

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სამშენებლო ფაკულტეტი

მშენებლობა

№1(44) 2017

სამეცნიერო-ტექნიკური
ჟურნალი



თბილისი 2017

მ შ ე ნ ე ბ ლ ო ბ ა

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

დამფუძნებელი
გიორგი ლალუნდარიძე

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, მეძმარიაშვილი ელგუჯა, მიაჩენკოვი ვლადიმერი (რუსეთი), მშვენიერაძე ინგუშა, ნადირაძე ანზორი, რაიჩიკი იაროსლავი (პოლონეთი), რეკვაგა პაატა, რიპი იანი (პოლანდია), ფრანგიშვილი არჩილი, ჩერნოგოლოვი იგორი (რუსეთი), ჩიხლაძე ვლადიმერი, ჩიქოვანი არჩილი, ციხელაშვილი ზაური, ცხვედაძე რევაზი, ჭოსონელიძე გუგა, ხაზარაძე ომარი, ხმელიძე თამაზი, ჯავახიშვილი მარინა.

პასუხისმგებელი მდივანი: თინათინ მაღრაძე

საკონტაქტო ტელ. 65-93; 599-478422

E-mail: tinmag@mail.ru

ვებ-გვერდი: www.sheneba.ge

კომპიუტერული და გრაფიკული უზრუნველყოფა
ლიკა ლალუნდარიძე

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

: . .
 : 65-93; 599 478422

E-mail: tinmag@mail.ru

- : 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. Batskadze; 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

.....6
ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი. ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის აღდგენა12
თ. მეღვინაძე. სამშენებლო კონსტრუქციების თერმული მდგომარეობის შეფასება..17
მ. გრძელიშვილი, ა.კობახიანი, ი.მარდიშვილი. შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდა შემოგზნადი კონსტრუქციების ოპტიმალური თბოტექნიკური მახასიათებლების შერჩევით21
რ. იმედაძე, თ. მალრაძე, ლ. ბერიძე. ბარემოს დაკრთობა27
ი. ქვარაია, ა. ფიროსმანიშვილი. მცირე მანძიან-მეძიანობის და მოწყობილობების გამოყენება მშენებლობაში30
ბ. სურგულაძე, ნ. სვიანაძე, ლ. ფირყულაშვილი. ფოლადის წინასწარდააბეზრებული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია33
დ. ჯანყარაშვილი, გ. დანელია, დ. ტაბატაძე, ლ. ყორღანაშვილი. საკუთარი რხევის სინჰრონის განსაზღვრა მიმდგრადობითი მიახლოების მეთოდით, მათრიცხული ფორმით38
თ. ბაციკაძე, ნ. მურდულია, ჯ. ნიჭარაძე. ცილინდრული ბარსების მდგრადობის საპრობლემისათვის41
შ. დოლიძე. სუსტ ბრუნებებში ქვაბულის მოწყობა მეთოდით „კედელი ბრუნებში“ 45
თ. მახარაშვილი, გ. ხოფერიას. თბილისის საბჭოთა პერიოდის 50-70-იანი წლების საცხოვრებელი მასივების მშენებლობის რეკონსტრუქციული ანალიზი52
დ. საგინაძე, გ. მიქიაშვილი. ინტეგრირებული პროექტირება უსაფრთხოებისათვის56
მ. სულამანიძე. ასფალტბეტონის კომპოზიტური მასალების სტრუქტურების მათემატიკური მოდელირების საფუძვლები.....64
შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ა. ჩხარჩხაღია, გ. შალიტაური. საჩრდენი კედლის დაკრთობა კლდოვან და ნახევრადკლდოვან ფერდობებზე.....69
ნ. არეშიძე, გ. არეშიძე, თ. გიორგიშვილი. ფერდობის გამაგრების აუცილებლობის და მიზანდასახულობის ბელობიური ფაქტორები73
მ. მოისწრაფიშვილი, ა. კორელი. „რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიკური ურთიერთქმედების ანალიზი საქართველოს რკინიგზის მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების ღონისძიებების შემუშავებისთვის77
შ. გელაშვილი, თ. ჩიგოვიძე. ტურიზმის განვითარების პერსპექტივები კულტურული მემკვიდრეობის სტატუსის მქონე დასახლებებში (უზბულის თემის მაგალითზე)82
მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე, თ. შუბითიძე. ბრტყელი ოთხკუთხედის თვისება.....85
ზ. დანელია, მ. თოფურიას. ფერდოს და კალაპოტური წყლის ჩამონადენის ეროზიული მუშაობა87
გ. ჭოხონელიძე, შ. ბაქანიძე, ბაშარ ბდუღლაძე ალ იბამ. საჩრდენი კედლების მზიდუნარინაობის ამაღლება კორიონტალურად განთავსებული ხიმიწებებით95

<i>ო. ჭანტურია.</i> ხუროთმოძღვრული კვლევების გააღვივების პირითაღი თავისებურებანი	99
<i>გ. მახათაძე.</i> საქართველოს ტერიტორიის რელიეფური სპეციფიურობა და მისი ბათვალისწინება ბანსახლებაში, რიკოთი – ზესტაჟონის მონაკვეთის გაბაღიითე	101
<i>ი.შვარცია.</i> რკინაგეტონის კვლევის მოწყობა მრუდსახოვანი ღიოგების ბათვალისწინებით	109
<i>მ. მონსწრაჟიშვილი, ა. კორელი.</i> რკინიგზის ღიანღაგში ბიკლოტოიდური მრუდების გამოყენების შესაკვლეობის შესახებ	112
<i>შ. გელაშვილი.</i> კულტურული ღანღაგების მღბრადი ბანვითარების სანითაჟონისო გამოცდილება.....	116
<i>დ. ბაქრაძე, თ. ამეღლაძე, კ. ჯინჭარაძე.</i> ბეტონისა და რკინაგეტონის ნაკვითობათა ტექნოლოგია კომბინირებული კვლიოთემრული ღამუშავების გამოყენებით	121
<i>მ. წიქარიშვილი, ნ. ტაბატაძე.</i> ისტორიულ-კულტურული კვლევის ღიანღოსტიკის ორბანიზეებული სტრუქტურის შექმნა.....	126
<i>ა. ხატელაშვილი.</i> საქართველოს თავღაცვის სტრატეგიული მიმოხიღვის პირითაღი ასკვტები და თანამეღროვე სანსორომაციო-ტექნოლოგიური შესაკვლეობები, როგორც სამხეღრო კლიერების წყარო	130
<i>თ. მახარაშვილი, გ. ხელაძე.</i> მწვანე სარეკრეაციო სივრცეების პროექტირებისა და მშენებლობის უცხოური გამოცდილება	134
<i>ა. საყვარელიძე, ნ. კანღელაკი.</i> ბეტონის შეკვება	138
<i>გ. ლოღლაძე, შ. დოღიძე, ი. ღარიბაშვილი.</i> წყაღნაჟერ და ღამიან ბრუნტებში “კვღელი ბრუნტში” მეთოღით მონოღითური კვღლის აბების ახალი ტექნოლოგია.....	142
<i>ზ. მჭედღიშვილი, ა. ტაბატაძე.</i> ღიღვზე ბანთავსებული პარაბოღური კვეთის მქონე მბრუნავი ღისკის დაკაბულ ღეჟორმირებული მღბომარეობის ანაღიზი.	146
<i>გ. ზაღიკაშვილი, მ. თოფურია.</i> სანსრულ სხვაობათა მეთოღის გამოყენება საღაწნეო მიღსაღენში სითხის ღაშმყარებელი მოკრაობისას	149
<i>გახსენება</i>	153
<i>ახალი ტექნოლოგიები</i>	155
SUMMARIES	158

- « »

- ();
- .
- , 80- ” ”.
- , , , , . CCCP
” ” :
) (9 8);
) (8).
(1995 .), (1999 .), (1988 .),
” ”
” ”
()
, ,
,
,
2.
, , ,
,
(,)
,
:
1. ()
2. ()
3. ;
4. (); (),
5. (.2 -);
6. (.2 ,);
7. (.2 ,); ()
) ,
3-5 .

-

«

»

), (

).

), -h

L, (0.15-0.3)L.

)

;

[2, 3, 4, 7, 8, 9].

», «SCAD», «Stark-ES»

(

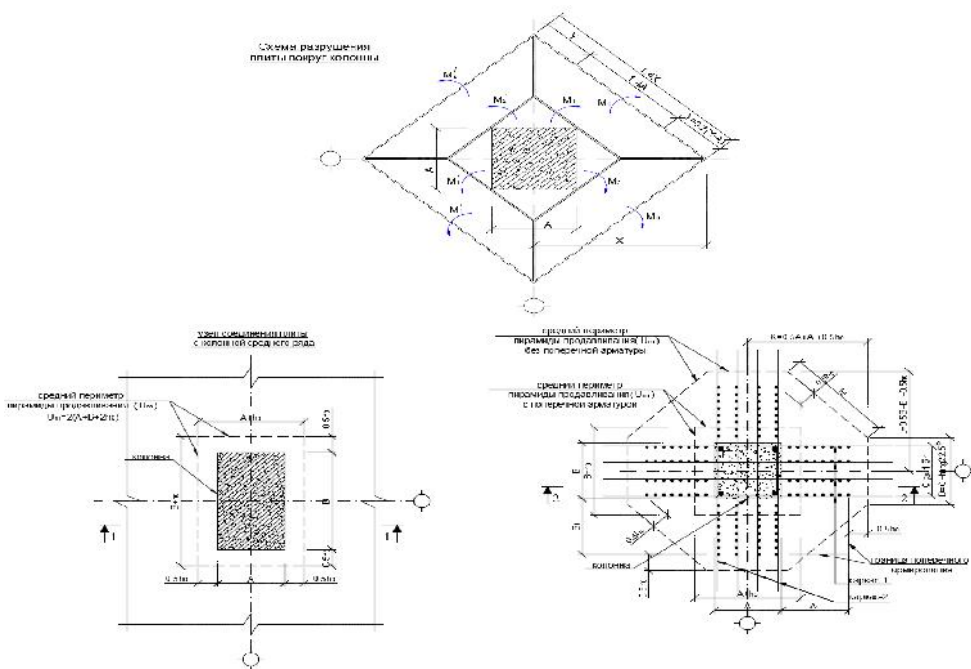
),

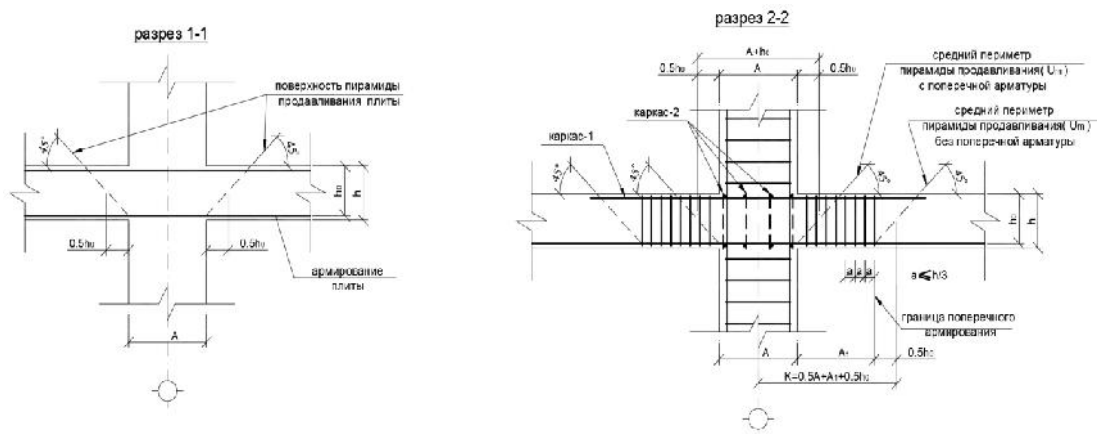
(

[4,5,6].

. 1, 2.

(





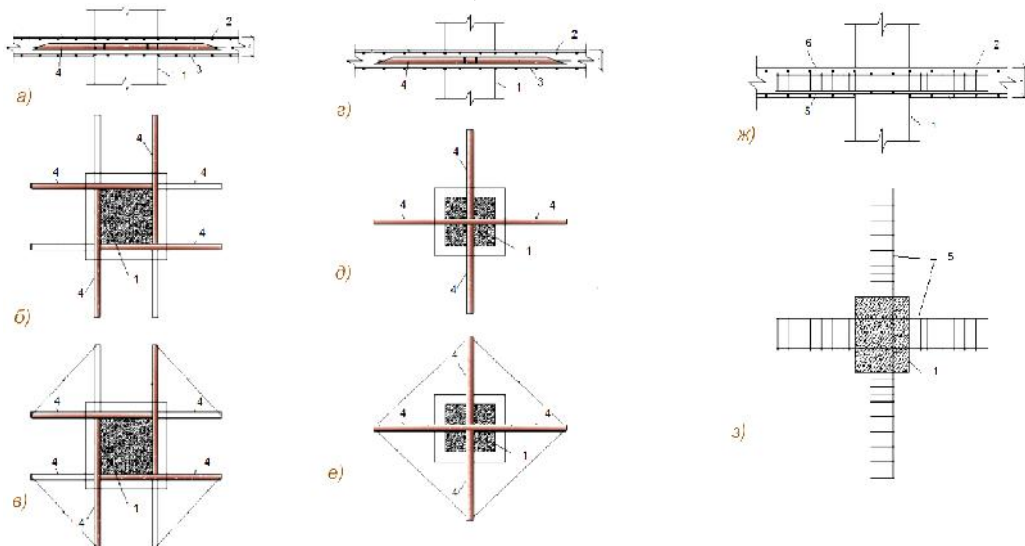
1. Балочных

(L=4-6)

(. 2 ,).

()

« »



2.

; 2, 3-

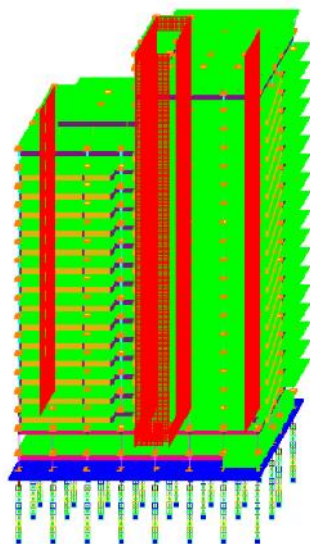
; 4-

: 1-
; 5-

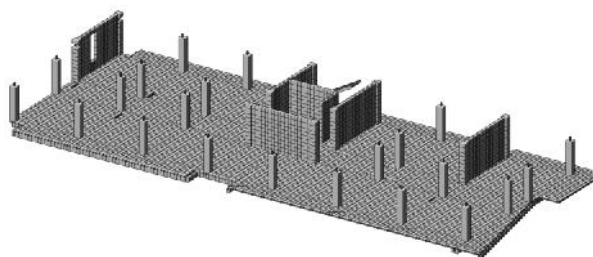
« » [12]

; 1. ; 2. ; 3. ; 4. ()
 (Y) – 100 50 50 50; 100 60 60 60.

	1X, .	1Y, .	,	Y,	, %
1	1.86	2.34	26.5	43.1	1.61
2	2.02	2.52	30.3	47.4	1.87
3	2.16	2.58	32.8	50.6	2.58
4	2.05	2.39	30.6	44.9	1.84



. 3.



(1)

1.

3.

2.

$$h \geq (3L1 + L2) / 100 \quad L1 - \quad , L2 -$$

3. -L, - h (0.15-0.3)L.

3. ()

4.

5.

6.

- 1) .3. 73. , 1998 .
- 2) . . , 1938 .
- 3) . . . -1953 , 335 .
- 4) . . . : . . . i , 1985. .307, 6.21.
- 5) . . . , 1984, , 1987.
- 6) . . . - 1953. 336 .
- 7) პატენტი. მონოლითური რკინაბეტონის უკოჭო გადახურვა. საქპატენტი. პატენტი № P3325. ჯონი გიგინეიშვილი, ედიშერ წოწერია და დრაგან კოციჩი. ძალაშია 18.04.2002 წლიდან.
- 8) პატენტი. მონოლითური რკინაბეტონის ჩონჩხედი (ურიგელო). საქპატენტი. პატენტი №U1651. ჯონი გიგინეიშვილი, თემურ მაცაბერიძე, დავით გიგინეიშვილი, ლევან გვენეტაძე, კოტე ჩხიკვაძე, ედიშერ წოწერია და ჯემალ ფირცხალავა. ძალაშია 02.05.2007 წლიდან.
- 9) . . . « . . . - » . . . , 1987. – 384 .
- 10) . . . , 1985.
- 11) 1984. – 352 . (. 283-287).
- 12) - 2015 " " , 460 .

**ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის
აღდგენა**

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ა. ჩიქოვანი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 0175, მ. კოსტავას 77,
ქ. თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის აღდგენა საშუალებას
გვაძლევს შედარებით ნაკლები რესურსის ხარჯვით გავახანგრძლივოთ
მისი ექსპლუატაციის ვადა, მოვახდინოთ შენობის და ნაგებობის
რესტავრაცია და სანაცია.

საკვანძო სიტყვები: რემონტი, რესტავრაცია, სანაცია, რეკონსტრუქცია,
დეფექტები, ლოკალიზაცია, ფილტრაცია, კოროზია, მონტაჟი, დემონტაჟი.

1. შესავალი

აღდგენა შეიძლება დასჭირდეს ქვის, ბეტონის, რკინაბეტონის, ლითონის, მერქნის,
პოლიმერის და სხვა კონსტრუქციას. ლითონის კონსტრუქციის რემონტისას
მთავარია დაზიანებული ნაწილების ახლით შეცვლა, შედუღება, მერქნის
კონსტრუქციისათვის – ძველის ახლით შეცვლა და დამაგრება ჭანჭიკით, წებოთი,
ნაჭდევით, ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციისათვის – ბზარების, ნაკერების,
ხვრელების ამოვსება.

ბეტონის და რკინაბეტონის ნაკეთობის და კონსტრუქციის დამზადების ყველა
სტადიაზე, ტრანსპორტირებისას, მონტაჟისა და ექსპლუატაციის დროს, კოროზიული
ზემოქმედების პროცესში, ხანძრის და სხვა მიზეზებისას, ბეტონსა და არმატურაში
შეიძლება წარმოიშვას ესა თუ ის დეფექტი, რომელიც შეამცირებს სიმტკიცეს და
კონსტრუქციის მზიდუნარიანობას.

2. ძირითადი ნაწილი

დაბეტონების დროს ნაკეთობაში და კონსტრუქციაში მთლიანობის დარღვევის და
სიმტკიცის შემცირების დეფექტებია: მომეტებული ფორიანობა, სხვადასხვა ბზარი,
ნაჯაო, ანახლეჩი, ხვრელი, განშრევა, არმატურის გაშიშვლება, ნიჟარა,
სიცარიელე, სამუშაო ნაკერი და ნახეთქი.

ბეტონის დეფექტებს, რომლებიც არ ამცირებენ მის სიმტკიცეს და არ არღვევენ
ნაკეთობის და კონსტრუქციის მთლიანობას, მიეკუთვნება: ნაღვენთი, გამომარილება,
დაჭუჭყიანება, რელიეფურობის დარღვევა, ბიოდაზიანება და სხვა, რომლის
აცილებაც შეიძლება ბეტონის ზედაპირის დამუშავებით: შეღებვით, დამცავი შრით
დატანით, გაუღენთვით და ა.შ.

ქვის, ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის შესაკეთებლად გამოიყენება
ცემენტის, პოლიმერცემენტის და პოლიმერული მასალები.

ცხრ. 1-ში წარმოდგენილია ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციისათვის
დამახასიათებელი დეფექტები და მათი აცილების ღონისძიებები.

დეფექტის სახეობა, წარმოქმნის მიზეზი და მათი აცილება ცხრილი 1

დეფექტის სახეობა	წარმოქმნის მიზეზი	დეფექტის აცილების საშუალება
მომეტებული ფორიანობა (დაბალი სიმტკიცე)	მომეტებული წ/ც, უხარისხო შემესების, ცემენტის და დანამატის გამოყენება; ნარევის განშრევა, არასწორი არევა და შემკვრივება; კოროზიით და ყინვით დაშლა, მაღალი ტემპერატურის და ბიოორგანიზმების მოქმედება.	„სუსტი“ ბეტონის მექანიკური მოცილება, შეფითხნა ან ახალი დაბეტონება; ბეტონის ახალი შრის დატანა, მათ შორის არმატურით; კონსტრუქციის გაძლიერება ლითონის ელემენტებით.

ბზარები	ბეტონის შეკლება გამაგრებისას, ნაკეთობის გაბზარვა ყალიბიდან ამოღებისას, ტრანსპორტირებისას, მონტაჟის დროს, ექსპლუატაციური გადატვირთვისას, ხანძრის დროს, არმატურის კოროზიისას. გაბზარვა ფიზიკური და მექანიკური ზემოქმედებისას.	ცემენტ-ქვიშის დუღაბით შეკეთება, მათ შორის წინასწარი დამუშავებით, ცემენტის ან პოლიმერცემენტის დუღაბით ინიექცია. ლენტის დაკვრა პოლიმერული წებოთი.
კავერნები, ნიჟარები	ბეტონის ნარევის ცული შემკვრივება, ყალიბის არადამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა.	ცემენტის, პოლიმერცემენტის და პოლიმერდუღაბით შეფითხნა.
არმატურის გაშიშვლება და კოროზია	კოროზიული პროცესის, მექანიკური ზემოქმედების, არასწორი განლაგების შედეგი.	არმატურის ჟანგისაგან გაწმენდა და ცემენტის, პოლიმერცემენტის და პოლიმერული შედგენილობით შეფითხნა.
ანახლეჩი, ნაჯაო	არასაკმარისი სიმტკიცის დროს დარტყმითი დატვირთვა, განყალიბება.	ბეტონის ნარევით, ცემენტ-ქვიშის, პოლიმერცემენტის და პოლიმერის დუღაბით შეფითხნა, მათ შორის არმირებაც.
სამუშაო ნაკერი და გარღვევა	ძველი და ახალი ბეტონის ცული შეჭიდულობა, ჩაწყობისას ცული შემკვრივება, განსაკუთრებით ვერტიკალური დაყალიბებისას.	ბეტონის ნარევით, ცემენტ-ქვიშის, პოლიმერცემენტის, პოლიმერის დუღაბით შეფითხნა, მათ შორის არმირებაც.
ზედაპირული დაშლა, აშრევა	კოროზიის და ყინვის ზემოქმედების შედეგი, აბრაზიული ცვეთა.	ზედაპირის გასუფთავება და მასზე ბეტონის, ცემენტ-ქვიშის, პოლიმერცემენტის ან პოლიმერდუღაბის ფენის დატანა.

ამრიგად, ბეტონის რემონტისათვის საჭირო ძირითადი მასალაა ცემენტ-ქვიშის დუღაბი, ბეტონი, პოლიმერცემენტის დუღაბი (უმეტესად პოლივინილაცეტატის ემულსის და სინთეზური კაუჩუკის ლატექსის საფუძველზე). ასევე პოლიმერდუღაბი როგორც წესი, ეპოქსიდური ფისის საფუძველზე.

ბზარის ზრდის აღსაკვეთად ლოკალიზაციას ახდენენ მისი ამოქოლვით მთელ სიღრმეზე. სასურველია ბზარის წვერომდე ამისათვის გამოიყენება დაბალი სიბლანტის, მცირე ზომის მოლეკულების მქონე მასალა, მაგალითად, სტიროლი, მეთილმეტაკრილატი.

ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის ყველაზე გავრცელებული დეფექტია: მომატებული ფორიანობა, ბზარები, გარეგანი დეფექტები.

გაღიღებული ფორიანობა ბეტონის ნაკეთობის დამზადების ტექნოლოგიის დარღვევის ან ექსპლუატაციის დროს წარმოიშობა. ამასთან ხდება სტრუქტურის გაფხვიერება, კრისტალური ახალწარმონაქმნებსა და ცემენტის ქვას შორის კავშირების შესუსტება, ცემენტის ქვასა და შემვსების მარცვლებს შორის კონტაქტის გაუარესება. სტრუქტურის დარღვევა ბეტონის სიმტკიცის და კონსტრუქციის მზიდუნარიანობის შემცირების მიზეზი ხდება, ხელს უწყობს ბეტონში აგრესიული გარემოს ფილტრაციას და კონსტრუქციის სწრაფ რღვევას.

ბეტონის ნაკეთობის და კონსტრუქციის ყველაზე გავრცელებული დეფექტია ბზარი, რომელიც შეიძლება შეუიარაღებელი თვალით აღმოაჩინო. ბზარები უნდა ამოიქოლოს წარმოქმნის ყველა სტადიაზე, მათი ზრდის თავიდან ასაცილებლად.

გარეგანი დეფექტი – ნაკეთობის ან კონსტრუქციის ბეტონით შეუვსებელი უბანი, რომელიც ბეტონირებისას (ნიჟარა, კავერნა, სიცარიელე, ნახეთქი), განყალიბებისას (ანახლეჩი, ამონაგლეჯი), ტრანსპორტირების, მონტაჟისა და ექსპლუატაციის დროს (ანაშრევი, ანახლეჩი) წარმოიქმნა.

სივრცობრივი განლაგების მიხედვით ბზარი შეიძლება ჰორიზონტალური ან ვერტიკალური ან დახრილი იყოს, მიმართული ზევით ან ქვევით, ბეტონის ზედაპირზე ან შიგნით. სივრცობრივი განლაგების მიხედვით შეირჩევა დეფექტის ამოქოლვის სამუშაოების ტექნოლოგია: მაგალითად, სარემონტო შედგენილობის იატაკის ბზარში ჩასხმა, ან იმავე შედგენილობის წნევით ინექცია ჭერის ბზარში.

ბეტონის დეფექტის შიგა ზედაპირი შეიძლება იყოს მშრალი, ტენიანი, სუფთა, გაჭუჭყიანებული. რემონტის ჩატარების წინ ბეტონის ზედაპირის მდგომარეობა განსაზღვრავს შრობის და გასუფთავების ოპერაციების ჩატარების აუცილებლობას.

დაზიანებული კონსტრუქციის გამოკვლევა ტარდება რამდენიმე ეტაპად:

1. ზოგადი გამოკვლევა, მათ შორის რომელიც ტარდება დამხმარე ხელსაწყოების გამოყენებით, განსაზღვრავს დეფექტის ძირითად ტიპს, მის გავრცელებას, განვითარების ინტენსიურობას, სივრცით განლაგებას. გარდა ამისა უნდა დადგინდეს არმატურის ბეტონთან შეჭიდულობის დარღვევა, ჩასაყოლებელი დეტალების გადაადგილება. შემაერთებელი ელემენტების დეფორმაცია, კონსტრუქციის საყრდენი ფართობის შეუსაბამობა საპროექტო ზომებთან და სხვა ხილული დეფექტი.

2. საჭიროა საპროექტო დოკუმენტაციას, სამუშაო ნახაზების და კონსტრუქციის საანგარიშო სქემების გაცნობა, სამუშაოთა წარმოების ჟურნალს, ფარული სამუშაოების და საკონტროლო ნიმუშების გამოცდის აქტებს რემონტის, დემონტაჟის, გადაკეთების შესრულების მონაცემებს, განსაკუთრებით გარემოს აგრესიული ზემოქმედებისაგან დაზიანებულის ექსპლუატაციის რეალურ პირობებს.

3. საჭიროა მოხდეს დეტალური გამოკვლევა, რათა დაზუსტდეს კონსტრუქციაში ბეტონის და არმატურის მდგომარეობის მონაცემები, რომელიც აუცილებელია აღსადგენი კონსტრუქციის მზიდუნარიანობის გასაანგარიშებლად და სარემონტო სამუშაოების კონკრეტიზაციისათვის.

ბეტონის სიმტკიცის ცვლილებას ადგენენ ურღვევი კონტროლის მეთოდებით, ეტალონური ჩაქუჩის (ფიზდელის, კაშკაროვის, შმიდტის) ან ულტრაბგერითი იმპულსური მეთოდით ხელსაწყოების -1, -10 დახმარებით. რიგ შემთხვევაში ურღვევი მეთოდით მიღებული შედეგის დასაზუსტებლად გამოიყენება მეთოდები: მოწყვეტა ჩამოტეხვით (4, 1, 2.4); წიბოს ჩამოტეხვით (-30, 4, -50) ან ნიმუშის (კერნის) ამობურღვის.

ბეტონის შედგენილობის ანალიზი ტარდება ცემენტის სახეობის და რაოდენობის შემკვების, წყალცემენტის ფარდობის, ქლორიდების და სხვა აგრესიული ნივთიერების, კარბონიზაციის სიღრმის, ბეტონის კოროზიის პროდუქტების განსაზღვრის მიზნით. ანალიზი ტარდება სპეციალიზირებულ ლაბორატორიაში (საქართველოში ჯერჯერობით არ გვაქვს). ამისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ ბეტონის სიმტკიცის კონტროლისათვის აღებული ნიმუშები.

არმატურის კოროზიის ნიმუშების არსებობისას უნდა შემოწმდეს დამცავი შრის სისქე, რისთვისაც გამოიყენება ელექტრომაგნიტური მზომი (-10, -2). იმ შემთხვევაში, თუ არმატურის დაზიანება მნიშვნელოვანია, ახდენენ დამცავი შრის მექანიკურ მოცილებას და პირდაპირ ადგენენ არმატურის რაოდენობას, დამცავი შრის სისქეს და კოროზიული დაზიანების ხარისხს.

კვლევის მითითებული ეტაპები უმეტესი სახეობის დაზიანებისათვის საერთო ხასიათისაა. თუმცა დაზიანების ყველა სახეს აქვს თავისი სპეციფიკური თავისებურება და მოითხოვს სპეციალურ კვლევას. მაგალითად, ხანძრის შედეგად გამოწვეული დეფექტი განირჩევა კოროზიით გამოწვეულისაგან. უკანასკნელ შემთხვევაში საჭიროა ბეტონის გულმოდგინე ქიმიური ანალიზი, ანტიკოროზიული დაცვის გამოკვლევა, განსაკუთრებით მაშინ, თუ კონსტრუქცია დამზადებულია წინასწარდაძაბული რკინაბეტონისაგან.

სამშენებლო კონსტრუქციაში დეფექტების გამოკვლევის და წარმოშობის მიზეზების განსაზღვრის შემდეგ ზუსტდება სარემონტო-აღდგენითი სამუშაოების სახეობა და მოცულობა. მასაღის, მოწყობილობის და დანადგარების ტიპი და რაოდენობა.

დაზიანებული ნაკეთობა და კონსტრუქცია შეიძლება იყოს სარემონტოდ ვარგისი ან უვარგისი. უვარგისის მიეკუთვნება კონსტრუქცია გეომეტრიული ზომების და ფორმის დარღვევით, უხარისხო ბეტონით, დაბალი კლასის და ნაკლები დიამეტრის არმატურით დამზადებული, ჩასაყობებელი დეტალების არმქონე, მსხვილბზარიანი, მოცულობითი და სხვა დეფექტებით, რომელთა გამოსწორება ვერ აღადგენს კონსტრუქციის მზიდუნარიანობას და სხვა ექსპლუატაციურ თვისებებს. სარემონტოდ უვარგისი კონსტრუქცია და ნაკეთობა ექვემდებარება ჩამოწერას.

სარემონტოდ ვარგისი ნაკეთობა და კონსტრუქცია, რომელსაც აქვს ანახლეჩი, ნიჟარა, ზოგიერთი სახეობის ბზარი და სხვა დაზიანება, შეიძლება აღვადგინოთ უშუალოდ ქარხანა-დამამზადებლის ტერიტორიაზე. რემონტს ექვემდებარება ისეთი კონსტრუქცია, რომელსაც ტექნიკური პირობებით გათვალისწინებულთან შედარებით ნაკლები გადახრები აქვს.

ექსპლუატაციაში არსებული კონსტრუქციის რემონტი არის შენობის და ნაგებობის რემონტის შემადგენელი ნაწილი, წარმოდგენს ტექნიკური და ორგანიზაციული ღონისძიებების კომპლექსს, მიმართულს ობიექტის ან მისი ცალკეული ნაწილების საპროექტო ან თავდაპირველი ექსპლუატაციური თვისებების აღდგენასა და შენარჩუნებაზე.

რემონტის ჩატარების პერიოდულობაზე დამოკიდებულებით ის შეიძლება იყოს მიმდინარე, რომელიც ტარდება ყოველწლიურად, ან კაპიტალური, რომელიც ტარდება რამდენიმე წლის შემდეგ, ცხრ. 2.

საწარმოო შენობის კაპიტალური რემონტის სამაგალითო პერიოდულობა ცხრილი 2

შენობის ტიპი	რემონტის პერიოდულობა, წელი	
	ნორმალურ პირობებში	აგრესიულ გარემოში
რკინაბეტონის, ლითონის ან რკინაბეტონის კარკასით	20...25	10...15
რკინაბეტონის ან ლითონის კარკასით	10...15	5...10
შემსუბუქებული წყობის კედლებით, სვეტები, ბოძები და გადახურვა რკინაბეტონით	10...12	8...10

რეკონსტრუქციის დროს სამუშაოს ძირითადი თავისებურებაა სივიწროვე, რაც დიდ დაღს ასვამს სამუშაოთა ორგანიზაციის ხასიათს, განსაკუთრებით თუ ის ხდება მოქმედ საამქროში. ამ შემთხვევაში სამუშაოები ტარდება სამ ეტაპად: გაჩერებამდე, გაჩერებით და გაჩერების შემდეგ. სამშენებლო კონსტრუქციის რემონტი ხშირად ძირითადი საწარმოს გაუჩერებლად კეთდება.

იმასთან დაკავშირებით, რომ ექსპლუატაციაში არსებული შენობის სამშენებლო კონსტრუქციები, როგორც წესი, დამზადებულია სხვადასხვა მასალისაგან (ბეტონი, რკინაბეტონი, ლითონი, მერქანი, მინა, პლასტმასა და სხვ.) რემონტისათვის საჭირო მასალის შერჩევაც ხდება გასარემონტებელი კონსტრუქციის მასალის სახეობის, მდგომარეობის, ხანმედგობის, ფიზიკურ-ქიმიური, ფიზიკური და სხვა პარამეტრებთან შესამებობით.

თანამედროვე პირობებში რემონტისათვის სულ უფრო მეტ გამოყენებას პოულობს პოლიმერულ შემკვრელზე დამზადებული კომპოზიცია, რომლის თვისებები შეიძლება ფართო საზღვრებში ვცვალოთ. ამისათვის შედგენილობაში შეგვყავს სხვადასხვა ნივთიერება. ზოგი მათგანი აჩქარებს, ზოგი კი ანელებს კომპოზიტის შეკვრას, ზოგიც ანელებს დაბერებას და ა.შ.

შენობის და ნაგებობის რემონტსა და რეკონსტრუქციაზე მიღებული საპროექტო გადაწყვეტა არსებით გავლენას ახდენს მანქანათა კომპლექტის შერჩევაზე.

შენობის და ნაგებობის რემონტისა და რეკონსტრუქციისათვის სამუშაოთა წარმოების ორგანიზაციას აქვს რიგი თავისებურებანი, ვიდრე ახალ მშენებლობაზე. დიდი ნაირგვარობა, შესასრულებელი სამუშაოების განწერტება და მცირე მოცულობა: ისეთი სამუშაოების კომპლექსის განხორციელება, რაც ახალი მშენებლობისათვის არაა

დამახასიათებელი (კონსტრუქციის დემონტაჟი, გაძლიერება, ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტის შეცვლა და ა.შ.).

სამუშაოები ძირითადად შეზღუდულ პირობებში წარმოებს, რაც გადამწყვეტ გავლენას ახდენს სამუშაოთა ორგანიზაციის საერთო სქემაზე.

შენობის და ნაგებობის რეკონსტრუირებისას სამშენებლო მოედნის პირობები აისახება სამრეწველო პროცესების მექანიზაციის დონეზე და ხშირად მიყვავართ იმ სამუშაოთა მოცულობის გაზრდასთან, რომელიც ხელით სრულდება.

შეზღუდვის და განწერტების ფაქტორების გავლენით ყველაზე შრომატევადია მონტაჟის და დემონტაჟის სამუშაოები, კონსტრუქციის და მონოლითური მასივის დაშლა და დანგრევა, შეზღუდულ პირობებში არსებული საძირკვლის გაძლიერება და ახლის მოწყობა, ასევე მიწისქვეშა კომუნიკაციების გაყვანა.

ამიტომ, სამუშაოების ტექნოლოგიის და მექანიზაციის ოპტიმალური ვარიანტის არჩევა რეკონსტრუქციის დროს, არსებითად განსაზღვრავს საერთო ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლის დონეს. შეზღუდულ პირობებში ხშირად ვერ გამოიყენება ნომენკლატურული და საჭირო ტიპოზომების სპეციალური მანქანები. შენობის რეკონსტრუქციის დროს ეს იწვევს ისეთ საშუალებების გამოყენების აუცილებლობას, რომელიც ემსახურება სამუშაოების მექანიზაციას ახალი შენობის და ნაგებობის შენების დროს.

სამშენებლო ობიექტი ხასიათდება გარე და შიგა შეზღუდვით. ობიექტის გარე შეზღუდვა განპირობებულია სამუშაო ზონის და სამშენებლო მანქანების და სატრანსპორტო საშუალებების სავალი გზების სივიწროვით, სამშენებლო მოედანზე ბუნებრივი და ხელოვნური წინაღობებით.

ობიექტის შიგა შეზღუდვა ფასდება საწარმოს შიგა სივრცეში არსებული სამშენებლო კონსტრუქციებით, სპეციალური და ტექნოლოგიური ადჭურვილობით, რომელთა დემონტაჟი ტექნიკურად შეუძლებელია ან ეკონომიკურად წამგებიანია. ეს დაბრკოლებები ართულებს სამუშაოთა რაციონალიზაციას, ზღუდავს სამუშაო ფრონტს, სამშენებლო კონსტრუქციების და დეტალების ობიექტის შიგნით გადაადგილებისას ქმნის დამატებით სიძნელეებს.

სამრეწველო ობიექტის რეკონსტრუირების დროს, მოცულობით-დაგეგმარებითი გადაწყვეტის შეცვლასთან დაკავშირებით, ხშირად აუცილებელია არსებული შენობის ნაწილის დემონტაჟი. დემონტაჟის სამუშაოებს და კონსტრუქციის გაძლიერებას ყოველთვის თან სდევს შენობის შესანარჩუნებელი და გასაძლიერებელი კონსტრუქციის მდგრადობის უზრუნველყოფის სამუშაოების კომპლექსი. ეს სამუშაოები ჩვეულებრივ ხორციელდება მოქმედი საამქროს პირობებში, რაც აძნელებს მის მექანიზაციას. ამასთან მონტაჟის ძირითადი საშუალებებია მარტივი სამონტაჟო მოწყობილობები: ჯალამბარი, ტალი, პოლისპასტი, დომკრატი, სამონტაჟო კოჭები, რასაც მიყვავართ შრომის დიდ დანახარჯებთან და მოცულობასთან.

3. დასკვნა

ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის რემონტი საშუალებას გვაძლევს, შედარებით ნაკლები რესურსების ხარჯით გავახანგრძლივოთ მისი ექსპლუატაციის ვადა, მოვახდინოთ შენობის და ნაგებობის რესტავრაცია და სანაცია.

ლიტერატურა

1. . . . , 2007.
2. . . . , 2010.
3. . . . , 2004.
4. . . . , 2010.
5. . . . , 2011.
6. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. თბილისი, 2015.

**სამშენებლო კონსტრუქციების თერმული მედეგობის შეფასება
თ. მელქაძე**

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია, შესაძლო საგანგებო სიტუაციების დროს, შექმნილი ხანძრებით გამოწვეულ ზემოქმედებაზე სამშენებლო კონსტრუქციების თერმული მედეგობის შეფასების მეთოდოლოგია. შესაბამისად წარმოდგენილია შენობის ცალკეული ელემენტების ცეცხლგამძლეობის დადგენისა და თბური გამოსხივების მოქმედებაზე სამშენებლო კონსტრუქციების მედეგობის ამაღლების ღონისძიებები. ასევე, განსაზღვრულია ხანძრის შედეგად წვის თბური გამოსხივების ნაკადის სიმკრივე, თბური ზემოქმედების ზონის გავრცელების რადიუსი, ფოლადის სიმკვრივის შემამცირებელი ტემპერატურული კოეფიციენტი და სხვა ძირითადი პარამეტრები.

საკვანძო სიტყვები: შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოება; საგანგებო სიტუაციების რისკის მართვა; სამშენებლო კონსტრუქციები; თერმული მედეგობა.

1. შესავალი

საგანგებო სიტუაციების რისკის მართვა და მისი შემცირების გათვალისწინება ეკონომიკის ობიექტების შენობა-ნაგებობათა დაპროექტების პროცესში, მნიშვნელოვანია საგანგებო სიტუაციაში ამ ობიექტის სტაბილური მუშაობისა და მოსახლეობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. განსაკუთრებით ხშირია, ისეთი საგანგებო სიტუაციები, რომლებიც დაკავშირებულია მასშტაბური ხანძრების წარმოშობასთან. სამშენებლო კონსტრუქციების თერმული მედეგობის განსაზღვრის მიზნით, პირველ რიგში, ხდება შესაძლო საგანგებო სიტუაციების შედეგად შექმნილი სახანძრო საგანგებო ვითარების შეფასება. იგი გულისხმობს ხანძრის მასშტაბების და ხასიათის (სახეობის), ხანძრის სიჩქარისა და მიმართულების განსაზღვრას, ასევე ხანძრის ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების დადგენით, თერმული ზემოქმედების ტოქსიკური და თბური გამოსხივების გავრცელების ზონათა რადიუსების გამოთვლას. სახანძრო ვითარების შეფასება ხდება პროგნოზირებისა და სახანძრო მონიტორინგის მონაცემთა შეჯერების საფუძველზე.

ობიექტზე შესაძლო სახანძრო ვითარების ხასიათი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი სახის სამშენებლო მასალებია გამოყენებული შენობა-ნაგებობებში - არაწვადი, ძნელად წვადი თუ წვადი.

2. ძირითადი ნაწილი

სამშენებლო ლითონის კონსტრუქციის თერმომედეგობაზე გამოკვლევა გულისხმობს: ლითონის კონსტრუქციის კონსტრუქციულ-გეომეტრიული მახასიათებლების გამოკვლევას; თერმომედეგობის მისაღები მეთოდის შერჩევასა და მის დასაბუთებას; მეტალის და საჭირო თერმოდამცავი საშუალების დაყვანილი სისქის გაანგარიშებას; ლითონის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის მიზნით გასატარებელი ტექნოლოგიური პროცესების აღწერას; კონსტრუქციების და მისი თერმოდამცავის ამსახველი ნახაზების და სქემების შექმნას და თერმოდამცავის განხორციელებისათვის აუცილებელი დოკუმენტაციის მომზადებას.

სამშენებლო მასალის წვის ხარისხის დადგენის შემდეგ განისაზღვრება შენობის ცალკეული ელემენტების ცეცხლგამძლეობა და თბური გამოსხივების მოქმედებაზე მათი მედეგობის ამაღლების ღონისძიებები.

კონსტრუქციის მედეგობაზე ხანძრის თბური გამოსხივების ზემოქმედების კრიტერიუმს წარმოადგენს თბური გამოსხივების ნაკადი, რომლის დროსაც ხდება შენობის კონსტრუქციული ელემენტის წვა ანდა მზიდუნარიანობის კარგვა. თბური გამოსხივების ზემოქმედების ზონის რადიუსის განსაზღვრა გულისხმობს წვის საზღვრიდან იმ წერტილამდე მანძილის გაანგარიშებას, რომელიც შეესაბამება თბური ნაკადის სიმკვრივის იმ მნიშვნელობას, რომლის დროსაც ადგილი აქვს მოცემული სამშენებლო მასალის აალებას ანდა მასში კრიტიკული ტემპერატურის განვითარებას. სამრეწველო ობიექტებზე ხანძრების შემთხვევაში თბური ზემოქმედების ზონის გავრცელების რადიუსი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R=0,282x\bar{R} x\sqrt{(q^{სპ}/q^{რბ})} ,$$

სადაც, \bar{R} არის ხანძრის კერის დაყვანილი გაბარიტული ზომა, მ-ში. შენობაში ხანძრის შემთხვევაში მისი მნიშვნელობა ტოლია სიდიდის - $\sqrt{(I x h)}$; სადაც, I და h შესაბამისად შენობის სიგრძე და სიმაღლეა. ნავთობპროდუქტების რეზერვუარზე ხანძრის შემთხვევაში - $\bar{R} = 0,8$; $D^{რზ}$, სადაც, $D^{რზ}$ რეზერვუარის დიამეტრია მ-ში. $q^{სპ}$ - ხანძრის ალის საკუთარი გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივე, კვტ/კვ.მ; $q^{რბ}$ - ხანძრის ალის გამოსხივების ნაკადის კრიტიკული სიმკვრივე, რომელიც შთაინთქმება კონკრეტული ობიექტის ზედაპირის მიერ და იწვევს კონკრეტულ თერმულ ეფექტს კვტ/კვ.მ. ასევე, ხანძრის ალის გამოსხივების ნაკადის კრიტიკული სიმკვრივე გამოითვლება, სტეფან ბოლცმანის კანონის მიხედვით, ფორმულით:

$$q^{რბ} = C_s \times \epsilon \times \left(\frac{T}{100}\right)^4, \text{ ვტ/მ}^2, \text{ სადაც, } C_s=5,68 \text{ ვტ/მ}^2 \cdot \text{ }^{\circ} \text{ }^4 \text{ არის აბსოლუტური შავი}$$

სხეულის გამოსხივების შთანთქმის კოეფიციენტი; - გამოსხივების კოეფიციენტი ანუ ე.წ. სიშავის ხარისხია, რომელიც გვიჩვენებს, სტეფან ბოლცმანის კანონის შესაბამისად, მოცემული სხეულის ზედაპირის თბური გამოსხივების ენერჯის ფარდობას იგივე ტემპერატურის აბსოლუტურად შავი სხეულის გამოსხივებასთან. აბსოლუტურად შავი სხეულის გამოსხივების კოეფიციენტი $=1$. T არის გამოსხივების ზედაპირზე განვითარებული ტემპერატურა („გრადუსი კელვინებში“ $^{\circ} =^{\circ}C + 273.15$). ეს ის ტემპერატურაა, რომლის ფარგლებშიც შეიძლება გახურდეს ლითონის კონსტრუქცია და რომლის სიდიდემაც არ უნდა გადააჭარბოს კრიტიკული ტემპერატურის მნიშვნელობას. ლითონის კონსტრუქციებისათვის გაცხელების კრიტიკული ტემპერატურა, კონკრეტული დატვირთვისა და დაყვანილი სისქის პირობებში, დგინდება ფოლადის სიმტკიცის შემამცირებელი ტემპერატურული კოეფიციენტის $\gamma_{თერ}$. საშუალებით. ხოლო დაყვანილი სისქის მნიშვნელობა დგინდება კონსტრუქციული ელემენტის განიკვეთის ფართის გახურებადი ზედაპირის პერიმეტრთან ფარდობით და გამოითვლება ფორმულით: $F_{დაყ} = S/P$, სადაც $F_{დაყ}$ არის მეტალის დაყვანილი სისქე; S - განიკვეთის ფართი; P - გახურებადი ზედაპირის პერიმეტრი. ხოლო, ფოლადის სიმტკიცის შემამცირებელი ტემპერატურული კოეფიციენტის $\gamma_{თერ}$. სიდიდე განისაზღვრება ყველაზე მეტად დატვირთულ კვეთში ძაბვის მნიშვნელობის ფარდობით დენადობის ზღვრის მიხედვით დადგენილ ნორმატიული წინაღობის მნიშვნელობასთან ანუ: $\gamma_{თერ} = \frac{\sigma_n}{R_{yn}}$,

ტემპერატურული კოეფიციენტის მნიშვნელობა ღუნვადი ელემენტებისათვის ტოლია: $\gamma_{თერ} = \frac{M_n}{W \cdot C \cdot R_{yn}}$, სადაც: C არის პლასტიკურობის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა სწორკუთხა კვეთებისათვის ტოლია 1,5-ის; ორტესებრი და შეველერებისათვის -1,17 და მილოვანი კვეთებისათვის - 1,25-ის ტოლი. გაჭიმული დეროებისათვის:

$$\gamma_{თერ} = \frac{N_n}{A \cdot R_{yn}}$$

ხოლო, ტემპერატურული კოეფიციენტის მნიშვნელობა არაცენტრალურად შეკუმშული და გაჭიმული ელემენტებისათვის ტოლია: $\gamma_{თერ} = \frac{N_n}{R_{yn}} * \left[\frac{1}{A} + \frac{\epsilon}{W_{კლ}} \right]$,

რაც შეეხება გახურების კრიტიკული ტემპერატურის მნიშვნელობებს ისინი

გამოითვლებიან გაჭიმული და ღუნვადი ელემენტებისათვის შემდეგი ფორმულებით:

$$T_{კრ.}=750 - 440 \cdot Y_{თერ.}, \text{ როცა } Y_{თერ.} < 0,6; T_{კრ.}=1330 \cdot (1 - Y_{თერ.}), \text{ როცა } Y_{თერ.} \geq 0,6.$$

ცენტრალურად შეკუმშული ელემენტებისათვის გახურების კრიტიკული ტემპერატურა განისაზღვრება მათი მდგრადობის დაკარგვის შესაძლებლობის გათვალისწინებით. თავის მხრივ, ელემენტების მდგრადობის დაკარგვას განსაზღვრავს, მდგრადობის კრიტიკულ დეფორმაციასა და მოქმედი დატვირტვით გამოწვეულ დეფორმაციას (საწყისს ანუ ხანძრამდე) შორის სხვაობა. მისი მნიშვნელობა ტოლია:

$$\Delta \varepsilon = \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 - \frac{\sigma_n}{E},$$

შეკუმშული ელემენტებისათვის გახურების კრიტიკული ტემპერატურა, როცა $\leq 20 \cdot 10^4$ დგინდება $\Delta \varepsilon \cdot 10^4$ სიდიდისა და $Y_{თერ.}$ -ის მიხედვით, ხოლო როცა $> 20 \cdot 10^4$, მაშინ ფორმულებით: $T_{კრ.}=750 - 440 \cdot Y_{თერ.}, \text{ როცა } Y_{თერ.} < 0,6; T_{კრ.}=1330 \cdot (1 - Y_{თერ.}), \text{ როცა } Y_{თერ.} \geq 0,6.$

და ბოლოს, ვიცით რა კონსტრუქციული ელემენტების დაყვანილი სისქე და გახურების კრიტიკული ტემპერატურის მნიშვნელობა ვადგენთ, როგორც თერმოდამცველი ფოლადის კონსტრუქციების, ასევე, სხვადასხვა თერმოდამცვის ქვეშ მყოფი კონსტრუქციების თერმომდეგობას ანუ იმ დროის ხანგრძლივობას, რომლის განმავლობაში შესაძლებელია კონსტრუქციაში მიღწეულ იქნას გახურების კრიტიკული ტემპერატურა.

გაანგარიშებების შემდეგ ეტაპზე გამოითვლება შენობის თერმომდეგობის ხარისხი და ცალკეული კონსტრუქციების თერმომდეგობის ზღვრული მნიშვნელობები. მიღებული მაჩვენებლების შესაბამისად შეირჩევა ხანძარმდეგი დაფარვის ხერხები, საშუალებები და მათი სისქეები. შესაბამისად დგინდება თერმომდეგობის ზღვრული მაჩვენებლები R90, R45 და R. თერმოდამცავი საშუალებების თერმოეფექტურობა ზღვრული მდგომარეობის დადგომის მიხედვით იყოფა შვიდ ჯგუფად: 1 - არაუმცირეს 150 წუთისა (R150); მე-2 - არაუმცირეს 120 წუთისა (R120); მე-3 - არაუმცირეს 90 წუთისა (R90); მე-4 - არაუმცირეს 60 წუთისა (R60); მე-5 - არაუმცირეს 45 წუთისა (R45); მე-6 - არაუმცირეს 30 წუთისა (R30) და მე-7 - არაუმცირეს წუთისა (R).

თერმოდამცველი ლითონის კონსტრუქციების მცირე ცეცხლმდეგობა განპირობებულია ლითონის დიდი თბოგამტარობითა და მცირე თბოტევადობით, რაც იწვევს დიდ ტემპერატურაგამტარობას. ამიტომაც, სითბო სწრაფად ვრცელდება კონსტრუქციის შიგნით. ამ მიზეზით, ხანძრების ან თერმული ზემოქმედების დროს, თერმოდამცველ ლითონის კონსტრუქციებში ტემპერატურა სწრაფად აღწევს მეტალის გახურების კრიტიკულ მნიშვნელობას, რომლის დროსაც მასალის სიმტკიცის მახასიათებლები იმ სიდიდემდე მცირდება, რომ კონსტრუქცია კარგავს უნარს გაუძლოს მასზე მოდებულ დატვირთვას და დგება მზიდუნარიანობის დაკარგვასთან დაკავშირებული ზღვრული მდგომარეობა.

ლითონის კონსტრუქციების თერმომდეგობის ამაღლების ღონისძიებებია:

1. ლითონის კონსტრუქციების უწვადი, მაღალითერმოდამცავი თვისებების მქონე მასალებით მოპირკეთება. ამ შემთხვევაში, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ბეტონის ფილები, კერამიკული მასალები, ბათქაში. მაგალითად 2,5 სმ. სისქის ბათქაში ზრდის თერმომდეგობის ზღვარს ლითონის კონსტრუქციებისათვის R50-მდე. ხოლო, ნახევარი აგურით მოპირკეთება - R300-მდე. ეს მეთოდი თერმომდეგობის ამაღლების თვალსაზრისით ძალიან ეფექტურია, მაგრამ დაკავშირებულია კონსტრუქციის საკუთარი წონის გაზრდასთან და ითხოვს შრომატევად ტექნოლოგიურ ოპერაციებს;
2. ლითონის კონსტრუქციების ზედაპირის სპეციალური თერმოდამცავი საღებავებითა და საცხებით დაფარვა. ამ დროს თერმოდამცავი დაფარვა მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისას ამოიბურცება და თერმოიზოლირებას უკეთებს ლითონის ზედაპირს. მაგალითად, 2-3 მმ.-იანი საცხით დაფარვა მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისას გარკვეული დროის განმავლობაში ლითონის კონსტრუქციის ზედაპირზე წარმოქმნის მასალის ნამატ ფენას 25-35 მმ.-ს სისქის ფარგლებში. ეს ხერხი საშუალებას იძლევა ლითონის კონსტრუქციების თერმომდეგობა გაიზარდოს R45-R60-მდე;

3. კონსტრუქციების მოცულობათა შევსება მუდმივი ან საავარიო, ბუნებრივი ან იძულებითი ცირკულირების მოწყობილობებითა და საშუალებებით;

4. ლითონის კონსტრუქციების აღჭურვა წყლის ჭავლის გამფრქვევი მოწყობილობებით;

5. სათავსოებში დამცავი შეკიდული ჭერის მოწყობა.

რაც შეეხება რკინაბეტონის სამშენებლო კონსტრუქციების თერმომედეგობას. მისი შემცირება შეიძლება გამოიწვიოს: ბეტონის სიმტკიცის შემცირებამ, მისი გადახურების გამო; არმატურის თერმულმა გაფართოებამ და ცოცვადობამ; კონსტრუქციის განიკვეთში გამჭოლი ხვრელებისა და ბზარების წარმოშობამ და თერმოსაიზოლაციო უნარის დაქვეითებამ. რკინაბეტონის ღუნვაზე მომუშავე ელემენტების თერმომედეგობა მერყეობს, როგორც წესი, R45 - R90-ის ფარგლებში, ხოლო კოლონებისათვის R90 - R150-ის ფარგლებში.

რკინაბეტონის სამშენებლო კონსტრუქციების თერმომედეგობის გაზრდის მიზნით რეკომენდებულია შემდეგი ღონისძიებების გატარება: ბეტონის დამცავი ფენის სისქის გაზრდა; კონსტრუქციის არაწვადი მასალით მოპირკეთება; სათავსოში თერმული დატვირთვის შემამცირებელი ღონისძიებების გატარება; კონსტრუქციაზე მოსული მექანიკური დატვირთვების შემცირება და ისეთი მუშა არმატურის გამოყენება, რომელსაც გააჩნია გახურების უფრო მაღალი კრიტიკული ტემპერატურა.

3. დასკვნა

მოსალოდნელი საგანგებო სიტუაციების შემთხვევაში, ხანძრით გამოწვეულ თბურ ზემოქმედებაზე სამშენებლო კონსტრუქციების თერმული მედეგობის შეფასებისა და თბური გამოსხივების ზემოქმედებაზე მათი ცეცხლმედეგობის ამაღლების ღონისძიებების დასახეის მიზნით, პირველ ეტაპზე, განისაზღვრება სავარაუდო წვის პროდუქტების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების გათვალისწინებით ხანძრის შედეგად წვის თბური გამოსხივების ნაკადის სიმკრივე, დგინდება თბური ზემოქმედების ზონის გავრცელების რადიუსი და მათი საშუალებით სამშენებლო კონსტრუქციებში შესაძლო მაქსიმალური ტემპერატურა. შეფასების მეორე ეტაპზე, ტემპერატურის ეს სიდიდე საჭიროა შევადაროთ ფოლადის სიმტკიცის შემამცირებელი ტემპერატურული კოეფიციენტითა და კონსტრუქციული ელემენტის დაყვანილი სისქით დადგინდეს კონსტრუქციის კრიტიკულ ტემპერატურას. თუ ტემპერატურა გადააჭარბებს სათანადო ცეცხლმედეგობის განმსაზღვრელ კრიტიკულ ტემპერატურას, საჭიროა დაპროექტდეს ცეცხლმედეგობის ამაღლების ღონისძიებები ან გენგეგმაზე მოხდეს თბური ზემოქმედების ზონის გავრცელების რადიუსის გათვალისწინებით ობიექტებს შორის მანძილების ვარირება, ასევე, ამ ობიექტებს შორის თერმული გამოსხივების ამრეკლი სპეციალური კონსტრუქციების გათვალისწინება.

ლიტერატურა

1. საგანგებო სიტუაციებში კრიტიკული ინფრასტრუქტურის დაცვის საფუძვლები. თ.მელქაძე. სახელმძღვანელო. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი. 2012წ. (ISBN 978-9941-20-095-3)
2. В.М.Бубнов. Задачи и упражнения по огнестойкости строительных конструкций. Методическое пособие. М: Академия ГПС МЧС России, 2004 г.

შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდა შემომზადი კონსტრუქციების ოპტიმალური თბოტექნიკური მახასიათებლების შერჩევით

მ. გრძელიშვილი, ა. კოპალიანი, ი. მარდიშვილი

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია შენობათა ენერგოდაზოგვის საკითხები შემომზადი კონსტრუქციების ოპტიმალური თბოტექნიკური მახასიათებლების შერჩევით და ამ მახასიათებლების მიხედვით შედგენილ შემომზადი კონსტრუქციების ტემპერატურულ-ტენიანობრივი რეჟიმების შესწავლით.

ამ საკითხის შესწავლა უზრუნველყოფს შენობათა თბური ენერჯის მოთხოვნილების მინიმუმამდე დაყვანას ან შენობათა გათბობის სისტემების სრულ უგულვებლყოფას, ისე რომ არ დაირღვეს სათავსების მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის ნორმატიული პარამეტრები.

საკვანძოსიტყვები: ენერგოეფექტურობა, ენერგომოთხოვნილება, თბური რეჟიმი, პასიური სახლი, თბოტექნიკური გაანგარიშება, თბოგამტარობა, თბოგადაცემა, თერმული წინააღმდეგობა.

1. შუსაგალი

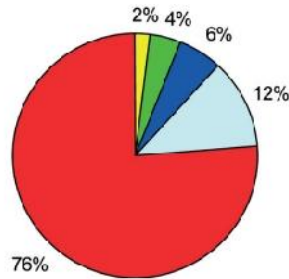
სხვადასხვა ექსპერიმენტული შეფასებებით მსოფლიოში ენერჯის ძირითადი წყაროების (ნავთობი, გაზი, ნახშირი) მარაგი საკმარისია მაქსიმუმ 100 წელი. განვითარებულ ქვეყნებში მოხმარებული ენერჯის დაახლოებით 42% მოდის შენობა-ნაგებობებზე. ამიტომაც ენერგორესურსების დაზოგვის ერთ-ერთი ძირითადი გზა შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდაში მდგომარეობს.

2. ძირითადი ნაწილი

ენერგოეფექტური მშენებლობა თანამედროვე სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის ერთ-ერთი ინოვაციური მიმართულებაა, რომელიც მსოფლიოში წარმატებით ვითარდება, საქართველოში კი ჯერაც არ დაწყებულია. თანამედროვე ენერგოეფექტური მშენებლობის დასაწყისად, პირველი მსოფლიო ენერგეტიკული კრიზისი, ანუ 1973 წელი ითვლება.

პირველი ენერგოეფექტური სახლი (საოფისე შენობა) აგებულ იქნა 1974 წელს ქ. მანჩესტერში (აშშ). ამ შენობის ენერგომოხმარების შემცირება მოხდა ორშრიანი შემომზადი კონსტრუქციების, მზის რადიაციის ეფექტური და შენობათა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის კომპიუტერული მართვის სისტემების გამოყენებით.

ენერგოეფექტურობის გაზრდის მიზნით სამუშაოები წარმატებით მიმდინარეობს ევროპაში. დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში დაახლოებით 12000 ენერგოეფექტური შენობაა აგებული. ამ მხრივ ლიდერი ქვეყანებია გერმანია, ფინეთი, დანია. ენერგოეფექტური მშენებლობის ტექნოლოგიის დანერგვით შესაძლებელი ხდება ტრადიციულ შენობებთან შედარებით 40% ენერჯის დაზოგვა. ნახ. 1 ნაჩვენებია საყოფაცხოვრებო ენერგომოხმარების სიდიდეები. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს ენერჯის ყველაზე დიდი მოხმარებელია გათბობისა და ცხელი წლით მომარაგების სისტემები (86%). სწორედ ამ სისტემებში უნდა ვეცადოთ ენერგომოთხოვნილებების შემცირებას, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის შენობის ენერგოეფექტურობას.



ნახ. 1 ენერჯის მოხმარება ყოფაცხოვრებაში 76%-გათობა, 12%-ცხელი წყალი, 6% - მაცივარი, სარეცხი მანქანა და ა.შ., 4% - საჭმლის მომზადება, 2% - განათება შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდის მრავალი გზა არსებობს:

- შენობათა შემომზღული კონსტრუქციებიდან გარემოში თბოდანაკარგების შემცირება;
- სიცივის ხიდეების მინიმუმადე დაყვანა;
- შენობის ჰერმეტიკულობის გაზრდა;
- გათბობის სისტემების მქკ გაზრდა;
- გათბობის სისტემების მართვისა და რეგულირების გაუმჯობესება;
- შენობაში მოდინებული სითბოს გამოყენება;
- ზაფხულის პირობებში შენობათა გადახურების აცილება;
- განახლებადი ენერჯის გამოყენება.

ენერგოეფექტურობის გაზრდის ყველაზე ეკონომიკური და მარტივი გზა შენობათა ზემოთ ჩამოთვლილი ხერხებიდან პირველი სამია, რაც გამოიხატება შენობის გარსის ენერგოეფექტურობის გაზრდაში.

შენობის გარსი შედგება შემომზღული კონსტრუქციებიდან (კედლები, ფანჯრები, გადახურვა, იატაკი). სწორედ მათი კონსტრუქციების დროს უნდა მოხდეს ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარება. ცნობილია რომ სამშენებლო მასალები, რითაც აგებულია შენობა წარმოადგენენ კაპიტალურ-ფორებიან სხეულებს, რომლებშიც მიმდინარეობს სითბოს და მასის გადატანის რთული პროცესი.

შემომზღული კონსტრუქციების კომპლექსური თბოტექნიკური გაანგარიშების საფუძველზე უნდა მოხდეს მისი მასალის და სისქის განსაზღვრა სანჰიგიენური და ტექნიკო-ეკონომიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით. შემომზღული კონსტრუქციის კომპლექსურ თბოტექნიკური გაანგარიშების ქვეშ იგულისხმება მისი ტემპერატურული, ტენიანობრივი და საჰაერო რეჟიმების შესწავლა. კონსტრუქცია შერჩეული უნდა იქნას ისე, რომ არ მოხდეს მის სიზრქეში ტემპერატურის დასაშვებ ზღვარზე დაბლა დაცემა. ტემპერატურა კედლის სიზრქეში ყოველთვის მეტი უნდა იყოს ნამის წერტილზე ($t_{\text{int}} > t_{\text{ext}}$), რათა არ მოხდეს კედლის სიზრქეში დიფუნდირებული წყლის ორთქლის კონდენსაცია და კონსტრუქციის მოსალოდნელი დატენიანება. კონსტრუქციის დატენიანება იწვევს სოკოვანი მიკროორგანიზმების წარმოქმნას, კონსტრუქციის დაშლას და ენერგოდანაკარგების გაზრდას, რადგანაც დატენიებულ კედელში მკვეთრად იზრდება მისი თბოგამტარობის კოეფიციენტი.

შემომზღული კონსტრუქციის თბოტექნიკური ანგარიშის აუცილებელი პირობაა, რომ

$$R_0^{\text{ნორმ}} = R_0^{\text{საჭ}} \quad (1)$$

ე.ი. კონსტრუქციის ნორმირებული თერმული წინააღმდეგობის სიდიდე უნდა იყოს მისი საჭირო თერმული წინააღმდეგობის $R_0^{\text{საჭ}}$ ტოლი.

სადაც $R_0^{\text{საჭ}}$ – შემომზღული კონსტრუქციის ბაზური საჭირო თერმული წინააღმდეგობაა, $\text{მ}^2\text{C}/\text{ვტ}$ და იგი მშენებლობის რაიონის გათბობის სეზონის გრადუს დღეებზეა დამოკიდებული.

გათბობის სეზონში გრად. დღეების რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით: გრად. $\text{დღ.} = (t_{\text{ზ}} - t_{\text{გ}}) Z_{\text{გათ.სეზ.}} \text{ } ^\circ\text{Cდღ}/\text{წელ.}$ (2)

სადაც: $t_{\text{ж}}$ – შიგა ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურაა ზამთრის პერიოდში;

$t_{\text{г}}$ – ზამთრის სეზონზე გარე ჰაერის საშუალო ტემპერატურა;

z – გათბობის სეზონის ხანგრძლივობა დღეღამებით.

ქ. თბილისისათვის გრადუს. დღეების რაოდენობა ტოლია

როდესაც $t_{\text{г}} \leq 8^{\circ}\text{C}$ გრად. დღ. $= (20 - 4,1) \cdot 121 = 1924^{\circ}\text{C}$ დღ./წელ.

როდესაც $t_{\text{г}} \leq 10^{\circ}\text{C}$ გრად. დღ. $= (20 - 5,3) \cdot 143 = 2102^{\circ}\text{C}$ დღ./წელ.

შემომზადებული კონსტრუქციების თბოტექნიკური გაანგარიშების დროს მათი თერმული წინააღმდეგობების ბაზური მნიშვნელობები განისაზღვრება სამშენებლო ნორმებით [2].

ქ. თბილისისა და საქართველოს უმეტესი ქალაქებისათვის გრადუს.დღეების რაოდენობა 2000 ფარგლებშია, რის გამოც კედლების თერმული წინააღმდეგობები უნდა იყოს $2,1 \text{ მ}^2\text{C}/\text{ვტ}$ -ის ტოლი ე.ი. მასიური შემომზადებული კონსტრუქციების (კედლების) თბოგადაცემის კოეფიციენტის სიდიდე უნდა იყოს

$$K = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{2,1} = 0,476 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$$

საქართველოს კლიმატური პირობებისათვის დამახასიათებელ რეგიონებში კედლის ნორმირებული თბოტექნიკური მახასიათებლები ნაჩვენებია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1

ადგილმდებარეობა	გათბობის სეზონის საშ. ტემპერატურა გრად.	გათბობის სეზონის ხანგრძ. დღე-ღამეები	გათბობის პერიოდის გრად. დღეები	კედლის ნორმირებული თერმული წინააღმდეგობა $\text{მ}^2\text{C}/\text{ვტ}$	კედლის თბოგადაცემის კოეფიციენტი $k=1/R_0$ ვტ/ $\text{მ}^2\text{C}$
თბილისი	4,1	121		2,1	0,476
ახალქალაქი	-0,8	206	4284	2,8	0,357
ჯვარი-გუდაური	-1,9	291	6373	3,5	0,286
ყაზბეგი	-5,7	365	7380	3,8	0,263
მესტია	-0,4	202	4040	2,8	0,357

ამ ცხრილში ნაჩვენებია კედლების თბოგადაცემა გაცილებით მეტია ვიდრე ამას ევრონორმები ითვალისწინებს, E_n , 2009 ნორმების თანახმად კედლის თბოგადაცემა $k=0,24 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$. ასეთი მახასიათებლის საშუალებით აგებულ სახლებს ევროპაში ენერგოეფექტური სახლები ეწოდება. სიტბოს ხვედრითი ხარჯი ასეთი სახლების აგების დროს ორჯერ მცირეა ვიდრე ამას ითვალისწინებს СНИП. ევროპაში ეს ნორმები კიდევ უფრო გამკაცრებულია და მიღებულია ახალი ნორმა, რომლის თანახმადაც $k \leq 0,15 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$. სახლები, რომლებიც ამ მოთხოვნებს აკმაყოფილებენ იწოდებიან პასიურ სახლებად. ევროპარლამენტის გადაწყვეტილების თანახმად 2018 წლიდან აგებულ სახლებში მისი კედლის თბოგადაცემა უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას $k \leq 0,1 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$. სახლები ასეთი თბოტექნიკური მახასიათებლებით წარმოადგენენ ე.წ. „ნულოვანი ენერგომოთხოვნილების“ სახლებს, რაც იმას ნიშნავს, რომ ასეთ სახლებში სიტბოს ხარჯი შენობის გათბობაზე ნულის ტოლია ე.ი. შენობა შეიძლება აგებულ იქნას გათბობის სისტემის გარეშე. ამ შენობის შემომზადებული კონსტრუქციები უზრუნველყოფენ როგორც სანჰიგიენური ასევე კომფორტული პირობების სრულ დაცვას.

ამრიგად თანამედროვე ენერგოეფექტური მშენებლობის ძირითად კრიტერიუმად შეიძლება ჩაითვალოს შენობათა ენერგომოთხოვნილება. წლის განმავლობაში თუ შენობათა გასათბობად ენერგომოთხოვილება შეადგენს $90 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$ შენობა ენერგოეფექტურია. თუ $45 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$ -ზე ნაკლებია შენობა ენერგოპასიურია; $15 \text{ ვტ}/\text{მ}^2\text{C}$ ენერგომოთხოვნილების დროს სახლი ნულოვანი ენერგომოთხოვნილებისაა. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში სახლის გასათბობად ენერგია არ გვესაჭიროება, იგი მხოლოდ ცხელი წყლის მოსამზადებლად საჭირო.

-

«

»

ზემოთ დასახელებული ენერგომოთხოვნილების დაკმაყოფილება ძირითადად დამოკიდებულია შენობის შემომზადებული კონსტრუქციების თბოტექნიკურ მახასიათებლებზე, რომლებიც ძირითადად ამ კონსტრუქციის სისქით განისაზღვრება.

ქ. თბილისის კლიმატური პირობებისათვის ერთგვაროვანი შემომზადებული კონსტრუქციის სისქეები ნაჩვენებია ცხრილ 2-ში.

ერთგვაროვანი შემომზადებული კონსტრუქციის სისქეები ქ. თბილისისათვის
 ცხრილი 2

№	კედლის მასალა	სიმკვრივე კგ/მ ³	თბოგამტარობის კოეფიციენტი ვტ/მ ² °C	სისქე δ, მ
1	პენოპოლისტიროლის ფილები	25-30	0,044	0,09
2	ექსტრუდირებული პენოპოლისტიროლი	25-33	0,03	0,065
3	კერამზიტობეტონი	1600	0,79	1,659
4	თიხის ჩვეულებრივი გამომწვარი აგური	1800	0,81	1,7
5	ბეტონი	2400	1,86	3,9
6	რკინაბეტონი	2500	2,04	4,3

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს არც ერთი სამშენებლო მასალა არ ზის რეალურ ფარგლებში. მსუბუქი თბოსაიზოლაციო მასალების სისქეები (9÷6,5 სმ) ძალიან მცირეა, რაც კონსტრუქციული თვალსაზრისით დაუშვებელია. ასევე დაუშვებელია ტრადიციული სამშენებლო მასალებით შემომზადებული კონსტრუქციების მოწყობა. თიხის ჩვეულებრივი გამომწვარი აგურის შემთხვევაში კედლის სისქე უნდა იყოს 1,7 მ, ხოლო რკინაბეტონის შემთხვევაში ეს სისქე უნდა იყოს არა ნაკლებ 4,3 მეტრისა.

