სერპანტინის პავილიონი ლონდონში (სურ.8); მასიურმა გადახურვამ შეგვასხენოს ძველი არაბული ორნამენტი, რომელსაც ფუნქციონალური ამოცანა - მზის უმოწყალო სხივების შერბილება ეკისრა: ჟან ნუველის 2003-2017 წწ. აღმოსავლეთის ლუვრი აბუ-დაბიში (სურ.9); შენაკადის შეერთება მდინარესთან სიმბოლიზირებულ იქნას ნაგებობით, რომლის ფორმა თავად წყლის ნაკადს მოგვაგონებს: ზაჰა ჰადიდის 2005-2011 წწ. რივერსაიდ მუზეუმი გლაზგოში (სურ.10); იაღქნიანი ნაგების რიგი სახელმწიფო ინსტიტუტების ურყეობის მეტაფორად გამოგვადგეს: რიჩარდ როჯერსის 2006-2009 წწ. სასამართლო ანტვერპენში, და ა.შ.

დღეს არქიტექტორი ცდილობს საკუთარი სათქმელი უნიკალური, ერთეული, ხატოვანი შენობებით მოგვასხენოს. მეტიც, ნაგებობა, როგორც ორნამენტი, დღეს უკვე საყოველთაო ყურადღების ქვეშაა. მექსიკაში, ხოსე ვასკონცელოს ბიბლიოთეკა (არქიტექტორი ალბერტო კალახი) შექმნილია როგორც დიდი გემი, რომელიც ნავსაყუდელს ქალაქის გამწვანებულ ბაღში ეძებს და აღსავსეა, განსაკუთრებით ინტერიერში, უამრავი მცირე და საშუალო ზომის სამგანზომილებიანი დეტალებით, რომლებიც მოძრაობის განუმეორებელ რიტმს ქმნიან და უწყვეტ ორნამენტულ ხალიჩას განასახიერებენ. იგივე ტოიო იტოს შენობა ომოტესანდო (სურ.11) ტოკიოში დრამატული სტრუქტურაა, რომლის კონტური ახდენს თელას ხეების რიგის იმიტირებას და ყვავილოვანი ორნამენტის ერთგვარ თანამედროვე გამოსახულებას ქმნის. მისგან არც თუ შორს წასულა აწ უკვე საკულტოდ ქცეული, პეკინში 2008 წ. ოლიმპიადის მთავარი სტადიონის, ე.წ. „ფრინველის ბუდის“ შვეიცარელების ჰერცოგ დე მერიონის (ადგილობრივ მხატვარ აი ვეი ვეი-სთან ერთად) პროექტი (სურ.12), რომელიც დაუინებით ეცდება დაგვარწმუნოს თავის ბოტანიკურ, ბიომორფულ წარმოშობაში და ამავე დროს საკუთარ ორნამენტს უზარმაზარი კონტურით თავად ქმნის.

### 3.ღასკვნა

სამშენებლო ტექნოლოგიების, უახლესი მასალებისა და კომპიუტერის დახმარებით დაგეგმარების (CAD) აჩქარებული განვითარების პირობებში, დღეს შენობას როგორც

ორნამენტს, გაეზარდა მასშტაბები, შინაარსის აღწერითი მხარე კი შეუმცირდა. დაწვრილმანებული, დეტალიზებული ორნამენტი ნაკლებად გამოიყენება; აქვე ხაზგასასმელია, რომ აღწერითი მხარეს შემცირებასთან ერთად, შენობის შინაარსს სულ უფრო გამდიდრებული გამოხატულების საშუალება მიეცა და არქიტექტურა თავად ორნამენტის ახალ სახედ იქცა.



სურ.1



სურ.2



სურ.3



სურ.4



სურ.5



სურ.6



სურ.7



სურ.8



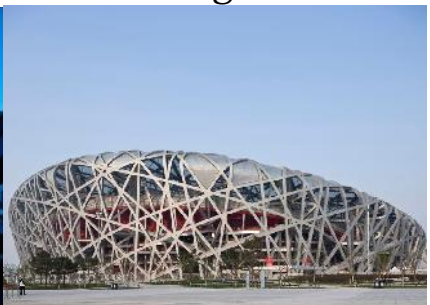
სურ.9



სურ.10



სურ.11



სურ.12

ლიტერატურა

1. Wright, Frank Lloyd. Studies and Executed Buildings by Frank Lloyd Wright, New York, and London, Rizzoli, 1986.
2. Loos, Adolf. 1908. Ornament and Crime, in Crime and Ornament, The Arts and Popular Culture in the Shadow of Adolf Loos, edited by Bernie Miller and Melony Ward, XYZ Books, 2002.
3. van Raaij, Michiel, Building as Ornament, Rotterdam: nai010 publishers, 2014.
4. Belogolovsky, Vladimir. Conversations with Peter Eisenman: The Evolution of Architectural Style, DOM Publishers, 2016.

ინოვაციური მენეჯმენტის საკითხები მშენებლობაში

მ. ძოწენიძე, ვ. ბალაგაძე, ლ. ქრისტესიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. №68,  
0175 თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** ინოვაციური პროექტების გავრცობის სიხშირე ასახავს ორგანიზაციების მზადყოფნას დანერგოს და განავრცოს მსოფლიოში მიმდინარე ტექნიკური და ტექნიკოლოგიური სიახლეები. ინოვაციების დანერგვა მიმდინარეობს სამი ძირითადი მიმართულებით – განახლებადი ენერჯის, მასალების და წყლის გამოყენება. მშენებლობაში მიმდინარე სამუშაოების ტექნოლოგიაც შესაბამისად უნდა შეიცვალოს თანამედროვე ტენდენციების შესაბამისად.

**საკვანძო სიტყვები:** ინოვაცია, ინტეგრირებული ინოვაცია, მწვანე შენობები, განახლებადი მასალები, მეორადი წყლები, სამშენებლო ინფორმაციული მოდელირება.

## 1. შესავალი

სამშენებლო პროცესების მართვის საკითხებისადმი მიძღვნილია უამრავი ნაშრომი და სტატია დარგის სპეციფიკური ხასიათის გამო. ერთერთი ძვირადღირებული, მრავალფეროვანებას იძენს დანიშნულების და ადგილმდებარეობის სიმრავლის გამო, რაც მას უფრო მიმზიდველს ქმნის. ცვლილებებისადმი სწრაფვა ხშირად ვერ აისახება სათანადო სისწრაფით სამუშაო პროცესებში, რაც განპირობებულია ძვირად ღირებული პროექტებისა და კაპიტალდაბანდებაების დიდი მოცულობებით.

## 2. ძირითადი ნაწილი

მშენებლობის მენეჯმენტის სფეროში ბევრი რამ კეთდება ინოვაციების დასანერგად, სპეციალისტები ბევრს ფიქრობენ მაღალტექნოლოგიური აღჭურვილობის, კომპოზიტური მასალისა და ხელოვნების ტექნოლოგიის ინოვაციად გამოსაყენებლად. ეს მხოლოდ ინოვაციის ელემენტია მენეჯმენტში და არა სრული ინოვაცია.

მომავალში შესაძლებელია, რომ ტერმინი ინოვაციის მაგივრად გამოიყენებოდეს ტერმინი *ინტეგრირებული ინოვაცია*, რაც გულისხმობს ახალი ტექნოლოგიებით, გადაწყვეტილებებით და კომუნიკაციით დროის, ხარჯების, ხარისხის და რესურსების ინოვაციური დაგეგმვას და მენეჯმენტს. ინტეგრირებული ინოვაცია მოიცავს დაგეგმვის ისეთ ინსტრუმენტს როგორცაა ტექნიკა, რომლის გამოყენებით ამცირებენ სამუშაო პროცესების დროის დანახარჯებს და რესურსების გადანაწილების ოპტიმიზაციას. ეს თავის მხრივ იწვევს გრაფიკების თავისდროულ შესრულებას და მაღალ ხარისხს. ეს შეიძლება მიღწეულ იქნას მშენებლობის გარკვეული ელემენტების იდენტიფიცირების გზით, კერძოდ ელემენტები უნდა იყოს იდენტიფიცირებული მენეჯერების მიერ პროექტის ყველა მახასიათებლის საფუძველზე.

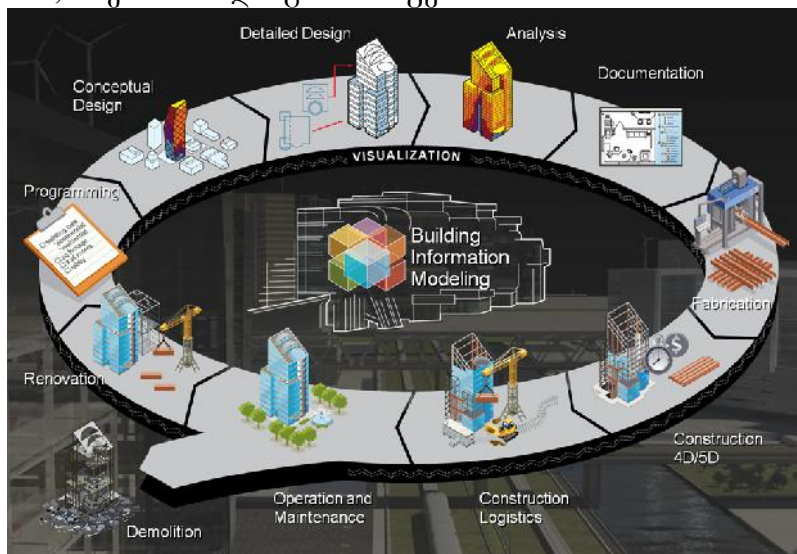
მსოფლიოს მოსახლეობის ზრდა და მდგრადი მშენებლობის პოპულარობა, განახლებადი მასალების და “მწვანე” შენობების აგების აუცილებლობა ცვლის მშენებლობის მიმართულებას. ტექნოლოგიების მუდმივ ცვლილებას მოითხოვს განხლებადი ანუ მეორადი მასალები შემოსვლა სამშენებლო ბაზარზე, ამსათან ერთად მიმდინარეობს საპროექტო და სამუშაო პროცესების კომპიუტერიზაცია და ნაწილობრივი ავტომატიზაცია, რაც გულისხმობს სამუშაო პროცესების პროგრამულ უზრუნველყოფას. მშენებლობაში, ისევე როგორც მსოფლიოს ყველა სხვა დარგში, იკვეთება განვითარების ძირითადი მიმართულებები.

მშენებლობის მენეჯერი ითვალისწინებს სამრეწველო, საქმიან ან სახორეგულ შენობებში განახლებადი ენერჯის (მზის და ქარის ენერჯის) გამოყენების აუცილებლობას. რაც შეეხება სამშენებლო მასალებს, არსებობს ძვირად ღირებული მეთოდი – საწარმოო წესით თვისობრივად ახალი მასალების შექმნა, რაც ნაკლებად შესაძლებელია ყველა ორგანიზაციისათვის, და ძველი სამშენებლო მასალების (ძველი ბლოკების, აგურის გამოყენება ახალი მშენებლობისათვის ნახერხის და პოლიმერების

დამატებით). მნიშვნელოვანია ასევე წყლების მეორადი გამოყენება, ეგრედ წოდებული რუხი წყლების სისტემა. მათი მუშაობის პრინციპი აგებულია წყლის რეცირკულაციის სისტემის ჩაშენებაზე. ეს სისტემები უფრო გამოიყენება საწარმოო და საქმიანი დანიშნულების შენობებში, შადრეულების სისტემებში და სხვა. წყლის ცირკულირების სისტემაში წყალი გადის სხვა და სხვა სახის გამწმენდ მოწყობილობებს (გამოიყენება ოზონური, ულტრაფიოლეტის გამოყენებით გამწმენდი მოწყობილობები, ან/და სილით, ნახშირით და მიკროორგანიზმებით შევსებული დანადგარები).

ინტეგრირებული ინოვაციების გამოყენებით კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი სფერო არის ჩამოყალიბებული მშენებლობის მენეჯმენტში – საიტის მენეჯერი, რომელიც უზრუნველყოფს სამშენებლო ტერიტორიის სრულ ზედამხედველობას და კონტროლს სამუშაო პროცესებზე (საპროექტო შესრულება, კონტრაქტების ვადების და პირობების დაცვა, სამშენებლო ობიექტის მომარაგება და სათანადო ხარისხის უზრუნველყოფა).

საპროექტო და სამშენებლო პროცესების სისრულისათვის სამშენებლო ინფორმაციული მოდელირება ამარტივებს მონაცემთა ბაზის გადაცემის და შესრულების პროცესს. მსოფლიო გამოცდილებით, მშენებლობის მენეჯერების 70% ამბობს, რომ BIM –ის გამოყენება 27 პუნქტით ზრდის საპროექტო უსაფრთხოებას, ვინაიდან მშენებლობის დაწყებამდე შესაძლებელი გახდა მოსალოდნელი საშიშროებების დადგენა. საერთაშორისო სტატისტიკური მონაცემებით მშენებლობის დარგში ახალ ტექნოლოგიებში (BIM) ორგანიზაციების ინვესტიციების დეფიციტი შეადგენს 3.33 –ს. შედარებისათვის ტელეკომუნიკაციების სფეროში აღნიშნული მონაცემი – 1.82 –ია, ნავთობის და გაზის სფეროში – 3.82.



სურ. 1. მშენებლობის ინფორმაციული მოდელირება.

როგორც აღნიშნული სქემიდან ჩანს იქმნება მონაცემთა ბაზა, რომელიც წარმოადგენს საპროექტო, სამშენებლო და საფინანსო დავალებებს, საბუთების სრულ პაკეტს. განაწილების, დაჯამების და ანალიზის ფუნქციები შედარებით ამცირებს საპროექტო ხარჯებს.

ინოვაციური ტექნიკის და ტექნოლოგიების შემუშავებს, გამოყენება და დანერგვა ამოუწურავი თემაა. 2015 წელს საქართველოს ინოვაციებისა და ტექნოლოგიების სააგენტოს მიერ იყო გამოქვეყნებული ეკონომიკური განვითარების 5 წლიანი გეგმა საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს თანადგომით. შემუშავებულ პროგრამასთან დაკავშირებით დაგეგმილი იყო საზოგადოებრივი ინოვაციების ცენტრის შექმნა, სადაც ძირითადი პროდუქტად არის აღნიშნული: პროგრამირება მობილური პლატფორმებისათვის, კომპიუტერული თამაშების შექმნა და კომპიუტერული გრაფიკა და ვიზუალური ეფექტები. თუმცა 2016 წელს სააგენტოს

მიერ შექმნილი იყო აპარატურა სამრეწველო ინოვაციების ლაბორატორიისათვის, რომლის მიზანი იყო მიკროელექტრონიკის მიმართულებით პროტოტიპების შექმნა.



სურ. 2

მშენებლობის და საპროექტო მართვის პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზარზე არ არის დიდი არჩევანი. მაგრამ ინოვაციების დანერგვის შემთხვევაში ვალდებულია გაითვალისწინოს შესაძლო დანაკარგები და მოსალოდნელი მოგება. არსებობს გაანგარიშებების რამოდენიმე მეთოდი და შესაბამისად გაანგარიშების გზებიც. გაანგარიშებების ალგორითმებში გათვალისწინებული უნდა იყოს ყველა ნაკადის ჯამური დისკონტირებული ღირებულება და მათი სიდიდე იცვლება პროექტის დაფინანსების შესაბამისად. ერთ ერთი ასეთი მეთოდია MIRR – მოგების მოდიფიცირებული შიდა ნორმა, ასევე ცნობილია და აღიარებულია ინვესტიციების დაბრუნებადობის ვადის, დისკონტირებული დროის გაანგარიშების მეთოდები.

აღნიშნული მეთოდების გამოყენება მიზნად ისახავს ინვესტიციების მომგებიანობის გაანგარიშებას ახლო მომავალში, სადაც დროის ფაქტორი საკმაოდ მნიშვნელოვანი ხდება. ინოვაციის სასიცოცხლო ციკლის ტერმინის შემოტანამ მოითხოვა ინოვაციების დანერგვის და განხორციელების დროის შემცირება. შეგვიძლია ვაწარმოთ ინოვაციების კლასიფიცირება სირთულის, ღირებულების, დანიშნულების მიხედვით. მშენებლობაში მეტი მობილობით გამოირჩევა მცირე და საშუალო ტიპის კომპანიები. ისინი არჩევენ აკეთებენ ნაკლებად ღირებულ ტექნიკასა და ტექნოლოგიებს.

ამიტომ თანამედროვე ორგანიზაციები უფრო ირჩევენ პროგრამებს Prolog – Procure – bevy –ს, პროგრამულად მდიდარ პროგრამებს, რომელთა საშუალებით მენეჯერებს შეუძლიათ ამოცანების ავტომატიზირება (საბიუჯეტო ხარჯების კონტროლი, დოკუმენტაციის წარმოება, მომხმარებლის ინტერფეისის მართვა). პროგრამები გამოყენებადია სატენდერო წინადადებების წარმოების დროსაც, რადგანაც უზრუნველყოფილია iPhone და Android –ის მსგავსი დანართებით.

### 3. დასკვნა

ინოვაციური პროცესების დანერგვა და განვითარება მეტ წილად არის გამოწვეული დროის მოთხოვნებით. საპროექტო და სამშენებლო ამოცანების სათანადოდ გადაწყვეტა განსაზღვრავს ნებისმიერი ორგანიზაციის წარმატებას. თავის მხრივ ტექნიკური და ტექნოლოგიური ცვლილებები თანამედროვე ბაზარზე კარნახობს ადგილობრივ ორგანიზაციებს გარკვეულ მოთხოვნებს, რომელთა შესრულება სავალდებულოა წარმატების მისაღწევად.

### ლიტერატურა

1. ადამ სმიტი - გამოკვლევა ხალხთა სიმდიდრის ბუნებისა და მიზეზების შესახებ, 1784 წ., /ქართული თარგმანი ფ. გოგიჩაიშვილის მიერ 1938წ.
2. <https://www.huffingtonpost.com>- ინოვაციური მენეჯმენტი, 2018წ..

**გაჭიმულ-გაღუნული რბოლური დისკის ოპტიმალური დაპროექტება სიმტკიცის და სიხისტის პირობების ბათვალისწინებით**

ზ. მაძალუა, დ. ჯანყარაშიელი, დ. ტაბატაძე, ი. კაკუტაშიელი  
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზუმე:** რბოლური დისკის გაჭიმვა და ღუნვა ცენტრალურ ძალთა ველში დაიყვანება ორი ცვლადი კოეფიციენტის მქონე დიფერენციალური განტოლების ამოხსნაზე. ამ ორი დიფერენციალური განტოლების ნაცვლად იხსნება მათი ექვივალენტური ვოლტერის ტიპის ინტეგრალური განტოლება, რიცხვითი მეთოდით, შემოთავაზებული მ.შ. მიქელაძის მიერ.

**საკვანძო სიტყვები:** რბოლური დისკი, გაჭიმვა, ღუნვა, ოპტიმალური დაპროექტება, დიფერენციალური განტოლება, ვოლტერის ტიპის ინტეგრალური განტოლება, რიცხვითი მეთოდი.

**1. შუსავალი**

თანამედროვე გაზოტურბინული დანადგარები მუშაობენ მძიმე დაძაბულ-დეფორმირებულ პირობებში. დაპროექტებისას საიმედო კონსტრუქციის მისაღებად, სადაც დაცული იქნება სიმტკიცის და სიხისტის პირობებისაჭიროა თანამედროვე ზუსტი გაანგარიშების მეთოდების გამოყენება. არსებული გაჭიმულ-გაღუნული დისკების გაანგარიშების მეთოდები არის შემოწმებითი მეთოდები, სადაც მოცემულია კონსტრუქციის გომეტრია (ზომები) და მასალის მახასიათებლები. ხდება გასანგარიშებელი კონსტრუქციის რამოდენჯერმე გადაანგარიშება რის შედეგადაც ზუსტდება საძიებელი პარამეტრები. შემოთავაზებული მეთოდი განსხვავდება არსებული მეთოდებისგან იმით, რომ გაანგარიშება ხდება ერთხელ საწყისი სიხისტის და სიმტკიცის პირობების დაცვით. ამასთან დისკის სისქის ცვლილების კანონი აიღება ორი უცნობი პარამეტრის სახით ისე რომ დაცული იქნეს სიმტკიცის და სიხისტის პირობები.