ამრიგად ენერგოეფექტური შენობების შემომზადებული კონსტრუქციების დაპროექტების დროს დაკმაყოფილებული უნდა იქნას როგორც კონსტრუქციული მოთხოვნები, ასევე თბური რეჟიმის პირობები. ამ მიზნის მისაღწევად საუკეთესო შედეგებს იძლევა ორი ან მრავალშრიანი შემომზადებული კონსტრუქციები.

ცხრილ 2-ში ნაჩვენებია ორშრიანი შემომზადებული კონსტრუქციის (კედლის) თბოგადაცემა. როდესაც ამ კედლის კონსტრუქციულ მასალად გამოყენებულია თიხის ჩვეულებრივი გამომწვარი აგური სისქით 25 სმ და რკინაბეტონი სისქით 20 სმ. თბოსაიზოლაციო მასალად გამოყენებულია ექსტრუდირებული პენოპოლისტიროლი სისქით 12(15), 20 და 30 სმ. სამივე შემთხვევაში ხდება თბური ენერგიის მნიშვნელოვანი დაზოგვა. ამასთანავე პირველ შემთხვევაში, როდესაც თბოსაიზოლაციო შრის სისქე 12(15) სმ-ია კმაყოფილდება E_nE_v2009 მოთხოვნები და ასეთი კედლებით აგებული სახლები ენერგოეფექტურია. მეორე შემთხვევაში, როდესაც თბოსაიზოლაციო შრის სისქე 20 სმ-ია, გვაქვს პასიური სახლი (k≤15ვტ/მ²°C). მესამე შემთხვევაში, როდესაც თბოსაიზოლაციო შრის სისქე 30 სმ-ია გვაქვს ნულოვანი ენერგომოთხოვნილების სახლები რომლებიც აკმაყოფილებენ ZERO სტანდარტს (k≤0,1ვტ/მ²°C).

თუ კედლებს მოვაწყობთ ერთშრიანს, საკედლე ბლოკებით, რომლის თბოგამტარობის კოეფიციენტი ტოლია 0,09 ვტ/მ²°C შევიძლია მივადწიოთ, როგორც ენერგოეფექტური ასევე პასიური სახლის სტანდარტებს.

ორშრიანი შემომზადებული კონსტრუქციის (კედლის) თბოგადაცემა

ქ. თბილისისათვის

ცხრილი 3

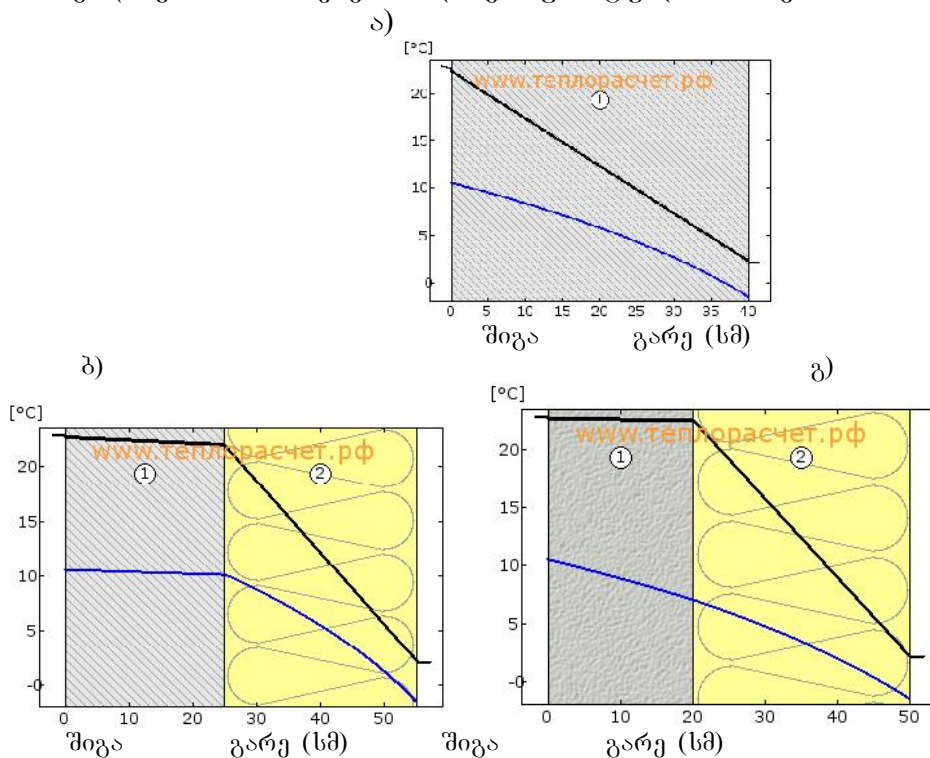
კედლის კონსტრუქციული ნაწილი	თბოიზოლაცია	კედლის თბოგადაცემა k ვტ/მ ² °C
აგურის წყობა δ=25 სმ λ=0,66 ვტ/მ ² °C	ექსტრუდირებული პენოპოლისტიროლი λ=0,03 ვტ/მ ² °C δ=12 სმ	0,22 0,14

	$\delta=20$ სმ $\delta=30$ სმ	0,99
რკინაბეტონი $\rho=2500$ კგ/მ ³ $\delta=20$ სმ $\lambda=2,5$ ვტ/მ°C	ექსტრუდირებული პენოპოლისტროლი $\lambda=0,03$ ვტ/მ°C $\delta=15$ სმ $\delta=20$ სმ $\delta=30$ სმ	0,19 0,14 0,1

ანალოგიური თბოტექნიკური ანგარიშები უნდა ჩატარდეს სხვა მასიური შემომზღული კონსტრუქციებისათვის (იატაკი, სახურავი). მათი თბოგადაცემაც უნდა იყოს კედლის თბოგადაცემის კოეფიციენტის ტოლი. რაც შეეხება შექცამჭვირვალე შემომზღულ კონსტრუქციებს (ფანჯრები, აივნის კარბები, შექფანრები), მათი თბოგადაცემის კოეფიციენტი პასიური და ნულოვანი ენერგომოსხმარების სახლებისათვის 0,8 ვტ/მ°C არ უნდა აღემატებოდეს.

ჩვეულებრივი ენერგოდამზოგი სახლებისათვის შემომზღული კონსტრუქციების ბაზური თერმული წინაღმდეგობები მშენებლობის რაიონის გრადუს.დღეების მიხედვით აიღება СНИП-დან [2].

შემომზღული კონსტრუქციების დაპროექტების დროს საჭიროა ჩატარდეს კომპლექსური თბოტექნიკური გაანგარიშება, რაც გულისხმობს ამ კონსტრუქციის საქსპლუატაციო ტემპერატურული, ტენიანობრივი და საჰაერო რეჟიმების დადგენას. ექსპლუატაციის პირობებში შემომზღულ კონსტრუქციებში წყლის ორთქლის დიფუზიის დროს მათი შესაძლო დატენიანება იწვევს ამ კონსტრუქციის თბოგამტარობის მკვეთრ გაზრდას, რაც ზრდის თბური ენერგიის ხარჯს შენობის გათბობაზე და ქმნის სათავსებში დისკომფორტულ პირობებს.



ნახ. 2 შემომზღული კონსტრუქციის მასალის და ნამის წერილის ტემპერატურის ცვლილების გრაფიკები მის სიზრქეში

მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია სხვადასხვა კონსტრუქციული მასალებისგან აგებული გარე კედლების ტემპერატურულ-ტენიანობრივი რეჟიმები როგორც ერთშრიანი, ასევე ერთშრიანი შემომზღული კონსტრუქციებისათვის.

ორშრიანი კედლები განხილული გვაქვს რკინაბეტონისთვის სისქით 20 სმ თიხის ჩვეულებრივი გამომწვარი აგურისათვის სისქით 25 სმ (ერთი აგური). ორივე შემთხვევაში კედლის კონსტრუქციული ნაწილი გარედან დაფარულია ექსტრუდირებული პენოპოლისტიროლის თბოიზოლაციით. ერთშრიანი კედლის შემთხვევაში კი განხილული გვაქვს 350 კგ/მ³ სიმკვების პენობლოკი სისქით 40 სმ.

როგორც აგურის ($k=0,09$ ვტ/მ²°C) ასევე რკინაბეტონის ($k=0,1$ ვტ/მ²°C) შემთხვევაში შემომზღული კონსტრუქცია პასუხობს ZERO სტანდარტს, ხოლო ერთშრიანი პენობლოკის შემთხვევაში $k=0,22 < 0,24$ ვტ/მ²°C ეს კონსტრუქცია აკმაყოფილებს E_nE_v2009-ის მოთხოვნებს, რაც მის ენერგოეფექტურობის მაჩვენებელია.

ამ გრაფიკებზე ზემო მრუდები გვიჩვენებენ შესაბამის კედლის სისქეში ტემპერატურის განაწილებას, ხოლო ქვედა მრუდები ამ ტემპერატურის შესაბამის ნამის წერტილებს. ქ. თბილისისათვის გარე ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა, $t_g=2,1$ °C, და ფარდობითი ტენიანობა $\phi_g=76\%$ აღებულია СНИП-ის მიხედვით. სათავის ჰაერისათვის $t=23$ °C, ხოლო $\phi=50\%$.

როგორც ამ გრაფიკებიდან ჩანს არც ერთ განხილულ კონსტრუქციაში დიფუნდირებული წყლის ორთქლის კონდენსაციას ადგილი არა აქვს, რადგანაც გრაფიკზე ნაჩვენები ტემპერატურული (ზემო) და ტენიანობრივი (ქვემო) მრუდები ერთმანეთს არ კვეთს.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ სამივე განხილული კონსტრუქციისათვის ტემპერატურული სხვაობა სათავის ჰაერისა და გარე კედლის შიგა ზედაპირს შორის 0,3°-ის ფარგლებშია. ეს კი იმის მაჩვენებელია, რომ შენობა აგებულია თბილი გარსისაგან რაც გამორიცხავს ადამიანის მიერ გამოსხივებით თბოგადაცემას. ეს კი ქმნის მიკროკლიმატის იდეალურ პირობებს, მაშინ როდესაც შენობაში გათბობის სისტემა არ ფუნქციონირებს.

3. დასკვნა

შენობა-ნაგებობები წარმოადგენენ ქვეყნის ყველაზე დიდ ენერგომომხმარებლებს. ქვეყნის საერთო მოხმარებული ენერჯის 42% სწორედ მათზე მოდის. ამ ენერჯის 87% მოდის გათბობისა და ცხელი წყალმომარაგების სისტემებზე. ამიტომ სისტემებში თბური ენერჯის და შესაბამისად წიაღისეული სათბობის დაზოგვა ენერგომომარაგების პრიორიტეტული მიმართულებაა.

ენერგოდაზოგვის ყველაზე მარტივი გზაა შენობათა ენერგოეფექტურობის გაზრდა შემომზღული კონსტრუქციების თბოტექნიკური მახასიათებლების გაუმჯობესების გზით. მასიური შემომზღული კონსტრუქციების (კედლები, გადახურვები, იატაკები) თბოგადაცემის შემცირება 0,1 ვტ/მ²°C–მდე მოგვცემს საშუალებას ავაშენოთ სახლები, სადაც გათბობის სისტემის მოწყობა საჭირო არ იქნება. დღევანდელი საშენი მასალების ნაირსახეობა გვაძლევს საშუალებას დავაპროექტოთ ისეთი შემომზღული კონსტრუქციები, რომლებიც უზრუნველყოფენ შენობათა მიკროკლიმატის პარამეტრებს, ენერჯის მინიმალური დანახარჯებით ან მის გარეშე.

ლიტერატურა

1. 23-01-99 2003 ,
2. 13330.2012 23-02-2003. 2012 ,
3. E_nE_v2009 – Energieeinsparverordnung für Gebäude
4. 2003 ,
5. Water Bläsi – Bauphysik. Verlag Europalehrmittel 2012

ბარემოს ღაპროექტება

რ. იმედაძე, თ. მაღრაძე, ლ. ბერიძე

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

რეზიუმე: უკანასკნელ პერიოდში საზოგადოება იჩენს მაღალ დაინტერესებას გარემოს გაუმჯობესების შესახებ, როგორც არსებულ ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში ისე ქალაქების გასაფართოებელ ტერიტორიების მიმართ. მაგრამ საზოგადოებას შეუძლია მხოლოდ მიუთითოს ნაკლოვანებებზე და გამოხატოს უკმაყოფილება არსებულ მდგომარეობაზე. აუცილებელია შეიქმნას ქმედითი მექანიზმი რათა დაკმაყოფილდეს საზოგადოების მოთხოვნა გარემოს ნორმალურად დაცვასთან დაკავშირებით. თუ ყველა პროფესიის წარმომადგენელი არ იქნება გარემოს დაცვის სისტემის აქტიური მხარდამჭერი, მაშინ ვინ აიღებს თავის თავზე ამ როლს. საზოგადოებასთან ერთად აქ პირველ რიგში აქტიურად უნდა ჩაერთონ არქიტექტორები, მშენებლები, მეტალურგები, ტრანსპორტის მუშაკები და სხვა მიმართულების წარმომადგენლები. მოცემულ სტატიაში ავტორები შეეცადნენ ამ საკითხის გადაწყვეტის საკუთარი ხედვა წარმოედგინათ, რომლებიც ითვალისწინებენ საზღვარგარეთის მოწინავე ქვეყნების გამოცდილებას.

საკვანძო სიტყვები: გარემო, გარდაქმნა, დაცვა, ურბანიზაცია.

1. შუსაგალი

დღევანდელ დღეს მწვავედ დგას პრობლემა ქალაქებისა და დასახლებულ პუნქტებში და მათ ახლო განლაგებულ ტერიტორიებზე გარემოს დაცვასთან დაკავშირებით. ამ პრობლემას დიდი ყურადღება ექცევა მთელი მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებში. ეს პრობლემა აქტიურად დგას საქართველოს წინაშე. გარემოს დაჭუჭყიანების თავიდან აცილების პრობლემა მწვავე გახდა ურბანული პრობლემების მხარდი პირობების გამო განსაკუთრებით დიდი ქალაქებში, მათ შორის თბილისისთვისაც. ავტორების მიერ სტატიაში მოცემულია საინტერესო მიდგომა ამ საკითხებოს გადაწყვეტისათვის.

2. პირითაღი ნაწილი

ინჟინრები ყველაზე მეტად უნდა იყვნენ დაინტერესებულნი დაამუშაონ სისტემები, რომლებშიც ჩართული იქნება მრავალ კომპონენტში ტერმინი „სისტემური პროექტირება“ შეადგენს პროფესიონალური ენის ნაწილს. მაგრამ გარემოს დაცვის დამპროექტებლებს არა აქვთ დამუშავებული ქალაქის დაცვის სისტემები, არ აწარმოებენ სისტემურ ანალიზს ქალაქის ტერიტორიების დაცვის შესახებ. გარემოს დამპროექტებლებმა უნდა დაპროექტონ ის სამუშაო, რომელიც გააუმჯობესებს გარემოს. ამისათვის მიწვეული უნდა იყვნენ სხვა პროფესიის ადამიანები, რომლებიც გააკეთებენ ანალიზს დაპროექტების მიმდინარეობის დროს და დაეხმარებიან მათ.

მაგალითად, თუ პროექტდება ქალაქის რომელიმე საავტომობილო გზა, ხალხის გადასაყვანად A პუნქტიდან B-ში, აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს მისი გავლენა გარემოზე.

-

«

»

ასევე უნდა დაპროექტდეს ქალაქის საავტომობილო გზები იმის გათვალისწინებით, რომ ქალაქი იზრდება. ამავე დროს უნდა განისაზღვროს ქალაქის განვითარების სქემა და გამოყენებული იქნას საავტომობილო გზები ქალაქის განვითარების ხელისშემწყობ ფაქტორად.

ეს მაგალითები აჩვენებენ, რომ დამუშავებული არ არის ქალაქის განაშენიანების საჭირო ელემენტები, რომლებიც დაპროექტებული უნდა იყოს სხვადასხვა პროფესიის ადამიანების ჩართვით გარემოს გარდაქმნის და შექმნის მიზნით, ე.ი. საჭიროა ამ განმსაზღვრელი ელემენტების დაპროექტება, როგორც ნაწილი საერთო პრობლემისა.

ჩვენ ვლაპარაკობთ სისტემაზე, რომლის განხორციელებისთვის საჭიროა დამკვეთი. (ინჟინერი, არქიტექტორი, ლანდშაფტის დიზაინერი, ეკოლოგი, დამკვეთარბელი) და სხვა. დამკვეთად შეიძლება აგრეთვე მოგვევლინოს ქარხნის მშენებლები, საავტომობილო გზების სამმართველო, სატრანსპორტო კომპანია, მეტროპოლიტენის მშენებლები, რკინიგზის მშენებლები, ქალაქის მერია, ქალაქის მიწიქვეშა ქსელების მშენებლობის სამსახურები, საცხოვრებელი ნაგებობების მშენებლები და სხვა. სწორედ ამ ინდივიდუალური დამკვეთებისათვის მუშაობენ დამპროექტებელი ორგანიზაციები.

ხშირად ასეთი დამკვეთები არ არსებობენ. ამიტომაც საჭიროა ამ საკითხის მიმართ სისტემური მიდგომა. ამისათვის ქალაქებში ამ საკითხის გადაწყვეტა თავის თავზე უნდა აიღოს ქალაქის მუნიციპალიტეტმა გარემოს დაცვის ბუნებრივი რესურსების სამინისტროსთან ერთად. შესაბამისად დამპროექტებლები, რომლებიც აწარმოებენ გარემოს გაუმჯობესების სამუშაოებს, ამავე დროს პასუხისმგებლები არიან საზოგადოების წინაშე პროექტების მაღალი ხარისხით შესრულებისათვის, რომელსაც უნდა აკონტროლებდეს ქალაქის მერიის თანამშრომლები და პრაქტიკულად განხორციელების დროს გაუწიოს მას ტექნიკური ზედამხედველობა.

გარემოს დამპროექტებელმა სპეციალისტებმა უნდა გაითვალისწინონ მოსახლეობის მოთხოვნები. გარემოს დაპროექტების საკითხი, სცილდება ცალკეული პირების კომპეტენციის ზღვრებს. დამკვეთად უნდა გამოდიოდეს მოსახლეობა, რომლებიც დაინტერესებულია გარემოს გაუმჯობესებით და არა მარტო რომელიმე ექსპერტი. შედეგად წარმოჩნდებიან საზოგადოებრივი დამკვეთები, რომლებიც დაინტერესებული არიან საკითხზე სისტემური მიდგომით, როგორც ქალაქის ტერტორიების გაფართოების, ისე ჩვენი ქალაქების ცენტრის რეკონსტრუქციის დროს.

დღევანდელ დღეს აუცილებელია ასეთი დამკვეთების არსებობა, რამდენადაც ფაქტია, რომ, ქვეყანაში მიმდინარეობს ურბანიზაციის პროცესი, რაც იწვევს ქალაქების გაზრდას, რაც ქვეყნის განვითარების თანმდევა.

მაშინაც კი მოსახლეობის ზრდა, რომ იყოს მცირე, მაინც შეიქმნება ახალი ოჯახები და აუცილებელი გახდება მათ საცხოვრებელი უზრუნველყოფა, მომსახურება და განათლების კერების და სკოლამდელი ასაკის დაწესებულებებით უზრუნველყოფა.

ამ სასტიკში ავტორებმა გვინდა გაჩვენოთ, რომ ჩვენს ქვეყანაში მიმდინარეობს ქალაქების ზრდა, განსაკუთრებით ჩვენი დედაქალაქის თბილისის და ჯერ კიდევ არაა დამუშავებული ამ პრობლემის გადაწყვეტის კონცეფცია დამაკმაყოფილებელი გარემოს შექმნის მიზნით. ამიტომ უნდა გაგრძელდეს გარემოს გარდაქმნის ღონისძიებები ქალაქების და მის მოსაზღვრე ტერიტორიებისათვის.

ეს საკითხი აქტუალურია მსოფლიოს ყველა ქვეყნისათვის, რომელსაც დიდ ყურადღებას და სახსრებს უთმობენ. მაგალითად, აშშ-ში ქალაქებში შექმნეს სპეციალური საპროექტო ორგანიზაციები, რომლებიც მუშაობენ საავტომობილო გზების, ესტაკადების და ფაბრიკების დაპროექტება განლაგებაზე, მათ ამ

საკითხების გადაწყვეტისას ეხმარებიან თითქმის ყველა დარგის სპეციალისტები და მოსახლეობის წარმომადგენლები.

ჩვენს ქვეყანაში არსებული გარემოს დაცვის და ბუნებრივი რესურსების სამინისტრო პირდაპირ ვალდებულია ყურადღება მიაქციოს გარემოს გაუმჯობესებას დასახლებულ პუნქტებში და მის გარეთ და ის თავისი შესაძლებლობის მიხედვით აკეთებს კიდევ. მაგრამ რაც შეეხება ქალაქებს და შედარებით დიდ პროვინციულ დასახლებებს აქ პასუხიმგებლობა მუნიციპალიტეტებზეა, რომლებმაც ყურადღება უნდა მიაქციონ აქცევენ ქალაქებში მიმდინარე მშენებლობებს, ტრანსპორტს, საგზაო მეურნეობას, ქალაქის მიწიქვეშა ქსელების მშენებლობას, კავშირგაბმლობის და კულტურული ობიექტების მდგომარეობას, ტერიტორიების ათვისებას და სხვა.

მუნიციპალიტეტები დღევანდელ დღეს ვერ აწარმოებენ ქალაქების მშენებლობას, მაგრამ მათ შეუძლიათ კონტროლი გაუწიონ მშენებლობას და სხვა საქმიანობებს, რომლებსაც შეუძლიათ გარემოს გაუარესება. ეს სამუშაოები ყოველთვის შესაბამის დონეზე არ სრულდება, რაც გამოისახება მშენებელი ორგანიზაციების მიერ გარემოს გაუარესებაზე ნაკლები ყურადღებით.

სხვადასხვა ქვეყნებში ეს საკითხი სხვადასხვანაირად წყდება. ევროპის ქვეყნებში (გერმანია, საფრანგეთი, ინგლისი, იტალია, ავსტრია, შვეიცარია, დანია, შვეცია, პოლანდია) და სხვა, აგრეთვე ამერიკის შეერთებული შტატები ამ საკითხის გადასაწყვეტად ქალაქმშენებლობის კორპორაციებთან ერთად ჩართულია მუნიციპალიტეტები. ისეთი საკითხების გადაწყვეტისას როგორცაა: ახალი უბნების, გზების, მიწიქვეშა ქსელების, თავისუფალი ტერიტორიების ათვისების სამუშაოების წარმართვა, ხდება ქალაქების გენერალური გეგმის მიხედვით.

რაც შეეხება ჩვენს ქვეყანას, თბილისისათვის, როგორც ჩვენთვის ცნობილია დამუშავებულია გენერალური გეგმა და ყველა მშენებლობა, რომელიც ხდება ჩვენ დედაქალაქში უნდა დაემორჩილოს მას. ამის შესრულებას კონტროლი უნდა გაუწიოს ქალაქის მერიის სამსახურებმა, სპეციალისტებმა და საზოგადოების წარმომადგენლებმა იმ მიზნით, რომ შენარჩუნებული და გაუმჯობესებული იქნას ჯანმრთელი გარემო ქალაქმშენებლობაში მიმდინარე პროცესების მიუხედავად.

3. დასკვნა

მზარდი ურბანიზაციის პირობებში უფრო ცხადად ვლინდება იმ ფაქტის ნიშნები, რომ დედამიწას არ გააჩნია უსაზღვრო შესაძლებლობები. არქიტექტურებს და მშენებლებს უკვე აღარ შეუძლიათ დააპროექტონ ცალკეული კომპლექსები, თუ არ გაითვალისწინებენ მათ გავლენას ქალაქზე. დამპროექტებლებს მუდმივად უნდა ახსოვდეთ დიდი და რთული დამკვეთი-საზოგადოება და დამკვეთი ორგანიზაცია. ამიტომ გარემოს დამპროექტებლებს ესაჭიროებათ მიიწვიონ სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტები.

მცირე მანქანა-მექანიზმების და მოწყობილობების
ბამოყენება მშენებლობაში

0. ჭვარაცია, ა. ზიროსმანიშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175, თბილისი,
საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, ერთ-ერთ უკიდურესად შეზღუდულ პირობებში მშენებარე ობიექტზე მცირე მანქანა-მექანიზმების და მოწყობილობების გამოყენების შემთხვევა, რომელმაც ძალიან გაამარტივა სამუშაოების წარმოება.
საკვანძო სიტყვები: მშენებლობა, დაბეტონება, ბეტონი, ამწე, მონტაჟი, დემონტაჟი, ექსკავატორი, დამტვირთავი, ჭრა.

1. შესავალი

სამშენებლო პროცესების წარმოების დროს, ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს მანქანა-მექანიზმების ეფექტურად გამოყენებას. სამშენებლო პრაქტიკაში, სამწუხაროდ დღესაც აქვს ადგილი მარტივი სამუშაოების შესასრულებლად დიდი სიმძლავრის მანქანების და დანადგარების გამოყენებას, რაც ხშირად გაუმართლებელ შრომით და მატერიალურ დანახარჯებს იწვევს. ეს ძირითადად განპირობებულია სამუშაოების არასწორად დაგეგმვისა და მექანიზმების შერჩევის დროს დაშვებული შეცდომებით. ადრე, თუ ასეთი მდგომარეობის გასამართლებლად ძირითადად შესაბამისი მექანიზმების არ არსებობა ითვლებოდა, ამჟამად სამშენებლო ტექნიკის ბაზარზე ნებისმიერი სახის და სიმძლავრის მანქანა-მოწყობილობის მოძიებაა შესაძლებელი. ქ. თბილისის ერთ-ერთი ძალიან მნიშვნელოვანი ობიექტის უკიდურესად შეზღუდულ პირობებში მშენებლობისას, სამშენებლო წარმოების ტექნოლოგიური პროექტის შედგენის დროს განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო მანქანა-მექანიზმების შერჩევის საკითხს. რომელმაც საკმაოდ მნიშვნელოვანი კვლევების ჩატარება მოითხოვა. კვლევების შედეგების ანალიზის შედეგად დადგინდა იქნა მანქანა-დანადგარების ყველაზე ოპტიმალური ტიპები. მაგალითად: დიდგაბარიტის ამწეების გამოყენების ნაცვლად, ტვირთების მოსაწოდებლად და ბეტონის ჩასასხმელად მრავალსართულიანი შენობების სართულშუა გადახურვებზე მინი დამტვირთველის („ბობ-კატი“) გამოყენებამ თითქმის 60% შეამცირა ამ მიზნით ხარჯთაღირცხვით გათვალისწინებული ხარჯები, ხოლო საქალაქო ქვის კიბეების რეკონსტრუქციის სამუშაოების შესრულებამ მინი ექსკავატორის საშუალებით კიდევ უფრო მნიშვნელოვნად გაზარდა ეფექტურობის პროცენტი.

2. ძირითადი ნაწილი

განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნილებით სარგებლობს მშენებლობებზე მინი-დამტვირთველი „ბობ-კატი“. ეს განპირობებულია მცირე გაბარიტული ზომის მქონე მანქანის უნივერსალური თვისებებით. მისი საშუალებით შესაძლებელია სხვადასხვა სამშენებლო ტვირთების გადატანა და მიწოდება დასრულებული შენობების სართულებზე, სადაც შეუძლებელია ან დიდი დანახარჯებთან არის დაკავშირებული სხვა ამწე-მექანიზმების გამოყენება. ნახ.1-ზე მოყვანილია შენობის სახურავზე „ბობ-კატის“ მუშაობის ამსახველი ფოტო. მისი საშუალებით ხდება ასევე შენობის მიუდგომელი ტერიტორიების სამშენებლო ნაგვისაგან გაწმენდა და გამოტანა. იგი შეუცვლელია ასეთ ადგილებში ბეტონის მისაწოდებლად (ნახ.2). მისი გამოყენება

იმდენად ეფექტურია, რომ შენობებში შესაყვანად ხშირად სპეციალური ღიობები ეწყობა. ნახ.3-ზე ნაჩვენებია სარდაფში სამუშაოების შესასრულებლად წინასწარ მომზადებულ ღიობში “ბობ-კატის” ჩაშვება, სადაც მან რამდენიმე კვირის განმავლობაში ხელით შესასრულებელი სამუშაო სულ რამდენიმე საათში შესრულდა.



ნახ.1. “ბობ-კატის” გამოყენება ტვირთის მისაწოდებლად შენობის სახურავზე



ნახ.2. ბეტონის მიწოდება შენობის შიგნით



ნახ.3. “ბობ-კატის” ჩაშვება სარდაფში სპეციალური ღიობიდან

სათანადო კვლევისა და საჭირო მანქანა-მექანიზმების გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარების შედეგად ძალიან დიდი მოცულობის სამუშაოების შესრულება გახდა შესაძლებელი საქალაქო ქვის კიბის რეკონსტრუქციისას მცირე ექსკავატორით. კიბის დაშლა, რკინაბეტონის პანდუსის მოწყობა და შემდეგ ახალი საფეხურების დაწყობა შეზღუდულ პირობებში თითქმის შეუძლებელი იყო ჩვეულებრივი ამწით ან ექსკავატორით. მათი ხელით

შესრულება დიდი მატერიალური და შრომითი დანახარჯების გარდა დაკავშირებული იყო მშენებლობის ვადების მნიშვნელოვან გაზრდასთან. მცირე მუხლუხიანი ექსკავატორით მარტივად მიმდინარეობდა ასევე ზედაპირის მოსწორებისა და ქვების აწევის სამუშაოები (ნახ.4).

პრაქტიკაში მყარად დაიმკვიდრა ადგილი მრავალმა სხვა ტიპისა და დანიშნულების მქონე მცირე მანქანა-მექანიზმებმა და მოწყობილობებმა. ისინი ძალიან ამარტივებენ სამშენებლო პროცესების წარმოებას. აღნიშნულ ობიექტზე ყველაზე ხშირად იქნა გამოყენებული რკინაბეტონის საჭრელი, აღმასის პირიანი ხელსაწყო. მისი საშუალებით სუფთად და მარტივად მოხდა ღიობების გაჭრა კედლებში და გადახურვის ფილებში, რაც წინათ სანგრევი ჩაქუჩით მათ ხანგრძლივ დამუშავებას. მოითხოვდა.



ნახ.4. საქალაქო ქვის კობის რეკონსტრუქცია მცირე ექსკავატორით

3. დასკვნა

მცირე მანქანა-მექანიზმების და მოწყობილობების გამოყენება თანამედროვე მშენებლობის ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობაა. მათი დაგეგმვა და განხორციელება შესაძლებელია ნებისმიერი მოცულობის სამუშაოს შესაბამისად, რასაც აუცილებლად უნდა უსწრებდეს წინ შესაბამისი კვლევა და მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ყოველმხრივი შედარება. განსაკუთრებით იზრდება მათი გამოყენების ეფექტურობა უკიდურესად შეზუღულ პირობებში მშენებლობის წარმოების დროს.

ლიტერატურა

1. ი. ქვარაია. გამაგრება-გაძლიერების სამუშაოების წარმოება უკიდურესად შეზუღულ პირობებში მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის დროს. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი. 2016. 100 გვ;
2. ი.ქვარაია, ა.ფიროსმანიშვილი. მცირეგაბარიტიანი საბურღი დანადგარების გამოყენება ბურღტენილი ხიმინჯების მოწყობის დროს სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”. №2(41), თბილისი 2016, გვ.60-62.

ფოლადის წინასწარდაბაზული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია

ბ. სურგულაძე, ნ. სვიანაძე, ლ. ფირყულაშვილი

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

რეზიუმე: განხილულია ახლი ტიპის ფოლადის წინასწარდაბაზული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია, რომლის კონსტრუქციული გადაწყვეტა ანალოგებისაგან განსხვავდება მაძლიერებელი ბერკეტების განლაგებით საკოჭის დასაბაბად და მისი დაბაბვის ახალი-გაუმჯობესებული სქემით. აღწერილი ტექნიკური გადაწყვეტით მიიღწევა ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ყველა ელემენტში ძაბვების მოხერხებული რეგულირება, მასალის ხარჯის შემცირება და ნაგებობის საექსპლუატაციო პირობების გაუმჯობესება საიმედოობის გაზრდით.

საკვანძო სიტყვები: წინასწარდაბაზული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია, ფოლადი, ჩონჩხედი (კარკასი), ხიდები, სვეტები, მაძლიერებელი ორმხარა ბერკეტი, საკოჭი, ცილინდრული საგორავები, ფერდები, კილოები, ლილვი, დამჭერი კავები, დამჭიმავი მოწყობილობა, ძალვათა რეგულირება, ზიდვის უნარი, საიმედოობა, მალი, საყრდენები, შრომატევადობა, ღირებულება.

1. შუსავალი

განხილულია ახალი ტიპის ფოლადის წინასწარდაბაზული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია, რომელიც განკუთვნილია მიწისზედა ნაგებობების მშენებლობისთვის, მისი გამოყენება შესაძლებელია სამრეწველო და სამოქალაქო დანიშნულების ნაგებობების ჩონჩხედის (კარკასის) ასაგებად და ხიდების მშენებლობაში. შემოთავაზებული ახალი ტიპის წინასწარდაბაზული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ამგებ ელემენტებში გამარტივებულია ძალვათა რეგულირება, შემცირებულია მასალის ხარჯი და საიმედოობის გაზრდით გაუმჯობესებულია საექსპლუატაციო პირობები.

2. ძირითადი ნაწილი

წინასწარ დაბაზული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია, რომელიც შეიცავს სვეტებს ან ბურჯებს, საყრდენი ნაწილებით დაყრდნობილ მალის ნაშენს, საკოჭს, რომელიც გადადებულია მალის ნაშენის შუა ნაწილში ქვედა მხარეს მოწყობილ ჰორიზონტალურდერძიან საგორავზე და ბოლოებით მიმაგრებულია მაძლიერებელი ორმხარა ბერკეტების თითო ბოლოსთან. მალის ნაშენსა და საკოჭს შორის მოთავსებულია დამჭიმი საშუალება, განსხვავდება იმით, რომ მალის ნაშენი და ვერტიკალური ელემენტები (სვეტები) შესრულებულია ორი შეწყვილებული ბრტყელი კონსტრუქციებისაგან, რომელთა შორის (ღრეჩოებში) გატარებულია საკოჭები, ხოლო მაძლიერებელი ორმხარა ბერკეტები შესრულებულია სამკუთხედის ფორმის ღეროვანი ელემენტისაგან, რომლის მართკუთხა ან ბლაგვკუთხა წვერო აღჭურვილია სამკუთხა ელემენტის სიბრტყის მართობულად განლაგებული წრიული განიკვეთის მქონე ჰორიზონტალურდერძიანი ღეროებით. ღეროების ბოლოები აღჭურვილია ცილინდრული საგორავებით, რომლებიც შეერთებულია ვერტიკალურ საყრდენი სვეტების მალის მხარეს განთავსებულ შტოებთან (ან ვერტიკალური ელემენტის განივი კვეთის მალის მხარეს განთავსებულ ნაპირებთან). სამკუთხედის ფორმის ელემენტების მახვილკუთხიან წვეროებს გააჩნია ვერტიკალური კილოები, ნახვრეტები და მათში განთავსებული ლილვი, ხოლო ჩარჩოვანი კონსტრუქციის

ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ელემენტების შუა ნაწილების შიდა მხარეები აღჭურვილია საკოჭის დამჭერი კავებით და დამჭიმავე მოწყობილობებით, რომლებზეც განთავსებულია ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულების საკოჭები. ჰორიზონტალური მიმართულების საკოჭების ბოლოები სახსრულადაა მიმაგრებული ორმხარა ბერკეტების ნაშენის შიდა მხარეს განთავსებულ წვეროებზე, ხოლო ვერტიკალური მიმართულების საკოჭების ბოლოები სახსრულადაა მიმაგრებული ორმხარა ბერკეტების ნაშენის გარე მხარეს განთავსებულ წვეროებზე და ვერტიკალური ელემენტების ქვედა განაპირა საყრდენ კვანძებზე.

არსებული (ანალოგიური) წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქციების (რომელებიც შედგენილია ერთმანეთთან შეერთებული სვეტებისა და ორი მთლიანგანივკვეთიანი ფერდებისაგან ან გისოსოვანი ნახევარწამწეებისაგან, ფერდების ან ნახევარწამწეებს (წამწეებს) შორის გარკვეულ სიმაღლეზე მოწყობილი საკოჭისაგან, საყრდენი კვანძებისაგან, საკოჭის ჩასამაგრებელ ელემენტებისაგან, სისტემის დამჭიმავე მოწყობილობასა და დამჭიმავე ძალის მზომ ხელსაწყოთაგან [4]) ტექნიკური გადაწყვეტის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ სისტემის დაძაბვა ხორციელდება საყრდენებზე ან ძალის შუაში განლაგებული დამჭიმავე მოწყობილობების გამოყენებით, ასევე მნიშვნელოვნად დიდია წინასწარდაძაბვის ძალები და თვითდაძაბვის ძალის სიდიდე შედარებით მცირეა წინასწარდაძაბვის საერთო ძალასთან შედარებით. დამჭიმავე მოწყობილობების, საყრდენი და საკოჭის ჩასამაგრებელი კვანძების გეომეტრიული ზომების გამო ხშირად შეუძლებელია მათი გამოყენება ჩარჩოების, კამარების და სხვადასხვა სახის კონსტრუქციების აგებისას. ვერტიკალური მზიდი ელემენტების (სვეტების, ბურჯების) განივკვეთებში ასევე გართულებულია ძალვათა სასურველი გადანაწილების (რეგულირების) მიღწევა. არსებული ტექნიკური გადაწყვეტილებების უარყოფითი შედეგები იწვევს მასალის ხარჯის, შრომატევადობის, ზიდვის უნარის, საიმედოობის შემცირებასა და საერთო ღირებულების გაზრდას.

ცნობილია აგრეთვე წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია, რომელიც შეიცავს სვეტებს, ჩარჩოს ელემენტებს, წინასწარდაძაბულ კოჭებს საკოჭით, საკოჭის ჩასამაგრებელ ელემენტებს, ორმხრიან ბერკეტებს და სისტემის დამჭიმავე მოწყობილობას კონსტრუქციის (ჩარჩოვანი კონსტრუქციის, ორ საყრდენზე განთავსებულ წამწის ან კოჭის, კომბინირებული კიდული ხიდის და ა.შ) წინასწარდასაძაბად [1,5].

აღნიშნული ტექნიკური გადაწყვეტის უარყოფითი მხარეა ის, რომ კონსტრუქციების (ასე მაგ. კოჭის ან წამწის) დასაძაბად ბერკეტები განთავსებულია ჩარჩოს რიგელის ზედა ნიშნულზე ან საყრდენზე, რაც ართულებს იატაკის ან ხიდის სავალი ნაწილის მოწყობას, ბერკეტის მუშაობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია სპეციალური ხუფი, ასევე გართულებულია საკოჭში წინასწარი დაძაბვისათვის საჭირო ძალის სიდიდის მიღწევა და მისი რეგულირება.

განხილული ახალი ტიპის წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს ზემოთ მოყვანილი ნაკლოვანებების აცილებას.

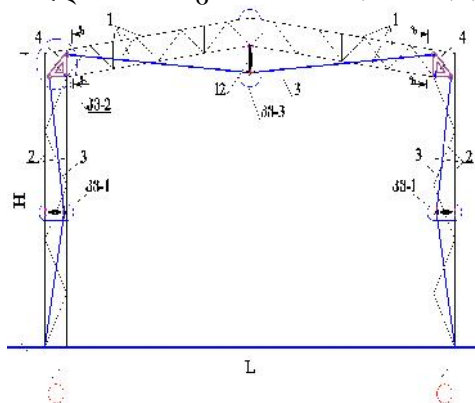
განხილული ახალი ტიპის წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის აკრეფა წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით: 1.ორი შეწყვილებული ბრტყელი კონსტრუქციისაგან, მათ შორის საკოჭის გასატარებლად საჭირო სათანადო ღრეჩოს გათვალისწინებით, აიკრიფება ჩარჩოს სვეტები (ან ბურჯები) და ჩარჩოს ნაშენის ძალის კონსტრუქცია (წამწე ან კოჭი); 2.მიღებული ელემენტები გაერთმთლიანდება და მასზე მოწყობა ორმხარა სამკუთხა ფორმის ბერკეტები (ბერკეტების დამზადება შესაძლებელია როგორც ერთიანი ტანის ასევე შესაძლებელია მისი ცალკეული ელემენტებისაგან დამზადება) და დამჭიმავე მოწყობილობებისათვის საჭირო საკვანძო ელემენტები; 3.მაძლიერებელი სამკუთხა ფორმის ბერკეტებზე, ნაშენის ძალის კონსტრუქციისა და სვეტების შუა ნაწილში დამონტაჟებული დამჭიმავე

მოწყობილობებისათვის საჭირო საკვანძო ელემენტებზე გადატარდება საკოჭები; 4.გარიშებით საჭირო სიდიდით ჩატარდება აკრეფილი ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ერთიანი დაძაბვა და მისი მონტაჟი ჩონჩხედის ასაგებად.

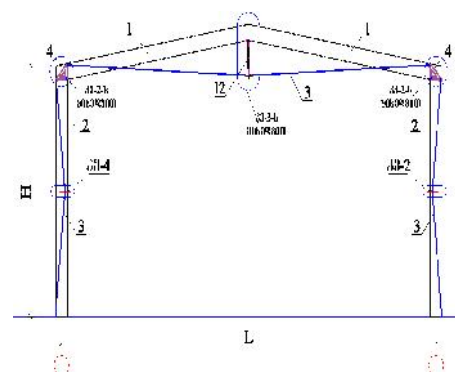
შემოთავაზებული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის დაძაბვა ხორციელდება შემდეგნაირად: მალის ნაშენისა 1 და ვერტიკალური ელემენტების 2 (სვეტების ან ხიდის ბურჯების 1 შეერთების კვანძზე მოწყობილ სამკუთხა ფორმის ორმხარა ბერკეტების 4 მალის შიგა ბოლოების კილოებში 8, ნახვრეტებში 9 განთავსებულ წრიული განიკვეთის მქონე ლილეზე 10 და მალის ნაშენის 1 (კოჭი, წამწე), შუა ნაწილში განთავსებულ საკოჭის დამჭერ კავებზე 11 და დამჭიმავე მოწყობილობაზე 12 ჩამაგრებულია ჰორიზონტალური მიმართულების (წამწის) საკოჭები 3, ხოლო ორმხარა ბერკეტების გარე ბოლოების კილოებში 8, ნახვრეტებში 9 განთავსებული წრიული განიკვეთის მქონე ლილეზე 10 და ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ვერტიკალური ელემენტების 2 (სვეტის ან ბურჯის) შუა ნაწილში განთავსებულ საკოჭის დამჭერ კავზე 11 და დამჭიმავე მოწყობილობაზე 12 ჩამაგრებულია ვერტიკალური მიმართულების (სვეტების) საკოჭები 3. მალის ნაშენზე 2 (კოჭი, წამწე), ვერტიკალურად მოქმედი ძალების ზემოქმედებით მარცხენა და მარჯვენა ბერკეტების 4 შიგა ბოლოებზე აღიძვრება ჰორიზონტალური და ვერტიკალური მიმართულების ძალები, ხოლო გარე ბოლოებზე წარმოიქმნება მისი ტოლი სიდიდის ზემოთ მიმართული ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ძალები, რომლებიც გამოიწვევს ვერტიკალური მიმართულების საკოჭის 3 თვითდაძაბვას, ასევე, ვერტიკალურ ელემენტებზე მოქმედი ჰორიზონტალური დატვირთვები გამოიწვევს ზემოთ აღწერილის საპირისპირო ზემოქმედებას, ანუ, დაიძაბება ჰორიზონტალური მიმართულების საკოჭები 3, ხოლო ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ელემენტებში ძაბვათა რეგულირება შესაძლებელია მალის ნაშენისა და ვერტიკალურ ელემენტების შუაში განთავსებული დამჭიმავე მოწყობილობის 12 საშუალებით.

შემოთავაზებული წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ტექნიკური გადაწყვეტა უზრუნველყოფს შენობის ჩონჩხედის მზიდი ელემენტების ზიდვის უნარის ამაღლებას, ამგებ ელემენტებში ძაღვათა რეგულირებას, მასალის ხარჯის შემცირებას და ნაგებობის ექსპლუატაციისას საიმედობის გაზრდას. ყოველივე გამოიწვევს მშენებლობის საერთო ღირებულების 15-20%-ით შემცირებას.

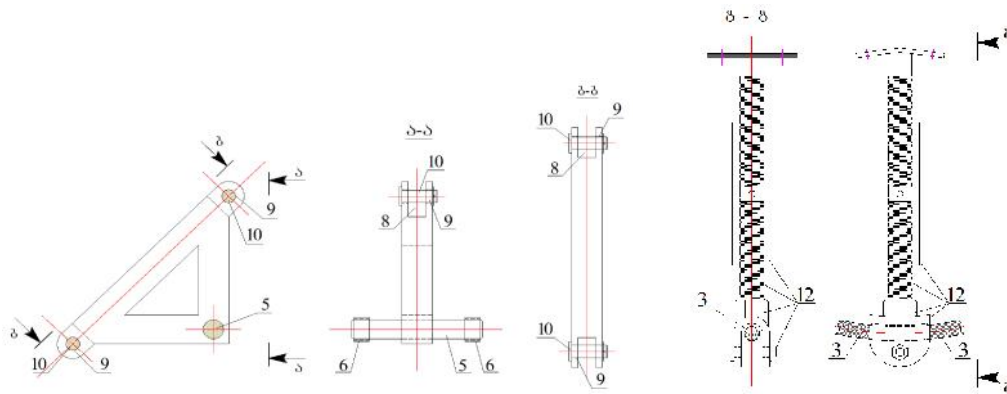
ნაშრომში განხილული ახალი ტიპის წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ტექნიკური გადაწყვეტილების გასაცნობად წარმოგიდგენილია გრფიკული მასალა ნახაზების სახით, ნახ.1,2,3,4,5,6,7,8.



ნახ.1. ღეროვანი წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია

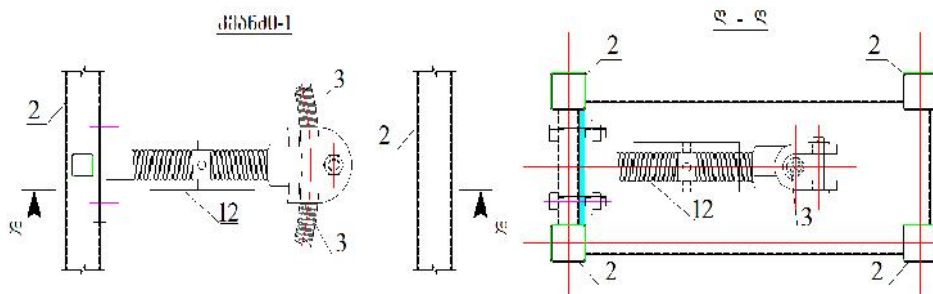


ნახ.2. მთლიანგანიკვეთიანი წინასწარდაძაბული ჩარჩოვანი კონსტრუქცია

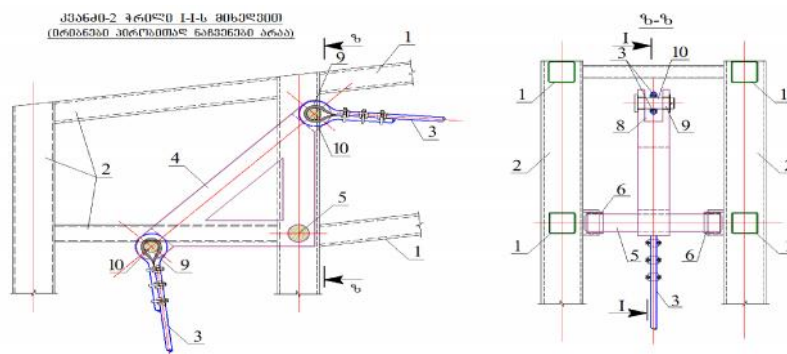


ნახ.3. ორმხარა მადლიერებელი ბერკეტის მთავარი ხედი

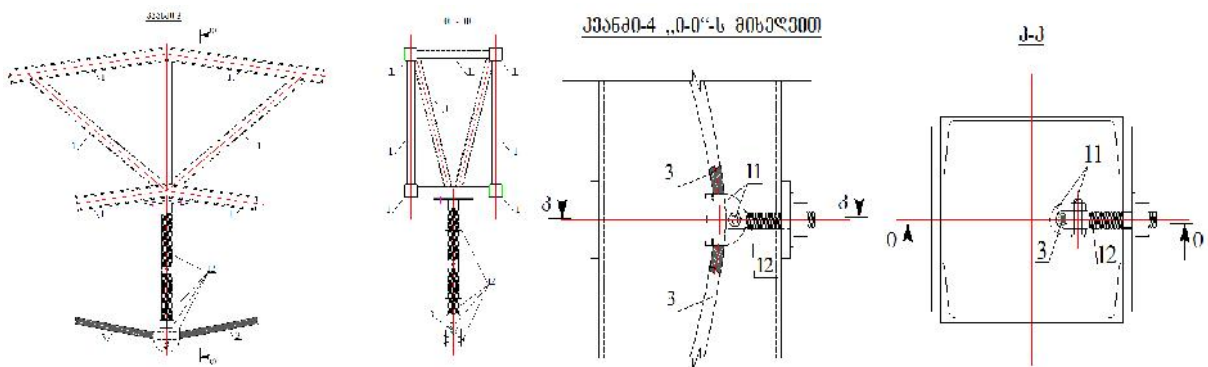
ნახ.4. დამჭიმავი მოწყობილობის მთავარი ხედი



ნახ.5. კვანძო-1



ნახ.6. კვანძო-2



ნახ.7. კვანძო-3

ნახ.8. კვანძო-4

3. დასკვნა

წარმოდგენილი ახალი ტიპის ჩარჩოვანი კონსტრუქციის ტექნიკური გადაწყვეტის უპირატესობა არსებულ ანალოგებთან განპიროვნებულია იმით, რომ შენობის ჩონჩხედის ჩარჩოვანი კონსტრუქციის მზიდი ელემენტების ზიდვის უნარის ამადლება ხდება მაძლიერებელი ბერკეტებით საკოჭის დასაძაბავად ჩარჩოვანი კონსტრუქციის რიგელზე (მალის ნაშენზე) და სვეტებზე (ვერტიკალურ ელემენტებზე) მოდებული დატვირთვების გამოყენებით, გამარტივებულია კონსტრუქციის ამგებ ელემენტებში ძალვათა რეგულირება, შემცირებულია მასალის ხარჯი და საიმედობის გაზრდით გაუმჯობესებულია საექსპლუატაციო პირობები.

ლიტერატურა

1. საავტორო უფლება, SU 1451201 კლ. E01D11/00,15.01.1989
2. « »
1979 . . . 81, . . 4.14. . 205, . . 8.1 da 8.2.
3. « »
1963 . . 229-268, . . 8.6. . VI.1, VI.9.
4. პატენტი № p1656, კლ. E04C3/10 1997, ბიულეტენი №4.
5. საავტორო უფლება, 700614 კლ. E04C3/00, 30.11.1979.
6. პატენტი GE P 2010 5096 B, კლ. E04C3/10, 2010, ბიულეტენი №9.

საკუთარი რხევის სიხშირის განსაზღვრა მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით, მატრიცული ფორმით

დ. ჯანყარაშიელი, გ. დანელია, დ. ტაბატაძე, ლ. ყორღანაშიელი
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას 77)

რეზიუმე: ნაშრომში მოყვანილია საკუთარი სიხშირის განსაზღვრა მიახლოებითი მიმდევრობის მეთოდით. ფორმულები წარმოდგენილია მატრიცული ფორმით. მიღებულია მარტივი და კომპაქტური ფორმულები, რომელთა საშუალებითაც ერთნაირი მატრიცების გადამრავლების გზით მარტივად განისაზღვრება რხევის პირველი ფორმის სიხშირე. ეს ფორმულები ადვილად პროგრამირდება კომპიუტერზე.

საკვანძო სიტყვები: სიხშირე, მატრიცა, ჩაღუნვა, ინერციის ძალა.

1. შესავალი

დინამიკური ამოცანების ამოხსნისათვის საჭიროა ნაგებობის ან შენობის საკუთარი სიხშირეების გამოთვლა. ნაშრომში განხილულია მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით საკუთარი სიხშირის განსაზღვრა მატრიცული ფორმით. ასეთი ფორმით გაანგარიშება მნიშვნელოვნად აადვილებს ამოცანის ამოხსნას.

მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდი ძირითადად გამოიყენება რხევის პირველი ფორმის სიხშირის გამოსათვლელად. თუ სისტემა შედგება რამოდენიმე შეყურსული მასისგან და ასრულებს თავისუფალ რხევით მოძრაობას, წონასწორობის მდგომარეობიდან უკიდურესი გადახრისას მასზე მოქმედებს ინერციული ძალები $I_i = m_i y_i \varphi^2$, რომლებიც განსაზღვრავენ სისტემის რევის ფორმას. სადაც y_i - მაქსიმალური გადახრა i -ური მასის მოდების წერტილის. მივიღოთ ინერციული ძალები გარე დატვირთვად, გადახრები y_i შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ჩაღუნვები სტატიკური $P_i = m_i y_i \varphi^2$ ძალებისგან. ამასთან პარალელურად განვიხილოთ დრეკადი (ფიქტიური) მდგომარეობა, სადაც იგივე სისტემაში, იგივე შეყურსული მასების წერტილებში მოქმედებს φ^2 -ჯერ შემცირებული ძალები $m_i y_i$. რადგან პირველ შემთხვევაში ძალები φ^2 -ჯერ მეტია, ვიდრე მეორე შემთხვევაში ამიტომ გადაადგილებები და შინაგანი ძალებიც პირველ შემთხვევაში φ^2 ჯერ მეტი იქნება ვიდრე მეორე შემთხვევაში. ამრიგად ჩვენ შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\varphi^2 = \frac{y_i^I}{y_i^II} \tag{1}$$

(1) ფორმულით φ^2 სიდიდე განისაზღვრება ყველა შეყურსული მასების წერტილისთვის და თუ შედეგები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან, მაშინ განისაზღვრება მეორე, მესამე და ა.შ. გამოთვლებით φ^2 სიდიდე. მაქსიმალური გადახრის სიდიდე უცნობია და იქცევიან შემდგენაირად: წინასწარ საზღვრავენ მიახლოებით გაღუნული ღერძის განტოლებას, შემდგომ მიახლოების მეთოდით საზღვრავენ სიხშირეებს, რომლებიც ყველაზე ახლოს იქნებიან ჭეშმარიტ სიხშირეებთან.

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ამოცანა ზოგადად. ვთქვათ სისტემაზე მოქმედებს შეყურსული ძალები: $P_1 = m_1 g$, $P_2 = m_2 g$,, $P_n = m_n g$ და ღერძის ჩაღუნვის განტოლებას პირველი მიახლოებისთვის მივიღოთ (ნახ.1) სახით. ჩაღუნვები მატრიცული სახით განისაზღვრება:

$$Y^I = AP, \tag{2}$$

სადაც A - კვადრატული მატრიცაა ერთეულოვანი გადაადგილებებისგან

$$A = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn} \end{bmatrix}$$

ხოლო Y_i^I და P არის ჩაღუნვების და ძალების სიდიდეები.

მეორე მიახლოების მისაღებად დრეკად სისტემას მოვდოთ ახალი ძალები:

$P_1 = m_1 y_1^I$, $P_2 = m_2 y_2^I$, ..., $P_n = m_n y_n^I$, რომლებიც φ^2 - ჯერ მცირეა ვიდრე პირველი ძალები. ამ დატვირთვებისგან ჩაღუნვების ორდინატები მიიღება მეორე მიახლოებისგან (2) ფორმულით: $Y_i^{II} = A M A P = A_1 P$ (3)

სადაც $M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & m_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & m_n \end{bmatrix}$ მასების დიაგონალური მატრიცაა $A_i = A M A$ (2) განტოლების

თანახმად მივიღებთ $\varphi_i^2 A_1 P = A P$ (4)

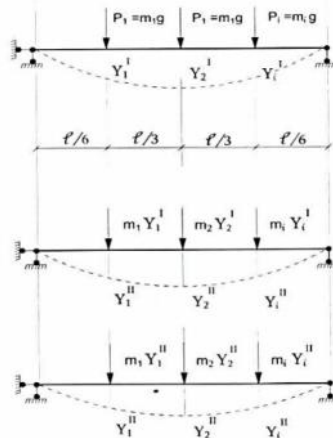
მესამე მიახლოების მისაღებად სისტემას მოვდოთ ახალი დატვირთვები $P_i = m_i y_i^{II}$, რომლებიც φ^2 ჯერ მცირეა ვიდრე წინამორბედი. გადაადგილება ამ ძალებისგან მიიღება მესამე მიახლოებად და მატრიცული მეთოდით ჩაიწერება სადაც $A_2 = A_1 M A$

$$Y_i^{III} = A_2 M A M A P = A_2 P, \quad (5)$$

(3) და (5) ფორმლების თანახმად სიშორეების მეორე მიაღობა განისაზღვრება განტოლებიდან $\varphi_{II}^2 A_2 P = A_1 P$ (4')

სიხშირეს მესამე მიაღობისთვის მივიღებთ:

$$\varphi_{III}^2 A_3 P = A_2 P, \quad A_3 = A_2 M A \quad (4'')$$



ნახ.1

ტოლი მასების შემთვევაში $m_1 = m_2 = m_i = m$, $M = E$, გვექნება:

პირველი მიაღობისთვის - $\varphi_I^2 m A^2 P = A P$,

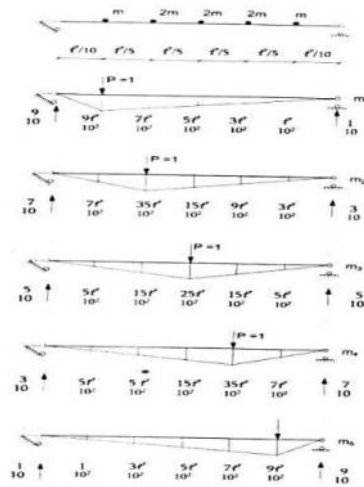
მეორე მიაღობისთვის - $\varphi_{II}^2 m A^3 P = A^2 P$, (4a)

მესამე მიაღობისთვის - $\varphi_{III}^2 m A^4 P = A^3 P$,

უნდა აღინიშნოს, მიღებულ განტოლებებში ვექტორების ტოლობა არ სრულდება და ამ მიზეზის გამო ტოლობების (4) და (4a) გამამრავლება A შებრუნებულზე $-A^{-1}$ მატრიცაზე არ შეიძლება. მოყვანილი ფორმულები მოყვანილია მატრიცული სახით და გვაძლევს საკუთარი რხევების სიხშირეების განვსაზღვრას მეორე და შემდგომი მიახლოებით. ანგარიშისათვის საჭიროა შევადგინოთ მატრიცა ერთეულოვანი გადაადგილებებისგან და დიაგონალური მატრიცა მასებისგან. მიღებული ფორმულები ადვილად პროგრამირდება კომპიუტერზე.

მაგალითი: განვიხილოთ კოჭი ხუთი მასით (ნახ.2).

$$\begin{aligned} \text{გადაადგილებები: } \delta_{11} &= \frac{810l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{12} &= \delta_{21} \frac{2758l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{13} &= \delta_{31} \frac{2600l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{14} &= \delta_{41} \frac{2106l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{15} &= \delta_{51} \frac{490l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, \\ \delta_{22} &= \frac{12250l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{23} &= \delta_{32} \frac{635l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{24} &= \delta_{42} \frac{7022l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{25} &= \delta_{52} \frac{2106l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{33} &= \frac{6250l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{34} &= \delta_{43} \frac{6350l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, \\ \delta_{35} &= \delta_{53} \frac{2600l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{44} &= \frac{12250l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{45} &= \delta_{54} \frac{2758l^3}{3 \cdot 10^5 EI}, & \delta_{55} &= \frac{810l^3}{3 \cdot 10^5 EI}. \end{aligned}$$



ნახ.2

მატრიცები:
$$A = \frac{ml^3}{1.5 \cdot 10^5 EI} \begin{bmatrix} 810 & 2758 & 2600 & 2106 & 490 \\ 2758 & 12250 & 6350 & 7022 & 2106 \\ 2600 & 6350 & 6250 & 6350 & 2600 \\ 2106 & 7022 & 6350 & 12250 & 2758 \\ 490 & 2106 & 2600 & 2758 & 810 \end{bmatrix} \quad M = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad P = mg \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

მივიღებთ: $\varphi^2 A M A P = A P$,

$$\varphi^2 \frac{ml^3}{1.5 \cdot 10^5 EI} \begin{bmatrix} 315615193 \\ 1143827331 \\ 793341640 \\ 1036941838 \\ 301186697 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12820 \\ 53876 \\ 34150 \\ 34504 \\ 15578 \end{bmatrix}$$

აქედან
$$\begin{aligned} \varphi_1^2 &= 6.092 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_1 &= 2.468 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, & \varphi_2^2 &= 6.2 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_2 &= 2.49 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, \\ \varphi_3^2 &= 6.1 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_3 &= 2.47 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, & \varphi_4^2 &= 6.45 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_4 &= 2.466 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, \\ \varphi_5^2 &= 6.05 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_5 &= 2.46 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, & \varphi_{\omega\delta} &= 2.47 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}. \end{aligned}$$

ერთნაირი მასების შემთხვევაში მივიღებთ:

$$\varphi^2 \frac{ml^3}{1.5 \cdot 10^5 EI} \begin{bmatrix} 54359376 \\ 175655147 \\ 143063125 \\ 193612147 \\ 54685376 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4382 \\ 14293 \\ 12075 \\ 15293 \\ 4382 \end{bmatrix}$$

აქედან
$$\begin{aligned} \varphi_1^2 &= 12.09 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_1 &= 3.47 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, & \varphi_2^2 &= 12.205 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_2 &= 3.49 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, \\ \varphi_3^2 &= 12.66 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_3 &= 3.44 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, & \varphi_4^2 &= 11.83 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_4 &= 3.44 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, \\ \varphi_5^2 &= 12.01 \frac{EI}{ml^3}, & \varphi_5 &= 3.46 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}, & \varphi_{\omega\delta} &= 3.466. \end{aligned}$$

საშუალო სიდიდე პირველი სიხშირის $\varphi_{\omega\delta} = 3.466 \sqrt{\frac{EI}{ml^3}}$.

3. დასკვნა

რიცხვითი რეალიზაციის მიზნით განხილულია ხუთმასიანი ორ საყრდენზე მდებარე კოჭის მაგალითი. გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ პირველი მიახლოება გვაძლევს პრაქტიკისთვის საკმარის სიზუსტეს. ლიტერატურა

1. ა. ასტვაცასატუროვი. სამშენებლო მექანიკა II ნაწ. 1979 წ.
2. 2004 .

ცილინდრული ბარსების მდგრადობის საკითხისათვის

თ. ბაციკაძე, ნ. მურდულია, ჯ. ნიუარაძე
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,
 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ცილინდრული გარსის მდგრადობის დერძისიმეტრიული ამოცანა. შერჩეულია იზოტროპული სხეულის კერძო წარმოებულებიანი განტოლებათა სისტემა გადაადგილებებში. პენკელის ინტეგრალური გარდაქმნით ამოცანა დაიყვანება მუდმივ კოეფიციენტებზე ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებებზე სისტემის ამოხსნაზე.
საკვანძო სიტყვები: ცილინდრი, დერძისიმეტრიული, ადიალური, გადაადგილება, ძაბვა, რეკურენტული, კვადრატურა.

1. შესავალი

იზოტროპული ცილინდრული გარსის მდგრადობის შესასწავლად სხეულებისათვის გამოიყენება ცნობილი კერძო წარმოებულებიანი დიფერენციალური განტოლებები, ჩაწერილი ცილინდრულ კოორდინატებში. ცილინდრის კიდებზე მოქმედებს დერძისიმეტრიული, თანაბრად განაწილებული მკუმშავი დატვირთვა, ამ განტოლებების გარდაქმნაში ჩვეულებრივ არაერთგვაროვან დიფერენციალურ განტოლებებად.

2. ძირითადი ნაწილი

იზოტროპული სხეულის მდგრადობის განტოლებებს ცილინდრულ კოორდინატებში, დერძისიმეტრიული დატვირთვის შემთხვევაში აქვთ შემდეგი სახე [3]

$$\left\{ \begin{aligned} &[(\lambda + 2G)\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} - \frac{1}{r^2}\right) + (G - q)\frac{\partial^2}{\partial x^2}] \cdot w + (\lambda + G)\frac{\partial^2 u}{\partial r \partial x} = 0; \\ &[(\lambda + G)\left(\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r}\right)] \cdot \frac{\partial w}{\partial x} + \left[G\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r}\right) + (\lambda + 2G)\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right] \cdot u = 0. \end{aligned} \right. \quad (1)$$

ამ განტოლებებში $r = \frac{R}{b}$; $x = \frac{X}{b}$ – უგანზომილებო რადიალური და დერძული კოორდინატებია; $r_0 = \frac{a}{b}$; a, b – დრუ ცილინდრის შიგა და გარე რადიუსებია. L – ცილინდრის სიგრძე. u, v – გადაადგილების ვექტორის კომპონენტებია, შესაბამისად r და x საკოორდინატო დერძების მიმართულებით; λ – ლამეს კოეფიციენტია, G – ძვრის მოდული. q – ცილინდრის კიდებზე მოდებული თანაბრად განაწილებული მკუმშავი დატვირთვის ინტესივობაა.

ძაბვათა კომპონენტები ჩაწეროთ შემდეგი ფორმით

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{rr} &= (\lambda + 2G)\frac{\partial w}{\partial r} + \lambda\left(\frac{1}{r}w + \frac{\partial u}{\partial x}\right); \\ \sigma_{rx} &= \left(\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial w}{\partial x}\right); \\ \sigma_{xx} &= \lambda\left(\frac{\partial w}{\partial r} + \frac{w}{r}\right) + (\lambda + 2G)\frac{\partial u}{\partial x}; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

განვიხილოთ სასაზღვრო პირობების ორი ვარიანტი:

1. ცილინდრული გარსი თავისუფალი კიდევით

$$\sigma_{xx}|_{x=0,l} = \sigma_{rx} - \mu q \frac{\partial w}{\partial x}|_{x=0,l} = 0; \quad l = \frac{L}{b} \quad (3)$$

2. ცილინდრული გარსის ჩამაგრებული კიდებისთვის გვექნება

$$w|_{x=0,l} = 0; \quad u|_{x=0,l} = 0. \quad (4)$$

როდესაც ცილინდრის გვერდით ზედაპირები დაუტვირთავია, სასაზღვრო პირობები ჩაიწერება შემდეგი სახით

$$\sigma_{rr}|_{r=r_{0,l}} = 0; \sigma_{xx}|_{r=r_{0,l}} = 0 \quad (5)$$

გამოვიყენოთ პენკელის ინტეგრალური გარდაქმნები (1) სისტემისათვის

$$\bar{f}(p) = \int_{r_0}^1 r B_n(p \cdot r) f(r) dr \quad (6)$$

სადაც $B_n(pr) = I_n(p \cdot r) Y_1(p \cdot r) - Y_n(p \cdot r) I_1(p \cdot r)$;

აქ $I_n(pr)$ და $Y_n(pr)$ ბესელის ფუნქციებია 1 და 2 რიგის ნამდვილი არგუმენტებისათვის.

$p \rightarrow B_1(pr) = 0$ განტოლების დადებითი ფესვია; n – ინდექსი დებულობს 1 და 0 მნიშვნელობებს (1) განტოლებათა სისტემის პირველი და მეორე განტოლებების შესაბამისად.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე ვღებულობთ

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot \frac{d^2 \bar{w}}{dx^2} + a_2 \cdot \bar{w} + a_3 \cdot \frac{d \bar{u}}{dx} &= w_0 p r_0 B_0(p \cdot r_0) - w_b \cdot p \cdot B_0(p); \\ \frac{d^2 \bar{u}}{dx^2} - a_4 \cdot \bar{u} + a_3 \cdot \frac{d \bar{w}}{dx} &= \chi \left[\frac{d w_a}{dx} + r_0 \cdot B(p \cdot r_0) - \frac{d w_b}{dx} \cdot B_0(p) \right]. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

w_a და w_b – რადიალური გადაადგილებებია საზღვრებზე $r = r_0$ და $r = 1$

$$\chi = \frac{\lambda}{\lambda + 2G}; \quad a_1 = \frac{G - q}{\lambda + 2G}; \quad a_2 = p^2; \quad a_3 = \frac{p(\lambda + G)}{\lambda + 2G}; \quad a_4 = \frac{p^2 G}{\lambda + 2G}.$$

მე-(7) განტოლებათა შედგენის პროცესში ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა $z_n(z)$ ცილინდრული ფუნქციის რეკურენტული თანაფარდობანი და სასაზღვრო პირობების მეორე ჯგუფი

$$z_{n+1}(z) = \frac{2n}{z} z_n(z) - z_{n-1}(z) = \frac{n}{z} z_n(z) - \frac{d}{dz} z_n(z)$$

ამგვარად კერძო წარმოებულებიანი ერთგვაროვანი ცვლად კოეფიციენტებიან დიფერენციალურ განტოლებათა ნაცვლად მივიღეთ არაერთგვაროვანი ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა მუდმივი კოეფიციენტებით საძიებელი \bar{w} და \bar{u} ფუნქციების მიმართ.

ბუზნოვ-გალიორკინის მეთოდის გამოყენებით მივიღეთ (7) სისტემის ზოგად ამონახსნს სიმეტრიული შემთხვევისათვის ($X=L$ -ნორმალია სიმეტრიის სიბრტყისადმი)

$$\left. \begin{aligned} \bar{w}^0 &= C_1 \operatorname{ch} \eta_1 \left(x - \frac{l}{2}\right) + C_2 \operatorname{ch} \eta_2 \left(x - \frac{l}{2}\right); \\ \bar{u}^0 &= \alpha_1 C_1 \operatorname{sh} \eta_1 \left(x - \frac{l}{2}\right) + \alpha_2 C_2 \operatorname{sh} \eta_2 \left(x - \frac{l}{2}\right). \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

სადაც η_1 და η_2 -მე-(7) სისტემიდან მიღებული მახასიათებელი განტოლების ფესვებია

$$\left| \begin{array}{cc} a_1 \eta^2 a_3 \eta & \\ a_3 \eta & \eta^2 - a_4 \end{array} \right| = 0 \quad \eta_1 = \frac{\sqrt{b_1 + (b_1^2 + 4a_1 b_2)}}{2a_1}; \quad \eta_2 = \frac{\sqrt{b_1 - (b_1^2 + 4a_1 b_2)}}{2a_1}.$$

$$b_1 = a_1 a_4 + a_3^2 - a_2, \quad b_2 = a_2 a_4.$$

C_1 და C_2 ნებისმიერი მუდმივებია, რომლებიც სასაზღვრო პირობებიდან უნდა განისაზღვროს.

\bar{w}^0 და \bar{u}^0 გამოსახულებების ჩასმით ერთგვაროვან განტოლებაში, რომელიც (7)-ის პირველ განტოლებას შეესაბამება და ამავე დროს მამრავლების დაჯგუფებით C_1 და C_2 -ის გათვალისწინებით მივიღეთ განტოლებებს, რომელთა ამონახსნები იქნება.

$$\alpha_1 = -\frac{a_1 \eta_1^2 + a_2}{a_3 \eta_1}; \quad \alpha_2 = -\frac{a_1 \eta_2^2 + a_2}{a_3 \eta_2};$$

მე-(7) სისტემის კერძო ამონახსნები უნდა მოიძებნოს შემდეგი ფორმით:

$$\bar{w}^* = \sum_{m=1}^{\infty} A_m \cdot \sin Y_m \cdot X; \quad \bar{u}^* = \sum_{m=1}^{\infty} B_m \cdot \cos Y_m \cdot X; \quad (9)$$

ხოლო გადაადგილებები საზღვრებზე $r = r_0$, $r = 1$ წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით

$$w_a = \sum_{m=1}^{\infty} C_m \cdot \sin Y_m \cdot X; w_b = \sum_{m=1}^{\infty} d_m \cdot \sin Y_m \cdot X; Y_m = m \frac{\pi}{l}. \quad (10)$$

A_m და B_m კოეფიციენტები განისაზღვრებიან (7)-დან მასში (9) -ს ჩასმით. C_1 და C_2 ინტეგრების მუდმივების გამოსათვლელად გამოვიყენოთ (8), მე-(3) სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით, რომლებიც თავის მხრივ (2)-ის გამოყენებით ჩაწეროთ გადაადგილებებში. პირველ სასაზღვრო პირობას მივუყენოთ (6)-ით გათვალისწინებული გადაქმნები როცა $n = 0$, ხოლო მეორე პირობას - როცა $n = 1$. მივიღებთ განტოლებათა შემდეგ სისტემას

$$\left. \begin{aligned} p\bar{w} + \frac{1}{\eta} \cdot \frac{du}{dx} &= w_0 \cdot r_0 B_0(p \cdot r_0) - w_b \cdot B_0(p), \\ (1 - \mu q) \frac{dw}{dx} - p \cdot \bar{u} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

ამ სისტემის ამოხსნა 8, 9 და 10-ის გათვალისწინებით მოგვცემს.

$$C_1 = \frac{(g_4 g_5 - g_2 g_6)}{(g_1 g_4 - g_2 g_3)}; \quad C_2 = \frac{(g_1 g_6 - g_3 g_5)}{(g_1 g_4 - g_2 g_3)} \quad (12)$$

სადაც

$$\begin{aligned} y_1 &= (p + \alpha_1 \cdot \eta_1 \cdot \beta^{-1}) ch \eta_1 \frac{l}{2}; y_2 = (p + \alpha_2 \cdot \eta_2 \cdot \beta^{-1}) ch \eta_2 \frac{l}{2} \\ g_3 &= [p \cdot \alpha_1 - \eta_1 (1 - \mu q)] sh \eta_1 \cdot \frac{l}{2}; g_4 = [p \cdot \alpha_2 - \eta_2 (1 - \mu q)] sh \eta_2 \cdot \frac{l}{2}; \\ g_5 &= \sum_{m=1}^{\infty} [C_m \cdot r_0 \cdot B_0(p \cdot r_0) - d_m \cdot B_0(p)]; \\ g_6 &= \sum_{m=1}^{\infty} (B_m - A_m \cdot \gamma_m). \end{aligned}$$

იმ შემთხვევაში, როცა C_1 და C_2 განისაზღვრებიან მე-(4) სასაზღვრო პირობებიდან, მაშინ ანალოგიური გზით მივიღებთ (12)-ს, რომელშიც

$$\begin{aligned} g_1 &= ch \eta_1 \frac{l}{2}; \quad g_2 = ch \eta_2 \frac{l}{2}; \quad g_3 = \alpha_1 sh \eta_1 \cdot \frac{l}{2}; \\ g_4 &= \alpha_2 sh \eta_2 \cdot \frac{l}{2}; \quad g_5 = 0; \quad g_6 = \sum_{m=1}^{\infty} B_m; \end{aligned}$$

მე-(6) გარდაქმნების გამოყენებით განისაზღვრებიან საძებნი w და u ფუნქციები

$$w(r, x) = 2 \sum_p \frac{\bar{w}(p, x) B_1(p \cdot r)}{B_0^2(p) - r_0^2 \cdot B_0^2(p \cdot r_0)}; \quad (13)$$

$$u = (r_1 x) = 2 \left\{ \int_{r_0}^1 \frac{ru(r, x) dr}{1 - r_0^2} + \sum_p \bar{u}(p, x) \frac{B_0(p \cdot r)}{B_0^2(p) - r_0^2 \cdot B_0^2(p \cdot r_0)} \right\} \quad (14)$$

(14)-ში პირველი შესაკრების გამოსათვლელად 1 სისტემის მეორე განტოლება გავამრავლოთ r -ზე, შემდეგ გავაინტეგრავოთ საზღვრებში r_0 -დან 1-მდე და (5) სასაზღვრო პირობების და (2)-ის გათვალისწინებით მივიღებთ შემდეგ განტოლებას

$$\eta \left(\frac{dw_b}{dx} - r_0 \frac{dw_a}{dx} \right) + \int_{r_0}^1 r \frac{d^2 u}{dx^2} \cdot dr = 0 \quad (15)$$

ჩავსვათ (10) ფორმულები ამ განტოლებაში. ავიღოთ კვადრატურა x ცვლადის მიმართ და საბოლოოდ მივიღებთ

$$\int_{r_0}^1 ru(r, x) dr = \frac{\eta}{\pi} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\cos Y_m \cdot x}{n} (d_m - r_0 C_m) \quad (16)$$

განშლის კოეფიციენტები C_m და d_m განისაზღვრებიან 5-ის პირველი ჯგუფიდან.

3. დსკვნა

მიღებულია არაერთგვაროვანი ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა (7) სისტემა მუდმივი კოეფიციენტებით საძიებელი \bar{w} და \bar{u} ფუნქციების მიმართ.

მათი შედგენის პროცესში გამოყენებულია $Z_n(z)$ ცილინდრული ფუნქციის რეკურენტული თანაფარდობანი და სასაზღვრო პირობების მეორე ჯგუფი. სიმეტრიული

შემთხვევისათვის ბუბნოვ-გალიორკინის მეთოდის გამოყენებით მიღებულია (7) სისტემის ზოგადი ამონახსნი. კერძო ამონახსნები მოიძებნა ფურიეს მწკრივების მოშველიებით. განშლის კოეფიციენტები C_m და d_m განისაზღვრა სასაზღვრო პირობების პირველი ჯგუფიდან.

ლიტერატურა

1. ამბარცუმიანი ს.ა. „გარსების თეორიის სპეციფიკური განსხვავებანი“. მექანიკა. 1968 წ. ტომი №21
2. ნოვოვილოვი ვ.კ. „არაწრფივი დრეკადობის თეორიის საფუძვლები“. სახტექგამომცემლობა. 1948 წ.
3. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. შედგენილი ცილინდრის პლასტიკური დეფორმაციები. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(10). 2008 წ. თბილისი.
4. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. სქელკედლიანი, ღრუტანიანი ცილინდრული გარსის მზიდუნარიანობა გარე და შიგა დაწნევის მოქმედებისას. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(19). 2010 წ. თბილისი.
5. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე. სქელკედლიანი ცილინდრული გარსების არადრეკადი დეფორმაციები მუდმივი ტემპერატურული გრადიენტის და წნევის პირობებში. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(5). 2007 წ. თბილისი.

სუსტ ბრუნტებში ქვაბულის მოწყობა მეთოდით „კედელი ბრუნტში“

შ. დოლიძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია სუსტ გრუნტებზე ქვაბულების და ნაგებობების საფუძვლების მოსაწყობ საშუალოთა წარმოების არსებული მეთოდები; სუსტ გრუნტებში ქვაბულის მოწყობის ძირითადი ტექნოლოგიები; მეთოდის „კედელი გრუნტში“ მონოლითური, ანაკრებ-მონოლითური და ანაკრები ვარიანტები. განხილულია „კედელი გრუნტში“ მეთოდის გამოყენების არე და დასაბუთებულია მისი გამოყენების შეუძლებლობა ლამიან, მცურავ და წყალნაჯერ კვიშოვან გრუნტებში ქვაბულის მონოლითური კედლების დაბეტონებისას.

საკვანძო სიტყვები: „კედელი გრუნტში“; წყალგაჯერებული გრუნტები; გვერდითი დაწნევა; ბურღვითსატენი ხიმინჯები; ჭავლური ცემენტაცია; ინვენტარული შემომზღუდავები; ანაკრებ-მონოლითური კედლები; საშუალოთა შრომატევადობა.

1. შესავალი

საქართველოს დიდ ქალაქებში, მათ შორის თბილისში, საჭიროა ძველი ინფრასტრუქტურის რეკონსტრუქცია და ახალი, თანამედროვე სამოქალაქო და სამშენებლო ობიექტების მშენებლობა, რომლებიც თავის მხრივ ახალ ინფრასტრუქტურას საჭიროებენ. ქალაქის მოსახლეობის დასახლების სიმჭიდროვე, ისტორიული ობიექტების არსებობა, ქალაქის მთიანი რელიეფი - ყოველივე ამას მიყვავართ მშენებლობის პირობების გართულებასთან. აგრეთვე გარშემო მცხოვრები და მოძრავი მოსახლეობის შეწუხებასთან.

კიდევ ერთი პრობლემა - ქალაქში აღარ არის ახალი ობიექტების ასაშენებელი ადგილები და უფრო ინტენსიურად ხდება მიწისქვეშა სივრცის ათვისება. დროთა განმავლობაში მწვავედ დგება ავტომობილების პარკირების საკითხი, განსაკუთრებით ქალაქის ცენტრში.

2. ძირითადი ნაწილი

მშენებლობის ასეთი პირობები საჭიროებს შენობის აგების ოპტიმალურ და მისაღებ ტექნოლოგიის არჩევას. აუცილებელია შესაბამისი გამოყენებისათვის შესაძლებელი ისეთი ტექნოლოგიების მოძიება, რომლებიც მიბმული იქნება სამშენებლო მოედანზე არსებულ გრუნტებზე ან აუცილებლობის შემთხვევაში არსებული ტექნოლოგიების კორექტირება, შევსება ახალი ოპერაციებით და ელემენტებით, რომლებიც სრულყოფენ მათ გამოყენებას კონკრეტულ პირობებში.

1. სუსტ გრუნტებზე ქვაბულების და ნაგებობების საფუძვლების მოსაწყობ საშუალოთა წარმოების არსებული მეთოდები.

1.1 სუსტ გრუნტებში ქვაბულის მოწყობის ძირითადი ტექნოლოგიები:

1.1.1. მეთოდი „კედელი გრუნტში“.

ქვაბულის შემომზღუდავი კონსტრუქციები ასრულებენ გრუნტის წყლებისაგან დამცავი ეკრანის ფუნქციას და აუცილებელია სამშენებლო სივრცის გაშრობისათვის.

ქვაბულებისათვის სიღრმით 5 მ და მეტი გამოიყენება შემდეგი ტექნოლოგიები: „კედელი გრუნტში“, „ბურღსატენი ხიმინჯები“, და „ჭავლური ცემენტაცია“. მათი მოწყობა ხდება ქვაბულის დამუშავებამდე. ბეტონის ეს კონსტრუქციები მუდმივია და ხშირად ითავსებენ საძირკვლის ან შენობის ელემენტების ფუნქციას.

„კედელი გრუნტში“ მეთოდის არსს წარმოადგენს გრუნტში ღარებისა და თხრილების ამოღება და მათში მიწისქვეშა მონოლითური ან ანაკრები რკინაბეტონისაგან დამზადებული შემომზღუდავი კონსტრუქციების მოწყობა. თხრილში გრუნტის დამუშავება ხორციელდება ბეტონიტური სუსპენზიის დაცვის ქვეშ, რაც არ აძლევს თხრილის კედლებს ჩამოქცევის საშუალებას. შემდეგ ხდება ლითონის კარკასის (მონოლითური ვარიანტი) ან ანაკრები რკინაბეტონის კონსტრუქციის მონტაჟი. მონოლითური დაბეტონება ხდება ვ.გ.მ. (ვერტიკალურად გადაადგილებული მილი) მეთოდით. ამ დროს ბეტონიტური შემავსებელი გამოიღვენება თხრილიდან დამაგროვებლებში.

არსებობს მოცემული მეთოდის რამდენიმე ნაირსახეობა:

-ხიმიანჯების მეთოდი, რომელიც ხასიათდება ბურღვითსატენი ხიმიანჯების უწყვეტი რიგით, რომელიც ქმნის შემომზღუდავ კონსტრუქციას.

-თხრილის მეთოდი, რომლის განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს ნებისმიერი კონფიგურაციის უწყვეტი კედლის ამოყვანა მონოლითური ან ანაკრები რკინაბეტონისაგან.

1.1.2. „კედელი გრუნტში“ მეთოდის ტექნოლოგიური პროცესი.

განსახილველი მეთოდით მიწისქვეშა ნაგებობების მოსაწყობი ტექნოლოგიური პროცესი შედგება შემდეგი თანამიმდევრული ოპერაციებისგან.

-ტექნოლოგიური მოწყობილობის მონტაჟი. წინშახტის (მიმართველი კედლის) და ტექნოლოგიური გზების მოწყობა.

-თხრილის დამუშავება ცალკეული ნაკვეთურებით.

-ნაკვეთურების არმირება და ბეტონის სამუშაოთა წარმოების დაწყებამდე ყველა საჭირო გაანგარიშების შესრულება, ტექნოლოგიური რუკის შედგენა.

-კონსტრუქციის უხიფათობა, საიმედოობა და ხანმედეგობა დამოკიდებულია ყველა ოპერაციის ხარისხიან შესრულებაზე და მათი თანამიმდევრობის მკაცრ დაცვაზე.

1.1.3. „კედელი გრუნტში“ მეთოდის გამოყენების არე.

მეთოდი „კედელი გრუნტში“ საშუალებას გვაძლევს ავაგოთ:

-საცხოვრებელი სახლების, სამრეწველო შენობების, ხიდების საძირკვლები.

-სხვადასხვა სითხეების შესანახი ნაგებობები.

-მიწისქვეშა ფარეხები, სადგომები, გადასასვლელები, საავტომობილო გზების კვანძები.

-მცირე ჩაღრმავების გვირაბები (მეტრო).

-საფილტრაციო ფარდები.

-ჰიდროტექნიკური ობიექტები.

1.1.4. „კედელი გრუნტში“ ტექნოლოგიის უპირატესობები:

-ქვაბულის მოწყობის შესაძლებლობა ადგილებში, სადაც შეუძლებელია სხვა მეთოდების გამოყენება ან მათი გამოყენება ნაკლებად ეფექტურია.

-მაღალი წყალგაუმტარობა.

-რთულ გეოლოგიურ და კლიმატურ პირობებში სამუშაოთა წარმოების შესაძლებლობა.

-გრუნტის დინამიური რხევის დაბალი დონე.

1.1.5. „კედელი გრუნტში“ კლასიფიკაცია:

-დანომშულებების მიხედვით: მზიდი, შემომზღუდავი და ანტიფილტრაციული.

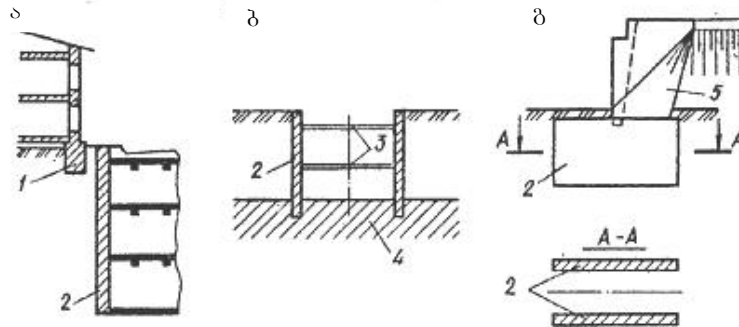
-მასალის მიხედვით: რკინაბეტონის, ბეტონის, გრუნტცემენტური, თიხოვანი, კომბინირებული.

-დამზადების მიხედვით: მონოლითური, ანაკრები, ანაკრებ-მონოლითური.

1.2. „კედელი გრუნტში“ მეთოდით აგებული საძირკვლები.

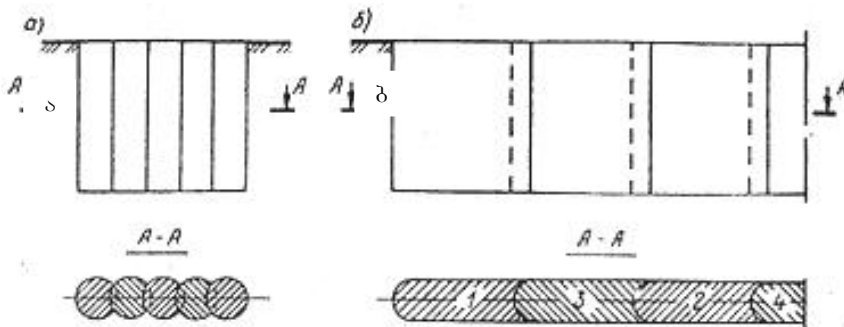
განსაკუთრებულ შემთხვევას წარმოადგენენ „კედელი გრუნტში“ აგებული საძირკვლები, რომლებიც გამოიყენება სამრეწველო და სამოქალაქო ნაგებობების

მშენებლობისას. „კედელი გრუნტში“ შეიძლება გამოყენებულ იქნას მზიდი კონსტრუქციის სახით ან სარდაფის, მიწისქვეშა ავტოფარეხის შემომზღუდავი კედლის სახით შესაძლებელია მათი (სურათი 1 ა) გამოყენება ქვაბულის გამაგრებისთვის და შემდგომში საძირკვლის კონსტრუქციაში ჩართვა. (1 ბ) ხიდების მშენებლობაში „კედელი გრუნტში“ ამოყავთ ხიდის ბურჯების საძირკვლები (1 გ). ამ ტიპის საძირკველს გააჩნია რაციონალური ფორმა, რადგან განვითარებულია ძაღვების მიმართულებით, რაც განაპირობებს საძირკვლის მასალის რაციონალურ დანახარჯს.



სურ. 1. „კედელი გრუნტში“ გამოყენების სქემები. ა) არსებულ შენობასთან აშენებული მიწისქვეშა ავტოფარეხი. ბ) ქვაბულის შემომზღუდავი კედელი. ც) ხიდის ბურჯის საძირკველი. 1- შენობის საძირკველი; 2- „კედელი გრუნტში“; 3- გამბრჯენი; 4- გრუნტის წყალგაუმტარი ფენა; 5- ბურჯის ტანი.

„კედელი გრუნტში“ სისქე მერყეობს 0,4-1,0 მ ფარგლებში. მათი სიღრმე აღწევს 20 მ-ს და შესაძლოა მეტსაც. „კედელი გრუნტში“ ეწყობა სხვადასხვა მეთოდით. მეთოდის არჩევა ძირითადად დამოკიდებულია სამშენებლო მოედნის ჰიდროგეოლოგიური პირობებიდან.



სურ. 2. „კედელი გრუნტში“ მოწყობის სქემები: ა) გადამკვეთი ბურღვითი ხიმინჯები; ბ) ცალკეული სექციები, სადაც 1-4 არის სამუშაოთა მიმდევრობა;

არამდგრადი მცურავი გრუნტების შემთხვევაში გრძელი თხრილების დამუშავება სახიფათოა, რადგან მათი მოცურების საშიშროება არსებობს. ამ შემთხვევაში გადამკვეთი ხიმინჯების მოწყობა მიზანშეწონილია. მდგრად გრუნტებში შესაძლებელია სექციური ან უწყვეტი მეთოდით „კედელი გრუნტში“ ამოყვანა. ქალაქებში დიდი გავრცელება ჰპოვა სექციურმა მეთოდმა.

მიზანშეწონილია „კედელი გრუნტში“ გამოყენება წყალგაჯერებულ გრუნტებში გრუნტის წყლების მაღალი დონის დროს კედლის ძირის წყალგაუმტარ ფენაში ჩაღრმავებით (სურ. 1). აგრეთვე მიწიქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას 6-10 მ-ზე მეტი სიღრმის დროს, როდესაც ქვაბულების მოწყობა წყალქცევით ძნელად შესასრულებელია ან ეკონომიურად გაუმართლებელი.

-

«

»

„კედელი გრუნტში“ მეთოდის დიდ ღირსებად მიიჩნევა მისი მოწყობის შესაძლებლობა არსებულ შენობა-ნაგებობების ახლოს, უკანასკნელთა დაზიანების გარეშე (სურ. 1ა).

1.3 „კედელი გრუნტში“ ამოყვანის ტექნოლოგია მონოლითური ბეტონისა ან რკინა-ბეტონისაგან თხრილის მეთოდით.

„კედელი გრუნტში“ მეთოდით სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგია გამოიყენება განვითარებულ ქვეყნებში და ძალიან გავრცელებულია დიდ ქალაქებში. ეს ტექნოლოგია მაქსიმალურად მოთხოვნადია ქალაქების ისტორიული ცენტრების რეკონსტრუქციის დროს, ქალაქის მჭიდრო განაშენიანების პირობებში, რადგანაც მისი მშენებლობისას არ გამოიყენება ღია ქვაბულები. ე.ი. მიიღება სამშენებლო მოედნის ეკონომია და ის უსიფათოა ახლომდებარე შენობა-ნაგებობებისათვის.

1.3.1. „კედელი გრუნტში“ მეთოდით მშენებლობისას წარმოებული მიწის სამუშაოები.

თხრილების დამუშავებისას გამოიყენება თხრილსათხრელი მოწყობილობების შემდეგი სახეობები: დამუშავებული გრუნტის თხრილიდან ამოღების ხერხის მიხედვით მიწისმთხრელი მანქანები და მოწყობილობები იყოფა ორ ჯგუფად;

1.მანქანები და მოწყობილობები, რომელთა მიწისმთხრელ ინსტრუმენტს წარმოადგენს გრეიფერი, რომელსაც ამოაქვს დამუშავებული გრუნტი ზედაპირზე და ათავსებს მას. სატრანსპორტო საშუალებაზე ან გროვაზე.

2.მანქანები და დანადგარები, რომლებიც ამუშავებენ გრუნტს სპეციალური საბურღი ელემენტით, ამ გრუნტის გადაყვანით მუშა თიხოვან ხსნარში და ერლიფტური დანადგარით ზედაპირზე ამოტანით.

პირველ შემთხვევაში დამუშავებული გრუნტი არ ერევა ბეტონიტურ ხსნარში, მაგრამ იზრდება ოპერაციების რიცხვი, რომლებიც დაკავშირებულია გრეიფერის აწევა-დაწევასთან. მეორე შემთხვევაში საჭიროა ხსნარის უკუცირკულაცია და მისი გაწმენდა მინარევებისგან.

1.3.2. წინშახტის (მიმართველი კედლის) მოწყობა.

კედლების ღერძების გასწვრივ ხდება საწყისი თხრილის დამუშავება ბუნებრივად დახრილი კედლებით 1,5 – 2,0 მ. დამუშავებულ თხრილში ეწყობა მონოლითური რკინაბეტონის მიმართველი კედელი.

მიმართველმა კედელმა უნდა უზრუნველყოს:

-ძირითადი თხრილის დამუშავების საპროექტო მიმართულება;

-გრუნტში გრეიფერის აუცილებელი მდებარეობა;

-არმატურის კარკასების მასზე ჩამოკიდების შესაძლებლობა, თხრილის გავლის და ბეტონირებისათვის საჭირო მოწყობილობის მოწყობა;

-კიდებუ გადაქცეული თიხოვანი ხსნარის გადაყვანა;

1.3.3. ძირითადი ტექნოლოგიური ოპერაციები.

მიმართველი კედლის მოწყობის შემდეგ, „კედელი გრუნტში“ მოწყობისათვის თანამიმდევრულად სრულდება შემდეგი ძირითადი ტექნოლოგიური ოპერაციები.

-თხრილის დამუშავება (მიმდინარეობს თიხოვანი ხსნარის დაცვის ქვეშ)

-ნაკვეთურების შემომზღუდავების დაყენება და ამოღება;

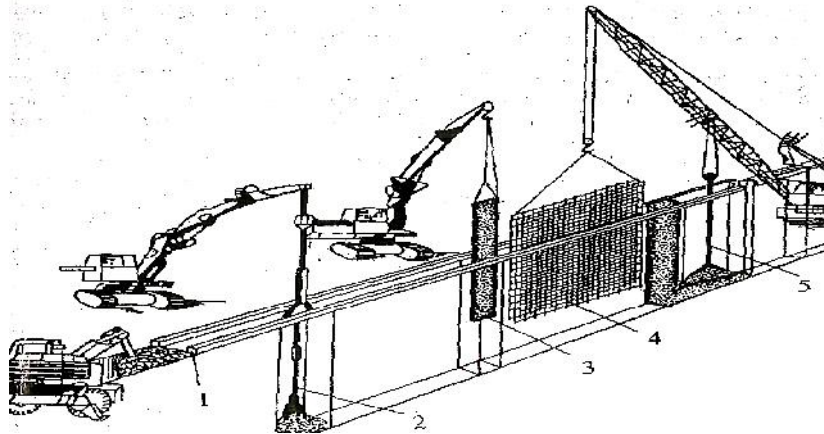
-არმატურული კარკასების სექციების დაყენება;

-თხრილის დაბეტონება ვ.მ.გ. მეთოდით.

სამუშაოთა წარმოების პროცესში თიხის ხსნარის მოსამზადებლად, შესანახად, თხრილში მოსაწოდებლად, გრუნტისგან მის გასაწმენდად და მის ხელმეორედ გამოსაყენებლად სამშენებლო მოედანზე ეწყობა ცალკე თიხის მეურნეობა. თიხოვან ხსნარს ამზადებენ ბეტონიტური თიხებისგან ან ჩვეულებრივი თიხებისგან და ქარხანაში მათგან მიღებული თიხოვანი ფხვნილისაგან. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს თიხოვანი ხსნარის სიმჭიდროვეს, რომელიც უზრუნველყოფს თხრილის კედლის ნებისმიერ ადგილას გარშემო გრუნტის და გრუნტის წყლების დაწნევაზე აღმატებულ ჰიდროსტატიკური დაწნევას, რომელიც

უნდა აღმატებოდეს გარშემო მყოფი ნაგებობების დაწნევას. თხრილის მორიგი მონაკვეთის (ჩაველების) გაყვლის შემდეგ, მოწმდება კედლების ვერტიკალურობა და წარმოებს თხრილის მომზადება ბეტონის ნარევის ჩასაწყობად ვ.მ.გ. მეთოდით. ამისათვის ასუფთავებენ თხრილის ძირს და ცვლიან გაჭუჭყიანებულ თიხოვან სსნარს ახალზე. ამის შემდეგ იწყებენ არმატურის კარკასების მონტაჟს, რომელთა ზომა შეესაბამება თხრილის მონაკვეთების ზომებს. კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით ერთ ჩაველაზე მზადდება ერთი ან რამდენიმე არმატურული კარკასი. ჩაწყობის სიზუსტის და გადავილების მიზნით არმოკარკასები მარაგდება გვერდებზე ლითონის ზოლებით, სისქით 30–50 მმ. მუშა არმატურის ღეროებს შორის მანძილი ინიშნება 170-200 მმ, რაც უზრუნველყოფს ვ.მ.გ. მეთოდით ხარისხიან დაბეტონებას. კარკასებში გათვალისწინებულია მილების გასატარებელი ადგილები.

არმატურის კარკასის მონტაჟი ხდება 25–40 ტ ტვირთამწეობის მქონე ხიდურა ან ისრიანი ამწით.



სურ. 3. მონოლითური კედლის მოწყობის პრინციპული ტექნოლოგიური სქემა: 1. მიმართველი კედლის მოწყობა (თხრილის თავის გამაგრება); 2. თხრილის გათხრა ნაკვეთურის სიგრძეზე; 3. შემომფარველების დაყენება (ნაკვეთურებს შორის ზღუდარები); 4. არმატურის კარკასების მონტაჟი; 5. ვერტიკალურად გადაადგილებადი მილის მეთოდით ნაკვეთურების დაბეტონება.

ცალკეული ნაკვეთურების შესაკავშირებლად მათ ბოლოებზე აწყობენ შემომზღუდავებს, რომელთა კონსტრუქცია დამოკიდებულია შეკავშირების სახეობაზე. არამუშა კავშირების შემთხვევაში (ნაკვეთურებში გამწვლავი ძალების არარსებობა) შემომზღუდავებს ასრულებენ დიაფრაგმიანი ფოლადის მილებისგან. ინვენტარულ შემომზღუდავებს დაბეტონების დამთავრების შემდეგ 3-5 სთ-ში იღებენ თხრილიდან და შემდეგ ამუშავებენ მომიჯნავე ნაკვეთურს.

სტაციონალურ შემომზღუდავებს აყენებენ ამწეს მეშვეობით ნაკვეთურის ბოლოში მთელ სიღრმეზე საკუთარი წონის მეშვეობით ასეთი შემომზღუდავები ღრმავებიან თხრილის ძირიდან 0,5-1,0 მ სიღრმეზე. აუცილებლობის შემთხვევაში შესაძლებელია დამატებითი ტვირთის დაწოლის გამოყენება. სტაციონარული შემომზღუდავები რჩებიან კედელში და წარმოადგენენ მუდმივი კონსტრუქციის ნაწილს.

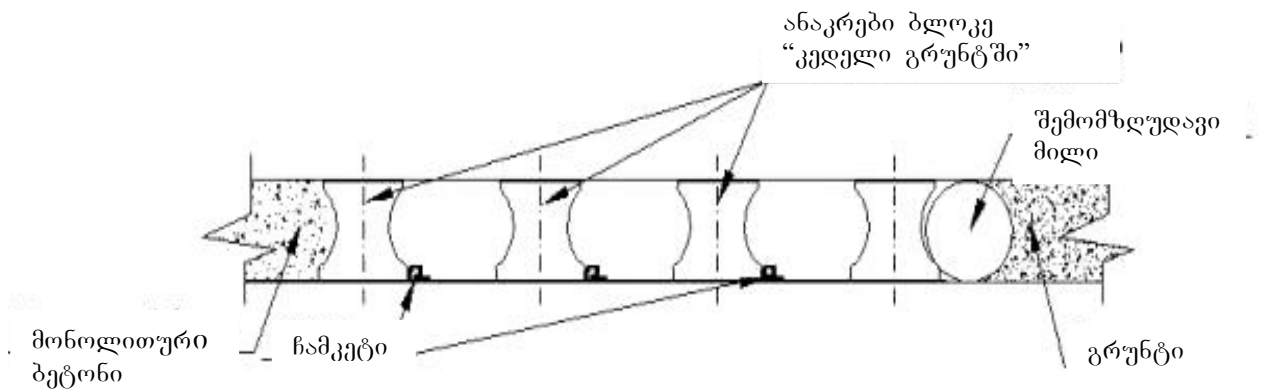
დაბეტონების დროს აუცილებელია მაღალპლასტიკური ბეტონის ნარევი (მარკით 200-300, შემავსებელი -50 მმ-მდე, კონუსის ჯდენა 16–20 სმ) მიეწოდოს უწყვეტად, ხოლო ვერტიკალური ბეტონჩამომსხმელი მილი დაბეტონების პროცესში იყოს ბეტონით გრუნტში.

დაბეტონების უწყვეტობა არის ვ.მ.გ. მეთოდის მთავარი პირობა, რომელიც მიიღწევა სამშენებლო მოედანზე ნაკვეთურისათვის საჭირო ბეტონის რაოდენობის მიწოდებით.

ბეტონი თიხოვან ხსნარზე უფრო მძიმეა, ავსებს ნაკვეთურს ქვევიდან ზევით და გამოდენის თიხოვან ხსნარს ზედაპირზე, სადაც ხსნარი თვითდინებით ჩადის დამუშავების სტადიაში მყოფ თხრილში, ან დგუშის მეშვეობით შემდგომი გამოყენებისათვის გროვდება თიხის შემკრებში. ბეტონირება სრულდება როდესაც წინშახტის თავის დონეში გამოჩნდება ბეტონის ნარევი, ბეტონის ზედაპირული ფენა, რომელიც დაბინძურებულია თიხით, იხსნება.

1.3.4. ანაკრებ-მონოლითური „კედელი გრუნტის“ კონსტრუქცია.

ანაკრებ-მონოლითური „კედელი გრუნტში“ კონსტრუქცია შედგება რკინაბეტონის საკედლე ბლოკებისგან, რომლებიც ეწყობა საწყის თხრილში გარკვეული ბიჯით და მათ შორის ბეტონის ან ქვიშა – ცემენტის დუღაბის შევსებით, აუცილებლად შემსუბუქებული კარკასით არმირებული.



სურ. 4. ანაკრებ-მონოლითური „კედელი გრუნტში“-ს ბლოკი

1.4. „კედელი გრუნტში“ თხრილის მეთოდით ამოყვანის ტექნოლოგია ანაკრები ბეტონისაგან ან რკინაბეტონისაგან.

ანაკრები და ანაკრებ-მონოლითური „კედელი გრუნტში“ ეწყობა მთლიანი ბრტყელი პანელებისაგან, ღრუტანიანი პანელებისაგან და თხელ კედლიანი მოცულობითი ელემენტებისაგან. თხელკედლიან მოცულობით ელემენტებს აქვთ სხვადასხვა მოხაზულობა (კოლოფისებრი, ელიფსური, მრგვალი, ერთუჯრედოვანი, მრავალუჯრედოვანი და ა.შ.)

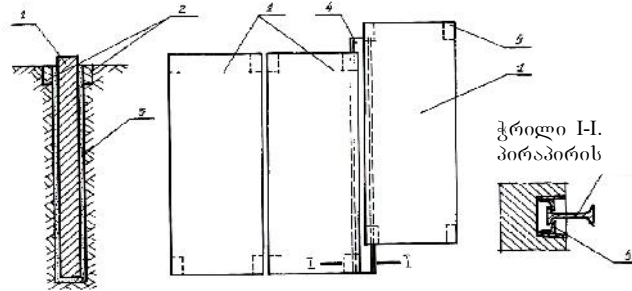
ელემენტებად დანაწევრება შეიძლება იყოს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური. ნაკერების რიცხვის შემცირების მიზნით ანაკრებ ელემენტებს აპროექტებენ სიგანეზე მაქსიმალურად დიდ ზომებში. ელემენტის სიგრძეს იღებენ 150-500 სმ., სისქე 20-120სმ. და მეტს. ელემენტის სისქე იღება თხრილი განზე 10 სმ-ით უფრო ვიწრო, მონტაჟის გამარტივების მიზნით. ანაკრები ელემენტების სიმაღლე არ აღემატება 15 მ-ს.

გამარტივების მიზნით. ანაკრები ელემენტების სიმაღლე არ აღემატება 15 მ-ს. პირაპირების ფორმა უზრუნველყოფს ელემენტების მონტაჟის ჩატარებას შემოწმების გარეშე.

ანაკრები და მონოლითური ბეტონის შეფარდება შეიძლება იყოს განსხვავებული. ანაკრებ-მონოლითური კედლების მოწყობისას სტაციონალურ შემომზღუდავებად იყენებენ ანაკრებ ელემენტებს. საძირკვლის დიდი ჩაღრმავების შემთხვევაში კედლის ზედა ნაწილი 6-12მ-ის სიმაღლეზე სრულდება ანაკრები ელემენტებისაგან, რომლებიც ერთდროულად მიწისქვეშა ნაგებობის კედლებს წარმოადგენენ, ქვედა ნაწილი კი მონოლითური ბეტონისგან, თან ანაკრები ელემენტების ქვედა ნაწილი ღრმავდება მონოლითურ ბეტონში.

ანაკრები ელემენტების მონტაჟს იწყებენ 6-7 მ. სიგრძის გამზადებული თხრილის არსებობის პირობებში. მიწის მთხრელი მანქანის მუშა ორგანოსა და სამონტაჟო ელემენტს შორის მანძილი 2-3 მ-ზე არანაკლები უნდა იყოს.

„კედელი გრუნტში“ მეთოდით შესაძლებელია მიწისქვეშა სათავსოების მოწყობა არსებული შენობების შიგნით, მათი რეკონსტრუქციის დროს საძირკვლებთან უშუალო სიახლოვეს. ის საგრძნობლად შეამცირებს მიწის სამუშაოთა მოცულობას ღია ხერხით დამუშავებასთან შედარებით და ანთავისუფლებს წყლის დონის დაწვევის აუცილებლობისაგან. ანაკრები რკინაბეტონის გამოყენება უზრუნველყოფს მშენებლობის მაღალ ხარისხს, სხვადასხვა ფორმის კონსტრუქციების გამოყენების შესაძლებლობას (ღრუტანიანი, კოჭები, ფილები და სხვ.)



სურ. 5 პანელების შეპირაპირების პროცესი 1. ანაკრები ელემენტები;
 2. წინშახტი; 3. სატამპონაჟო ხსნარი; 4. მოსახსნელი მიმართველი ორტესებრივი;
 5. ჩასატანებელი დეტალები.

აგრეთვე კედლის სისქის შემცირებას 0,25 მ-მდე. მაგრამ, უნდა აღვნიშნოთ, რომ ანაკრები კონსტრუქციები გამოირჩევიან მაღალი ღირებულებით და საჭიროებს დიდი ანაკრები ელემენტების ქარხნულ დამზადებას. გარდა ამისა, ანაკრები კონსტრუქციების გამოყენების არე შეზღუდულია, ძირითადად თხრილის სიღრმით 20-25-მდე და მონტაჟის სირთულით.

3. დასკვნა

ანაკრები ან ანაკრებ-მონოლითური „კედელი გრუნტში“ კონსტრუქციის აგების სიჩქარის გაზრდის, შრომატევადობის შემცირებისა და ბეტონის ხარჯის შემცირების საშუალებას იძლევა.

ქვაბულების შემომზღუდავ კონსტრუქციებად „კედელი გრუნტში“ ტექნოლოგიის ანაკრები ან ანაკრებ-მონოლითური ვარიანტის გამოყენება საშუალებას იძლევა:

- მივიღოთ სიმტკიცეზე და წყალგაუმტარობაზე ბეტონის გარანტირებული მარკა.
- კედლების სუფთა ზედაპირი და გარანტირებული გეომეტრიული ფორმები და ზომები.
- ქარხნულ პირობებში ჩასატანებელი დეტალების დაყენება.
- კონსტრუქციის ამოყვანის სიჩქარის გაზრდა 15-20 %-ით.
- სამუშაოთა შრომატევადობის შემცირება.

ლიტერატურა

1. Smorodinov M.I. Piodorovi B.C “Arrangement of structures and foundations using the "wall in the ground" method”, Moscow. 1986. (In Russian).
2. Katzenbach R., Dunaevsky R. A, Franivsky A.A. “The method of construction from top to bottom”, Technical University, (In Russian).
3. Loladze G.V, Loladze V.V. “Mold for concrete”, Official Bulletin of Industrial Property #23(267) 2008. (In Georgian).
4. Dranovsky A.N. Fadeev A.B. “Underground structures in industrial and civil construction”, Publishing house of Kazan University, 1993. (In Georgian).
5. Konyukhov D.S. “Construction of urban underground structures shallow”, Moscow, Architecture, 2005. (In Russian).
6. Snarsky V.I. Aigumov M.M. Snarsky S.V. “Technology of erection of underground structures”, Saratov State Technical University, Saratov, 2009. (In Russian).
7. Loladze V.V. Loladze G.V, Loladze N.V, Loladze V.V. "Recoverable temporary ground anchors", Official Bulletin of Industrial Property, #5418. (In Georgian).

თბილისის საბჭოთა პერიოდის 50-70-იანი წლების საცხოვრებელი
მასივების მშენებლობის რეტროსპექტიული ანალიზი

თ. მახარაშვილი, გ. ხოფერია

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, თბილისში, მეორე საუკუნის 50-70 წლებში აშენებული მსხვილი საცხოვრებელი მასივების რეტროსპექტიული ანალიზი, რომლის გათვალისწინებითაც შესაძლოა შესაბამისი კომპლექსური კვლევების ჩატარება იმ მიზნით, რომ გამოვლინდეს მასივების სარეკონსტრუქციო ზონების დადგენა, და შემუშავდეს შესაბამისი საპროექტო სამუშაოები.

საკვანძო სიტყვები: საცხოვრებელი მასივები, ტიპური პროექტები, ქალაქგეგმარებითი პრინციპები, მოსახლეობის მიგრაცია, საცხოვრებელი კვარტალები, რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაცია, არქიტექტურული კომპოზიცია.

1. შუსაგალი

გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან, მეორე მსოფლიო ომის შემდგომმა საბინაო კრიზისმა და მოსახლეობის მზარდმა მიგრაციამ სოფლიდან ქაქლაქში, გააჩინა მსხვილი საცხოვრებელი მასივების შექმნის აუცილებლობა.

ასეთი ტიპის საცხოვრებელი მასივების მშენებლობა ძირითადად სოციალისტურ ქვეყნებში მიმდინერებდა, ისინი გამოირჩეოდნენ ერთფერონებით და პრიმიტიული არქიტექტურით. ეს საცხოვრებელი მასივები საბჭოთა კავშირის ყველა ყველა ქალაქებში, თითქმის ერთნაირი ტიპური პროექტებით ხორციელდებოდა. მიუხედავად იმისა, რომ მშენებლობები წარმოებდა იმდროინდელი ნორმების გათვალისწინებით, არქიტექტურული თვალსაზრისით ეს მასივები საკმაოდ დაბალი ღირებულებისაა, ისინი არ შეესაბამებიან ქალაქის არქიტექტურულ-სამშენებლო ტრადიციებს და არღვევენ მის საერთო სტრუქტურულ იერსახეს.

ეს პრობლემა აქტუალურია საქართველოშიც, სადაც საბჭოთა კავშირის ქალაქგეგმარებითი პრინციპები პირდაპირ იყო გადმოტანილი და არ ითვალისწინებდა ქვეყნის და ქალაქების ლანდშაფტურ-კლიმატურ და არქიტექტურულ ურბანულ თავისებურებებს. შედეგად, თბილისში და სხვა ქალაქებშიც აშენდა მსხვილი საცხოვრებელი მასივები, რომლის ტიპურ შენობებსაც უკვე გაუვიდა ექსპლუატაციის ვადა, აქედან გამომდინარე უახლოეს პერიოდში, დადაქალაქი დადგება მწვავე ურბანული პრობლემების წინაშე.

2. ძირითადი ნაწილი

ისტორიულად თბილისი არის მტკვრის ხეობაზე განვითარებული ქალაქი. იგი ზღვის დონიდან 400-770 მ. სიმაღლეზეა მას ამფითეატრის ფორმა აქვს და სამი მხრიდან მთები ემიჯნება. ქალაქი მდინარე მტკვრის გასწვრივ 33 კილომეტრზეა გადაჭიმული და 380 კვ/მ მოიცავს.

დედაქალაქის ტერიტორიულ-დემოგრაფიული ზრდა საბჭოთა პერიოდის ოციანი წლებიდან იწყება. კომუნისტური იდეოლოგია, რომელიც გეგმიურ სოციალისტურ ეკონომიკურ განვითარებაზე იყო დამყარებული, ხშირად ცალმხრივად უდგებოდა პრობლემების გადაწყვეტას. კომუნისტურმა ლოზუნგმა, ყველა ოჯახს ცალკე ბინა, (კომუნალური ბინების პირობებში), როგორც საბჭოთა კავშირის ქალაქებში, ასევე თბილისშიც გამოიწვია საცხოვრებელი მასივების არნახული ტემპებით მშენებლობა. ეს იყო არქიტექტურულად უსახო და ტიპური საცხოვრებელი კორპუსებით

გაშენებული მასივები, თუმცა ოჯახები უფასოდ იღებდნენ ინდივიდუალურ ბინებს, ე.წ. სოციალურ საცხოვრისს.

საბჭოთა პერიოდში შემუშავდა თბილისის პირველი გენერალური გეგმა (1934 წ) რომელიც აგრძელებდა ქალაქის ხაზოვანი განვითარების ტენდენციებს. მნიშვნელოვანი იყო ქალაქის მეორე გენერალური გეგმის (1954 წ) რეალიზაციის მასშტაბები. ამ პერიოდში შეიქმნა მარჯანიშვილის მოედანი, გაყვანილ იქნა განივი მაგისტრალები- ვარაზის ხევი, გურამიშვილის ქუჩა, დასრულდა მტკვრის ორივე სანაპიროს მაგისტრალური ქუჩების გაყვანა. გარდა ამისა საცხოვრებელი განაშენიანების განვითარება დაიწყო ვაკის, საბურთალოს და დიდმის მიმართულებით. ამ ტერიტორიებზე აშენდა პირველი საცხოვრებელი კვარტალები და მასივები.

შემდგომ წლებში (50-70 წწ) კიდევ უფრო მასშტაბური გახდა დიდი საცხოვრებელი მასივების მშენებლობა ვარკეთილის, გლდანის, ავშნიანის მიმართულებებით.

პირველი მსხვილი საცხოვრებელი მასივი იყო საბურთალოს რაიონი, რომლის განაშენიანების პროექტი შემუშავდა და დამტკიცდა თბილქალაქპროექტში 1955 წელს. იმ დროისათვის 725 ჰა საერთო ტერიტორიიდან ათვისებული იყო მხოლოდ 40% ძირითადად ძველი საბურთალოს რაიონი. ძველი და ახალი საბურთალოს პირობით საზღვრად ითვლება ვაკე-საბურთალოს მაგისტრალი (გურამიშვილის ქუჩა), რაიონი მდებარეობს ქალაქის ჩრდილო-დასავლეთ მხარეს და შემოსაზღვრულია ჩრდილოეთით ლისის მაღლობებით.

საბურთალოს განაშენიანების პროექტში გათვალისწინებული იყო გამწვანება, ბულვარების პაკების და ტყეპარკების მოწყობა, რომელიც სამწუხაროდ ნაწილობრივ განხორციელდა.

პროექტის მიხედვით, ვაჟა ფშაველას პროსპექტის ორივე მხარეს აშენდა საცხოვრებელი კვარტალები (საშუალო ფართობით 10-11 ჰა), რომლებიც ერთმანეთს ემიჯნებიან მწვანე სკვერებით და მათში განთავსებულია საშუალო სკოლები და ბაგა-ბაღები. 60-იანი წლებიდან რაიონში აიგო სამკურნალო და სამეცნიერო კვლევითი დაწესებულებები, უმაღლესი სასწავლებლები. რაიონი ძირითადად ხუთსართულიანი ე.წ. ხრუშჩოვკებით არის განაშენიანებული, ხოლო პროსპექტის ბოლოში არის რვასართულიანი საცხოვრებელი სახლებიც. დღეისათვის ამ ნაგებობათა უმრავლესობა, შესაბამისი კვლევების ჩატარების საფუძველზე, საჭიროებს რეკონსტრუქცია რეაბილიტაციას.

დიდმის საცხოვრებელი მასივის პროექტის დამუშავება დაიწყო 1956 წელს, 270 ჰა მიწა გამოიყო მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე დიდმისკენ მიმავალი დიდუბის ხიდის ზემოთ. 150 ჰა განკუთვნილი იყო საცხოვრებელზე, 30 ჰა სპორტული პარკისათვის, ამდენივე უნდა დაეკავებინა კულტურისა და დასვენების ცენტრალურ პარკს, 40 ჰა სახალხო მეურნეობის გამოფენას, 20 ჰა კინოქალაქს. მთლიანად საცხოვრებელი მასივი უნდა განთავსებულიყო 225 ათას კვ/მ საცხოვრებელ ფართზე (ერთ კაცზე 9 კვ/მ შეადგენდა 25000 მაცხოვრებელს დაახლოებით 6250 ბინა). პირობით კომპოზიციურ ღერძს წარმოადგენს 50 მ. სიგანის და 500 მ. სიგრძის ხეივანი, რომლის ორივე მხარეს დაპროექტდა ოთხი მიკრორაიონი და ორი საცხოვრებელი კვარტალი.

მშენებლობა დაიწყო 1960 წელს, საბურთალოსგან განსხვავებით აქ მეტი არქიტექტურული მთლიანობაა გამოვლენილი, აქტიური გამწვანება მიკრორაიონებს შორის, სპორტული კომპლექსი, შიდა ეზოები, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ არქიტექტურული კომპოზიციის შექმნაში, მაგრამ, აქაც, ძირითადად 4-5 სართულიანი ”ხრუშჩოვკები” აუფერულებენ არქიტექტურულ იერსახეს. 1960-იან წლებში დამატებული იქნა ჯერ 8 სართულიანი, მოგვიანებით კი 14-16 სართულიანი საცხოვრებელი სახლები, რამაც გარკვეულწილად გამოაცოცხლა განაშენიანების

სილუეტი, მაგრამ ეს სახლები მაინც მექანიკურად იყვნენ ჩართულები, რის გამოც სრულყოფილი არქიტექტურულ-გეგმარებითი კომპოზიციის მიღება ვერ მოხერხდა, თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ საცხოვრებელი ფართის მაჩვენებელი საგრძნობლად გაიზარდა.

ნავთლუდის რაიონში, საბჭოთა ხელისუფლების წლებში გაიშალა ფართო სამრეწველო მშენებლობა. ნავთლუდის სადგურის არსებობამ განაპირობა მის მიდამოებში სასწყობო მეურნეობების შექმნა, განვითარდა ავეჯისა და ქაღალდის წარმოება, აშენდა ლითონის კონსტრუქციების, მანქანების, ფეხცაცმლის, ფაიფურის, ქსოვილების საწარმოები. დიდ ფართები დაიკავეს სხვადასხვა სამეურნეო ნაგებობებმა, ავტოსატრანსპორტო ბაზებმა, ხის სახერხმა საწარმოებმა.

ნავთლუდის ტერიტორია ფართო ტერასებით გადის მტკვრის მარცხენა ნაპირისკენ. აღმოსავლეთიდან ნავთლულს საზღვრავს პატარა მდინარე ლოჭინისხევი, ჩრდილოეთიდან ქართლის ქედის კალთები, ჩრდილო-აღმოსავლეთის საზღვრები კი უშუალოდ სამგორს უახლოვდება. 1950-60-იანი წლებიდან აქ გაიშალა საცხოვრებელი სახლების მშენებლობა. დასახლებები წარმოიშვა სამრეწველო ობიექტების ირგვლივ. კომპლექსური საცხოვრებლების მშენებლობისათვის გამოიყო ტერიტორია 60 ჰა ფართობით, სადაც გაშენდა 9 გამსხვილებული კვარტალი, თვითოეული საშუალოდ 5 ჰა ფართობით, მათგან 8 კვარტალში გაშენდა ტიპური, ეკონომიური, მსხვილბლოკიანი 4-5 სართულიანი საცხოვრებელი სახლები, რომლებიც გათვლილი იყო 17000 მცხოვრებზე. ერთი კვარტალი გამოიყო სპეციალურად სკოლისათვის და პოლიკლინიკისათვის. ერთ ჰექტარზე მოსახლეობა შეადგენდა 470 მცხოვრებს (9 კვ/მ ერთ მოსახლეზე), რაც იმდროინდელ ქალაქგეგმარებით ნორმებს შეესაბამებოდა.

ამავე პერიოდს ეკუთვნის ”მესამე მასივი” (ყოფილი 26 კომისრების რაიონი), რომელიც არქიტექტურული თვალსაზრისით აშენებისთანავე იყო მორალურად მოძველებული, ხოლო გეგმარებითი თვალსაზრისით სქემატური და უდიდამო (საცხოვრებელი სახლების ჯგუფები სქერმატურადაა განაწილებული მთელი ამ რაიონის ტერიტორიაზე). კორპუსებს არ გააჩნიათ შიდა ეზოები, მთლიანობაში წარმოადგენენ ერთ ან რამდენიმე ზოლში თანაბარ მანძილებზე ჩადგმულ საცხოვრებელ სახლებს. ამჟამად მათი უმეტესი ნაწილი ავარიულ მდგომარეობაში იმყოფება და წარმოადგენენ ქალაქის ერთ-ერთ მტკივნეულ პრობლემას, რომლის გადაჭრის საკითხები დიდ ფინანსებთან არის დაკავშირებული.

ამ ქალაქგეგმარებით პროექტებში ფუნქციური ორგანიზების პრინციპები ჯერ კიდევ არ იყო ჩამოყალიბებული, 1960-იანი წლებიდან ჩამოყალიბდა მიკრორაიონული გეგმარება, ამის მაგალითებია გლდანისა და თემქის მსხვილი საცხოვრებელი მასივები, სადაც პირველადი მომსახურების ობიექტების გარშემო, რომლებიც საყოფაცხოვრებო-საზოგადოებრივი მომსახურების სისტემის პირველ საფეხურს წარმოადგენს, იქმნება საცხოვრებელი სახლების ჯგუფები. მეორე საფეხური მიკრორაიონული ცენტრია, ხოლო გლდანში, რომელიც ერთ რაიონულ ერთეულად იყო წარმოდგენილი, დაგეგმარდა მომსახურების მესამე საფეხურიც, რაიონული ცენტრი. საცხოვრებელი სახლები ისეთნაირად იყო განლაგებული, რომ მათ შორის შექმნილიყო მყუდრო სივრცეები, უკეთ იქნა გააზრებული საცხოვრებელი ჯგუფების კომპოზიცია, რომელიც მთელი მიკრორაიონის ერთიანი კომპოზიციის ნაწილს შეადგენდა. გლდანის და თემქის დაგეგმარებით თანდათან დაიწყო, ქალაქის გენერალური გეგმის თანახმად, ქალაქის ჩრდილო და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ტერიტორიების ათვისება, ქალაქმა დაიწყო ზრდა თბილისის ზღვის მიმართულებით.

თემქის საცხოვრებელ რაიონში, ისევე როგორც გლდანში, გათვალისწინებული იყო სამსაფეხურიანი სისტემა. განაშენიანებაში გამოყენებულ იქნა სხვადასხვა სიმაღლის და გაბარიტების ტიპური საცხოვრებელი სახლები, რათა შექმნილიყო გამომსახველი სილუეტი და გაცოცხლებულიყო მიკრორაიონის სივრცობრივი

კომპოზიცია და განაშენიანება უკეთ ყოფილიყო შერწყმული გარემოსთან. პროექტის ავტორები ხშირად მიმართავენ გრძელი, ჰორიზონტალური მოცულობისა და კომპურა სახლების კონტრასტული კომპოზიციის ხერხს. ამავე დროს, აქ ახალი ტენდენციაც არის აღსანიშნავი – ეს არის მიკრორაიონებში საცხოვრებელი ჯგუფების შიდა სივრცეების გამოვლენის და მათი სივრცობრივი ორგანიზების ცდა თბილისისათვის დამახასიათებელი მყუდრო ეზოების მსგავსად.

თუმცა ინდუსტრიული-ტიპობრივი მშენებლობის პირობებში, სახლების მსხვილი მასშტაბის მშენებლობის ძალზე დაბალი ხარისხის გამო, ძნელი ხდებოდა სასურველი ეფექტის მიღწევა, მიკრორაიონებში დაგეგმარებული იყო ვრცელი მწვანე ფართობები და იზრდებოდა მათი როლი არქიტექტურულ კომპოზიციაში, მაგრამ მათი განხორციელება მხოლოდ ნაწილობრივ და ისიც უხარისხოდ ხდებოდა.

უნდა აღინიშნოს, რომ 50-70-იანი წლებში, თბილისში აშენებული საცხოვრებელი მასივების ტიპიურ შენობებს განსაზღვრული ჰქონდათ 30-40 წლიანი ექსპლუატაციის ვადა, რომელიც ფაქტიურად ამოწურულია. აქედან გამომდინარე, მთელი რიგი საცხოვრებელი კორპუსები ავარიულ მდგომარეობაშია, რაც აქტუალურს ხდის სერიოზული კვლევების ჩატარებას და მათი ეტაპობრივი რეკონსტრუქცია-რეაბილიტაციის სამუშაოების ჩატარებას. თავის მხრივ ეს პროცესი დიდ სოციალურ-ეკონომიკურ პრობლემებთანაა დაკავშირებული.

3. დასკვნა

ამრიგად, საბჭოთა პერიოდის მსხვილი საცხოვრებელი მასივების რეტროსპექტიული ანალიზი საშუალებას იძლევა, რომ ჩატარდეს ამ რაიონების შესაბამისი კვლევები, რომლის საფუძველზეც, შესაძლო იქნება არსებული პრობლემების არქიტექტურულ-ქალაქგეგმარებითი გადაწყვეტის პრინციპების შემუშავება და მასივების სარეკონსტრუქციო ზონების შენობათა ჯგუფების გამოვლენა.

ლიტერატურა

1. თ. მახარაშვილი გ. მახარაშვილი. თბილისის პოსტსაბჭოთა პერიოდის ურბანული და საცხოვრებელი განაშენიანების განვითარების წინამძღვრები. სტუ-ს სამეცნიერო შრომების კრებული- №4(470), თბილისი 2008 წ. გვ-15
2. გ. ბერიძე. არქიტექტურის და ქალაქმშენებლობის პრობლემები, თბილისი 2001 წ.
3. მ. მელქაძე. “ქალაქური კვარტალის განვითარების ისტორია”, სტატია, კავკასიის მაცნე, 2003 წ.

ინტეგრირებული პროექტირება უსაფრთხოებისათვის

დ. საგინაძე, გ. მიქიაშვილი

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ეკოლოგიური ფაქტორებისა და გლობალური ტერორისტული საფრთხეების გათვალისწინების აუცილებლობა თანამედროვე შენობების დაპროექტებისას, რაც საჭიროებს საერთაშორისო საპროექტო პრაქტიკისა და გომოცდილების შესწავლა-გამოყენებას. დასახული მიზნების მისაღწევად საჭიროა ინტეგრირებული პროექტირების მეთოდების განხორციელება. სტატიაში განხილულია თუ რა საფრთხის შემცველია არსებული გამოწვევების იგნორირება თანამედროვე არქიტექტურაში. აქვე ხაზგასმულია სხვადასხვა განვითარებული ქვეყნების პრაქტიკა, გამოცდილება და მათი გამოყენების მეთოდოლოგია. ყურადღება გამახვილებულია ისეთ მნიშვნელოვან საკითხებზე, როგორცაა პროექტირების პროცესში უსაფრთხოების და მდგრადი არქიტექტურის პრინციპების გათვალისწინება და ურთიერთშერწყმა. მიიღებს საბოლოო სახეს. სურათი №2 უჩვენებს მოდელირების პროცესულურ გრაფიკს.

საკვანძო სიტყვები: ინტეგრირებული პროექტირება, მდგრადი არქიტექტურა, ენერჯო ეფექტურობა, შენობა-ნაგებობის უსაფრთხოება.

ბოლო დრომდე სამოქალაქო სექტორის არქიტექტორებს პროექტირებისას აფეთქებით გამოწვეული დამანგრეველი და სხვა უარყოფითი ზემოქმედებისაგან შენობების დაცვის გათვალისწინება იშვიათად თუ უხდებოდათ. ეს თემა განსაკუთრებით აქტუალური გახდა იმ ქვეყნებში, სადაც, რთული საერთაშორისო ვითარებიდან გამომდინარე, მკვეთრად გაიზარდა ტერორისტული აქტების განხორციელების საშიშროება და წინა პლანზე წამოიწია მშვიდობიანი მოსახლეობის უსაფრთხოების აუცილებლობამ.

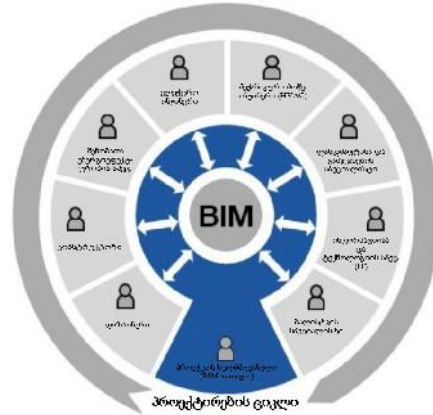
იმ შენობების დაპროექტება რომლებიც დააკმაყოფილებენ ასეთ განსაკუთრებულ მოთხოვნებს, გამოირჩევა დაპროექტების პროცესთან თავისი კომპლექსური/ინტეგრირებული მიდგომით, რაც გულისხმობს მრავალი მნიშვნელოვანი ფაქტორის გათვალისწინებას, მათ შორის უსაფრთხოების უზრუნველყოფას, ენერჯოეფექტურობას, ფუნქციასთან შესაბამისობას, კომფორტს, ესთეტიურობას, მისადგომობას, ეკონომიურობას და სხვას.

პროექტირების ადრეულ სტადიაზე პროფესიონალებს შორის გამოცდილების გაზიარებამ შეიძლება აამაღლოს დამპროექტებელთა მთელი გუნდის შემოქმედებითი შესაძლებლობები და გააჩინოს კრეატიული იდეები შენობათა მრავალფუნქციური სისტემების შესაქმნელად. მაგალითისათვის, რეინაბეტონის კედელს, რომელიც უზრუნველყოფს შენობის კონსტრუქციულ მდგრადობას, შეუძლია შეასრულოს ისეთი ფუნქციები, როგორებიცაა ტერაქტისაგან დაცვის ფუნქცია და ტრომბული კედლის ფუნქცია (მასიური კედელი რომლის მეშვეობით ხდება მზის ენერჯის აბსორბცია, შემდეგში კი მისი ემისია) პასიური ენერჯის დასაკონსერვებლად. ამის შედეგად მიიღწევა ენერჯოეფექტურობა, კომფორტულობა და, ამავე დროს – უსაფრთხოება. საბოლოო ჯამში შენობა იძენს ენერჯოეფექტურობის სტატუსს. ესეთი კონცეპტუალური ჩარჩო იქმნება კომპლექსური/ინტეგრირებული პროექტირების ადრეულ ეტაპზე და იძლევა გრძელვადიან სარგებელს შენობა-ნაგებობის მთელი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე.



სურ. 1

სასურველი პროექტის შესაქმნელად სჭირო ხდება შენობა-ნაგებობების ინდუსტრიაში მოდელზე ეყვლება დარგის პროფესიონალის გამოცდილების გათვალისწინება. ასეთი კოორდინირებული მოქმედების საშუალებას იძლევა თანამედროვე კომპიუტერული ტექნოლოგიები და ქსელური სისტემები, როგორცაა შენობათა ინფორმაციული მოდელირება (BIM). ასეთი მოდელირების დროს არქიტექტორის მიერ შექმნილი შენობის ციფრული მოდელი გადაეცემა კონსტრუქტორს, კონსტრუქტორის მიერ კორექტირებული მოდელი უბრუნდება არქიტექტორს, შემდეგში იგივე მოდელი გადაეცემა მექანიკური მოწყობილობების ინჟინერს (HVAC), შემდეგში ელექტრო ინჟინერს, და ა.შ. სანამ მოდელი არ მიიღებს საბოლოო სახეს. სურათი 2 უჩვენებს მოდელირების პროცესულურ გრაფიკს.



სურ. 2

სამგანზომილებიანი მოდელირება პროექტირებაში ჩართულ სხვადასხვა პროფესიის ადამიანებს რისკების უკეთ გაანალიზების საშუალებას აძლევს. არსებული რეალობიდან გამომდინარე არქიტექტორთა ის ჯგუფები, რომელთაც უხდებათ აფეთქებაგამძლე (რეზისტენტულ) შენობების დაპროექტება, მუდმივი კონსულტაციის რეჟიმში იმყოფებიან უსაფრთხოებისა და სამხედრო სამსახურის ექსპერტებთან, საკანონმდებლო უწყების პირებთან და სხვადასხვა სფეროს კონსულტანტებთან. არქიტექტორთა ესეთ ჯგუფს „უსაფრთხოების პროექტირების ჯგუფს“ უწოდებენ (Security Design Team)[1].

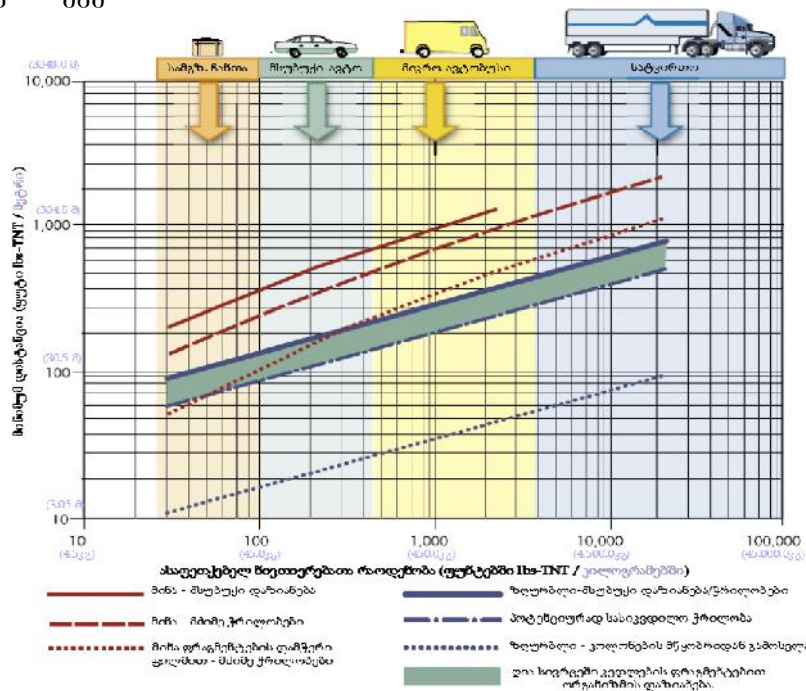
მაღალეფექტური, უსაფრთხო შენობის დაპროექტებისას არქიტექტორის მოვალეობაა მაშველების, მეხანძრეების და სასწრაფო დახმარების სამოქმედო გეგმის გათვალისწინება. ხშირ შემთხვევაში ასეთი შენობები, როგორც წესი, აღჭურვილია ტყვიანობის ფანჯრებით, ამიტომაც მაშველებს უძნელდებათ მინის ჩამსხვრევა და შენობაში ფანჯრიდან შეღწევა სამაშველო ოპერაციების ჩასატარებლად. ისეთ შენობაში სადაც ძნელია შეღწევა და ვენტილაციაც

¹Handbook for Blast Resistant Design of Buildings, Edited by Donald O. Dusenberry.

მინიმალურია, ხანძრის ლიკვიდაციისათვის მეხანძრეებს სჭირდებათ სპეციალური მოწყობილობები და არაორდინალური მიდგომები. ამ და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით პროექტირების ჯგუფს უხდება დამატებითი ზომების მიღება, რაც საგრძნობლად ზრდის ფინანსურ ხარჯებს ფუნქციურად სრულყოფილი შენობის მისაღებად.

მინიმალური დისტანცირების ზონა. პოტენციური საფრთხის ათვლის წერტილიდან, შენობა ნაგებობის დისტანცირება ითვლება ყველაზე მნიშვნელოვან ფაქტორად, რომელიც აფეთქების შემთხვევაში უზრუნველყოფს შენობის მდგრადობას. რაც უფრო დიდია მანძილი აფეთქების წერტილიდან მით უფრო ნაკლებია შენობაზე დამანგრეველი ტალღის ზემოქმედება. სამიზნე ობიექტთან (ჩვენს შემთხვევაში საპროექტო შენობასთან) პოტენციური თავდამსხმელის მიერ ასაფეთქებელი მოწყობილობის მიახლოებით გამოწვეული რისკებისა და აფეთქებით გამოწვეული დაზიანებების გათვალისწინებით შესაძლებელი ხდება პრევენციული ზომების გატარება. ეს იძლევა იმის საშუალებას, რომ თავიდან იქნეს აცილებული შენობის კონსტრუქციული ნაწილის ჩამოშლა და მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი ადამიანთა ფიზიკური დაზიანებები. საერთაშორისო ორგანიზაციები და სამოქალაქო სექტორის არქიტექტორები ხშირად სარგებლობენ ამერიკის შეერთებული შტატების თავდაცვის სამინისტროს (Department of Defense (DoD)) მიერ შემუშავებული რეკომენდაციებით.

განსაზღვრული რაოდენობის ასაფეთქებელი ნივთიერების გამოყენებითა და მოცემული დისტანციის გათვალისწინებით (სურათი 3) საშუალებას იძლევა განისაზღვროს თუ რა დონის ზიანს მიღებს შენობა-ნაგებობა ტერორისტული თავდასხმის შემთხვევაში.



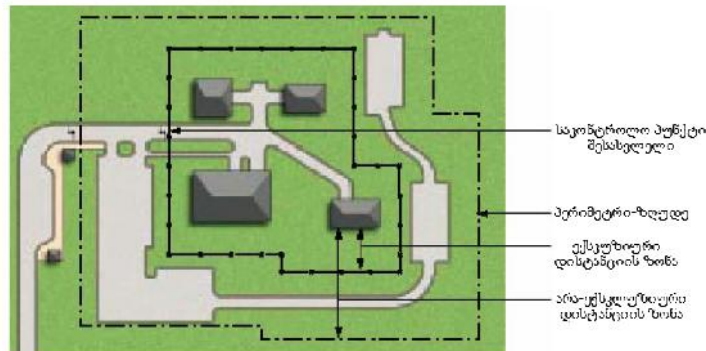
სურათი 3. აფეთქების სპექტრი და გარემოზე ზემოქმედების ეფექტები (წყარო:

Defense threat reduction agency^[2]. აშშ).

რისკების ანალიზის შედეგად უნდა განისაზღვროს პოტენციური საფრთხეები და ასაფეთქებელი მოწყობილობების გამოყენების შესაძლებლობები რეგიონში. ამიტომაც ხშირ შემთხვევაში აუცილებლობას წარმოადგენს პროექტირებაში უსაფრთხოების სფეროში მომუშავე კონსულტანტების ჩართვა.

²<http://www.dtra.mil/>

მაღალი რისკების ზონაში განთავსებული შენობა ნაგებობების დაცვისას ხდება ზონების პრიორიტეტებად დაყოფა დამცავი ბარიერების მეშვეობით. ექსკლუზიური დისტანციების ზონა განთავსებულია ტერიტორიის შუა ნაწილში სადაც მთავარი შენობა-ნაგებობებია განთავსებული (იხილეთ სურათი №4). იმის გათვალისწინებით რომ მანქანებს შეუძლიათ გაცილებით მეტი ასაფეთქებელი ნივთიერების გადატანა ექსკლუზიური ზონა მხოლოდ ქვეითად გადაადგილების შესაძლებლობას იძლევა დაცვის თვალსაზრისით მეორეხარისხოვანი შენობებისათვის (საწყობები, სახელოსნოები, ავტოსადგომები) განკუთვნილია არაექსკლუზიური დისტანციის ზონა. საკონტროლო პუნქტზე ავტომანქანების საგულდაგულო შემოწმების შემდეგ შესაძლებელი ხდება მათი პარკირება არაექსკლუზიურ ზონაში.



სურ. 4 დასაცავი ტერიტორიის დაყოფა ექსკლუზიური და არაექსკლუზიურ ზონებად. თანამედროვე არქიტექტურაში არსებობს მაგალითები როდესაც არსებული ტერიტორია გამოიყენება პოტენციური საფრთხის დისტანციებისათვის, ეს შეიძლება იყოს სკვერი, ტბა, წყალსაცავი, ზღვის სანაპირო და ა.შ. ინტეგრირებული პროექტირება და სწორი სტრატეგიის შემუშავება შესაძლებელს ხდის უსაფრთხოების ზომების შერწყმას ესთეტიკასთან.

არაერთი თანამედროვე შენობის ჩამოთვლა არის შესაძლებელი, რომლის განთავსებაც უსაფრთხოებისა და ესთეტიკის შერწყმის მიზნით მოხდა ხელოვნურად გაშენებულ კუნძულზე ან ნახევარკუნძულზე. ქვემოთ განთავსებული სურათები დანიის დედაქალაქ კოპენჰაგენში აშენებული მაღალეფექტური შენობების ილუსტრაციაა, რომლებიც თანამედროვე მოთხოვნების სრული გათვალისწინებითაა აშენებული. აღსანიშნავია დანიის სახელმწიფოს ამბიციური გეგმა, 2025 წლისათვის კოპენჰაგენი აქციოს მსოფლიოში პირველ მწვანე დედაქალაქად, რომელსაც სასათბურე გაზების გამოყოფის ნულოვანი მაჩვენებელი ექნება, ხოლო 2050 წლისათვის დანიის სახელმწიფო გეგმავს სრულიად განთავისუფლდეს მიწისქვეშა წიაღისეულის ენერჯო-მოხმარებისაგან. შესაბამისად არქიტექტურა და სამშენებლო ინდუსტრია ახალი გამოწვევების წინაშე დგას.



ოპერის სახლი (კოპენჰაგენი)



სასწავლო ცენტრი (კოპენჰაგენი)



გაეროს შტაბბინა (კოპენჰაგენი)

ავტომობილის მყისიერი შეჩერების ბარიერები. დღევანდელი ურბანიზაციის პირობებში მინიმალური დისტანცირების უზრუნველყოფა ტერიტორიულ სირთულეებთან არის დაკავშირებული, თუმცა კრეატიული არქიტექტურული გადაწყვეტილებები სასურველ შედეგებს იძლევა. მყისიერი შეჩერების ბარიერები გამოიყენება შენობა-ნაგებობების ასფეთქებელი ნივთიერებებით დატვირთული ავტომანქანისაგან დასაცვად.

მათი დაჯგუფება შემდეგნაირად ხდება:

➤ პასიური ზომები.

- ა. სტატიკური ბოლარდები
- ბ. მიწაყრილები და ორმოები
- გ. რკინის კონსტრუქციის გალავანი
- დ. რკინაბეტონის საყვავილებები



ა.



ბ.



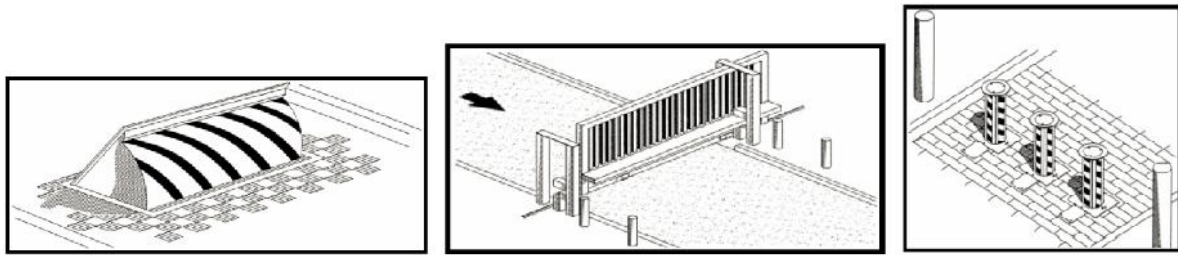
გ.