**2. პირითალი ნაწილი**

მათემატიკური თვალსაზრისით გაჭიმულ-გაღუნული რბოლური დისკის დაპროექტების ამოცანა დაიყვანება ორი მეორე რიგის ცვლადი კოეფიციენტების მქონე დიფერენციალურ განტოლების ინტეგრირებაზე. ამასთან დიფ. განტოლების ცვლადი კოეფიციენტები შეიცავენ უცნობ პარამეტრებს.

$$\frac{d^2}{dr^2}U(r) + \left[ \frac{1}{r} + \frac{d \ln h(r)}{dr} \right] \frac{d}{dr}U(r) + \left[ \frac{v}{r} \cdot \frac{d \ln h(r)}{dr} - \frac{1}{r^2} \right] U(r) = - \frac{(1-v^2)\gamma \omega^2 r}{Eg}, \quad (1)$$

$$b \leq r \leq a,$$

$$\frac{d^2}{dr^2} \varphi(r) + \left[ \frac{1}{r} + \frac{3d \ln h(r)}{dr} \right] \frac{d}{dr} \varphi(r) + \left\{ \frac{v}{r} \cdot \frac{3d \ln h(r)}{dr} - \frac{1}{r^2} - \frac{12}{h^2(r)} \left[ \frac{d}{dr}U(r) + \frac{v}{r}U(r) \right] \right\} \varphi(r) = \frac{12(1-v^2)}{Eh^3(r)} Q_r. \quad (2)$$

და (2) განტოლებებში შემავალი სიდიდეებია:  $U(r)$  – რადიალური გადაადგილება,  $\varphi(r)$  – მობრუნების კუთხე ცილინდრული კვეთის,  $h(r)$  – დისკის ცვლადი სისქე, რომელიც მოცემულია უცნობი ორი პარამეტრის სიზუსრით,  $\omega$  – ბრუნვის კუთხური სიჩქარე,  $v$  – პუასონის კოეფიციენტი,  $E$  – დრეკადობის მოდული,  $\gamma$  – დისკის მასალი სმოცულობითი წონა,  $a$  და  $b$  დისკისში და გარე წრიული კონტურების სიმრუდის რადიუსებია. (1) – განტოლება მიიღება ბრუნავი დისკის წონასწორობის განტოლებიდან:

$$r \frac{d}{dr} T_r(r) + T_r(r) - T_\theta(r) + \frac{\gamma \omega^2 h(r) r^2}{g} = 0$$

მასში ძალოვანი მნიშვნელობების ჩასმის შემდგომ:

$$\begin{aligned} T(r) &= \frac{Eh(r)}{1-v^2} \left[ \frac{d}{dr}U(r) + \frac{v}{r}U(r) \right], \\ T_\theta(r) &= \frac{Eh(r)}{1-v^2} \left[ v \frac{d}{dr}U(r) + \frac{1}{r}U(r) \right], \end{aligned} \quad (3)$$



$$\frac{a}{dr} T_r(r) = \frac{Eh(r)}{1-\nu^2} \left\{ \frac{d^2}{dr^2} U(r) + \left[ \frac{\nu}{r} + \frac{d}{dr} \frac{h(r)}{h(r)} \right] \frac{d}{dr} U(r) - \frac{\nu}{r} \left[ \frac{\nu}{r} + \frac{d}{dr} \frac{h(r)}{h(r)} \right] U(r) \right\}$$

(3)-ფორმულაში  $T(r)$  და  $T_\theta(r)$  აღნიშნავენ რადიალურ და რგოლურ ძალებს. რაც შეეხება (2) განტოლების გამოყვანას ის მოცემულია [1] ნაშრომში. შემოვიტანოთ ახალი ცვლადები შემდეგი ფორმულებით:

$$V(\rho) = U(\rho) \exp 0.5 \int_1^\rho \left[ \frac{1}{\rho} + \frac{d \ln h(\rho)}{d\rho} \right] d\rho = \sqrt{\frac{\rho h(\rho)}{h(1)}} U(\rho), \quad (4)$$

$$\vartheta(\rho) = \varphi(\rho) \exp 0.5 \int_1^\rho \left[ \frac{1}{\rho} + \frac{3d \ln h(\rho)}{d\rho} \right] d\rho = \sqrt{\frac{\rho h^3(\rho)}{h^3(1)}} \varphi(\rho) \quad (5)$$

$$\rho = \frac{r}{b}, \quad 1 \leq \rho \leq \frac{a}{b}.$$

განტოლებები (1) და (2) დაიყვანება შემდეგ სახეზე:

$$\frac{d^2}{dr^2} V(\rho) - I_1(\rho) V(\rho) = F_1(\rho), \quad (6)$$

$$\frac{d^2}{dr^2} \vartheta(\rho) - I_2(\rho) \vartheta(\rho) = F_2(\rho), \quad (7)$$

სადაც 
$$I_1(\rho) = \frac{0.75}{\rho^2} + \frac{(0.5-\nu) \frac{dh(\rho)}{d\rho}}{\rho h(\rho)} - 0.25 \left[ \frac{\frac{dh(\rho)}{d\rho}}{h(\rho)} \right]^2 + 0.5 \frac{d^2}{d\rho^2} h(\rho), \quad (8)$$

$$F_1(\rho) = -\frac{(1-\nu^2)\gamma\omega^2 b^3}{Eg} \sqrt{\frac{\rho^3 h(\rho)}{h(1)}}, \quad (9)$$

$$I_2(\rho) = \frac{0.75}{\rho^2} + \frac{3(0.5-\nu) \frac{dh(\rho)}{d\rho}}{\rho h(\rho)} - 0.75 \left[ \frac{\frac{dh(\rho)}{d\rho}}{h(\rho)} \right]^2 + 1.5 \frac{d^2}{d\rho^2} h(\rho) + \frac{12b}{n^2(\rho)} \left\{ \frac{d}{d\rho} V(\rho) - \left[ \frac{0.5-\nu}{\rho} + 0.5 \frac{d \ln h(\rho)}{d\rho} \right] V(\rho) \right\} \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho h(\rho)}{h(1)}}}$$

$$F_2(\rho) = -\frac{12b^2(1-\nu^2)}{E} \sqrt{\frac{\rho}{[h(x)h(\rho)]^3}} Q_r.$$

$$1 \leq \rho \leq \frac{a}{b}.$$

ტილორის ფორმულის გამოყენებით ვღებულობთ:

$$V(\rho) = V(1) + (\rho - 1) \frac{dV(1)}{d\rho} + \int_1^\rho (\rho - x) \frac{d^2}{dx^2} V(x) dx, \quad (10)$$

$$\vartheta(\rho) = \vartheta(1) + (\rho - 1) \frac{d\vartheta(1)}{d\rho} + \int_1^\rho (\rho - x) \frac{d^2}{dx^2} \vartheta(x) dx \quad (11)$$

ჩავსვათ (10) და (11) შესაბამისად (6) და (7)- ში, მივიღებთ მეორე რიგის ვოლტერის ტიპის ინტეგრალურ განტოლებებს:

$$\frac{d^2}{dx^2} V(\rho) = F_1(\rho) + I_1(\rho) \left[ V(1) + (\rho - 1) \frac{dV(1)}{d\rho} + \int_1^\rho (\rho - x) \frac{d^2}{dx^2} V(x) dx \right], \quad (12)$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \vartheta(\rho) = F_2(\rho) + I_2(\rho) \left[ \vartheta(1) + (\rho - 1) \frac{d\vartheta(1)}{d\rho} + \int_1^\rho (\rho - x) \frac{d^2}{dx^2} \vartheta(x) dx \right] \quad (13)$$

(12) და (13) ინტეგრალური განტოლებების ამონახსნები შეიძლება წარმოვადგინოთ ჯამების სახით:

$$\frac{d^2}{dx^2} V(\rho) = \varsigma_1(\rho) + \eta_1(\rho) V(1) + \xi_1(\rho) \frac{dV(1)}{d\rho}, \quad (14)$$

$$\frac{d^2}{dx^2} \vartheta(\rho) = \varsigma_2(\rho) + \eta_2(\rho) \vartheta(1) + \xi_2(\rho) \frac{d\vartheta(1)}{d\rho}, \quad (15)$$

სადაც

$$\varsigma_i(\rho) = F_i(\rho) + I_i(\rho) \int_1^\rho (\rho - x) \varsigma_i(x) dx,$$

$$\eta_i(\rho) = I_i(\rho) \left[ 1 + \int_1^\rho (\rho - x) \varsigma_i(x) dx \right], \quad (16)$$

$$\xi_i(\rho) = I_i(\rho) \left[ (\rho - 1) + \int_1^\rho (\rho - x) \xi_i(x) dx \right],$$

$i=1,2.$

(16) - ის თვითეული განტოლება წარმოადგენს მეორე რიგის ვოლტერის ტიპის ინტეგრალურ განტოლებას. მათი ამოხსნა შესაძლებელია რიცხვითი მეთოდებით. [2] ნაშრომში მოყვანილია

ტრაპეციის ფორმულის გამოყენებით ინტეგრალები იცვლება სასრული ჯამებით, რის შედეგადაც დავდივართ მარტივ რეკურენტულ დამოკიდებულებებზე:

$$\begin{aligned} \zeta_i(\rho_k) &= F_i(\rho_k) + \Delta^2 I_i(\rho_k) \left[ \frac{k}{2} \zeta_i(\rho_0) + (k-1)\zeta_i(\rho_1) + (k-2)\zeta_i(\rho_2) + \dots + \zeta_i(\rho_{k-1}) \right], \\ \eta_i(\rho_k) &= I_i(\rho_k) \left\{ 1 + \Delta^2 \left[ \frac{k}{2} \eta_i(\rho_0) + (k-1)\eta_i(\rho_1) + (k-2)\eta_i(\rho_2) + \dots + \eta_i(\rho_{k-1}) \right] \right\}, \\ \xi_i(\rho_k) &= I_i(\rho_k) \left\{ k\Delta + \Delta^2 \left[ \frac{k}{2} \xi_i(\rho_0) + (k-1)\xi_i(\rho_1) + (k-2)\xi_i(\rho_2) + \dots + \xi_i(\rho_{k-1}) \right] \right\}, \end{aligned} \quad (17)$$

$i=1,2.$

სადაც  $\Delta$  და  $k$  -თი აღნიშნულია შესაბამისი ბიჯი და ნომერი ფუნქციის დაყოფის. დაყოფის წერტილებში  $V(\rho)$  და  $\vartheta(\rho)$  ფუნქციის მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულებით:

$$V(\rho_k) = \frac{1}{I_1(\rho_k)} \left[ \zeta_1(\rho_k) + \eta_1(\rho_k)V(1) + \xi_1(\rho_k) \frac{dV(1)}{d\rho} - F_1(\rho_k) \right], \quad (18)$$

$$\vartheta(\rho_k) = \frac{1}{I_2(\rho_k)} \left[ \zeta_2(\rho_k) + \eta_2(\rho_k)V(1) + \xi_2(\rho_k) \frac{dV(1)}{d\rho} - F_2(\rho_k) \right] \quad (19)$$

$V(\rho)$  და  $\vartheta(\rho)$  ფუნქციების პირველი რიგის წარმოებულებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\frac{dV(\rho)}{d\rho} = \frac{dV(1)}{d\rho} + \int_1^\rho \frac{d^2}{dx^2} V(x) dx,$$

$$\frac{d\vartheta(\rho)}{d\rho} = \frac{d\vartheta(1)}{d\rho} + \int_1^\rho \frac{d^2}{dx^2} \vartheta(x) dx,$$

ტრაპეციის ფორმულის თანახმად გვექნება:

$$\frac{dV(\rho_k)}{d\rho} = \Delta \left[ \frac{1}{2} \zeta_1(\rho_0) + \zeta_1(\rho_1) + \dots + \zeta_1(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \zeta_1(\rho_k) \right] + \Delta \left[ \frac{1}{2} \eta_1(\rho_0) + \eta_1(\rho_1) + \dots + \eta_1(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \eta_1(\rho_k) \right] V(1) + \left\{ 1 + \Delta \left[ \frac{1}{2} \xi_1(\rho_0) + \xi_1(\rho_1) + \dots + \xi_1(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \xi_1(\rho_k) \right] \right\} \frac{dV(1)}{d\rho} \quad (20)$$

$$\frac{d\vartheta(\rho_k)}{d\rho} = \Delta \left[ \frac{1}{2} \zeta_2(\rho_0) + \zeta_2(\rho_1) + \dots + \zeta_2(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \zeta_2(\rho_k) \right] + \Delta \left[ \frac{1}{2} \eta_2(\rho_0) + \eta_2(\rho_1) + \dots + \eta_2(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \eta_2(\rho_k) \right] V(1) + \left\{ 1 + \Delta \left[ \frac{1}{2} \xi_2(\rho_0) + \xi_2(\rho_1) + \dots + \xi_2(\rho_{k-1}) + \frac{1}{2} \xi_2(\rho_k) \right] \right\} \frac{dV(1)}{d\rho} \quad (21)$$

ამ გზით მიღებული ამონახსნი შეიცავს უცნობ ორ პარამეტრს, რომელიც განსაზღვრავს დისკის სისქის ცვლილების კანონს და შეიცავს საწყის ფუნქციას და მის წარმოებულებს როცა  $\rho = 1$  ( $r=b$ ). უცნობი სიდიდეების განსაზღვრისათვის გვაქვს საზღვრო პირობები, აგრეთვე სიხისტის და სიმტკიცის პირობები ამოცანის ოპტიმიზაციისთვის.

### 3. დასკვნა

არსებული გაჭიმულ-გაღუნული დისკების გაანგარიშების მეთოდები არის შემოწმებითი მეთოდები, სადაც მოცემულია კონსტრუქციის გეომეტრია (ზომები) და მასალის მახასიათებლები. ხდება გასაანგარიშებელი კონსტრუქციის რამოდენჯერმე გადაანგარიშება რის შედეგადაც ზუსტდება საძიებელი პარამეტრები. შემოთავაზებული მეთოდი განსხვავდება არსებული მეთოდებისგან იმით, რომ გაანგარიშება ხდება ერთხელ საწყისი სიხისტის და სიმტკიცის პირობების დაცვით. ამასთან დისკის სისქის ცვლილების კანონი აიღება ორი უცნობი პარამეტრის სახით ისე რომ დაცული იქნეს სიმტკიცის და სიხისტის პირობები.

### ლიტერატურა

1. Киносашвили Р.С. Расчет на прочность дисков турбомашин. М. Оборонгиз. 1984 г.
2. Козлов С.Г. Баженов В.Г. Предельная несущая способность элементов турбомашин. Киев. изд. "Наука думка". 1995 г.

ასაწყობ-დასაშლელი ხიდი დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი  
საქრდენით

ნ. წიგნაძე, გ. ხაზარაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68,  
საქართველო, 0175, თბილისი)

**რეზიუმე:** ნაშრომში შემოთავაზებულია სწრაფადსაგები, ტრანსპორტირებადი, ასაწყობ-დასაშლელი ლითონის ხიდი დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი საყრდენებით. ზემოთ აღნიშნულიდან ასაწყობ-დასაშლელი ლითონის ხიდის გამოყენება ეფექტიანია სამხედრო ოპერაციების ჩატარების პირობებში პირადი შემადგენლობის და საბრძოლო ტექნიკის გატარების მიზნით. ხიდის წარმოდგენილი სქემა გამორჩეულია საყრდენების კონსტრუქციული თავისებურებებით, ის ზრდის საყრდენი ფილის ფართს და ეფექტურს ხდის ხიდის ექსპლუატაციას სუსტი გრუნტების გამოყენების დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** ასაწყობ-დასაშლელი, ტრანსპორტირებადი, ხიდი, ლითონი, სწრაფადსაგები, ჯაჭვურ-მილოვანი, კონსტრუქციული სქემა, ტექნოლოგიურობა, დამზადების სისწრაფე, მონტაჟი, გრუნტი, საყრდენი ფილა, სივრძე, სივანე.

1. შესავალი

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, მათ შორის საქართველოში მიმდინარე საომარმა მოქმედებებმა და სტიქიურმა შემთხვევებმა აქტუალური გახადა სწრაფადსაგები დროებითი ნაგებობის, მათ შორის, ხიდების შექმნა. მათი დანიშნულებაა ექსტრემალურ პირობებში ამა თუ იმ მიზეზების გამო მწყობრიდან გამოსული კაპიტალური ხიდების სწრაფი შეცვლა, შესაბამისად დარღვეული საპრანსპორტო კომუნიკაციების სწრაფი აღდგენა, პირველ რიგში, სტიქიური უბედურებების ზონიდან ხალხისა და სატრანსპორტო კომუნიკაციების სწრაფი აღდგენა, სტიქიური უბედურების ზონიდან ხალხისა და სატრანსპორტო საშუალებების ევაკუაცია. ასევე აქტუალურია ძნელადმისადგომ ადგილებში დაზიანებული ელექტროგადამცემ ხაზებთან დროული მისვლა დაზიანების აღმოსაფხვრელად.

ზემოთ ჩამოთვლილი ყველა ბუნებრივი მოვლენა დამახასიათებელია ჩვენი ქვეყნისთვის, განსაკუთრებით კი მთიანი რაიონებისა და ძნელად მისასვლელი ადგილებისათვის.

2. ძირითადი ნაწილი

სწრაფადსაგები, ტრანსპორტირებადი სისტემები თავიანთი პრინციპებიდან გამომდინარე განსაკუთრებით ეფექტიანია სამხედრო ოპერაციების ჩატარების პირობებშიც პირადი შემადგენლობისა და საბრძოლო ტექნიკის გატარების მიზნით. სწრაფადსაგები, ტრანსპორტირებადი ხიდები მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში შექმნილი, კონსტრუქციების ტექნიკური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათი ეფექტური გამოყენება ბევრად არის დამოკიდებული გარემო ფაქტორებზე (ექსპლუატაციის ადგილამდე მისასვლელი გზების მდგომარეობა, დაბრკოლების სიღრმე და სივრძე, მონტაჟისასთვის საჭირო დროის ხანგრძლივობა), რის გამოც მათი გამოყენება ზოგჯერ შეუძლებელიც კი ხდება.

წინააღმდეგობათა დაძლევა, განსაკუთრებით საბრძოლო მოქმედებების დროს, რთულ რელიეფურ გარემოში და სხვა ექსტრემალურ პირობებში აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს, მიუხედავად მეცნიერების, სამრეწველო ინდუსტრიის განვითარების პრაქტიკულად გადაუწყვეტელი რჩება საკითხი მთიანი რელიეფისათვის სწრაფადსაგები, იოლად ტრანსპორტირებადი, მრავალჯერადი გამოყენების ხიდების შექმნისა. ამ მიმართულებით საკმაოდ მრავალფეროვანი და მრავალპარამეტრიანი ტექნიკაა შექმნილი, მაგრამ არც ერთი მათგანი თავისი სტრუქტურით არ შეესაბამება განიერ ხეების ეტაპობრივ და კანონზომიერ ჩაღრმავებებს, წყალმცირე სწრაფ დინებას. ზოგჯერ ლოკალურად ძალიან მაღალი წყლის და ციცაბო ნაწილის მქონე

გადასასვლელების მოთხოვნებს ხდის კონსტრუქციისადმი, რომელთა ცალკეული ნაწილის ტრანსპორტირებაც კი დანიშნულების ადგილამდე მთაგორიანი რელიეფის და ხშირ შემთხვევაში არასტანდარტული გზების გამო დამატებით პრობლემასაც წარმოადგენს.

ნებისმიერი დანიშნულების სტაციონალური ხიდები და მათ შორის საავტომობილოც, წარმოადგენს კაპიტალურ, უნიკალურ და საკმაოდ ძვირადღირებულ ნაგებობებს. დროებითი ხიდების ფუნქციონალური დანიშნულებაა სტაციონალური ხიდებისაგან რამდენადმე განსხვავებულია. განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ ძირითადი განმსაზღვრელი პარამეტრი ამ შემთხვევაში არის ან ეკონომიკური მაჩვენებელი, ან ხიდური გადასასვლელის აგების სისწრაფე.