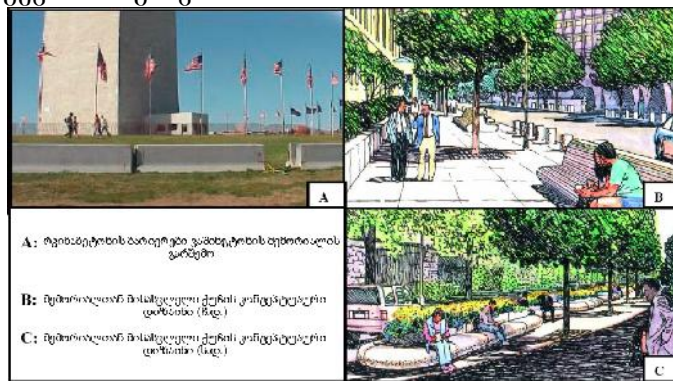
დ.

➤ აქტიური ზომები

- ე. ასაწვეი ბარიერები
- ვ. ჰიდრაულიკური ბარიერები
- ზ. მოძრავი გალავანი



მათი გარემოსთან ესთეტიკური მორგება არქიტექტორებისათვის ერთერთი მნიშვნელოვანი საზრუნავია. მე-5 სურათზე ნაჩვენებია ვაშინგტონის მემორიალის ირგვლივ განთავსებული რკინა ბეტონის ბარიერების ჩანაცვლების კონცეფცია გამწვანებული სკვერით, სადაც მყისიერი შეჩერების ბარიერების როლს ასრულებენ საყვავილეები და სკვერის სკამები.



სურათი 5

ზემოთ აღნიშნულ დეტალებზე და სხვა არაერთ მნიშვნელოვან ფაქტორზე არის გამახვილებული ყურადღება ამერიკის არქიტექტორთა ინსტიტუტის (AIA) მიერ შემუშავებულ რეკომენდაციებში, არქიტექტორებისა და დიზაინერებისათვის.

პერიმეტრის უსაფრთხოების ზომების გათვალისწინება, ლანდშაფტის კეთილმოწყობის პროექტირებისას.	პერიმეტრის უსაფრთხოებისა და ლანშაფტის ესთეტიკური შერწყმა: ხელსაყრელი მისადგომი, მინიმალური დისტანცირების ზონა, მწვანე სახურავი ა.შ
ბარიერების გამოყენება ავტომანქანების მყისიერი შეჩერებისათვის.	ეკოლოგიურად სუფთა ბუნებრივი ბარიერების მოწყობა (ხეების, საყვავილეების და სკვერების განთავსება, შადრევნებისა და რეკრიაციული ტერიტორიების ინტეგრირება უსაფრთხოების მიზნით).
საერთო შესასვლელების კონტროლი.	უცხო პირთა მიმოსვლის მინიმუმამდი დაყვანა, ბუნებრივი განათების მაქიმალურად გამოყენება.
ადვილად ხელმისაწვდომი დიოზების დაცვა (პრიველი სართულის ფანჯრები და კარები).	გისოსები და დამცავი მექანიზმების მოწყობა, ბუნებრივი განათების დახშობის გარეშე.
ლიფტებისა და პარკირების სათანადო ელექტრო მოწყობილობით აღჭურვა.	ენერგო ეფექტური სისტემებისა და განახლებადი ენერჯის გამოყენება.
კრიტიკულად ფუნქციური სისტემების სათანადოდ დაცვის უზრუნველყოფა (ინფორმაციული ტექნოლოგიები, კრიტიკული მექანიკური სისტემები)	ავტონომიური, სპეციალურად ფუნქციური სისტემებისათვის განკუთვნილი ვენტილაციის/კონდენცირების მოწყობა.
მეთვალყურეობა	
კარებისა და ფანჯრების განთავსება კარგი ხილვადობით.	დღის სინათლესთან დაკავშირებული წესების გათვლით[3].
თავდამსხმელთათვის მისამალი ადგილების არარსებობა	

³<http://www.wbdg.org/resources/daylighting.php>

-

«

»

ტერიტორიების დაყოფა საზოგადოებრივ და პრივატულ ზონებად.	გზამკვლევი ნიშნების მოწყობა.
საზოგადო მოხმარების (მაგ. სპირპარემო) ადგილების სამეთვალყურეო არეალში მოქცევა	
კრილიმინალისაგან დამცავი მოწყობილობები, სათვალთვალო კამერები.	შენობის კონტროლის სისტემაში ინტეგრირება, ენერგოეფექტური განათებისა და სისისტემების გამოყენებით. დაბალი განათებით ან განათების გარეშე ფუნქციონირებადი კამერების გამოყენება, ელექტროენერჯის დაზოგვის მიზნით.
ბალისტიკური გამძლეობა	
შენობის კონსტრუქციის დაპროექტება ბალისტიკური რეზისტანტობის სტრატეგიის გათვალისწინებით რათა არ მოხდეს შენობის უეცარი ჩამოშლა.	პასიური მზის ენერჯის კონსერვირების მეთოდების გამოყენებით (მაგ. ტრომბული კედლების გამოყენება). მდგრადი/ეკოლოგიურად სუფთა მასალების გამოყენება.
შენობა ნაგებობის ფორმისა და კონფიგურაციის დაგეგმარება ბალისტიკური რეზისტანტობის სტრატეგიის გათვალისწინებით.	პასიური მზის ენერჯის კონსერვირების მეთოდების გამოყენებით
მინიმალური დისტანციების ზონის გათვალისწინება.	
ფანჯრების განთავსება აფეთქების ეფექტის გათვალისწინებით.	ფრაგმენტების დამჭერი ფირის გამოყენება რომელიც ასევე უზრუნველყოფს ენერგოეფექტურობას.
ფასადის მოსაპირკეთებელი საშუალებების შერჩევა აფეთქების ეფექტის გათვალისწინებით.	ეკოლოგიურად სუფთა მასალების გამოყენება თერმული უპირატესობის გათვალისწინებით.
უფუნქციო ჩუქურთმებისა და გაფორმებების თავის არიდება, რომელთა ფრაგმენტებსაც შეუძლიათ ზიანის მიყენება	ესთეტიკის მიზნით მზის კონტროლისა და საჩრდილობელი მოწყობილობების ფასადთან ინტეგრირება.
ქიმიური, ბიოლოგიური, რადიაციული საფრთხეები	
შენობაში სუფთა ჰაერის მიმწოდებელი არხების დაცულ ადგილას განთავსება.	ენერგო ეფექტური კონდენცირებისა და ვენტილაციის სისტემებში ინტეგრირება.
შენობაში შემავალი ჰაერის ფილტრაციის უზრუნველყოფა.	შენობის კონტროლის სისტემაში ინტეგრირება,
იშვით გამოყენებაში არსებული ფართების დაცვა (საწყობი, მექანიკური მოწყობილობების ოთახი, ტვირთის მიმღები ტერიტორია).	ავტონომიური, სპეციალურად ფუნქციური სისტემებისათვის განკუთვნილი ვენტილაციის/კონდენცირების მოწყობა.
სათადარიგო/ადეკვატური გეგმის მომზადება ბიოქიმიური თავდასხმის შემთხვევაში.	
ენერგო უსაფრთხოება	
ეფექტური სისტემების შექმნა	ენერგოდამოკიდებულების მინიმუმამდი დაყვანა. ენერგოეფექტური სისტემების გამოყენება. განახლებადი ენერჯების გამოყენება.
მოზინადრეთა ჯანმრთელობაზე და უსაფრთხოებაზე ზრუნვა	
დიზაინ სტრატეგია, რომელიც გამორიცხავს ან შეამცირებს ინციდენტებს.	უსაფრთხოების მექანიზმების ინტეგრირება მდგრად ტექნოლოგიებთან, ავტომატიზირებული მართვის სისტემების გამოყენებით.
ჯანმრთელობის საფრთხეების პრევენცია.	ბუნებრივი და მექანიკური ვენტილაციის გამოყენება, ავტომატიზირებული მართვის სისტემებში ინტეგრირებით.
სიმაღლიდან ვარდნის ინციდენტების პრევენცია.	მოაჯირებისა და დამცავი სისტემების ეკოლოგიურად სუფთა

	მასალებით გამოყენება. ავტომატურად მართვადი ფანჯრების უსაფრთხოების ზომებით უზრუნველყოფა.
მოცურების, წაბორძიკებისა და დაცემის საფრთხის პრევენცია.	დღის სინათლის ინტეგრირება შიდა განათების სისტემაში. ენერგო ეფექტური (LED) ნათურების გამოყენება. ელექტროლუმინიზირებული ტექნოლოგიების გამოყენება რაც არ საჭიროებს დენის წყაროს.
ელექტრო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.	პრაქტიკაში არსებული რეკომენდაციებისა და სტანდარტების დაცვა ფოტოვოლტური სისტემებისა და განაწილებული ენერგეტიკული რესურსების გამოსაყენებლად, როგორცაა მიკროტურბინები და გონიერი ქსელები.
ჯანმრთელობისათვის საშიში მასალების ზემოქმედების აღმოფხვრა. (მაგ, აქროლადი ორგანული ნაერთები (VOCs) და ფორმალდეჰიდი, ტყვიის შემცველი მასალები და აზბესტით გადახურულიძველი შენობები).	ეკოლოგიურად სუფთა/მდგრადი მასალების გამოყენება(მაგალითად, საღებავი რომელიც არ შეიცავს აქროლვად ორგანულ ნივთიერებებს (VOCs), ფორმალდეჰიდის შემცველი პანელები, და ა.შ.) სპეციალურად განკუთვნილი სავნტილაციო სესტემები: ლაბორატორიებში, გზავნილების მიმღებ ოთახებში, ტვირთის მიმღებ ზონებში და ა.შ.
შენობაში ჰაერის ხარისხის უზრუნველყოფა და კონტროლი, ადვკატური ვენტილაციით.	ბუნებრივი და მექანიკური ვენტილაციის გამოყენება, ავტომატიზირებული მართვის სისტემებში ინტეგრირებით.
ერგონომიული სამუშაო პირობების შექმნა, რათა თავიდან აცილებულ იქნას ორგანიზმის დეფორმაციასთან და კუნთოვან დარღვევებთან დაკავშირებული რისკები.	მდგრადი/ეკოლოგიურად სუფთა მასალების გამოყენება, მათ შორის, განახლებული ავეჯისა და არატოხსიკური შემადგენლობის მასალების გამოყენება.
შენობის ეფექტური ექსპლუატაციისათვის ტექნიკური მომსახურების უზრუნველყოფა.	შენობის ექსპლუატაციაში შესვლისას არსებული სისტემების ეფექტური მართვის უზრუნველყოფა, ავტომატიზირებული მართვის სისტემებში ინტეგრირებით.
ხშირი მოხმარების ნივთებისა და მასალების სათანადო პირობებში მიღება, გაცემა და შენახვის უზრუნველყოფა.	შენობის ეფექტური ექსპლუატაციისათვის ტექნიკური მომსახურების პირობების დაცვით.

ლიტერატურა

1. Handbook for Blast Resistant Design of Buildings, Edited by Donald O. Dusenberry. 2010
2. Defense Threat Reduction Agency. <http://www.dtra.mil/>. 10.11.2015
3. State of Green. www.stateofgreen.com 14.02.2016
4. Whole Building Design Guide. <http://www.wbdg.org/resources/daylighting.php>. 05.06.2016
5. Source: Building Security Through Design: A Primer for Architects, Design Professionals, and their Clients by The American Institute of Architects. Washington, DC: AIA, p. 15. 06. 2015
6. Source: WBDG Safe—Ensure Occupant Safety & Health. 15.05.2015

სსფალტბეტონის კომპოზიტური მასალების
სტრუქტურების მათემატიკური მოდელირების საფუძვლები
მ. სულამანიძე

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

რეზიუმე: ასფალტბეტონის ნარეგების ძერისადმი მდგრადობისა და ცვეთამდეღვობის ამდლების მიზნით უკანასკნელ დროს ფართოდ გამოიყენება კომპოზიტური მასალები. განსაკუთრებით აღსანიშნავია პოლიმერბიტუმის შემკვრელები, რომელთა ბაზაზე მომზადებული ასფალტბეტონის ნარეგები გამოირჩევა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესებული მახასიათებლებით.

კომპოზიტური მასალების სტრუქტურის შერჩევაში მათემატიკური მოდელირების გამოყენებამ ფართო გაქანება მოიპოვა საგზაო მშენებლობაში. მათემატიკური მოდელირების გამოყენება საშუალებას იძლევა შევარჩიოთ მასალების ოპტიმალური ფრაქციული შემადგენლობა, რაც უზრუნველყოფს ექსპლუატაციის პირობებში მათი ხარისხისა და საიმედოობის ამდლებას და საჭირო თვისებების მქონე ახალი მასალების შექმნას.

საკვანძო სიტყვები: გზა, ასფალტბეტონი, კომპოზიტური მასალები, მოდიფიცირებული ასფალტბეტონი, მათემატიკური მოდელი, სტრუქტურის ელემენტები, ელემენტების მატრიცა.

1. შესავალი

მათემატიკური მოდელირება ითვალისწინებს მოცემული ფიზიკური მოვლენის შინაარსს და იხილავს მხოლოდ მათემატიკურ განტოლებებს, რომელთა მეშვეობით აღწერილი იქნება მოცემული ფიზიკური მოვლენა, ამასთან ფიზიკური მოვლენის აღწერილობიდან ხდება იმ განტოლებებისა და პარამეტრების შერჩევა, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ ამ მოვლენის მიმდინარეობაზე.

კომპოზიტური მასალების სტრუქტურის საბოლოო მათემატიკური მოდელი წარმოადგენს სტრუქტურის ყველა ელემენტის განზოგადებული კოორდინატების მატრიცას, რომელთა განთავსება და გაანგარიშება ხდება სპეციალური მოდელირებადი ალგორითმების მეშვეობით სათანადო სიმძლავრის კომპიუტერებით.

2. ძირითადი ნაწილი

კომპოზიტური მასალების სტრუქტურის მათემატიკური მოდელის შექმნისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ მათემატიკური მოდელირების საერთო პრინციპებით.

პირველ რიგში, მათემატიკური მოდელი ითვალისწინებს კონკრეტულ ფიზიკურ შინაარსს და იხილავს მოცემული ფიზიკური მოვლენის მხოლოდ მათემატიკურ მხარეს, განიხილავს მხოლოდ მათემატიკურ განტოლებებს, რომელთა მეშვეობით შეიძლება აღწერილი იქნას მოცემული ფიზიკური მოვლენა.

მეორეს მხრივ, ფიზიკური მოვლენის ყველა მათემატიკური აღწერილობიდან არჩევენ იმ განტოლებებსა და პარამეტრებს, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ ამ მოვლენის მიმდინარეობაზე. შეუძლებელია საერთო უნივერსალური მოდელის შექმნა, რომელსაც შეეძლება აღწეროს მოცემული ფიზიკური მოვლენის ყველა პროცესი. ნებისმიერი მათემატიკური მოდელი შეფარდებითია ამოცანის გადაწყვეტის სისტემის მიმართ. მათემატიკურ მოდელში ძირითადია ასპექტების გამოყოფა-გამოკვლეული იქნას მთელი რიგი ერთგვაროვანი მოვლენები და მეორეს მხრივ, გაანალიზებული იქნას ამა თუ იმ გვერდითი მოვლენის გავლენა, რომლებიც არ

-

«

»

აისახება ძირითად მოდელში მათემატიკურ მოდელში შესაბამისი შესწორებებისა და დაზუსტებების შეტანის გზით.

კომპოზიციური სამშენებლო მასალების თვისებების მათემატიკური მოდელის აგების თეორიული და ორგანიზაციული საფუძვლები ეფუძნება ევრეტწოდებულ „კვეთი“-ს კანონს. იგივე პრინციპები მისაღებია არაერთგვაროვანი მასალების სტრუქტურის მათემატიკური მოდელირების შექმნისათვისაც.

მათემატიკური მოდელის აგება დამოკიდებულია სტრუქტურის ტიპზე და კომპოზიციის გამოსაკვლევი ფიზიკო-სტრუქტურული თვისებების ნაკრებზე.

მასალის ფიზიკო-სტრუქტურული თვისებების გარკვეული სპექტრის გამოკვლევის მიზნით, შეუძლებელია თავიდანვე საკმარისი სიზუსტით შევარჩიოთ საჭირო მათემატიკური მოდელი.

თეორიული კვლევის განხორციელების პროცესში და მათი შედეგების შედარებით ექსპერიმენტალურ კვლევებთან შესაძლებელია მათემატიკური მოდელის დაზუსტება, რომელთაც შეიძლება ქონდეთ არაერთგვაროვანი ხასიათი ფიზიკო-სტრუქტურული თვისებების განსხვავებული ტიპებისათვის.

მიღებული თეორიული მონაცემების დადასტურება შედარებითი კვლევებით იძლევა საშუალებას, რათა მოცემული მათემატიკური მოდელი ჩაითვალოს საკმარისად, რომ გავხადოთ ის უფრო ეკონომიური, შეიძლება ვეცადოთ აღმოვფხვრათ ზოგიერთი ადრე შეტანილი დაზუსტებები, რომლებიც არ ახდენენ ან ძალიან სუსტ გავლენას ახდენენ საკვლევ თვისებებზე.

ჩვეულებრივ ერთი ტიპის ფიზიკო-სტრუქტურული პარამეტრების რიცხვი გარკვეულად უმნიშვნელოა, ამიტომ კომპოზიციური მასალების ტიპების რაოდენობაც შეზღუდულია. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია მასალების ცალკეული ნაკრებისათვის და მათი ფიზიკო-სტრუქტურული მახასიათებლებისათვის შევუთავსოთ სტრუქტურის ესა თუ ის მათემატიკური მოდელი, რომელიც ყველაზე სრულად და ოპტიმალურად მოერგება ამ ნაკრებს. ასეთი შესაბამისობის განსაზღვრის შემდეგ შედარებითი ექსპერიმენტალური კვლევების რაოდენობა შეიძლება შევამციროთ ან მთლიანად გამოვრიცხოთ.

ძირითადი სირთულე სტრუქტურის მატემატიკურ აღწერაში განპირობებულია უმრავლესი პრაქტიკული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი კომპოზიციური მასალების სტატისტიკური ხასიათით. შესაბამისად ასეთი სისტემა არ შეიძლება აღწერილი იყოს სტაციონალური განტოლებების სასრული რიცხვით.

კომპოზიციის სტრუქტურის ბოლო მათემატიკური მოდელისათვის დამახასიათებელია ორგვაროვნება, რაც იმაში გამოიხატება, რომ ერთის მხრივ სტრუქტურის კომპონენტების განაწილებას აქვს შემთხვევითი ხასიათი, მეორეს მხრივ, სტრუქტურა აღიწერება სასრული რაოდენობის განტოლებით.

ეს ორგვაროვნება შედის ნაჩვენებ საბოლოო განტოლებათა სისტემაში სპეციალური პარამეტრებით, რომელთაც აქვთ შემთხვევითი ხასიათი.

ამავე დროს განტოლებათა სისტემის სასრულობა საშუალებას იძლევა პრინციპულად განვახორციელოთ ყველა გამოსაკვლევი ფიზიკო-სტრუქტურული პარამეტრების რაოდენობრივი ანგარიში. ამგვარად სტრუქტურის სასრული მათემატიკური მოდელის ორგვაროვნება არ ეწინააღმდეგება სტატისტიკური გამოცდის მეთოდით არაერთგვაროვანი კომპოზიციის თეორიული კვლევის არჩეულ პრინციპებს.

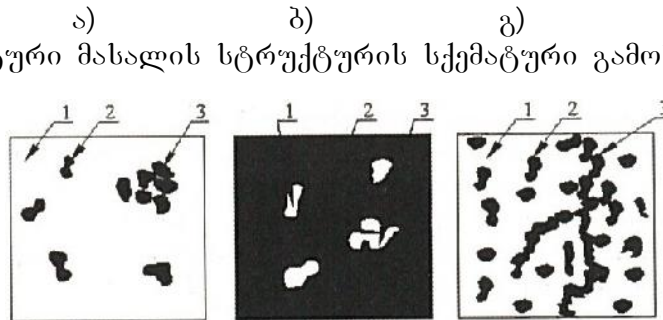
სტრუქტურის საბოლოო მათემატიკურ მოდელში წარმოდგენილი სტატისტიკური კომპოზიციის მოცულობა უნდა იქნას შეზღუდული ყველა განზომილებაში. თუმცა სტრუქტურის ელემენტები განაწილებულია ამ მოცულობაში შემთხვევითი სახით, თითოეული კონკრეტული ელემენტის მდებარეობა მოცემულ კონკრეტულ მოცულობაში სრულად განსაზღვრულია, რაც მთლიანად გამოისახება ამ ელემენტის კოორდინატების შერჩეულ სისტემაში, ამასთან კოორდინატების

რაოდენობა შეესაბამება სტრუქტურის ელემენტების ფორმას. მაგალითად, სფეროს ფორმის ელემენტების კომპოზიციისათვის თითოეული ელემენტის მდებარეობა განისაზღვრება სამი კოორდინატით.

განვიხილოთ სქემატურად კომპოზიტური მასალის სტრუქტურა შემავსებლის განსხვავებული მოცულობითი კონცენტრაციით (ნახ.1).

დავუშვათ, რომ შემავსებლის მოცულობითი კონცენტრაციის გაზრდას მოსდევს კომპოზიტური მასალის რომელიმე თვისების გაუმჯობესება. მაგალითად, იმ შემავსებლის რაოდენობის ზრდასთან ერთად, რომლის სიმტკიცე უფრო მაღალია ვიდრე სხვა შემავსებლისა, იზრდება კომპოზიტის სიმტკიცე.

ნახ.1. კომპოზიტური მასალის სტრუქტურის სქემატური გამოსახულება



„შემავსებელი-შემაკავშირებელი მატრიცა“ შემავსებლის განსხვავებული მოცულობითი კონცენტრაციით. 1-მატრიცა; 2-შემავსებელი; 3-კლასტერი

კომპოზიტის თვისების ხარისხობრივი დამოკიდებულება შემავსებლის მოცულობით კონცენტრაციაზე გამოსახულია (ნახ.1)-ზე. აქედან კომპოზიტის ნებისმიერი სტრუქტურა, რომელიც შეზღუდულია შერჩეული მოცულობით, განისაზღვრება მთლიანად სტრუქტურის ცალკეული ელემენტის განზოგადებული კოორდინატების ნაკრებით, რომლის სისტემაც შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ამ კოორდინატების მატრიცით, რომლის შენახვა ხდება კომპიუტერის მეხსიერებაში. ნებისმიერი სტრუქტურული დახასიათება, რომელიც დამოკიდებულია მხოლოდ გამოსაკვლევი სტრუქტურის კომპონენტების გეომეტრიულ განაწილებაზე, შეიძლება გაანგარიშებული იქნას ამავე კომპიუტერზე სპეციალური ალგორითმების მიხედვით.

მათი რაოდენობრივი დახასიათება მთლიანად განისაზღვრება კოორდინატების მატრიცის ელემენტებით, რომელიც ინახება კომპიუტერის მეხსიერებაში. მოცემული სასრული მათემატიკური მოდელით წარმოდგენილი მოცულობა შეზღუდულია კომპიუტერის მეხსიერების ტევადობით, რომელსაც შესწევს უნარი შეინახოს მატრიცის ელემენტების განზოგადებული კოორდინატების რიცხვითი მნიშვნელობები. ასეთი მატრიცის ანგარიში აგრეთვე უნდა გაწარმოთ სპეციალური პროგრამებისა და ალგორითმების მიხედვით.

კომპოზიტური მასალების ფიზიკური თვისებების გამოკვლევისათვის სტრუქტურის კომპონენტების გეომეტრიული განლაგების გარდა აუცილებელია ვიცოდეთ თითოეული ელემენტის ფიზიკური თვისებები. სტრუქტურის ელემენტების ყველა ფიზიკური პარამეტრები, რომლებიც სავალდებულოა მოცემული კვლევისათვის, უნდა იყოს მოცემული რიცხობრივი პარამეტრების სახით, რომლებიც ქმნიან მატრიცას და რომელიც შეიძლება შევუსაბამოთ განზოგადებულ კოორდინატების მატრიცას.

განზოგადებული კოორდინატების მატრიცის სისტემაში კომპოზიტის თითოეული ელემენტს უკავია მატრიცის ერთი სტრიქონი, მათ შორის კომპონენტს, რომელიც წარმოადგენს გარემოს შემავსებელს. მატრიცის სტრიქონი წარმოადგენს სტრუქტურის მოცემული ელემენტის ყველა აუცილებელი ფიზიკური პარამეტრების გეომეტრიულ კოორდინატებს და რიცხობრივ მახასიათებლებს.

ამ მატრიცის ანგარიში და განაწილება ხდება მოდელირებადი ალგორითმის სპეციალური პროგრამით, ხოლო მატრიცის ელემენტების ამოკრეფის წესი კომპოზიციის ფიზიკო-სტრუქტურული მახასიათებლების ანგარიშის დროს განისაზღვრება სხვა ალგორითმით, რომელიც დამუშავებულია მოცემული მათემატიკური მოდელისათვის. განზოგადებული კოორდინატების მატრიცისა და რიცხობრივი ფიზიკო-სტრუქტურული მახასიათებლების ანგარიში ხდება ერთი და იმავე კომპიუტერზე.

ამგვარად კომპოზიციური მასალების სტრუქტურის საბოლოო მათემატიკური მოდელი წარმოადგენს სტრუქტურის ყველა ელემენტის განზოგადებული კოორდინატების მატრიცას, რომლის განთავსება და გაანგარიშება ხდება სპეციალური მოდელირებადი ალგორითმების მეშვეობით კომპიუტერებზე.

ყველაზე მარტივი, ეკონომიური და ეფექტურია სტრუქტურების მოდელი, სადაც ელემენტები წარმოდგენილია სფეროს ფორმით. განზოგადებულ კოორდინატთა მატრიცას ამ შემთხვევაში გააჩნია სვეტების მინიმალური რაოდენობა, რაც თავის მხრივ ზრდის სტრიქონების რაოდენობას, რომლებიც შეესაბამება მოცემული საბოლოო მათემატიკური მოდელის შეფუთვაში არსებული ელემენტების რაოდენობას, ამგვარად იზრდება წარმოდგენითი მოცულობა.

აღნიშნული მატრიცის ანგარიში, აგრეთვე ფიზიკო-სტრუქტურული პარამეტრების კვლევა ამ შემთხვევისათვის იქნება ყველაზე მარტივი და ეკონომიური.

მითუმეტეს ახალი მარტივი მათემატიკური მოდელის მეშვეობით შეიძლება გაანგარიშებული იქნას ფიზიკო-სტრუქტურული პარამეტრები, თუნდაც სტრუქტურები, რომელთა ელემენტების ფორმა განსხვავებულია იზომეტრიულისაგან.

მოცემული მათემატიკური მოდელის შემთხვევაში ცდომილება ანგარიშში დევს სტატისტიკური შეცდომის ფარგლებში, ამიტომ მოცემული პარამეტრებისათვის არ უნდა იქნას გათვალისწინებული სტრუქტურის ნაწილაკების რეალური ფორმის სფერული ფორმისაგან გადახრა.

ნაწილაკების ფორმაზე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული კომპოზიციური მასალების მექანიკური სიმტკიცის პარამეტრები, აგრეთვე მათი სტრუქტურული მახასიათებლების რიგი.

ამიტომ სფერული ელემენტების შევსების მქონე მათემატიკური მოდელის შეიძლება გამოკვლეული იქნას მასალები იზომეტრიული ფორმის ელემენტებით, იშვიათად-მასალები სტრუქტურის შევსების მცირე სიმჭიდროვით არაიზომეტრიული ფორმის სხეულებით. აქედან გამომდინარე არასფერული ფორმის ელემენტების მქონე კომპოზიციების ფიზიკო-სტრუქტურული თვისებების გამოკვლევის მიზნით უნდა იქნას აგებული გაცილებით რთული მათემატიკური მოდელი ელემენტების რეალური ფორმის გათვალისწინებით. ე.ი. დავამუშაოთ განზოგადებულ კოორდინატთა მატრიცა სვეტების დიდი რიცხვით.

ეს პროგრამები გაცილებით დიდი მოცულობისაა და გააჩნიათ გაცილებით ნაკლები სწრაფქმედება, ამასთან ისინი ეფექტურია გაანგარიშებული მახასიათებლების ჭეშმარიტების თვალსაზრისით.

3. დასკვნა

კომპოზიციური მასალების, კერძოდ პოლიმერბიტუმის შემკვრელების ბაზაზე მომზადებული ასფალტბეტონის ნარევეები გამოირჩევა მნიშვნელოვანად გაუმჯობესებული მახასიათებლებით, როგორც ძვრისადმი მდგრადობით ისე ცვეთამედეგობის კუთხით.

კომპოზიციური მასალების სტრუქტურის შერჩევაში მნიშვნელოვანია მათემატიკური მოდელირების პროცესი, რაც საშუალებას გვაძლევს შევარჩიოთ მასალების ოპტიმალური შემადგენლობა.

კომპოზიციური სამშენებლო მასალების თვისებების ამსახველი მათემატიკური მოდელი ეფუძნება ე.წ. „კვეთი“-ს კანონს.

ძირითადი სირთულე, სტრუქტურის მათემატიკურ აღწერაში, განპირობებულია კომპოზიციური მასალების სტატისტიკური ხასიათით, შესაბამისად ასეთი სისტემა არ შეიძლება აღწერილი იყოს სტაციონალური განტოლებების სასრული რიცხვით. მათემატიკური მოდელისათვის დამახასიათებელია ორგვაროვნება-ერთის მხრივ სტრუქტურის კომპონენტების განაწილებას აქვს შემთხვევითი ხასიათი, მეორეს მხრივ სტრუქტურა აღიწერება სასრული რაოდენობის განტოლებით.

კომპოზიციური მასალების ფიზიკური თვისებების გამოკვლევისათვის სტრუქტურის კომპონენტების გეომეტრიული განტოლებების გარდა უნდა ვიცოდეთ თითოეული ელემენტის ფიზიკური თვისებები.

სტრუქტურის ელემენტების ფიზიკური პარამეტრები წარმოდგენილი უნდა იყოს რიცხობრივი პარამეტრების სახით, რომლებიც ქმნიან მატრიცას და იგი შეიძლება შეეფასებამოთ განზოგადებული კოორდინატების მატრიცას.

ამ მატრიცის ანგარიში და განაწილება ხდება მოდელირებადი ალგორითმის პროგრამით.

განზოგადებულ კოორდინატა მატრიცას ამ შემთხვევაში გააჩნია სვეტების მინიმალური რაოდენობა, რაც თავის მხრივ ზრდის სტრიქონების რაოდენობას, რაც შეესაბამება საბოლოო მათემატიკური მოდელის შეფუთვაში არსებული ელემენტების რაოდენობას. აღნიშნული მატრიცის ანგარიში, აგრეთვე ფიზიკო-სტრუქტურული პარამეტრების კვლევა ამ შემთხვევისათვის იქნება ყველაზე მარტივი და ეკონომიური. ასალი მარტივი მათემატიკური მოდელების მეშვეობით შეიძლება გაანგარიშებული იქნას ფიზიკო-სტრუქტურული პარამეტრები და თუნდაც სტრუქტურები, რომელთა ელემენტების ფორმა განსხვავებულია იზომეტრიულისაგან.

სფერული ელემენტების შევსების მქონე მათემატიკური მოდელებით შეიძლება გამოკვლეული იქნას მასალები იზომეტრიული ფორმის ელემენტებით, იშვიათად-მასალები სტრუქტურის შევსების მცირე სიმჭიდროვით არაიზომეტრიული ფორმის სხეულებით.

ლიტერატურა

1. Кербер М.Л. Композиционные материалы // Соросов. Образоват. журнал. 1999. №5.
2. Баженов Ю.М. Задачи компьютерного материаловедения строительных композитов / Ю.М. Баженов, В.А. Воробьев, А.В. Илюхин // Изв. вузов. Стр-во. 2000. № 12.

საყრდენი კედლის დაპროექტება კლდოვან და ნახევრადკლდოვან ვერდოებზე

შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე, ა. ჩხარჩხალია, გ. შალიტაური
 (საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175,
 თბილისი, მ. კოსტავას 77)

რეზიუმე: აღწერილია კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი მთის ქანების შრეებისგან შედგენილი ვერდოების მდგრადობის საკითხი იმ შემთხვევისათვის, როცა შრეების დახრა თანხვედრილია ვერდოს დახრასთან და მდგრადობის გამოვლენილი დეფიციტის მნიშვნელობისათვის კონტრფორსებიანი საყრდენი კედელი შემოწმებულია მდგრადობაზე.
საკვანძო სიტყვები: კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი გრუნტი, ვერდო, მდგრადობა, საყრდენი კედელი, კონტრფორსი.

1. შესავალი

ცნობილია, რომ კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი მთის ქანების შრეებისგან შექმნილ ვერდოზე მშენებლობისას ვერდოს ამოწმებენ მდგრადობაზე [1] ფორმულით

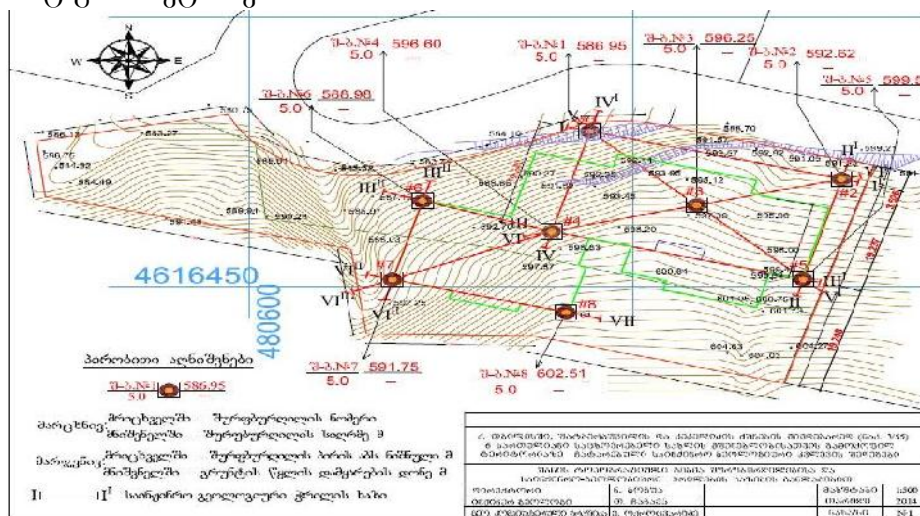
$$S = n_c N - \frac{1}{K_H} R \leq 0 \quad (1)$$

სადაც: N და R-შესაბამისად, განზოგადებული ძერის ძალის და ძერის ზღვრული წინააღმდეგობის საანგარიშო მნიშვნელობებია ტ; S – მდგრადობის მარაგი, ტ.

K_H და n_c – შესაბამისად, საიმედოობისა და დატვირთვათა შეთაწყოების კოეფიციენტები. იმ შემთხვევაში, თუ (1) პირობა სრულდება, ვერდოს მდგრადობა უზრუნველყოფილია, წინააღმდეგ შემთხვევაში - საჭიროა სათანადო კონსტრუქციული ღონისძიებების გატარება ვერდოს მდგრადობის გამოვლენილი დეფიციტის აღმოსაფხვრელად.

ზემოაღნიშნული მეტწილად შეეხება ისეთ ვერდოებს, რომლებშიც კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი მთის ქანების შრეების დახრა თანხვედრილია ვერდოს დახრასთან.

ჩვენს მიერ აღწერილი იყო აღნიშნული საკითხი კონკრეტული სამშენებლო მოედნისთვის [2], სადაც ვერდოს ნიშნულების ვარდნა სამშენებლო მოედნის ფარგლებში შეადგენდა 10-12 მეტრს [ნახ.1] და ვერდოს მდგრადობის დეფიციტმა შეადგინა 11.91 ტ/გრძ. მეტრზე.



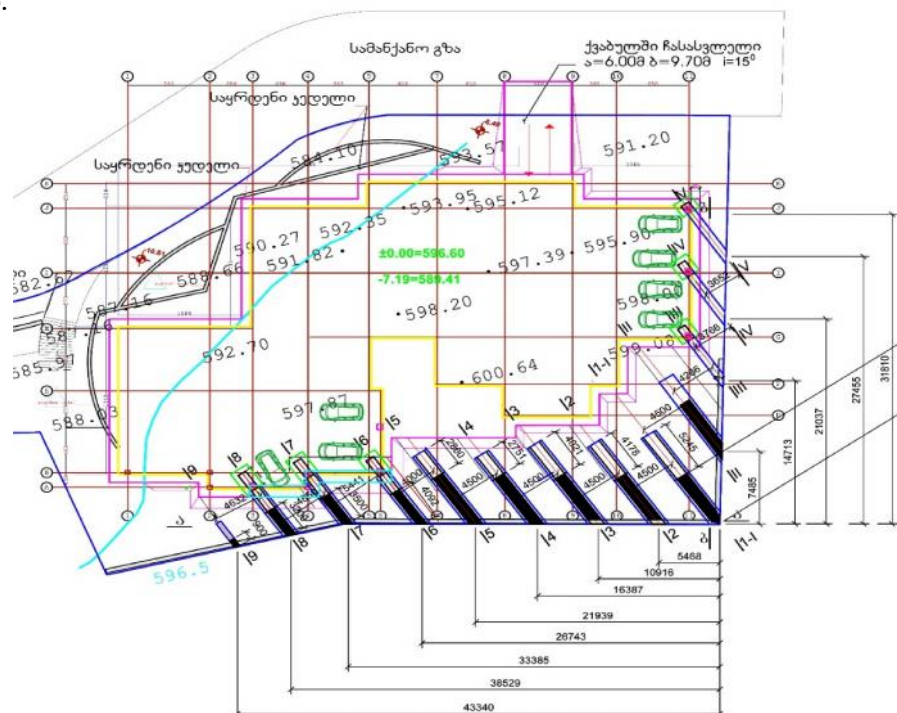
ნახ. 1 სამშენებლო მოედნის ტოპოგრაფიული გეგმა

ამჯერად გთავაზობთ ზემოაღნიშნული მშენებლობისთვის დაპროექტებული საყრდენი კედლის მდგრადობის შემოწმებას ფერდოს მდგრადობის გამოვლენილ დეფიციტზე.

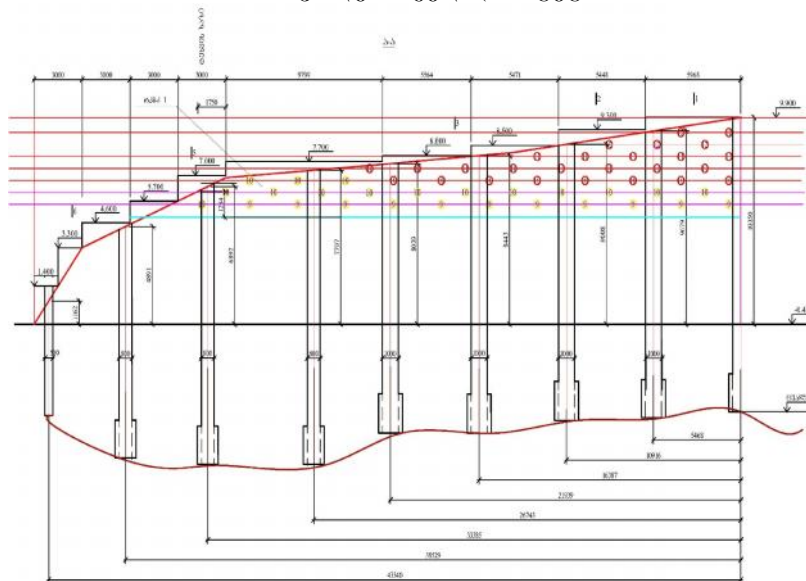
2. ძირითადი ნაწილი

ზემოაღნიშნული კონკრეტული მშენებლობის (6 სართულიანი საცხოვრებელი სახლი) საპროექტო დოკუმენტაციის კონსტრუქციული ნაწილის მიხედვით, გათვალისწინებული იყო კონტროლსებიანი რკინაბეტონის საყრდენი კედლის მოწყობა (კედლის გეგმა ნახ.2, ხოლო კედლის განშლა - ნახ.3). ფართობი კონტროლსებს შორის გათვალისწინებული იყო მანქანების სადგომად.

ჩვენს მიერ შემოწმებულ იქნა ფერდოს მდგრადობა და მიცემულ იქნა სათანადო რეკომენდაციები.

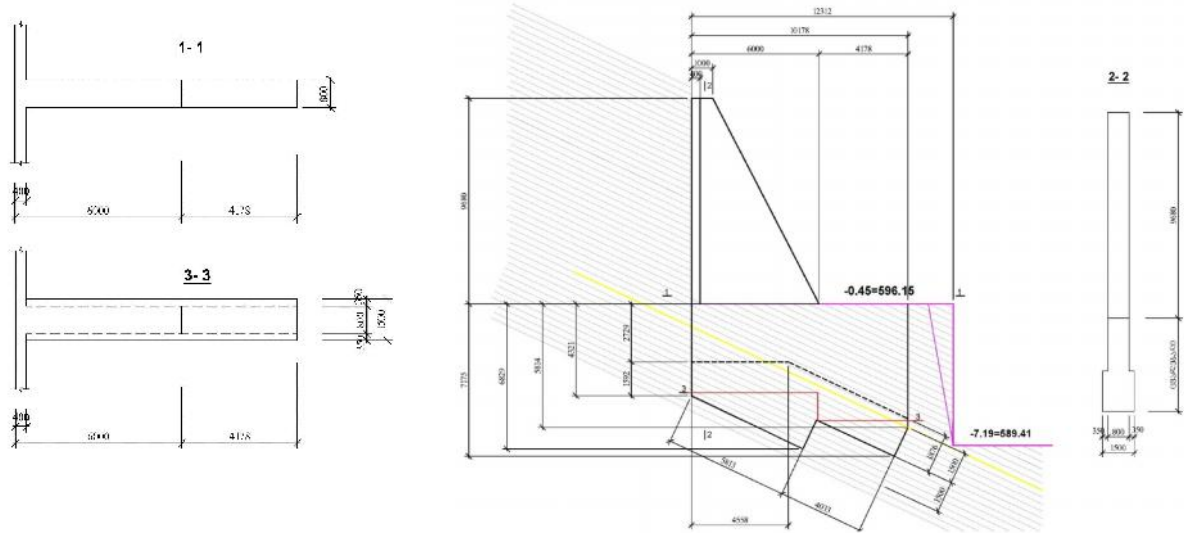


ნახ. 2 საყრდენი კედლის გეგმა



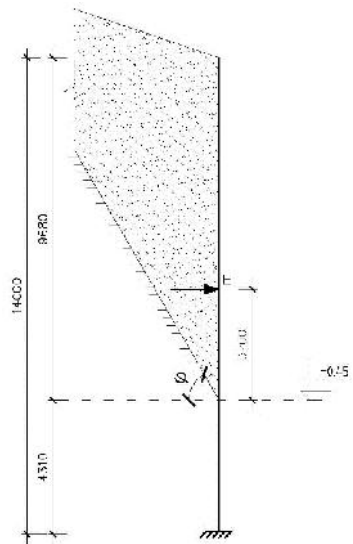
ნახ. 3 საყრდენი კედლის განშლა

ქვემოთ გთავაზობთ მდგრადობის გამოვლენილ დეფიციტზე, მხოლოდ ერთი განივი პროფილისთვის (ნახ.4) კონტროლსებიანი საყრდენი კედლის (მისი ელემენტების გეომეტრიული ზომები დავტოვებთ პროექტის შესაბამისად) შემოწმებას მდგრადობაზე.



ნახ. 4 კონტროლის

საყრდენი კედლის კონტროლსების საანგარიშო სქემა მოცემულია ნახ.5-ზე. კონტროლსების ბიჯი – 4.5 მ.



ნახ.5 კონტროლსის საანგარიშო სქემა

1. გრუნტის დაწნევა კედლის 1 გრძ. მეტრზე
 $E = 11.91$ ტ
2. გრუნტის დაწნევა მთლიანად კონტროლსზე
 $E = 11.91 \cdot 4.5 = 53.6$ ტ

მარაგის გათვალისწინებით ($K=1.5$):

$$E = 53.6 \cdot 1.5 = 80.4 \text{ ტ}$$

3. კონტრფორსის შემოწმება გადაბრუნებაზე:

$$M_{\text{გაღ}} = 80.4(4.32+3.2)=604.6 \text{ ტმ} ;$$

დამჭერი მომენტი წარმოადგენს საყრდენი კედლის, კონტრფორსის, მისი ცოკოლის და საძირკვლის მასების დამჭერი მომენტების ჯამს საძირკვლის გადაბრუნების წერტილის მიმართ.

$$M_{\text{დაშ}} = M_{\text{კედ}} + M_{\text{კონტ}} + M_{\text{ცოკ}} + M_{\text{სად}}$$

$$M_{\text{კედ}} = (0.4 \cdot 9.68 \cdot 4.5 \cdot 2.5) \cdot (10.18 - 0.2) = 43.6 \cdot 9.98 = 435.1 \text{ ტმ};$$

$$M_{\text{კონტ}} = (9.68 \cdot \frac{6+1}{2} \cdot 0.8 \cdot 2.5) \cdot (10.18 - 1.75) = 67.8 \cdot 8.43 = 571.6 \text{ ტმ};$$

$$M_{\text{ცოკ}} = (10.18 \cdot 4.27 \cdot 0.8 \cdot 2.5) \cdot \frac{10.18}{2} = 86.9 \cdot 5.09 = 442.3 \text{ ტმ};$$

$$M_{\text{სად}} = (10.18 \cdot 1.9 \cdot 1.5 \cdot 2.5) \cdot 5.09 = 72.5 \cdot 5.09 = 369 \text{ ტმ}.$$

$$M_{\text{დაშ}} = 1818 > M_{\text{გაღ}} = 604.6 \text{ ტმ}$$

4. შემოწმება ძვრაზე (მოცურებაზე):

$$Q = 270.8 \text{ ტ}$$

$$T = Q \cdot f = 270.8 \cdot 0.55 = 148.9 > E = 80.4$$

5. ფუძის შემოწმება ძაბვებზე (გრუნტის $R=4 \text{ კგ/ სმ}^2$)

მომენტების ჯამი საძირკვლის სიმძიმის ცენტრის მიმართ :

$$M_{\text{ჯ}} = M_{\text{გაღ}} - \Sigma M_{\text{დაშ}} = M_{\text{გაღ}} - M_{\text{კედ}} - M_{\text{კონტ}} = 604.6 - 43.6 \cdot 4.9 - 67.8 \cdot 3.1 = 350.8 \text{ ტმ} ;$$

$$\sigma = \frac{270.8}{1.5 \cdot 10.2} \pm \frac{350.8 \cdot 6}{1.5 \cdot 10.2^2} = 17.7 \pm 13.5$$

$$\sigma_{\text{მაქ}} = 31.2 \text{ ტ/მ}^2 = 3.12 \text{ კგ/ სმ}^2 < R = 4 \text{ კგ/ სმ}^2$$

$$\sigma_{\text{მინ}} = 4.2 \text{ ტ/მ}^2 = 0.42 \text{ კგ/სმ}^2 > 0$$

ე.ი კონტრფორსის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

3. დასკვნა

კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი მთის ქანებისაგან შედგენილი ფერდობების მდგრადობა, როცა შრეების დახრა თანხვედრილია ფერდოს დახრასთან, ყოველთვის უზრუნველყოფილი არ არის და საჭიროა საყრდენი კედლის დაპროექტება ფერდოს მდგრადობის დეფიციტის გათვალისწინებით.

ლიტერატურა

1. Рекомендации по расчету устойчивости скальных откосов, М., 1986, с. 50
2. შ. ბაქანიძე, ლ. ზამბახიძე გ. შალიტაური. კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი მთის ქანების შრეებისაგან შედგენილი ფერდობების მდგრადობა. “მშენებლობა”, № 3 (42), 2016, გვ. 5

**ფერდობის გამაბრმავის აუცილებლობის და მიზანდასახულობის
გეოლოგიური ვაქტორები**

ნ. არეშიძე, გ. არეშიძე, ო. გიორგიშვილი

(მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, თბილისი, კოსტავას 77).

რეზიუმე: ფერდობში და კარიერის ბორტებში მთის ქანების ფენების განლაგების მიხედვით დადგენილია ფერდოს ჰორიზონტისადმი დახრის სიბრტყესა და ფენებს შორის იმ კუთხის მნიშვნელობა, როცა მოსალოდნელია ფერდობის ჩამოშვება. აგეთვე დადგენილია ფენების კონტაქტებს შორის ძვრის კუთხე. მოყვანილია ფერდოს მოცემული სიმაღლის შემთხვევაში ფენების ჩამოცვენის დახრის კუთხის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც დასაშვებია კუთხე ბორტის მიმდებარე ფენების დახრილობისათვის. გაუმაგრებელი ფერდობის მდგრადობის პირობებით მიღებულია ბორტის საერთო დახრის კუთხე. განხილულია ფერდობის კალთებზე და მის სიახლოვეს დეფორმაციის გამოწვევი გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური ფაქტორები. აღწერილია ფერდობის გამაგრების აუცილებლობის და მიზანდასახულობის გეოლოგიური ფაქტორები.

საკვანძო სიტყვები: მთის ქანები, ფერდო, ბორტი, მდგრადობა, შეჭიდულობა, ჩამოშვება.

1.შესავალი

მეწყერსაშიში ფერდოს, კარიერის ბორტების (ქიმების) მდგრადობის შეფასებისა და ჰორიზონ ტისადმი მათი დახრის დასაშვები კუთხის განსაზღვრისას განასხვავებენ ფერდობის ან მისი მიმდებარე მიდამოს ნაკვეთების და ცალკეული კალთების ან ბორტების ცალკეული მონაკვეთების საერთო მდგრადობას. ფერდოს დახრის კუთხე და საერთო მდგრადობა განისაზღვრება: მოცემული ნაკვეთის ინჟინრულ-გეოლოგიური გაკვეთით; ქანების ლითოლოგიური შემადგენლობით, მისი სიმტკიცის მახასიათებლებით; ბზარიანობის საერთო ინტენსიობით; მოცემული ბორტის ან კალთის ტექტონიკური რღვევით, რომელიც ბორტის სიახლოვეს ვრცელდება; ფერდობების შემადგენელი ქანების გამოფიტვისკენ მიდრეკილებით; მასალით, რომლითაც შეივსება ტექტონიკური რღვევის შედეგად წარმოქმნილი ღრმულები; ფერდოს ფენილობის ან ფიქალურობის გავრცელების ორიენტაციით; ფერდოს კალთებიდან წყლის გამოდევნით გამოწვეული ფილტრაციული დეფორმაციით; დაცურების ზედაპირზე გავრცელებული ჰიდროსტატიკური დაწნევით და სხვ.

2. ძირითადი ნაწილი

ფერდობის ან მთის კალთების ხელოვნური გამაგრება მისაღებია იმ შემთხვევებში, როდესაც გაუმაგრებელი ფერდობის მდგრადობის პირობებით მიღებული ბორტის საერთო დახრის კუთხე ბორტების დახრის კუთხეზე დამრეცი აღმოჩნდება. დახრის კუთხის მნიშვნელობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [1;2]:

$$r = \arctg \frac{\sum h_i}{\sum a_i + \sum h_i \cdot \text{ctg} \alpha_i} \quad (1)$$

სადაც: h_i - არის ფერდოს კალთის სიმაღლე; r - ქანობის გამონაშვერი ბორტის დახრის კუთხე; a_i - ბორტის სიმაღლე.

ფერდოს და ბორტების ხელოვნური გამაგრება აუცილებელია ყველა იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაბამის მოკლე მონაკვეთებზე ფერდობის კალთებს

გააჩნიათ არასაკმარისი მდგრადობა, თუმცა ეს არსებითად არ მოქმედებს ბორტის დახრის საერთო კუთხეზე. განვიხილოთ ფერდობის კალთებზე და მიმდებარე არეების დეფორმაციის გამომწვევი გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური ფაქტორები.

მეტამორფული მთის ქანების ფიქალურობა ფერდობის კალთების ჩამოშვავებას იწვევს იმ შემთხვევებში, როდესაც ფიქალური სიბრტყეები ფერდობის თავისუფალ სიბრტყის მხარეს დახრილნი არიან 25°-ზე მეტი კუთხით. ფიქალური სიბრტყეების ფერდოს კალთების გავრცელების მიმართ დიაგონალურად დაცემის შემთხვევაში ფერდობის კალთების ჩამოშვავება შეიძლება მოხდეს იმ შემთხვევებში, როდესაც ფიქალური სიბრტყეები ფერდობის თავისუფალი სიბრტყის მხარეს ეცემიან 30°-იან და მეტი დახრის კუთხით. თუ ფერდოს კალთების დაცემის კუთხე, მეტია ფიქალური სიბრტყეების დაცემის კუთხეზე, მაშინ ფერდოს მდგრადობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია შესრულდეს ფერდოს გამაგრებითი ღონისძიებები.

ფერდობის მდგრადობაზე ჩაჯდომადი მთის ქანების ფენილობა ისეთივე უარყოფით გავლენას ახდენს, როგორც მეტაფორული ქანების ფიქალურობა. იმ შემთხვევებში, როდესაც ფერდოს თავისუფალ ზედაპირის მხარეს ფენების დახრის კუთხე გადააჭარბებს ქანების ფენებს შორის შიგა ხახუნის კუთხეს, მაშინ შესაძლებელია მოხდეს კალთის ჩამოშვავება. სუსტად დაკავშირებულ ფენებს შორის შეჭიდულობა არ აღემატება 2-5 ტმ/მ²-ს, ამასთან აფეთქებითი სამუშაოების ზემოქმედებამ, აგრეთვე დროის რაღაც შუალედში ქანების გაჯირჯვებამ და გამოფიტვამ შესაძლოა უფრო დააჩქაროს ფერდოს ჩამოშვავების პროცესი. ამიტომ ფერდობის მდგრადობაზე გაანგარიშების დროს ფენებს შორის ურთიერთ შეჭიდულობის გათვალისწინება საჭიროა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დიდი ხნის განმავლობაში შევძლებთ მის მდგრად მდგომარეობაში შენარჩუნებას.

ტექტონიკური რღვევა ფერდობის კალთების მდგრადობაზე ზეგავლენას ახდენს იმ შემთხვევებში, როდესაც მათ მიმართულებასა და ფერდოს დახრილობის მიმართულებას შორის კუთხე 45°-ზე ნაკლებია და როდესაც ტექტონიკური რღვევის კუთხე აკმაყოფილებს პირობას [2]:

$$\alpha > \arctg \frac{tg \dots'}{\cos \alpha}, \quad (2)$$

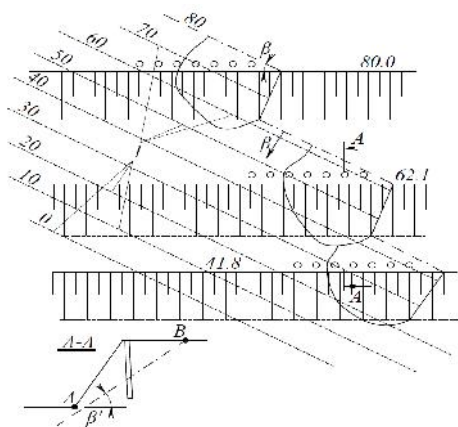
სადაც: ' არის ტექტონიკური რღვევის დროს ქანების შიგა ხახუნის კუთხე;

- გამოფიტული ფერდოს ზედაპირის წრფესა და რღვევის წრფეს შორის

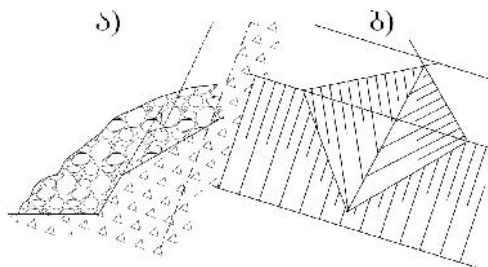
კუთხე.

ფერდოს კალთის ამგვარი განლაგების დროს იქმნება ტექტონიკური რღვევით ჩაჭრილი ბლოკების ჩამოშვავების შესაძლებლობა (ნახ.1). გარდა ამისა, ტექნიკურ რღვევის ზონაში ქანები აღმოჩნდებიან დაქუცმაცებულ მდგომარეობაში, ხოლო 50-70 მეტრის სიღრმეზე გამოფიტვის პროცესმა შეიძლება გამოიწვიოს ფერდობის მთლიანი დეზინტეგრაცია. ორი ტექტონიკური რღვევის მონაკვეთის გადაკვეთისას ფერდობის დაქუცმაცების ზონა საგრძნობლად ფართოვდება.

ურთიერთ და ფერდოს ზედაპირთან გადამკვეთი დიდი მანძილზე გაჭიმული გრძივი ან დიაგონალური ტექტონიკური ბზარები ხშირად წარმოადგენენ ფერდობის კალთების ჩამოშლის და კალთის ბერმების უწყვეტობის მოშლის მიზეზს (ნახ.2). ფერდობის კალთებზე ქანების გამოფიტვა დროთა განმავლობაში წარმოადგენს დაბზარული კლდოვანი და ნახევრადკლდოვანი ქანებით შემდგარი ფერდობის და ასევე გამოწვეულ ფხვიერ ქანების ნალექებით ჩამოცვენის და გამობურცვის ძირითად მიზეზს.



ნახ. 1. ფენილობით ან ფიქალურობით ან დიაგონალურად განლაგებული ტექტონიკური რღვევით ჩატრილი შესაძლო ჩამოშვავებული ბლოკის მოხაზულობა



ნახ. 2. კალთების ჩამოშლა ტექტონიკური ბზარებით:
 ა - ჩვეულებრივი გავრცელებით; ბ - დიაგონალური გავრცელებით

სრულად დაქუცმაცებული ქანების ჩამოცვენა წარმოიშვება (როდესაც ნაწილაკი ხახუნის ძალით ფერდოს ზედაპირზე თავს ვერ იმაგრებს) იმ შემთხვევაში, როცა ფერდოს ბუნებრივი დახრის კუთხეზე მეტი კუთხითაა დახრილი ფერდოს კალთები. დროთა განმავლობაში ფერდოს ჩამოშვავება ან მისი ცალკეული ნაწილების ჩამოცვენის პროცესი იწვევს კალთების ზედაპირზე ჩამონაცვენის დაგროვებას და დაუშვებლად დიდი სიმაღლის ნაყარის წარმოქმნას, რაც იწვევს ბორტების გაწმენდის და საპროექტო სიგანის ან გრუნტის დაყრით ნაწილობრივი დამუშავების შემდეგ თანდათანობით გაფართოების აუცილებლობას. ფერდოს ჩამოშლა ასევე იწვევს სატრანსპორტო ბორტების დარღვევას, რაც იწვევს მის გაფართოების აუცილებლობას ზედა ქანობის შემცირების და სატრანსპორტო მაგისტრალის გადაწყობის ხარჯზე.

ფერდოების კალთების ჩამოცვენის სიჩქარე პირდაპირ დამოკიდებულია ქანობების გარე ბაქნების დახრის კუთხეებზე და გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [3;4]:

$$v = v_0 \cos \gamma (\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} \dots), \quad (3)$$

სადაც არის ფერდოს გარე ბაქნის ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხე; - სრულად დაქუცმაცებული ქანების ბუნებრივი ქანობის კუთხე.

(3) ფორმულის გამოყენებით შესაძლებელია 1 დახრის კუთხის მქონე ფერდოს ჩამონაცვენის სიჩქარის მიხედვით 2 კუთხის გადახრის კუთხით ფერდოს ჩამოცვენის სიჩქარეების განსაზღვრა.

ფერდოების კალთებზე ქანების გამოფიტვა დამოკიდებულია ქანების ლითოლოგიურ შემადგენლობაზე, ინტენსივობასა და ბზარიანობის ხასიათზე, რაიონის კლიმატურ პირობებზე და სინათლის მიმართ ფერდოს სივრცით განლაგებაზე [5].

3. დასკვნა

კალთებზე ქანების გამოფიტვა დამოკიდებულია ქანების ლითოლოგიურ შემადგენლობაზე, ინტენსივობასა და ბზარიანობის ხასიათზე, რაიონის კლიმატურ პირობებზე და ფერდოს სინათლის მიმართ სივრცით განლაგებაზე. უფრო ინტენსიურად გამოიფიტებიან სილა-თიხოვანი და თიხოვანი ქანები-თიხები, არგილიტები, არეკლორიტები, მერგალური თიხები, მერგელები.

ამოფრქვეულ და მეტამორფულ ქანებს შორის უფრო ინტენსიურად გამოიფიტებიან მყიფე კვარცშემცველი ქანები - ღიაბაზები, განმეორებადი კვარცები და სხვა. ფერდობის კალთებში ჩამონაცვენის გამომწვევი ქანების გამოფიტვის პროცესები შეიძლება შევაჩეროთ დამცავი საფარით. ელუვიალურ და დელუვიალურ დანალექების ჩამოშვავება კარიერებთან მიერთებულ დახრილ კლდოვან სიბრტყეებზე, თუ მათი სრული მოშორება დაკავშირებულია დიდ ხარჯებთან, მიზანშეწონილია მათი წარმოშობის ადგილზე გამაგრებითი ფერდოს შემდგარი დეფორმაციების შევაჩეროთ.

კარიერულ ველთან მიერთებულ ბუნებრივ (15°-მდე) დახრილ სიბრტყეებზე ელუვიალურ და დელუვიალურ დანალექების ძირეული ქანების კონტაქტები ხშირად ფერდოს მასივის დაცურების ზედაპირებს წარმოადგენს, რომელიც საუკუნეების განმავლობაში გამოფიტული ქანების ძირეულ ქანების დახრილ სიბრტყეებზე გადაადგილების შედეგად წარმოიქმნება. დაცურების ასეთ ზედაპირებზე შეჭიდულობის სიდიდე არ აღემატება 2 ტ/მ²-ს, ხოლო შიგა ხახუნის კუთხე 10°-ს. ქანების ნარჩენებით ასეთი დახრილ სიბრტყეებში უმცირესი შეჭრაც კი იწვევს მისი დეფორმაციის გააქტიურებას. მთის ქანების ჩამონაცვენი მასის მოცულობა შეიძლება იყოს საკმაოდ დიდი. ასეთი მასივების გამაგრება სპეციალური კონტროლსებით შესაძლებელი და ეკონომიურად მიზანშეწონილია. კონტროლსები უნდა მოეწიოს ფილტრადი ადგილობრივ სადრენაჟო მასალებით - სილით და მთის ქანების ღორღით. რაც ასეთ ფერდობებში დეფორმაციის თავიდან ასაცილებლად ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს.

ლიტერატურა

1. კვიციანი ტ. ფერდოს მდგრადობა და ზვავისებრი ნაკადები. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2000. 140 გვ.
2. Цытович. Механика грунтов. Изд. Высшая Школа. М., 1993. 286с.
3. Арсентьев А.И. Букин И.Ю. Мироненко В.А. Устойчивость бортов и осушение карьеров. М., Недра. 1992, 164 с.
4. Хуан Я.Х. Устойчивость земляных откосов. М., Стойиздат. 1998, 236 с.
5. ინტერნეტ საიტების მონაცემები.

**„რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიკური ურთიერთქმედების
ანალიზი საქართველოს რკინიგზის მაგალითზე მატარებელთა
მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების ღონისძიებების
შემუშავებისთვის**

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია „რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიკური ურთიერთქმედების ანალიზი საქართველოს რკინიგზის მაგალითზე მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების ღონისძიებების შემუშავებისთვის.

დასაბუთებულია რკინიგზის ტრანსპორტზე „რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიკური ურთიერთქმედების საკითხის კვლევის აქტუალობა საქართველოს რკინიგზაზე არსებული შემთხვევების სტატისტიკურ ანალიზზე დაყრდნობით. განსაზღვრულია „რელსი-თვალი“ სისტემის ქვესისტემები და თითოეულის ქვესისტემის შემადგენელი კომპონენტის განხილვა ასპექტურობების კრიტერიუმში, რომლებიც წარმოდგენილია 4 პრობლემის გადაწყვეტისთვის: განივი დატვირთვების შემცირება; ვერტიკალური დატვირთვების შემცირება; კონტაქტური ძაბვების შემცირება; მოძრავი შემადგენლობის დინამიკის გაუმჯობესება.

სტატიაში ჩამოყალიბებულია „მოძრავი შემადგენლობა-ლიანდაგის“ სისტემის ურთიერთქმედების გაუმჯობესების გზები და განსაზღვრულია პირველი რიგის გადასაწყვეტი საკვანძო საკითხები.

საკვანძო სიტყვები: „რელსი-თვალი“ სისტემა; განივი დატვირთვების შემცირება; ვერტიკალური დატვირთვების შემცირება; კონტაქტური ძაბვების შემცირება; მოძრავი შემადგენლობის დინამიკის გაუმჯობესება.

1. შესავალი

საქართველოს რკინიგზისთვის სისტემის „რელსი-თვალი“ დინამიკური ურთიერთქმედების საკითხების შესწავლას გადამწყვეტი მნიშვნელობა გააჩნია როგორც მოძრაობის უსაფრთხოების გაუმჯობესების, ასევე რკინიგზის მუშაობის ეკონომიკური ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით, რაც გამოიხატება მატერიალური რესურსების ხარჯვის შემცირებაში. ამ სისტემის გამართულ მუშაობაზე დამოკიდებული მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგიდან აცდენის შემთხვევების არიდება. მატარებლების რელსებიდან გადასვლა სარკინიგზო კომპანიისთვის დიდი ოდენობით ზიანის მიყენების თვალსაზრისით შემთხვევათა ყველაზე მაღალ რისკს წარმოადგენს.

აგრეთვე, აღნიშნული სისტემის შემადგენელ ნაწილები ერთმანეთზე ურთიერთქმედების გამო ხასიათდებიან მაღალი ცვეთით, რაც თავისთავად იწვევს ამ კომპონენტებზე საექსპლუატაციო-საოპერაციო დანახარჯების ზრდას. საქართველოს რკინიგზის ტექნიკური მდგომარეობის გამართულობის შენარჩუნების მიზნით რელსების და თვლების განახლებაზე მოსული ყოველწლიური ხარჯები ჯამურ საექსპლუატაციო ხარჯების 30-40%-ს შეადგენს, რაც საშუალოდ ათეულ მილიონამდე ლარს აღწევს.

„რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიკური ურთიერთობის კრიტერიუმების შესწავლა და დახვეწა, შესაბამისი პრაქტიკული რეკომენდაციების შემუშავება მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს რკინიგზის მუშაობის პარამეტრებს და შესაბამისად,

მისი გამოვლენის მიზნით მოითხოვს საქართველოს რკინიგზაზე არსებული მდგომარეობის კვლევას და კვლევით მიღებული შედეგების გაანალიზებას.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია: რკინიგზის ტრანსპორტზე „რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიური ურთიერთქმედების საკითხის კვლევის აქტუალობა საქართველოს რკინიგზაზე არსებული შემთხვევების სტატისტიკურ ანალიზზე დაყრდნობით, „რელსი-თვალი“ სისტემის ქვესისტემების აღწერილობა და პრობლემის გადასაწყვეტად პირველი რიგის საკვანძო საკითხები.

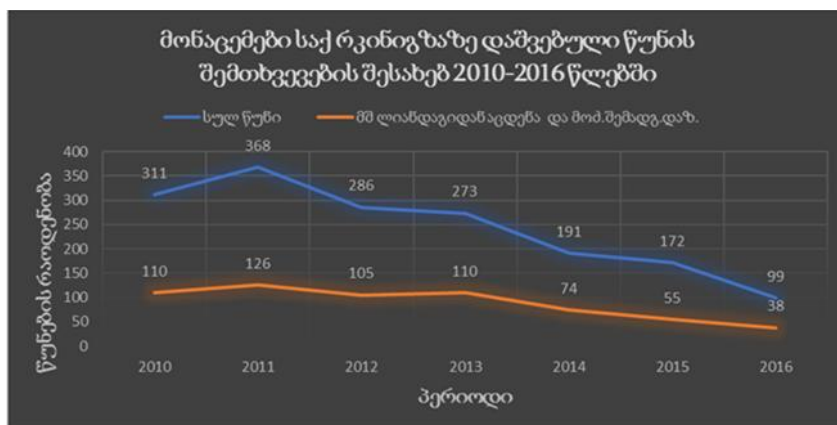
რკინიგზის ტრანსპორტზე რელსი-თვალის სისტემის დინამიური ურთიერთქმედების საკითხის კვლევის აქტუალობა საქართველოს რკინიგზაზე არსებული შემთხვევების სტატისტიკურ ანალიზზე დაყრდნობით „რელსი-თვალი“ სისტემის დინამიური ურთიერთქმედების საკითხის კვლევის აქტუალობის მიზნით შესწავლილი იქნა საქართველოს რკინიგზაზე ბოლო 5 წლის განმავლობაში ტექნიკური შეფერხებების და საექსპლუატაციო წუნების რაოდენობები და არსებული მიზეზები რამაც ისინი გამოიწვია.

2010 წლიდან 2016 წლამდე პერიოდში რკინიგზაზე დაშვებული წუნების ოდენობამ შეადგინა 1700 ერთეული. ამ უკანასკნელთაგან მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგიდან აცდენის და მისი გაუმართაობიდან მოსული წუნების რაოდენობამ შეადგინა 618 ერთეული (იხ. ცხრილები 1,2 და ნახაზები 1,2).

საქართველოს რკინიგზაზე ბოლო 5 წლის განმავლობაში შემთხვევათა სტატისტიკა წუნების რაოდენობებისა და გამომწვევები მიზეზების მითითებით

ცხრილი 1

მონაცემები 2010-2016 წლებში							
პერიოდი	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
სულ წუნი	99	172	191	273	286	368	311
მშლიანდაგიდანაცდენადამოდ.შემადგ.დაზ.	38	55	74	110	105	126	110



ნახ. 1. საქართველოს რკინიგზაზე ბოლო 5 წლის განმავლობაში ტექნიკური შეფერხებების და საექსპლუატაციო წუნები

საქართველოს რკინიგზაზე ბოლო 5 წლის განმავლობაში ტექნიკური შეფერხებების და საექსპლუატაციო წუნების რაოდენობებში თვლის რელსიდან აცდენისა და მოძრავი შემადგენლობის დაზიანების მიზეზით

ცხრილი 2

სულ წუნები (2010-2016)	1700
მშლი ან დაგიდანაცდენა და მოძ. შემადგ. დაზ.	618
დანარჩენი წუნები	1082

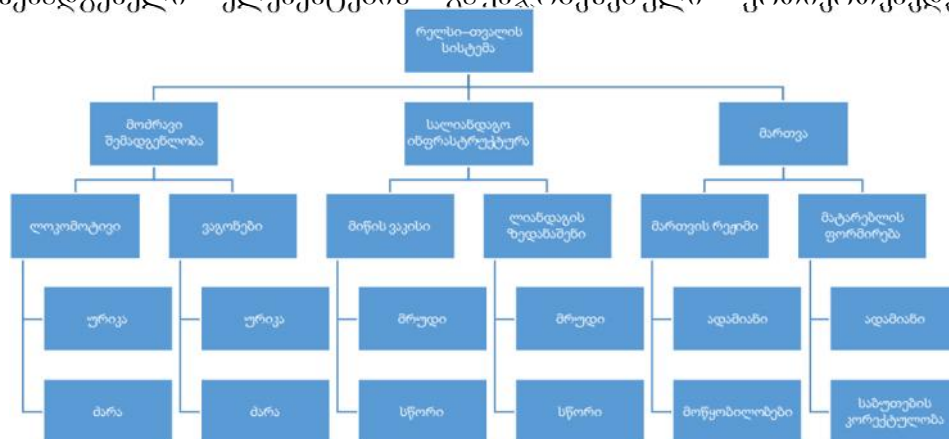


ნახ. 2 . საქართველოს რკინიგზაზე ბოლო 5 წლის განმავლობაში ტექნიკური შეფერხებების და საექსპლუატაციო წუნების სტატისტიკა

როგორც ცხრილებიდან (ცხრილები 1 და 2) ჩანს მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგიდან აცდენის და მისი გაუმართაობიდან გამომდინარე წუნების ოდენობამ შეადგინა სრული წუნების ოდენობის 36 %, რაც წარმოადგენს საგანგაშო მაჩვენებელს და თავისთავად უკავშირდება „რელსი-თვალი“ ურთიერთქმედების სისტემის დინამიკის დარღვევებს. აღნიშნულ ციფრებზე დაყრდნობით შესაძლებელია გავაკეთოთ დასკვნა, რომ „რელსი-თვალის“ ურთიერთქმედების სისტემის გაომჯობესების საკითხების კვლევა წარმოადგენს აქტუალურ საკითხს რკინიგზის ტრანსპორტზე მოძრაობის უსაფრთხოების გაუმჯობესების და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირების მიზნით.

ჩვენს მიერ შემუშავებულია სქემა, „რელსი-თვალი“ ურთიერთქმედების სისტემის დინამიკის გაუმჯობესებისათვის და შესაბამისად, მისი კრიტერიუმების განსაზღვრისათვის. სქემას აქვს პირამიდული სახე, თითოეული ელემენტისთვის განსახილველი პირობის მითითებით, რაც საბოლოო ჯამში შექმნის მრავალ კრიტერიუმს და საერთო შედეგის მისაღებად საჭირო გახდება მულტიკრიტერიული ანალიზის გაკეთება.

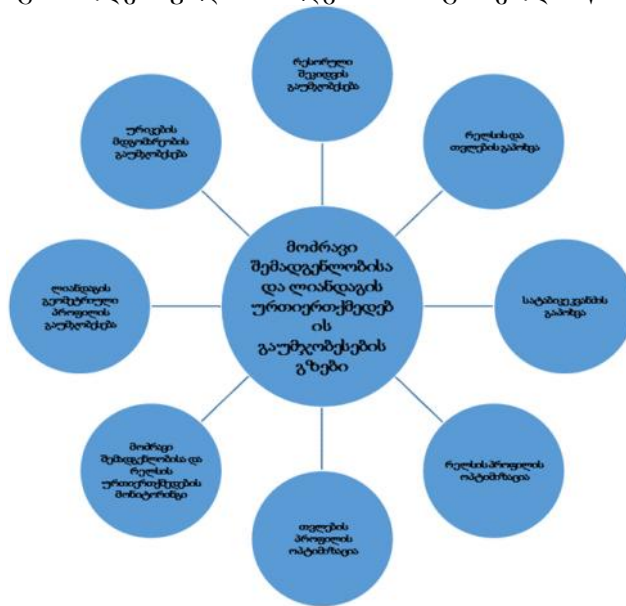
აღნიშნული ანალიზი მოცულობითია და იმისათვის, რომ საბოლოოდ მიღებული იქნას რეალური საინჟინრო ღონისძიებების ნუსხა, საჭიროა შესწავლილი იქნას თითოეული მათგანი და განსაზღვრული იქნას მათი გავლენის ხარისხი სისტემის შემადგენელი ელემენტების გაუმჯობესებული ურთიერთქმედებისთვის (ნახაზი 3).



ნახაზი 3. რელსი-თვალის სისტემის დინამიკაში ურთიერთქმედების გაუმჯობესების კრიტერიუმები მისი შემადგენელი ქვესისტემებიდან გამომდინარე

შემდეგი სქემატური გამოსახულება (ნახაზი 4) ასახავს მოძრავი შემადგენლობა-ლიანდაგის ურთიერთქმედების გაუმჯობესების გზების დასახვისთვის განსახილველ

საინჟინრო ღონისძიებებს, რომლებიც უნდა მიესადაგოს ზემოთ წარმოდგენილ კრიტერიუმებს და მათი განხილვა უნდა მოხდეს მისი გათვალისწინებით



ნახ. 4. მოდრავი შემადგენლობა-ლიანდაგის ურთიერთქმედების გაუმჯობესების გზები

თვითეულ ამ ასპექტში სარკინიგზო ხაზისთვის ხელმისაწვდომი ტექნიკური ნოვაციების დანერგვა გამოიწვევს კონტაქტის ენერგეტიკული სურათის შეცვლას სხვადასხვა ხარისხით, შესაბამისად საკონტაქტო ზედაპირების ცვეთის შემცირებას. ცხრილში 3 ნაჩვენებია თუ როგორ აისახება ამა თუ იმ ინოვაციის დანერგვა განსახილველ პრობლემის ერთ, ან რამოდენიმე ასპექტზე.

მოდრავი შემადგენლობისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების გასაუმჯობესებლად სხვადასხვა ტექნიკური გადაწყვეტილებების მნიშვნელობები

ცხრილი 3

ტექნიკური გადაწყვეტები	ასპექტპრობლემები			
	განივი დატვირთვების შემცირება	ვერტიკალური დატვირთვების შემცირება	კონტაქტური ძაბვების შემცირება	მოდრავი შემადგენლობის დინამიკის გაუმჯობესება
რესორული შევიდვის გაუმჯობესება	+		+	
რელსის და თვლების გაპოხვა	+		+	+
სატაბიკე კვანძის გაპოხვა	+		+	
რელსის პროფილის ოპტიმიზაცია	+		+	+
თვლების პროფილის ოპტიმიზაცია			+	+
მოდრავი შემადგენლობისა და რელსის ურთიერთქმედების მონიტორინგი	+	+		+
ლიანდაგის გეომეტრიული პროფილის გაუმჯობესება	+	+	+	+
ურიკების მდგომარეობის გაუმჯობესება	+	+		+

როგორც სისტემის შემადგენელი ქვესისტემებიდან ჩანს „რელსი-თვალის“ ურთიერთქმედების სისტემის გაუმჯობესების მიზნით შესასწავლი საკითხები დაკავშირებულია ქვესისტემის ელემენტების გამართულ მუშაობასთან და მათი მუშაობის ეფექტურობის გაზრდასთან. კერძოდ ქვესისტემის შემადგენელი ელემენტებიდან საკვლევი საკითხებს წარმოადგენს მოძრავი შემადგენლობის და ინფრასტრუქტურის ურთიერთქმედების გაუმჯობესება დინამიკაში რელსებზე მოქმედი ძალების და თვალზე ხახუნის ძალების შემცირების მიზნით. ამავდროულად ვითვალისწინებთ დაშვებას, რომ მართვის რეჟიმების დარღვევის ფაქტორები იქნება უგულვებელყოფილი, ვინაიდან ეს უკანასკნელი მეტწილად ადამიანურ ფაქტორებზეა დამოკიდებული და არა ტექნიკურ აღჭურვილობაზე.

3. დასკვნა

საერთო ჯამში შეიძლება დავასკვნათ, რომ „რელსი-თვალის“ ურთიერთქმედების სისტემის გაუმჯობესების საკითხების კვლევა წარმოადგენს აქტუალურ საკითხს რკინიგზის ტრანსპორტზე მოძრაობის უსაფრთხოების გაუმჯობესების და საექსპლუატაციო ხარჯების შემცირების მიზნით და მისი განხილვის საფუძველი უნდა იყოს სისტემის თითოეული ელემენტისთვის განსაზღვრული კომპონენტის განხილვა ასპექტპრობლემების ჭრილში, რომლებსაც დაეფუძნება საინჟინრო ღონისძიებები 4 ძირითადი პრობლემის გადაწყვეტისთვის: განივი დატვირთვების შემცირება; ვერტიკალური დატვირთვების შემცირება; კონტაქტური ძაბვების შემცირება; მოძრავი შემადგენლობის დინამიკის გაუმჯობესება.

ლიტერატურა

1. მ. მოისწრაფიშვილი, რ. გაჩეჩილაძე. სისტემა „რელსი-თვალი“-ს პრობლემები სალიანდაგო მეურნეობის თვალსაზრისით. ინტელექტი. 2007წ. №1(27), გვ. 16-22
2. გ. შარაშენიძე, ე. მოისწრაფიშვილი, ს. შარაშენიძე. ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედება. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2008. 245 გვ.
3. //
. 2001. 5. . 71...74.

ტურიზმის ბანკოთმარების პერსპექტივები კულტურული მემკვიდრეობის სტატუსის მქონე დასახლებებში (უზბეკეთის თემის მაგალითზე)

შ. გელაშვილი, თ. ჩიგოგიძე

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ზემო სვანეთის, უშგულის თემის ეთნო-კულტურისა და ბუნებრივი ლანდშაფტის შენარჩუნების მიზნით და ტურიზმის განვითარების პერსპექტივით ქმედითი ნაბიჯების აუცილებლობა, რომელიც გამოიხატება ძეგლების ადაპტაცია, რესტავრაციაში, მიწათსარგებლობის საკითხების კვლევისა და რეგულირების გეგმების დამუშავებაში.

საკვანძო სიტყვები: ტურიზმი, კულტურული მემკვიდრეობა, ზემო სვანეთი, უშგულის თემი.

1. შესავალი

სვანეთი მაღალმთიანი საქართველოს ულამაზესი კუთხეა, განთავსებული კავკასიონის ქედის სამხრეთ ფერდობზე. ისტორიული და ბუნებრივი პირობების წყალობით იგი საუკუნეთა მანძილზე იზოლირებული იყო უამრავი გამანადგურებელი ისტორიული მოვლენისაგან, რომელიც მეზობელ რეგიონებში მიმდინარეობდა, თუმცა მუდმივი მოზიარე - მონაწილე იყო ქვეყანაში მიმდინარე ცხოვრებისა და პროცესებისა. შუა საუკუნეების სვანეთის არქიტექტურისა და სახვითი ხელოვნების ძეგლები და არქეოლოგიური მასალა მკაფიოდ მეტყველებს სვანი ხალხის მდიდარ კულტურულ წარსულზე.

ზემო სვანეთის განუმეორებელი ლანდშაფტი, არქიტექტურისა და პეიზაჟის ერთიანობა ქმნის იმ მომხიბლავ, განსაკუთრებულ სურათს, რომლითაც ეს მხარე საგრძნობლად გამოირჩევა ჩვენი ქვეყნის სხვა რეგიონებისაგან.

ინტერესი სვანეთის უმდიდრესი წარსულის მიმართ საუკუნეების მანძილზე გრძელდება. მისი არქიტექტურის, ხელოვნების მხატვრულ-ისტორიული მნიშვნელობა დიდად სცილდება საქართველოს ფარგლებს და მსოფლიო მნიშვნელობას იძენს.

2014 წელს საქართველოს მთავრობის ინიციატივით, დაიწყო კულტურული მემკვიდრეობის გადარჩენის პროგრამა, რაც ითვალისწინებს კულტურული მემკვიდრეობის სტატუსის მქონე ოთხი ძეგლის, კერძოდ - ხევსურეთში სოფ. მუცოს, თუშეთში სოფ. დართლოს, მესხეთში კლდეში ნაკვეთი კომპლექსის - ვარძიისა და ასევე ზემო სვანეთში სოფელ ჩაქაშის კონსერვაცია-რეაბილიტაციის მასშტაბური პროექტის განხორციელებას.

2. ძირითადი ნაწილი

ისტორიულად ზემო სვანეთის უშგულის თემი შედგება ოთხი სოფლისაგან: ჩაქაში, უიბიანი, ჩვიბიანი და მურყმელი, რომელთა შორის თავისი უნიკალურობით და ავთენტურობით გამოირჩეულია სოფელი ჩაქაში, რომელიც ასევე დაცულია იუნესკოს მიერ. მთავრობის მიერ წარმოდგენილი კულტურული მემკვიდრეობის გადარჩენის პროგრამა მეტად მნიშვნელოვანი და უდავოდ წინ გადადგმული ნაბიჯია ჩვენი საგანძურის მოვლა-შენახვის საქმეში. თუმცა, მხოლოდ საკონსერვაციო ღონისძიებები არ იქნება საკმარისი ამ სოფლის, როგორც ცოცხალი ორგანიზმის, სამომავლო განვითარებისა და აღორძინება-განახლებისათვის. გასათვალისწინებელი და მნიშვნელოვანია, რომ სოფ. ჩაქაშის, როგორც არქიტექტურული კომპლექსის, გამორჩეულ და უნიკალურ ღირებულებათა დაცვის ღონისძიებები პრინციპულად არ უნდა ეწინააღმდეგებოდეს ადგილობრივი თემის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პერსპექტივებს.

ჩაქაშის კომპლექსი ტერიტორიის სიმცირის გამო მჭიდროდ დასახლებულ, განაშენიანებულ, ერთმანეთთან მიჯრილ ნაგებობათა ჯგუფს წარმოადგენს. ცხოვრების

-

«

»

მძიმე პირობების გამო ადგილობრივი მოსახლეობა, განსაკუთრებით კი ახალგაზრდობა, მშობლიურ მხარეს სულ უფრო ინტენსიურად ტოვებს. ამას ცხადყოფს, როგორც ძეგლებისა და ღირსშესანიშნავი ადგილების საერთაშორისო საბჭოს საქართველოს ეროვნული კომიტეტის (ICOMOS საქართველო) 1999 წლის აგვისტოში, ისე ჩვენს მიერ 2016 წელს ჩატარებული სოციოლოგიური კვლევა. სოფელ ჩაქაშში მცხოვრებთა რაოდენობა 3-ჯერ შემცირდა XIX საუკუნის მონაცემებთან შედარებით.

სვანეთში ტრადიციულად მოსახლეობა მეცხოველეობა-მიწათმოქმედების საქმიანობას მისდევს. როგორც ICOMOS-ი კვლევაში აღნიშნავს, მოსახლეობის შემოსავლის ძირითად წყაროს წარმოადგენს საქართველოს რეგიონებში, იმერეთში, კერძოდ ქუთაისში, მეცხოველეობით მოპოვებული პროდუქტების რეალიზაცია. შესაბამისად, მოსახლეობის საქმიანობა საქონლის მოვლა-პატრონობაზეა მიმართული. ხოლო ტურისტული ბიზნესი, რომელიც ადრეც მომავლის პერსპექტივად ესახებოდათ, ახლა სულ უფრო და უფრო იკიდებს ფეხს. ოჯახები, რომლებიც ტურისტებს მასპინძლობენ, ცდილობენ ელემენტარული საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესებას, რათა უფრო მიმზიდველი გახადონ სტუმრებისთვის სახლის გარემო (აწყობენ სააბაზანოს წყლის გამაცხელებელი მოწყობილობებით, სახლის შიგნით ამონტაჟებენ ტუალეტს და ა.შ). სოფ. ჩაქაშის მოსახლეობასაც გააჩნია სურვილი უმასპინძლოს ტურისტებს, რადგანაც თვალნათლივ ხედავს, მეზობელი სოფლების მაგალითზე, ამ საქმიანობის სარგებლიანობას და მიიჩნევს ტურისტულ ბიზნესს სამომავლო სავარაუდო შემოსავლის ერთ-ერთ წყაროდ. მოსახლეობა ტურისტებს სთავაზობს შემდეგი სახის სერვისს: სასტუმროსა და საოჯახო ტიპის სასტუმროს გაქირავებას, კვებას, გიდობას, მძღოლობას, ცხენების გაქირავებას, საფეხმავლო მარშრუტებში გაყოლას და სხვა. მაგრამ მოსახლეობა არსებული საცხოვრებელი ფონდით ვერ აკმაყოფილებს ტურისტების მზარდ ნაკადს. შესაბამისად მათი სურვილი საცხოვრებელი ფართის გაფართოებასთან დაკავშირებით რეალობად იქცა. საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესების მიზნით, სოფლის მოსახლეობამ თვითნებურად დაიწყო, საკუთარ სახლებზე სხვადასხვა დანიშნულების სათავსების მიშენება-დაშენება. ამასთან, ეს პროცესები უმეტეს შემთხვევაში სპონტანურად და არაკვალიფიციურად ხორციელდება, რაც მნიშვნელოვნად უცვლის სახეს ძეგლს და სერიოზულ საფრთხეს უქმნის მის ავთენტურობას. აღნიშნულ პრობლემას მასშტაბური ხასიათი მიეცა.

მსგავს პრეცედენტს ადგილი ჰქონდა ქ. მცხეთაში, რამაც დიდი ზიანი მიაყენა ქალაქს, სადაც ისტორიული ლანდშაფტის დაცვის ზონაში უკანონოდ დაწყებული პოლიციის, საქპატენტის და იუსტიციის სახლის მშენებლობა, 2012 წლის სექტემბერში სამთავრობო განკარგულებით დაკანონდა. დოკუმენტის მიხედვით ტერიტორიას, რომელიც არასოდეს ყოფილა განაშენიანებული, ახლა რეგულირებადი ზონის სტატუსი მიენიჭა. შედეგად 2009 წელს მსოფლიო მემკვიდრეობის კომიტეტის 33-ე სესიის გადაწყვეტილებით მცხეთის ისტორიული ძეგლები ძირითადი ნუსხიდან გადატანილი იქნა საფრთხეში მყოფ ძეგლთა ნუსხაში.

1970 წლიდან სოფელი ჩაქაში დაცულია როგორც უშუალო-ჩაქაშის მუზეუმ-ნაკრძალი. საბჭოთა პერიოდში განსაზღვრული იყო ასევე მკაცრი დაცვითი ზონები. ბოლო ოცწლეულში, კულტურული მემკვიდრეობის კანონმდებლობის არაერთგზის ცვლილებების გამო, დაცული ლანდშაფტის საზღვრები შეიცვალა. დღეს, როგორც უკვე აღნიშნეთ, სოფ. ჩაქაში და მისი მიმდებარე ლანდშაფტი დაცულია. დაცვის ზონა მოიცავს მსოფლიო მემკვიდრეობის ძეგლის გარშემო 1 კმ. რადიუსსა და ეროვნული ძეგლების გარშემო 500 მ. რადიუსში მდებარე ტერიტორიას. სამართლებრივად ეს ზონა დაცულ ბუფერულ ზონას წარმოადგენს, სადაც მკაცრადაა შეზღუდული განვითარებითი საქმიანობა. აქ არსებული ცალკეული არქიტექტურული ობიექტები და უშუალო თემის სოფლები კულტურული მემკვიდრეობის შესახებ საქართველოს კანონით დაცულია როგორც ეროვნული ძეგლები.

მიუხედავად ზემო ხსენებულისა, ჩვენს მიერ ჩატარებულმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ მკაცრი დაცვითი ზონის ფარგლებში მიმდინარეობს სტიქიური განაშენიანება, კერძოდ გაჩნდა სოფელი ლამჯურიში, რომელიც პირველად 2014 წლის საყოველთაო აღწერაში

ფიქსირდება. აღწერის მიხედვით სოფელში 48 კაცია, ასევე მესტიის მუნიციპალიტეტის გამგეობის და ტურიზმის ადმინისტრაციის მიერ გამოშვებულ ცნობარში აქ მითითებულია ოთხი საოჯახო ტიპის სასტუმრო. სოფელ ლამჯურიშის არსებობას გვამცნობს უშგულის ცენტრში არსებული საინფორმაციო აბრა, საიდანაც ჩანს რომ უშგულის თემი შედგება ხუთი სოფლისგან. კულტურული მემკვიდრეობის ეროვნული სააგენტოს ცნობით, აღნიშნულ ტერიტორიაზე არ გაცემულა არც ერთი სამშენებლო ნებართვა. 2016 წლის მონაცემებით, რომელიც მოგვაწოდა მესტიის მუნიციპალიტეტის გამგებელმა კ. ჟორჟოლიანმა, ახლა სოფელ ლამჯურიშში ფიქსირდება 15 კომლი, მათ შორის 26 ქალი და 26 კაცი, სულ 52 სული.

კანონი „კულტურული მემკვიდრეობის შესახებ“ - მუხლი 45-ის მიხედვით ისტორიულად ჩამოყალიბებულ გარემოში დისონანსის შემტან, მისი აღქმისთვის ხელის შემშლელ ზონებში, დაცული კულტურული მემკვიდრეობისათვის, პრაქტიკულად თუ ესთეტიურად, ზიანის მომტან ნაგებობებს ენიჭება შეუსაბამო შენობა-ნაგებობების სტატუსი. ქალაქმშენებლობითი დოკუმენტაციის შემუშავებისა და დამტკიცების დროს, ასევე სამშენებლო და გეგმარებითი გადაწყვეტილების მიღებისას საქართველოს კანონმდებლობით განსაზღვრული ორგანოები ვალდებული არიან გაითვალისწინონ შეუსაბამო-ნაგებობების დემონტაჟი ან/და კორექტირების პერსპექტივა.

3. დასკვნა

უშგულის თემში ბუნებრივი ლანდშაფტისა და ეთნო-კულტურის შენარჩუნების მიზნით, ასევე შემდგომი განვითარების პერსპექტივით აუცილებელია დროული რეაგირება:

- კანონის თანახმად, სტიქიურად განაშენიანებულ ადგილს უნდა მიენიჭოს შეუსაბამო სტატუსი. უნდა მოხდეს არსებული შენობა ნაგებობების დემონტაჟი ან/და კვლევის შემდეგ კორექტირება;
- დღესდღეობით, სახელმწიფოს მხრიდან მიმდინარეობს მხოლოდ სოფ. ჩაქაშის კონსერვაცია, თუმცა უშგულის თემის ისტორიული განაშენიანების ვიზუალური მთლიანობის შენარჩუნებისთვის საჭიროა დანარჩენი სამი სოფლის სრული კონსერვაცია;
- ტურისტული ინფრასტრუქტურის განვითარების ხელშეწყობისთვის და ასევე ეთნო გარემოს შენარჩუნებისთვის, უნდა მოხდეს ისტორიულად ჩამოყალიბებული (კოშკი, მანუბი) საცხოვრისის ადაპტაცია, რესტავრაცია. ინტერიერის ფორმირებისთვის შესაძლებელია გამოყენებული იყოს მესტიაში მდებარე მარვიანების სახლ-მუხუეში, რომელიც ავთენტური სახით არის შემონახული.
- ვინაიდან ბუნებრივ-გეოლოგიური და ისტორიულ-ეთნო-კულტურული წონასწორობა გვზღუდავს მასიური განაშენიანების ახალი ფორმების შექმნაში, დღის წესრიგში დგება: მომიჯნავე თემების მიწათსარგებლობის საკითხების კვლევა და ასევე იმ სოფლებში რეგულირების გეგმების დამუშავება, რომელთაც არ გააჩნიათ განსაკუთრებით გასაფრთხილებელი გეგმარებითი და კულტურული ღირებულება.

კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების მოვლა, პატრონობა, სწორი ადაპტირება ხელს შეუწყობს ქვეყანაში დამატებითი ინვესტიციების მოზიდვას, მოსახლეობის სოციალ-ეკონომიკური პირობების გაუმჯობესებას, ზემო სფეროს ჩამოყალიბებას საერთაშორისო ტურისტული და კულტურული დანიშნულების ადგილად.

ლიტერატურა

1. უშგულის თემის, სოფელ ჩაქაშის საკონსერვაციო სამუშაოებისათვის მოსამზადებელი გეგმის ექსპედიციის კვლევის მასალები-სოციოლოგიური კვლევის შედეგები - ავტ. არქ. კანდიდატი მარინა თუმანიშვილი. თბილისი 1999 წელი.
2. საქართველოს კანონი, კულტურული მემკვიდრეობის შესახებ- <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/21076> გადამოწმებულია 04.04.2017
3. საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახური - მოსახლეობის საყოველთაო აღწერა 2014წ.

http://www.geostat.ge/index.php?action=page&p_id=2152&lang=geo გადამოწმებულია 04.04.2017წ.

ბრტყელი ოთხკუთხედის თვისება

მ. ბეგიაშვილი, ნ. მუმლაძე, თ. შუბითიძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია წრეწირზე არსებული სამი წერტილის მიხედვით მეოთხე წერტილის აგება, რომელიც იგივე წრეწირზე მოთავსდება. მიღებულ ბრტყელ ოთხკუთხედში კი ჩაიხაზება წრეწირი. ამოცანის ამოხსნა ეფუძნება წრეწირში ჩახაზული და წრეწირზე შემოხაზული ოთხკუთხედის თვისებებს.

საკვანძო სიტყვები: წრეწირი, ჩახაზული, შემოხაზული ოთხკუთხედი, მოპირდაპირე კუთხეების ჯამი, გვერდების ჯამი.

1. შესავალი

სამი A, B, C წერტილით უნდა აიგოს ისეთი მეოთხე D წერტილი, რომ ოთხივე წერტილი ერთ სიბრტყეზე იყოს. მიღება ბრტყელი A, B, C, D ოთხკუთხედი. აღნიშნული (მოცემულობები) A, B, C წერტილები წრეწირზე მდებარეობენ, მეოთხე D წერტილიც ამავე წრეწირზეა, ე.ი. ოთხივე წერტილი მდებარეობს წრეწირზე. წრეწირში ჩახაზული A, B, C, D ოთხკუთხედი თავის მხრივ წარმოადგენს წრეწირზე შემოხაზულს, ეს წრეწირი პირველი წრეწირისაგან განსხვავებით მცირე ზომისაა.

2. ძირითადი ნაწილი

წრეწირში ჩახაზული ოთხკუთხედის თვისების თანახმად მოპირდაპირე კუთხეების ჯამი უდრის $2d$ -ს ანუ 180° და შებრუნებით. თუ ოთხკუთხედში მოპირდაპირე კუთხეების ჯამი უდრის $2d$ -ს, მაშინ მის წვეროებზე შეიძლება წრეწირის შემოხაზვა.

აღნიშნული ამოცანის აგებისათვის მნიშვნელოვანია ასევე შემოხაზული ოთხკუთხედის გვერდების თვისება. ამ თვისების მიხედვით შემოხაზულ ოთხკუთხედში მოპირდაპირე ორი გვერდის ჯამი უდრის დანარჩენი ორი გვერდის ჯამს. ე.ი. იმისათვის, რომ A, B, C, D ოთხკუთხედში ჩაიწეროს წრეწირი აუცილებელი და საკმარისი პირობაა შესრულდეს ტოლობა $[AB] + [CD] = [BC] + [AD]$ ან $[AD] - [CD] = [AB] - [BC]$.

მოცემულ წრეწირზე ნებისმიერად ავიღოთ A, B და C, წერტილები (სურ. 1). იგივე წრეწირზე გრაფიკული აგებით განვსაზღვროთ D წერტილის მდებარეობა.

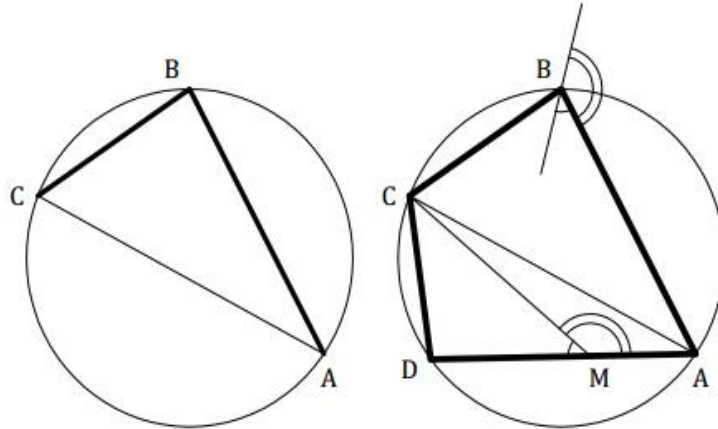
ამოცანა დაიყვანება სამკუთხედის ცნობილ აგებაზე:

გვერდით, ამ გვერდის მოპირდაპირე კუთხით და დარჩენილი ორი გვერდის სხვაობით. სურ.1-ის მიხედვით $[AB] < [BC]$. $[AC]$ - ზე ავაგოთ ΔAMC , $[AM] = [AB] - [BC]$. $\angle AMC = 180^\circ - (90^\circ - \frac{1}{2} \angle MDC) = 180^\circ - \frac{1}{2} \angle ABC$. (AM) წრფე გადაკვეთს წრეწირს D წერტილზე (სურ. 2).

შევნიშნავთ, რომ განხილული მაგალითის გარდა წრეწირში ჩახაზული შეიძლება იყოს მართკუთხედი, კვადრტი, ტოლფერდა ტრაპეცია, ვინაიდან ამ ოთხკუთხედებში მოპირდაპირე კუთხეთა ჯამი უდრის $2d$ -ს.

როგორც ავღნიშნეთ ABCD ოთხკუთხედის ოთხივე წვერო წრეწირზე მდებარეობს. ამ წრეწირის ცენტრის მდებარეობა შეესაბამება ოთხკუთხედის გვერდების შუა წერტილებიდან გავლებული მართობების გადაკვეთის O წერტილს (სურ. 3).

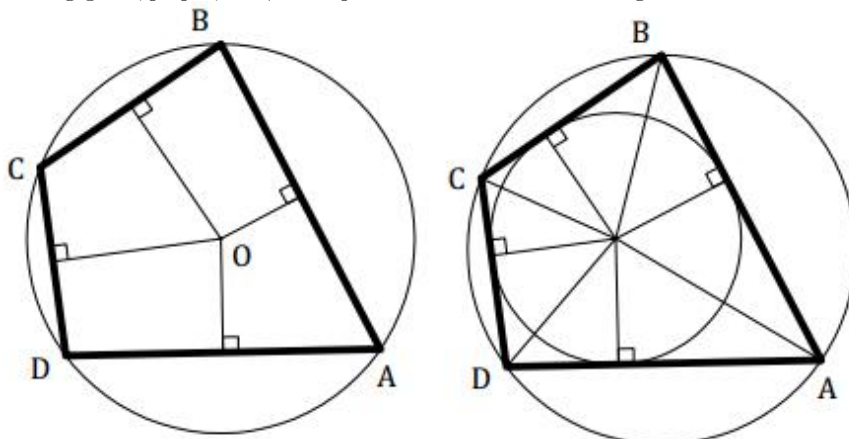
D წერტილის განსაზღვრის შემდეგ A, B, C, D ოთკუთხედში ჩახაზავთ წრეწირს. მოცემული ოთკუთხედის გვერდები მასში ჩახაზული წრეწირის



სურ.1

სურ.2

მხებებს წარმოადგენს. ერთი და იმავე წერტილიდან გავლებული ორი მხები ტოლია. წრეწირის მხები მონაკვეთების ეს თვისება იძლევა შემდეგ ტოლობას $[AB] + [CD] = [BC] + [AD]$ ეს კი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ოთხკუთხედში წრეწირის ჩახაზვისათვის აუცილებელი და საკმარისი პირობაა (სურ .4).



სურ.3

სურ.4

3. დასკვნა

წრეწირზე მდებარე სამი წერტილის მიხედვით შესაძლებელია ისეთი მეოთხე წერტილის აგება, რომელიც იგივე წრეწირზეა და დანარჩენ სამ წერტილთან ერთად ქმნის ოთხკუთხედს. მიღებულ ოთხკუთხედში კი შესაძლებელია წრეწირის ჩახაზვა მოცემული სამუშაოს გრაფიკული ნაწილი შესრულებულია გეომეტრიული ფიგურების გეგმილური თვისებების გამოყენებით, რაც უზრუნველყოფს ზოგადი სახის პლანიმეტრიული ამოცანების მარტივად გადაწყვეტას.

ლიტერატურა

1. ” 1966 .
2. . . . / , 1980 .

**ფერდოს და კალაპოტური წყლის ჩამონადენის
ეროზიული მუშაობა**

ზ. დანელია, მ. თოფურია

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

რეზიუმე: სტატიაში ჩამოთვლილია ფერდოს ეროზიის მიზეზები (ფაქტორები) და გაანალიზებულია თვითოეულის როლი ეროზიის პროცესზე.

საკვანძო სიტყვები: ფერდოს თხევადი და მყარი ჩამონადენი, ჩამონადენის ეროზიული მოქმედება.

1. უმსავალი

ფერდოს წყლის ჩამონადენი არის უპირველესი მიზეზი ფერდოზე აღძრული ეროზიული პროცესის წარმოშობის, რადგანაც წყლის ჩამონადენის არ არსებობის შემთხვევაში არ იქნებოდა ფერდოს ეროზიაც. ფერდოს ჩამონადენი წარმოიშობა ძირითადად მიწის ზედაპირზე საკმაო რაოდენობის თხევადი ნალექის მოსვლით და თოვლის და ყინულის დნობით, რომლებიც წარმოშობენ მცირე ჭავლებს. ისინი ხშირად იცვლიან მიმართულებებს, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს მათ მოერვე ჩამოტანილი ადვილად ტრანსპორტირებადი ნივთიერებების (მაგალითად ფოთლები, მცირე ტოტები, მცენარეები, გრუნტის ნაწილაკები) დაგროვებით რაიმე მონაკვეთზე. ცხადია ცალკეული ჭავლების მიმართულება და სიჩქარეები ერთნაირი არ იქნება და დამოკიდებული იქნება ადგილობრივ რელიეფზე. ეს ჭავლები გზადაგზა ერთიანდებიან უფრო დიდ ჭავლებად და მცირე ზომის ნაკადებად რელიეფის დადაბლებულ ადგილებში და შემდგომში მათი შეერთება ქმნის საკმაო ზომის ნაკადულებს და მოზრდილ ნაკადებსაც. ცხადია ისინი იწვევენ ფერდოს გრუნტის ეროზიას და მის დახვეებას.

2. ძირითადი ნაწილი

დავიწყოთ ფერდოს ეროზიის მიზეზების (ფაქტორების) ჩამოთვლა და შემდგომში მათი ანალიზი.

1. ფერდოს ჩამონადენი როგორც ფერდოს ეროზიის მთავარი ფაქტორი;
2. თხევადი ნალექის სიდიდე და ინტენსივობის გავლენა;
3. თოვლის საფარის გავლენა;
4. ფერდოს სიგრძის გავლენა;
5. ფერდოს ქანობის (დაქანების) გავლენა;
6. ფერდოს ფორმის გავლენა;
7. ფერდოს ექსპოზიციის გავლენა;
8. ნიადაგის ტიპის (სახის) გავლენა;
9. მცენარეულო საფარის გავლენა;
10. ნიადაგის ზედაპირის მორფომეტრული თვისების გავლენა;
11. ადამიანის სამეურნეო მოქმედების გავლენა ეროზიის განვითარებაზე;
12. შეერთებული ჭავლების და ნაკადურების კალაპოტური ეროზიის პროცესები;
13. ფერდოს და კალაპოტის სიმღვრივეების ფარდობითობა მათი ჩამონადენის მიხედვით.

ფერდოზე წყლის ჩამონადენი წარმოადგენს უმთავრეს და უპირველეს მიზეზს ფერდოს წყლისმიერი ეროზიის წარმოქმნაში. ფერდოს ჩამონადენი ჩნდება მიწის ზედაპირზე საკმაო რაოდენობის წვიმის მოსვლით, თოვლის და ყინულის დნობით.

ორივე შემთხვევაში ფერდოს ზედაპირზე ჩამონადენის ინტენსივობა ხასიათდება ჩამონადენი სითხის ფენის სიღრმით (h') და ამ ჩამონადენის საშუალო სიჩქარით ($v'_{საშ}$), ანუ ფერდოზე ჩამონადენის სითხის რაოდენობით დროის ერთეულში (1წმ) ფერდოს ერთეულ სიგანეზე (1 მეტრ). მაშასადამე,

$$q' = h' \cdot v'_{\text{საშ.}} \quad (1)$$

ზოგჯერ ფერდოს ჩამონადენის ინტენსივობას ახასიათებენ არა ერთ წამში ჩამონადენი ხარჯით, არამედ სხვა დროით, მაგალითად 1 წუთი და 1 საათიც კი.

ფერდოს ჩამონადენის ინტენსივობა დამოკიდებულია ბუნებრივ პირობებზე, რომელთაგან უმთავრესია: წვიმის და თოვლის ნალექის დნობის რაოდენობა და ინტენსივობა მიწის ზედაპირზე. ჩამონადენის დანაკარგის სიდიდე და ინტენსივობა მისი მოძრაობის გასწვრივ (აორთქლება, ინფილტრაცია და სხვა) ფერდოს ზედაპირის სიგრძე, დაქანება (ქანობი) და ფერდოს ზედაპირის ხასიათი, მისი ხორკლიანობა (მაგ. უსწორმასწორობა, მცენარეული საფარის არსებობა და სხვა).

როგორც უკვე აღვნიშნეთ ფერდოზე ჩამონადენი ჭავლები ერთდებიან დიდი ზომის ჭავლებად და მცირე ზომის ნაკადებად უფრო დადაბლებულ ადგილებში, ცხადია მათი სიჩქარეები უფრო ნაკლებია.

ამრიგად, ფერდოს ჩამონადენის ეროზიული მუშაობის საერთო ფონზე გაჩნდება და წარმოიშევა დროებით ნაკადულების და ნაკადების კალაპოტური ეროზიები დადაბლებულ ადგილებზე.

პირველ ყოვლისა განვიხილოთ (მოკლედ) საკითხი ჩამონადენის კოეფიციენტებზე (ξ), ანუ ჩამონადენის სიდიდის (Q) და ნალექის სიდიდის (M) ფარდობა, რომელმაც გამოიწვია ეს ჩამონადენი. წყალშემკრები აუზის ერთი და იგივე ფართზე

$$\xi = \frac{Q}{M}, \quad (2)$$

სადაც Q და M მიღებულია გამოისახოს წყალშემკრები აუზის ფართზე თანაბრად განაწილებულ ფენებად მილიმეტრებში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩამონადენის კოეფიციენტი (ξ) წლის სხვადასხვა დროს სხვადასხვაა. მეტია ზათარ-გაზაფხულზე და ნაკლებია ზაფხულ-შემოდგომაზე. ეს თანაფარდობები საქართველოს პირობებში რეგიონების მიხედვით მერყეობს (პროცენტები) 95%-51%-დან 70%-30%-მდე. ეს მერყეობა დამოკიდებულია წლებზეც (ნალექიანი თუ უნალექო წლები).

როგორია წვიმის ნალექის მექანიზმი ეროზიულ პროცესზე? წვიმის წვეთი ეცემა რა მიწის ზედაპირს, იწვევს გრუნტის აგრეგატების მექანიკურ ნგრევას. ეს ნგრევა მით მეტია, რაც უფრო ნაკლებად არის დაცული ის მცენარეული საფარით, რაც უფრო დიდია წვიმის წვეთები და რაც უფრო ხშირად ვარდება ის, ანუ წვიმის ინტენსივობა.

ჯერ კიდევ 1944 წელს ინგლისელმა მეცნიერმა ელისონმა ლაბორატორიულ პირობებში ჩაატარა დაკვირვებები ამ მოვლენაზე. გაირკვა, რომ წვიმის წვეთის დაცემისას ნიადაგის ზედაპირზე ხდება მისი აგრეგატების დანაწევრება მცირე ნაწილებად და მათი გაფანტვა წვეთის დაცემის წერტილიდან სხვადასხვა მიმართულებით. ამავე დროს გამოირკვა, რომ დანაწევრებული ნაწილაკები, რომლებიც გაიფანტებიან ფერდოს დახრის მიმართულებით (ანუ ქვევით), სამჯერ აღემატება ფერდოს ზემო მიმართულებით გაფანტულ გრუნტს. ეს გვიჩვენებს, რომ თვითონ გრუნტის ნაწილაკების გაფანტვა, ფერდოს ჩამონადენის გარეშე, ხელს უწყობს გადაადგილებას ფერდოს დაბლა მიმართულებით. ფერდოზე ჩამონადენის ფენის გაჩენის შემთხვევაშიც კი წვეთები აგრძელებენ ეროზიულ მუშაობას, ანგრევენ რა წყლის ფენის ზედაპირიდან გამოშვებული გრუნტის ნაწილებს და იწვევენ მათ შეწონვას ჩამონადენის ფენაში. ამ ფენის და მისი სიჩქარის გაზრდა იწვევს ფერდოს ეროზიას უკვე როგორც პირდაპირი ზემოქმედება წყლის ნაკადისა გრუნტის აგრეგატებზე. ცხარია, რაც უფრო ინტენსიურია თხევადი ნალექი, მით მეტია მისი ეროზიული ზემოქმედება. შეიძლება ერთმა კოკისპირულმა წვიმამ ფერდოს ისეთი ეროზია გამოიწვიოს, რომელიც ბევრად მეტი იქნება, ვიდრე ყველა

დანარჩენი დროის განმავლობაში მოსული წვიმის მიერ გამოწვეული ჯამური ეროზია.

ნალექის საერთო რაოდენობის გავლენა გრუნტის წარეცხვის სიდიდეზე შეიძლება პირველ მიახლოებაში მივიღოთ ი.გ. ნილის მიხედვით. ნალექის ჯამური რაოდენობის პროპორციულ

$$W = A \cdot i^{0.8} \cdot M \cdot m^{1.2}, \quad (3)$$

სადაც W არის გრუნტის წარეცხვის სიდიდე (ტონა ჰექტარზე); M – ნალექების რაოდენობა მილიმეტრებში; i – ფერდოს ზედაპირის ქანობი გრადუსებში;

m – ნალექის ინტენსივობა, მმ/წთ-ში; A – ცვლადი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს წყლისმიერი ეროზიის დანარჩენი გაუთვალისწინებელ ფაქტორებს.

ფერდოს ეროზიაზე თოვლის საფარის გავლენა მისი ინტენსიური დნობის პერიოდში, მიუხედავად დიდი მნიშვნელობისა, ბოლომდე შესწავლილი არ არის. თუ წვიმის ნალექი მოდის რეგიონის გარკვეულ უბანზე, თოვლის საფარი მოიცავს წყალშემკრები აუზის მთელ რეგიონს ანუ უზარმაზარ ტერიტორიებს. გარკვეულ პერიოდში თოვლის დნობის შედეგად გამოწვეული ეროზიული პროცესი მოიცავს რა დიდ ფართობებს ბევრად უფრო მასშტაბურია, ვიდრე წვიმის ზეგავლენით. ამაზე მეტყველებს თუნდაც ის ფაქტი, რომ მდინარეთა შეწონილი ნატანის რაოდენობა აღწევს მაქსიმუმს, სწორედ გაზაფხულზე, ანუ თოვლის და ყინულის დნობის ყველაზე ინტენსიურ პერიოდზე. რასაკვირველია მყარი ნატანის კონცენტრაცია კიდევ უფრო მასშტაბურ სიდიდეებს აღწევს, როდესაც თოვლის საფარის ინტენსიური დნობის პერიოდს ემთხვევა თავსხმა (კოკისპირული) წვიმების პერიოდი. ცხადია, მყარი ნატანის დიდი კონცენტრაცია გამოწვეულია წყალშემკრები აუზის ტერიტორიების ეროზიით.

განვიხილოთ თოვლის საფარის სიმძლავრის და მისი დნობის ინტენსივობის გავლენა წყლისმიერი ეროზიის განვითარებაზე.

სიმძლავრე ანუ თოვლის საფარის სისქე და მისი სიმკვრივე ერთ მხრივ მაჩვენებელია თოვლში წყლის მარაგის, ხოლო მეორე მხრივ მიწის ზედაპირის გაყინვის ხარისხის. რაც მეტია თოვლის საფარის სიმძლავრე (ერთნაირი სიმკვრივის შემთხვევაში), მით მეტი იქნება მდნარი წყლის ჩამონადენი და ამდენად მეტი იქნება ეროზიული პროცესი. ამავდროულად, რაც მეტია თოვლის საფარის სიმძლავრე, მით უფრო მცირე იქნება გრუნტის გაყინვის სიღრმე და ხარისხი და მაშასადამე მით მეტი იქნება გრუნტის მიერ მდნარი წყლის შთანთქმა და ნაკლები იქნება წყლის ჩამოსვლა და შესაბამისად ეროზიაც.

მდნარ წყლის ჩამონადენის ფორმირებაზე და მის მიერ ეროზიული პროცესის განვითარებაზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება თოვლის დნობის ინტენსივობას.

სამწუხაროდ ლიტერატურაში მოყვანილი მონაცემები მდნარი წყლების ჩამონატანის გავლენაზე ფერდოს ეროზიაზე ძალზე მწირია და არ არის საკმარისი რაოდენობრივი კანონზომიერებების დასადგენად, ვინაიდან განსახილველი პროცესის განვითარება ძალზე მრავალფეროვანია, ცვალებადია დროში (სხვადასხვა წლებისთვის) და ტერიტორიების მიხედვით (სხვადასხვა რაიონებისათვის). იმისათვის, რომ გავარკვიოთ ამ პირობების ცვლილების ხარისხი და მათი რაოდენობრივი გავლენა ნიადაგის წარეცხვის პროცესზე, საჭიროა ხანგრძლივი სტაციონარული კვლევების ჩატარება. კერძოდ

- ა) გრუნტის გაყინვა და დნობა ჰაერის ტემპერატურის გავლენით, მათი განვითარების ხანგრძლივობა, თოვლის საფარის სიმძლავრე და დნობის ინტენსივობა, გრუნტის სტრუქტურა, მისი ტენიანობა და სხვადასხვა ფაქტორები;
- ბ) მდნარი წყლის ფერდოს და ღარტაფის ჩამონადენის განვითარების დამოკიდებულება: თოვლის საფარში წყლის მარაგისა და მისი დნობის ინტენსივობაზე, გაზაფხულის წვიმის ნალექზე, გრუნტის გაყინვის სიდიდეზე და მის სტრუქტურაზე, სოფლის მეურნეობის გამოყენებაზე და სხვა ფაქტორები;

გ) გრუნტის ჩარეცხვის და გარეცხვის პროცესის განვითარება ფერდოს და ღარტაფის (დაბალი ფენის) ჩამონადენის გავლენით. კერძოდ, გრუნტის გაწყლოვანებით (დასველებით ანუ რბილი კონსტინტენციის წარმოშობით) და ჩამონადენის ფენის სიმძლავრის მომატებით.

ფერდოს სიგრძის გავლენა ფერდოს ეროზიის განვითარებაზე მდგომარეობს იმაში, რომ ფერდოს საკმაოდ დიდი სიგრძის შემთხვევაში, ჩამონადენის ფენის სისქე, წყალგამყოფი ხაზიდან დაშორებით უფრო მძლავრი ხდება და იძენს ჩამონადენის დიდ სიჩქარეს. ამ დროს ხდება ფერდოს ზედაპირიდან გუმუსის ჩამოტანა. ფერდოს ქვედა ნაწილში გუმუსის რაოდენობა საშუალოდ 2,0-2,5-ჯერ მეტია, ვიდრე ზემოთ. დაკვირვებებით დგინდება, რომ საკმაოდ მიახლოებით ფერდოს ჩამონარეცხი ნივთიერებების ხარჯი $R_{ფერ}$ (კგ/წმ) შეიძლება ვიანგარიშოთ შემდეგი გამოსახულებით

$$R_{ფერ} = Ai^{0.75} x^{1.5} M^{1.5}, \quad (4)$$

სადაც i – ფერდოს ზედაპირის ქანობი პროცენტებში;

x – ჩამონარეცხის ხარჯის გაზომვის მანძილი წყალგამყოფიდან;

M – ნალექის ინტენსივობა;

A – კოეფიციენტი გულისხმობს დანარჩენი გაუთვალისწინებელი ფაქტორების განსაზღვრას.

როგორც აღნიშნული (4) დამოკიდებულება გვიჩვენებს ჩამონარეცხი ნივთიერებების საერთო სიდიდე იზრდება ფერდოს სიგრძის 1,5 ხარისხის პროპორციულად.

რაც შეეხება **ფერდოს ქანობს i -ს**, მისი გავლენა ფერდოს ზედაპირის ხასიათის მიხედვით იცვლება ქანობი ხარისხად 0,65±0,85 და საშუალოდ მიიღება 0,75%.

ბევრი მკვლევარი აღნიშნავს, რომ **ფერდოს ფორმა ახდენს გავლენას წყლისმიერი ეროზიის** ინტენსივობაზე და მიმართულებაზე.

მეტი ეროზია წარმოებს ფერდოს ამოზნექილ უბნებზე, სადაც მისი ქანობი ქვემოთ მატულობს და სადაც ამავე დროს მატულობს წყალშემკრები აუზის ფართი და ჩამონადენი წყლის მასა.

ნაკლები ეროზია წარმოებს ფერდოს ჩაზნექილ უბნებზე, სადაც წყლის მასა, თუნდაც კი მატულობს ფერდოს ქვემო უბნებისკენ, მაგრამ ვინაიდან ფერდოს ქანობი მცირდება, მცირდება ფერდოს ჩამონადენის ტრანსპორტირების უნარი და მიწის წარეცხვა თანდათან მცირდება ჩამონადენის აკუმულიაციის ხარჯზე.

სწორ ფერდოებზე ჩამონადენი წყლის მასა მატულობს ფერდოს ქვემო მიმართულებით მისი მუდმივი ქანობის პირობებში. ამიტომ წყლის დამანგრეველი ძალა იზრდება ნელ ტემპში, მხოლოდ ფერდოს გაზრდის ხარჯზე. მკვეთრად გამოსატული წარეცხვა ვლინდება დაახლოებით ფერდოს ნახევრიდან მისი ქვედა მესამედამდე, სადაც წარეცხვა, ჩაზნექილი დელუვიური შლეიფის ფარგლებში, შეიძლება კიდევ შეიცვალოს აკუმულაციით.

რთულ, კომბინირებულ, მაგალითად ამოზნექილ-ჩაზნექილ ფერდოებზე ქანობი და ფერდოს სიგრძე უფრო ნაკლებ როლს თამაშობს, ვიდრე ფერდოს მომიჯნავე სხვადასხვა ქანობის მქონე უბნების თანაფარდობის ხასიათი (მიმდევრობა).

იგივე ფერდოს ფორმის სამი ძირითადი ტიპი შეიძლება შედგენიარად დახასიათდეს.

ფერდოს პირველი ტიპი, ამოზნექილი ფორმით, ხასიათდება გრუნტის წარეცხვის თანმიმდევრული მატებით წყალგამყოფიდან ჰიდროგრაფიული ქსელის მიმართულებით, რის გამოც უდიდესი წარეცხვის ზონა ემიჯნება ღარტაფის კიდეს.

ფერდოს მეორე ტიპი, ამოზნექილ-ჩაზნექილი ფორმით, ხასიათდება ფერდოს საწყისი პროფილის დიდად ქანობებით და შედეგად გრუნტის გარეცხვის უდიდესი სიდიდით ფერდოს საშუალო ზონაში (ზოგჯერ მის ზედა ნაწილშიც). ქვედა

ნაწილში, რომელიც ჰიდროგრაფიულ ქსელს ემიჯნება ფერდოს ქანობი თანდათან მცირდება და ქმნის დელუვიურ შლეიფს.

ფერდოს მესამე ტიპი პირდაპირი პროფილით ხასიათდება ფერდოს წარეცხვით და გარეცხვის შენაცვლებით ფერდოს შუა და ქვედა ზონებში, რომლებიც შემდგომში აღმოჩნდებიან ეროზიის შემდგომი განვითარების კერებად.

ნიადაგის წარეცხვის ინტენსივობა ფერდოს ცალკეულ უბნებზე აღნიშნული სამივე ტიპის შემთხვევაში ფასდება შემდეგნაირად:

ფერდოს პირველი ტიპისთვის ქვედა ზონაში წარეცხვის სიდიდე 10,5-ჯერ მეტია, ვიდრე ზედა ზონაში.

ფერდოს მეორე ტიპისათვის ეს თანაფარდობა უტოლდება 4-ს, ხოლო ფერდოს მესამე ტიპისათვის კი 5-ს.

ნიადაგის წარეცხვის საერთო სიდიდე ფერდოს პირველ ტიპზე, სხვადასხვა პირობების ტოლობის შემთხვევაში, გამოდის 1,25-ჯერ მეტი, ვიდრე ფერდოს დანარჩენ ორ ტიპზე.

ჰიდროგრაფიული ზონა წარმოადგენს ჰიდროგრაფიული ქსელის⁴ მოედანს და ამიტომ ხასიათდება ზედაპირული ჩამონადენის განსაკუთრებით დიდი ინტენსივობით, რომლებიც აქ კონცენტრირდება, ჩამოედინება რა ყველა ზემოთ განლაგებულ წყალშემკრებიდან. მთავარი ნაკადი აწარმოებს ძირითადად ფსკერულ (სიღრმეულ) გარეცხვას, ხოლო გვერდითი უფრო მცირე ნაკადები აწარმოებენ უპირატესად სანაპირო გარეცხვას.

ქსელის მიმდებარე ზონა, რომელიც ჰიდროგრაფიულ ქსელს ერტყმის ორივე მხრიდან უკავია მთელი ფერდოს დაახლოებით მესამედი.

რასაკვირველია ეროზიული პროცესები, ასევე ბევრად არის დამოკიდებული როგორც ფიზიკო-გეოგრაფიულ პირობებზე, ასევე ადამიანის სამეურნეო მოქმედებებზე და მათ თანაფარდობებზე.

ფერდოს ექსპოზიციის გავლენა. ფართო გაგებით ექსპოზიციაში იგულისხმება ფერდოს განლაგება დედამიწის მხარეების მიხედვით და შესაბამისად განათების ხარისხის მიხედვით, ასევე ქარების მოქმედების მიმართულების და სხვა მოვლენების მიმართ. ცხადია ფერდოს ჩრდილოეთით თუ სამხრეთით განლაგების მიხედვით, ის სხვადასხვა სიდიდის მზის სხივების ენერჯიას ღებულობს, ასევე სხვადასხვა რაოდენობის მყარ ნალექს, რაც იხატება სინოტივის სიდიდეზე და ნიადაგის გამყინვარებაზე, მცენარეული საფარის განვითარებაზე, ასევე ნიადაგწარმოების და გამოქარვის პროცესებზე.

სამხრეთის ექსპოზიციის ფერდოზე სინოტივე მცირდება წყალგამყოფიდან ფერდოს ძირისკენ. ხოლო ჩრდილოეთით ექსპოზიციის ფერდოზე კი პირიქით ფერდოს ძირიდან წყალგამყოფისკენ.

ამასთან დაკავშირებით სამხრეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის ფერდოებზე ადგილი აქვს ნაკლები თოვლის დაგროვებას, მეტ გამყინვარებას და ნიადაგის ნაკლებ ტენიანობას. ფერდოს ჩამონადენის ნაკლებ ეროზიულ მოქმედებას.

ირაკვევა, რომ ქარპირა ფერდოების ძირში აღინიშნება თოვლის სისქის და სიმკვრივის სიმცირე, ვიდრე წყალგამყოფზე. რადგანაც თოვლდნობის პერიოდში ჰაერის ტემპერატურა ამ ფერდოების ძირში მეტია, ვიდრე წყალგამყოფზე, ამიტომ თოვლის საფარი იქ ჩამოდის უფრო ჩქარა და ნიადაგის ზედაპირი ფერდოს ძირში უკვე ასწრებს გადნობას მცირე სიღრმეზე, იმ დროს როცა წყალგამყოფზე ჯერ კიდევ დევს თოვლი. ამიტომ მდნარი წყლების ჩამოედინება რა წყალგამყოფიდან

⁴ საჭიროა აღინიშნოს, რომ ჰიდროგრაფიულ ქსელში იგულისხმება არა მარტო კალაპოტები, ჭალები და ველები მუდმივად მოქმედი ნაკადების, არამედ ყველა დროებით მოქმედი სადინარების, ღარტაფების და სხვა ეროზიულ დადაბლებულ ადგილებს.

ფერდოს ძირში ადვილად წარეცხავენ იქ წარმოქმნილ გალხობილი ნიადაგის „არაუანისებურ“ ზედაპირულ ფენას.

ამგვარად, ქარპირა ფერდები წარმოადგენენ ერთდროულად უფრო მეტად გამყინვარებულებს და არათანაბრად გალხობიდებს. ფერდოს სხვა ექსპოზიციების შემთხვევებში გამყინვარება უფრო ნაკლებია და გალხვობა წარმოებს უფრო ნელა და თანაბრად. ამასთან დაკავშირებით ფერდოს ნიადაგის ზედაპირული ფენა ინარჩუნებენ მეტ მდგრადობას წყლისმიერი ეროზიის მიმართ. ნიადაგის ზედაპირის წარეცხვის ოდენობის თანაფარდობა ფერდოს ჩრდილოეთის და სამხრეთის ექსპოზიციებს შორის შეადგენს საშუალოდ ერთი სამთან.

ნიადაგის ტიპის გავლენა წყლისიერი ეროზიაზე დამოკიდებულია ნიადაგის სტრუქტურაზე, მის მექანიკურ შემადგენლობაზე, მასში გუმუსის შემცველობაზე და მდგომარეობაზე, ასევე ნიადაგის მშთანთქმელობით კომპლექსზე.

სტრუქტურა განსაზღვრავს ნესტის ტევადობას და შესაბამისად ფერდოს ჩამონადენის ფარდობით სიდიდეს. მექანიკურად შემადგენლობა განსაზღვრავს ნიადაგის ძირითად ფიზიკურ და წყლვან თვისებებს, ხოლო გუმუსის შემცველობა და მისი მდგომარეობა განსაზღვრავს ნიადაგის სტრუქტურის სიმყარეს, ნიადაგის შთანთქმელობითი კომპლექსი განსაზღვრავს მის აგრეგატულ შესაძლებლობას და მასში ორგანული ნივთიერებების დაშლას და მინერალიზაციას.

აღნიშნული თვისებები ძირითადად განსაზღვრავენ ნიადაგის უნარს შეითვისოს და შეინარჩუნოს მის ზედაპირზე მოსული წყალი და შესაბამისად გავლენა იქონიოს ფერდოს ჩამონადენის განვითარებაზე.

უსტრუქტურო ნიადაგში შეიძლება შეადწინოს წვიმის არა უმეტეს 30%, ხოლო ნალექის დანარჩენი 70% ჩამოედინება მის ზედაპირზე. სტრუქტურულ ნიადაგს კი შეუძლია შეინარჩუნოს წლიური ატმოსფერული ნალექის 70%.

ამასთან დაკავშირებით ზედაპირული ჩამონადენის კოეფიციენტი შეიძლება მნიშვნელოვნად იცვლებოდეს ნიადაგის სტრუქტურულობის ხარისხთან დაკავშირებით, რაც თავის მხრივ განსაზღვრავს ფერდოს ჩამონადენის განვითარებას და მის ეროზიას.

გრუნტის მექანიკურ შემადგენლობაზე დამოკიდებული წყლის შეღწევის სიჩქარე ნიადაგის ფორებში. წყალშედწევადობაზე მოქმედებს აგრეთვე მისი გამჭოლობა და წყლის ტემპერატურა.

გუმუსში არსებული ორგანული ნივთიერებების დაშლა იწვევს ნიადაგის აგრეგატების შეწებებას („ცემენტაციას“). მაშასადამე გუმუსის არსებობა ნიადაგში და შთანთქმელობითი კომპლექსი განსაზღვრავენ ნიადაგის წინაღობას წარეცხვის მიმართ.

უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მცენარეულ საფარს და მისი გავლენა ხშირად გადამწყვეტი ფერდოს ეროზიის განვითარებაში.

მცენარეული საფარი პირდაპირი გავებით წარმოადგენს ნიადაგის ზედაპირის „საფარს“ წყლის ეროზიისაგან. ეს განპირობებულია შემდეგით:

- ა) მცენარე იღებს რა თავის თავზე წვიმის წვეთების მექანიკურ ზემოქმედებას, იცავს ნიადაგს ნგრევისა და გაფანტვისაგან;
- ბ) მცენარეები, უქმნიან რა მნიშვნელოვან დამატებით წინაღობებს წყლის მოძრაობას ამცირებენ მათ სიჩქარეებს ფერდოს ზედაპირზე და შესაბამისად მათ ეროზიულ შესაძლებლობებს;
- გ) მცენარეულ ფესვთა სისტემა ქმნიან ნიადაგის ისეთ ფოროვან სტრუქტურას, რომლის დროსაც წყლის შეწოვის უნარი მნიშვნელოვნად იზრდება. ზოგჯერ მცენარეული საფარის ფორიანობა იმდენად დიდია (განსაკუთრებით ტყიან ზოლში), რომ წვიმის ნებისმიერი რაოდენობა თუ თოვლის წყალი შეიწოვება გრუნტის საფენის მასაში. მაგალითად ტყის საფენს შეუძლია შთანთქას თავის წონაზე (მშრალ მდგომარეობაში) 2-4-ჯერ (ზოგჯერ 6-ჯერ) მეტი წყლის რაოდენობა;

დ) მცენარეული საფარის ფესვთა სისტემა ამავე დროს ამაგრებს (როგორც ბადე) ნიადაგის ნაწილაკებს და დიდად აფერხებს ფერდოს ეროზიულ პროცესს;

ე) მცენარეული საფარი აჩერებს თხევად ჩამონადენში არსებულ მყარი ნაწილაკების ჩამოდინებას, და გარკვეული ფორმით ასრულებს ერთგვარ ფილტრის როლს და იწვევს მათ კალმატაციას;

ვ) მცენარეთა საფარი მოქმედებს ნიადაგის გამყინვარების ხარისხზეც და ხანგრძლივობაზე. უფრო გვიან იყინება ზამთარში და უფრო ადრე ღვება გაზაფხულზე.

რაც შეეხება დედამიწის ზედაპირის მორფომეტრულ თვისებებს, ამაზე ზემოთ უკვე გვქონდა საუბარი. ძირითად მორფომეტრულ მახასიათებლებს წარმოადგენს: წყალდენების ქსელის სიხშირე ξ (ანუ ჰორიზონტალური განაწევრება) და დენუდაციის სიღრმე ანუ უფრო ზუსტად წყლის ეროზიის სიღრმე Δh (ვერტიკალურ განაწევრების მაჩვენებელი). მესამე მორფომეტრული მაჩვენებელია – ფერდოს საშუალო დახრილობა i , რომელიც წარმოადგენს პირველ ორის წარმოებულს.

როგორც გვქონდა ათნიშნული, ფერდოს ეროზიის სიდიდე (გამოსახული ჩამორეცხილი მასალის ხარჯი R) დამოკიდებულია ფერდოს ქანობზე i ხარისხად $n = 0,86 \div 1,0$ და ფერდოს სიგრძეზე x ხარისხად 0,5. რაც გამოვსახეთ ტოლობით

$$R = Ai^n x^{1,5} \quad \text{როცა } n = 0,86 - 1,0. \quad (5)$$

ფერდოს საშუალო სიგრძე x , საშუალო ქანობის განსაზღვრის შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ ტოლად $x = \frac{1}{\xi}$, ამგვარად, ფერდოს ზედაპირის საშუალო ქანობი

იქნება
$$i = \frac{\Delta h}{x} = \Delta h \cdot \xi,$$

მაშინ ფერდოს ეროზიის სიდიდე მიიღებს სახეს ($n=1$)

$$R = A(\Delta h \cdot \xi)^{1,0} \cdot \left(\frac{1}{\xi}\right)^{1,5} = A \frac{\Delta h}{\xi^{0,5}}, \quad (6)$$

ანუ R პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია სიღრმულ ეროზიასთან Δh და უკუპროპორციულია წყალდენების ქსელის სიხშირესთან ხარისხით 0,5.

ამრიგად, ფერდოს ეროზიის სიდიდის საანგარიშოდ მიღებული დამოკიდებულება ახასიათებს მხოლოდ წყლის ეროზიის განვითარების პირობას ფერდოს კალთებზე საშუალოდ მიწის საფარის რაღაც გარკვეულ მცირე უბანზე. ამ თვალსაზრისით ქსელის სიხშირის მახასიათებლის ξ -ს მნიშვნელში ყოფნა და არა მრიცხველში, აიხსნება იმით, რომ წყალდენებს ქსელის სიხშირის გაზრდით მცირდება ფერდოს საშუალო სიგრძე, და შესაბამისად მცირდება ჩამორეცხილი მასალის რაოდენობა (თანახმად (4) დამოკიდებულებისა).

მაგრამ წყალშემკრები აუზის ზედაპირის მორფომეტრული თვისებები გავლენას ახდენენ არამარტო ფერდოს ეროზიის განვითარებაზე, არამედ კალაპოტური ეროზიის განვითარებაზეც. ამიტომ რაც მეტია წყალდენების ქსელის სიხშირე მით უფრო დიდი ხარისხით ვითარდება წყლის მიერ ეროზიის განვითარება ზოგადად მიწის ზედაპირის ამ მონაკვეთზე. ამავე დროს ქსელს სიხშირის ზრდით, იზრდება ფერდოს ეროზიის პროდუქტების მოცილება აღებული უბნიდან. რაც ასევე უზრუნველყოფს ეროზიას. ამასთან დაკავშირებით მიწის ზედაპირის მორფოლოგიური თვისებების გავლენის გარკვევის მიზნით წყლის მიერ ეროზიაზე, საჭიროა (6) დამოკიდებულებაში მოვიყვანოთ ქსელის სიხშირის კოეფიციენტი ξ^n . პირველ მიახლოებაში ჩაეთვალოთ ხარისხის მაჩვენებელი $n=1$, მაშინ მივიღებთ

$$R = A \frac{\Delta h \xi}{\xi^{0,5}} = A \Delta h \xi^{0,5}, \quad (7)$$

სადაც R – წყლის ეროზიის პროდუქტების (ფერდოს და კალაპოტის) გატანა მიწის ზედაპირის გარკვეული მცირე უბნიდან.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ წყალდენების ქსელში უნდა იქნას მხედველობაში მიღებული, როგორც მუდმივი წყალდენები ანუ წყალდენები, რომლებიც მოქმედებენ მთელი წელი ან წლის მნიშვნელოვანი დრო, ასევე დროებითი წყალდენები, რომლებიც მოქმედებენ მხოლოდ ატმოსფერული ნალექის დიდი რაოდენობით მოსვლის პერიოდში ან თოვლის დნობისას. ამ დროებითი წყალდენების განფენილობა და სიგრძე საკმაოდ დიდია და ცვლადი დროში იმასთან დაკავშირებით თუ რა რაოდენობის და ინტენსივობის ატმოსფერული ნალექია, გრუნტი როგორი ტენიანობისაა, როგორია მისი ზედაპირის გაყინვის ხარისხი და სხვა ბუნებრივი პირობები, რომლებიც განაპირობებენ ნიადაგის ინფილტრაციის უნარს.

ეროზიის განვითარებაზე გავლენას ახდენს ადამიანის სამეურნეო მოქმედებაც. ადამიანის მიერ სულ უფრო მეტი ტერიტორიის ნიადაგის ათვისების პირობებში, ფერდოს ეროზიის ხასიათი მნიშვნელოვნად იცვლება. წინა „ბუნებრივი“ ანუ „ნორმალური“ ეროზია თანდათან გადაგვარდა ევრეთწოდებულ „დაჩქარებულ ეროზიაში“, რაც მრავალჯერ აღემატება „ბუნებრივს“. ამის ძირითადი მიზეზია ადამიანის მიერ ბუნებრივი დამცველის – მცენარეული საფარის განადგურება დედამიწის ზედაპირის უზარმაზარ ფართობებზე. რაც გამოწვეული იყო მათი გადახვით, საძოვრებად არაორგანიზებული გამოყენებით, გზების გაყვანით დაცულობის პირობების გარეშე, წყალგამყვანების განხორციელება თხევადი ჩამონადენის სწრაფი მოცილების მიზნით.

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ათვისებული ტერიტორიების ფართობები კატასტროფულად იზრდება და ამიტომ მათზე აჩქარებული ეროზიული პროცესები ბევრად აღემატება მიმდებარე აუთვისებელ ტერიტორიებზე მიმდინარე ბუნებრივ ეროზიულ პროცესებზე.

ამავე დროს ეროზიის წინააღმდეგ ბრძოლა და ეროზიის მავნე შედეგების საგრძნობლად შემცირება სრულიად შესაძლებელია, თუმცა მცდარი იქნება ფიქრი, რომ ბრძოლა ეროზიასთან და ეროდირებული ნიადაგების აღდგენა იქნება იოლი და მოკლე დროში შესასრულებელი. საჭიროა დიდი, თავდაუზიგავი და ხანგრძლივი მრავალწლიანი მუშაობა, რათა შეჩერდეს ეს დამღუპველი პროცესი და შეიქმნას ისეთი ახალი ბუნებრივი პირობები, რომლის დროს ინტენსიური მიწათმოქმედება არა თუ ცვეთავდეს ნიადაგს, არამედ პირიქით თანმიმდევრულად და მუდმივად აუმჯობესებდეს მას და მის ნაყოფიერებას. ამისათვის საჭიროა მეურნეობაში დაინერგოს მეცნიერული მიღწევები, როგორც საორგანიზაციო საქმიანობაში ასევე აგრომელიორაციულ და ირიგაციულ დარგებში. ასევე საჭიროა გავრძელებული კვლევები ყველა მიმართულებით, რათა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი მავნე ეროზიული მოქმედებები.

3. დასკვნა

ფერდოს წყლის მიერი ეროზიის მიზეზები მრავალია და ყველა მათგანი მნიშვნელოვანია, განსაკუთრებით მხედველობაშია მისაღები ადამიანის მიერ დაჩქარებით და ხშირად არაორგანიზებულად ჩატარებული სამეურნეო მოქმედებები. რაც მნიშვნელოვნად აჩქარებს და ინტენსიურს ხდის ეროზიულ პროცესებს. საჭიროა დიდი და ხანგრძლივი მუშაობა რათ გამოყენებულ იქნას თანამედროვე მეცნიერული მიღწევები როგორც აგრომელიორაციულ და ირიგაციულ დარგებში, ასევე საორგანიზაციო საქმიანობაში. საჭიროა შეიქმნას პირობები, რათ აღდგეს ეროდირული ნიადაგები.

ლიტერატურა

1. Г.Е. Лопатин Наносы 1957 .

**საქრდენი კედლების მზიდუნარიანობის ამოღება
ჰორიზონტალურად ბანთაშესაბუთი ხიმინჯებით**

გ. ჭოხონელიძე, შ. ბაქანიძე, ბაშარ ბდუღლაძე ალ იმამ
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო 0175 თბილისი,
კოსტავას 77)

რეზიუმე: განხილულია არსებული და საპროექტო საყრდენი კედლების მზიდუნარიანობის ამოღების საკითხი მის ქვედა ნაწილში ხისტად ჩამაგრებული ჰორიზონტალურად განთავსებული მონოლითური რკინაბეტონის ხიმინჯების საშუალებით, როცა შეზღუდული პირობების გამო ვერ ხერხდება საჭირო გაბარიტების მქონე საყრდენი კედლის მოწყობა.

საკვანძო სიტყვები: საყრდენი კედელი, გადამბრუნებელი მომენტი, მოცურების ძალა, ჰორიზონტალური ხიმინჯი.

1. შუსაგალი

ცნობილია, რომ საყრდენი კედლები, გარდა სიმტკიცის პირობისა, შემოწმებული უნდა იქნენ გადაბრუნებაზე და მოცურებაზე. გადაბრუნების მიმართ მათი მდგრადობის პირობაა $M_{ღამ} \geq M_{გად}$, ხოლო მოცურების მიმართ: $T \geq E$, სადაც: $M_{ღამ}$ და $M_{გად}$ არის, შესაბამისად, დამჭერი და გადამბრუნებელი მომენტები; T - კედლის მოცურების საწინააღმდეგო ძალა, E - გრუნტის დაწნევა კედლის 1 გრძივ მეტრზე.

მასიური საყრდენი კედლის შემთხვევაში ეს პირობები სრულდება კედლის მასით, ხოლო დრეკადი (მონოლითური რკინაბეტონის) კედლის შემთხვევაში – საძირკვლის ფილის სათანადო სიგანით.

მაგრამ პრაქტიკაში არის შემთხვევები, როცა საჭირო ხდება არსებული საყრდენი კედლის მზიდუნარიანობის ამოღება მასზე გრუნტის დაწნევის მოსალოდნელი გაზრდის გამო (მაგ.: გრუნტის ზედაპირზე დატვირთვის მოსალოდნელი გაზრდა), მაგრამ ეს ვერ ხერხდება მისი გაბარიტების გაზრდით, შეზღუდული პირობების გამო. ასეთივე მდგომარეობაა შეზღუდულ პირობებში ახალი, საყრდენი კედლის აგების შემთხვევაშიც.

ასეთი შემთხვევებისათვის ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია კედლის ქვედა ნაწილში, მასში ხისტად ჩამაგრებული ჰორიზონტალური ხიმინჯების მოწყობა გარკვეული ბიჯით, რომლებიც თავის თავზე აიღებენ როგორც კედელზე გრუნტის დაწნევისაგან წარმოქმნილ გადამბრუნებელი მომენტის, ასევე მოცურების ძალის ნაწილს [1].

წინამდებარე ნაშრომში, რიცხვითი მაგალითის საფუძველზე, განხილულია დასმული საკითხი.

2. პირითადი ნაწილი

ზემოაღნიშნული მოსაზრება განვიხილოთ რიცხვით (კონკრეტულ) მაგალითზე.

საწყისი მონაცემები: გრუნტი-თიხა ($\gamma = 15^0$; $\alpha_0 = 1,8$ ტ/მ³)

საყრდენი კედლის სიმაღლე – 4 მ, საძირკვლის სიღრმე – 1,5 მ; საყრდენი კედლის 1 გრძივ მეტრზე გრუნტის დაწნევა $E = 18,5$ ტ/მ;

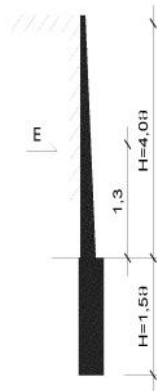
საყრდენი კედლის მასალა: ბეტონის კლასი B-20; არმატურის კლასი A-III.