ხიდური ნაგებობის ვადები, მათ შორის დროებითი ხიდებსაც ძირითადად დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე:

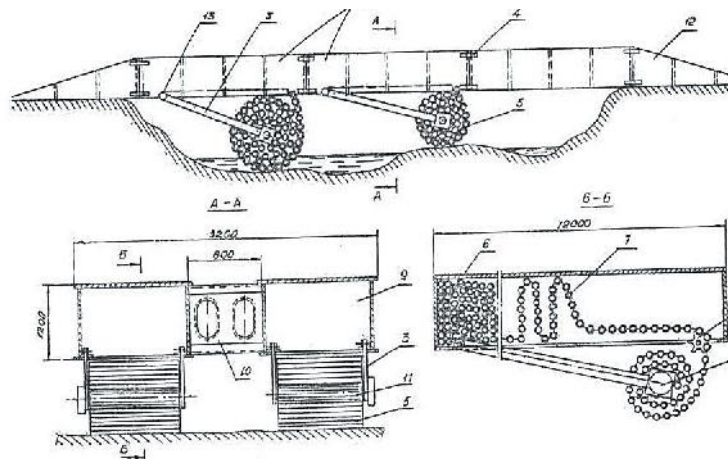
- აგების ტექნოლოგია – ასაწყობი კონსტრუქციული სქემა ბევრად უმჯობესია ვიდრე სხვა;
- კონსტრუქციული მასალა – ცნობილია, რომ ლითონის კონსტრუქციებს აქვთ დაბალი წონა სხვა სამშენებლო კონსტრუქციებთან შედარებით;
- კონსტრუქციის ასაწყობი ტიპური – ქარხნული დამზადებიდან გამომდინარე იზრდება ხარისხი, მცირდება სამონტაჟო პროცესები;
- ელემენტების მაქსიმალური გამსხვილება – მცირდება ადგილზე მონტაჟის დროს საპირაპირე შეერთებების რაოდენობა. მცირდება სატრანსპორტო-სამონტაჟო საშუალებების რაოდენობა.
- ასაწყობი ელემენტების კონსტრუქციის დამზადების ტექნოლოგიურობა – უზრუნველყოფს წარმოების სერიულობას და დამზადების სისწრაფეს;
- აწყობის ტექნოლოგიურობა – მიიღწევა საპირაპირე შეერთებების მინიმალური რაოდენობითა და მათი მონტაჟის სიმარტივით.

ეს არის ის ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ნაგებობის აგების ვადებს და მათ ტექნიკურ-ეკონომიკურ ეფექტს.

ყველა ამ ფაქტორის გათვალისწინებით, საფუძვლად დაედო სწრაფადსაგები დროებითი ხიდის დაპროექტებას და შექმნას. ესკიზური პროექტის დონეზე დამუშავებულია სწრაფადსაგები ასაწყობ-დასაშლელი ხიდების რამდენიმე ვარიანტი, ერთ-ერთი მათგანი ქვემოთ არის წარმოდგენილი:

**ასაწყობ-დასაშლელი კოჭური ხიდი დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი საყრდენებით**

ხიდის განსახილველი სქემა მიეკუთვნება დროებითი ნაგებობების ჯგუფს ნახ. 1, თავისი შესაძლებლობით ხიდი არ არის უნივერსალური, რადგან შეუძლებელია მისი გამოყენება ყველა შემთხვევაში და ძირითადად განკუთვნილია მცირეწყლიანი მდინარეებისა და ხეებისათვის, რომელთა სიღრმე არ აღემატება 4 მეტრს.



ნახ. 1 ასაწყობ-დასაშლელი ხიდი დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი საყრდენებით

სამხედრო ფუნქციის გარდა ხიდი, ასევე წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს სამოქალაქო მიზნითაც, როგორც დროებითი ნაგებობა წყალდიდობით ან სხვა სტიქიური უბედურების შედეგად დაზიანებული ავტოსაგზაო ხიდის მშენებლობის ან შეკეთების პროცესში.

ხიდის წარმოდგენილი სქემა გამოირჩევა საყრდენების კონსტრუქციული თავისებურებებით, რომელთა გრუნტზე დაყრდნობის ფართობი გაცილებით აღემატება სხვა განსახილველ სქემებში წარმოდგენილი საყრდენი ფილის ფართს და ეფექტურს ხდის ხიდის ექსპლუატაციას სუსტი გრუნტების შემთხვევაში.

ხიდის საყრდენი წარმოიქმნება დოლზე მიღებისაგან შედგენილი ჯაჭვის დახვევით. დახვევის პროცესი გრძელდება მანამ, ვიდრე საყრდენის სიმაღლე არ მიაღწევს წინასწარ განსაზღვრულ ნიშნულს. მალის ნაშენის სავალი ნაწილის სამშენებლო სიმაღლე ითვალისწინებს იმ ფაქტს, რომ ექსპლუატაციის დროს, იმის გამო, რომ მიღებიდან შედგენილი ჯაჭვი არ არის დოლზე მჭიდროდ დახვეული საყრდენების ცილინდრული ფორმა იცვლება ოვალური მოხაზულობით, რითაც იზრდება საყრდენის გრუნტთან შეხების ზედაპირი.

რაც შეეხება ხიდის კონსტრუქციულ სქემას, ის შეიძლება განივიხილოთ, როგორც ჭრადი კოჭური ხიდი, გამომდინარე იქიდან, რომ ექსპლუატაციის დროს საყრდენების ჯდენის შედეგად გამოწვეული დიდი გადაადგილების გამო უჭრადობის შემთხვევაში მალის ნაშენის ელემენტებში, სადაც ხდება ძაბვების კონცენტრაცია, შეიძლება მივიღოთ პლასტიკური სახსრები. გამოყენებული მიღები დიამეტრით არანაკლებ 100 მმ – ისა და უზრუნველყოფს წყლის გატარებას დიდი ნაკადის დროს და ამცირებს საყრდენებზე გვერდით დატვირთვებს.

ხიდის კონსტრუქცია შედგება სექციებისაგან 1, რომელთა შიგნითაც მოთავსებულია გახსნადი საყრდენი 3. სექცია წარმოადგენს კოლოფისებური კვეთის ორმაგ კოჭს, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია განივი დაიფრაგმებით 10. საყრდენის ფორმირება წარმოებს ელექტროძრავის მეშვეობით ჯაჭვურ-მილოვანი ლენტების დახვევით ღერძის 8 გარშემო.

საყრდენი შექმნილია ორი ღეროსაგან, რომელთა ბოლოებზე დამაგრებულია მბრუნავი დოლი 11. დოლის შიგნით მოთავსებულია პლანეტარული რედუქტორი ელექტროძრავით. საყრდენის მთელი სისტემა შეკიდულია ცილინდრული სახსრით 13 მალის სქეციაზე 1.

ხიდის ძირითადი ტექნიკურ-საექსპლუატაციო მახასიათებლები:

1. სიგრძე – 18-60 მ;
2. სიგანე – 3,2 მ
3. სექციის სიმაღლე – (1,0-1,6 მ)
4. სექციის წონა – 4800-9000 კგ
5. საყრდენის მუშა სიმაღლე - 2÷2,5 მ
6. ტვირთამწეობა – 45-60 ტონამდე
7. სამონტაჟო საშუალება ამწე ტვირთამწეობით 20 ტონა
8. მემონტაჟეთა რაოდენობა 1 მემანქანე, 2 მემონტაჟე და ბრიგადირი
9. მონტაჟის ხანგრძლივობა 1-2 საათი;
10. დემონტაჟის დრო 2-3 საათი;
11. სექციების ზომები 6X3,2X1 მ-იდან 12X3,2X1,6 მ-მდე
12. სექციების რაოდენობა 3-6 ცალი
13. გრუნტის სახეობა ნებისმიერი
14. მასალა ფოლადი და ალუმინი.

### 3. დასკვნა

ნაშრომში წარმოდგენილია ასაწყობ-დასაშლელი კოჭური ლითონის ხიდი დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი საყრდენით. თავისი შესაძლებლობით ხიდი არ არის უნივერსალური, რადგან მისი გამოყენება შესაძლებელია მწირვწყლიანი მდინარეებისა

და მცირე სიღრმის ხევეებისათვის. ხიდის წარმოდგენილი სქემა გამოირჩევა საყრდენების კონსტრუქციული თავისებურებებით. ლითონის ხიდის დასახვევი ჯაჭვურ-მილოვანი საყრდენით გამოყენების შემთხვევაში, ის ზრდის საყრდენი ფილის ფართს სუსტი გრუნტების გამოყენების დროს.

### ლიტერატურა

1. ე. მეძმარიაშვილი და სხვა. ასაწყობ-დასაშლელი ხიდი. პატენტი (საქართველო) №1841, 1997წ;
2. ე. მეძმარიაშვილი. საგზაო და სხვა საინჟინრო ნაგებობების სამხედრო-საინჟინრო სპექტრი. “სამხედრო-საინჟინრო ხელოვნება”. თბილისი, 2005წ;
3. ე. მეძმარიაშვილი, ნ. წიგნაძე და გ. ბედუკაძე. ასაწყობ-დასაშლელი ლითონის ხიდი ნამგლისებური მოდულით. KM-02T, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“, №1(37) 2006წ.

**დიდმალიანი ბაგიროვანი გადახურვები**

კ. მახარობლიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,  
0175, თბილისი, საქართველო)

**რეზიუმე:** წინამდებარე სტატიაში განხილულია დიდმალიანი შეკიდული ბაგიროვანი გადახურვის გამოყენება სახალხო მეურნეობის სფეროში. შემოთავაზებულია გაანგარიშებისათვის საჭირო საანგარიშო მოდელი, საანგარიშო სქემები და ძაბვების გამოთვლისათვის საჭირო საანგარიშო ფორმულები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბაგირი გადახურვა, სიხისტე, დაძაბვა, სტაბილურობა, გაჭიმვა, კუმშვა.

**1. შესავალი**

მაღალი ტექნოლოგიების დანერგვა და საწარმოო შენობების აგების აუცილებლობამ გამოიწვია დიდმალიანი ნაგებობების მშენებლობა, როგორცაა აეროპორტები, ანგარები თვითმფრინავების სადგომად, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების შესანახი საცავეები, ავტოსადგომები, ბაზრები, თეატრები, სტადიონები და მრავალი სხვა. ყოველივე ამის ასაგებად გამოყენებულია მსუბუქი ბაგიროვანი ორიგინალური გადახურვები.

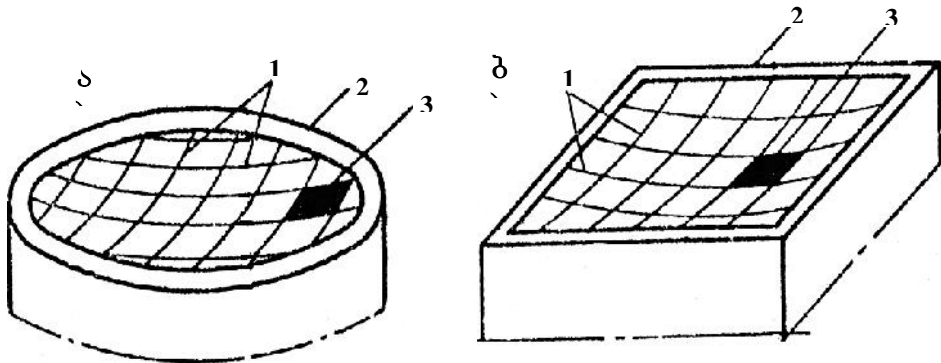
**2. ძირითადი ნაწილი**

ბაგიროვანი დიდმალიანი გადახურვები შედგება ბაგირების სისტემისაგან, რომელსაც იჭერს ხისტი საყრდენი, შემომფარგლავი წრიული კონსტრუქცია, ჩარჩო, ან თალი და სახურავის ელემენტები.

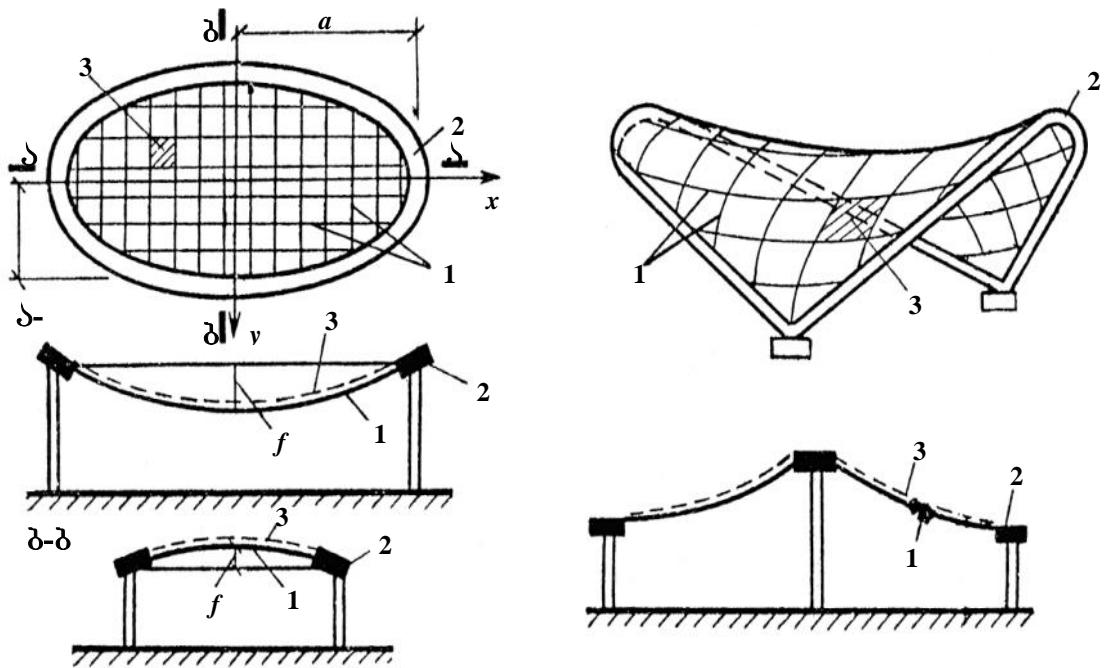
სახურავის ელემენტები შეიძლება იყოს მსუბუქი რკინაბეტონის ელემენტები, არმოცემენტის და მრავალფენოვანი მსუბუქი ფილები.

ბაგიროვან გადახურვებს განასხვავებენ სიმრუდის მიხედვით. არსებობს ერთმაგი და ორმაგი სიმრუდის მქონე გადახურვები.

ბაგიროვანი გადახურვებით შეიძლება გადაიხუროს გეგმაში ნებისმიერი მოხაზულობის სათავსო, წრიული, ოვალური, მრავალკუთხა, სწორკუთხა და სხვა. ბაგიროვანი დაკიდული გადახურვის სისტემა არის საკმარისად ბრტყელი, მისი აწვევის ისარი გადახურვის მალში  $f_0$  შეადგენს გეგმაში უდიდესი ზომისის  $1/10 \div 1/25$ -მდე.



ნახ. 1. ერთმაგი სიმრუდის ბაგიროვანი გადახურვები:  
ა) წრიული მოხაზულობის, ბ) მართკუთხა მოხაზულობის.  
1 – ბაგირი; 2 – საყრდენი რგოლი; 3 – გადახურვის ფილები.



ნახ. 2. ორმაგი სიძრუდის ბაგროვანი გადახურვები. 1 – ბაგირი; 2 – საყრდენი რგოლი; 3 – გადახურვის შემომფარგლავი ფილა.

დაკიდული ბაგროვანი გადახურვაზე ბაგირები შეიძლება განთავსებული იყოს ურთიერთმართობულად, რადიალურად. ბაგირები ხისტად არის ჩამაგრებული შენობის კონტურის ელემენტთან.

ბაგროვანი გადახურვების მოწყობა, მშენებლობა ხდება ხარაჩოების გარეშე, რაც წარმოადგენს დიდ უპირატესობას სხვა ტიპის გადახურვებთან შედარებით.

ხისტ საყრდენზე თავისუფლად დაყრდნობილი ბაგირებით გადახურვას აქვს მცირე სიხისტე ღუნვაზე, თავისუფლად დეფორმირდება. მისი გეომეტრიული ფორმა შესაძლებელია შეიძლება შეიცვალოს დატვირთვის ცვალებადობის შემთხვევაში; მაგალითად, თოვლის და ქარის დატვირთვის შემთხვევაში. რომ უზრუნველყოთ შეკიდული ბაგროვანი გადახურვის გეომეტრიული ფორმის შენარჩუნება, ამისათვის ხშირ შემთხვევაში მიმართავენ ბაგირების დაჭიმვას. დაჭიმვა შეიძლება [1] დომკრატების გამოყენებით, გადახურვის ფილების დამონოლითების შემდეგ და დაჭიმვა ფილების დამონოლითებამდე.

ბაგროვან დაკიდულ გადახურვებს აქვს საკმაოდ მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მონაცემები თხელკედლიან სივრცით გადახურვებთან შედარებით. საყრდენი რგოლი ბაგროვან გადახურვებში მუშაობს მხოლოდ კუმშვაზე და ბაგირები მხოლოდ გაჭიმვაზე [2, 3].

ბაგროვანი გადახურვის გაანგარიშებისას გამოითვლება საყრდენ რგოლში ჩამაგრებული ბაგირის რეაქცია

$$A = B = 0,5q \cdot b \cdot z, \quad (1)$$

სადაც  $q$  – მუდმივი და დროებითი დატვირთვის ჯამი;

$b$  – საყრდენი რგოლის სიგანე;

$z$  – საყრდენი რგოლის რადიუსი.

შემდეგ გამოითვლება გამბრჯენი  $H$

$$H = q \cdot b \cdot z^2 / 6f_0, \quad (2)$$

სადაც  $f_0$  – ვანტის აწევის ისარი მაღის შუაში.



ბაგირი მოწმდება გამჭიმვი ძალის ზემოქმედებაზე

$$N_B = \sqrt{Q^2 + H_1^2}, \quad (3)$$

სადაც  $Q$  – განივი ძალა;

$H_1$  – რადიალური წნევა.

სადაც  $N_B$  – მკუმშავი ძალა.

რადიალური წნევა

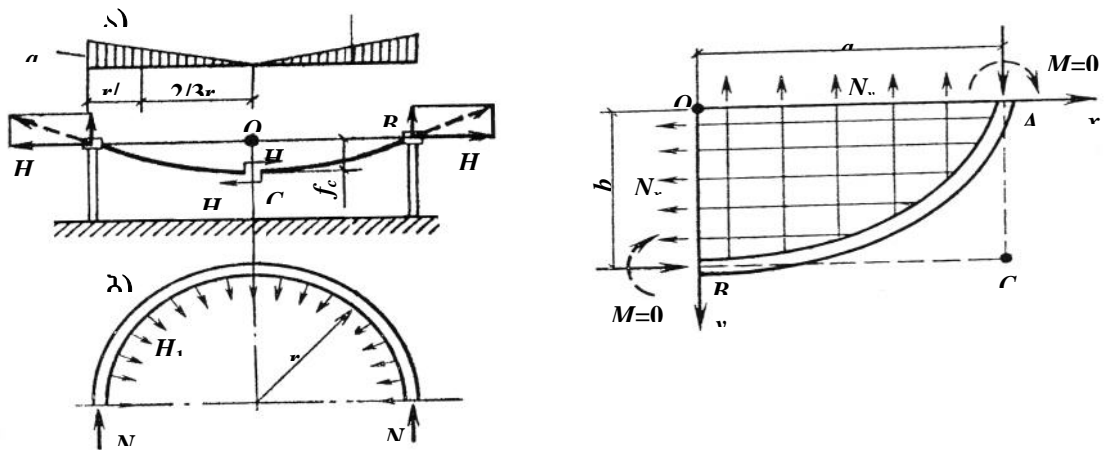
$$H_1 = H/b. \quad (4)$$

მკუმშავი ძალა

$$N = H_1 \cdot z = qz^3/6f_0. \quad (5)$$

ბაგიროვანი შეკიდული გადახურვა იანგარიშება უმომენტო თეორიის მიხედვით, ამოიხსნება შემდეგი გამოსახულება:

$$N_x = qa^2/4f_0; \quad N_y = qb^2/4f_0. \quad (6)$$



ნახ. 3. წრიული მოხაზულობის შენობის შეკიდული ბაგიროვანი გადახურვის გაანგარიშების საანგარიშო სქემა: ა – ბაგირის საანგარიშო სქემა; ბ – ხისტი საყრდენი რგოლის საანგარიშო სქემა.

ძაბვები ბაგირში  $x$  და  $y$  მიმართულებით, რის შემდეგაც ინიშნება ბაგირის დიამეტრი და რადიუსობა.

### 3. დასკვნა

1. შეკიდული ბაგიროვანი დიდძალიანი გადახურვა არის ბევრად უფრო ეკონომიური ჩვეულებრივი სივრცით გადახურვასთან შედარებით.
2. მისი მშენებლობა ხდება ხარაჩოების გამოყენების გარეშე.
3. არის მსუბუქი, კარგად მუშაობს, როგორც სტატიკურ, ასევე დინამიურ დატვირთვაზე.
4. მისი გამოყენება შესაძლებელია გეგმაში ნებისმიერი მოხაზულობის დიდძალიანი შენობების გადასახურავად.

### ლიტერატურა

1. ბ. სურგულაძე, ი. ბერაძე. მილსადენის დიდძალიანი გადასასვლელის წინასწარდაბაზული კომბინირებული კონსტრუქცია. თბილისი, ჟურნალი „მშენებლობა“ № 1(24), 2012.
2. Georgian Engineering News, 3, , 2006.
3. ა. სოხაძე, ლ. კახიანი და სხვები. რკინაბეტონის კონსტრუქციები. ნაწ. II, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2012.