არსებული ან საპროექტო საყრდენი კედლის საანგარიშო სქემა იხ. ნახ. 1
საყრდენ კედელზე (მის 1 გრძივ მეტრზე) მოქმედი გადამბრუნებელი მომენტი:

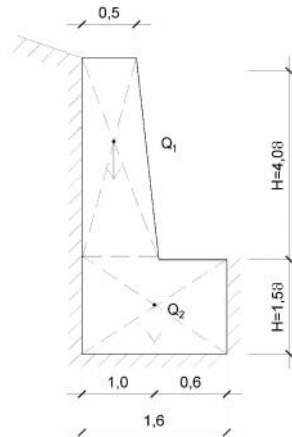
$$M_{გად} = E \cdot e = 18,5 \cdot 1,33 = 24,6 \text{ ტ}\cdot\text{მ}$$

საყრდნ კედელზე მოქმედი მხები (მოცურების) ძალა

$$T = E = 18,5 \text{ ტ}$$



ნახ. 1. საყრდენი კედლის საანგარიშო სქემა მივიღოთ არსებული ან საპროექტო მასიური საყრდენი კედლის და მისი საძირკველის შემდეგი გეომეტრიული ზომები ნახ. 2



ნახ.2 საყრდენი კედლის გეომეტრიული ზომები

საყრდენი კედლის მასა: $Q_1 = \frac{0,5 + 1,0}{2} \cdot 4 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ ტ}$

$$Q_2 = 1,6 \cdot 1,5 \cdot 2,5 = 6,0 \text{ ტ}$$

$$\sum Q = 7,5 + 6,0 = 13,5 \text{ ტ}$$

დამჭერი მომენტი: $M_{\text{ღამ.}} = 7,5 \cdot 1,23 + 6,0 \cdot 0,8 = 14,0 \text{ ტ.მ} < M_{\text{გაღ.}} = 24,6 \text{ ტ.მ}$

მოცურების საწინააღმდეგო ძალა: $T = \sum Q \cdot f = 13,5 \cdot 0,5 = 6,75 \text{ ტ} < E = 18,5 \text{ ტ}$

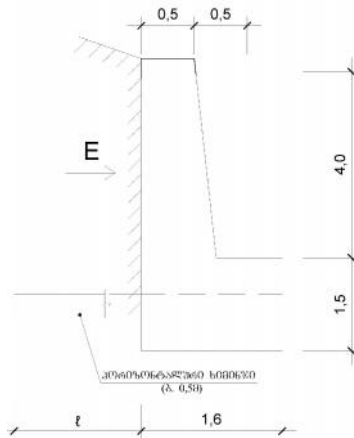
ე.ი. გადაბრუნების და მოცურების პირობები შესრულებული არ არის, ანუ საყრდენი კედლის მიღებული გეომეტრიული ზომები საკმარისი არ არის.

რადგან შეზღუდული პირობების გამო არ არის მასიური საყრდენი კედლის მასის გაზრდის საშუალება მისი სისქის გაზრდით ან დრეკადი საყრდენი კედლის მოწყობის საშუალება რკინაბეტონის საძირკველის ფილის მოწყობის ხარჯზე, ამიტომ ვაწყობთ საყრდენი კედლის საძირკველში ჩამაგრების დონეზე ჰორიზონტალურ რკინაბეტონის ხიმინჯებს, რომლებიც ხისტად იქნებიან ჩამაგრებული საყრდენი კედლის საძირკველში (ნახ. 3)

ხიმინჯებზე იმოქმედებს შემდეგი მნიშვნელობის გადამბრუნებელი მომენტი და მოცურების ძალა:

$$M_{\text{გაღ.}}^b = M_{\text{გაღ.}} - M_{\text{ღამ.}} = 24,6 - 14,0 = 10,6 \text{ ტ.მ;}$$

$$T_{\text{მოც.}}^b = T_{\text{მოც.}} - T_{\text{ღამ.}} = 18,5 - 6,75 = 11,75 \approx 11,8 \text{ ტ.}$$



ნახ.3 პერიზონტალური ხიმინჯების მოწყობა

ხიმინჯების რაოდენობის განსაზღვრა:

თუ ხიმინჯის დიამეტრს მივიღებთ $d = 0,3$ მ და მათ შორის მანძილს $C = 2d = 2 \cdot 0,3 = 0,6$ მ და დავამრგვალებთ $C = 0,5$ მ-მდე, მაშინ საყრდენი კედლის 1 გრძივ მეტრზე გვექნება 2 ხიმინჯი.

ასეთ შემთხვევაში 1 ხიმინჯზე იმოქმედებენ:

$$\text{მღუნავი მომენტი } M_1 = \frac{10,6}{2} = 5,3 \text{ ტ.მ.}$$

$$\text{მოცურების ძალა } T_1 = \frac{11,8}{2} = 5,9 \text{ ტ.}$$

სადირკველში ხისტად ჩამაგრებულ ხიმინჯს ვიხილავთ, როგორც კონსოლურ კოჭს, რომელზედაც მის ზემოთ არსებული გრუნტი იმოქმედებს თანაბარგანაწილებული დატვირთვით

$$q = 4 \cdot \frac{0,3 + 0,5}{2} \cdot 1,8 \approx 2,9 \text{ ტ/მ;}$$

$$\text{მასზე მოქმედი მაქსიმალური მღუნავი მომენტი } M = \frac{q \cdot l^2}{2};$$

თუ ბოლო გამოსახულებაში შევიტანთ $M = 5,3$ ტ.მ. და $q = 2,9$ ტ/მ

$$\text{გვექნება: } 5,3 = 2,9 \cdot \frac{l^2}{2} = 1,45 \cdot l^2 \text{ და } l = \sqrt{\frac{5,3}{1,45}} = 1,9 \text{ მ}$$

ე.ი. ღუნვის პირობიდან გამომდინარე, საკმარისია ხიმინჯის სიგრძე $l = 1,9$ მ. მიღებული სიგრძე შევამოწმოთ საყრდენი კედლის მოცურების პირობიდან.

ხიმინჯოვანი გრუნტული ანკერის დაპროექტება.

ევროპული სტანდარტის EN14199 [2] თანახმად, გრუნტული ანკერების და გაჭიმვაზე მომუშავე ხიმინჯების მზიდუნარიანობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$F_d = f D l_k \cdot q_{sk}, \quad (1)$$

ამასთან, $F_d \geq 2,0 \cdot N$,

სადაც: $D = d_{CKB} \cdot K_d$

აქ: d_{ckb} - არის ჭაბურღილის დიამეტრი;

K_d - ანკერის (ხიმინჯის) ფესვის დიამეტრის გაზრდის კოეფიციენტი (თიხოვანი გრუნტებისათვის $K_d = 1,3$);

l_k - ანკერის (ხიმინჯის) სიგრძე, ვიღებთ $l_k = 3,0$ მ;

q_{sk} - ანკერის (ხიმინჯის) გვერდით ზედაპირებზე გრუნტის წინააღმდეგობა (თიხოვანი გრუნტისათვის $q_{sk} = 100$ კპა=10ტ/მ²);

N - ანკერზე (ხიმინჯზე) მოქმედი გამჭიმავი ძალა;

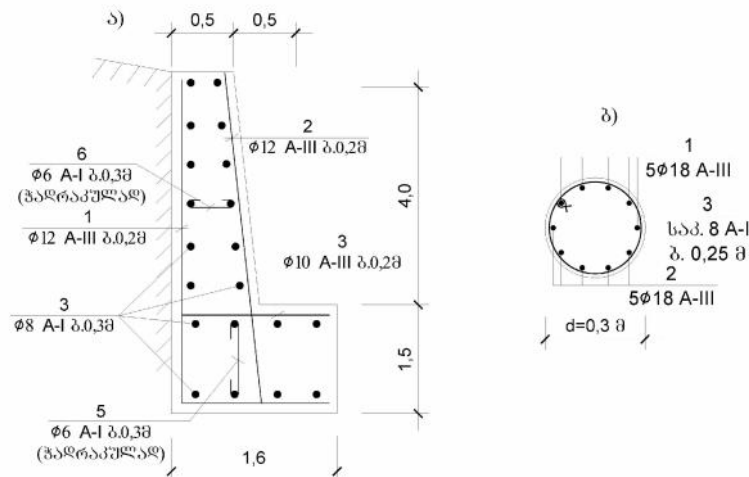
(1) ფორმულაში ჩვენი მნიშვნელობების შეტანით გვექნება

$$F_d = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 1,3 \cdot 3,0 \cdot 10 = 36,7 \text{ ტ}$$

$$F_d = 36,7 \text{ ტ} > 2 \cdot N = 2,0 \cdot 5,9 = 11,8 \text{ ტ}$$

ე.ი. ხიმინჯების მიღებული დიამეტრი, სიგრძე და ბიჯი საკმარისია.

საყრდენი კედლის ელემენტების (ვერტიკალური კედელი და ჰორიზონტალური ხიმინჯი) სიმტკიცეზე გაანგარიშების (რომელიც ნაშრომში არ მოგვაქვს [3]) შედეგად მიღებული დაარმატურება, იხ. ნახ. 4



ნახ. 4. საყრდენი კედლის ელემენტების დაარმატურება:

ა) ვერტიკალური კედლის; ჰორიზონტალური ხიმინჯის;

3. დასკვნა

შეზღუდულ პირობებში, არსებული ან საპროექტო საყრდენი კედლების საჭირო მზიდუნარიანობის მიღწევა, როცა არ არის მათი გაბარიტების გაზრდის საშუალება, შესაძლებელია კედლის ქვედა ნაწილში ხისტად ჩამაგრებული, ჰორიზონტალურად განთავსებული ხიმინჯების საშუალებით.

ლიტერატურა

1. საავტორო მოწმობა №6613.06.07.2016 წ. გ. ჭოხონელიძე, ი. მშვიდლობაძე, ბ. ბღულლაძე ალ-იმამ, ო. მხეიძე, 06.07.2016 წ.
2. DIN 1054-2005, Subsoil – Verification of the safety of earthworks and foundations. (. , 2005)
3. , “ ”, 1985.

ხუროთმოძღვრული ძეგლების ბაჰლიერების ძირითადი
თავისებურებანი
ი. ჭანტურია

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია ბაგრატის ტაძრის ზოგიერთი მზიდი ელემენტის დაპროექტების თავისებურებებზე და მათ გავლენაზე მთლიანი კონსტრუქციის მდგრადობაზე.

საკვანძო სიტყვები: სამშენებლო კონსტრუქციები, საძირკველი, შენობა-ნაგებობები, დეფორმაცია, მდგრადობა, სიმტკიცე.

1. შესავალი

დაზიანებული ტაძრების აღდგენა-გაძლიერების სამუშაოების შესასრულებლად პირველ რიგში მიმდინარეობს მათი არქიტექტურული და კონსტრუქციული მდგომარეობის შესწავლა. ნაგებობის კონსტრუქციული კვლევა დაკავშირებულია მის საანგარიშო სქემის დადგენასთან და მზიდი კონსტრუქციების დაზიანების თავისებურებებთან. რთულია პროცესი თუ ნაგებობა წარმოადგენს მნიშვნელოვან არქიტექტურულ ნიმუშს და თუ განეკუთვნება კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა ნუსხას. სწორედ ასეთი ძეგლის შესახებ და ზოგიერთი მზიდი კონსტრუქციის გადაწყვეტის თავისებურებაზე გვსურს მოგახსენოთ, ესაა გაერთიანებული საქართველოს სიმბოლო XI საუკუნის ხულოთმოძღვრილი ძეგლი-ბაგრატის ტაძარი, რომელიც გამოირჩევა კონსტრუქციული გადაწყვეტის მრავალფეროვნებით. თუმცა დრომ და ჟამთა სიავემ ტაძარს ძველი სიდიადე მაინც ვერ დააკლო.

2. ძირითადი ნაწილი

შენობა-ნაგებობის აღდგენა-რეკონსტრუქციისას მნიშვნელოვანია მისი ხანგამძლეობისა და საიმედოობის უზრუნველყოფა, რაც ხშირად არ სრულდება დაპროექტებისა და მშენებლობის ხარისხობრივი კონტროლის რეგულაციების (სტანდარტები, მშენებლობის სახელმწიფო ნორმები და წესები), არ არსებობის გამო.

ქუთაისის ბაგრატის ტაძარი განეკუთვნება შუა საუკუნის ნიმუშს. იგი ჯვარგუმბათოვანი ნაგებობაა, რომელი გუმბათი ოთხ მძღვრ ბურჯს ეყრდნობოდა, თუმცა მეოცე საუკუნის ბოლოს ის ჩამონგრეული, მიტოვებული და განადგურებული იყო (ნახ.1). ისტორიული ძეგლის არქიტექტურული იერსახის შენარჩუნების მკაცრი მოთხოვნის პირობებში, საკმაოდ რთული და პრობლემატური საკითხია მისი საიმედოობის ამაღლება, თუმცა ახალი ტექნოლოგიებისა და კომპიუტერული გაანგარიშების მრავალფეროვანი მეთოდების დახმარებით პრობლემა აღვილად წყდება.

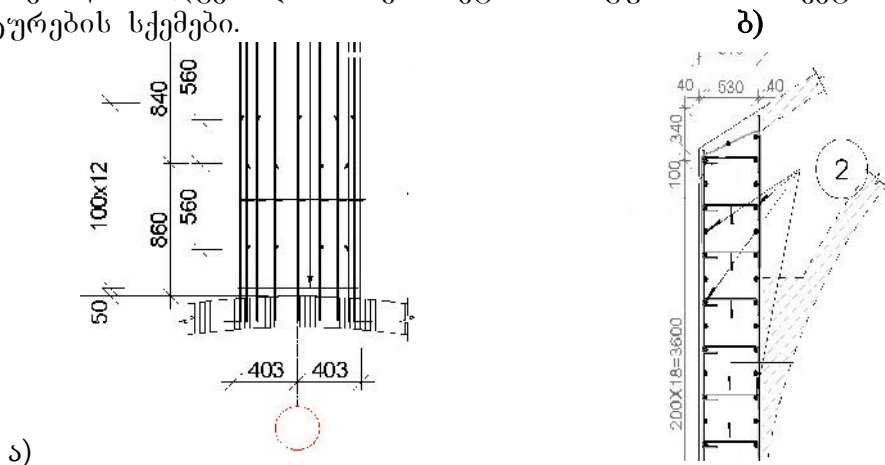


ნახ.1 ბაგრატის ტაძარი

ასე მოხდა ბაგრატის ტაძრის რეკონსტრუქცია-გაძლიერებისას, რომლის მიზიდ კონსტრუქციებს წარმოადგენს ქვის კედლები, რომლებსაც პირველი რესტავრაცია გასული საუკუნის დასაწყისში ჩაუტარდათ და მონოლითური რკინაბეტონის შიდა კარკასის (თაღნარის) კომპლექსური კონსტრუქცია. ტაძრის ძირითადი მზიდი ფუნქცია დაკისრებული აქვს სვეტებს, რომლებიც დამზადდა დანარჩენი კონსტრუქციებიდან (ანტრესოლები, თაღების კამარების, გუმბათის ყელის და სახურავის კონსტრუქციებიდან) სტატიკური და დინამიკური (მათ შორის სეისმიური) დატვირთვების მისაღებად. ასეთ შემთხვევაში დამატებით მინიმალურად დაიტვირთება ტაძრის არსებული კედლები და როგორც გაანგარიშებებმა აჩვენეს თვითონ კედლების პორიზონტალური დეფორმაციები 8 ბალიანი სეისმიური ზემოქმედებისას აკმაყოფილებს სათანადო მოთხოვნებს. ყველა ახალი მზიდი კონსტრუქცია (ანტრესოლები, თაღები, კამარები, გუმბათის ყელი და სახურავის კონსტრუქციები) მოეწყო რკინაბეტონის კონსტრუქციების გამოყენებით, როგორც სეისმურად ყველაზე მედევი სამშენებლო მასალა.

გუმბათის გარსული კონსტრუქცია, რომელშიც რადიანულად განლაგებულია 8 კედელი და ცენტრალური სვეტი, რომელთა თავზე მაგრდება გუმბათის სახურავი, წარმოადგენს გეგმაში ტექსმეტკუთხედის ფორმის მრუდწირული მოხაზულობის გარსულ ელემენტს. გუმბათის ყელის კონსტრუქციები ოთხი კოჭკედლის საშუალებით ეყრდნობა ტაძრის ცენტრალურ სვეტს კაპიტელების სიბრტყეში. გუმბათის კოჭკედლებს აერთიანებს ოთხი აფრა. ამ კონსტრუქციების მონტაჟი განხორციელდა საპერანგე ქვების მონტაჟის შემდეგ.

ნახ.2-ზე წარმოდგენილია რკინაბეტონის გუმბათის სვეტისა და კედლის დაარმატურების სქემები.



ნახ.2. რკინაბეტონის მზიდი კონსტრუქციების დაარმატურების სქემები:

ა) სვეტის დაარმატურების სქემა; ბ) კედლის დაარმატურების სქემა.

გადახურვის მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციები მოეწყო არსებული ქვის კამარის თავზე საკუროთხევლის სამხრეთით და ჩრდილოეთით, რომელთა მონტაჟი განხორციელდა უჟანგი ანკერების მოწყობით საპერანგე ქვებში.

3. დასკვნა

ამრიგად, ბაგრატის ტაძრის აღდგენა-რეკონსტრუქციის რთული სამუშაო პროცესი მისი მზიდი ელემენტების საბოლოო დაარმატურებისა და დამონოლითების პროცესით დასრულდა, რომელიც თავის მხრივ შედეგობდა სხვადასხვა თანმიმდევრული ტექნოლოგიური პროცესებისაგან.

ლიტერატურა

1. www.sopho-kilasonias-blogspot.com/2009.
2. ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები (პნ 03.01-09) 171 გვ.
3. ვ.ჯაფარიძე, დ.ჯაფარიძე, ტ.გარსევანიშვილი, დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძე-საძირკვლის და ზედნაშენის გამაგრება-გაძლიერება სხვადასხვა გრუნტოვან გარემოში, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2012წ. 258 გვ.

საქართველოს ტერიტორიის რელიეფური სპეციფიურობა და
მისი ბათვალისწინება განსახლებაში, რიკოთი –
ზუსტაზონის მონაკვეთის მაგალითზე

გ. მახათაძე

(თბილისის სახელმწიფო სამხატვრო აკადემია, საქართველო 0175,
თბილისი, გრიბოედოვის ქ. №22)

რეზიუმე: საქართველო მთიანი ქვეყანაა. ტერიტორიის 82% მთა-გორიანია და „დაჭმუჭნული“-ქედებით, მთებითა და ხეობებით. თვითონ ქვეყანაც შეიძლება ჩავთვალოთ, როგორც ერთი დიდი „ხეობა“- ჩრდილოეთით კავკასიონის მთათა სისტემით და სამხრეთით მცირე კავკასიონით, რომელსაც ლიხის ქედი ყოფს დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილად. სწორედ ამ ხეობას შორის მიუყვება დასავლეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს დამაკავშირებელი მთავარი მაგისტრალი. რთული, მთა-გორიანი რელიეფის ხასიათიდან გამომდინარე, ქალაური განაშენიანების თემა საკმაოდ აქტუალურია, განსაკუთრებით დღეს, როცა კვლავ გადაუჭრელია თანამედროვე ქართული არქიტექტურის სახის პრობლემა. ამასთანავე ფრიად საგულისხმოა ქვეყნის ლანდშაფტის უნიკალური მონაცემები, რაც თავის მხრივ ფაქიზ შეხებას საჭიროებს, განსაკუთრებით კი ისეთი ხეობის მაგალითზე როგორც რიკოთი-უბისას მონაკვეთია.

საკვანძო სიტყვები: განაშენიანების მრავალფეროვნება. მეორე სართულის განაშენიანება. მეორე სართულის სივრცე. მაღლივი ტერასული. ინდივიდუალური ტერასული. სექციურ-ჰორიზონტალური. მდგრადი არქიტექტურა. ბიოენერგოპასიური საშუალება.

1. შუსაჰალი

საპროექტო ტერიტორია მდებარეობს იმერეთის რაიონში, რიკოთის გვირაბიდან დასავლეთის მიმართულებით, სოფელ უბისას ჩათვლით. ესაა 28 კმ. სიგრძის ხეობა, სადაც გადის საქართველოს დასავლეთ-აღმოსავლეთის დამაკავშირებელი მაგისტრალი.

ხეობა სხვადასხვა ფორმის, დახრის და სიმაღლის ფერდობებით ხასიათდება, ტერიტორიის დაახლოებით 70% ტყიანია. დასახლებულია მეჩხერად ხარაგაულის რაიონებით და სხვა სოფლებით. საპროექტო წინადადება წარმოადგენს ერთგვარ კონცეპტს, თუ როგორი მიდგომით შეიძლება რთული რელიეფების ათვისება და განვითარება, რის საფუძველზეც შესაძლებელი იქნება ქართული რეალობისა და ეროვნული ტრადიციების გათვალისწინებით ახალი ქალაქის შექმნა.

ქალაქის დაარსების წინა პირობა უძველესი დროიდანვე გარკვეულ მიზეზობრივ მოვლენებს უკავშირდებოდა, ეს შეიძლება ყოფილიყო გზა, მდინარე, ზღვა, რაიმე წიაღისეულის მოპოვება, საბადო, ნავთობი, სპეციალური დაკვეთა და სხვა. ამიტომაც ქალაქს ყოველთვის გარკვეული დანიშნულება გააჩნდა ქვეყანასთან მიმართებაში, ასევე განსაზღვრავდა ქალაქის პროფილს, მასშტაბს, მოსახლეობის რაოდენობასა და ეკონომიკას. თუ რა მნიშვნელობა ექნება აღნიშნულ ქალაქს კონკრეტულ ადგილთან და ქვეყანასთან მიმართებაში, ამ საკითხის დასმა დღევანდელ მწვავე ისტორიულ-ეროვნულ და ეკონომიკურ პრობლემატიკას ეხება: პირველი ესაა არც თუ ისე ახალი მოვლენა, თუმცაღა დღეს კატასტროფული მახვენებლით; მთის სოფლებიდან მოსახლეობის დაცლა და ბარში, ძირითადად თბილისისკენ წყვეტა. ფაქტურად მთაში სიცოცხლის

გაქრობა. მეორე პრობლემა კი ესაა ქვეყნის ეკონომიკური ჩამორჩენა გარესამყაროსთან მიმართებაში.

ვინაიდან საქართველოს ეკონომიკის წამყვანი დარგი ოდიდგანვე სოფლის მეურნეობაა, გადავწყვიტე, რომ ქალაქის შექმნის წინაპირობა ამ დარგის განვითარებასთან ყოფილიყო დაკავშირებული. ამ კუთხით ქვეყნის ეკონომიკურ მდგომარეობაზე მწვავედ აისახება ის გარემოებაც, რომ ქვეყანაში არ ექცევა სათანადო ყურადღება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის გადამამუშავებელი საწარმოო ფაბრიკა-ქარხნების ფუნქციონირებას. (გარდა მცირე კერძო მეწარმეების შემთხვევებისა).

საქართველოს აღმოსავლეთ-დასავლეთ გამყოფ ტერიტორიაზე, სოფლის მეურნეობის გადამამუშავებელი მრეწველობის სტატუსის ქალაქი, ხელს შეუწყობს ქვეყნისთვის მნიშვნელოვან კულტურულ-სამეურნეო სფეროს აღორძინებას და იმერეთის მხარის ისტორიულ-გეოგრაფიულ გარემოზე იქნება ორიენტირებული.



სურ.1 საქართველო-იმერეთი



სურ.2 იმერეთის მუნიციპალიტეტები

სოფლის მეურნეობა მხარის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დარგია. მემცენარეობიდან ძირითადად სიმინდი, ყურძენი და ბოსტნეული მოჰყავთ. მხარე გამოირჩევა სუნელების დამზადებით. (მიმდინარეობს მუშაობა სუნელების დამამზადებელ მინი საწარმოს მშენებლობისათვის). ცნობილია თაფლის მიღებით. ასამდე მსხვილი ფერმერული მეურნეობაა, აქედან ძირითადებია: მეცხოველეობა, მევენახეობა, მელორეობა, მეფრინველეობა, მეხილეობა, მემწვანაილეობა.

მხარე სარეკრეაციო რესურსების მხრივ მდიდარია. გავრცელებულია სამთო, ქვეითი, სამთო-საცხენოსნო ტურიზმი. რაფტინგი მდინარე რიონზე. ტურიზმის ერთ-ერთი უპირატესი მიმართულებაა კურორტები და გამაჯანსაღებელი ზონები, სამკურნალო წყლები და ბალნეოლოგიური კურორტები.

რთულ რელიეფზე პროექტირების ყველაზე გავრცელებული, ოპტიმალური ვარიანტია ტერასული ტიპის მშენებლობები და წ ე რ ტ ი ლ ო ვ ა ნ ი „კ ო შ კ უ რ ა“ ტიპის საცხოვრისები. ქანობის ტიპის ტერიტორიების განაშენიანება საქართველოში, სწორედ ამგვარი მიდგომით ყალიბდებოდა, რის შედეგადაც სახეზე გვაქვს არქიტექტურის ბუნებასთან ჰარმონიული შერწყმა, ამასთანავე დახრილი რელიეფების ყველაზე რაციონალური ხუროთმოძღვრული გადაწყვეტები სივრცისა და კონკრეტულ ისტორიულ პერიოდებში, რაც თავისთავად ქართველი კაცის სამშენებლო-ხუროთმოძღვრული ნიჭის და ბუნებასთან ცოცხალი კონტაქტის გამოხატულებაა.

რთული რელიეფური ტერიტორიების განაშენიანების საყოველთაოდ ცნობილი ქართული მაგალითებია: ისტორიული ძეგლი სოფ. შატილი - ხევსურეთში, კალიოანი სახლები ხევსურეთში, სოფ. ბარისახოში, სვანური 20-25 მ. სიმაღლის ძირითადად 4-5 სართულიანი კოშკები, ხევსურული კოშკები, და სხვ. მსგავსი ტიპის ნაგებობები,

რომლებიც აგრეთვე ფართოდაა გავრცელებული ჩრდილოეთ კავკასიაში, ინგუშეთსა და ოსეთში, ხოლო შედარებით უფრო მაღალი, გვხვდება კავკასიის სოფლებში.



სურ.3 სოფ. შატილი - ხევსურეთი



სურ.4 კალიანი სახლი-ხევსურეთი. სოფ. ბარისახო



სურ. 5 სვანური კოშკები



სურ. 6 ხევსურული კოშკები

2. პირითადი ნაწილი- საპროექტო წინადადების კონცეფცია

საპროექტო ტერიტორია წარმოადგენს 66 მლნ. კვ.მ. ფართობს. იგი მოიცავს 16 სოფელს. ესენია: წაკვა, გრიგალეთი, ნადაბური, ციცქიური, გელსამანია, ხუნევი, ვერტყვიჭალა, საქასრია, ვაშლევი, ამაშუკეთი, კვესრევი, მაქათუბანი, ღორეშა, ბზინევი, ბორითი და უბისა. მოსახლეობის საერთო რაოდენობა დაახლოებით 20-იდან 25000 კაცამდე ესაა მოსახლეობის ის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია ქალაქის ქვემოთ ჩამოთვლილი ფუნქციების განხორციელებისათვის, ხოლო ქალაქგეგმარებითი ნორმებიდან გამომდინარე მოსახლეობის ამ რაოდენობას ვზრდით 4-ჯერ (პირობითად დედა-მამა, ბებია-ბაბუა...) შესაბამისად ქალაქი გვექნება 100000 მაცხოვრებელზე პერსპექტივითა და სათანადო ინფრასტრუქტურით 10-დან 15 წლის ვადაში გათვლით.



სურ. 7

საპროექტო წინადადებაში შენარჩუნებულია თექვსმეტივე სოფელი, რომელთაც ექმნებათ შეუდარებლად გაუმჯობესებული საციცოცხლო პირობების დაკმაყოფილება. ქალაქის მომსახურების წამყვანი დარგი, ეკონომიკური ”მამუშავებელი ღერძი” სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის გადამამუშავებელი მრეწველობა იქნება. იგი მოემსახურება როგორც ადგილობრივ სოფლებს, ამავე დროს ქვეყნის მასშტაბით სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მიღება-გადამამუშავების ცენტრი გახდება.

ვინარჩუნებ ხეობაში გამავალ მთავარ გზას, რომელიც ფაქტიურად ქალაქის შიდა, მთავარი გზის ფუნქციას შეასრულებს. რაც შეეხება აღმოსავლეთ-დასავლეთს შორის დამაკავშირებელ ჩქაროსნულ გარე გზას, ის წარმოადგენს „სრულიად სწორ“ მონაკვეთს და გაივლის ქალაქის ტერიტორიის სამხრეთით. იგი ორი სადგურით დაუკავშირდება ქალაქს, სოფელ ღორეშაში და სოფელ გედსამანიაში. ჩქაროსნული მაგისტრალი მთიანი რელიეფის გამო რიკოთიდან უბისის ფარგლებში დაახლოებით 11კმ-ს გვირაბში გაივლის, ხოლო 8კმ-ს გარეთ, რის შედეგადაც მოვიგებთ დროსა და ენერჯიას: რიკოთიდან უბისამდე გადაადგილებისას 28კმ-ის მონაკვეთს შევამცირებთ (28-19=9) 9კმ-ით, ანუ დაახლოებით 1/3-ით.



სურ. 8

საპროექტო ტერიტორია დაყოფილია შემდეგ ზონებად:

- 1). მომსახურება-რომელიც შეადგენს ქალაქის 35-40%-ს.
- 2). საცხოვრებელი- ქალაქის 25-30%.
- 3). გამწვანება-რეკრეაცია კი გარდა არსებულისა, რომელსაც ხელუხლებლად შევინარჩუნებთ თავისი სავარგულებით, შეადგენს ქალაქის ტერიტორიის 30%-ს.

მომსახურების ნაგებობები ძირითადად თავმოყრილია მდინარისა და გზის მონაკვეთის გასწვრივ, რომელიც ორი სახის მომსახურებას მოიცავს: ყოველდღიურს და სეზონურს, ხოლო ეპიზოდური მომსახურეობა უმთავრესად ქუთაისში იქნება.

როგორც ვხედავთ იქმნება ხაზოვანი ტიპის ქალაქი. ხეობას თითქმის მთელ სიგრძეზე მიუყვება მდინარე ძირულა პატარ-პატარა შენაკადებით. მომსახურეობის

სივრცეები ძირითადად ხეობის სიღრმეში გზისა და მდინარის გასწვრივ განლაგდება. მის შემდეგ საცხოვრებელი სივრცეები, შემდეგ კი სამეურნეო სავარგულები. გამწვანება და რეკრეაცია ტერიტორიის ორივე ნაწილს მოიცავს, მომსახურეობასაც და საცხოვრებელსაც.

ქალაქის სარეკრეაციო ცენტრის - სოფ. ხუნევის გენერალურ გეგმაზე, წითელი ფერით აღნიშნულია მომსახურეობის სივრცეები, ყავისფერით საცხოვრებელი - არსებულიც და ახალიც, თეთრი ფერით სატრანსპორტო გზები, სადგურებითა და მოედნებით. ღურჯი ფერით კი მდინარე ძირულა, სტაფილოსფერით სანაპირო სარეკრეაციო ზოლი, მწვანე - გამწვანება, არსებულ „მწვანე“ ტერიტორიებთან ერთად.

სარეკრეაციო და მჭიდროდ განაშენიანებულ ადგილებში, მოვაწყობთ მდინარის კალაპოტს. ხოლო სპორტის, პარკებისა და დასვენების ზონებში კი ვზრდით კალაპოტის სივანეს და წყლის დონეს საცურაო, სანაოსნო და გასართობი მომსახურებისთვის.



სურ. 9 სოფელი ს უ ნ ე ვ ი. გენერალური გეგმა

ესაა ცენტრის გარშემო ორიენტირებული ტიპის რაიონის კომპოზიცია. ცენტრში გვაქვს უნივერსალური მოედანი თავისი ინფრასტრუქტურითა და მის ირგვლივ მოწყობილი განაშენიანების ტიპებით. ესენია: 1) ტერასული ტიპის წერტილოვანი საცხოვრებლისა

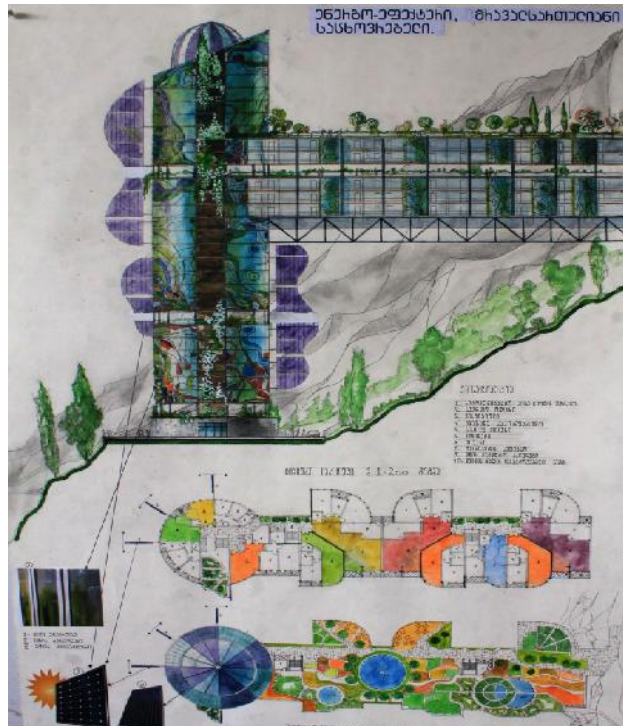
და სექციურის „ნაერთი“ რომლებიც დაპროექტდება შედარებით დამრეც ფერდობებზე ტერიტორიის ჩრდილოეთით, შემდეგი მიზეზებიდან გამომდინარე: ადგილისა და რელიეფის ნომინაციების მიხედვით გვაქვს ხუთი ძირითადი ტიპის განაშენიანება (იხ. სუნევის გენ. გეგმა):

- 1). ტერასული - რომელშიც შედის მაღლივი ტერასული ტიპის საცხოვრებლები.
- 2). ინდივიდუალური ტერასული ტიპის.
- 3). ინდივიდუალური, ცალ-ცალკე მდგომი სოფლის ტიპის განაშენიანება.
- 4). მაღლივი წერტილოვანი.

5). იმ მონაკვეთებში კი სადაც ხეობა ვიწროა ვაკეთებ ე.წ. „გადახურვას“, მ ე ო რ ე ს ა რ თ უ ლ ი ს გ ა ნ ა შ ე ნ ი ა ნ ე ბ ა ს,“ ძირითადად ლითონისა და მინის გამჭვირვალე კონსტრუქციების საშუალებით, სადაც ქვედა არსებული ნაწილი ხელუხლებელი დარჩება და გვექნება სრულიად დამოუკიდებელ ზედა, მეორე სართულის სივრცე.

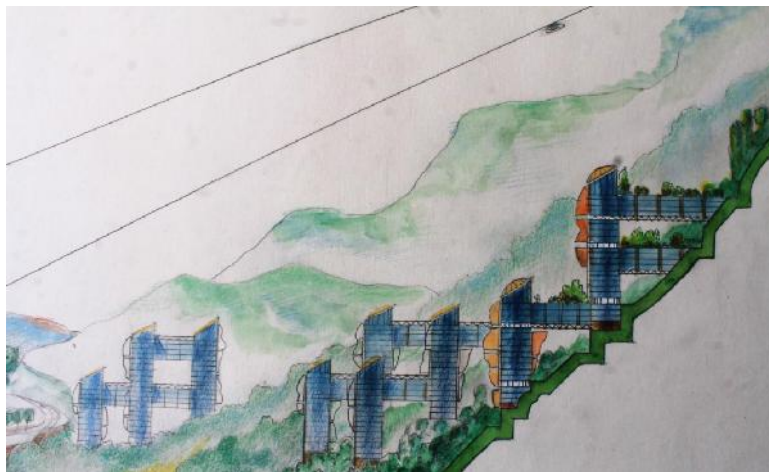


სურ.10 „მ ე ო რ ე ს ა რ თ უ ლ ი ს“ განაშენიანება



სურ.11 მაღლივი წერტილოვანი და სექციური ტიპის საცხოვრებლის ნაერთი

იქ სადაც რელიეფი საკმაოდ დახრილია, ბევრად მოსახერხებელია წერტილოვანი მაღლივი შენობების დაპროექტება, ხოლო სწრაფი კომუნიკაციისათვის და დამატებითი საცხოვრებელი ფართობის გამო მაღლივი წერტილოვანი საცხოვრებელი სექციური ტიპის „მიერთებით“ ფერდობს დაუკავშირდება. შესაბამისად მისვლა და გადაადგილება საცხოვრებელში, მოხდება ორივე მხრიდან დამოუკიდებლად. მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტორი ისევე და ისევე დახრილი რელიეფიდან გამომდინარეობს, ესაა საცხოვრებლის ტერასული ხასიათი. იგი ფაქტიურად კიბისებურად მიუყვება რელიეფს, რაც საშუალებას გვაძლევს სხვადასხვა რაოდენობის კომპოზიციური ვარიაციების შექმნისა და ამავე დროს ძნელად მისადგომ ტერიტორიებზეც კი პროექტირების საშუალებასა და ცხოვრებას. მესამე ფაქტორი ლანდშაფტის მაქსიმალურად შენარჩუნებაში მდგომარეობს, ტყიანი ფერდობების გამო. ვგულისხმობ რაც შეიძლება მინიმალურ ჩარევას ბუნებაში, რითიც გავუფრთხილებით, ლანდშაპტს და ამავე დროს შევინარჩუნებთ არსებულ საცხოვრებლებსა და მეურნეობას.

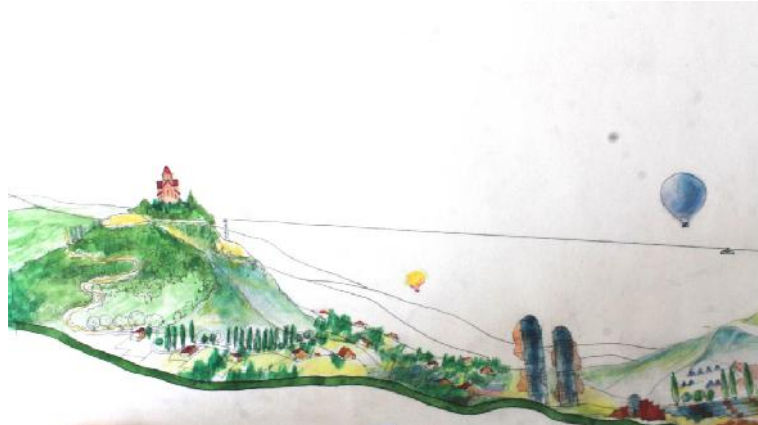


სურ.12 მაღლივი ტერასული განაშენიანება.

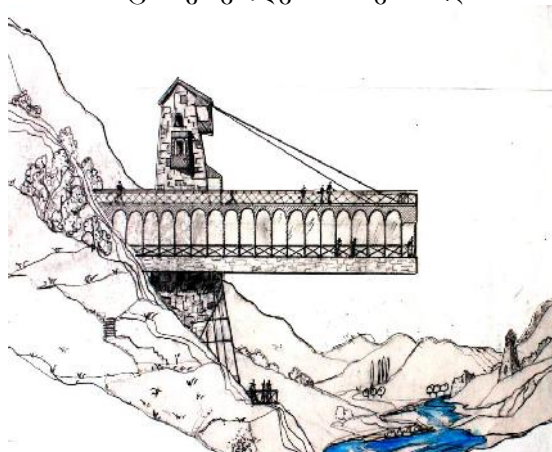
2) მეორე სახისაა სექციური ტიპის განაშენიანება, რომელსაც შედარებით დაბალი ქანობის ფერდობებზე ვაპროექტებ. 3) ინდივიდუალური, ერთ-ორსართულიანი

ტიპის განაშენიანება, საკუთარი მიწის ფართობით, სწორ და შედარებით დაბალ ფერდობებზე.

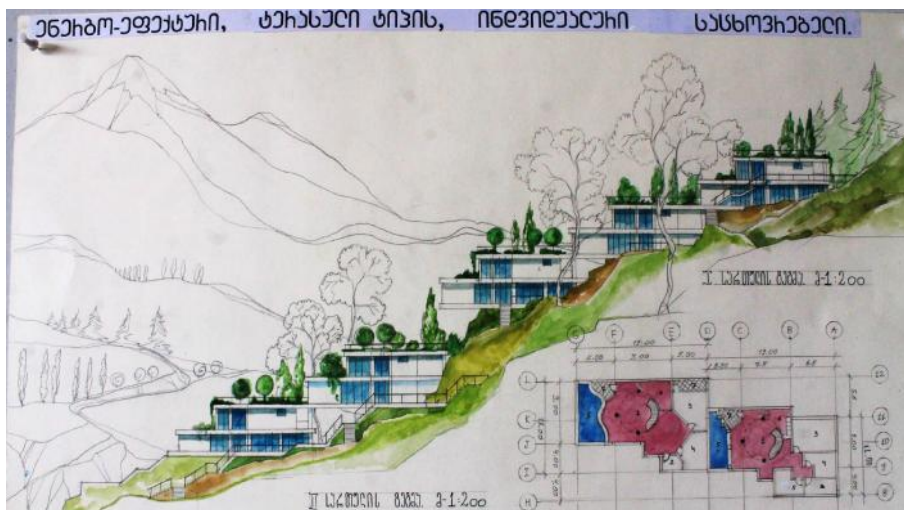
4) მეოთხე ტიპისაა ცალკე მდგომი, წერტილოვანი მაღლივი საცხოვრებლები, ესენიც სწორ და უმნიშვნელო დახრის ფერდობებზე. (ყოველივე ამის პროექტირება, როგორც უკვე ავღნიშნე, ხდება საპროექტო ტერიტორიაზე არსებული სოფლებისა და სახლების შენარჩუნებით, ანუ არსებულ სიტუაციას ვაბამ ქალაქური ტიპის მომსახურებასა და ინფრასტრუქტურასთან).



სურ.13 ფრაგმენტი - სოფელი ხუნევი. მაღლივი-წერტილოვანი, ინდივიდუალურ საცხოვრებლებთან ერთად.



სურ.14 სამთო ტურისტული ცენტრი



სურ. 15

21-ე საუკუნის არქიტექტურაში აქტუალური საკითხია ენერგოეფექტურობის პრობლემა, ე.წ. „მდგრადი არქიტექტურა“. ამიტომ შევეცადე არსებული სიტუაციიდან და დღევანდელი ტექნოლოგიური მიღწევებიდან გამომდინარე ქალაქი ყოფილიყო მაქსიმალურად ენერგოეფექტური:

1). მშენებლობის პროცესში გროვდება რა დიდი რაოდენობით საწარმოო ნარჩენი, ღორეშას ტერიტორიაზე, სადაც სამრეწველო რაიონი მაქვს მოწყობილი, გვექნება გამოუყენებელი, გადასაყრელი საწარმოო ნარჩენების გადასამუშავებელი ქარხანა, მათი კვლავ გამოყენებისთვის.

2). მაღლივ საცხოვრებლებზე ვერტიკალურად მოთავსდება მზის პანელები (იხ.სურ.11), რომლებიც დღის განმავლობაში მზის გადაადგილების მიხედვით იტრიალებენ კორპუსის გარშემო, სენსორული ტექნოლოგიების საშუალებით. ასეთი გადაწყვეტილება ესთეტიურ შესაბამისობაში მოდის ისევე როგორც შენობის არქიტექტურასთან, ამავე დროს მთიანი რელიეფის ბუნებასთან. მზის პანელები დამონტაჟდება ერთ საცხოვრებელზე იმ რაოდენობის, რაც მთლიანად შეძლებს ერთი საცხოვრებელი კორპუსის შენახვას, მზის სხივებისგან გამომუშავებული ელექტროენერგიით.

3). წერტილოვანის გადახურვაზე დამონტაჟდება მზის კოლექტორები, რაც საცხოვრებელს ცხელი წყლით მოამარაგებს.(სურ.14)

4). სექციურ-ჰორიზონტალური საცხოვრებლების სახურავზე მოეწყობა სარეკრეაციო ზონა თავისი დამაკავშირებელი მისასვლელით ვერტიკალურ კორპუსთან(სურ11). იგი ხელს შეუწყობს საცხოვრებელში კლიმატური პირობების შენარჩუნებას და სახურავზე მოწყობილ აუზებში მოგროვებული წვიმის წყალი დაზოგავს შენობისთვის საჭირო წყლის მარაგს. ამგვარი გადახურვა იქნება საცხოვრებლის დამატებითი სარეკრეაციო სივრცეც.

5). გამოვიყენებთ ბიოენერგოპასიურ საშუალებას, რაც ახალი აღმოჩენაა 21 საუკუნის ენერგოეფექტურ ძიებებში: შენობები ორმაგი მინით შემინულია, რომელშიც მოთავსებულია სპეციალური სითხე, ჭაობის ბუნებრივი მცენარეებით(სურ.11). ამის საშუალებით მიიღება ბუნებრივი აირი, რომელიც მთლიანად უზრუნველყოფს სახლს გაზომარაგებით. მისი არანაკლებ მნიშვნელოვანი ფუნქციაა საცხოვრებელში დადებითი, სასიამოვნო კლიმატური პირობების შენარჩუნება და ამავე დროს შენობის არჩვეულებრივი იერსახის შექმნა.

6). რაც შეეხება ინდივიდუალურ დაბლივ ტერასულ საცხოვრებლებს აქაც გვექნება მწვანე გადახურვა საკუთარი აუზებით (სურ.16). აუზებში ლაგდება სპეციალური მილები, რისი საშუალებითაც ვღებულობთ ალტერნატიულ თბოენერგიას, გაგრილებასა და სამჯერ ვამცივებთ ელექტროენერგიის მარაგს.

3. დასკვნა

„ქალაქი 100 000 მაცხოვრებელზე“, წარმოადგენს მცდელობას, რთულ რელიეფზე დასახლების სისტემის შექმნისა, სადაც წარმოდგენილია საცხოვრებლის ძირითადი სახეობების განვითარების ტენდენციები 21-ე საუკუნეში, ტურისტულად მიმზიდველობის, ეკოლოგიურად ჯანსაღ, ფუნქციონალურად გამართულობის და განაშენიანების მრავალფეროვნების გათვალისწინებით საქართველოს ისტორიული კუთხის-იმერეთის მაგალითზე. მუშაობის სისტემური დამოკიდებულების შემთხვევაში, საპროექტო წინადადება ეფუძნება განხორციელებას 2017-დან 2030 წლის მონაკვეთში.

ლიტერატურა

1. ვ. ბერიძე, „ძველი ქართული ხუროთმოძღვრების ისტორია“,
2. ა. ოქროპირიძე. „გეოგრაფიული გარემო და არქიტექტურა“,
3. საქართველოს სამშენებლო სექტორში ჩასატარებელი გრძელვადიანი (2030 წლამდე) ენერგოეფექტურობის ღონისძიებების შემუშავება ევროგაერთიანების მოთხოვნებთან შესაბამისობაში მოყვანის მიზნით.
4. კევინ ლინჩი “ ” (1986)
5. www.Wikipedia.org - თავისუფალი ენციკლოპედია.

რკინაბეტონის კედლების მოწყობა მრუდხაზოვანი
ღიობების გათვალისწინებით
O.ჭვარაია

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.№77, 0175,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, რკინაბეტონის კედლების მრუდხაზოვანი ღიობების გათვალისწინებით მოწყობის ტექნოლოგიური პროცესი, რომელიც დაკავშირებულია საყალიბო სისტემების არასტანდარტულ აგებასთან.

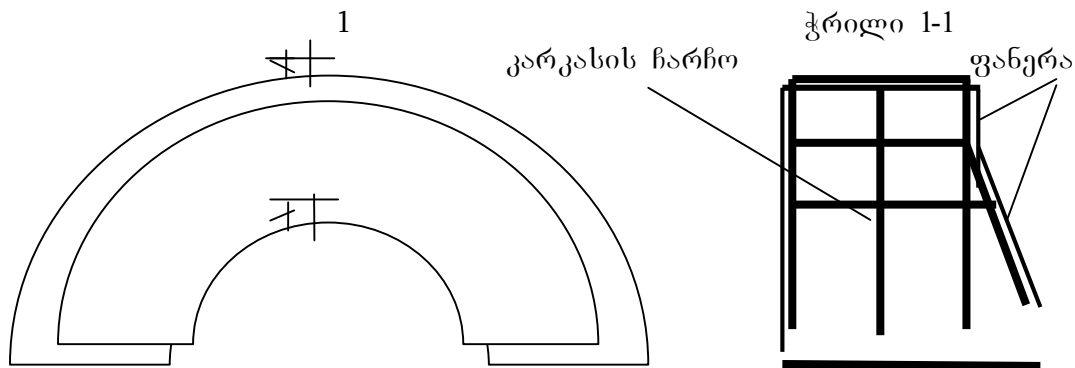
საკვანძო სიტყვები: არმირება, ყალიბი, ბეტონი, რკინაბეტონი, ღიობი, დაბეტონება, მონტაჟი, განყალიბება.

1. შუსაგალი

მართლმადიდებელი ტაძრების და ეკლესია-მონასტრების შენობების კედლები, თავისი არქიტექტურული გადაწყვეტიდან გამომდინარე ძირითადად ხასიათდებიან სხვადასხვა ტიპის მრუდხაზოვანი მოხაზულობის ელემენტებით (ნიშები, სარკმელები, კარებები, გასასვლელები და ა.შ.). რკინაბეტონის კედლების აგების დროს, მსგავსი ღიობების მისაღებად აუცილებელი ხდება განსხვავებული საყალიბო სისტემების მოწყობა. ისინი ხშირად მხოლოდ ერთი ან სულ რამდენიმე ელემენტის დასაბეტონებლად გამოიყენება და ყოველი ახალი შემთხვევისათვის ინდივიდუალურ გადაწყვეტას მოითხოვს. ქვემოთ მოყვანილია რამდენიმე ასეთი ყალიბის მოწყობის მაგალითი.

2. ძირითადი ნაწილი

მრუდხაზოვანი ყალიბის მოწყობა, ზოგადად შეიძლება მარტივი სქემით გამოსახოს (ნახ.1). ძირითად მზიდ ნაწილს ყოველთვის წარმოადგენს სივრცითი კარკასი, რომელიც აიგება ერთმანეთისაგან 20-25სმ დაცილებული ბრტყელი, კარგად შეკრული, მყარი ჩარჩოების გაერთიანებით (ნახ.2).



ნახ.1. მარტივი თაღოვანი ყალიბის აგების სქემა

ხის კოჭებით ან ძელებით შექმნილი კარკასის სწორხაზოვანი უბნები გარედან იფარება ლამინირებული ფანერით. მრუდე ნაწილის მოსაწყობად გამოიყენება 8მმ სისქის ფანერა, რადგანაც იგი კარგი დრეკადობის გამო ნებისმიერი მოხაზულობის სიბრტყის ადვილად დაფანერების საშუალებას იძლევა. ანალოგიურად ხდება წრიული ღიობების ყალიბის ბლოკის აგება.



ნახ.2 მრუდხაზოვანი სარკმლების მოსაწობი ყალიბის ბლოკი

წრიული ან მრუდხაზოვანი ყალიბის ბლოკების დასამონტაჟებლად აუცილებელია რამდენიმე ელემენტური საყალიბო სისტემის აგება. იგი შედგება უშუალოდ ამ ბლოკებისაგან, რომლებიც ორივე მხრიდან უნდა მოექცეს საყალიბო ფარებს შორის. მანამდე კი აუცილებელია კედლის არმირების პროცესში ზუსტად გეოდეზიური კოორდინატების და ნიშნულების მიხედვით, კედლის არმატურის კარკასების მოწყობის პროცესში დატოვებული იქნას თავისუფალი ადგილები ამ ბლოკების განთავსებისათვის (ნახ.3).

ნახ.4-ზე ნაჩვენებია წრიული სარკმლების მოწყობის მაგალითი, რომელიც ყველა მრუდხაზოვანი ღიობის მოწყობის ანალოგიურია. არმატურის კარკასში ერთი მხრიდან მოდგმულ საყალიბო ფარში ჩამაგრებული წრიული ყალიბების დამონტაჟების სამუშაოების დასასრულებლად აუცილებელია წინა მხრიდან მეორე საყალიბო ფარის მიდგმა და მათი გამაგრება გამჭოლი ხრახნიანი ღეროებით. შედეგად წრიული საყალიბე ბლოკი უძრავად ექცევა საყალიბო ფარებს შორის. დაბეტონების შემდეგ მათი იგივე თანმიმდევრობით განყალიბებით მიიღება დასრულებული კედელი შესაბამისი ღიობებით (ნახ.5).



ნახ.3 სარკმლების ბლოკების არმირებულ კედელში ჩასადგმელი ადგილები



ნახ.4. წრიული სარკმლის ყალიბის დამონტაჟება



ნახ.5. დასრულებული სარკმელები და ღიობები

3. დასკვნა

რკინაბეტონის კედლებში მრუდხაზოვანი და წრიული ღიობების მოსაწყობად აუცილებელია წინასწარ იქნეს დამზადებული შესაბამისი მოხაზულობის და ზომის დახურული, ყუთისმაგვარი საყალიბო ბლოკები. მათი განთავსება ხდება საპროექტო კოორდინატების მიხედვით არმატურის კარკასში დატოვებულ სიცარიელებში და ორივე მხრიდან მაგრდება საყალიბო ფარების საშუალებით, რაც გამორიცხავს საყალიბო ბლოკის მოძრაობას დაბეტონების პროცესში.

ლიტერატურა

1. ი.ქვარაია. გუმბათ-თაღოვანი რკინაბეტონის გადახურვების მოსაწყობი საყალიბო სისტემების აგების მაგალითები და მათი რეალიზაცია. “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. თბილისი. 2017. 100გვ.

რკინიგზის ლიანდაგში ბიკლოტოიდური მრუდების გამოყენების
შესაძლებლობის შესახებ

მ. მოისწრაფიშვილი, ა. კორელი

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

რეზიუმე: სტატიაში წარმოდგენილია საკითხი რკინიგზებზე მრუდების შესაძლო კლოტოიდური დაპროექტების შესაფასებლად და „მოძრავი შემადგენლობა-ლიანდაგი“ სისტემის მოდელირების საფუძველზე წერილი და ბიკლოტოიდური მრუდების შედარებითი შეფასება.

გაანალიზებულია აღნიშნულ საკითხზე არსებული კვლევების შედეგები და შემოთავაზებულია ლიანდაგში ბიკლოტოიდური მრუდების გამოყენების შესაძლებლობის დასაბუთება.

დადგენილია, რომ ბიკლოტოიდური მრუდში 600 მ-იდან 800-მ-მდე რადიუსის სიდიდის შემთხვევაში მოძრავი შემადგენლობის 80 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობისას გვერდითი ძალების მაქსიმალური სიდიდეები 5-20 კნ-ით უფრო მცირეა ვიდრე მოძრაობისას ტრადიციულ წრიულ მრუდებზე. თუმცა, სტატიაში ასევე მოცემულია რეკომენდაცია საუღელტეხილო რკინიგზაზე საექსპერიმენტო პოლიგონის მოწყობისა და ნატურული შედეგებით თეორიული შედეგების დადასტურების თაობაზე.

საკვანძო სიტყვები: რკინიგზის ლიანდაგი; ბიკლოტოიდური მრუდი.

1. შესავალი

რკინიგზის ლიანდაგის სწორხაზოვანი უბნების შეუღლება წრიულ უბნებთან ხორციელდება ცვალებადი რადიუსის მქონე გადასასვლელი მრუდების საშუალებით. გადასასვლელი მრუდების რადიუსი იცვლება უსასრულობიდან შესაუღლებელ წრიულ მრუდის რადიუსამდე და პირიქით. ეს კი უზრუნველყოფს ცენტრიდანული ძალის თანდათანობით ზრდას, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს შემადგენლობის მდორე მოძრაობას სწორხაზოვანი უბნიდან წრიულზე გადასვლისას. საავტომობილო გზებზე მრუდი უბნების მოწყობა ხორციელდება ორი რადიანული სპირალის სახით (კლოტოიდით), რომელთა სიმრუდე იცვლება სიგრძის პროპორციულად, რაც უზრუნველყოფს ავტომობილის მდორედ მოძრაობას მრუდში ჩაწერისას.

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა საკითხი რკინიგზებზე მრუდების შესაძლო კლოტოიდური დაპროექტებისა და „მოძრავი შემადგენლობა-ლიანდაგი“ სისტემის მოდელირების საფუძველზე წერილი და ბიკლოტოიდური მრუდების შედარებითი შეფასების შესახებ, რომელიც შესრულებულია ურალის მიმოსვლის გზათა სახელმწიფო უნივერსიტეტში ო. ა. კრავჩენკოს მიერ საპროგრამო კომპლექსი „უნივერსალური მექანიზმი“-ის საფუძველზე. ეს უკანასკნელი შექმნილია ბრიანსკის სახელმწიფო ტექნიკური უნივერსიტეტის გამოყენებითი მექანიკის კათედრაზე, პროფ. დ.ი. პოგორელოვის ხელმძღვანელობით.

საპროგრამო კომპლექსის „უნივერსალური მექანიზმის“ გამოყენების ძირითადი მიზანს წარმოადგენდა მოცემული მაკროგეომეტრიის რეალურ უბანზე, როგორც წრიულ მრუდებზე, მისი გადასასვლელი მრუდებით, ისე ბიკლოტოიდურ მრუდებზე განსაზღვრულიყო მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგის ელემენტებზე ზემოქმედების გვერდითი და ვერტიკალური დინამიკური ძალების სიდიდეები.

განხილული და გაანალიზებული იქნა რა, ზემოთმოყვანილი კვლევები, ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია რკინიგზის ლიანდაგში ბიკლოტოიდური მრუდების გამოყენების შესაძლებლობის დასაბუთება.

2. ძირითადი ნაწილი

რკინიგზის ლიანდაგის მრუდების ბიკლოტოიდური პროექტირების შესაძლებლობის დასაბუთების კვლევის საჭიროებას წარმოქმნის მრუდებში ლიანდაგის ექსპლუატაციის რიგი პრობლემური საკითხები:

1. მრუდზე მოძრავი შემადგენლობის მოძრაობისას წარმოიქმნება ხვედრითი წინაღობა \tilde{S}_r , კგ/ტ
2. ხდება რელსისა და თვლების გვერდითი ზედაპირების დამატებითი ცვეთა, საჭიროა ლიანდაგის მოვლა-შენახვისთვის დამატებითი ხარჯების გაღება, რომლებიც უკუპროპორციულია სიმრუდის რადიუსის კვადრატისა - R^2 .
3. მრუდი უბნები მოითხოვს მიწის ვაკისის მოედნის გაფართოებას, ორლიანდაგიანი რკინიგზების შემთხვევაში ლიანდაგების ღერძებს შორის მანძილის გაზრდას, საკონტაქტო ხაზების საყრდენებს შორის მანძილის შემცირებას და სხვა.
4. მრუდზე მოძრაობისას ხდება მატარებლის სიჩქარის შეზღუდვა [1].

აქამდე რკინიგზის ხაზის მრუდ უბნებზე არ მიმართავდნენ ბიკლოტოიდურ პროექტირებას, რადგან ეს დაკავშირებული იყო დიდი სიგრძის გადასასვლელი მრუდის დაკვალვის სიძნელეებთან. დღეისათვის უკვე არსებობს დაკვალვისათვის საჭირო მთელი რიგი ხელსაწყოები, როგორცაა: შორსმზომები სიზუსტით 1-3მმ; ელექტრონული ტახეომეტრები- სიზუსტით 1 მმ; ჯკს-ის ხელსაწყოები- სიზუსტით 5მმ;

გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია ზემოთ ნახსენები კვლევებით მიღებული შედეგები, რამაც გამოიწვია ჩვენს მიერ ბიკლოტოიდური მრუდის საკითხის კვლევა გვეწარმოებინა რელსი-თვალის ურთიერთქმედების დინამიკის გაუმჯობესების მიზნით, კერძოდ:

1. ბიკლოტოიდური მრუდის მოწყობით ვიდრე წრიული მრუდის მოწყობისას (გადასასვლელი მრუდი-წრიული მრუდი-გადასასვლელი მრუდი) უმჯობესდება ლიანდაგის ისეთი საექსპლუატაციო მახასიათებლები, როგორცაა გარე რელსის შემადგენლების ქანობი, სიმრუდის მდორედ ცვლილება, ლიანდის სიგანის ცვლილება და სხვა.

2. მოძრავი შემადგენლობის და ლიანდაგის ელემენტების ურთიერთქმედების პროგრამული კომპლექს „უნივერსალური მექანიზმი“-ით მოდელირებისას გაირკვა, რომ პრაქტიკულად ერთნაირი ვერტიკალური რეაქციის ძალების დროს, კორიზონტალური რეაქციის ძალების საშუალო სიდიდეები 30- 45%-ით და ზოგიერთ შემთხვევაში 60%-ითაც ნაკლებია ბიკლოტოიდურ მრუდზე მოძრაობისას, ვიდრე წრიულ მრუდზე. მონაცემები მიღებული იქნა სხვადასხვა რადიუსის მრუდებზე სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობისას (50კმ/სთ-80 კმ/სთ) ძალოვანი მახასიათებლების შედარებით.

შესაბამისად, კვლევის მიზანია შემოწმებული იქნას მუდმივ რადიუსიანი წრიული მრუდის, მის ბოლოებში ორი გადასასვლელი მრუდით, ორი კლოტოიდით შეცვლა, რითაც მოხდება ცენტრიდანული ძალის თანდათანობითი ზრდა, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს სწორი უბნიდან მრუდზე გადასვლისას შემადგენლობის მდორედ მოძრაობას.

აღნიშნული ეყრდნობა იმ ფაქტს, რომ ბიკლოტოიდის ფარგლებში რეგულირდება ლიანდის თანდათანობითი გაფართოება და გარე რელსის შემადგენლების საჭირო სიდიდეზე მდორედ გადასვლა.

ბიკლოიდის უპირატესობის შეფასება წრიულ მრუდთან შედარებით შესაძლოა ორი შემთხვევისას:

1. როცა ბიკლოტოიდის სიგრძე ($2l_{\beta\theta}$) წრიული მრუდის სიგრძის ($l_{\beta\theta}$) ტოლია: $2l_{\beta\theta} = l_{\beta\theta}$ და მოხვევის კუთხეებიც ტოლია.

2. ბიკლოტიდის სიგრძე ($2l_{გ}$) წრიული მრუდის სიგრძის ($l_{გ}$) ტოლი არ არის ($2l_{გ} \neq l_{გ}$), ხოლო მოხვევის კუთხეები კი ტოლია.

განვიხილოთ შემთხვევა, სადაც წრიული მრუდის სიგრძე ტოლია ბიკლოტიდის სიგრძისა, ერთი და იგივე მოხვევის კუთხეებისას. ჩატარებული ანგარიშების შესაბამისად, თუ გადასასვლელი მრუდის რადიუსი იცვლება ∞ დან R მდე, გამოვიყენებთ რა $l_{გ} = 1/2 l_{გ}$, მივიღებთ კოეფიციენტის მნიშვნელობას $a \cdot 2,5 \cdot 10^{-5}$. მნიშვნელობა კოეფიციენტისა, a იცვლება $0,025 \cdot 10^{-5}$ დან $12,5 \cdot 10^{-5}$ მდე (იხ. ცხრილი 1)

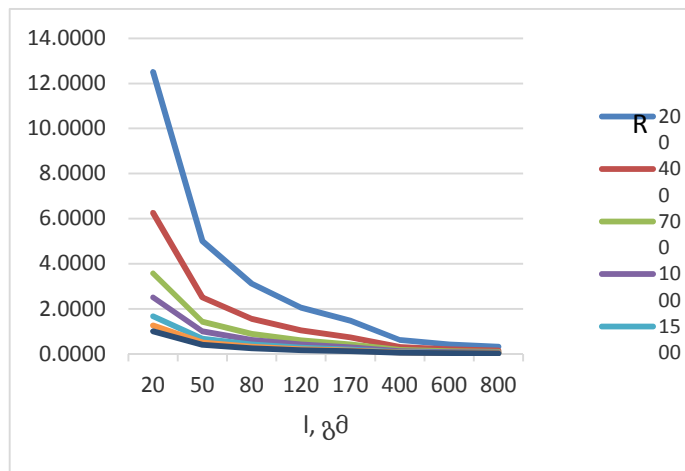
$$\text{გარე რელსის შემადგენლის ქანობი (i)} \quad i = 2hRa \quad (1)$$

მაქსიმალური შემადგენლისას, როცა $h_{max} = 0,15$ მ, ქანობის მაქსიმალური სიდიდე (1) დან ტოლია: $i = 0,3 R$. (ცხრილი.1) (ცხრილი 1

$L_{გ}, მ$	20	50	80	120	170	400	600
$\cdot R, i / მ$	$25 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$6,25 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$2,94 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$0,83 \cdot 10^{-3}$
i	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$1,26 \cdot 10^{-3}$	$0,882 \cdot 10^{-3}$	$0,37 \cdot 10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-3}$
$L_{გ}, მ$	800	1200	1500	2000	2500	3000	
$\cdot R, i / მ$	$0,63 \cdot 10^{-3}$	$0,42 \cdot 10^{-3}$	$0,33 \cdot 10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-3}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$	$0,17 \cdot 10^{-3}$	
i	$0,19 \cdot 10^{-3}$	$0,13 \cdot 10^{-3}$	$0,1 \cdot 10^{-3}$	$0,08 \cdot 10^{-3}$	$0,06 \cdot 10^{-3}$	$0,05 \cdot 10^{-3}$	

300 მ-ზე მეტი სიგრძის წრიული მრუდების ბიკლოტიდური დაპროექტებისას გარე რელსის შემადგენლის ქანობი $i < 1\%$. ყველა სხვა შემთხვევისას, შემადგენლის ქანობი რომ იყოს ნაკლები 1% -ზე, საჭიროა ბიკლოტიდის სიგრძე იყოს წრიული მრუდის ლწმ სიგრძეზე მეტი.

გადასასვლელი მრუდის სიგრძისა და წრიული მრუდის რადიუსის თანაფარდობა კი მოცემულია ნახაზზე 1.



ნახ.1. გადასასვლელი მრუდისა სიგრძისა და რადიუსის თანაფარდობა

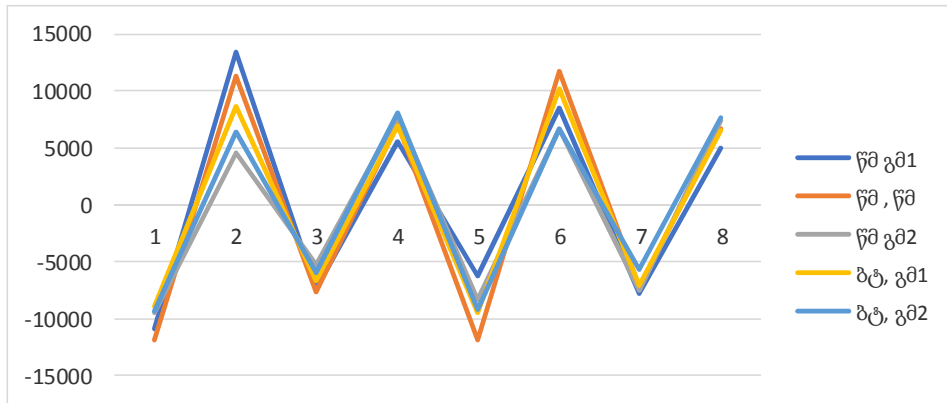
ბიკლოტიდის გამოყენებით ლიანდაგის მრუდებში ხდება ტრასის შემოწვევა შიდა მხარეს, ამიტომაც უბნის სიგრძე მცირდება და შესაბამისად მცირდება ლიანდაგის სამშენებლო და საექსპლოატაციო ხარჯები ტრასის შემცირებული სიგრძის პროპორციულად.

მიღებული შედეგები ძალზე მნიშვნელოვანია, თუმცა არასაკმარისი საბოლოო დასკვნის გამოსატანად. იმისათვის, რომ კვლევა გახდეს სრულყოფილი, საჭიროა მოეწიოს რეალური საცდელი უბანი საუღელტეხილო რკინიგზაზე, რის საშუალებაც ამ ეტაპზე საქართველოს რკინიგზას არ გააჩნია.

სწორედ ამიტომ, მოვიძიეთ მოძრავ შემადგენლობის ლიანდაგის ელემენტებზე მოქმედი ძალების რიცხობრივი მნიშვნელობების გამოკვლევისათვის შემოთავაზებული ზემოთ აღწერილი მოდელირება მოძრავი შემადგენლობის მრუდეზე მოძრაობისა, მოცემული არამილევადი აჩქარებით და „შემადგენლობა -

ლიანდაგი“ სისტემის სხვა საჭირო პარამეტრებით, პროგრამულ კომპლექსში „უნივერსალური მექანიზმი“ (უმ) და სინთეზში განვიხილეთ მათ მიერ მიღებული და ჩვენი შედეგები.

როგორც კვლევის შედეგებმა გვიჩვენა, მოძრავი შემადგენლობის მრუდ უბნებზე მოძრაობის კომპიუტერული მოდელირება საპროგრამო კომპლექს „უნივერსალური მექანიზმი“-თ, ბიკლოტიდური მრუდის გამოყენების დროს ჰორიზონტალური რეაქციების საშუალო სიდიდეები ნაკლებია, ვიდრე წრიულ მრუდის არსებობისას [2].



ნახ.2. გვერდითი ძალების სიდიდეები

მოდელირებისას მიღებული გრაფიკები (ნახ.2) ასახავენ რეაქციული ძალების სიდიდეების დროში ცვლილებას, ამიტომაც მათზე თვალნათლივ ჩანს ძალების ექსტრემუმები და შეიძლება ვიზუალურად განისაზღვროს რელსზე შემადგენლობის ზემოქმედების რეაქციული ძალების მაქსიმალური რიცხოვრივი მნიშვნელობები.

ბიკლოტიდურ მრუდზე და მოცემული რადიუსების თვითეულ ტრადიციული მოწყობის წრიულ მრუდზე მოძრავი შემადგენლობის მოძრაობის სიჩქარის ორ მოცემულ მნიშვნელობისათვის განსაზღვრული იქნა ვერტიკალური და განივი ძალების სიდიდეების საშუალო, მინიმალური და მაქსიმალური სიდიდეები მრუდის მთელ სიგრძეზე და წარმოდგენილი იქნა გრაფიკების სახით (ნახ.2).

3. დასკვნა

საბოლოოდ შეგვიძლია დავასკვნათ: გარდა იმისა, რომ ბიკლოტიდური მრუდის გამოყენებით ვაღწევთ ტრასის სიგრძის შემოკლებას და სიგრძის პროპორციული ხარჯების შემცირებას, ამავე დროს მოძრავი შემადგენლობის 60 კმ/სთ-მდე სიჩქარით მოძრაობისას, გვერდითი დარტყმების მაქსიმალური სიდიდე თითქმის ორჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე კლასიკურ წრიული მრუდის არსებობისას, როცა რადიუსის სიდიდე არის 600 მ-მდე და 1200 მ-ზე მეტი. აღნიშნულ დასკვნაში სალიანდაგო მეურნეობის თვალსაზრისით ძალზე მნიშვნელოვანია 600 მ-მდე რადიუსების მრუდებში გვერდითი დარტყმების შემცირების საკითხი, როგორც ლიანდაგის მოვლა-შენახვაზე გაწეული ხარჯების შემცირების საფუძველი.

მოდელირების დროს მიღებულ შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ ბიკლოტიდური მრუდის არსებობისას, მოძრავი შემადგენლობის 80 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობისას, გვერდითი დარტყმების ძალების მაქსიმალური სიდიდეები 5-20 კნ-ით უფრო მცირეა, ვიდრე მოძრაობისას წრიულ მრუდებზე, რადიუსით 600 მ-იდან 800-მ-მდე.

ლიტერატურა

1. ე. მოისწრაფიშვილი, მ. მოისწრაფიშვილი, ნ. რურუა. რკინიგზის ლიანდაგი, მეორე ნაწილი. „ტექნიკური უივერსიტეტი“, 2009. 7 გვ.
2. (. . . /) . – 1993. – 72. – 28 .