**ადგილობრივ ინერტულ მასალებზე დამზადებული  
ბოზირდასფალტბეტონის მარშალის ნიმუშების ბამოცდა  
სტაბილურობა და დენადობაზე**

**თ. პაპუაშვილი, დ. ბელუბაძე**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** ექსპერიმენტული გამოცდების საფუძველზე გამოკვლეული იქნა ადგილობრივ ინერტულ მასალებზე დამზადებული უდანამატო ასფალტბეტონის თვისებებზე ბიტუმის მოდიფიცირებული გოგირდით ჩანაცვლების გავლენა. გამოვლენილი იქნა, რომ მოდიფიცირებული გოგორდით ბიტუმის ნაწილობრივი ჩანაცვლება აუმჯობესებს ასფალტბეტონის სტაბილურობა და დენადობის მახასიათებლებს, დანარჩენი მაჩვენებლები რჩება ნორმის ფარგლებში. ბიტუმისა და მოდიფიცირებული გოგორდის სხვადასხვა პროცენტული შეფარდებებისას (10%, 25%, 30%) გამოვლენილი შედეგების საფუძველზე დადგინდა, რომ ყველაზე კარგი შედეგები მიიღება 30%-იანი ფარდობის დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** ასფალტბეტონი, მოდიფიცირებული გოგირდი, გოგირდასფალტბეტონი, სტაბილურობა, დენადობა.

## 1. შესავალი

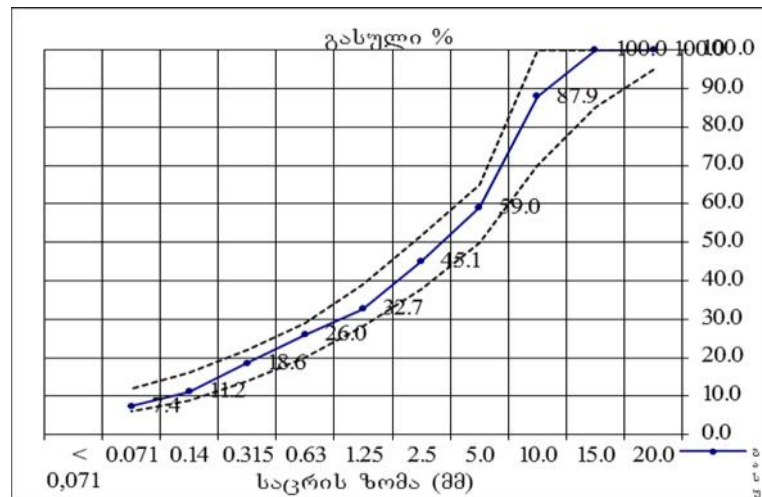
ცნობილია, რომ ნაწილობრივ მოდიფიცირებული გოგირდით ჩანაცვლებული შემკვრელით დამზადებული გოგირდასფალტბეტონის ნარევის მარშალის სტაბილურობა და სიხისტე იზდება გოგირდის შემცველობის პროცენტის ზრდასთან ერთად, რაც აიხსნება პოლიმერული გოგირდის მაღალი სისხალით, რომელიც ჩვეულებრივი ასფალტის შემკვრელის სიხისტეს აღემატება.

ჩვენი გამოკვლევის მიზანი იყო ადგილობრივ ინერტულ მასალებზე და საქართველოში ძირითადად გამოყენებად საგზაო ბიტუმზე მარკით BH 60/90-ზე დამზადებული უდანამატო ასფალტბეტონის მარშალის ნიმუშების მახასიათებლების: სიმტკიცის და დენადობის შედარება, მოდიფიცირებული გოგირდით ბიტუმის 10%, 20%, 30%-ით ჩანაცვლებულ მარშალის ნიმუშების სტაბილურობა და დენადობასთან, მათი რიცხოვრივი შეფასება და ბიტუმ/გოგირდის ყველაზე მომგებიანი პროცენტული ფარდობის დადგენა.

## 2. ძირითადი ნაწილი

უდანამატო ასფალტბეტონის რეცეპტის დაპროექტებისთვის გამოკვლეულ იქნა - მდინარე მტკვრის ფონიჭალასთან მდებარე კარიერზე წარმოებული ინერტული მასალების (ღორდი, ქვიშა) გრანულომეტრიული შემადგენლობა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. ასევე განისაზღვრა დედოფლისწყაროს კირქვის საბადოს მინერალური ფხვნილის გრანულომეტრიული შემადგენლობის და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და საქართველოში ძირითადად გამოყენებადი საგზაო ბიტუმი, მარკით – BH 60/90-ის პარამეტრები, რომლებმაც დააკმაყოფილეს სახელმწიფოში მოქმედი სტანდარტის მოთხოვნები.

აღნიშნული ადგილობრივი შემავსებლების - ღორდი, ქვიშა და საგზაო ბიტუმის – მარკით BH 60/90 გამოყენებით, შეირჩა წვრილმარცვლოვანი (გოსტ 9128-84, B ტიპი, მარკა II) ასფალტბეტონის ნარევის რეცეპტი მოდიფიცირებული გოგირდის დანამატის გარეშე, სადაც ბიტუმის ოპტომაღურმა მინიშვნელობამ მინერალური ნაწილის მასიდან შეადგინა 6.1 %. ასევე განისაზღვრა ასფალტბეტონის ნარევი მინერალური მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა რომელმაც დააკმაყოფილა გოსტ 9128-84-ის მოთხოვნები (იხ ნახ.1.)



ნახ. 1. მინერალური მასალის გრანულომეტრიული შედგენილობა

უდანამატო ასფალტბეტონის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების დადგენისათვის, ასფალტბეტონის ნიმუშები დაყალიბდა ლაბორატორიაში მარშლის ავტომატურ დარტყმით კომპაქტორზე. ლაბორატორიული ცდებით განისაზღვრა ასფალტბეტონის ნიმუშების აბსოლიტური სიმკვრივე, საშუალო სიმკვრივე, ნარჩენი ფორიანობა და მარშლის ნიმუშის სტაბილურობა და დენადობა (გამოცდის მეთოდი EN 12697). გამოცდის შედეგები ნაჩვენებია ცხრილ №1-ზე.

უდანამატო ასფალტბეტონის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები. ცხრილი №1

ასფალტბეტონის სახეობა: წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი ტიპი, მარკა II	
მაჩვენებელი	შემკვრელი BHD 60/90
შემკვრელის შემცველობა	6.1
აბსოლიტური სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	2.432
საშუალო სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	2.375
ნარჩენი ფორიანობა, %	2.40
სტაბილურობა (მარშლის ტესტი), კნ	10.23
დენადობა (მარშლის ტესტი), მმ	3.487

ასევე ზემოთ ხსენებული ასფალტბეტონის კვლევების პარალელურად, ლაბორატორიული ცდებით განისაზღვრა მოდიფიცირებული გოგირდის 10%, 20%, 30%-იანი დანამატით დამზადებული გოგირდასფალტბეტონის მარშლის ნიმუშების ფიზიკო-მექანიკური თვისებები: აბსოლიტური სიმკვრივე, საშუალო სიმკვრივე, ნარჩენი ფორიანობა, მარშლის ნიმუშის სტაბილურობა და დენადობა (გამოცდის მეთოდი EN 12697) და მიღებული შედეგები შედარებულ იქნა უდანამატო ასფალტბეტონის ნარევის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებთან. გამოცდის შედეგები ნაჩვენებია ცხრილი 2-ზე.

მოდიფიცირებული გოგირდის 10%, 20%, 30%-იანი დანამატით დამზადებული გოგირდასფალტბეტონის ფიზიკო-მექანიკურ თვისებების შედარება უდანამატო ასფალტბეტონის ნარევთან. ცხრილი 2

ასფალტბეტონის სახეობა: წვრილმარცვლოვანი, მკვრივი ტიპი, მარკა II					
მაჩვენებელი	შემკვრელი				დასაშვები ზღვრები
	BH 60/90	გბშ 60/90 (10% გოგ) (5.78%)	გბშ 60/90 (20% გოგ) (5.42%)	გბშ 60/90 (30% გოგ) (5.02%)	

		ბიტუმი + 0.64% მოდ. გოგირდი)	ბიტუმი + 1.36% მოდ. გოგირდი)	ბიტუმი + 2.15% მოდ. გოგირდი)	
შემკვრელის შემცველობა, %	6.1	6.78	6.97	7.18	-
აბსოლუტური სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	2.432	2.444	2.450	2.465	-
საშუალო სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	2.375	2.367	2.376	2.384	-
ნარჩენი ფორიანობა, %	2.40	3.2	3.0	2.80	2.5-5.0
სტაბილურობა (მარშალის ტესტი), კნ	10.230	10.249	11.161	13.043	> 8.0
დენალობა (მარშალის ტესტი), მმ	3.487	3.594	3.373	3.000	< 4.0

აღნიშნულმა გამოკვლევამ აჩვენა, რომ ადგილობრივ ინერტულ მასალებზე დამზადებული უდანამატო ასფალტბეტონის და გოგირდასფალტბეტონის კვლევისას, ბიტუმის 10%-ის მოდიფიცირებული გიგირდით ჩანაცვლების დროს, გიგირდასფალტბეტონის ნარევის სტაბილურობა უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით გაიზარდა 0,19%-ით (10,230 კნ-დან 10,249 კნ-მდე), დენალობა კი გაიზარდა 3,1 %-ით (3.487 მმ-დან 3,594 მმ მდე). ბიტუმის 20%-ის მოდიფიცირებული გიგირდით ჩანაცვლების დროს, გიგირდასფალტბეტონის ნარევის სტაბილურობა უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით გაიზარდა 9,1%-ით (10,230 კნ-დან 11,161კნ-მდე), დენალობა კი შემცირდა 3,3 %-ით (3.487 მმ-დან 3,373 მმ მდე). ხოლო, ბიტუმის 30%-ის მოდიფიცირებული გიგირდით ჩანაცვლების შემთხვევაში გიგირდასფალტბეტონის ნარევის სტაბილურობა უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით გაიზარდა 27,5%-ით (10,230 კნ-დან 11,161 კნ-მდე), დენალობა კი შემცირდა 14,0 %-ით (3.487 მმ-დან 3,373 მმ მდე).

### 3. დასკვნა

აღნიშნული შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ უდანამატო ასფალტბეტონის ნაწილის მოდიფიცირებული გოგირდით ჩანაცვლებისას, საუკეთესო მახასიათებლები აჩვენა ბიტუმის 30%-ის მოდიფიცირებული გოგირდის ჩანაცვლებამ. უდანამატო ასფალტბეტონთან შედარებით 27,5%-ით გაუმჯობესდა მარშალის ნიმუშების სტაბილურობა, ხოლო დენალობა კი შემცირდა 14,0%-ით.

### ლიტერატურა

1. В.А. Гладких, Е.В. Королев ФГБОУ ВПО «МГСУ» Технико-экономическая эффективность применения сероасфальтобетонов. Вестник, Строительное материаловедение. 2013.
2. Королев Е.В., Баженов Ю.М., Албакасов А.И. Радиационно-защитные и химические стойкие серные строительные материалы. Оренбург, ИПК ОГУ, 2010, 364 с.
3. Strikljend D., Kolanzh D., Shou P., Pag N. Study of the properties of asphalt mixes with sulfur additives at low temperatures. Shell Sulfur Solutions, 16 p.

**ლიანდაგის სიმტკიცეზე გაანგარიშების თავისებურებები მოძრავი  
შემადგენლობიდან გადმოცემული გაზრდილი ძალური  
დატვირთვების პირობებში**

**ნ. რურუა, ლ. კვარაცხელია**

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი,  
საქართველო)

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია ლიანდაგის სიმტკიცეზე გაანგარიშებების თავისებურებები მოძრავი შემადგენლობიდან გადმოცემული გაზრდილი ძალური დატვირთვების, კერძოდ ღერძზე მოსული 270კნ დატვირთვების პირობებში, P65 ტიპის რელსებისა და “Pandrol”-ის სამაგრებიანი უქვესადებო რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში მრუდის რადიუსის და რკინაბეტონის შპალის სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის; გაანგარიშებულია დინამიკური მომენტსაგან აღძრული საანგარიშო დატვირთვების მნიშვნელობები რელსის ფუძის წიბოში, შპალზე რელსის ქვეშ და ბალასტის (ღორღის ბალასტის შემთხვევაში) შრეში.

**საკვანძო სიტყვები:** რკინიგზის ლიანდაგი, მოძრავი შემადგენლობა, დინამიკური დატვირთვა, ნარჩენი დეფორმაციები, სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდული, მრუდის რადიუსი, დატვირთვა, რელსი, რკინაბეტონის შპალი, ბალასტი.

## 1. შესავალი

რკინიგზის ტრანსპორტი შედგება მრავალი ურთიერთმჭიდროდ დაკავშირებული რგოლებისაგან, რომლებიც ქმნიან ერთიან სამეურნეო სისტემას. ამ სისტემის საპასუხისმგებლო და უმთავრეს რგოლს რკინიგზის ლიანდაგი წარმოადგენს.

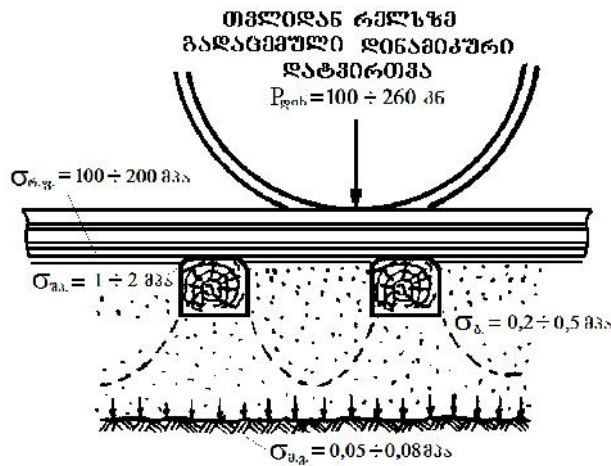
რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია უნდა უზრუნველყოფდეს მატარებლების უწყვეტ და უსაფრთხო მოძრაობას დადგენილი სინქარეებით, წლისა და დღე-ღამის ყველა დროს, ნებისმიერ კლიმატურ პირობებში.

რკინიგზის ლიანდაგი წარმოადგენს ერთიან კონსტრუქციას, რომლის ყველა ელემენტი შეთანხმებულად მუშაობს. იმის გამო, რომ მოძრავი შემადგენლობისაგან ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტებს განსაკუთრებით დიდი სიდიდის სტატიკური და დინამიკური დატვირთვები გადაეცემა, ამ ელემენტების მასალის შერჩევას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ლიანდაგის ზედა ნაშენის რომელიმე ელემენტის შეუთანხმებული მუშაობა მთლიანად არღვევს რკინიგზის ლიანდაგის, როგორც ერთიანი კონსტრუქციის მუშაობის პირობებს.

ლიანდაგის ზედა ნაშენის, როგორც ერთიანი კონსტრუქციის მუშაობის საილუსტრაციოდ სქემაზე (ნახ.1) გამოსახულია მოძრავი შემადგენლობიდან ლიანდაგის ელემენტებზე გადაცემული დატვირთვები.

მოძრავი შემადგენლობის თვლიდან რელსზე გადაცემული დინამიკური დატვირთვა 100კნ-დან 260კნ-მდე რელსისა და თვლის შეხების წერტილში კონტაქტური დატვირთვის სიდიდე რელსის თავში 900მპა-ს აღწევს. ხოლო ღუნვის დატვირთვის სიდიდე რელსის ფუძის წიბოში 100-200 მპა ფარგლებში იცვლება.

როგორც ვხედავთ, ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების შეთანხმებული მუშაობა იმაში მდგომარეობს, რომ წინამდგომი ელემენტი მომდევნოს ისეთი სიდიდის დატვირთვებს გადასცემს, რომელთა ატანა ამ ელემენტის მასალას თავისუფლად შეუძლია და არ აღემატება მისი სიმტკიცის ზღვარს.



ნახ.1. მოძრავი შემადგენლობიდან ლიანდაგზე ვერტიკალური დატვირთვების გადაცემის სქემა

მატარებლიდან გადაცემული დინამიკური დატვირთვებისა და ბუნებრივი ფაქტორების მრავალჯერადი ზემოქმედების გამო, ლიანდაგი იმყოფება მუდმივად დაძაბულ-დეფორმაციულ მდგომარეობაში და მასში გროვდება ნარჩენი დეფორმაციები. ლიანდაგის კონსტრუქციის მუშაობის პირობების ელემენტარულმა დარღვევამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების პირობების დარღვევა, რაც დაუშვებელია, რადგანაც მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა რკინიგზის ტრანსპორტის მუშაობის უმთავრესი მოთხოვნაა.

ამჟამად მოქმედ ოფიციალურ დოკუმენტებში ლიანდაგის და მოძრავი შემადგენლობის მოვლა-შენახვაში მიღებული დაშვებები ბევრ რამეში არ არის კავშირში ერთმანეთთან, და სამწუხაროდ ხშირ შემთხვევებში დამყარებულია ექსპერტების შეფასებაზე, რომელიც გამოხატავს მხოლოდ რკინიგზის დარგის შესაბამისი სამსახურის მუშაკების პირად თვალსაზრისს.

მოძრაობის დროს ეკიპაჟის ზემოქმედება ლიანდაგზე გაცილებით უფრო რთული ხასიათისაა. სტატიკურ მდგომარეობაში თანაბრად განაწილებული დატვირთვაც კი მოძრაობის დროს ღერძებს შორის არათანაბრად გადანაწილდება.

ლიანდაგზე ეკიპაჟის მოძრაობის დროს, ეკიპაჟის წონის გარდა მოქმედებს აგრეთვე დამატებითი ინერციული ძალები, რომლებიც წარმოიშობიან: რესორების რხევის (დეფორმაციის) შედეგად, მოძრავი შემადგენლობის თვლებზე არსებული უსწორობებისაგან (იზოლირებული და უწყვეტი უსწორობები) და ლიანდაგის უსწორობებისაგან. ლიანდაგზე მოქმედებს აგრეთვე წვევისა და დამუხრუჭების ძალები; წაძვრის ძალები; ტემპერატურული ძალები და სხვა.

## 2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოს რკინიგზის ქსელში დიდი ხნის განმავლობაში მოძრავი შემადგენლობის ღერძიდან რელსებზე გადაცემული დატვირთვა შეადგენდა 210 – 230 კნ-ს. უკანასკნელ ათწლეულებში ვაგონების ტვირთამწეობის ზრდის შედეგად აღნიშნულმა დატვირთვამ მიაღწია 250 კნ-ს. ღერძზე მოსული დატვირთვების მატების შედეგად გაიზარდა თერმულად დაუმუშავებელი რელსების მტყუნება განსაკუთრებით კონტაქტურ-დადლილობითი დეფექტებით, შემცირდა ლიანდაგის ყველა ელემენტის სამსახურის ვადა, ლიანდაგის გასწორების სამუშაოებმა მოიმატა თითქმის 1,4-ჯერ.

საქართველოს სატრანსპორტო სისტემის ინტეგრაციამ მსოფლიოს სატრანსპორტო სისტემაში, ევროპის აზიასთან დამაკავშირებელი უმოკლესი და ხელსაყრელი სატრანსპორტო მაგისტრალის TRACECA-ს სახით, დღის წესრიგში დააყენა ისეთი მოძრავი შემადგენლობების გატარება, რომელთა ღერძზე მოსული დატვირთვების სიდიდე შეადგენს 270 კნ.

ლიანდაგის კონსტრუქციის ელემენტებში შინაგანი დაძაბულობის დონე დამოკიდებულია თვლიდან რელსზე გადაცემული დინამიკური დატვირთვის სიდიდეზე.

განსაზღვრულია თვლისა და რელსის კონტაქტის ზონაში ძაბვის დონე, აგრეთვე საკონტაქტო ზედაპირის დეფორმაციის ინტენსივობა, მასაშადამე, ცვეთისა და საკონტაქტო დეფექტების დაგროვების ინტენსივობა დამოკიდებულია საკონტაქტო დატვირთვის სიდიდეზე, მათი მოქმედების დროის ხანგრძლივობაზე და თვლისა და რელსის მოხახუნე ზედაპირის გადაადგილების სიჩქარეზე.

ლიანდაგის სიმტკიცეზე გაანგარიშების დროს ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ლიანდაგისა და მასზე მომუშავე მოძრავი შემადგენლობის საანგარიშო პარამეტრების ზუსტად შერჩევა.

როგორც ცნობილია რელსზე მოქმედი დინამიკური მომენტი ჰორიზონტალური განივი ძალების და ვერტიკალური დატვირთვების ექსცენტრული მოდების გათვალისწინებით განისაზღვრება ფორმულით

$$M_{\text{დინ}} = \frac{f}{4k} P_{\text{მძ}}^I \quad (1)$$

რელსის დრეკადი ჩაღუნვის სიდიდე საანგარიშო კვეთში

$$y_{\text{დინ}} = \frac{k}{2U} P_{\text{მძ}}^{II} \quad (2)$$

ხოლო შპალებზე გადაცემული დატვირთვა საანგარიშო კვეთში

$$Q_{\text{დინ}} = \frac{kl}{2} P_{\text{მძ}}^{II} \quad (3)$$

შესაბამისად ძაბვა რელსის ფუძის წიბოში, აღძრული დინამიკური მომენტსაგან ტოლი იქნება

$$\dagger_{\text{რ.ფ.}} = \frac{M_{\text{დინ}}}{W} = \frac{f}{4kW} (P_{\text{ბაგ}} + 2,5S + \sum P_{\text{ბაგ}}) \quad (4)$$

ძაბვის მნიშვნელობა რელსის თავის წიბოში გამოითვლება ფორმულით

$$\dagger_{\text{რ.თ.}} = \frac{\dagger_{\text{რ.ფ.}}}{f} \left\{ \frac{z_{\text{თ}}}{z_{\text{ფ}}} + (f-1) \times \frac{b_{\text{თ}}}{b_{\text{ფ}}} \right\} \quad (5)$$

ხოლო თელვის ძაბვის მნიშვნელობა შპალზე ქვედის ქვეშ ტოლია

$$\dagger_{\text{შპ}} = \frac{Q_{\text{დინ}}}{S} = \frac{kl}{2S} (P_{\text{ბაგ}} + 2,5S + \sum P_{\text{ბაგ}}) \quad (6)$$

ბალასტის შრეში მაქსიმალური სიდიდის ძაბვები აღიძვრება შპალის ქვეშ და გამოითვლება ფორმულით

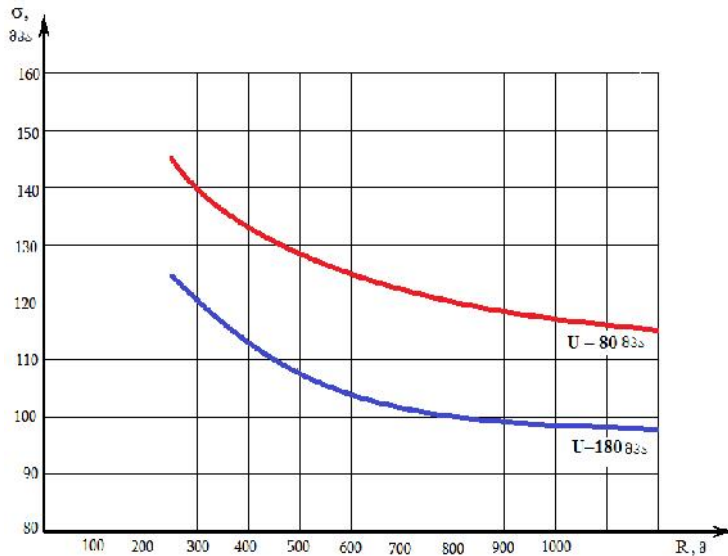
$$\dagger_{\text{ბალ}} = \frac{Q_{\text{დინ}}}{\Omega} = \frac{Kl}{2\Omega} (P_{\text{ბაგ}} + 2,5S + \sum P_{\text{ბაგ}}) \quad (7)$$

გაანგარიშება ჩატარებულ იქნა ოთხღერძიანი ვაგონიდან (დერძზე მოსული დატვირთვით 270კნ) ლიანდაგის ზედა ნაშენზე (P65 ტიპის რელსები, “Pandrol”-ის სამაგრიბიანი უქვესადებო რკინაბეტონის შპალები) გადაცემულ დატვირთვებზე. გაანგარიშება ჩატარდა მრუდის რადიუსის და რკინაბეტონის შპალის სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის (ზაფხულის პერიოდში  $U = 100 \div 110$ მპა – ზაფხულში და  $U = 170 \div 180$ მპა ზამთრში).

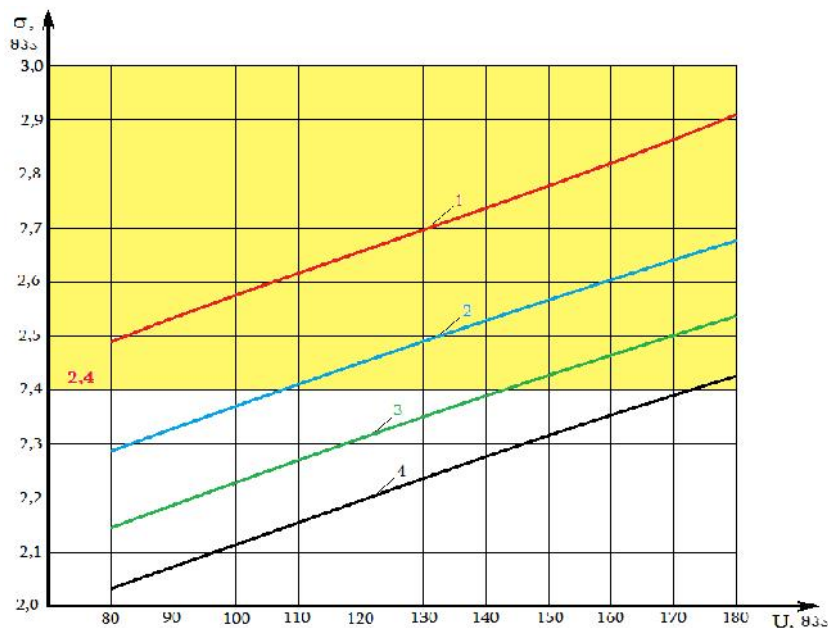
ზემოთ ჩამოთვლილი ფორმულებით გაანგარიშების შედეგად დადგენილ იქნა დინამიკური მომენტსაგან აღძრული ძაბვების მნიშვნელობები რელსის ფუძის წიბოში  $\dagger_{\text{რ.ფ.}}$ , რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში (ნახ.2).

რელსის ფუძის წიბოში  $\tau_{რ.ფ.}$  ძაბვების მნიშვნელობები სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულის და მრუდის რადიუსების მიხედვით რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში (იცვლება 90,6–146,2მპა ფარგლებში), არ აღემატება დასაშვებ მნიშვნელობას  $[\tau_{რ.ფ.}] = 200$ მპა.

ძაბვების მნიშვნელობები შპალზე რელსის ქვეშ  $\tau_{შპ.}$  რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში (ნახ.3), სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულის და მრუდის რადიუსების მიხედვით (იცვლება 2,04–2,91მპა ფარგლებში), რაც ნაწილობრივ აღემატება დასაშვებ მნიშვნელობას  $[\tau_{შპ.}] = 2,4$ მპა.



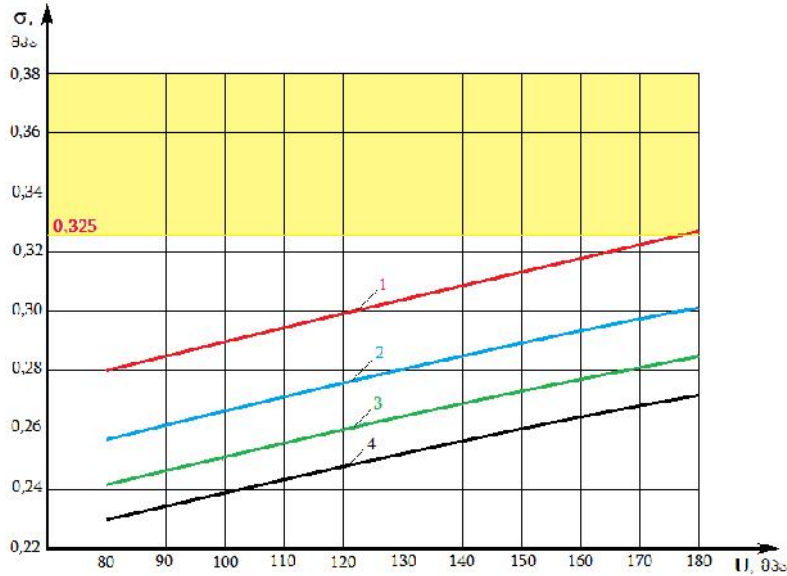
ნახ.2. ძაბვების მნიშვნელობები რელსის ფუძის წიბოში  $\tau_{რ.ფ.}$  რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში (ზაფხულში  $U=80$ მპა, ზამთარში  $U=180$ მპა) მრუდის რადიუსთან დამოკიდებულებით.



ნახ.3. ძაბვების მნიშვნელობები შპალზე ქვეშ  $\tau_{შპ.}$  რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულთან და მრუდის რადიუსთან დამოკიდებულებით: 1-სწორში; 2-  $R=1000$ მ; 3-  $R=350$ მ; 4-  $R=250$ მ.



ძაბვების მნიშვნელობები ბალასტის (ღორღის ბალასტის შემთხვევაში) შრეში  $\tau_{\text{ბალ}}$ , რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში (ნახ.4), სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულის და მრუდის რადიუსების მიხედვით (იცვლება 0,23–0,327მპა ფარგლებში), რაც ნაწილობრივ აღემატება დასაშვებ მნიშვნელობას  $[\tau_{\text{ბალ}}] = 0,325\text{მპა}$ .



ნახ.4. ძაბვების მნიშვნელობები ბალასტის (ღორღის ბალასტის შემთხვევაში) შრეში  $\tau_{\text{ბალ}}$ , რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში სარელსო საფუძვლის დრეკადობის მოდულთან და მრუდის რადიუსთან დამოკიდებულებით: 1- სწორში; 2-  $R = 1000\text{მ}$ ; 3-  $R = 350\text{მ}$ ; 4-  $R = 250\text{მ}$ .

საანგარიშო ძაბვების გადაჭარბება დასაშვები ძაბვების სიდიდეზე იმაზე მიუთითებს, რომ საჭიროა ლიანდაგის კონსტრუქციისა და მისი მოვლა-შენახვის სამუშაოების გაძლიერება. ამასთან ერთად უნდა გავითვალისწინოთ, რომ საანგარიშო ძაბვების გადაჭარბება შპალებში და ბალასტში დასაშვებთან შედარებით არა უმეტეს 30%-ისა (ჩვენს შემთხვევაში რკინაბეტონის შპალებში დაახლოებით შეადგენს 21%-ს, ხოლო ღორღის ბალასტის გამოყენებისას რკინაბეტონის შპალებში დაახლოებით შეადგენს 1%-ს), არ მოითხოვს მოძრაობის სინქარის დაუყოვნებლივი შემცირების აუცილებლობას.

### 3. დასკვნა

გაანგარიშების შედეგად მიღებულია, რომ მოძრავი შემადგენლობის ღერძზე მოსული 270კნ დატვირთვის პირობებშიც კი რკინიგზის ლიანდაგი აკმაყოფილებს ლიანდაგისა და სალიანდაგო კონსტრუქციების მუშაობის შეფასების კრიტერიუმებს სიმტკიცის პირობით, ზემოთ აღნიშნული ღონისძიებების გატარების შედეგად.

### ლიტერატურა

ე.მოსწრაფიშვილი, ნ.რურუა, მ.მოსწრაფიშვილი. რკინიგზის ლიანდაგი (ლიანდაგის ზედა ნაშენის გაანგარიშებები). თბილისი. ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009. 155 გვ.

1. „...“ . . . . . , 1990. 367 .
2. P « » 29 2012 . 2788 . , 2012. .138
3. P « » 29 2012 . 2791 . . 2012. .234
4. « » 9, ( 1520 ) // V 5 . , ,21-22 1993.18 .

## საექსპერტო საქმიანობის პრინციპები

### ნ. როდონაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, თბილისი  
0175, საქართველო

*რეზიუმე:* განხილულია საექსპერტო საქმიანობის პრინციპები, მათი ჩამოყალიბების პროცესი და როლი ექსპერტიზის ჩატარებისას. განხილულია და დასაბუთებულია ოთხი პრინციპის აუცილებლობა, რომელიც უნდა გაითვალისწინოს მშენებელმა ექსპერტმა ექსპერტიზის ჩატარების პროცესის დროს. შესაძლებელია სტატიაში მოყვანილი პრინციპების გაზრდა.

*საკვანძო სიტყვები:* ექსპერტიზა, საექსპერტო საქმიანობის პრინციპები, ექსპერტი, კანონების დაცვა, დამოუკიდებლობა, ობიექტურობა, სისრულე.

### 1. შესავალი

საექსპერტო საქმიანობის პრინციპებად მიღებულია ძირითადი საწყისები, რომლებიც ასახავენ საზოგადოების, მისი საკანონმდებლო და სამართალგამომყენებელი ორგანოების სახით, კონცეპტუალურ შეხედულებებს კონკრეტულ საქმეებზე სასამართლო ექსპერტიზის ორგანიზაციისა და წარმოების დროს სამართალდამცავი ორგანოების მიერ ზემოქმედების არსზე, მიზნებზე და ამოცანებზე. არასასამართლო და სასამართლო ექსპერტიზის საქმიანობის პრინციპები აღწერილია მხოლოდ სახელმწიფო კანონებში.

სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის პრინციპები ჩამოყალიბებული უნდა იყოს სახელმწიფო საექსპერტო სამსახურების პრაქტიკული მუშაობის პროცესში. თავდაპირველად ისინი კანონმდებლურად უნდა დამტკიცდნენ კანონის მიერ, რომელმაც მათ უნდა მიანიჭოს სამართლებრივი ნორმების სტატუსი მათი რეალიზაციის შესაბამისი მექანიზმით.

კანონში დამტკიცებული უნდა იქნეს სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის ძირითადი პრინციპები. პირველი ორი ატარებს კონსტიტუციურ ხასიათს, ისინი ეფუძნებიან კონსტიტუციურ ნორმებს, ანვითარებენ და აკონკრეტებენ მათ. ამავე დროს კანონიერების, ადამიანის და მოქალაქის, აგრეთვე იურიდიული პირის უფლებებისა და თავისუფლებების დაცვა, წარმოადგენს ასევე ზოგად სამართლებრივ პრინციპებს.

### 2. ძირითადი ნაწილი

საექსპერტო საქმიანობა ეფუძნება შემდეგ ფუნდამენტურ პრინციპებს:

*პრინციპი 1. კანონიერების დაცვა;*

*პრინციპი 2. ადამიანის და მოქალაქის, იურიდიული პირის უფლებებისა და თავისუფლებების დაცვა;*

*პრინციპი 3. ექსპერტიზის დამოუკიდებლობა;*

*პრინციპი 4. გამოკვლევების ობიექტურობა, ყოვლისმომცველობა და სისრულე.*

*დაწერილებით განვიხილოთ ამ პრინციპების არსი.*

### პრინციპი 1 – კანონიერების დაცვა სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის განხორციელებისას

სახელმწიფო-საექსპერტო საქმიანობა ხორციელდება სახელმწიფოს კონსტიტუციის და სხვა ნორმატიული სამართლებრივი აქტების მიხედვით, რომლებიც ქმნიან ამ საქმიანობის სამართლებრივ საფუძველს, მოთხოვნების ზუსტი შესრულების პირობით.

კანონის დარღვევა სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის განხორციელებისას დაუშვებელია და იწვევს პასუხისმგებლობას სახელმწიფოს კანონმდებლობით დადგენილი წესის შესაბამისად.

სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის კანონიერების პრინციპი უკავშირდება მთლიანად სამართალწარმოების კანონიერების პრინციპს და ატარებს ყოვლისმომცველ ხასიათს, რომელიც აგრეთვე მოიცავს სხვა პრინციპებსაც. თუ ირღვევა კანონით დადგენილი სხვა პრინციპები, საბოლოო ჯამში, ირღვევა აგრეთვე

კანონიერების პრინციპი. პრაქტიკულად, ეს პრინციპი ნიშნავს, რომ ექსპერტიზის ორგანიზაცია და წარმოება უნდა განხორციელდეს მკაცრად შესაბამისობაში ნორმებთან, რომლებიც ქმნიან მთლიანობაში სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის სამართლებრივ საფუძველს, როგორც ექსპერტიზის დამნიშნელი ორგანოს ან პირის მიერ, ასევე სახელმწიფოს სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულების ხელმძღვანელის და ექსპერტის მიერ. ექსპერტის დასკვნას მხოლოდ იმ შემთხვევაში ექნება მტკიცებულების მნიშვნელობა, თუ ექსპერტიზა ჩატარებულია პროცესუალური კანონმდებლობის ფარგლებში, ყველა ნორმის დაცვით, რომლებიც განსაზღვრავენ მისი ორგანიზაციისა და წარმოების წესს. ამ ნორმების დარღვევა იწვევს პროცესუალური კანონმდებლობით დადგენილ შედეგებს, კერძოდ, შეიძლება გახდეს ხელახლა ექსპერტიზის დანიშნისა და ჩატარების საფუძველი. მათი დამტკიცება კანონში განპირობებულია სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულებების ახლო ურთიერთობებით სამართალდამცავ ორგანოების საქმიანობასთან, რამლებიც ფლობენ გარკვეულ სახელისუფლო უფლებამოსილებას მოქალაქეებისა და იურიდიული პირების კონსტიტუციური უფლებებისა და თავისუფლებების შეზღუდვის საქმეში, რომლებიც ხვდებიან მათი საქმიანობის ფარგლებში და სახელმწიფოს სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულებების სამართალდამცავი ორგანოების დავალებების შესრულების ვალდებულებების არსებობით, რაც მოითხოვს მოქალაქეთა კონსტიტუციური უფლებებისა და თავისუფლებების შეზღუდვას. სახელმწიფო კანონი უნდა შეიცავდეს ასევე ამ პრინციპის განხორციელების მექანიზმს, კერძოდ, კანონმდებლობის მიერ კანონის დარღვევებზე დაწესებულ პასუხისმგებლობას. სახელმწიფოს სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულების ხელმძღვანელი ან სახელმწიფო ექსპერტი, რომელმაც დაუშვა კანონის დარღვევა ექსპერტიზის ორგანიზებისას, ექვემდებარება ადმინისტრაციულ ან სისხლის სამართლის პასუხისმგებლობას გამომდინარე დარღვევის ხასიათიდან. მაგალითად, თუ ექსპერტმა კონკრეტული ექსპერტიზის წარმოებისას დაარღვია გამოკვლევის ობიექტურობის პრინციპი, რომელიც გათვალისწინებულია წინამდებარე კანონით და პროცესუალური სამართლის ნორმები, რომლებიც მოითხოვენ მისგან ობიექტური დასკვნის გაცემას დასმულ კითხვებზე, გასცა შეგნებულად ყალბი დასკვნა, იგი ექვემდებარება სისხლის სამართლის პასუხისმგებლობას.

კანონიერების პრინციპი მდებარეობს კონსტიტუციის, პროცესუალური კანონმდებლობის ნორმების უპირობო და ზუსტ დაცვაში, რომლებიც ახორციელებენ სამართალწარმოებას მისი სახეობების, კანონების და სხვა ნორმატიული სამართლებრივი აქტების გათვალისწინებით. ისინი ახდენენ სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის რეგლამენტირებას ან დაკავშირებული არიან მასთან. ეს ეხება ყველა წესების დაცვას, რომლებიც ქმნიან სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის სამართლებრივ საფუძველს, მის განხორციელებაში ჩართულ ყველა ოფიციალურ პირს.

**პრინციპი 2 – ადამიანის და მოქალაქის,  
იურიდიული პირის უფლებებისა და  
თავისუფლებების დაცვა**

ეს პრინციპი განმტკიცებული უნდა იყოს ქვეყნის კონსტიტუციაში. ყველა ადამიანს აქვს უფლება თავისუფლად მოიძიოს, მიიღოს, გადასცეს, აწარმოოს და გაავრცელოს ინფორმაცია ნებისმიერი კანონიერი საშუალებით. მონაცემების ჩამონათვალი, რომლებიც წარმოადგენენ სახელმწიფო საიდუმლოებას, განისაზღვრება სახელმწიფო კანონით.

**პრინციპი 3 – ექსპერტიზის დამოუკიდებლობა.**

სასამართლო ექსპერტიზის წარმოებისას ექსპერტი დამოუკიდებელი უნდა იყოს, იგი არ უნდა იყოს რაიმე დამოკიდებულებაში სასამართლო ექსპერტიზის დამნიშნავ ორგანოსა ან პირთან, საქმის შედეგით დაინტერესებულ მხარეებსა და სხვა პირებთან.