კულტურული ლანდშაფტის მდგრადი განვითარების
სამართაშორისო გამოცდილება

შ. გელაშვილი

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

რეზიუმე: ნაშრომში განხილულია კულტურული ლანდშაფტის მდგრადი განვითარების სამართაშორისო გამოცდილება იტალიაში ჩინკვე-ტერეს, ვალ დ'ორჩას ეროვნული პარკის, ასევე გერმანიაში, ქვემო საქსონიის სოფელ ვენდლანდის და რუსეთის ფედერაციაში, მაზენსკის რაიონში მდებარე ეთნოგრაფიული სოფელი კიმუას მაგალითებზე. როგორც საკითხის შესწავლამ გვიჩვენა, იმისათვის, რომ საქართველოში განხორციელდეს არსებული უნიკალური ლანდშაფტების როგორც კულტურული მემკვიდრეობის მართვა, აუცილებელია სახელმწიფო და საზოგადოების ერთობლივი სტრატეგიის სახელმძღვანელო პრინციპების ჩამოყალიბება, რომელთა საშუალებითაც მიღებული იქნება კონკრეტული ზომები ლანდშაფტის დაცვის, მართვისა და დაგეგმარების საქმეში.

საკვანძო სიტყვები: კულტურული ლანდშაფტი, მდგრადი განვითარება, კულტურული მემკვიდრეობა.

1. შესავალი

დღეისათვის ისტორიული თუ კულტურული მემკვიდრეობის სტატუსის მქონე ობიექტები მკაცრი რეალობისა და ახალი გამოწვევების წინაშე აღმოჩნდნენ. მათზე უარყოფით ზეგავლენას მრავალი ფაქტორი ახდენს - მოძველებული ინფრასტრუქტურა, გარემოზე არანორმირებული დატვირთვა, უძრავი ქონების არარეგლამენტირებული მართვა და სხვა. ყოველივე ეს ხელს უშლის ისტორიული და კულტურული ღირებულების მქონე ობიექტების შენარჩუნების პოლიტიკის ეფექტურ განხორციელებას. სავალალო შედეგების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია, რომ ასეთი ღირებულების მქონე ობიექტების მართვა წარმოებდეს მსოფლიო მემკვიდრეობის სიაში შეტანილი ძეგლების დაცვის პოლიტიკის კონტექსტში.

2. ძირითადი ნაწილი

კულტურული მემკვიდრეობის დაცვისა და მის განვითარების კონტექსტში საინტერესოა ისტორიული დასახლებებისადმი გარემოს განვითარების მსოფლიო კომისიაზე (WCED) წარმოდგენილი ნორვეგიელი მკვლევარის ბრუნტლენდის ნაშრომი „ჩვენი საერთო მომავალი“. იგი მდგრადი განვითარების კონცეფციას აკავშირებს ორ ისეთ ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებასთან, როგორცაა ეკონომიკური განვითარება და გარემოს დაცვის ინტერესები. [1] [4]

მდგრადი განვითარების კონცეფცია ითვალისწინებს საზოგადოების განვითარების იმ ფორმებს, რომელთაც ხანგრძლივი დროის მანძილზე შეუძლიათ დაიცვან ადამიანების სიცოცხლე და დედამიწაზე არსებული რესურსები, ისევე როგორც ბუნებრივი რესურსების და კულტურული მემკვიდრეობის დაცვისას მნიშვნელოვანია მდგრადი განვითარების ორიენტირება ეკოლუციური მიმართულებით.

ამასთან, უნდა ითქვას, რომ ეკონომიკური განვითარება და მემკვიდრეობითობის დაცვა ხშირად შეუთავსებლად მიიჩნევა, თუმცა მდგრადი განვითარების კონცეფცია იძლევა მათი ურთიერთშეთავსების საშუალებას.

ჩვენი კვლევისათვის მნიშვნელოვანი იყო ტურისტულად აქტიური და წარმატებული ქვეყნების გამოცდილების შესწავლა-ანალიზი, იმ მიზნით, რომ გაცნობიერდით თუ როგორ განავითარეს ადგილობრივი ტურისტული რესურსები და

-

«

»

ამავე დროს როგორ შეინარჩუნეს ისტორიულ-ეთნოგრაფიული დასახლებების თვითმყოფადი გარემო. როგორ მოარგეს ძველი განაშენიანება თანამედროვე მოთხოვნებს და მიანიჭეს მათ ახალი ფუნქცია. როგორ იყენებენ ლანდშაფტსა და როგორ ახერხებენ ეკოსისტემის, თვითმყოფადი არქიტექტურისა და გარემოს დაუზიანებლად მის ჩართვას ტურისტულ ინფრასტრუქტურაში.

ევროპის ლანდშაფტების კონვენცია (ELC), რომელიც შემუშავებულ იქნა 2000 წელს ფლორენციაში, მიზნად ისახავს შეინარჩუნოს ლანდშაფტის ხარისხი და მრავალფეროვნება მისი დაცვის, მართვისა და დაგეგმვისათვის. ლანდშაფტის მართვა - არის მდგრადი განვითარების პერსპექტივების გათვალისწინებით ქმედება, რომელიც უზრუნველყოფს ლანდშაფტის რეგულარულ შენარჩუნებას, რათა მართოს და დააბალანსოს სოციალური, ეკონომიკური და გარემოს დაცვითი პროცესებით გამოწვეული ცვლილებები; ხოლო ლანდშაფტის დაგეგმარება - ესაა არსებული ლანდშაფტის გაუმჯობესების, აღდგენისა და ფორმირების მიზნით შორსგამიზნული და გადამწყვეტი ქმედებები. [5]

აღსანიშნავია ადგილობრივი ლანდშაფტის, როგორც კულტურული მემკვიდრეობის დაცვის მაგალითი, იტალიაში ჩინკვე-ტერეს ეროვნული პარკი. ესაა იტალიის რივიერას უსწორმასწორო ზოლის მქონე სანაპიროს მონაკვეთი. იგი ლიგურიის რეგიონში, ქალაქ ლა-სპეციის დასავლეთით მდებარეობს. სანაპირო, აქ მდებარე ხუთი სოფელი (მონტეროსო-ალ-მარე, ვერნაცა, კორნილია, მანაროლა და რიომაჯორე) და მიმდებარე გორაკების ფერდობები წარმოადგენენ ჩინკვე-ტერეს ეროვნული პარკის ნაწილს, რომელიც თავის მხრივ იუნესკოს მსოფლიო მემკვიდრეობის ძეგლთა სიაშია შესული. [6]

ჩინკვე-ტერე გამოირჩევა თავისი განსაკუთრებული სილამაზით. საუკუნეთა განმავლობაში მოსახლეობა ამ უსწორმასწორო, ზღვაში ჩაშვებულ კლდეებზე ტერასებს აშენებდა. ამ რეგიონის თავისებურებას ისიც განსაზღვრავს, რომ იგი მოკლებულია თანამედროვე ცივილიზაციასთან აქტიურ კავშირებს. სოფლებს ერთმანეთთან საცხენოსნო ბილიკები, მატარებლები და ნაგებობები აკავშირებენ.

აღნიშნული ტერიტორიების მართვა ორ დონეზე - სახელმწიფო და რეგიონალური დონეზე ხორციელდება. აღსანიშნავია, რომ კანონების მიღება რეგიონალურ დონეზეცაა შესაძლებელი.

პარკის შექმნის მთავარ მიზანს კონკრეტულ ტერიტორიაზე კულტურული მემკვიდრეობის, ლანდშაფტის თავისებურებებისა და ადამიანების საქმიანობის შენარჩუნება წარმოადგენდა. რაც ისტორიული ტერასების აღორძინებას, სოფლის მეურნეობის განვითარებას, ტურიზმზე ორიენტირებული მოსახლეობის რეგიონში შემობრუნებასა და დამაგრებას გულისხმობდა.

ამ მიზანის მისაღწევად აუცილებელი იყო მიტოვებული ტერიტორიების გამოყენებისა და დამუშავების უფლების მოპოვება, რომელიც დაუმუშავებელი მიწის შესახებ კანონით რეგულირდება. პარკის აღორძინებისათვის, სახელმწიფოს მხრიდან გადადგმული იქნა გარკვეული ნაბიჯები, რაც მიწის მეპატრონეების მიერ გაწეული ხარჯების 50 პროცენტის უკან დაბრუნებაში მდგომარეობდა. [2]

კულტურული ლანდშაფტების აქტიური კონსერვაციის ერთ-ერთ მაგალითს წარმოადგენს იტალიაში ვალ დ'ორჩას პარკიც. ეს რეგიონი სათუთად კულტივირებული ბორცვებით, მათ შორისაც არხები, პეიზაჟური პატარა ქალაქებითა და სოფლებით ტოსკანაში, ქალაქ სიენას სამხრეთიდან მონტე-ამიატამდეა გადაჭიმული. მათ შორისაა ქალაქები - პიენცა, რადიკოფანი და მონტალკინო. რეგიონი 5 კომუნას მოიცავს, მისი საერთო ფართობი 76000 ჰა. რომელთაგან 71000 ჰა. კულტურული ლანდშაფტია, ხოლო 5 000 ჰა. ინდუსტრიულად განვითარებული ტერიტორიაა, რომელიც არ აკმაყოფილებს იუნესკოს მოთხოვნებს. იუნესკომ ეს რეგიონი, როგორც კულტურული ლანდშაფტი, 2004 წელს

ხანგრძლივი შესწავლის შედეგად აღიარა. სტატუსის მოსაპოვებლად რეგიონის წარდგინება ხუთივე კომუნის ინიციატივით მომზადებული მართვის გეგმით განხორციელდა. მანამდე კი, 1988 წელს ხუთივე მუნიციპალიტეტი შეუერთდა კულტურულ ლანდშაფტად გაერთიანების დოკუმენტს. ეს პროცესი თითქმის ათი წლის მანძილზე ეტაპობრივად ხორციელდებოდა. ვალ დ'ორჩას პარკის მართვის ძირითადი მიმართულებები განისაზღვრა 1999-2007 წლების რეგიონალურ კონფერენციებზე, რაც გულისხმობდა: ტურისტული მარშრუტების განვითარებას; ადგილობრივი ლანდშაფტის, ლოკალური ტრადიციების, ისტორიულ-კულტურული და რელიგიური არეალების აღმოჩენასა და ჩართულობას; ადგილობრივი არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ობიექტების გამოვლენასა და მათი განვითარების ხელშეწყობას; სოფლის მეურნეობის, მეცხოველეობის, მცირე საწარმოებისა და ხელოსნების სტიმულირებას, საკუთარი უნიკალური პროდუქციის წარმოების ზრდასა და მის შემდგომ რეალიზაციას.

მნიშვნელოვანი იყო განხორციელებული ღონისძიებების შედეგებიც: პარკმა ბიძგი მისცა ლანდშაფტის ხარისხის ამაღლებასა და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის შექმნას შორის მჭიდრო კავშირების დამყარებას; განხორციელდა მთელი რიგი პროექტები კულტურული მემკვიდრეობის ობიექტების, ბუნებრივი და ისტორიული ღირებულების მქონე არეალებისა და ლანდშაფტებთან მიმართებაში, მათი აღდგენის, გაუმჯობესებისა თუ გააქტიურების მიმართულებით; განვითარდა სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა მიმართულები; განვითარდა სასტუმროებისა და ტურისტულ-რეკრეაციული ქსელი და მისი ინფრასტრუქტურა; მნიშვნელოვანად გაიზარდა სასოფლო-სამეურნეო მიწების ღირებულება. ვალ დ'ორჩას პარკის კულტურული ლანდშაფტები აქტიურადაა ჩართული ადგილობრივი ეკონომიკის განვითარებაში. ამასთან, პარკის განვითარების მოდელი კულტურული და ლანდშაფტის ღირებულებების, როგორც ერთი მთლიანობის დაცვას ეყრდნობა.

სხვადასხვა ინიციატივებისა და პროექტების ერთობლივი კოორდინირების მიზნით, შემუშავებულია ერთიანი მართვის გეგმა, რომელიც მორგებულია და ითვალისწინებს ევროპული ლანდშაფტების კონვენციისა და ისტორიულ-ურბანული ლანდშაფტების მართვის რეკომენდაციებს (2011 წ. პარიზი). [7]

ავთენტური საცხოვრებელი გარემოს და უნიკალური არქიტექტურის გადარჩენის, შენარჩუნებისა და ტურისტული ინფრასტრუქტურაში ჩართვის ერთ-ერთ მცდელობას წარმოადგენს გერმანიაში, ქვემო საქსონიის ოლქში ვენდლანდის მაგალითი. იგი ტრადიციული წრიული სტრუქტურის მქონე გერმანული სოფლის დასახლების ტიპურ ნიმუშს წარმოადგენს. აქ განხორციელდა სოფლის ტერიტორიის რესტავრაცია, გაკეთდა მუზეუმი, მოეწყო მცირე ზომის ოჯახური და მუნიციპალური სასტუმროები. რეგიონების მესვეურები ცდილობენ მიიზიდონ ტურისტები. თუმცა, ამავე დროს, გამოიკვეთა სამწუხარო ტენდენცია - ახალგაზრდობა კვლავაც ტოვებს სოფელს. ვფიქრობთ, ამ მოვლენის გამომწვევი მიზეზების შესწავლა ცალკე კვლევის საგანს უნდა წარმოადგენდეს. [3]

საინტერესოა ისტორიული გარემოს შენარჩუნებისა და განახლების პოსტსაბჭოთა ქვეყნების მაგალითები. ამ მიმართებთ თვალსაჩინოა რუსეთის ფედერაციაში, მახენსკის რაიონში მდებარე ეთნოგრაფიული სოფელი კიმჟა. იგი იმ მცირერიცხოვან დასახლებათა რიცხვს მიეკუთვნება, რომელთაც შეინარჩუნს ტრადიციული იერი და ცივილიზაციისგან ხელშეუხებელი ლანდშაფტი. განახლებული სოფელი სრულ წარმოდგენას იძლევა თუ როგორ ცხოვრობდნენ ადამიანები ბუნებრივ გარემოში 100 ან 200 წლის წინ. [3] [8]

სოფელში ფასეულია არა მარტო არქიტექტურული ძეგლები, არამედ სოფლის კულტურული ლანდშაფტიც, რომელიც გზების, ბოსტნების, ღობე-ყორებისა და მდელოების ერთობლიობაა, და რომელიც ერის ფრომირების ისტორიასთან მჭიდრო კავშირშია. კიმჟას მცხოვრებლებმა თავიანთი სოფლის უნიკალურობის

შესანარჩუნებლად 2004 წელს შექმენს საზოგადოებრივი ტერიტორიული თვითმმართველი ორგანო “კიმქა”, რომლის ძირითად საქმიანობას სოფლის კულტურული მემკვიდრეობის შენარჩუნება და ტურიზმის განვითარება წარმოადგენს. შესაბამისი და დროული ღონისძიებებით კიმქას მოსახლეობამ დაიცვა და შეინარჩუნა სოფლის ავთენტურობა, ამასთან, გაიჩინა დამატებითი შემოსავლის წყარო.

როგორც ამ მიმართებით სამამულო პრაქტიკის შესწავლამ გვიჩვენა, საქართველოს კანონი კულტურული მემკვიდრეობის შესახებ არ იცნობს კულტურული ლანდშაფტის ცნებას. [9] ვფიქრობთ, საქართველოში კულტურული ლანდშაფტის აღნუსხვის ფორმის არარსებობა ალოგიკურია, რადგან ქვეყანას სწორედ ამ ტიპოლოგიის მრავალფეროვნება და სიმრავლე გამოარჩევს. მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყრის წესით ღვინის დამზადების ტრადიცია მსოფლიოს არამატერიალური მემკვიდრეობის ნუსხაშია შესული, საქართველოს ისეთი გამორჩეული, ავთენტური, ისტორიული, ეთნიკური და აგრარული კულტურის მნიშვნელობის არეალი როგორც მაგალითად ალაზნის ველის, არაა იდენტიფიცირებული როგორც კულტურული მემკვიდრეობა და არც რეგისტრირებულია როგორც კულტურული ლანდშაფტი. როგორც კულტურული მემკვიდრეობა არაა დაცული საქართველოსათვის უდიდესი ისტორიული მნიშვნელობის მრავალი უნიკალური ადგილი, ლანდშაფტი თუ ობიექტი. [9]

ამ სახის ხარვეზების გამოსწორების გზები და საშუალებები ცალკე კვლევის საგანსა და მნიშვნელოვან კვლევით მიმართულებას უნდა წარმოადგენდეს, სადაც გაზიარებული უნდა იქნეს მდიდარი საერთაშორისო გამოცდილება.

საყურადღებოა, რომ ამ მიმართებით ჩვენს ქვეყანაში პირველი ნაბიჯები იდგმება, კერძოდ საჯარო სამსახურების დაძმობილების პროექტის „ინსტიტუციონალური ღონისძიებების განხორციელების მარეგულირებელი საკანონმდებლო ჩარჩოს დახვეწა და საქართველოში კულტურული მემკვიდრეობის მართვის მოქნილი სისტემის დანერგვის“ (TWINNING) ფარგლებში 2015 წლის 1-8 მარტს შედგა ევროკომისიის სასწავლო ვიზიტი. ვიზიტის მიზნები იყო: კულტურული ლანდშაფტის რაობის შეცნობა და საკანონმდებლო ბაზაში მისი ადგილის განსაზღვრა კონკრეტული მაგალითების საფუძველზე; კულტურული ლანდშაფტის მართვისა და მსოფლიო მემკვიდრეობის საიტის მართვის საკითხების გაცნობა; ლანდშაფტური დაგეგმარების გამოცდილების გაზიარება; ლანდშაფტის ადგილობრივი დაგეგმარებასთან და დაცვასთან, ასევე ტერიტორიის მოვლა-პატრონობასთან დაკავშირებული საკითხების გაცნობა; ადგილობრივი განვითარებისათვის არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის გამოყენების, მსოფლიო მემკვიდრეობის საიტების მარკეტინგის და ბრენდინგის დანერგვითი მიდგომების ადგილზე შესწავლა. [2]

3. დასკვნა

როგორც საკითხის შესწავლამ გვიჩვენა, იმისათვის, რომ საქათველოში განხორციელდეს არსებული უნიკალური ლანდშაფტების როგორც კულტურული მემკვიდრეობის მართვა, აუცილებელია სახელმწიფომ მოახდინოს ევროპის ლანდშაფტების კონვენციის რატიფიცირება, რისთვისაც საჭიროა შემდეგი ღონისძიებების გატარება: მომზადდეს საკანონმდებლო ბაზა. არსებულ ნორმატიულ აქტებში შეტანილი იქნას შესაბამისი ცვლილებები, რომელთა მიხედვითაც ლანდშაფტები აღიარებული იქნება, როგორც მოსახლეობის საცხოვრებელი გარემოს მნიშვნელოვანი კომპონენტი; ჩამოყალიბდეს და განხორციელდეს ლანდშაფტების პოლიტიკა, რომლის მიზანი იქნება მათი დაცვა, მართვა და დაგეგმარება; სახელმწიფომ იზრუნოს საზოგადოების ცნობიერების ამაღლებაზე ლანდშაფტების ღირებულების, მათი როლისა და შესაძლო ცვლილებების თაობაზე;

სახელმწიფომ მოახდინოს არსებული ლანდშაფტების შეფასება და იდენტიფიცირება, რაც მათი განსაკუთრებული ღირებულებების გათვალისწინებით უნდა განხორციელდეს. ასევე უნდა გაანალიზდეს ის მახასიათებლები და გარემოებები, რომლებიც მათ ტრანსფორმირებას იწვევენ; ლანდშაფტის იდენტიფიცირებისა და შეფასების პროცედურები უნდა წარმართოს არსებული საერთაშორისო გამოცდილებისა და მეთოდოლოგიის გათვალისწინების საფუძველზე, სამართლებრივი რეგულირების შესაბამისად.

გარდა ამისა, აუცილებელია ლანდშაფტების ინტეგრირების პროცესის განხორციელება რეგიონალური დაგეგმარების, კულტურულ, გარემოსდაცვით, სოფლის მეურნეობის, სოციალურ-ეკონომიკურ სივრცეში, რაც ლანდშაფტზე პირდაპირი ან/და არაპირდაპირ გავლენას ახდენს.

ამ მიზნით საჭიროა: სახელმწიფოს მხრიდან ხელი შეეწყოს ლანდშაფტების შეფასებისა და მართვის დარგის სპეციალისტების მომზადებას; სახელმწიფო თუ სხვა სახის დაინტერესებული ასოციაციებისათვის განახორციელდეს სატრენინგო პროგრამები, რომლებიც ლანდშაფტების მართვის პოლიტიკასთან იქნება დაკავშირებული; საუნივერსიტეტო დონეზე ხელი უნდა შეეწყოს იმ დისციპლინათა სწავლების განხორციელებას, რომლებიც შეისწავლიან ლანდშაფტებთან დაკავშირებულ ფასეულობების დაცვის, მართვისა და დაგეგმარების საკითხებს; სახელმწიფოს მხრიდან ფინანსური ხელშეწყობა ლანდშაფტების საკითხებში სათანადო დონის კვლევითი პროექტების განხორციელებისა და მათი შედეგების პრაქტიკაში დანერგვასათვის; საერთაშორისო დონის თანამშრომლობა იმ ქვეყნებთან, რომელთაც კულტურული ლანდშაფტების მართვისა და მათი განვითარების მდიდარი გამოცდილება გააჩნიათ.

მიზანშეწონილია განხორციელდეს საზოგადოების, ადგილობრივი და რეგიონალური ხელისუფლების და სხვა დაინტერესებული მხარეების მონაწილეობის ხელშეწყობის ყველა დონის ძიებები, რათა შესაძლებელი გახდეს ერთობლივი სტრატეგიების, ზოგადი და სახელმძღვანელო პრინციპების ჩამოყალიბება, რომელთა საშუალებითაც მიღებული იქნება კონკრეტული ზომები ლანდშაფტის დაცვის, მართვისა და დაგეგმარების საქმეში.

ლიტერატურა

1. ხუროთმოძღვრების კონსერვაცია (პრინციპები და მოსაზრებები), თბილისი. 2007 წელი.
2. საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის ეროვნული სააგენტო, კულტურული ლანდშაფტები - სასწავლო ვიზიტის ანგარიში. იტალია - ლივურის და ტოსკანის რეგიონები 2-7 მარტი 2015 წელი.
3. ინგა გაბაშვილი - სადისერტაციო ნაშრომი თემაზე: „საცხოვრისის ფორმირება მთიან რეგიონში რეკრეაციული ფაქტორების გათვალისწინებით (ხევსურეთის მაგალითზე) - თბილისი.სტუ. 2012 წელი
4. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future – Oxford University Press. 1987
5. http://rbth.com/articles/2011/03/11/kimzha_outpost_of_tradition_in_the_russian_north_1254_8.html გადამოწმებულია 23.10.2016
6. საქართველოს კულტურული მემკვიდრეობის ეროვნული პოლიტიკა - თბილისი 2014 <http://culturepolicy.gov.ge/getfile/00f3c22d-d784-4f14-ad86-67a2a8ba05d3/.aspx>

**ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობათა ტექნოლოგია
კომპინირებული კელიოთერმული დამუშავების ბამოყენებით**

**დ. ბაქრაძე, თ. ამყოლაძე, კ. ჯინჭარაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77,
თბილისი, საქართველო)**

რეზიუმე: სამშენებლო ინდუსტრიის ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს თბური დამუშავება წარმოადგენს. საუკეთესო ხარისხის ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობის შექმნა ეკონომიკური სითბური პროცესებით, საწვავისა და ელექტროენერჯის მინიმალური ხარჯებით საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს კაპიტალური დაბანდებები მშენებლობის სფეროში.

აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიქმნა ისეთი ტიპის დანადგარები, რომლებიც სითბოს უფრო ეფექტურად იყენებენ.

ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობათა დამზადების ტექნოლოგიის შემდგომმა განვითარებამ და ენერგომატარებლების ეკონომიის აუცილებლობამ, საჭირო გახდა ალტერნატიული ენერჯიის გამოყენების აუცილებლობა.

საკვანძო სიტყვები: თბური დამუშავება; საწარმოო ციკლი; კაპიტალური დაბანდებები; ენერგომატარებლები; ალტერნატიული ენერჯია; კელიოთერმული დამუშავება; სტენდური ტექნოლოგია; ყალიბ-ვაკონეტები, გადამცემი ურიკები; ურიკის ჯაჭვური მბიძგავი.

1. შესავალი

სამშენებლო ნაკეთობებისა და დეტალების ტექნოლოგიაში ტემპერატურული დამუშავების გამოყენების მეცნიერული დამუშავება დაიწყო XX საუკუნის ოცდანი წლებიდან, ხოლო პრაქტიკულ განხორციელებას საფუძველი ჩაეყარა ოთხმოციანი წლებში.

სამშენებლო ინდუსტრიის ერთ-ერთ ძირითად შემადგენელ ნაწილს თბური დამუშავება წარმოადგენს, რომელზეც იხარჯება სამშენებლო მასალებისა და ნაკეთობების წარმოების ღირებულების 30%. თბური დამუშავება მოიხმარს მთლიანი საწარმოო ციკლოს სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების დაახლოებით 80%. საუკეთესო ხარისხის ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობის შექმნა ეკონომიკური სითბური პროცესებით საწვავისა და ელექტროენერჯის მინიმალური ხარჯებით, საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს კაპიტალური დაბანდებები მშენებლობის სფეროში.

2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, ბეტონის ნაკეთობების ორთქლით დამუშავებისათვის მრავალი ტიპის დანადგარი არსებობს. დანადგარში განლაგებული დასამუშავებელი ნაკეთობების მაღალი წყობის შემთხვევაში ადგილი აქვს ნაკეთობებში ტემპერატურის არათანაბარ განაწილებას, ამის გამო ამ პროცესის გასაუმჯობესებლად საჭირო გახდა ისეთი ტიპის დანადგარების შექმნა, რომლებშიც სითბოს უფრო ეფექტური გამოყენების შესაძლებლობა იქნებოდა, ასეთებია: კასეტები და პაკეტები, ხვრელის ტიპის ჰორიზონტალური გასაორთქლი კამერები და სხვა.

თბური დანადგარების მომარაგება ორთქლით

ორთქლმა თბური დანადგარების მომარაგებისათვის უნდა გადალახოს მიმწოდებელ მაგისტრალში არსებული წინაღობები საკუთარი წნევის ხარჯზე. ამიტომ იგი უნდა მიეწოდოს ქარხანას ან მზადდებოდეს ქარხნის საქვებში, ორთქლის ჭარბი წნევით. ამისათვის საჭიროა ორთქლით მომარაგების სისტემის გაანგარიშების პრინციპის ცოდნა და ორთქლის წნევის დანაკარგების განსაზღვრა მისი ტრანსპორტირების დროს.

წნევის დანაკარგები ტრანსპორტირების დროს იყოფა გრძივ და ადგილობრივ სახეებად.

გრძივ დანაკარგებში P_b გულისხმობენ წინაღობების დაძლევის ორთქლსადენის მთელ სიგრძეზე, რომლებიც გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta P_b = (\gamma v^2 \dots \ell) / 2d_{\text{გ}},$$

ადგილობრივი წინაღობები $\Delta P_s = (\alpha v^2 \dots) / 2,$

სადაც γ – მილსადენის ერთეული სიგრძის ხახუნის კოეფიციენტი; α – ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი, v – ორთქლის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე; ... – ორთქლის ნაკადის სიმკვრივე; ℓ – მილსადენის სიგრძე; $d_{\text{გ}}$ – მილსადენის ეკვივალენტური დიამეტრი.

არხების ან სითბური დანადგარების წინაღობა ორთქლის ნაკადის მოძრაობაზე

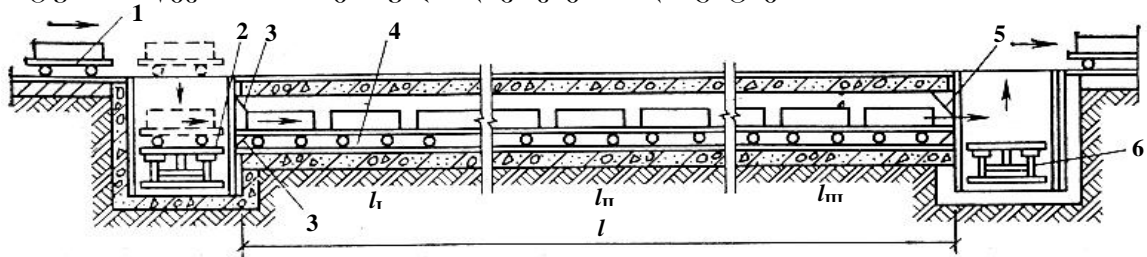
$$\Delta P = av^2 \ell,$$

სადაც ΔP – აერო და ჰიდროდინამიკური ჯამური წინაღობა; a – საერთო აერო და ჰიდროდინამიკური წინაღობების კოეფიციენტი; v – ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე; ℓ – არხის ან დანადგარის სიგრძე.

ორთქლსადენებში ყველა ადგილობრივი წინაღობა დაყვანილი უნდა იქნეს გრძივ წინაღობაზე, ანუ ნებისმიერი ადგილობრივი წინაღობა წარმოდგენილი უნდა იქნეს მისი ეკვივალენტური გრძივი დანაკარგებით ორთქლსადენის მთელ სიგრძეზე. ორთქლსადენის ასეთი საანგარიშო სიგრძეს ეკვივალენტურს უწოდებენ და აღინიშნება $L_{\text{ეკ}}$. თუ ორთქლსადენის ყველა უბანზე ადგილობრივ დანაკარგებს შევცვლით $L_{\text{ეკ}}$ -ით, მივიღებთ $\sum L_{\text{ეკ}}$, მაშინ ორთქლსადენის სრული წინაღობა $P_{\text{ბ.}} = \Delta P_b (L + \sum L_{\text{ეკ}})$.

უწყვეტი მოქმედების ხერხელის ტიპის გასაორთქლი კამერა

ხერხელის ტიპის ჰორიზონტალური კამერა (ნახ. 1) წარმოადგენს $L=100-120$ მ სიგრძის გვირაბს, სიგანით $B=5 \dots 7$ მ, სიმაღლე $H=1,0 \dots 1,17$ მ. კამერაში თავსდება 17-დან 27-მდე ვაგონები ნაკეთობებით. კამერა სიგრძეზე იყოფა შესაბამის ზონებად: ტემპერატურის აწევის, იზოთერმული დაყოვნების და გაციების.



ნახ. 1. ხერხელის ტიპის ჰორიზონტალური გასაორთქლი

კამერის სქემა. 1 – კამერის სიგრძე; L_I, L_{II}, L_{III} – შესაბამისად ტემპერატურის აწევის, იზოთერმული დაყოვნებისა და გაციების ზონების სიგრძეებია.

ბეტონის ნაკეთობათა დამზადების ტექნოლოგიის შემდგომმა განვითარებამ და ენერგომატარებლების ეკონომიის აუცილებლობამ, საჭირო გახდა ალტერნატიული ენერჯის გამოყენების აუცილებლობა. აღნიშნული სტატია სწორედ ნაკეთობების ჰელიოთერმული დამუშავების სქემას განიხილავს.

ნაკეთობათა კომბინირებული ჰელიოთერმული დამუშავება შეიძლება გამოყენებული იქნეს მათი წარმოების ყველა ძირითად ტექნოლოგიურ ხერხების პირობებში (აგრეგატულ-ნაკადურის, სტენდურის და კონვეიერულის), მაგრამ ყველაზე იოლია მისი რეალიზება სტენდური ტექნოლოგიის პირობებში. ამავე დროს სტენდური ყალიბების აღჭურვა ხდება სრულყოფილი კონსტრუქციის გამჭვირვალე

სახურავით; მათ გვერდულებს და ზოგიერთ შემთხვევაში ქვეშესაფ ფარავენ თბოიზოლაციით.

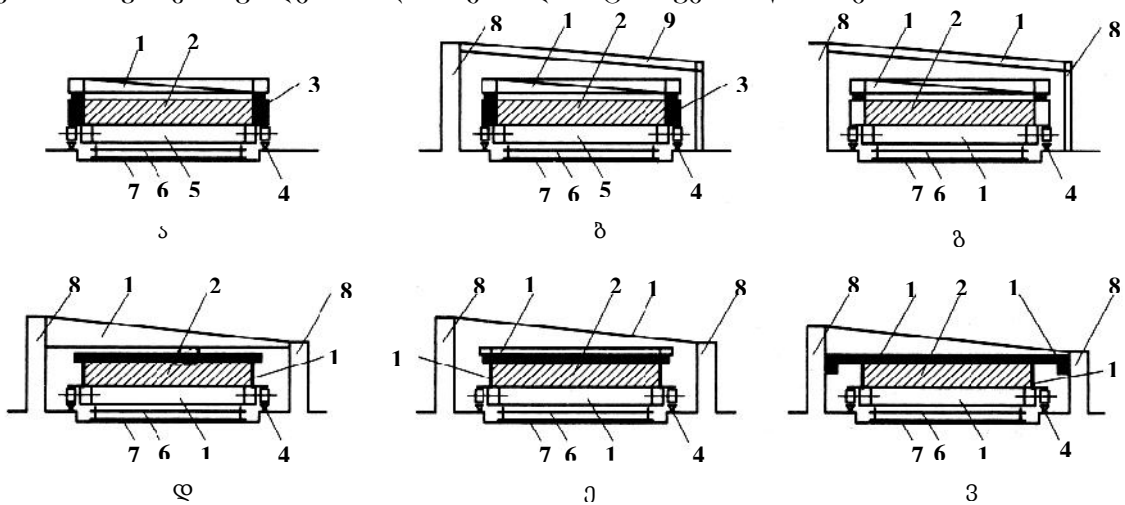
კომბინირებული ჰელიოთერმული დამუშავების დროს სითბური ენერჯის განსაკუთრებით ეფექტურ დამატებით დუბლირებულ წყაროებს წარმოადგენენ სხვადასხვა სახის ელექტროგამათბობლები: მილოვანი გამაცხელებელი კაბელები და სადენები, მილოვან-დეროვანი, კუთხოვან-დეროვანი, ბადისებრი და სხვა.

უკამერო ტექნოლოგიური სახის რეალიზაციისათვის საჭიროა ჰელიოფალიბები – ვაგონეტები, დამატებით ენერჯის წყარო (მაგალითად, ინფრაწითელი ელექტროგამათბობლები), სარელსო გზა და მძიბგავეები (ნახ. 2, ა). ხვრელური კამერები ხელს უწყობენ ტექნოლოგიური სახის ეფექტურობის ზრდას, ძირითადად გარემოში თბოდანაკარგების შემცირებით და კამერის კედლებით აკუმულირებული მზის ენერჯის გაზრდით (ნახ. 2, ბ,გ).

ხვრელური კამერის ორშრიანი გამჭვირვალე სტაციონალური სახურავის დანიშნულებაა კონსტრუქციულ-თბოსაიზოლაციო მსუბუქი ბეტონის ან მძიმე ბეტონის ნაკეთობების კომბინირებული ჰელიოდამუშავება ავსკწარმოქმნილი შემადგენლობების გამოყენებით (ნახ. 2, დ).

კამერის კონსტრუქცია ეფექტურია წლის თბილ პერიოდში (ნახ. 2, ე). ხვრელური კამერის გამჭვირვალე სახურავი წარმოადგენს A -ის საფარს, რომლის მიმართ გადაადგილდება ყალიბი ნაკეთობებით (ნახ. 2, ვ).

ტექნოლოგიური სახის სქემა, თბოტრასების დარების სახურავის ფილების დასამზადებლად მოცემულია (ნახ. 3) ტექნოლოგიური სახი წარმოადგენს ჩაკეტილ კონვეიერს დაყალიბების სახით და ორი ჰელიოკამერით (გვირაბული თერმოკამერების სახით) გამჭვირვალე მასალის საფარით, რომლის დანიშნულებაა წელიწადში 6 ათასი მ³ დარების სახურავის ფილებისა და საკანალიზაციო ჭების წარმოება.



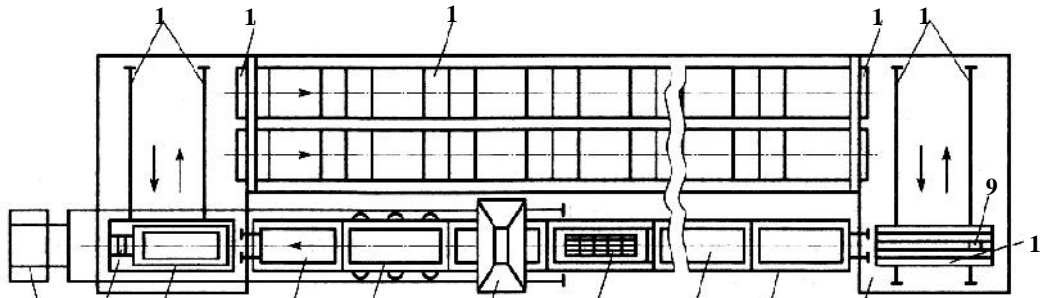
ნახ. 2. გვირაბის ტიპის ხვრელური კამერების პრინციპიალური სქემები რკინაბეტონის ნაკეთობებისათვის ა – უკამერო სახი; ბ – დასაშლელი გვირაბისებრი კამერა; გ – გვირაბისებრი კამერა მოსახსნელ-სტაციონალური გამჭვირვალე ორშრიანი მასალის სახურავით;

დ – გვირაბისებრი კამერა სტაციონალური ორშრიანი გამჭვირვალე სახურავით; ე – გვირაბისებრი კამერა სტაციონალური ერთშრიანი გამჭვირვალე სახურავით; ვ – გვირაბისებრი კამერა სტაციონალური ორშრიანი გამჭვირვალე მასალის სახურავით და შემამჭიდროებელი მოწყობილობით; 1 – სრულყოფილი კონსტრუქციის სახურავი; 2 – რკინაბეტონის ნაკეთობა; 3 – ყალიბის თბოიზოლირებული გვერდული; 4 – რელსი; 5 – თბოიზოლირებული ქვეში-ვაგონეტი; 6 – ელექტრო-გამათბობელი; 7 – ამრეკლი; 8 – კამერის კედელი; 9 – გამჭვირვალე დასაშლელი საფარი; 10 – კამერის ორშრიანი გამჭვირვალე საფარი; 11 – ქვეში-ვაგონეტი; 12 – ყალიბის გვერდული; 13 – ჰელიოფალიბის ერთშრიანი საფარი; 14 – კამერის ერთშრიანი გამჭვირვალე საფარი; 15 – გრძივი შემამჭიდროებელი მოწყობილობა.

სახი შედგება რიგი პარალელური სარელსო გზებისაგან. ყალიბ-ვაგონეტებით. ერთ-ერთი გზა წარმოადგენს კონვეიერს, რომლის გასწვრივ განლაგებულია ყალიბების

გახსნისა და ნაკეთობების ამოღების, ყალიბების გაწმენდის და შეხეთვის, არმატურის ყალიბებში დაყენების, ბეტონის ნარევის ჩაწყობისა და ვიბრომაგიდით შემჭიდროვების პოსტები, აგრეთვე ბეტონჩამწყობი და სკიპური ამწე ბეტონის ნარევის ბეტონჩამწყობში ჩასატვირთად.

დანარჩენი გზები განლაგებულია გვირაბული კამერის შიგნით. მათი ტორსის პარალელურად მოწყობილია სარელსო გზები, რომლებზეც დაყენებულია გადამცემი ურიკები მბიძგავით. თითოეულ გზაზე დგანან ყალიბ-ვაგონეტები, ხოლო ერთი – მათ შორის გადამცემ ურიკაზე.



ნახ. 3. თბოტრასის ღარების გადახურვის ფილემის დამზადების ტექნოლოგიური ხაზის სქემა.
 1 – სარელსო გზა; 2 – ყალიბის გახსნის პოსტი, 3 – ყალიბების გაწმენდისა და შეხეთვის პოსტი; 4 – ყალიბში არმატურის ჩაწყობის პოსტი; 5 – ბეტონ-ჩამწყობი; 6 – ბეტონის ნარევის ჩაწყობისა და შემკვრივების პოსტი; 7 – ყალიბ-ვაგონეტები; 8 – გადამცემი ურიკები; 9 – მბიძგავები; 10 – სკიპური ამწე; 11 – სარელსო გზა; 12, 14 – ჰელიოკამერების შესასვლელი და გამოსასვლელი ღიობები; 13 – ორშირიანი მინაპაკეტები; 15 – გადამცემი ურიკები.

საველე ტიპის გვირაბისებრი ჰელიოკამერები – მათი შესასვლელი და გამოსასვლელი ღიობები აღჭურვილია გასაგორებელი მოძრავი კარებით, რომლებიც იღება და იხურება პირდაპირ და უკუსვლის დროს. გადასაცემი ურიკების სპეციალური გამოსაწვევი საბჯენებით ჰელიოკამერების გამჭვირვალე საფარი დამზადებულია ორშირიანი მინაპაკეტებით, დაწყობილი ლითონის კარკასზე რეზინის შუასადებით. კარკასსა და მინაპაკეტებს შორის არსებული ღრეჩობების ჰერმეტიზაციას აწარმოებენ გაუმყარებადი მასტიკით.

ჰელიოკამერის საფარი ორქანობიანია, დახრის კუთხით 1°. საფარის დახრა აუცილებელია შიგნითა ზედაპირიდან კონდენსატის წვეთებისა და ზედა ზედაპირიდან მტვერის გადარეცხვის და ატმოსფერული ნალექების მოსაშორებლად.

ღრეჩო მინაპაკეტის ქვედა მინასა და ყალიბ-ვაგონეტის ზედაპირს შორის შეადგენს 30...50 მმ.

ყალიბ ვაგონეტები ზედა გარე პერიმეტრზე აღჭურვილია დახრილი ლითონის ფირფიტებით, რომლებზეც ხრახნებით მიმაგრებულია გრძივი და განივი რეზინის ფურცლები. ფირფიტების დახრის კუთხე – 40...45°, მათი ზომა ირჩევა ღარებში გარანტირებული შესვლის პირობით. განივი რეზინის ფირფიტების ზომა განისაზღვრება მათი ყალიბ-ვაგონეტების ბუფერების ზონიდან გასვლით. როდესაც ჰელიოკამერაში ყალიბ-ვაგონეტები განლაგებულნი არიან თანმიმდევრულად და მათი ბუფერები მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან განლაგებული გრძივი რეზინის ფირფიტები მდებარეობენ წყლიან ღარებში, და ქმნიან ჰიდრაულიკურ საკეტს თერმოკამერის კედლებთან. ამგვარად, ჰელიოკამერები ვაგონეტებით და მათი ერთმანეთთან და კამერის კედლებთან შემჭიდროების საშუალებით მთელ სიგრძეზე და სიმაღლეში ორ ზედა და ქვედა ნაწილებად.

ხაზი მუშაობს შემდეგი თანმიმდევრობით: საწყის მდგომარეობაში დაყალიბების კონვეიერისა და თერმოკამერის სარელსო გზა შევსებულია ყალიბ-ვაგონეტებით, ხოლო თერმოკამერის შესასვლელი და გამოსასვლელი ღიობები დახურულია გასაგორებელი კარებით. ყალიბ-ვაგონეტები ახლადდაყალიბებული ნაკეთით გადაეცემა სპეციალური



გადამცემი ურიკებით ჰელიოკამერების სახს. გადამცემი ურიკა მიიღებს რა შემდგომ ყალიბ-ვაგონეტს ახლადდაყალიბებული ნაკეთობებით, გადაადგილდება სარელსო გზაზე ჰელიოკამერებთან, სპეციალური სატაცით აღებს ჰელიოკამერის კარებს და ჩერდება ზუსტად მისი ღერძის მიმართ.

ამის შემდეგ ირთვება ურიკის ჯაჭვური მბიძგავი და მასზე განლაგებულია ყალიბ-ვაგონეტები წაბიძგებით შეყავთ თერმოკამერაში. რეზინის გრძივი ფირფიტები იღუნებიან ლეკალურ მიმმართველზე, და შემდეგ იკავებენ მუშა მდგომარეობას წყლიან ღარებში. დანარჩენი ყალიბ-ვაგონეტები თერმოკამერაში გადაადგილდებიან ახლად შემოგორებული ყალიბ-ვაგონეტის ზემოქმედების საშუალებით, მათი რეზინის გრძივი ფირფიტები გადაადგილდებიან წყლიან ღარებში, ხოლო განივი ფირფიტები ეხებიან ერთმანეთს. ამგვარად, თერმოკამერის ჰერმეტიკული დაყოფა ზედა და ქვედა ნაწილებად რჩება მუდმივად ისე, როგორც თერმოკამერაში ყალიბ-ვაგონეტების სტატიკური მდგომარეობის დროს.

ყალიბ-ვაგონეტების თერმოკამერიდან გამოსვლის დროს მისი რეზინის გრძივი ფირფიტები ისევ გადაიღუნებიან გამოსასვლელ ლეკალურ მიმმართველებზე და შემდგომი ყალიბ-ვაგონეტი გამოგორდება გადამცემ ურიკაზე. ამის შემდეგ გადამცემი ურიკები დაბრუნდებიან დაყალიბების კონვეიერის ღერძზე, და ერთდროულად ახდენენ თერმოკამერის კარებების ჰერმეტიზაციას. ირთვება გადამცემი ურიკის მბიძგავი და მთელი შემადგენლობა გადაადგილდება დაყალიბების კონვეიერზე, ხოლო გადამცემ ურიკაზე შემოგორდება ყალიბ-ვაგონეტი ახლადდაყალიბებული ნაკეთობით. ამის შემდეგ მუშაობის ციკლი მეორდება.

წლის ცივ დროში გათვალისწინებულია სითბოს ენერჯის დამატებით წყარო – გაჯერებული წყლის ორთქლი, რომლის მიწოდება ხორციელდება. გვირაბულ ჰელიოკამერაში ჩაწყობილი მილებით. ასეთი კომბინირებული სქემა ქმნის დუბლირებული ენერჯის წყაროს გამოყენების შესაძლებლობას ღამის საათებში და გაზაფხულ-შემოდგომის პერიოდში.

თერმოკამერების დაყოფა სიმაღლეში და იზოლირებულ ზედა ნაწილში არსებული ნაკეთობის უშუალოდ ღია ზედაპირის გაცხელება, ქმნის პირობას ნაკეთობის მაღალეფექტური თბოღამუშაებისათვის, ენერგორესურსების მცირე ხარჯით მზის ენერჯის არარსებობის დროს, რადგანაც ამ შემთხვევაში სითბომატარებელი (ორთქლი, ცხელი ჰაერი და სხვა) შეიძლება მიეწოდოს ჰაერსადენებიდან ან მილებით თერმოკამერის ზედა ნაწილში.

მნიშვნელოვნად მცირდება ენერგორესურსების ხარჯი, ვინაიდან სითბო არ იკარგება კამერის ქვედა ნაწილში – იატაკის, კედლების ზედა ნაწილისა და რელსების გასაცხელებლად.

3. დასკვნა

აღნიშნული სქემის განხილვა გვაძლევს უფლებას გავაკეთოთ შემდეგი სახის დასკვნა. ყალიბების გაცხელება მზის ენერჯით ბეტონის ნარევის ჩაწყობამდე, ყალიბის თერმოკამერაში მოთავსება ნაკეთობასთან ერთად 15...20 წუთში დაყალიბების დამთავრების შემდეგ, კამერაში სათბურის ეფექტის შექმნა, მზის ენერჯის აკუმულირება მზიანი დღის განმავლობაში, რკინაბეტონის ნაკეთობის კედლებით და კამერის ფსკერით უზრუნველყოფენ მაღალი ხარისხის ნაკეთობისა და ბეტონის მოცემულ სიმტკიცის მიღებას ყალიბ-ვაგონეტების დღეღამური ბრუნვით.

გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ კონვეიერული ტექნოლოგიური ხაზის ჰელიოკამერებით გამოყენებისას სითბური ენერჯის ეკონომია შეადგენს 70 კგ პირობით საწვავს 1 მ³ ანაკრებ რკინაბეტონზე.

ლიტერატურა

1.
« ... », 2010.
2.
... .., 1983.
3.
... .., 1990.

ისტორიულ-კულტურული ძეგლების დიაგნოსტიკის
ორბანიზებული სტრუქტურის შემწევა

მ. წიქარიშვილი, ნ. ტაბატაძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის მართვის პრინციპები და დიაგნოსტიკის ორბანიზებული სტრუქტურის შექმნის აუცილებლობის დასაბუთება.

საკვანძო სიტყვები: ძეგლი, კონსტრუქცია, დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, მდგრადობის მართვა, დიაგნოსტიკა.

1. შესავალი

დიაგნოსტიკის პროცესის სტრუქტურული ორბანიზაციის საერთო სქემა უნდა შეიცავდეს შემდეგ პოზიციებს: დიაგნოსტიკის მიზნებისა და ამოცანების განსაზღვრა; დიაგნოსტიკის ტიპის განსაზღვრა; კვლევის მეთოდების სისტემის არჩევა; მონაცემთა დამუშავების, დაგროვებისა და რეგისტრაციის სტრუქტურის შექმნა ან არჩევა; შედეგების ანალიზი და დამუშავება; ძეგლის მდგომარეობის კომპლექსური ეკოლოგიური შეფასება; მრღვევი პროცესების საექსპერტო შეფასება; ძეგლის დაცვის სტრატეგია.

2. ძირითადი ნაწილი

ზემოთ აღნიშნული პოზიციების შემადგენლობა შეიძლება გაკორექტირდეს და შეივსოს სპეციფიკური ღონისძიებებით, რომლებშიც გათვალისწინებული იქნება:

ძეგლის პოზიცია უძრავი კულტურული მემკვიდრეობის რეესტრების სისტემაში; ინფორმაცია რეკონსტრუქციის ობიექტებისა და ახალი მშენებლობების შესახებ ძეგლის ახლოს ისტორიულ ტერიტორიაზე;

თანამედროვე მიწათსარგებლობის საზღვრების გეგმები და ა.შ.

დიაგნოსტიკის სისტემის ორბანიზაციის მოდელის მსგავსი ტიპი საშუალებას იძლევა [1]:

განვახორციელოთ ძეგლის მასალაზე გარემომცველი არის ზემოქმედების პროცესებზე სწრაფი, ეფექტური კონტროლი;

შევაფასოთ ობიექტის ქალაქის არესთან ურთიერთქმედება;

შევაფასოთ ობიექტის ფუნქციონალური მთლიანობისა და მდგომარეობის მანქანებლები;

გამოვაფიქსიროთ კონსტრუქციულ მასალებში დესტრუქციული პროცესების დაზიანების, რღვევისა და განვითარების დინამიკის პირდაპირი და ირიბი მიზეზები;

შევექმნათ ობიექტზე გარემომცველი არის ზემოქმედების შერბილების ზომების განსაზღვრისათვის საჭირო წინაპირობები;

განვსაზღვროთ პროფილაქტიკური და მაკორექტირებელი ღონისძიებების დამუშავებასთან ერთად პრინციპულად ახალი და ეკოლოგიურად დასაბუთებული მიდგომები;

შევიმუშაოთ ძეგლის „მოვლის“ სისტემა პრაქტიკაში არსებული მისი „ექსპლუატაციის“ სისტემის ნაცვლად.

ჩამოთვლილი მმართველი ღონისძიებების განსახორციელებლად, არქიტექტურის ძეგლის დაცვის მიხედვით, დიაგნოსტიკის სისტემით გადაწყვეტილი ამოცანების მონაწილეობით, დაზიანებების დიაგნოსტიკის ერთიანი პროგრამა უნდა შეიცავდეს ქვემოთ მოყვანილ პრინციპულ პოზიციებს.

1. გარემომცველი არის მდგომარეობის შეფასება მეტეოროლოგიური პირობების და კლიმატური მახასიათებლების ცვლილების გათვალისწინებით.

-

«

»

2. ძველის მდგომარეობის საშიშროების მცირევადიანი და ხანგრძლივი პროგნოზირება. ძველის დაბინძურების, დაზიანების გათვალისწინება მათ კონსტრუქციებზე ტენისა და ტემპერატურის ცვლილების ციკლური ზემოქმედებისას შიგა დამაბინძურებლებისა და მასალაში მეტასტაბილური სტრუქტურების არსებობისას. შემადგენლობის ქიმიური და ფაზური ანალიზი მასალის ხანგამძლეობის რესურსისა და დაბინძურების ხასიათის, დონის, სახეობის შეფასებისათვის.

3. რეკომენდაციების შემუშავება მასალის მდგომარეობის (ხარისხის) გაუმჯობესებისათვის დროის სხვადასხვა პერიოდში, ძველის დაცვის სისტემაში მმართველი ზემოქმედების რეჟიმისა და გრაფიკის ფარგლებში.

4. ძველის შენარჩუნებისათვის ჩატარებული ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასება მისი ექსპლუატაციის ციკლის მიხედვით.

დიაგნოსტიკის ორგანიზაციისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი პრობლემები, რომლებსაც შეიძლება შეეჯახონ რეგიონალური და საქალაქო სამსახურები:

ძველების შენარჩუნების უზრუნველყოფაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ძველების დაცვის სახელმწიფო ორგანოებს, რომლებიც თავისი კომპეტენციის საზღვრებში ასორციელებენ სახელმწიფო კონტროლს, თუმცა ხშირად არა აქვთ ახალი ტექნიკა და არა ჰყავთ კვალიფიციური სპეციალისტები (განსაკუთრებით რეგიონებში).

დღეისათვის არ არის სრული ცნობები (საანგარიშო ფორმაში) ქვეყანაში შენარჩუნებული ძველების რაოდენობისა და დანიშნულების შესახებ, რადგანაც თავის დროზე დაწყებული მათი პასპორტიზაცია არ იქნა მიყვანილი ბოლომდე.

ძველების ზოგიერთი სახეობისათვის არ არსებობს დაცვისა და განსაზღვრის საგნის ზუსტი ფორმულირება;

არ არის გათვალისწინებული არქიტექტურის ძველებისათვის სარესტავრაციო და სარემონტო ღონისძიებების გამოყენებული ტექნოლოგიები.

ამ პრობლემების გადაწყვეტისათვის აუცილებელია „ხარისხის მართვის“ დანერგვა, რაც გათვალისწინებულია ICO-9000 და ICO-14000 სერიის სტანდარტებში.

საერთო ღონის დიაგნოსტიკის სტრუქტურა უნდა იყოს წარმოდგენილი შემდეგი ბლოკებისაგან: კონტროლი (რეჟიმული დაკვირვება – დაკვირვების რეგულარული სისტემა, რომელიც ასახავს ძველში მომხდარ ნებისმიერ ცვლილებას);

მართვა (ძველის მდგომარეობის, არქიტექტურის ძველების მასალებში და კონსტრუქციებში მრღვევი პროცესების, დამცავი ღონისძიებების არჩევის დიაგნოსტიკის ეკოლოგიური შეფასების ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემა – სისტემური ანალიზი);

საარქივო ბლოკი. საარქივო ბლოკი თავიდანვე უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას შემდეგი თემატური განყოფილებების მიხედვით:

1. ისტორიულ-ბიბლიოგრაფიული, ისტორიულ-საარქივო მონაცემები;
2. პირველადი საადრიცხვო დოკუმენტაცია (მუდმივი ინფორმაცია, რომელიც ექვემდებარება შევსებას ახალი საარქივო წყაროების აღმოჩენისას, ძველზე აღმოჩენილი ახალი ცნობების მიღებისას და რესტავრაციის ჩატარების შემდეგ);
3. დაცვის დოკუმენტები (ცვალებადი ინფორმაცია).

დიაგნოსტიკის საერთო სისტემის განვითარებისა და დანერგვის პირველ ეტაპზე შეიძლება მოხდეს მისი საბაზო ვარიანტების ორგანიზება და განხორციელება, საარქივო ბლოკის გამოყენებით, რომელიც შეიცავს სამ მითითებულ თემატურ განყოფილებას.

ძველების აღრიცხვის რეალიზაციის პროგრამა შეიძლება შესრულდეს ორი გზით:

ძველი ტრადიციული ფორმით „პასპორტი“ და ა.შ.

ახალი ფორმით, რომელშიც შეთავსებულია აღრიცხვის ფორმალური მოთხოვნები და, ამავდროულად, ძველის შენარჩუნებისათვის აუცილებელი ცნობები. დიაგნოსტიკის სისტემიდან მიღებული მონაცემების მიხედვით მის ეკოლოგიურ ფაქტორებზე ზემოქმედების, მდგომარეობის და დაზიანების და ამ ზემოქმედებების შედეგებისა და სხვა მონაცემების აღრიცხვა.

დღეისათვის, სახელმწიფო კონტროლის საფუძველს შეადგენს პირველადი სააღრიცხვო დოკუმენტაცია. ძეგლების დაცვის სახელმწიფო ორგანოებში არსებული საარქივო მონაცემები, არ იძლევა სრულ სურათს ძეგლებში მიმდინარე ცვლილებებზე. ერთი მხრივ, დაცვის დოკუმენტები (დაცვის ვალდებულებები და ტექდათვალიერების აქტები) განსაზღვრავს ისტორიისა და კულტურის ძეგლების გამოყენების და შემცველობის რეჟიმს, გვეხმარება მათზე სახელმწიფო კონტროლის განხორციელებაში აღრიცხვის, დაცვის, გამოყენების და რესტავრაციის წესების დაცვით. მაგრამ მეორე მხრივ, ეს იურიდიული ფორმა „მკვდარია“, არ შეიცავს ინფორმაციას ძეგლის „სიცოცხლის“ შესახებ, ძეგლს განიხილავს იზოლირებულად, როგორც ცალკეულ ობიექტს, ყურად არ იღებს მის ურთიერთქმედებას გარემომცველ არესთან.

საპროექტო დოკუმენტაციის საარქივო ბაზა და პირველადი სააღრიცხვო ბაზა ასევე მოითხოვს ცოდნის სისტემატიზაციას მემკვიდრეობის ობიექტების შესახებ. უფრო სრულყოფილ ფორმაში არსებული ნორმატიული და საკანონმდებლო დოკუმენტები ძეგლის არქიტექტურული და საინჟინრო-ტექნიკური მდგომარეობის ექსპლუატაციასთან და კონტროლთან დაკავშირებულ განყოფილებებში მოითხოვს ძეგლის მდგომარეობის გამოკვლევის ჩატარებას „5 წელიწადში არა ნაკლებ ერთხელ“, თუმცა პრაქტიკაში არის ფაქტები, როდესაც ძეგლის რესტავრაციის ჩატარებისთანავე იგი განიცდიდა ისეთივე რღვევებს, როგორც არსებობდა სარესტავრაციო სამუშაოების ჩატარებამდე. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ გარემომცველი არის და ჰიდროგეოლოგიის გავლენასთან დაკავშირებული ყველა ნეგატიური პროცესი არ იყო აღრიცხული, რომ ეს პროცესები აგრძელებდა მოქმედებას მუდმივმოქმედი ძალით, ხოლო შემდგომი ტექნიკური გამოკვლევის ჩატარების დრო, დოკუმენტების მიხედვით, ჯერ არ იყო. ძეგლი ნელ-ნელა, მაგრამ ნამდვილად ირღვეოდა.

მეორე გზა მოითხოვს დიაგნოსტიკის პროცედურის დანერგვას, სხვადასხვა ტიპის საინფორმაციო სისტემის შემუშავებას, მაგალითად, დაზიანების ეკოლოგიური შეფასების საინფორმაციო სისტემები (დემსს), საძიებო-საინფორმაციო ბლოკები, ძეგლზე მოქმედი დატვირთვის სახეობების, დაზიანების მდგომარეობისა და სახეობის მიხედვით დიაგნოსტიკური ინფორმაციული სისტემა (დის), მრღვევი პროცესების შეფასების საექსპერტო სისტემები (მპშსს) და ა.შ. ასეთი სისტემების შემუშავება საშუალებას იძლევა, ჩამოყალიბდეს შესაბამისი სახეობების დოკუმენტაცია ერთიან კომპლექტში, კულტურული მემკვიდრეობის ყოველ ობიექტზე, რაც უზრუნველყოფს მის საარქივო შენახვას, მიზნობრივ გამოყენებას და სამუშაოების ავტომატიზებული სისტემის მართვაზე გადასვლას არქიტექტურის ძეგლის შენახვის უზრუნველსაყოფად.

დღეისათვის დიაგნოსტიკის პრაქტიკული მნიშვნელობა მდგომარეობს ძეგლების დაცვის სისტემაში ეკოლოგიური პრობლემების წარმატებით გადაწყვეტაში და, კერძოდ, რესტავრაციის ხარისხის შემცირების ეკოლოგიური მიზეზების განსაზღვრაში. დიაგნოსტიკა ეკოსისტემის საზღვრებში საშუალებას იძლევა მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის შეფასებით უფრო სრულად იქნას გამოვლენილი დაზიანების მიზეზები და უფრო ეფექტურად აღიკვეთოს ისინი.

თუ გავრცობილად ვისაუბრებთ, დიაგნოსტიკის სისტემის აქტუალობა და მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ მისი არსებობისას შესაძლებელია ოპერატიულად მივიღოთ ინფორმაცია ძირითად საკითხებზე: ძეგლის დაცვის მდგომარეობაზე; მის ტექნიკურ დაცვაზე; ძეგლის დაცვისათვის აუცილებელ ოპერატიული სამუშაოების განსაზღვრაზე; ძეგლის დაცვისათვის მოქმედების პრიორიტეტული მიმართულებების დაგეგმვისას საჭირო ფაქტორების განსაზღვრაზე.

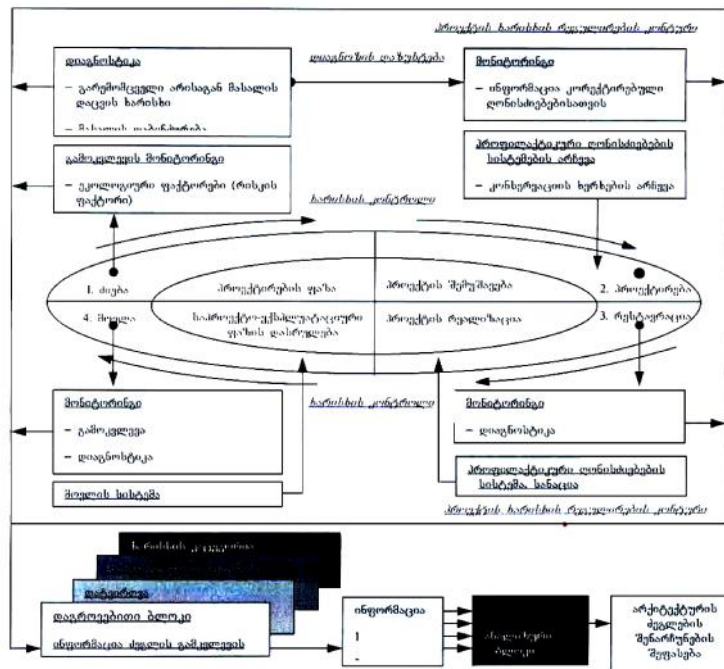
ინფორმაციით სარგებლობის ორგანიზება შესაძლებელია, მაგალითად, ძეგლის მდგომარეობის ხარისხის მართვის ორგანიზაციული სტრუქტურის ციკლის მოდელის მიხედვით.

მართვის მოდელის მსგავსი სისტემების შექმნა საშუალებას მოგვცემს განვახორციელოთ პროდუქციის ხარისხის მართვის სისტემის ფარგლებში დაცვითი ქმედებების განხორციელება, ICO-9000 სერიის სტანდარტების სისტემების მეთოდოლოგიის გამოყენებით – „ხარისხის რეგულირება – ხარისხის სისტემა –

ხარისხის უზრუნველყოფა“, როგორც ძეგლის დიაგნოსტიკის დროს ხარისხის მოცემული მოთხოვნების დაკმაყოფილებისათვის აუცილებელი პროცესების, მეთოდების, სტრუქტურების ორგანიზაციული მახასიათებლებისა და თვისებების ერთობლიობა. ასეთი მოდელების ფარგლებში შეიძლება შემუშავდეს ხარისხის მართვის (მენეჯმენტის) სისტემების სხვადასხვა ელემენტები. ასეთ ელემენტებს მათი შემუშავების შემდეგ შეიძლება მივაკუთვნოთ დიაგნოსტიკის და მათი ქვესისტემების პროცედურები – ინფორმაციის სხვადასხვა ბლოკები, მათი დახმარებით მიღებული საძიებო-ინფორმაციული ბლოკები, საარქივო ბლოკები და ა.შ.

ისტორიულ-კულტურული ძეგლების დაბაზულ-დეფორმირებული მდგომარეობის (მდგრადობის) მართვისათვის აუცილებელია თანამედროვე მეთოდური და ორგანიზაციული ანალიზი პროექტირებაში, რომელიც განსაზღვრულია დღევანდელი სტანდარტებით ICO-9000-ით, აჩვენებს, რომ პროექტის ხარისხის უზრუნველყოფისათვის, აუცილებელია კვლევისა და დიაგნოსტიკის პროცედურების ობიექტურობის ამაღლება. „მდგრადი რესტავრაციისა“ და ექსპერტიზის ხარისხის უზრუნველყოფისათვის, საჭიროა განხორციელდეს ძეგლის მდგომარეობის ანალიზი მისი არსებობის ყველა სტადიისათვის, როგორც ეს ასახულია ნახ. 1-ზე.

ნახ.1-ზე მოცემულია სისტემის დიაგნოსტიკის ეტაპები, რომლებიც ასახავს ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების მეთოდის სამეცნიერო-მეთოდურ პრინციპებს: სისტემურობას და ურთიერთშეპირისპირებას.



ნახ. 1. ძეგლების სიცოცხლის ციკლის მიხედვით საპროექტო ანალიზის სქემა და ამ ანალიზში სისტემური დიაგნოსტიკის ადგილი

მიღებული ინფორმაცია გამოიყენება ძეგლების ექსპლუატაციის ციკლის სხვადასხვა სტადიაზე.

3. დასკვნა

კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ მდგრადი რესტავრაციისა და ექსპერტიზის ხარისხის უზრუნველყოფისათვის საჭიროა განხორციელდეს ძეგლის მდგომარეობის ანალიზი მისი არსებობის ყველა სტადიისათვის, რისთვისაც დამუშავდა ბლოკ-სქემა. იგი ისტორიულ-კულტურული ძეგლის მდგომარეობის მდგრადობის მართვის გაუმჯობესების საშუალებას იძლევა.

ლიტერატურა

1. მ. წიქარიშვილი, მ. ვარდიაშვილი. ისტორიულ-კულტურული ძეგლების სისტემური მონიტორინგი და დიაგნოსტიკა. თბილისი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2012 წ. გვ. 148

**საქართველოს თავდაცვის სტრატეგიული მიმოხილვის პირითადი
ასპექტები და თანამედროვე საინფორმაციო-ტექნოლოგიური
შესაძლებლობები, როგორც სამხედრო ძლიერების წყარო**

ა. ხატელაშვილი

**(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175,
თბილისი, საქართველო)**

რეზიუმე: თავდაცვის სტრატეგიული მიმოხილვის რეკომენდაციების განხორციელება წარმოადგენს საქართველოს უმთავრეს ამოცანას. შეზღუდული რესურსები და ცვლადი უსაფრთხოების გარემო კვლავ რჩება მთავარ გამოწვევად. აღნიშნულის გათვალისწინებით, სახელმწიფოს მიზანია მაქსიმალურად დაბალანსებულად და გვემაზომიერად განახორციელოს თსმ-ის რეკომენდაციები, რაც განაპირობებს ეფექტური მართვისა და სტრუქტურის მქონე, პროფესიული, მობილური, სათანადოდ აღჭურვილი და ნატოსთან თავსებადი შეიარაღებული ძალების ჩამოყალიბებას, რომელიც შესძლებს უზრუნველყოს ქვეყნის დამოუკიდებლობის, სუვერენიტეტისა და ტერიტორიული მთლიანობის დაცვას, საერთაშორისო ოპერაციებში მონაწილეობას და სამოქალაქო ხელისუფლების დახმარებას ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების დროს. გეოპოლიტიკური მდებარეობიდან და რეგიონში ცვლადი უსაფრთხოების გარემოდან გამომდინარე, საქართველო რიგი საფრთხეების და რისკების წინაშე დგას. უსაფრთხოების გამოწვევებზე საპასუხოდ, აუცილებელია თავდაცვითი შესაძლებლობების შემდგომი გაუმჯობესება და თავდაცვის სისტემის ტრანსფორმაცია.

საკვანძო სიტყვები: ქსელურ-ცენტრული ომი, შეიარაღებული ძალები, თანამშხავრული კავშირი.

1. შესავალი

გლობალიზაციის ეპოქაში საქართველოს უსაფრთხოების გარემო დამოკიდებულია როგორც ეროვნულ, ასევე რეგიონულ და საერთაშორისო ფაქტორებზე.

ტერიტორიული უსაფრთხოება - რუსეთის მიერ საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილების ოკუპაცია საფრთხეს უქმნის საქართველოს სუვერენიტეტს, სახელმწიფოებრიობას და პოლიტიკური, ეკონომიკური და სოციალური დესტაბილიზაციის უმნიშვნელოვანეს ფაქტორს წარმოადგენს.

ევროატლანტიკური ინტეგრაცია - ნატოში გაწევრიანება საქართველოს საგარეო და უსაფრთხოების პოლიტიკის მთავარ პრიორიტეტს წარმოადგენს. ქვეყნის ინტეგრაცია ევროატლანტიკურ სტრუქტურებში, შექმნის ეროვნული უსაფრთხოების მყარ გარანტიებს და ხელს შეუწყობს მშვიდობისა და სტაბილურობის განმტკიცებას სამხრეთ კავკასიაში. საქართველო აქტიურად არის ჩართული და მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს ავღანეთში საერთაშორისო უსაფრთხოების მხარდამჭერი ძალების (ISAF) ოპერაციაში.

კავკასიაში არსებული კონფლიქტები - კავკასიაში არსებული კონფლიქტები ნეგატიურ გავლენას ახდენს საქართველოს ეროვნულ უსაფრთხოებაზე.

კიბერუსაფრთხოება - 2008 წლის რუსეთ-საქართველოს ომმა ცხადყო, რომ საქართველოს კიბერსივრცე მოწყვლადია არსებული საფრთხის წინაშე და ქვეყნის ეროვნული უსაფრთხოებისათვის რისკის შემცველი ფაქტორია.

ტერორიზმი და ტრანსნაციონალური ორგანიზებული დანაშაული - ქვეყნის ტერიტორიაზე ოკუპირებული რეგიონების არსებობა და რეგიონში არსებული კონფლიქტები ხელსაყრელ გარემოს ქმნის საერთაშორისო ტერორიზმისა და

ტრანსნაციონალური ორგანიზებული დანაშაულისთვის. არსებობს საშიშროება, რომ ოკუპირებული ტერიტორიები გამოყენებულ იქნეს ისეთი არალეგალური საქმიანობისათვის, როგორცაა ნარკოტიკების, შეიარაღების, მასობრივი განადგურების იარაღის კომპონენტების უკანონო გადაზიდვა და ვაჭრობა.

2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოს შეიარაღებული ძალების ამოცანაა ქვეყნის დამოუკიდებლობის, სუვერენიტეტისა და ტერიტორიული მთლიანობის დაცვა და საქართველოს მიერ ნაკისრი საერთაშორისო ვალდებულებების შესრულება კომპეტენციის ფარგლებში (საერთაშორისო სამშვიდობო ოპერაციებში მონაწილეობის ჩათვლით), აგრეთვე, ბუნებრივი და ტექნოგენური კატასტროფების დროს სამოქალაქო ხელისუფლების დახმარება.

საქართველოს თავდაცვის სტრატეგიული მიმოხილვის დოკუმენტით განსაზღვრულია ქვეყნის წინაშე მდგარი სამხედრო ხასიათის პოტენციური საფრთხეები:

- რუსეთის ფედერაციის მიერ ცეცხლის შეწყვეტის შეთანხმებით აღებული საერთაშორისო ვალდებულებების შეუსრულებლობა, ოკუპირებულ ტერიტორიებზე საერთაშორისო სამშვიდობო ძალების არყოფნა და ოკუპირებული ტერიტორიების მილიტარიზაცია ზრდის პროვოკაციების რისკს და ახალი სამხედრო აგრესიის ალბათობას;

-საქართველოს მისწრაფება გაერთიანდეს ევროატლანტიკურ სტრუქტურებში მიუღებელია რუსეთის ფედერაციისთვის, რაც ზრდის სამომავლო საფრთხის რისკს;

-ჩრდილოეთ კავკასიაში არსებული დაძაბულობის შესაძლო ესკალაცია კვლავ წარმოშობს საქართველოს ტერიტორიაზე სამხედრო კონფლიქტის გადმოდინების რისკს;

-მზარდი დამოკიდებულება კიბერტექნოლოგიებზე ზრდის ეროვნული კიბერსივრცისა და კიბერუსაფრთხოების დაცვის მნიშვნელობას.

დასახული ამოცანების შესასრულებლად და არსებული უსაფრთხოების გარემოდან გამომდინარე, აუცილებელია თავდაცვითი შესაძლებლობების გაუმჯობესება შეიარაღებული ძალების უფრო მობილურ და პროფესიულ, ნატოსთან თავსებად ძალებად გარდაქმნის გზით.