ექსპერტი იძლევა დასკვნას ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებზე თავისი სპეციალური ცოდნის საფუძველზე.

დაუშვებელია ექსპერტზე ზეგავლენა სასამართლოების, მოსამართლეების, საგამოძიებო ორგანოების, გამოძიების ჩამტარებელი პირების, გამოძიებლებისა და პროკურორების, აგრეთვე სხვა სახელმწიფო ორგანოების, ორგანიზაციების, გაერთიანებების და ცალკეული პირების მხრიდან დასკვნის მისაღებად, პროცესში რომელიმე მონაწილისა ან სხვა პირთა სასარგებლოდ.

პირები, რომლებიც ბრალეულნი არიან ექსპერტზე ზემოქმედებაში, ექვემდებარებიან პასუხისმგებლობას სახელმწიფოს კანონმდებლობის შესაბამისად.

ექსპერტის დამოუკიდებლობის პრინციპი, ერთის მხრივ, განისაზღვრება ექსპერტის სასამართლო პროცესის, როგორც დამოუკიდებელი მონაწილის პროცესუალური მდგომარეობით, მეორეს მხრივ – იგი წარმოადგენს საექსპერტო საქმიანობის პროფესიული პრინციპების რეალიზაციის პირობას – მეცნიერებისა და ტექნიკის თანამედროვე მიღწევების გამოყენებით ჩატარებული კვლევების ობიექტურობას, ყოვლისმომცველობას და სისრულეს.

გასაჩივრებას ექვემდებარება სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულების ან ექსპერტის ქმედება (უმოქმედება), მაგრამ არა ექსპერტის დასკვნა. სასამართლო-საექსპერტო პრაქტიკაში არის მცდელობა გაასაჩივრონ უშუალოდ ექსპერტის დასკვნები. მაგალითად, აღმასრულებელი ხელისუფლების ორგანო, რომელსაც ექვემდებარება სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულება, შედის საჩივარი ექსპერტების დასკვნის დაუსაბუთებლობაზე, რომლებიც ატარებდნენ სასამართლო ექსპერტიზას მოცემულ დაწესებულებაში. ხშირად საჩივარს ახლავს ექსპერტიზის შედეგების გაუქმების მოთხოვნები, ექსპერტების ადმინისტრაციულ პასუხისმგებლობაში მიცემის და ა.შ. ადგილი აქვს ექსპერტის დასკვნის გასაჩივრებას უშუალოდ სასამართლოზე კანონის „მოქალაქეთა უფლებების და თავისუფლებების დამრღვევი ქმედებები და გადაწყვეტილებები სასამართლოში გასაჩივრების შესახებ“ საფუძველზე. თანაც განაცხადი ექსპერტის დასკვნის ბათილად ცნობის თაობაზე წარედგინება სასამართლოში, რომელსაც არ განუხილავს საქმე, რომლის ფარგლებში დაინიშნა და ჩატარდა ექსპერტიზა.

საექსპერტო დასკვნის შეფასება წარმოადგენს პირის (ორგანოს) განსაკუთრებულ პრეროგატივას, რომელსაც მიყავს წარმოება საქმეზე. ამგვარ პირს წარმოადგენს გამოძიებელი, გამოძიების ორგანო, პროკურორი, სასამართლო, რომელიც განიხილავს კონკრეტულ საქმეს. მხოლოდ ჩამოთვლილ ორგანოებსა და პირებს შეუძლიათ გადაწყვიტონ საკითხი საექსპერტო დასკვნების დასაბუთებაზე, მათ სისრულესა და უტყუარობაზე, დასკვნის გამცემი ექსპერტების ქმედებების მართებულობაზე და ა.შ. მხოლოდ ამ ორგანოებსა და პირებს აქვთ უფლება საექსპერტო დასკვნის შედეგების მიხედვით მიიღონ იურიდიული გადაწყვეტილებები. ამ საკითხთა განხილვა სახელისუფლებო გადაწყვეტილებების მიღება სხვა ორგანოებისა და თანამდებობისპირთა მიერ ნიშნავს უკანონო ჩარევას მართლმსაჯულების განხორციელებაში. ამგვარი სარჩელები საერთოდ არ უნდა იქნეს მიღებული განსახილველად სასამართლოს მიერ. ამგვარად, საექსპერტო დასკვნა, როგორც მტკიცებულებების წყარო კონკრეტულ საქმეზე, არ შეიძლება წარმოადგენდეს „გასაჩივრების“ დამოუკიდებელ ობიექტს, შესაძლებელია მხოლოდ მისი „გასაჩივრება“. ყველა საკითხი, რომლებიც დაკავშირებულია ჩატარებულ საექსპერტო კვლევასთან და საექსპერტო დასკვნების საიმედოობასთან, წყდება პროცესუალური (სასამართლო) მტკიცებულების დროს. მტკიცებულებების სუბიექტებს, მაგალითად, მხარეებს პროცესში, შეუძლიათ მიმართონ ისეთ პროცესუალური კანონმდებლობით გათვალისწინებულ ხერხებს, როგორცაა ექსპერტის დაკითხვაზე გამოძახების შუამდგომლობა, ხელახალი ექსპერტიზის დანიშნის შუამდგომლობა და ა.შ. საჩივრდება არა ექსპერტის დასკვნები, არამედ ის პროცესუალური გადაწყვეტილებები, რომლის საფუძველსაც ისინი წარმოადგენენ. გამოძიებლის ან

მოსამართლის დადგენილება, სასამართლოს განაჩენი ან სხვა პროცესუალური გადაწყვეტილებები შეიძლება გასაჩივრდეს. გასაჩივრება წარმოებს პროცესუალურ-სამართლებრივი წესით. და მხოლოდ მის შემდეგ, რაც ძალაში შევა სასამართლო გადაწყვეტილებით მოსამართლის გადაწყვეტილების ცვლილება და საექსპერტო დასკვნები ჩაითვლება უსაფუძვლოდ, შეიძლება დადგეს ექსპერტთა პასუხისმგებლობის საკითხი იმ პირობით, რომ მათ ქმედებებში აღმოჩნდება დანაშაულის ნიშნები, მაგალითად დისციპლინური დარღვევის ან დანაშაულის (წინასწარმეტყვნით მცდარი საექსპერტო დასკვნის გაცემისას).

ყველა ქვეყნის კანონმდებლობა ამტკიცებს ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან პრინციპს, რაც უზრუნველყოფს სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის ეფექტურობას – ექსპერტის დამოუკიდებლობის პრინციპს. ეს პრინციპი კი ნიშნავს, რომ არავის არ აქვს უფლება მოახდინოს ზეწოლა ექსპერტზე, რათა აიძულოს იგი გასცეს გარკვეული დასკვნა.

ექსპერტის დამოუკიდებლობის პრინციპი ლოგიკურად გამომდინარეობს კანონმდებლობით გათვალისწინებული ექსპერტის პროცესუალური დამოუკიდებლობიდან, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ ექსპერტს აქვს სტატუსი, რომელიც განსხვავდება პროცესის სხვა მონაწილეების პროცესუალური სტატუსისაგან და პირადად აგებს პასუხს ჩატარებულ გამოკვლევაზე და გაცემულ დასკვნაზე.

ამ პრინციპის რეალიზაციას აქვს შემდეგი ასპექტები ექსპერტების გავლენისაგან დასაცავად: ა) ორგანოს ან პირის მიერ, რომლებმაც დანიშნეს ექსპერტიზა, სხვადასხვა მონაწილეებისაგან, სხვადასხვა სახელმწიფო და არასახელმწიფო ორგანოების, ორგანიზაციებისა და კერძო პირებისაგან, რომლებიც დაინტერესებული არიან საქმის შედეგით; ბ) დაწესებულების ან განყოფილების ხელმძღვანელისაგან, რომელშიც მუშაობს ექსპერტი და აგრეთვე შესაბამისი უწყების ზემდგომი ხელმძღვანელისაგან; გ) კოლეგებისაგან – სხვა ექსპერტებისაგან საკომისიო, მათ შორის კომპლექსური ექსპერტიზის წარმოებისას.

სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულების და საექსპერტო ქვედანაყოფების სისტემები დამოკიდებულნი არიან ექსპერტიზისდამნიშნავი ორგანოსა ან პირისაგან, მაშინაც კი, თუ საქმე ეხება ერთი უწყების ქვედანაყოფებს. დაცულია საერთო წესი: მოქმედ კანონმდებლობასთან შესაბამისად პირი, რომელიც ახორციელებს გამოძიებას ან წინასწარ გამოძიებას, და აიძულებს ექსპერტს გასცეს გარკვეული დასკვნა მუქარის ან სხვა დანაშაულებრივ ქმედებების მეშვეობით, ექვემდებარება სისხლის სამართლის პასუხისმგებლობას დანაშაულზე, რომელიც გათვალისწინებულია სისხლის სამართლის კანონით. ანალოგიური ქმედებები მოსამართლის მხრიდან უნდა ჩაითვალოს თანამდებობრივი უფლებამოსილების გადამეტებად, და მას უნდა დაეკისროს პასუხისმგებლობა სისხლის სამართლის კანონით. ექსპერტზე ზეგავლენა მისი იძულების ან მოქრთამის ფორმით ორგანიზაციის ხელმძღვანელების ან წარმომადგენლების მხრიდან, აგრეთვე კერძო პირთა პასუხისმგებლობა ხორციელდება სისხლის სამართლის კანონის შესაბამისად ჩადენილი ზეგავლენის ხასიათიდან გამომდინარე.

სახელმწიფო ექსპერტი, როგორც თანამდებობის პირი ადმინისტრაციულად დამოკიდებულია იმ საექსპერტო დაწესებულების ხელმძღვანელობაზე, რომელშიც ის მუშაობს: დაწესებულების ხელმძღვანელზე, მის მოადგილეზე, ქვედანაყოფის ხელმძღვანელზე. მაგრამ ეს დამოკიდებულება არ ვრცელდება ექსპერტის მიერ კონკრეტული ექსპერტიზის წარმოებაზე და მათზე დასკვნის გაცემაზე. ექსპერტისდამოუკიდებლობის პრინციპის დაცვის მექანიზმი ამ ასპექტით გათვალისწინებული უნდა იყოს კანონში მთელი რიგი ნორმების სახით. ეს ნორმა ავალდებულებს დაწესებულების ან ქვედანაყოფის ხელმძღვანელს კონტროლის განხორციელებისას ექსპერტიზის შედეგების დაცვაზე, სასამართლო ექსპერტიზის სისრულესა და წარმოების ხარისხზე, არ დაარღვიოს ექსპერტის დამოუკიდებლობის პრინციპი და ნორმა, რომელიც პირდაპირ უკრძალავს მას ექსპერტისათვის

მითითებების მიცემას, რომლებიც განაპირობებენ დასკვნების შინაარსს, კონკრეტული სასამართლო ექსპერტიზის შედეგებზე. სახელმწიფოს სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულებების პრაქტიკაში მიღებულია ხელმძღვანელის მოქმედების წესი დაწესებულების ან ქვედანაყოფის ხელმძღვანელის უთანხმოების შემთხვევაში ექსპერტის დასკვნასთან კონკრეტულ ექსპერტიზაზე. ხელმძღვანელი ქმნის ექსპერტთა კომისიას ამ ექსპერტიზის ჩასატარებლად, მათ შორის ექსპერტისა, ვის დასკვნასაც იგი არ ეთანხმება. კვლევების შემდგომი წარმოება და გაფორმება ხორციელდება წინამდებარე სახელმწიფო კანონის და პროცესუალური კანონმდებლობის დებულებების შესაბამისად, რომლებიც ითვალისწინებენ წარმოების საკომისიო ექსპერტიზების წარმოებას.

გარდა ამისა კანონში უნდა არსებობდეს ნორმა, რომელიც პირდაპირ აწესებს არ დაევალოს სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულებას აწარმოოს ექსპერტიზა და შეწყვიტოს უკვე დაწყებული ექსპერტიზა საქმეში მოცემული დაწესებულების ხელმძღვანელის დაინტერესების პირობებში. საკომისიო ექსპერტიზის წარმოებისას, განსაკუთრებით ერთი სპეციალობის ექსპერტების მიერ ექსპერტიზის ჩატარებისას, ექსპერტმა შეიძლება იგრძნოს ზეწოლა თავისი კოლეგების – კომისიის სხვა წევრების მხრიდან. ამ კუთხით ექსპერტის დამოუკიდებლობის პრინციპის დაცვა არ გულისხმობს სხვა ექსპერტების აზრის გათვალისწინებას, რომლებსაც შეიძლება ჰქონდეთ უფრო მეტი გამოცდილება და უფრო მაღალი კვალიფიკაცია, არამედ პროფესიონალების პოზიციაზე, რომლის დროსაც ჩნდება სხვა ექსპერტების მისწრაფება დაითრგუნოს მათთან განსხვავებული აზრის მქონე ექსპერტი, დაყოლიონ იგი განსხვავებული დასკვნის გაცემაზე. ამგვარ ზეგავლენას უნდა შეეწინააღმდეგოს ექსპერტი და კანონის ნორმები მის მხარეზე არის. კანონის რიგ ნორმაში გათვალისწინებული უნდა იყოს ექსპერტის დამოუკიდებლობის პრინციპის მექანიზმის განხორციელება ამ შემთხვევაში. საბაზო კანონთან შესაბამისად ყოველი ექსპერტი კომისიაში არის დამოუკიდებელი, დამოუკიდებლად აწარმოებს კვლევებს, აფასებს პირადად მის მიერ და აგრეთვე სხვა ექსპერტების მიერ მიღებულ შედეგებს, აყალიბებს დასკვნებს დასმულ კითხვებზე თავისი სპეციალური ცოდნის ფარგლებში; ერთი სპეციალობის ექსპერტების მიერ კვლევების ჩატარებისას ექსპერტებს შორის უთანხმოების შემთხვევაში, მათგან ყოველი ან ექსპერტი, რომელიც არ ეთანხმება სხვებს, იძლევა ცალკე დასკვნას. მსგავსი წესი გამოიყენება წარმოებაში კომპლექსური ექსპერტიზების წარმოებისას. ანალოგიურ ნორმებს შეიცავს აგრეთვე პროცესუალური კანონმდებლობა.

#### **პრინციპი 4 – გამოკვლევების ობიექტურობა, ყოვლისმომცველობა და სისრულე**

ექსპერტი ატარებს კვლევებს ობიექტურად, მკაცრად სამეცნიერო და პრაქტიკულ საფუძველზე, შესაბამისი სპეციალობის ფარგლებში, ყოველმხრივად და სრული მოცულობით.

ექსპერტის დასკვნა უნდა ეფუძნებოდეს დებულებებს, რომლებიც იძლევიან შესაძლებლობას შეამოწმოს გამოტანილი დასკვნების დასაბუთება და უტყუარობა მიღებული სამეცნიერო და პრაქტიკული მონაცემების საფუძველზე.

საბაზო კანონი იურიდიულად უნდა ამტკიცებდეს განსახილველის სასამართლო-საექსპერტო გამოკვლევის სამ სპეციალურ მდგენელს: ობიექტურობას, ყოვლისმომცველობას და სისრულეს.

ობიექტურობა ნიშნავს მოთხანას ექსპერტისაგან ჩაატაროს კვლევა და გამოიტანოს დასკვნები სამეცნიერო-მეთოდოლოგიურ და პრაქტიკულ საფუძველზე, რომელიც შეესაბამება განვითარების თანამედროვე დონეს ცოდნის იმ სფეროში, რომელსაც იგი წარმოადგენს. ობიექტურობის შინაარსი უნდა განიხილებოდეს ორ ასპექტში: ა) ექსპერტის მხრიდან სუბიექტურობის დაუშვებლობა კონკრეტული კვლევების წარმოებისას და დასკვნის გაცემისას, ანუ რომელიც არ ეფუძნება ამ

გამოკვლევების მონაცემებს, ტენდენციებს განსაზღვრული გადაწყვეტილების მიიღებისას, და ბ) მიუკერძოებლობა, ანუ ექსპერტის რაიმე დაინტერესების არარსებობა გარკვეულ დასკვნაში. ექსპერტი ობიექტურობის და კვლევების ჩატარებისას სუბიექტივიზმის არარსებობის პირველ აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მისი კომპეტენტურობა, პროფესიული ცოდნის და გამოცდილების არსებობა კონკრეტული საექსპერტო სპეციალობის ფარგლებში. ზოგიერთი სასამართლო ექსპერტიზის საფუძველს წარმოადგენს სპეციალურად ამისათვის შექმნილი მეცნიერებები. იქ, სადაც ასეთი სპეციალიზებული მეცნიერების შექმნა შეუძლებელია ან არ არის მიზანშეწონილი, სასამართლო ექსპერტიზა ეფუძნება ე.წ. საბაზო მეცნიერებებს მოცემულ სპეციალობაში, ჩვენს შემთხვევაში: სასამართლო სამშენებლო-ტექნიკური ექსპერტიზა.

პირს ან ორგანოს, რომლებიც ნიშნავენ სასამართლო ექსპერტიზას, უნდა ჰქონდეთ მკაფიო წარმოდგენა იმაზე, რა სპეციალობის ექსპერტს უნდა დაევალოს იგი. ექსპერტის წინაშე დასმული შეკითხვები არ უნდა გასცდეს მისი სპეციალური ცოდნის ფარგლებს. მათი შექმნა ხდება პროფესიული მზადებისა და პრაქტიკული გამოცდილების დაგროვების შედეგად (ამაზე შეიძლება მიუთითებდეს ექსპერტის მუშაობის სტაჟი). იმავდროულად უნდა განასხვავოთ ექსპერტიზის ზოგადი კომპეტენციის და ექსპერტის სუბიექტური კომპეტენტურობის ცნებები. ექსპერტიზა შეიძლება დაინიშნოს სპეციალობების სწორი განმარტებით, რომლის კომპეტენციის ფარგლები უზრუნველყოფენ დასახული კითხვების სწორ მოგვარებას. თუმცა შერჩეული კონკრეტული ექსპერტის არასაკმარისი კომპეტენცია არ აძლევს კითხვებზე სწორი პასუხის საშუალებას. ამასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია ისეთი ფაქტორები, როგორცაა ექსპერტის სპეციალიზაცია, ამგვარი ექსპერტიზების წარმოების და მსგავსი ობიექტების გამოკვლევის გამოცდილება. ამ პრინციპის უზრუნველყოფა ექსპერტების მიმართებაში გათვალისწინებულია კანონის რიგი ნორმების მიერ. კანონში კანონმდებლურად უნდა იყოს დამტკიცებული პროფესიული და კვალიფიკაციური მოთხოვნები ექსპერტის მიმართ – უმაღლესი პროფესიული განათლება, შემდგომი მომზადება კონკრეტულ საექსპერტო სპეციალობით, ატესტაცია სასამართლო ექსპერტიზების დამოუკიდებლად წარმოებაზე, პროფესიული მზადების დონის გადახედვა, რომლებიც ხორციელდება საექსპერტო-საკვალიფიკაციო კომისიების წესით, რომელიც გათვალისწინებულია აღმასრულებელი ხელისუფლების ორგანოების შესაბამისი სამართლებრივი აქტებით. სახელმწიფო სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულების ხელმძღვანელის მოვალეობები ითვალისწინებს ვალდებულებას უზრუნველყოს ექსპერტის პირობები, რომლებიც აუცილებელია კვლევების ჩასატარებლად და დასკვნის გასაცემად, მათ შორის შესაბამისი მოწყობილობები, ხელსაწყოები, საინფორმაციო და სხვა მასალები. სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულებები ამჟამად დაკომპლექტებულია მაღალკვალიფიციური ექსპერტების კადრებით, უზრუნველყოფილი არიან თანამედროვე აღჭურვილობით და კომპიუტერული ტექნიკით. ექსპერტის ობიექტურობის მეორე, არანაკლებ მნიშვნელოვან წინაპირობას წარმოადგენს მისი მიუკერძოებლობა, პირადი დაინტერესების არარსებობა საქმის შედეგებში, ემოციური მდგრადობა საქმის გარემოებების მიმართ კონკრეტული საექსპერტო გამოკვლევის წარმოებისას და დასკვნის გაცემისას. ობიექტურობის პრინციპის განხორციელების მექანიზმი გათვალისწინებული უნდა იყოს კანონში, ასევე დარგობრივი პროცესუალური კანონმდებლობით. ექსპერტის მოვალეობებს შორის კანონი უნდა ითვალისწინებდეს მის წინაშე წარდგენილი ობიექტების სრული გამოკვლევის ჩატარებას და დასაბუთებული და ობიექტური დასკვნის გაცემას მის წინაშე დასმულ შეკითხვებზე. კანონი აგრეთვე უნდა შეიცავდეს ნორმას, რომელიც უკრძალავს ექსპერტს დაამყაროს პირადი კონტაქტები პროცესის მონაწილეებთან, თუ ეს ეჭვქვეშ აყენებს მისი საქმის შედეგებში დაინტერესების არარსებობას. ეჭვების არსებობისას ექსპერტის საქმის შედეგის პირადი დაინტერესების არარსებობაში იგი ეჭვმდებარეა აცდილებას. კანონში უნდა იყოს ნორმა, რომელიც აწესებს ექსპერტის

აცილებას პროცესუალური კანონმდებლობით გათვალისწინებულ საფუძველზე. პროცესუალური კანონმდებლობა შეიცავს ამ საფუძველების სიას: ექსპერტის მონაწილეობას განსხვავებული პროცესუალური ხარისხით, ნათესაური ურთიერთობა პროცესის სხვა მონაწილეებთან, საქმეში მონაწილე პირებისაგან სამსახურეობრივი დამოკიდებულება, რევიზიის ჩატარება მოცემული საქმის მიმართ, არაკომპეტენტურობა და სხვა გარემოებები. თუმცა, ექსპერტის ობიექტურობის ეჭვისათვის პროცესუალური საფუძველის არარსებობისას შეიძლება იყოს პირობები, რომლებსაც შეუძლიათ გავლენა იქონიოს მის დაინტერესებაზე. საქმის ეს გარემოებები, რომელზეც ტარდება ექსპერტიზა, შეიძლება აღმოჩნდნენ ემოციურ დატვირთვად, რაც უნებლიეთ შეარყევს ექსპერტის მიუკერძოებლობას. ეს მდგომარეობა ეკუთვნის საექსპერტო საქმიანობის ფსიქოლოგიური თავისებურებების სფეროს და ექსპერტთან ერთ-ერთ პროფესიულ მოთხოვნას წარმოადგენს ემოციური მდგრადობის მოითხოვნა საქმის გარემოებების მიმართ, რომელზეც ტარდება ექსპერტიზა. ამ მდგრადობის საწინდარს წარმოადგენს საექსპერტო კვლევების წარმოების და მათი შედეგების შეფასების სამეცნიერო-მეთოდოლოგიურ მითითებების და რეკომენდაციების მკაცრი დაცვა. ექსპერტიზის ჩატარებისას, ექსპერტი უნდა გაეცნოს საქმის მასალებს იმ მოცულობით, რაც აუცილებელია ექსპერტიზის წარმოებისათვის, და კვლევების ჩატარებისას, გულდასმით უნდა შეამოწმოს პროცესში მონაწილეთა როგორც ვერსიები, ასევე კონტრვერსიები, რომლებიც უკავშირდებიან ექსპერტიზის საგანს, ისევე, როგორც საკუთარი ვერსიები. ექსპერტმა უნდა შეისწავლოს ფაქტორები, რომლებიც ხელს შეუწყობენ როგორც დადებით, ისე უარყოფით პასუხს კითხვაზე. საკუთარი პოზიციის განსაზღვრის, ფორმულირებისა და დასაბუთების შემდეგ, რაც აისახება დასმულ კითხვებზე დასკვნებზე-შედეგებზე-ექსპერტმა უნდა გადმოსცეს აგრეთვე სადაო და წინააღმდეგობრივი დებულებების არსებობა. ამავე დროს მან უნდა დაასაბუთოს, რატომ არ მოქმედებს წინააღმდეგობრივი ან სადაო ფაქტორების არსებობა მის დასკვნაზე, რატომ შეიძლება მათი უგულებელყოფა და რა მოცულობით. სასამართლო-საექსპერტო საქმიანობის პროფესიული პრინციპები – კვლევების ყოვლისმომცველობა და სისრულე – მჭიდროდაა დაკავშირებული როგორც ერთმანეთთან, ასევე ობიექტურობასთან. კვლევის ყოვლისმომცველობის პრინციპი უნდა განიხილებოდეს შემდეგ ასპექტებში:

ა) საექსპერტო კვლევისათვის საწყისი მონაცემების ფორმირებისას;

ბ) საექსპერტო ვერსიების ფორმირებისა და შემოწმებისას მათი კვლევის პროცესში;

გ) კვლევების ნიშნებისა და შედეგების გამოვლენისას და შეფასებისას.

კვლევის დაწყებისას ექსპერტი უნდა ფლობდეს სრულყოფილ მონაცემებს, რომლებიც საჭიროა კვლევის ჩასატარებლად და დასკვნის გასაცემად. ეს მონაცემებია – კვლევის უშუალო ობიექტები, ნიმუშები, ეტალონები, ექსპერტიზის საგანთან დაკავშირებული საქმის მასალები. ამ პრინციპის რეალური განხორციელების გარანტიებს წარმოადგენენ პროცესუალური კანონმდებლობით გათვალისწინებული ექსპერტის უფლებები. ეს უფლებები მას მიაკუთვნებენ შესაძლებლობას აღძრას შუამდგომლობა პირის ან ორგანოს წინაშე, რომლებმაც დანიშნეს ექსპერტიზა, დამატებითი მასალების გადასაცემად გამოსაკვლევი ობიექტების, ნიმუშების შედარებითი გამოკვლევებისათვის, მონაცემები საქმის გარემოებების შესახებ, სახით, რომლებიც მიეკუთვნებიან ექსპერტიზის საგანს და ა.შ; ექსპერტიზის დამნიშნავი ორგანოს ან პირის ნებართვით მიიღოს მონაწილეობა გამოძიების ქმედებებში და სასამართლო სხდომებზე, დაუსვას შეკითხვები პროცესის მონაწილეებს. საექსპერტო კვლევის სისრულე ხასიათდება:

ა) ექსპერტიზის დამნიშნავი პირის ან ორგანოს ყველა კითხვებზე ექსპერტის ამომწურავი პასუხებით;

ბ) ყველა იმ ობიექტების კვლევების ჩატარებით, რომელთა მიმართაც იყო დასმული კითხვები;



გ) ექსპერტისათვის ყველა ხელმისაწვდომი სპეციალური მეთოდები და ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით, რომლებიც საჭიროა კვლევის ჩასატარებლად და დასმულ კითხვებზე დასკვნის გასაცემად.

ექსპერტის წინაშე დასმული არცერთი შეკითხვა არ უნდა დარჩეს უპასუხოდ და არ უნდა იყოს გამოტოვებული. უფრო მეტიც, პროცესუალური კანონმდებლობა ითვალისწინებს ექსპერტის უფლებას მიუთითოს თავის დასკვნაში ის გარემოებები, რომელთა გამო მას არ დაესვა შეკითხვები, მაგრამ რომლებიც მან დაადგინა თავისი სპეციალური ცოდნის საფუძველზე, როგორც საქმესთან დაკავშირებული. თუ ექსპერტს არ შეუძლია კითხვაზე პასუხის გაცემა, წინამდებარე კანონი ავალდებულებს მას გასცეს მოტივირებული შეტყობინება კვლევის განხორციელების და დასკვნის გაცემის შეუძლებლობის შესახებ. პროცესუალური კანონმდებლობა განიხილავს ექსპერტის ამგვარ ქმედებას, როგორც მისი დასკვნის გაცემაზე უარის თქმის უფლებას ორ შემთხვევაში: არაკომპეტენტურობა და დასკვნის გასაცემად წარდგენილი მასალების არასაკმარისობა. კანონი ითვალისწინებს ასეთი შეტყობინების წერილობით ფორმას და მასში დაწვრილებით უნდა იყოს ჩამოთვლილი ამის საფუძვლები. კვლევის ობიექტების მიმართებაში მოქმედებს იგივე წესი: ექსპერტიზაზე წარმოდგენილი ყველა ობიექტი, მათ შორის ნიმუშები და საქმის მასალები, უნდა იქნას გამოკვლეული. ექსპერტის მოვალეობებს შორის კანონი ითვალისწინებს ექსპერტიზაზე წარდგენილ ყველა ობიექტზე და საქმის მასალების სრული კვლევის ჩატარებას. კვლევის ჩატარებისას ექსპერტი ვალდებულია გამოიყენოს მეთოდებისა და საშუალებების მთელი არსენალი, რომლის საშუალებასაც იძლევა მისისაექსპერტო საგნის სპეციალობის თანამედროვე მეცნიერული განვითარების დონე და რომელიც მისთვის ხელმისაწვდომია დასაბუთებული და საიმედო დასკვნის გასაცემად. ეს არ ნიშნავს, რომ ექსპერტმა ყოველთვის უნდა გამოიყენოს ამ შემთხვევისათვის გამოსადეგი აბსოლუტურად ყველა მეთოდი. ამ მეთოდთა რაოდენობა დამოკიდებულია კონკრეტულ საექსპერტიზო სიტუაციაზე. თუ დასაბუთებული და საიმედო შედეგები შესაძლებელია მიღებული იქნას რომელიმე ცალკეული მეთოდით, მაშინ საკმარისია მათი გამოყენება. მაგრამ, თუ ექსპერტიზის წარმოებისას ცალკეული მეთოდები არ „მუშაობენ“ ან მათი საიმედოობა მცირეა, ექსპერტმა უნდა გააკეთოს ყველაფერი (შესაძლებელი), ანუ გამოიყენოს ყველაფერი ექსპერტიზის ამოცანის დასაბუთებული და საიმედო გადაწყვეტისათვის.

### 3. დასკვნა

გამოკვლევის ყოვლისმომცველობის და სისრულის გამოვლინებას წარმოადგენს სასამართლო-საექსპერტო დაწესებულებების პრაქტიკაში გავრცელებული გამოკვლევების ტიპი კომპლექსური ექსპერტიზა – კომპლექსური გამოკვლევის სახით. ჩატარებული კვლევების არასაკმარისობა დაიძლევა დამატებითი ექსპერტიზის დანიშვნით. სპეციალური პრინციპების დაცვის გარანტიადმიღებულია შემდეგი მოთხოვნა: ექსპერტის დასკვნა უნდა ეფუძნებოდეს დებულებებს, რომლებიც იძლევიან გამოტანილი დასკვნების დასაბუთების და სანდოობის შემოწმების შესაძლებლობას.

### ლიტერატურა

1. მ. წიქარიშვილი, ა. კაცაძე. სასამართლო-სამშენებლო ექსპერტიზის საფუძვლები. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2016, 230 გვ.

საკრედიტო რისკები და იკოთეკური ბაზრის ბავშვება  
მშენებლობაზე

ე. ქრისტესიაშვილი, რ. მახვილაძე, ი. გოგოლაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ. 68, საქართველო, 0,175, თბილისი)

**რეზიუმე:** ნაშრომში მიმოხილულია ქვეყანაში არსებული სამშენებლო სექტორი და მისი ფინანსური განზომილება - იკოთეკური ბაზარი, მისი ნაკლოვანებები და შეზღუდვები, პოზიტიური გამოწვევები და პერსპექტივები, აღნიშნულია, რომ იკოთეკური ბაზრის წარმატებული საქმიანობა წარმოადგენს ნებისმიერი ქვეყნის ეფექტური ეკონომიკური განვითარების წინაპირობას.

**საკვანძო სიტყვები:** მშენებლობა, სამშენებლო საქმიანობა, კრედიტი, ინვესტიცია, იკოთეკა, საბაზრო ეკონომიკა, ბიზნეს-პროექტი, საკრედიტო რისკი.

1. შესავალი

სამშენებლო საქმიანობა ქვეყნის ეკონომიკური და სოციალური განვითარების ხელშემწყობ სექტორს წარმოადგენს და მოიცავს სხვადასხვა დანიშნულების შენობა-ნაგებობათა და ობიექტების მშენებლობას, რომელთა გარეშეც წარმოუდგენელია ეკონომიკის სხვა დარგების (მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა, ტრანსპორტი, კავშირგაბმულობა, ტურიზმი, განათლება, ჯანდაცვა და ა.შ.) ფუნქციონირება და შემდგომი განვითარება.

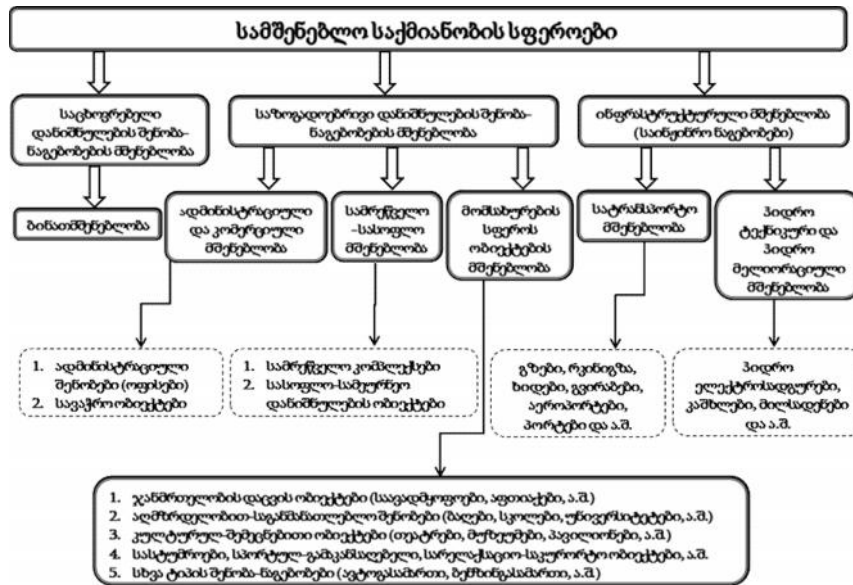
საქართველო საბჭოთა კავშირის არსებობის პერიოდში წარმოადგენდა ცენტრალურად დაგეგმილი ეკონომიკის მქონე ქვეყანას, ხოლო დამოუკიდებლობის აღდგენის შემდეგ ყველა სამეურნეო დარგში, მათ შორის, სამშენებლო სფეროშიც, დაადასტურა ეკონომიკური მოწყობისა და განვითარების დღეისათვის მსოფლიოში მოქმედ სისტემათაგან ყველაზე წარმატებულ და ეფექტურ - საბაზრო-ეკონომიკურ მოდელს.

2. ძირითადი ნაწილი

მშენებლობა ეკონომიკის სპეციფიკური დარგია და გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება. ეს თავისებურებები მდგომარეობს, ერთის მხრივ, მშენებლობის პროცესის ორგანიზების ტექნოლოგიურ სირთულესა და ეკონომიკურ თავისებურებებში, მეორეს მხრივ კი საადრიცხოვ პროცედურების წარმოებისა და სამშენებლო კომპანიათა ფინანსური შედეგების აღიარება-შეფასების თავისებურებებშიც.

მშენებლობა დარგობრივი თავისებურებითაც ხასიათდება, რაც გამოიხატება იმაში, რომ ერთი შეხედვით, მშენებლობა ტიპური საწარმოო პროცესია, მაგრამ რეალურად, სამშენებლო და სამრეწველო საწარმოთა საქმიანობა გარკვეული თვალსაზრისით განსხვავდება ერთმანეთისგან. სამრეწველო ბიზნესი ძირითადად პროცესზეა ორიენტირებული და, შესაბამისად, უწყვეტად ახდენს ერთი და იმავე სახეობის პროდუქციის გამოშვებას. სამშენებლო ბიზნესის ამოსავალ წერტილს კი ცალკეულ პროექტებზე ორიენტაცია წარმოადგენს და სამშენებლო საქმიანობისად შექმნილი თითოეული პროდუქტი მაღალი ხარისხითა და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით უნდა ხასიათდებოდეს.

გარდა დარგობრივი თავისებურებებისა, მშენებლობა ტექნოლოგიური თავისებურებითაც ხასიათდება. ეს თავისებურება შეიძლება აიხსნას მშენებლობის პროცესის ორგანიზების სირთულით, რასაც თავის მხრივ განაპირობებს: 1) მშენებლობაში ჩართული მხარეების სიმრავლე და მათ მიერ შესასრულებელი სამუშაოების განსხვავებული სპეციფიკა; 2) მშენებლობაში ტექნიკური რეგლამენტების, ე.წ. „სამშენებლო ნორმებისა და სტანდარტების“ გამოყენების აუცილებლობა; 3) გეოგრაფიული, გეოლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური, სეისმური და კლიმატური პირობები და მათი გავლენა სამშენებლო პროცესზე; 4) მშენებლობის პროცესის ლოჯისტიკა და სხვა ფაქტორები.



მშენებლობის პროცესში ჩართული მხარეები არიან: მენაშენე, დამკვეთი, მენარდე და ქვემენარდე, რომლებიც ერთიანობაში ქმნიან სამშენებლო კომპლექსს. ხშირ შემთხვევაში, როდესაც დამკვეთი სრულად არ ფლობს მშენებლობისათვის საჭირო ფინანსურ სახსრებს, სამშენებლო საქმიანობას აფინანსებს საინვესტიციო ან საბანკო რესურსებით, რაც საჭიროებს საკრედიტო რისკებთან დაკავშირებული საკითხების გაანალიზებასაც.

ნებისმიერი ბანკის საკრედიტო რისკების მენეჯმენტის უმნიშვნელოვანეს ნაწილს წარმოადგენს იპოთეკური სესხის მქონე მსესხებლების საკრედიტო რისკზე მოქმედი ფაქტორების ანალიზი. საქართველოს ბანკებში შექმნილია და აპრობირებულია საკრედიტო რისკის განსაზღვრის სტატისტიკური მოდელი, რომლის მიხედვითაც საკრედიტო კომიტეტებზე განიხილება და, შესაბამისად, მტკიცდება ან უარდება კონკრეტული საკრედიტო განაცხადი. სესხის გაცემასთან დაკავშირებით გადაწყვეტილების მიღების დროს ფასდება ფიზიკური პირის სხვადასხვა მახასიათებელი და მათი გავლენა პიროვნების გადახდისუნარიანობაზე. პრინციპულად ანალოგიური სქემა მოქმედებს იურიდიული პირის დაფინანსების შემთხვევაშიც.

საკრედიტო ინსტიტუტისათვის მნიშვნელოვანია არა იმდენად უზრუნველყოფილი გარანტიის მოცულობა ან სესხის სიდიდე (თუმცა, თავის მხრივ, აღნიშნული ფაქტორებიც არანაკლებმნიშვნელოვანია), რამდენადაც გაცემული სესხის შეუფერხებელი მომსახურების უზრუნველყოფა. შესაბამისად, მსესხებლის მახასიათებლების გათვალისწინებით ბანკები განსაზღვრავენ მათი გადახდისუნარიანობის ან გაკოტრების რისკს და მცირედანახარჯიანი ანალიზის შედეგად იღებენ ეფექტურ გადაწყვეტილებას სესხის გაცემასთან დაკავშირებით.

რისკების სწორად შეფასება მომგებიანია როგორც ბანკისთვის (რის შედეგადაც შესაძლებელი იქნება უკეთესი ფინანსური შედეგების მიღება), ისე მსესხებლისთვის (რომელიც, დიდი ალბათობით, მომავალში არ დადგება ფინანსური სირთულეების წინაშე) და, ასევე, მარეგულირებლისთვის (ვინაიდან კრიზისის წარმოშობის ალბათობა მაქსიმალურად იქნება შემცირებული). საკრედიტო რისკის გაუმჯობესებული მენეჯმენტი, ბუნებრივია, საშუალებას მისცემს კომერციულ ბანკებს შეამცირონ საპროცენტო განაკვეთი (ძირითადად, რისკ პრემიუმის შემცირების ხარჯზე, რომელიც საპროცენტო განაკვეთის მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს), შესაბამისად, გაუჩნდებათ საშუალება მიიზიდონ მეტი მომხმარებელი და გაიუმჯობესონ საერთო ფინანსური შედეგები.

ნებისმიერი ბიზნეს პროექტის, მათ შორის, სამშენებლო პროექტის მთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს მისი ფინანსური გეგმა, რომელიც პასუხობს უპირველეს კითხვას, თუ რამდენად ღირს საერთოდ ამა თუ იმ პროექტის განხორციელება, ბიზნეს ენით რომ ვთქვათ, რამდენად ღირს ამ საქმის წამოწყება, მიიღებს თუ არა პროექტის განმახორციელებელი პირი გარკვეულ სარგებელს აღნიშნული ინიციატივიდან.

ისეთი კაპიტალტევადი ბიზნეს პროექტი, როგორც მშენებლობაა, იშვიათ შემთხვევებში ხორციელდება მთლიანად საკუთარი კაპიტალის მეშვეობით და, როგორც წესი, ხდება ხოლმე სხვადასხვა სახის ფინანსური რესურსის მოზიდვა. ნებისმიერი საფინანსო ინსტიტუტის რესურსი, ადგილობრივი იქნება ეს თუ უცხოური, გარკვეული ღირებულებისაა და პროექტის დეველოპერი, რა თქმა უნდა, ცდილობს ფინანსურად უიაფესი რესურსებისაგან შეკრას ბიზნეს-პაკეტი.

საკუთარი კაპიტალი, რომელსაც დეველოპერი ან პროექტის განმახორციელებელი პირი დებს საქმეში, წარმოადგენს ყველაზე „ძვირ“ რესურსს, ვინაიდან მის მოსაპოვებლად თავის დროზე დიდი ძალისხმევა და რისკები იქნა დაძლეული, ანუ, აღნიშნული კაპიტალის დასაგროვებლად გარკვეული, საკმაოდ „ძვირი ფასი“ იქნა გადახდილი, მანამ, სანამ ეს რესურსი ყველაფრისაგან თავისუფალი „საკუთარი კაპიტალი“ გახდებოდა. შესაბამისად, თუკი კონკრეტული პროექტის ეკონომიკური რენტაბელობისთვის თავსებადია, რომ რეალიზაცია განხორციელდეს საკუთარი კაპიტალის გარეშე, მაშინ, რეალიზაცია, როგორც წესი, ხორციელდება მთლიანად მოზიდული ფინანსური რესურსების მეშვეობით.

სამშენებლო ბიზნეს-პროექტის მთავარი კომპონენტები, კერძოდ, გასავითარებელი მიწის ნაკვეთი და მშენებლობის შედეგად აგებული შენობა-ნაგებობა, როგორც ცალ-ცალკე, ასევე ერთობლივადაც, წარმოადგენენ უძრავ ნივთებს. შესაბამისად, სამშენებლო პროექტის განხორციელებისას ფინანსური რესურსის მესაკუთრეები, როგორც წესი, ითხოვენ მათი რისკების დაზღვევას სწორედ კონკრეტული პროექტის შემადგენელი მთავარი კომპონენტებით, მიწის ნაკვეთითა და შენობა-ნაგებობებით, ხოლო თუკი აღნიშნული არასაკმარისი აღმოჩნდება, ბუნებრივია, დგება დამატებითი უზრუნველყოფის მოთხოვნის საჭიროებაც.

როგორც წესი, მსხვილი სამშენებლო პროექტის დეველოპერი ან მესაკუთრე წარმოადგენს არა ფიზიკურ პირს, არამედ იურიდიულ პირს, რომლის კაპიტალიც (წილები ან აქციები), როგორც წესი, ეკუთვნის კონკრეტულ ფიზიკურ ან იურიდიულ პირებს. შესაბამისად, საკუთრივ უძრავი ქონების იპოთეკის გარდა, ფინანსური რესურსების მესაკუთრეთა სასარგებლოდ ხდება ხოლმე, ასევე, იურიდიული პირის არამატერიალური ქონებრივი სიკეთის სახით არსებული კაპიტალის (წილების ან აქციების) გირავნობით დატვირთვაც.

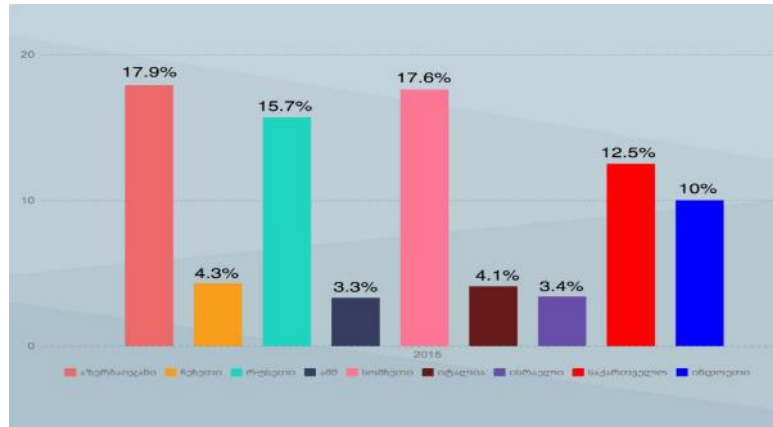
ხშირად, რამოდენიმე კრედიტორის შემთხვევაში, ხდება ხოლმე აღნიშნული უზრუნველყოფის საშუალებების განაწილება, კერძოდ, უძრავ ნივთს იტვირთავს ერთი კრედიტორი, ხოლო არამატერიალურ ქონებრივ სიკეთეს, კომპანიის წილს, მეორე კრედიტორი.

ზოგადად, კრედიტორებს ყოველთვის სურთ უზრუნველყოფილ მოთხოვნათა შორის მათი მოთხოვნა იყოს უპირატესი, შესაბამისად, ისინი ყოველთვის ითხოვენ იყვნენ პირველი რიგის იპოთეკარები ან მოგირავნეები.

აქვე აღსანიშნავია, რომ მოთხოვნის უზრუნველყოფის საშუალება, ასევე, გააჩნია სახელმწიფოსაც. კერძოდ, საგადასახადო ვალდებულებების შეუსრულებლობის შემთხვევაში გადასახადის გადამხდელის ქონებაზე გავრცელდება საგადასახადო გირავნობა/იპოთეკის უფლება, რომელიც, უზრუნველყოფილ კრედიტორთა რიგითობისას აუცილებლად უნდა იქნას გათვალისწინებული, ხოლო კონკრეტულ შემთხვევებში, შესაძლოა, უპირატესიც კი იყოს ასეთ მოთხოვნათა მიმართ.

რაიმე სახის სამშენებლო პროექტის განხორციელებისას გასაცემი ბიზნეს-სესხის მომსახურებასთან დაკავშირებულ დანახარჯებს ბანკები ან ინვესტორები

განსახდურავენ პროექტის კონკრეტული დეტალებისა და მსესხებლებისადმი ინდივიდუალური მიდგომით. სხვა ინსტიტუტებთან ერთად, ბიზნეს-სესხების საპროცენტო განაკვეთებს მსოფლიო სხვადასხვა ქვეყნების მონაცემთა გაანალიზებითა და საშუალო მაჩვენებლების გამოყვანით აქვეყნებს მსოფლიო ბანკიც. ჩვენს მიერ მოპოვებულ გრაფიკზე საპროცენტო განაკვეთების შემდეგი მონაცემებია დაფიქსირებული:



წყარო: მსოფლიო ბანკი

მსოფლიო ბანკის მონაცემებით, საქართველოში ბიზნეს-სესხის საშუალო საპროცენტო განაკვეთი 12,5 პროცენტია, რაც 5-5,5 პროცენტით ნაკლებია ჩვენი მეზობელი აზერბაიჯანისა და სომხეთის მაჩვენებელთან შედარებით, თუმცა 8-9 პროცენტით აღემატება აშშ-ს, ისრაელისა და ჩეხეთის მონაცემებს. ცხადია, რაც უფრო მაღალია ქვეყნის სტაბილურობა და საფინანსო მდგომარეობა, მით უფრო დაბალია საპროცენტო განაკვეთიც. საქართველოს ბანკებისა და კრედიტის გამცემი სხვა კომერციული საფინანსო დაწესებულებები, ძირითადად, უცხოური ბანკების კრედიტორები არიან, რაც იწვევს მომხმარებელთათვის დაწესებული სესხის მომსახურების მაღალ და ძვირ ტარიფებს.

### 3. დასკვნა

1. სხვა ქვეყნებისაგან განსხვავებით (აშშ, ისრაელი, ჩეხეთი) საქართველოში კრედიტების გაცემაზე დაწესებული მაღალი საპროცენტო განაკვეთები გამოწვეულია კომერციული ბანკების დამოკიდებულებით უცხოურ საფინანსო რესურსებზე, საიდანაც ხდება ფულადი ნაკადების შემოდინება, ასევე, ქვეყანაში მომხმარებელთა არასტაბილური ფინანსური მდგომარეობით, რის გამოც გამსესხებელი იძულებულია მოსახურების ხარჯებში გაითვალისწინოს და ასახოს მაღალი საკრედიტო რისკი.
2. საკრედიტო რისკის გაუმჯობესებული მენეჯმენტი, ბუნებრივია, საშუალებას მისცემს კომერციულ ბანკებს შეამცირონ საპროცენტო განაკვეთი მნიშვნელოვანი კომპონენტის, რისკ-პრემიუმის შემცირების ხარჯზე, რითაც გაუნდებათ საშუალება მოიზიდონ მეტი მომხმარებელი, რაც გამოიწვევს არა მარტო სამშენებლო სექტორის განვითარებას, არამედ მათი ფინანსური მაჩვენებლების კიდევ უფრო გაუმჯობესებასაც.

### ლიტერატურა

1. „საკრედიტო რისკის მოდელი: იპოთეკური სესხის გაცემისას მსესხებლის გადახდისუნარიანობის შეფასება“, საქართველოს ეროვნული ბანკი, 2016
2. „ფინანსური ანგარიშგების ანალიზის სრულყოფის მიმართულებები ბინათმშენებელ დეველოპერულ კომპანიებში“, თსუ, 2015
3. „საბანკო დაკრედიტების სისტემის სრულყოფის გზები საქართველოში“, ნ. გრიგალაშვილი, 2011

## SUMMARIES

**D. J GIGINEISHVILI, M. JAVAKHISHVILI, E. KRISTESIASHVILI, S. PETRASH. MATHEMATICS IN CONSTRUCTION, MATHEMATICAL MODELS AND AUTOMATED DESIGN SYSTEMS. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The emergence of electronic calculating machines, or computers, is one of the essential signs of the modern scientific and technological revolution. The work is mainly devoted to the history of the development of mathematics and tools of instrumental computing and computer technology in the USSR, which is known to a much lesser degree. Therefore, the authors took the liberty of making a short excursion into the history of development of this direction. The article focuses on the LIRA program complex. In 2011, the team of developers under the leadership of A. S. Gorodetsky continued to work as a part of the company LIRA CAD and assigned the LIRA software complex a new name - LIRA-CAD PC.

**V. Archvadze, Z. Kiknadze, E. Kristesiashvili. Modern paradigm of architectural-building design management (Analysis, synthesis and evaluation based on information technology). Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In any industrial and creative fields, including architecture and construction sector timely technological process (analysis-synthesis-assessment) conditionally last stage (because this triad can be the part of multiple iterative cycle) – the assessment is crucial. The basis of modern design is the technology of BIM (Building Information Modeling). Information modeling is an integrated approach to design, construction, equipping, operation and repair, which includes the collection and processing of all architectural, engineering, technological, economic and other information in the design process (in the database format.) It is important that the software packages of CAD (more BIM) were no longer considered simply computer graphics, but an optimal design and management tool.

**M. Tsikarishvili, c. Turashvili, N. Rodonaia. ABOUT LIFE CYCLE OF REAL PROPERTY OBJECTS (BUILDINGS) . Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In the article is considered life cycle of real estate buildings, which covers the period from its design up to its exploitation. The overall life cycle of any object - is the unity of the stages of complete consistent processes of its existence, the content of the interval of time, until its disappearance.

In the work is set out and analyzed for the purpose of building a life cycle of real estate objects (buildings) and exploring its constituent processes and stages. The life cycle of the real estate is graphically based on the study of the market - its "classical condition" - economic falling and heightening, cycle duration and complexity depends on many external and internal conditions. The main stages of life-cycle of building are: construction, exploitation, development and termination (demolition).

**B. Surguladze, K.Makharoblidze. Features of design of reinforced concrete structures, which are operated under the influence of high technological temperatures. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

When designing reinforced concrete structures that are operated under the influence of high technological temperatures, when the elements experience a systematic effect of an elevated temperature, take into account the concrete design characteristics of concrete and reinforcement when heated, deformations and forces caused by this high technological temperature.

**M. Suladze. CALCULATION OF THE DURABILITY OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS BY APPLICATION OF "FRACTURE MECHANICS". Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In the presented article is considered the determination of the durability of the reinforced concrete elements at design, with taking into account existing technological defects (cracks, voids), using the methods of fracture mechanics are proposed the parameters necessary for determination of durability and depended on time design formulas, is determined probability time interval of fracture.

**T. Papuashvili, D. Bedukadze. Deformation Resistance Test (Wheel Track) of Sulfurasphaltconcrete Based on Local Inert Materials. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In paper there are observed the advantages of sulfurasphaltconcrete produced by partial substitution of expensive bitumen by the modified sulfur against the traditional asphaltconcrete, particularly the increased deformation resistance is revealed.

Key words: asphaltconcrete, modified sulfur, sulfurasphaltconcrete, wheel track, deformation resistance.

**R. Makhviladze, D. Zakashvili. INVESTIGATION OF ECONOMICAL AND ECOLOGICAL BENEFITS OF ENERGY SAVING BY APPLICATION OF POWER EFFICIENT MATERIALS IN CONSTRUCTION AND OPERATION OF BUILDINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Georgia is committed to the Association of the European Union on June 27, 2014, on the basis of an signed agreement it has duty up to 2030 stepwise implement in country of the political, economic and social standards of the European Union; The article are reflected the problems related to energy security issues in the design and construction of buildings in the country, as well as the exploitation of existing residential buildings, are analyzed socioeconomic and ecological factors with relevant conclusions and recommendations.

**G.V. Loladze. Heat-effective multilayer wall, with an internal concrete bearing layer of the edge shape. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Is proposes a heat-efficient wall with ribbed, in plan, outline of the internal, concrete load bearing layer. The location of the ribs on the obverse side of the wall is made with the scatter of ribs on the reverse side of the wall. Such a contour of the load bearing layer gives the possibility to erect with a minimum consumption of material, sufficiently rigid and stable walls. According to the proposed by us system, at the erection of the inner layer of concrete, as formwork can be either ordinary removable, rearranged inventory boards, as well as a fixed formwork assembled from finishing boards. As such shields, gypsum boards and KNAUF "aquapanel" would be used. The thermal insulation material is located in the space between the finishing material and the outer planes of the inner load bearing layer.

**M. Grdzlishvili, A. Copaliani. Fire-prevention ventilation systems in tower buildings. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

One of the main conditions for safe exploitation of tower buildings is the proper operation of ventilation systems, which ensures timely removal of smoke from the building and supply of fresh air in exchange for it.

The correct selection of ventilation systems, their calculation and constant readiness avoids the disaster that accompanies the fire.

**D. Bakradze. QUALITY CONTROL OF PRODUCED ON LIGHT FILLERS CONCRETE. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Based on the study of 50 different components of lightweight concrete, in that are applied different quality and size fillers, with change in water and cement content and a variety of additives, conclusion was made that the best type of plasticizer is presented by involved air. By using its desired quantity it significantly increases the fabricability of the concrete mixture, with a slight decrease in the concrete strength up to 7%. In case of more content of the air, the concrete strength is significantly reduced. It is necessary to mention that in the case under consideration air content in the concrete mixture is up to 2-3% more than usual. The amount of involved air depends on the cement and water content, content of the ordinary filler and their particles shape, the temperature in that is prepared the mixture. Analysis of the works of number of researchers has shown that the air in the concrete improves the wear resistance, reduces penetration and increases freeze resistance.

**N. Areshidze, G. Lutidze, G. Areshidze. Potential landslide on Rustaveli Street. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In the article is considered the potential landslide on Rustaveli Street. As it is known Tbilisi is located in a geomorphologic part of the country. Therefore, the landslide process in all mountainous countries are rather developed. Some researchers believe that the Rustaveli landslide is tectonic. Some even explain it with the geological activity of the river. The landslide slopes mainly consists of clays, which will be studied in detail.

**M.G. Kalabegashvili, A.D. Tabatadze . On the regulation of effort in the wake of a multi-storey building caused by impulsive movement of soil. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

An algorithm for calculating the stress state of a sixteen-story building is given for impulsive movement of soil and the presence of plastic movement on different floors of the building. The calculation scheme is presented in the form of concentrated masses located on one vertical and working on shear rods. Based on the results of the calculation, conclusions are drawn according to which it is possible to regulate the stress state of the building by employing dampers operating according to the Prandtl scheme for given force values.

**Batsikadze T.V., Murgulia N.N., Nizharadze J.A. BEHAVIOR OF FOUNDATIONS FOR POWER MACHINES IN THE RESONANT ZONE AT STARTING MODE. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The passage through the resonance of the foundation for turbo-aggregates under the starting conditions is considered. As a design model, a system with one degree of freedom is accepted, taking into account frequency-independent friction.

**M. Chanturia, T. Goginashvili. STAGES OF DESIGN AND CONSTRUCTION OF TOWER BUILDINGS WITH TAKING INTO ACCOUNT OF DYNAMIC CHARACTERISTICS. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Georgia is located in a seismically active region. This confirms both historical and instrumental data. Seismic hazards are especially large in urban areas where is high density of population, tower buildings and existence of civil engineering infrastructure have significantly increased the risk of victims and losses, so it is vital to people living in high seismic risk.

**N. Svianadze. Calculation of the Rope-section of the New-type Combined Structure of. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Thesis shows the calculation of the rope-section of the new-type pre-stained combined structure of the crossing, which is performed with the differentiated scheme and elastic stretched “flexible thread” calculating formulas.

Thesis shows the selection of the differentiated calculating scheme of tie-piece, calculating formulas for the strain factors, definition of the value for the radial displacement of fixing points at the tie-pieces’ stands, the definition of the direct dependence between the nodes’ displacement and the loads on those nodes.

**T. Chubunidze. On the Issue of Building as an Ornament. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The article discusses evolution of architecture in 20th century, analyses the factors that influenced the elimination of the ornament from the buildings with the beginning of a new, minimalistic era in architecture, eventual return of the applied décor to architecture towards the end of the century, and the process of gradual transformation of the buildings themselves into ornaments evident at the current stage of development of architectural processes worldwide.

**M. Dzotsenidze, V. Balavadze, L. Kristesiashvili. About innovative management in construction. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The frequency of the dissemination of innovative projects reflects the readiness of organizations to introduce and develop technical and technological innovations. Introduction of innovations proceeds in three directions: the use of renewable energy, materials and water. The technologies used in construction must also change in accordance with current trends.

**Z. Madzagua, D. Jankarashvili, D. Tabatadze, S. Kakutashvili. OPTIMAL DESIGN FOR A TENSION-BENDED RING DISC TAKING INTO ACCOUNT THE STRENGTH AND STIFFNESS CONDITIONS. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Tension and bending of the ring discs in the field of central forces will be replaced by a differential equation with two variable coefficients. Instead of these two differential equations are solved their integral Voltaire type integral equation with numerical method proposed by M. Sh. Mikeladze.

**N. Tsignadze G., Khazaradze. Deployable bridge with a chain-pipe supports. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In the work is offered fast-erectable, transportable, deployable metal bridge with chain-pipe supports.

The use of deployable metal bridge from above mentioned is effective in carrying out military operations in order to for the crew and warlike equipment. The scheme presented by the bridge is distinguished by the constructive peculiarities of the supports, it increases the area of the supporting plate and makes the bridge exploitable when using weak ground.

**K. Makharoblidze. LARGE-SPAN CABLE COVERINGS. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

In the presented article is considered the application of large span suspended cable covering in the field of national economy. Is proposed design model for calculation, design diagrams and design formulas for stress analysis.

**T. Papuashvili, D. Bedukadze. Stability and Flow Testing of Marshal Samples of Sulfurasphaltconcrete based on local Inert Materials. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The influence of bitumen partial substitution by the modified sulfur in asphaltconcrete, manufactured using the local inert materials is examined by the experimental way. There was revealed, that bitumen partial substitution by the modified sulfur improves the strength and fluidity characteristics of asphaltconcrete, and the rest of characteristics remain in acceptable compass. Based on the results, revealed at different sulfur/bitumen percentage there was determined that best results are shown at 30%.



**N. RURUA, I. KVARATSKHELIA. Peculiarities of calculation on the strength of the track in the conditions of increased power load conveyed from the rolling composition. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The article reviews the Peculiarities of calculation on the strength of the track in the conditions of increased power load conveyed from the rolling composition, particularly, in the condition of the 270 kn load on the axle, in case of reinforced concrete sleeper of type of rails and with “Pandrol” fastener without bolster for different purposes of elastic module of rail foundation of curve radius and reinforced concrete sleeper; Values of reporting voltage risen from the dynamic momen are calculated in rail base rib. Under the rail on the sleeper and in the balast (in case of grit balast) layer.

**N. Rodonaia. PRINCIPLES OF EXPERT ACTIVITY. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

Are considered the principles of expert activity, process of their formulation and role in carrying out of expertise. Are considered and justified necessity of four principles that will be taken into account by construction expert at process of performing of expertise. Is possible to increase number of stated in article principles.

**E. Kristesiashvili, R. Makhviladze, I. Gogoladze. Credit risks and the impact of the mortgage market on construction. Scientific-technical journal “BUILDING” #4(47), 2017**

The work reviews existing construction sector in the country and its financial dimension - the mortgage market, its shortcomings and limitations, positive challenges and perspectives, it is indicated, that successful activity of the mortgage market is the precondition for effective economic development of any country.