არსებული უსაფრთხოების გარემოს გათვალისწინებით, სასიცოცხლო მნიშვნელობას იძენს შეიარაღებული ძალების თავდაცვითი სისტემების მოდერნიზაცია. ამ მიმართულებით, სშპ-ისთვის ძირითად დაბრკოლებად რჩება თავდაცვის შეზღუდული რესურსები. აღნიშნული წინააღმდეგობის გადასაღებად აუცილებელია შესაბამისი მოდერნიზაციის გეგმების შემუშავება, არსებული ორმხრივი და მრავალმხრივი თანამშრომლობის გაუმჯობესება.

თავდაცვის სტრატეგიული მიმოხილვის დოკუმენტიში ხაზგასმულია, რომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ფაქტორებს, რომლებიც ემსახურება ნატოსთან თავსებადი შეიარაღებული ძალების ჩამოყალიბებას:

-მართვისა და კონტროლის (C2) სისტემის სრულყოფა;

-შეიარაღებული ძალებში დაგეგმვის სცენარული მეთოდის (ცენტრალიზებული დაგეგმვა დეცენტრალიზებული აღსრულებით) დანერგვა;

-აქცენტირება მეთაურთა მომზადებისა და განვითარების თანამედროვე პროგრამებზე;

-მობილური, კარგად ორგანიზებული, გაწვრთნილი და თანამედროვე შეიარაღებითა და ტექნოლოგიებით აღჭურვილი შეიარაღებული ძალები.

საქართველოს საგარეო უსაფრთხოების პოლიტიკისა და პრინციპების გათვალისწინებით, რომლებიც არ განიხილავს საქართველოს შეიარაღებულ ძალებს

საგარეო პოლიტიკის ინსტრუმენტად, თავდაცვის სტრატეგიული მიმოხილვის დოკუმენტის თანახმად „მიზანშეწონილია განხილულ იქნეს საკითხი, რომ საქართველოს შეიარაღებულ ძალებს დაერქვას საქართველოს თავდაცვის ძალები“. აღნიშნული ცალსახად ადასტურებს, რომ საქართველო სამხედრო მოქმედებებს გეგმავს მხოლოდ საკუთარი ტერიტორიის ფარგლებში, რაც სამხედრო ხელოვნების თვალსაზრისით წინა პლანზე აყენებს სივრცითი განვითარების გეგმებში ქვეყნის სამხედრო-საინჟინრო მოწყობის ასპექტებისა და ერთიანი ინფორმაციული ველის ჩამოყალიბების პრიორიტეტულობას.

მოწინააღმდეგის სამხედრო შესაძლებლობების გათვალისწინებით, აუცილებელია, საომარი მოქმედებების დაგეგმვისას, ძალთა თავმოყრაზე დაყრდნობილი მიდგომიდან გადავიდეთ მასიურ ქმედებაზე დაყრდნობილ მიდგომაზე, რომელიც გულისხმობს ოპერაციების წარმოებას გეოგრაფიულად გაფანტული ძალებით, რაც წარმოადგენს ქსელურ-ცენტრული ომის (NCW) წარმოების ძირითად პრინციპს.

NCW არის ომის წარმოების აუცილებლობის თეორია ინფორმაციულ ხანაში. ეს არის კონცეფცია, რომ მაღალ დონეზე იქნება დაკმაყოფილებული სამხედრო მოთხოვნები ინფორმაციულ ხანაში. ქსელურ-ცენტრული ომი აღწერს/წარმოადგენს სტრატეგიულ, ოპერატიულ და ტაქტიკურ დონეებზე პროცედურულ და ორგანიზაციულ დონისძიებათა ერთობლიობას, რომელიც შეიძლება ქსელმა უზრუნველყოს, რომ შეიქმნას ომის გადამწყვეტი უპირატესობა. ქსელურ-ცენტრული ომი ცნობს ინფორმაციის ცენტრალურ ადგილს და მის პოტენციალს როგორც სიძალიერის ერთ-ერთ წყაროს. ეს პოტენციალი აღიქმება როგორც ცალკეულ პერსონებს, ორგანიზაციებსა და მიმდინარე პროცესებს შორის სრულიად ახალი ურთიერთდამოუკიდებულების შედეგი. ეს ახალი ურთიერთდამოუკიდებულება განაპირობებს როგორც ქვეყნის ახალ ნორმებს, ასევე სამუშაოს ახალ რეჟიმს. გაზრდილი საბრძოლო სიმძლავრე არის, სწორედ მებრძოლ სტრუქტურებს შორის ახალი ურთიერთდამოუკიდებლობით მიღწეული ერთობლივი ძლისხმევის ეფექტურობის შედეგი.

აღნიშნული ხედვა უზრუნველყოფს ახალ კონცეპტუალურ ჩარჩო-სტრუქტურას, რის მეშვეობითაც ხდება სამხედრო მისიების, საომარი დავალება-ოპერაციების და ორგანიზაციების ქმედებების განხილვა და შესწავლა-გამოკვლევა. ამ ჩარჩო სტრუქტურის მიზანია ისეთი ახალი პერსპექტივის უზრუნველყოფა, რომელიც ხელს შეუწყობს იმ გარანტიას, რომ ახალი მიდგომები და გადაწყვეტილებები არ იქნება შეზღუდული მოძველებული აზრებითა და ხედვებით.

NCW ეხება ადამიანების და სტრუქტურების ქცევას. NCW მიმართულია ახალი-ქსელურ-ცენტრული აზროვნების აღქმა-შეთვისებაზე და კრიზისულ/სამხედრო/საომარი ოპერაციებისთვის მის გამოყენებაზე. NCW წარმოადგენს ერთობლივ ძალას, რომლის გამოყენებაც შეიძლება ომში/კრიზისში მონაწილე სტრუქტურების ყველა რგოლის ეფექტური ურთიერთდაკავშირების ან ერთიან ქსელში ეფექტური ჩართვის მეშვეობით. ეს განისაზღვრება გეოგრაფიულად გაფანტული ძალების(ცალკეული ერთეულებისგან შემდგარ ძალები) მეთაურების მიერ საერთო საბრძოლო სივრცის აღქმისა და საერთო ოპერატიული სურათის ფლობის უნარით, რათა ეს ცოდნა გამოყენებული იქნას თვითსინქრონიზაციის და ქსელურ-ცენტრული ოპერაციების მეშვეობით ზემდგომის მიზნის/განზრახვის მისაღწევად. ჩვენ უზრუნველყოფს ზემდგომის მიერ გაცემული ბრძანებების შემსრულებლებამდე სწრაფად დაყვანას და ეფექტურ აღსრულებას.

NCW-ს გააჩნია პოტენციალი ხელი შეუწყოს ომის ტაქტიკური, ოპერატიული და სტრატეგიული ასპექტების შერწყმა-ინტეგრირებას. სამხედრო ძალები, როგორც ქსელურ-ცენტრული ერთეული, ამყარებს ურთიერთობებს იმ ძირითად ელემენტებს შორის, რომელიც საჭიროა ქსელურ-ცენტრული ერთეულის ადრე განხილული

**მწვანე სარემონტო სივრცეების პროექტირებისა და
მშენებლობის უცხოური გამოცდილება**

თ. მახარაშვილი, გ. ხელაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 68,
თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: ნაშრომში წარმოდგენილია უცხოური გამოცდილების როგორც მასშტაბური, ასევე ლოკალური, წარმატებული პროექტები. აქვე განხილულია გადაწყვეტების სტრატეგიული მნიშვნელობები, რისი საშუალებითაც განვითარებულმა ქვეყნებმა შეძლეს ლანდშაფტურ-არქიტექტურული ამოცანების გადაწყვეტა ისე, რომ ხელი შეუწყვეს ქვეყნის როგორც ეკოლოგიურ, ასევე ეკონომიკურ განვითარებას. უცხოეთის პრაქტიკამ აჩვენა, რომ პრობლემისადმი კომპლექსური მიდგომა უფრო წარმატებულ შედეგებს იძლევა, ვიდრე პრობლემის ერთი კონკრეტული მიმართულებით გადაწყვეტა. განვითარებული ქვეყნების გამოცდილების ანალიზი და სიღრმისეული გააზრება ხელს შეუწყობს ჩვენს ქვეყანაში ღია გამწვანებელი სივრცეების სწორი მიმართულებით განვითარებას.

საკვანძო სიტყვები: ლანდშაფტის არქიტექტურა, ლოკალური სივრცეები, *Natura 2000*, მწვანე არქიტექტურა.

1. შესავალი

ვინაიდან ჩვენს ქვეყანაში დღითი დღე უფრო მწვავდება ეკოლოგიური საკითხები და ქალაქები დგანან ისეთი გამოწვევის წინაშე, როგორცაა, მზარდი დეველოპერული პროექტებითა და მოჭარბებული ტრანსპორტით გამოწვეული CO₂-ის ემისიები, რომლებიც კიდევ უფრო მძაფრდება მავნე ნარგავების და სარეკრეაციო სივრცეების განადგურების ფონზე, საინტერესო იქნება, თუ განვიხილავთ განვითარებული იმ ქვეყნების მაგალითებს, რომლებიც გასული საუკუნიდან ებრძვიან ზემოთ ხსენებულ გამოწვევებს და ცდილობენ გააუმჯობესონ ქალაქების ეკოლოგიურ-სანიტარული მდგომარეობა.

2. ძირითადი ნაწილი

ქალაქების ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე პროცესები მსოფლიო საზოგადოების სერიოზულ შეშფოთებას იწვევს, რაც გახდა შესწავლის, დისკუსიების, მრავალრიცხოვანი პუბლიკაციების საგანი. უკანასკნელ წლებში განსკუთრებული აქტიულობით გამოირჩევა ისეთი გლობალური გამოწვევები, როგორცაა: გამწვანებული ტერიტორიები და მასთან დაკავშირებული საფრთხეები. ევროპასა და აშშ-ში აქტიურად არიან ჩართულები კლიმატის და გარემოს დაცვითი პრობლემების გადაწყვეტის გზების ძიების საკითხებში და ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ინიციატივას წარმოადგენს „მწვანე ქალაქების“ მშენებლობა. მათი მიზანია: ქალაქებში გამწვანებისა და რეკრეაციის წილის გაზრდა – ენერგოეფექტური, ენერგო და რესურსდამზოგი ტექნოლოგიების განვითარება საქალაქო მეურნეობის სხვადასხვა სექტორში; განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენება; ეკოლოგიურად სუფთა და უსაფრთხო ტრანსპორტის განვითარების ხელშეწყობა; CO₂-ის ემისიების შემცირება; ქალაქების ტერიტორიაზე მოსახლეობისთვის მდინარეებისა და წყალსაცავების ხელმისაწვდომობა; წყლის ხარისხის გაუმჯობესება; მოსახლეობისთვის კომფორტული საცხოვრებელი, სამუშაო და დასვენების პირობების შექმნა და სხვ.

ევროკავშირმა მიზნად დაისახა ევროპის მასშტაბით ამბიციური გეგმის შესრულება ბიომრავალფეროვნების შემცირების პროცესის შესაჩერებლად, რომლის მთავარ ქვაკუთხედს წარმოადგენს ევროკავშირის მასშტაბით მოქმედი დაცული ტერიტორიების ქსელი, რომელშიც გაერთიანებულია 28 წევრი სახელმწიფო და

ეწოდა „Natura 2000“. დღეის მონაცემით ქსელი აერთიანებს 27 ათას ობიექტს და მოიცავს ევროკავშირის სახმელეთო ტერიტორიის დაახლოებით 18%-ს და საზღვაო აკვატორიას.

მჭიდროდ დასახლებულ ადგილებში ლოკალური სივრცეების კვლევამ აჩვენა, რომ ამ ტიპის სივრცეების ეფექტური მართვა ახდენს მათ ხელმისაწვდომობის დაბალი მაჩვენებლის კომპენსირებას და ხელს უწყობს საცხოვრებლად მიმზიდველი, კომფორტული ურბანული გარემოს ჩამოყალიბებას. აღსანიშნავია ავსტრალიისა და სხვა საზღვარგარეთის ქვეყნების ურბანული განვითარების საუკეთესო პრაქტიკა, სადაც მიწის ფართის 25-50% გამოყოფილია ღია გამწვანებული სივრცეების განვითარებისთვის, თუმცა ეს შესაძლებელია მოიცავს როგორც კერძო, ასევე საჯარო სივრცეებს. განვითარებულმა ქვეყნებმა დაიწყეს ფიქრი, თუ როგორ შეიძლება რეკრეაციულმა ზონამ უზრუნველყოს დამატებითი სარგებლის მიღება როგორც ეკოლოგიური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით, რაც დადებითად აისახება მცირე და საშუალო ზომის, ქალაქებისა და დაბების ტიპის დასახლებებში; უკვე განხორციელებული პრაქტიკა წარმატებით შეიძლება იქნეს გამოყენებული საქართველოს იმ ქალაქებში, რომელთაც ხელი მოაწერეს მერთა შეთანხმების ხელშეკრულებებს CO₂-ის ემისიის შემცირების თაობაზე, რამდენადაც ასეთი პარკის ყოველი ჰექტარი წლიურად შთანთქმავს 10 ტონა ნახშირბადს, რაც მნიშვნელოვანი კომპონენტია ამ ქალაქების ვალდებულების შესრულებისათვის. განვიხილოთ განვითარებული ქვეყნების გამოცდილების რამდენიმე მაგალითი.

მაგალითი 1. დიკეფერლდი, გერმანია.

ევროპის ქვეყნები აქტიურად ახორციელებენ ენერგოპარკების პროექტირებასა და მშენებლობას. ასეთი პარკის ერთ-ერთი მაგალითია დიკეფერლდი „Schlosspark“ გერმანიაში, რომლის ფორმირებაც ხდება დროთა განმავლობაში და პასუხობს თანამედროვე ლანდშაფტის ჩამოყალიბების მოთხოვნებს. ჩინური ვერცხლის ბალახი (მისკანტუსი), სიმულირებული მწვანე სივრცეში, პარკს ინოვაციურ ელფერს სძენს და უხსნის გზას მომავლისაკენ. ბალის პროექტირების ხელოვნებისა და ლანდშაფტური კულტურის რეგიონული ცენტრი 24 ჰექტარზე 2002 წლიდან არსებობს. პარკი შექმნილია სამშენებლო პოლიგონსა და მის მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული მეორადი მასალების გამოყენებით.

მისკანტუსის ნარგავები პარკის ძირითად ესთეტიურ სტრატეგიას წარმოადგენს, ამავედროულად ბალახი კომპლექსის ენერგიით მომარაგების წყაროცაა.

მაგალითი 2. მწვანე ინფრასტრუქტურა სანაპირო საინჟინრო სამუშაოებისთვის.

წყალმცენარეებით დაფარული არეალები ეფექტური საშუალებაა სანაპირო ზოლის ზღვის დონის ზრდისა და ქარიშხლისაგან დასაცავად, რომლებსაც, თავის მხრივ, იწვევს კლიმატის გლობალური ცვლილება. იგივე მიზნის მისაღწევად წყალმცენარეებით სანაპირო ზოლის დაცვის მეთოდი არა მხოლოდ უთანაბრდება კონსტრუქციულ-სამშენებლო გადაწყვეტილებებს, არამედ ახასიათებს მთელი რიგი სხვა უპირატესობები: ისინი ცოცხალი ორგანიზმებია, რომელიც წარმოადგენს გასაყარს მდინარე დემერსა და მის სადრენაჟე არხს შორის. პარკის წვრილი ხრეშნარევი ქვიშიანი ნიადაგი დაფარულია ნიადაგსაფარი მცენარეებითა და მრავალწლოვანი წიწვოვანი მცენარეებით, პარკის ტერიტორია მოიცავს უძველესი ტყის მასივებს და ბუნებრივ ტბებს, რომელთა ნაპირებიც წარმოდგენილია ქვიშისა და წვრილი ქვის ფაქტურებით. მისი უმაღლესი წერტილიდან კი იშლება თვალწარმტაცი ხედი. ჰოვ კემპენის მაღალ ლანდშაფტურ არქიტექტურულ ღირებულებას განაპირობებს ასევე მისი ფუნქციონალურად სწორი გეგმარება და სტრატეგიული ადგილმდებარეობა.

პარკის შექმნის ძირითად მიზანს წარმოადგენდა ადგილობრივი ეკონომიკის განვითარება, რეგიონის ბუნებრივი ღირებულების აღდგენა-განვითარება და ეკოტურიზმის მხარდაჭერა. ინიციატივის განხორციელება დაიწყო 1980 წლის ბოლოს ქვანახშირის საბადოს დახურვის შემდეგ, როდესაც საჭირო გახდა ეკონომიკის განვითარების ხელშეწყობა. ინიციატივა წარმატებული აღმოჩნდა მრავალი მიმართულებით. ეკოტურიზმის განვითარებამ ხელი შეუწყო პარკის ეკონომიკურად მდგრად განვითარებასაც.

ამრიგად, დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ მსგავსი პროექტების ხელშეწყობით ვიღებთ როგორც ეკონომიკურ, ასევე ეკოლოგიურად მდგრად გარემოს.

მაგალითი 3. ევროპის მწვანე სარტყელის ინიციატივა.

მწვანე სარტყელის ინიციატივა ჯერ კიდევ მეორე მსოფლიო ომის დასრულებას უკავშირდება, როდესაც ევროპა დაყოფილი იყო დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნაწილებად, ერთმანეთისაგან გამოყოფილი იყო სასაზღვრო ზოლით და ორივე მხარე მკაცრად იცავდა საზღვარს. გარკვეულ ადგილებში საზღვრის ზოლი ფართოვდებოდა. მრავალი წლის განმავლობაში ეს ზოლი ხელშეუხებელი რჩებოდა. თუმცა, რკინის ფარდის დაცემის შემდგომ, ბუნების დაცვის მიზნით გაჩნდა ინიციატივა აღნიშნული ზოლი აღმოსავლეთ და დასავლეთ ევროპას შორის გამხდარიყო ე.წ. ეკოლოგიური მწვანე დერეფანი, რომელიც მოიცავდა ტერიტორიას ბარენცის ზღვიდან შავი ზღვის აუზამდე და კვეთდა ევროპის 23 ქვეყანას. ევროპის მწვანე სარტყელი განიხილება როგორც მძიმე ლანდშაფტურ-ეკოლოგიური მდგომარეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საყრდენი. მისი განხორციელებით ხელი შეეწყო ბიომრავალფეროვნების განვითარებას და მოსაზღვრე ქვეყნების მასშტაბით მოხდა ადგილობრივი ენდემური ჯიშების გავრცელება და შერევა სარტყელის მტელ ტერიტორიაზე. ვინაიდან სარტყელი შეიცავს სხვადასხვა კლიმატურ ზონებს, მისი განვითარება ასევე ხელს შეუწყობს მცანერეების და ცხოველების ჯიშების სიცოცხლისუნარიანობის გაძლიერებას და გაზრდის მათ ადაპტაციის უნარს კლიმატის ცვლილებასთან მიმართებაში.

მწვანე სარტყელის პროექტი მნიშვნელოვანია არა მარტო ბუნების დაცვის მიზნით, არამედ იგი ემსახურება ყოფილი საზღვრისპირა რეგიონების კულტურული და სოცი-ალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებას. პროექტის მკაფიო სტრატეგიული ხედვა და ამოცანები მიზნად ისახავს კაცობრიობის აქტივობის და ეკოლოგიური გარემოს ჰარმონიულ შერწყმას, რაც ამავედროულად გაზრდის ადგილობრივ თემებში საოცი-ალურ-ეკონომიკურ საშუალებებსაც. პროექტი ეხმარება როგორც ადამიანის და ბუნების კავშირის აღდგენას, ასევე სოციუმის ჩამოყალიბებას ამა თუ იმ კონკრეტულ რეგიონში.

ასევე საინტერესო მაგალითები არსებობს მცირე და საშუალო პროექტებისა, რომელიც უშუალოდ ქალაქის ურბანულ, მჭიდროდ დასახლებულ ნაწილში განხორციელდა. მაგალითისათვის განვიხილოთ მიტოვებული, დასანგრევად განწირული ესტაკადები ნიუ-იორკსა და სეულში.

ნიუ-იორკის ესტაკადის სიგრძე 2410 გრძივი მეტრია და მოიცავს დასავლეთ მანჰეტენის 23 კვარტალსა და სამ სამეზობლო უბანს. ესტაკადა 1930 წელს აშენდა, რომლის მიზანი იყო მატარებლების მოძრაობა აერიდებინათ ქუჩის დონეზე და ნაკლების საფრთხე შექმნოდა მოსახლეობას. თუმცა 1980 წლის შემდეგ ესტაკადამ ფუნქციონირება შეწყვიტა და წარმოადგენდა ქალაქის იერსახის დამამახინჯებელ ობიექტს, შესაბამისად გათვალისწინებული იყო მისი დემონტაჟი. სწორედ ამ პერიოდს დაემთხვა ლანდშაფტის არქიტექტურის აღზევების ხანა ნიუ-იორკში და გაჩნდა ამორტიზებული ესტაკადის დასასვენებელ პარკად გადაკეთების იდეა. აქ ერთ სივრცეში გაერთიანდა გამწვანება, განათება, ექსტერიერის ავეჯი, ქვაფენილი და შეიქმნა ჰარმონიული დასასვენებელ-გასართობი სივრცე ქალაქის

მაცხოვრებელთათვის. მწვანე ესტაკადა კარგი მაგალითია იმისა, თუ როგორ შეიძლება ქალაქის მჭიდროდ დასახლებულ ნაწილებში მოხდეს დასახლებების გაერთიანება და დაკარგული კომუნიკაციის აღდგენა როგორც ადამიანებს, ასევე ადამიანებსა და ბუნებას შორის. რაც შეეხება სეულის სადგურის ესტაკადის ტრანსფორმაციას, იგი 1970 წელს აიგო, რათა აღმოსავლეთით მდებარე ყველაზე დიდი ტრადიციული NAMDAMEUN MARKET ქალაქის დასავლეთ ნაწილში სამანქანო გზით დაკავშირებოდა სხვადასხვა სკვერებს. 2006 წელს ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დაადგინეს, რომ ესტაკადის 17 მეტრიანი კონსტრუქცია არ იყო უსაფრთხო, ამიტომ უნდა მომხდარიყო მისი დაშლა და განახლება. ესტაკადაზე მძიმე მანქანების მოძრაობა 2009 წელს აიკრძალა. მოლაპარაკებები მიმდინარეობდა მოსახლებასთან და ექსპერტებთან, თუ როგორ მომხდარიყო აღნიშნული ტერიტორიის განახლება (საერთო ფართობი 9,661 კვ.მ) ფეხით მოსიარულეთათვის. კონკურსი 2015 წელს ჩატარდა. კომპანია „MVRDV“-ის შემოთავაზებით, 938 მეტრი ესტაკადის ადგილზე, სეულის ცენტრალური სადგურის შემდეგ, განთავსდება სეულის „დაკიდული ბაღები“. იმედოვნებენ, რომ პროექტი იქნება ქალაქის მასშტაბური გამწვანების ერთ-ერთი წინაპირობა, რაც ქალაქს უფრო მიმზიდველს გახდის და გაგრძელდება მეზობელი რაიონების გამწვანებით. დიზაინერების გადაწყვეტილებით დაკიდულ ბაღებში იქნება 254 სახეობის ხის, ბუჩქისა და ყვავილის ჯიში, რათა შეიქმნას ადგილობრივი მცენარეების ბიბლიოთეკა, რომელიც სეულის მთელი მოსახლეობისთვის იქნება ხელმისაწვდომი და გახდება სათბური ქალაქის სხვა მწვანე ზონებისთვის.

3. დასკვნა

ამრიგად, უცხოეთს განვითარებული ქვეყნების გამოცდილების ანალიზის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სარეკრეაციო დასახვეწებელი პარკებისა და ეკოლოგიური გარემოს განვითარება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია ქვეყნის წარმატებული ზრდისა და წინსვლისათვის, შესაბამისად, ურბანული ზრდის ფონზე არათუ ამცირებენ ღია სივრცეებს, არამედ სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით ცდილობენ გაზარდონ და განავითარონ ისინი.

ლიტერატურა

1. European Union 2013, ISBN 978-92-79-33428-3, Building a Green infrastructure for Europe;
2. Chris Van Uffelen, ISBN 978-3-03768-130-5 – Urban Spaces Plazas, Squares and Streetscapes

ბეტონის შეკლება

ა. საყვარელიძე, ნ. კანდელაკი

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

რეზიუმე: შემუშავებულია ბეტონის შეკლების დეფორმაციების გამოსათვლელი უნივერსალური ფორმულა. ფორმულა საშუალებას იძლევა მაღალი სიზუსტით ავსახოს ბეტონის რეალური შეკლების პროცესი გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე 1000%, გადაჭრილია ბეტონის შეკლების არაწრფივი ამოცანა.

საკვანძოსიტყვები: შეკლება, წრფივი, დეფორმაცია, ტენშემცველობა, ფორმულა, ფარდობითი ტენიანობა, კრიტიკული ტენშემცველობა.

1. შუსაპალი

ჩატარებულია პარალელური ექსპერიმენტები ბეტონის ცილინდრულ ნიმუშებზე, გამოცდებოდა 28 დღის ასაკის “სტანდარტული” ნიმუშები, ტენშემცველობით $W=4,6\%$ (მასის მიხედვით). ცდების ერთ ნაწილში ტარდებოდა წონითი ექსპერიმენტები “სტანდარტული” ნიმუშები: ნიმუშის ასაკი 28 დღე, დამზადების შემდეგ შენახვა ფარდობითი ტენიანობის 100% და ტემპერატურის $20\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ გარემოში, ნიმუშების ტენშემცველობა 4,6% მასის მიხედვით). თავსდებოდა 70;50;20 და 0% ფარდობითი ტენიანობის გარემოში, სადაც ისინი განიცდიდნენ სხვადასხვა ინტენსივობით გამოშრობას. ნიმუშების პერიოდული აწონვით ხდებოდა მასალის ტენშემცველობის იმ მნიშვნელობების დადგენა, რომლებიც შეესაბამება ბეტონის ტენშემცველობას ზემოთ მოყვანილ, ფარდობითი ტენიანობის გარემოში. ექსპერიმენტების ჩატარების მეთოდოლოგია დაწვრილებით /1,2,3/-ში.

პარალელური ექსპერიმენტების მეორე ნაწილში “სტანდარტული” ნიმუშები თავსდებოდა 70,50,20 და 0%-იან ფარდობითი ტენიანობის გარემოში. ამ პირობების ნიმუშები განიცდიდნენ შეკლებას, სხვადასხვა ინტენსივობით /1,3/. ხდებოდა შეკლების დეფორმაციების დადგენა.

2. პირითადინაწილი

ჩატარებული ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ სხვადასხვა ინტენსივობით გამოშრობისას (ჩვენს შემთხვევაში 70,50,20 და 0% ფარდობითი ტენიანობის გარემო) თითოეული გარემოს ტენშემცველობის და შეკლების სიდიდეების ნიმუშები აღწევენ გამოშრობას 180 დღეში. 180 დღის შემდეგ ტენშემცველობის და შეკლების მიღწეული სიდიდეები გარემოს თითოეული დენის ფარდობის გარემოში ექსპერიმენტების ჩატარების და შედგების დამუშავების მეთოდები დაწვრილებით იხილე სამუშაოებში /1,2,3,4/.

ბეტონის შეკლებისა და ტენშემცველობის სიდიდეები ცდის დასაწყისში და 180-ე დღეს (ცდების დამთავრება) მოცემულია ცხრილში 1.

ბეტონის შეკლება და ტენშემცველობა

ცხრილი

1

გამოშრობა, ფარდობითი ტენიანობის გარემოში %		ბეტონის ტენშემცველობა W %		ბეტონის შეკლების ზღვრული დეფორმაციები 180-ე დღეს, $\epsilon_r \cdot 10^{-6}$
ცდის დასაწყისი	ცდის ბოლოს 180-ე დღეს	ცდის დასაწყისი	ცდის ბოლოს 180-ე დღეს	
100	100	4,6	4,6	0
100	70	4,6	3,2	95
100	50	4,6	2,1	155
100	20	4,6	1,0	281
100	0	4,6	0	480

ცხრილი 1-ის მონაცემებით ტენშემცველობაზე დამოკიდებულების მრუდების ($\epsilon_y \sim W$) აგებით დავრწმუნდებით, რომ ბეტონში ისევე როგორც სხვა სახის ცემენტის ფუძიან კომპოზიტებში /1,2,3,4/ შეკლების ტენშემცველობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი შედგება 2 ნაწილისაგან AB და CD (სურ. 1) რომლებსაც აქვთ სხვადასხვა დახრის კუთხე ტენშემცველობის ჰორიზონტალურ დერძთან OW. ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $100 \pm 0\%$. შეკლების დეფორმაციის ϵ_y დამოკიდებულება ტენშემცველობასთან არაწრფივია (სურ. 1).

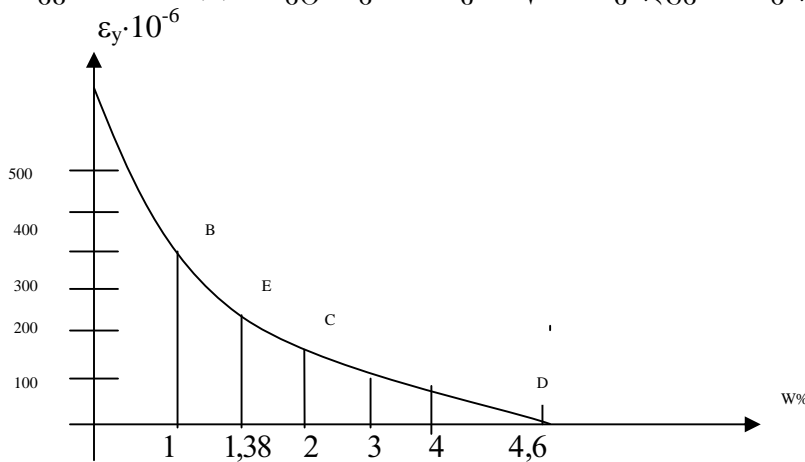
AB და CD მონაკვეთების ინტერპოლაციით ვიღებთ გადაკვეთის E წერტილს, რომლის პროექციაც OW დერძზე წარმოადგენს მასალის კრიტიკულ ტენშემცველობას $W_{kp}/1,2,3,4/$.

ჩატარებული ექსპერიმენტებით (სურ. 1) დადგენილია, რომ ბეტონისათვის კრიტიკული ტენშემცველობა $W_{kp}=1,38\%$ (მასის მიხედვით). ტენშემცველობის ეს სიდიდე ბეტონს აქვს 35% -იანი ფარდობითი ტენიანობის გარემოში.

ცდების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $100 \pm 0\%$ შეკლების დეფორმაციების გამოსათვლელად საჭიროა ორი სხვადასხვა სიდიდის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი: ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $100 \pm 35\%$ β_y და ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $35 \pm 0\%$ β'_y .

ცნობილია W_{kp} ტენშემცველობის მიღწევისას კაპილარულ-ფოროვან ტანებში მყისიერად იცვლება წყლის კავშირის ერთი ფორმა, კავშირის სხვა ფორმით და შესაბამისად წრფივი შეკლების კოეფიციენტი იცვლება მეორე შეკლების კოეფიციენტით /2,4,5/.

ჩვენს მიერ შემუშავებული ცემენტის ფუძიანი კომპოზიტების შეკლების მექანიზმს /1,3,4/ ბეტონებისათვის წარმოვადგენთ შემდეგი სახით:



სურ. 1 ბეტონის დამოკიდებულება ტენშემცველობაზე

გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $100 \pm 35\%$ გამოშრობის ბეტონის სტრუქტურულიდან ხდება კაპილარული წყლის აოქრობება (ფიზიკა-მექანიკურად დაკავშირებული წყალი). წყლის კარგვით გამოწვეული კაპილარული ძალების მოქმედება განაპირობებს მასალის შეკლებას აღნიშნულ ტენიანობის დიაპაზონში. ამ შემთხვევაში ბეტონის ტენშემცველობა იცვლება ზღვარებში

$$W_{kp} \leq W \leq W_0 = W_{max} = 4,6\%$$

სადაც W_{kp} ტენშემცველობა ფარდობითი ტენიანობის გარემოში 35% ; $W_0 = W_{max}$ – ტენშემცველობა ფარდობითი ტენიანობის გარემოში 100% კრიტიკული ტენშემცველობის W_{kp} მიღწევის შემდეგ, ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $35 \pm 0\%$ ბეტონის შეკლებას განაპირობებს ბეტონის სტრუქტურულიდან კრისტალშორისი და

შრეებშორისი წყლის კარგვით გამოწვეული ძალების მოქმედება. ამ შემთხვევაში მასალის ტენშემცველობა W იცვლება ზღვრებში

$$0 \leq W \leq W_{kp}$$

გამოშრობისას, ბეტონის კრიტიკული ტენშემცველობის მიღწევის შემდეგ მასალის სტრუქტურაში წყლის კავშირის ერთ-ფორმა (ფიზიკა-მექანიკური კავშირი) იცვლება კავშირის სხვა ფორმით (ფიზიკა-მექანიკური კავშირი) /1,4,5/.

გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $100 \pm 35\%$ შეკლება გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon_y = \beta_y (W - W_0) \quad (1)$$

სადაც β_y – ბეტონის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი, გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $100 \pm 35\%$;

$$1.38\% = W_{kp} \leq W \leq W_0 = 4,6\%$$

გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $35 \pm 0\%$ შეკლება გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon_y = \beta'_y (W_{kp} - W) \quad (2)$$

სადაც β'_y – ბეტონის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი, გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $35 \pm 0\%$;

$$0\% = W \leq W_{kp} = 1,38\%$$

გამოთვლებით დადგენილია: ბეტონის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $100 \pm 35\%$

$$\beta_y = 0,62 \cdot 10^{-2}$$

ბეტონის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $35 \pm 0\%$

$$\beta'_y = 2,0 \cdot 10^{-2}$$

3. დასკვნა

ცხრილი 1-ის მონაცემებით (1) და (2) ფორმულით მიღებული შედეგებით ცხადია, რომ გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $100 \pm 0\%$ შეკლების დეფორმაციების დამოკიდებულება მასალის ტენშემცველობაზე არაწრფივია. უნივერსალური ფორმულა (3) საშუალებას გვაძლევს გადავჭრათ ბეტონის შეკლების არაწრფივი ამოცანა და გამოვიანგარიშოთ შეკლების სიდიდე გარემოს ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $100 \pm 0\%$. /2,3,4/

$$\varepsilon_y = \beta_y (W - W_0) (1 + \omega) \quad (3)$$

სადაც β_y შეკლების დეფორმაციებია დროის მომენტში t t_0 ; t - დროს ნებისმიერი მომენტი t t_0 - მასალის ასაკი გამოცდის წინ; $t - t_0$ ცდის ხანგრძლივობა ჩვენს შემთხვევაში $0 \leq t - t_0 \leq 180$ დღე, β_y – ბეტონის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი კაპილარული ძალების მოქმედების დიაპაზონში (გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონი $100 \pm 35\%$; W_0 – ნიმუშების (მასალის) ტენშემცველობა ცდის დასაწყისში $t - t_0 = 0$, W – მასალის ტენშემცველობა დროის ნებისმიერ მომენტში t t_0 .

ფორმულაში (3) კოეფიციენტი ω გამოითვლება:

$$\omega = \frac{\beta'_y - \beta_y}{\beta_y} \cdot \frac{\Delta w - \Delta w_k}{\Delta w} \quad (4)$$

სადაც: β'_y ბეტონის წრფივი შეკლების კოეფიციენტი, გარემოს ფარდობითი ტენიანობის დიაპაზონში $35 \pm 0\%$

$$W = W - W_0 \quad W_k = W_k - W_0$$

-

«

»

W_k მასალის კრიტიკული ტენშემცველობაა ცხადია $\omega = \begin{cases} 0, & \text{როცა } W_k \leq W \\ (4), & \text{როცა } W_k > W \end{cases}$

(4)-ში ზოგიერთი გარდაქმნის შედეგად მივიღებთ

$$\Delta W = (W_0 - W_{cp})(v - 1)$$

$$\Delta W = (W_{k0} - W_{cp})(v_k - 1)$$

სადაც W_{cp} ტენშემცველობის ზღვარია, რომლის მიღწევის შემდეგ, ტენზაცვლა გარემოსა და მასალას შორის წყდება, ტენისმიერი წონასწორობის დადგომის შედეგად /3,4/

ჩვენს შემთხვევაში $0\% = W_{cp} \leq W \leq W_0 = 4,6\%$ მასის მიხედვით

$$v = \frac{W - W_{cp}}{W_0 - W_{cp}} \quad v_k = \frac{W_k - W_{cp}}{W_0 - W_{cp}}$$

აღნიშნული ცვლილებების შეტანით (4) მიიღებს სახეს:

$$\omega = \frac{\beta'_y - \beta_y}{\beta_y} \cdot \frac{v_k - v}{1 - v} \quad (5)$$

$\omega = \begin{cases} 0, & \text{როცა } W \geq W_k \text{ ან } v \geq v_k \\ (4), & \text{როცა } W < W_k \text{ ან } v < v_k \end{cases}$

თუ სიდიდე 28 დღის ასაკის ბეტონისათვის იცვლება ზღვრებში $\omega = 0 \div 0,64$

ფორმულით (5) და ((3) გამოთვლილი შეკლების ϵ_y მნიშვნელობების აგებით კოორდინატებში $\epsilon_y \sim W$ დავრწმუნდებით თეორიულად გამოთვლილი ϵ_y -ის მნიშვნელობები კარგი სიზუსტით ასახავს ექსპერიმენტალურ გრაფიკს $\epsilon_y \sim W$ გარემო ფარდობითი ტენიანობის მთელ დიაპაზონზე $100 \div 0\%$.

ლიტერატურა

1. 2004. . 4 184-189
2. ».
3. 2001 . 280-284
4. ა. საყვარელიძე, ი. გიორგაძე. ბეტონის შეკლების პროცესების აღმწერი უნივერსალური მოდელების შექმნა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(17) 2010 თბილისი, გვ. 103-106
5. 1968 . 471

**წყალნაჯერ, ლამიან და მცოცავ ბრუნტებში “კედელი ბრუნტში”
მეთოდით მონოლითური კედლის აბაზის ახალი ტექნოლოგია**

გ. ლოლაძე, შ. დოლიძე, ი. დარიბაშვილი

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

***რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია მეთოდი, რომელიც მონოლითური კედლის ამოყვანის საშუალებას იძლევა ლამიან, მცურავ და წყალნაჯერ ქვიშოვან გრუნტებში ე.წ. კომბაინის დახმარებით, რომელიც გულისხმობს ფორმაწარმოქმნელი ელემენტის მოთავსებას გარსაცმში. მოძრავი გადაადგილებადი ორსველიანი ჭოკების მქონე სისტემების გამოყენება დაბეტონების პროცესის წარმოების დროს მეთოდით “კედელი გრუნტში” წყალნაჯერ ქვიშოვან, ლამიან და მცურავ გრუნტებში საშუალებას იძლევა დისტანციურად მართოს პროცესის ტექნოლოგიური ოპერაციები. გარსაცმი უზრუნველყოფს დაბეტონების პროცესში ფორმის დაცვას გარეშე დენადი გრუნტის ზემოქმედებისაგან.*

***საკვანძო სიტყვები:** ხიდის ბურჯები; წყალგაჯერებული გრუნტები; ცილინდრული შვერილი; გვერდითი დაწნევა; ბურღვითსატენი ხიმიწებები; გათხევადებული გრუნტი, ინვენტარული შემომზღუდავები; მონოლითური კედლები, ანაკრები კედლები.*

1. შუსაგალი

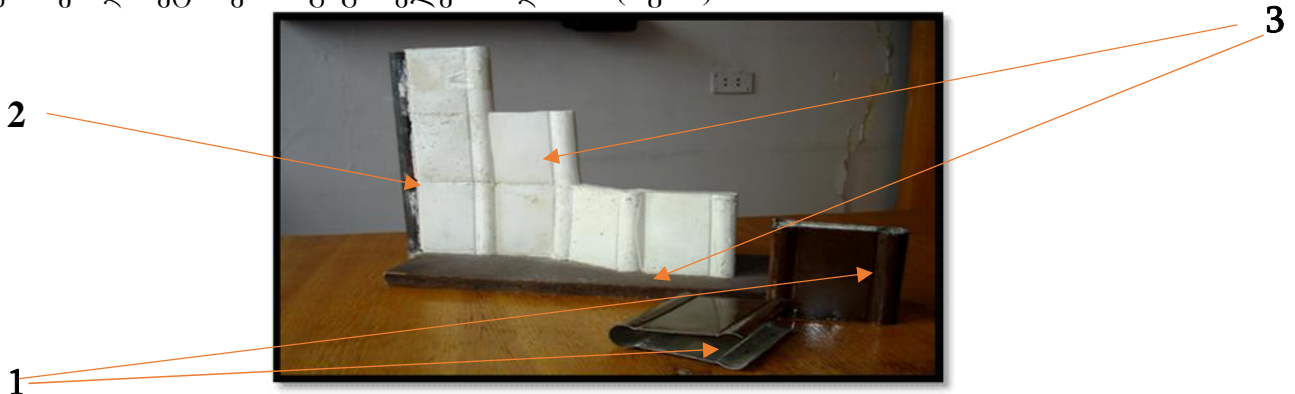
საქართველოს ეკონომიკური განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, ეკონომიკის წინსვლის მისაღწევად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობა. ჩვენს დროში გამოიკვეთა რესურსებისა და შრომის პროდუქტების მიმოცვლის უმოკლესი გზა ევროპასა და აზიას შორის კასპიის ზღვიდან შავ ზღვამდე დერეფანში მთელი საქართველოს გავლით. დასახულია საქართველოს ტერიტორიაზე ანაკლიაში პერსპექტული პორტის მშენებლობა. მშენებლობა ოპტიმალურად მოკლე დროში უნდა შესრულდეს. იმის გათვალისწინებით, რომ ასათვისებელ ტერიტორიაზე მდებარეობს წყალგაჯერებული გრუნტები, ნაგებობების ამოსაყვანად საჭირო ქვაბულები საჭიროებენ ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ სამშენებლო მოედნის დაცვას გრუნტის წყლებისგან და დაიცავენ ქვაბულის კედლებს წყალგაჯერებული გრუნტების გვერდითი დაწნევისგან.

2. ძირითადი ნაწილი

წყალნაჯერ და ლამიან გრუნტებში მონოლითური კედლის აგების ახალი მეთოდი განეკუთვნება ნაგებობებისა და საძირკვლების მოწყობას მეთოდით “კედელი გრუნტში”. შემოთავაზებული ხერხის გამოყენება იძლევა მონოლითური ბეტონის კედლების ამოყვანის საშუალებას წყალნაჯერ ქვიშოვან, ლამიან და მცურავ გრუნტებში, აგრეთვე ბეტონის მონოლითური კედლების დაბეტონებით ამოყვანის საშუალებას წყალსაცავებში ფსკერის ქვედა ნიშნულიდან დაწყებული.

ცნობილია სახსნელი ფორმა მკვირვ და ნაყარ გრუნტებში ბეტონის კედლების სექციებად დაბეტონებისათვის მეთოდით “კედელი გრუნტში”, დაბლიდან ზედა ნიშნულამდე წინასწარ დამუშავებულ ტრანშეებში. ფორმა თვითოეული დასაბეტონებელი სექციისათვის შედგება პარალელური ფარებისაგან. თითოეულ ფარს ერთ-ერთ ვერტიკალურ კიდეზე გააჩნია მომრგვალებული დაბოლოება, ხოლო მეორე კიდეზე – ნახევრად ცილინდრული. დაბეტონებამდე ფარებს აერთებენ პარალელურად ისე, რომ

მომრგვალებული კედლებით ფარები შემოეხვეს მიმმართველ ხიმინჯს, რომელიც დაყენებულია დაბეტონების საწყის წერტილში. ფორმის პარალელური ფარების მეორე ვერტიკალურ კედლე კი, წარმოიქმნება ცილინდრი, რომლის დიამეტრი მიმმართველი ხიმინჯის დიამეტრის ტოლია. ფარებით ფორმის შიგნით შექმნილი სივრცე, ბეტონით შევსებისა და ბეტონის გამყარების შემდეგ, წარმოქმნის კედლის სექციას, რომელსაც მიმმართველი ხიმინჯის საწინააღმდეგო ბოლოზე აქვს ცილინდრი. ცილინდრი განკუთვნილია მიმმართველი ხიმინჯის როლის შესასრულებლად კედლის სექციებად გრძივი დაბეტონების გაგრძელების დროს (სურ.1).

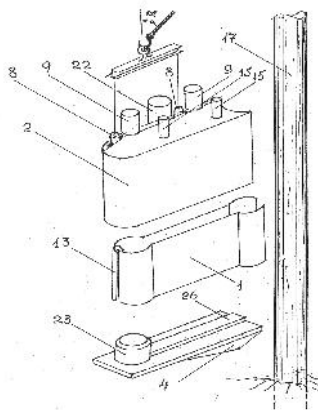


სურ 1. „კედელი გრუნტში“ მოდელი, პატენტი GE U 1491
 1.კედლის მოდელის ფორმა; 2. მიმმართველი ხიმინჯის ფორმა; 3. იარუსებად ამოყვანილი კედლის მოდელის სექციები.

ბეტონის მონოლითური კედლის ამოყვანა ცნობილი მეთოდით “კედელი გრუნტში”[2], საყალიბო ფორმის გამოყენებით, წყალნაჯერ ქვიშოვან, ლამიან ან მცურავ გრუნტებში რთულია, რადგან შეუძლებელია ასეთი სახის გრუნტებში მდგრადი კედლების მქონე ტრანშეების მოწყობა. ეს გრუნტები არის გადაჭარბებულად წყალნაჯერი, რის შედეგადაც თიხის წყლიანი სუსპენზია, რომელიც განკუთვნილია ტრანშეის კედლების ჩამონგრევისაგან შესაკავებლად, ერევა გარემომცველ გრუნტში, და ამ გრუნტთან წარმოქმნის ერთიან გათხევადებულ მასას, რომელიც არ იძლევა მდგრადი ტრანშეის შექმნის საშუალებას, ჩამოშლელი კედლით.

ჩვენს მიერ დამუშავებული ახალი მეთოდი [3] უზრუნველყოფს მონოლითური კედლების დაბეტონების განხორციელების შესაძლებლობას წყალნაჯერ ქვიშოვან, ლამიან ან მცურავ გრუნტებში, ტრანშეების წინასწარი დამუშავების გარეშე. შემოთავაზებული წინადადების ტექნიკური შედეგია მონოლითური ბეტონის კედლების ამოყვანის გამარტივება წყალნაჯერ ქვიშოვან, ლამიან ან მცურავ გრუნტებში მეთოდით “კედელი გრუნტში”. შედეგის მიღწევას განაპირობებს კედლების სექციებისათვის განკუთვნილი ფორმა, რომელიც ახალი ხერხის მიხედვით საპროექტო H_m ნიშნულამდე ჩაეშვება უშუალოდ გრუნტის ზედაპირიდან. გრუნტში ჩაშვების წინ, სახსნელ ფორმას, რომელიც შედგება პარალელური ფარებისაგან და რომლის თითოეული ფარს ერთ ვერტიკალურ ბოლოზე გააჩნია მომრგვალებული დაბოლოება, ხოლო მეორე ბოლოზე – ნახევრადცილინდრული. მას ამაგრებენ მთლიან ან ასაწყობ-დასაშლელი გარსაცმის შიგნით, რომელიც იცავს ფორმას გათხევადებული გრუნტის მოხვედრისაგან. შემდეგ გარსაცმიან ფორმას შემოახვევენ დასატოვებელ ბუნიკს და მიმმართველ ხიმინჯს, რომელიც დაყენებულია დაბეტონების საწყის წერტილში. შემდგომ ფორმას გარსაცმთან და დასატოვებელ ბუნიკთან ერთად ჩაუშვებენ გრუნტის გამჭოლად მოთხოვნილ ნიშნულამდე. სახსნელი ფორმა, რომელიც დამაგრებულია დამცავი გარსაცმის შიგნით, გარსაცმთან ერთად წარმოქმნის თავისებურ ერთიან საყალიბე სისტემას,

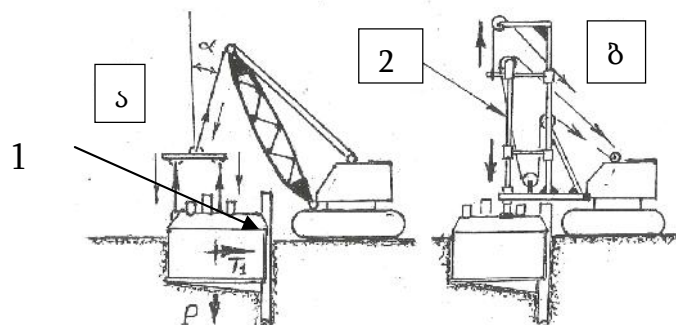
ე.ი. სისტემას, რომელიც შედგება ფორმაწარმოქმნელი ელემენტების, დამცავი გარსაცმისა და ფორმაწარმოქმნელი ელემენტების გარსაცმთან სამაგრისაგან. ეს საყალიბე სისტემა, შემოეხვევა დასატოვებელ ბუნიკს და მიმართველ ხიმინჯს, თავისუფლად გადაადგილდება მიმართველ ხიმინჯზე, მოთხოვნილ საპროექტო H_m ნიშნულამდე ჩაშვებისა და ამოწევის პროცესში, კედლის სექციურად დაბეტონების აუცილებელ სიმაღლემდე. ბეტონის მიწოდებას ფორმაში ახორციელებენ შლანგებით ბეტონის ტუმბოდან მიღყელის გავლით, რომელიც გადის გარსაცმის გამჭოლად [3]. ნახ. 1-ზე მოცემულია კომპლექსური ფიგურა „კომბაინი“, რომელიც შედგება დასატოვებელი ბუნიკისაგან, ფორმაწარმოქმნელი ყალიბისაგან [2] და გარსაცმისაგან [3].



ნახ. 1. კომპლექსური ფიგურა „კომბაინი“-ს განშლა

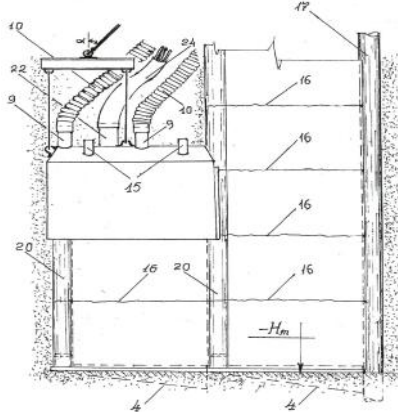
1. დასაბეტონებელი სახსნელი ფორმის ფარი; 2. მთლიანი ან ასაწყობ დასაშლელი დამცავი გარსაცმი ღიობებით ზედა ნაწილში წნევის ქვეშ გამოსული წყლის მოსაშორებლად; 4. დასატოვებელი ბუნიკი ღიობებით წნევის ქვეშ გამოსული წყლის მოსაშორებლად; 8. ამწეს კაუჭებისათვის განკუთვნილი რგოლები გარსაცმზე; 9. ბეტონის ნარევის მისაწოდებელი მიღყელი; 13. სახსნელი ფორმის ფარების შესაერთებელი „ბოქლომი“; 15. მიღები უკუსარქვლებით ფორმიდან წყლის გამოსადგენად ფორმაში ბეტონის ნარევის მიწოდების დროს; 17. მიმართველი ხიმინჯი; 22. მიღყელი გარსაცმის სახურავზე გარსაცმის შიგა სივრცეში ტექნოლოგიური შლანგების და ელექტრო კაბელების მისაყვანად; 23. ცილინდრული შვერილი დასატოვებელ ბუნიკზე, რომელიც განკუთვნილია საკეტი ნაწილით ფორმის ბუნიკზე შემოსახვევად; 26. შემზღვეველი შვერილი დასატოვებელ ბუნიკზე.

ნახაზი 2-ზე ნაჩვენებია „კომბაინის“ ჩაშვების ორი მეთოდი: 1. ტრავერსის გამოყენებით, როდესაც „კომბაინი“ ეფლობა გრუნტში სიმძიმის ძალის ძირში წყლის ჭავლის და კორპუსის ვიბრირებით; 2. მიმართველი შტანგის გამოყენებით, როდესაც ზემოაღნიშნულ სამ ფაქტორს ემატება შტანგიდან გადაცემული დინამიური დატვირთვა.



ნახ. 2. „კომბაინის“ ამწეზე მიმაგრების სქემა ა) ამწეს კაუჭთან ბაგირებისა და ტრავერსის (1) გამოყენებით მიმაგრების სქემა ბ) ამწესთან ხისტად მიერთებულ მიმართველ შტანგასთან (2) მიმაგრების სქემა

ნახაზი 3–ზე ნაჩვენებია მონოლითური კედლის ამოყვანის პროცესი ქვევიდან ზევით.



ნახ.3. სექციების ამოყვანის პროცესი.

4. დასატოვებელი ბუნიკი ნახერცებით წყლის წნევით გამოსასვლელად; 9. მილყელი დაბეტონების დროს ფორმაში ბეტონის ნარევის მისაწოდებლად; 10. ხორთუმის შლანგი ბეტონის ნარევის ფორმაში მისაწოდებლად; 15. მილები უკუსარქვლებით ფორმიდან წყლის გამოსადევნად ფორმაში ბეტონის ნარევის მიწოდების დროს; 16. ფორმის ბეტონით შევსების დონე; 17. მიმართველი ხიმიწვი; 20. კედლის დაბეტონებული სექციის ცილინდრული ნაწილი; 22. მილყელი გარსაცმის (2) სახურავზე გარსაცმის შიგა სივრცეში ექნოლოგიური შლანგების და ელექტროკაბელების მისაყვანად; 24. სახელო, რომელიც დაკავშირებულია გარსაცმის მილყელთან (22) ტექნოლოგიური სითხეების, წყლის და ელექტროსადენების კაბელების შლანგების მისაყვანად შიგა სამუშაო ტექნიკურ მოწყობილობებთან, რომლებიც მოთავსებულია საყალიბე სისტემის გარსაცმში (2); 28. ტრავერსი გვარლების დახმარებით საყალიბე სისტემის ამწის კაკვზე დასამაგრებლად.

3. დასკვნა

ამრიგად, ელემენტების ზემოთაღნიშნული კონსტრუქციული შეხამება იძლევა დაბეტონების მეთოდის “კედელი გრუნტში” გამოყენების საშუალებას წყალნაჯერ ქვიშოვან, ლამიან და მცურავ გრუნტებში. შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ახალი მეთოდი გამორიცხავს გათხევადებული გრუნტის მოხვედრას დაბეტონებისათვის აწყობილი ფორმის შიგნით.

ლიტერატურა

1. Loladze G.V, Loladze V.V. “Mold for concrete”, Official Bulletin of Industrial Property №23(267) 2008. (In Georgian).
2. ლოლაძე გ., ლოლაძე ვ., პატენტი GE U 1491 ყალიბის კედლის დასაბეტონებლად. საქართველოს სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენი #23 (267), 2008 წ. თბილისი
3. ლოლაძე ვ., ლოლაძე ვ., დოლიძე შ., დარიბაშვილი ი., ლოლაძე გ., ლამიან, მცურავ და წყალნაჯერ ქვიშოვან გრუნტებში მონოლითური კედლის დაბეტონების ხერხი მეთოდით „კედელი გრუნტში“ სამრეწველო საკუთრების ოფიციალური ბიულეტენები №7(467), 2017 04 10.
4. Katzenbach R., Dunaevsky R. A, Franivsky A.A. “The method of construction from top to bottom”, Technical University, (In Russian).
5. 3.Dranovsky A.N. Fadeev A.B. “Underground structures in industrial and civil construction”, Publishing house of Kazan University, 1993. (In Georgian).
6. Loladze V.V. Loladze G.V, Loladze N.V, Loladze V.V. "Recoverable temporary ground anchors", Official Bulletin of Industrial Property, №5418. (In Georgian).

ლილვზე განთავსებული პარაბოლური კვეთის მქონე მბრუნავი დისკის დაბალ დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი.

ზ. მჭედლიშვილი, ა. ტაბატაძე

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

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია, ნებისმიერ მანქანა-დანადგარში არსებული მბრუნავი დეტალების: ტურბინების ან ელექტრომანქანების დისკების, და მქნევარების სიმტკიცეზე ანგარიში, რომელიც დრეკადობის თეორიის ღერძულ-სიმეტრიული ამოცანების ამოხსნის პრინციპებზეა აგებული.

საკვანძო სიტყვები: მბრუნავი დისკი, მქნევარა, ცენტრიდანული ძალა, დაბვა, დეფორმაცია.

1. შესავალი

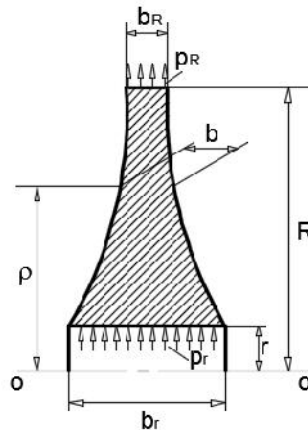
ვენტილატორების, ტურბინების, მქნევარებისა და სხვა დანადგარების სწრაფად მბრუნავ დეტალებს აქვთ დისკის ფორმა. ასეთი დისკების განივი კვეთები შემოხაზულია სწორი ან მრუდი ხაზებით, და შეიძლება იყვნენ სიმეტრიულები ან არასიმეტრიულები შუა სიბრტყის მიმართ.

შესაძლებელია შემთხვევები, როდესაც დისკის პროფილი შემოხაზულია არა ერთი მრუდით არამედ შესდგება რამოდენიმე უბნისაგან, რომლებიც შემოხაზულია სხვადასხვა მონაკვეთებით და მრუდებით.

საწარმოო შეხედულებებით ცდილობენ დისკის პროფილი შემოხაზონ სწორი ხაზებით, ხოლო ძაბვების განაწილებისა და სიმტკიცის თვალსაზრისით მრუდწირებიანი პროფილის დისკი არის უფრო ოპტიმალური.

დისკის მრუდწირული პროფილები ბევრ შემთხვევაში შეიძლება შეიცვალოს ჰიპერბოლური შემოხაზულობის პროფილით.

2. ძირითადი ნაწილი



სურ. 1 დისკის განივი კვეთი

სურ. 1-ზე მოცემულია ჰიპერბოლური შემოხაზულობის მბრუნავი დისკის განივი კვეთი.

ამ შემთხვევაში დისკის სისქე ρ რადიუსზე იქნება:

$$b = c \cdot \rho^a \tag{1}$$

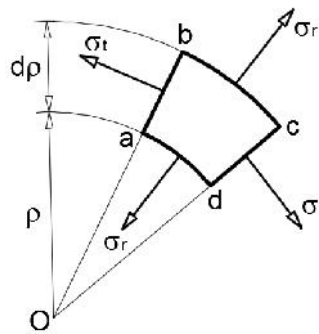
სადაც: c და a დისკის პროფილის მუდმივებია, რომლებიც განისაზღვრება დისკის b_r სისქით r – რადიუსზე და შესაბამისად b_R -ით R – რადიუსზე, ფორმულებით: $b_r = c \cdot r^a$ $b_R = c \cdot R^a$

რომელთა მეშვეობითაც მივიღებთ:
$$a = -\frac{\lg\left(\frac{b_r}{b_R}\right)}{\lg\left(\frac{R}{r}\right)} \quad (2)$$

მუდმივი კვეთის დისკისათვის $a = 0$.

დისკისათვის, რომელიც ვიწროვდება ბოლოში რადიუსის გაზრდისას $a < 0$, ხოლო ბოლოში გაფართოების შემთხვევაში $a > 0$.

თუ დისკი არის მართკუთხა კვეთის მქონე და მისი სისქე ღერძული მიმართულებით არის მცირე, მაშინ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ ტანგენციალური და რადიალური ძაბვები მთელს სისქეზე არ იცვლება.



სურ. 2 დისკის უსასრულოდ მცირე ელემენტი

ასეთი დისკის ძაბვების და დეფორმაციების გამოსახულების მისაღებად საჭიროა დისკიდან გამოვეყთ უსასრულოდ მცირე ელემენტი და შევადგინოთ მისი წონასწორობის განტოლება, იმის გათვალისწინებით, რომ წახნაგებზე მოქმედი ძალების გარდა მასზე მოქმედებს ცენტრიდანული ინერციის ძალა, რომელიც ტოლია:

$$\frac{\gamma \rho a \phi d \rho}{g} \omega^2 \rho = \frac{\gamma \rho^2 \omega^2}{g} d \phi d \rho \quad (3)$$

გამოყოფილი ელემენტის წონასწორობის განტოლება ცენტრიდანული ძალების გათვალისწინებით იქნება:
$$\sigma_t - \sigma_r - \rho \frac{d\sigma_r}{d\rho} - \frac{\gamma \omega^2}{g} \rho^2 = 0 \quad (4)$$

თუ ძაბვებს σ_t და σ_r გამოვსახავთ გადაადგილებების u -ს მეშვეობით, მივიღებთ:

$$\frac{d^2 u}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{du}{d\rho} - \frac{u}{\rho^2} = -(1 - \mu^2) \frac{\gamma \omega^2}{gE} \rho. \quad (5)$$

ამ განტოლების კერძო ამონახსნი იქნება:

$$u_2 = -(1 - \mu^2) \frac{\gamma \omega^2 \rho^3}{gE} = -q \frac{\rho^3}{8} \quad (6)$$

ხოლო საერთო ამონახსნი იქნება:
$$u_1 = C_1 \rho + \frac{C_2}{\rho} \quad (7)$$

შემდეგ მივიღებთ მე-5 განტოლების სრულ ამონახსნას:

$$u = u_1 + u_2 = C_1 \rho + \frac{C_2}{\rho} - q \frac{\rho^3}{8} \quad (8)$$

მუდმივები C_1 და C_2 განისაზღვრება სასაზღვრო პირობებიდან გარე და შიგა კონტურებზე.

თუ შიგა კონტურზე არსებობს ჩასმითი დაძაბულობები p_r და გარე კონტურზე p_w ცენტრიდანული ძალები, მაშინ სასაზღვრო პირობები იქნება შემდეგნაირი:

$$|\sigma_r|_{\rho=r} = -p_B, \quad |\sigma_r|_{\rho=R} = p_w. \quad (9)$$

ამ სასაზღვრო პირობების გათვალისწინების შედეგად შეგვიძლია მივიღოთ ტანგენციალური და რადიალური ძაბვების გამოსახულებები ჰიპერბოლური დისკის რადიალურ კვეთში, ბრუნვის ღერძიდან ρ - რადიუსზე:

$$\sigma_t = \frac{1+3\mu}{[8+(3+\mu)a]} \sigma_i \left(\frac{\rho}{R}\right)^2 + (1 + m_1 \mu) C_1 \rho^{m_1-1} + (1 + m_2 \mu) C_2 \rho^{m_2-1} \quad (10)$$

$$\sigma_i = \frac{3+\mu}{[E+(3+\mu)a]} \sigma_i \left(\frac{\rho}{R}\right)^2 + (m_1 + \mu)C_1 \rho^{m_1-1} + (m_2 + \mu)C_2 \rho^{m_2-1} \quad (11)$$

რომლებშიც, პირველი შესაკრებები წარმოადგენენ ძაბვებს დისკში, რომლებიც გამოწვეულია დისკის მასაზე მოქმედი ცენტრიდანული ძალებით, ხოლო მეორე და მესამე შესაკრებები არის ძაბვები, რომლებიც განპირობებულია შიგა და გარე რადიუსებზე არსებული სასაზღვრო პირობებით, ე. ი. ძაბვებით P_r , და P_R , რომლებიც მოქმედებენ დისკის გარე და შიგა კონტურებზე.

აქ $\sigma_i = \frac{\gamma v^2}{100}$ - არის ტანგენციალური ძაბვა, რომელიც მოქმედებს დისკის გარე კონტურის თხელ შრეში:

μ - პუასონის კოეფიციენტი. a - არის დისკის კვეთის ფორმის მუდმივა. ხოლო C_1 და C_2 - ინტეგრირების მუდმივებია.

$$m_1 = -\frac{a}{12} - \sqrt{\frac{a^2}{4} - \mu a + 1} \quad m_2 = -\frac{a}{2} + \sqrt{\frac{a^2}{4} - \mu a + 1}$$

გარდაქმნების შედეგად მივიღებთ ტანგენციალური ძაბვების გამოსახულებებს დისკის განივ კვეთში $\rho = r$ და $\rho = R$ რადიუსებზე:

$$\sigma_{tr} = AR^2 - B\sigma_{pr} + C\sigma_{pR} \quad (12)$$

$$\sigma_{tR} = DR^2 - E\sigma_{pR} + F\sigma_{pR} \quad (13)$$

A, B, C, D, E, F - კოეფიციენტების მნიშვნელობები არის შემდეგი

$$A = \frac{3,3(C-\alpha^2 E)-1,9\alpha^2}{91,5(1+0,4125\alpha)} \cdot \left(\frac{n}{1000}\right)^2 \quad (14)$$

$$B = \frac{m_1 \alpha^{m_2-1} - m_2 \alpha^{m_1-1}}{\alpha^{m_2-1} - \alpha^{m_1-1}} \quad (15)$$

$$C = \frac{E}{\alpha^{a+2}} \quad (16)$$

$$D = \frac{3,3(F-\alpha^2 E)-1,9}{91,5(1+0,4125\alpha)} \cdot \left(\frac{n}{1000}\right)^2 \quad (17)$$

$$E = \frac{m_1 - m_2}{\alpha^{m_2-1} - \alpha^{m_1-1}} \quad (18)$$

$$F = B + a \quad (19)$$

სადაც: $\gamma = 7,85$; $\mu = 0,3$; $a = \frac{r}{R}$;

3. დისკვნა

ნებიმიერი მანქანა - დანადგარი შეიცავს მბრუნავ დეტალებს, რომლებიც ასრულებენ თავიანთი სიმეტრიის ღერძის გარშემო სხვადასხვა სიჩქარით ბრუნვას. განსაკუთრებით დიდი კუთხური სიჩქარეებით ბრუნავენ ლილვებზე განთავსებული სიმეტრიული დეტალები ტურბინებში, ელექტროძრავებსა და კინეტიკური ენერჯის აკუმულატორებში, რომელთა დამტვირთვამაც შეიძლება გამოიწვიოს დიდი ტექნოგენური კატასტროფა, ამიტომაც სხვადასხვა მასალისაგან შემდგარი ასეთი დეტალების სიმტკიცეზე ანგარიში წარმოადგენს თანამედროვე მექანიკის უმნიშვნელოვანეს ამოცანას და ამ ამოცანის ერთ-ერთი გადაწყვეტა ნაჩვენებია მოცემულ ნაშრომში.

ლიტერატურა

1. Жирицкий Г. С. Конструкция и расчет на прочность деталей паровых и газовых турбин. М.: Машиностроение, 1968 г. 519 с.
2. Гецов Л. Б. Материалы и прочность деталей газовых турбин. Л.: Машиностроение, 1973 г. 294с.
3. Смоленский А. Н. конструкция, прочность и металлы паровых турбин. Киев: Вища школа, 1979. 349 с.
4. Левин А. В., Боришанский К. Н., Консон Е. Д. Прочность и вибрация лопаток и дисков паровых турбин. Л.: Машиностроение, 1981 г. 709 с.

სასრულ სხვაობათა მეთოდის გამოყენება სადაწნეო მილსადენში სითხის დაუმყარებელი მოძრაობისას

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

რეზიუმე: მოცემულ სტატიაში განხილულია სასრულ სხვაობათა მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა “ფარული სქემით” მივიღოთ სხვა და სხვა ამოცანების რიცხვითი გადაწყვეტა მილსადენებში სათხის დაუმყარებელი მოძრაობისას. ანგარიში იწარმოება კვანძებად რომელთა კოორდინატები წინასწარ უნდა განისაზღვროს. სასრულ სხვაობათა მეთოდი “ფარული სქემით” საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ გამოთვლები ცვლადი ბიჯით დროში დამოუკიდებლად ბიჯისა სიგრძეში. ამასთან ადვილად ხორციელდება გამოთვლის შედეგების მიღება გრაფიკული სახით.

საკვანძო სიტყვები: მილსადენები, დაუმყარებელი მოძრაობა, სასრული სხვაობა.

1. შესავალი

მილსადენების დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის დროს აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას ტუმბოების ჩართვა გამორთვით ან სარქველების დაკეცვით გამოწვეული სითხის დაუმყარებელი მოძრაობა.

სადაწნეო მილსადენში სითხის დაუმყარებელი მოძრაობა აღიწერება დიფერენციალური განტოლებებით, ჰიპერბოლური ტიპის კერძო წარმოებულებით რომლებიც შეიცავენ არაწრფივ კოეფიციენტებს.

2. ძირითადი ნაწილი

ჩვენ შევეცადეთ გამოგვეყენებინა სასრულ სხვაობათა მეთოდი რომელიც საშუალებას იძლევა “ფარული სქემით” მივიღოთ სხვა და სხვა ამოცანების რიცხვითი გადაწყვეტა მილებში სათხის დაუმყარებელი მოძრაობისას.

ანგარიში იწარმოება კვანძებად რომელთა კოორდინატები წინასწარ უნდა განისაზღვროს. სასრულ სხვაობათა მეთოდის გამოყენებისას “ხილული სქემით” აუცილებელია დაცული იქნას ბიჯი დროში და ბიჯი საკოორდინატო სისტემაში რაც ზრდის გამოთვლების მოცულობას. სასრულ სხვაობათა მეთოდი “ფარული სქემით” საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ გამოთვლები ცვლადი ბიჯით და იგი არ არის დამოკიდებული ბიჯზე საკოორდინატო სისტემაში. ამასთან ადვილად ხორციელდება გამოთვლის შედეგების მიღება გრაფიკული სახით.

დაუმყარებელი იზოთერმული მოძრაობა კუმშვადი წვეთოვანი სითხისა სადაწნეო მილსადენში აღიწერება განტოლებათა სისტემით [1].

$$\begin{cases} -\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial Q}{\partial t} + r(Q)Q; \\ -\frac{\partial Q}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial t}. \end{cases} \quad (1)$$

სადაც $P, Q, x, t, r(Q)$ -უგანზომილებო პარამეტრებია, რომლებიც შესაბამისად განსაზღვრავენ წნევას, მოცულობით ხარჯს, სიგრძის კოორდინატს, დროს და დანაკარგის კოეფიციენტს მილსადენის მთელ სიგრძეზე.

$$P = \frac{P^*}{P_{\text{დარტ.}}}; \quad Q = \frac{Q^*}{Q_{\text{ნომ.}}}$$

$$x = \frac{x^*}{l}; \quad t = \frac{t^*}{l\sqrt{\dots}}$$

$$r(Q) = \frac{\rho(Q^*) Q^* l_{\text{საშ.}}}{2Vds}$$

ნიშნით * აღნიშნულია სიდიდეთა მიმდინარე სიდიდეები. $P_{\text{დარტ.}}$ – დარტემის წნევა, რომელიც განისაზღვრება ნ.ე. უეკოვსკის ფორმულით.

$$P_{\text{დარტ.}} = \frac{P}{S} Q_{\text{ნომ.}}$$

სადაც $Q_{\text{ნომ.}}$ - ნომინალური მოცულობითი ხარჯია; l - მილსადენის მონაკვეთის სიგრძე; V - ბუერის სიჩქარე მოცემულ მილსადენში, რომელიც შევსებულია პროდუქტით: d , S - მილსადენის დიამეტრი და ცოცხალი კვეთის ფართობი; ... - გადასაქანი პროდუქტის სიმკვრივე; $\lambda(Q^*)$ - წინაღობის კოეფიციენტი დარსი-ვეისბახის ფორმულის თანახმად, კოეფიციენტის გახაზოვნების მეთოდი მოცემულია [1]. მაგრამ რიცხვითი მეთოდის გამოყენებისას გამოსახულების გახაზოვნება აუცილებელი არ არის. I ტერაციის მეთოდით შესაძლებელია განისაზღვროს $r(Q)$ - მნიშვნელობა მილსადენის ნებისმიერ წერტილში და შესაძლებელი ხდება არაწრფივი სისტემის ამოხსნა (1). სისტემა (1) წრფივი კოეფიციენტით შეიძლება გარდაიქმნას ხარჯის და წნევის ჰიპერბოლური ტიპის მეორე თანრიგის წრფივ განტოლებად

$$-\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + r \frac{\partial P}{\partial t} = 0; \tag{2}$$

$$-\frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + r \frac{\partial Q}{\partial t} = 0 \tag{3}$$

სადაწნეო მილსადენებში სითხის მოძრაობის გარდამავალი პროცესების შესწავლისას აუცილებელია ერთ-ერთი ამ განტოლების ინტეგრირება მოცემული საწყისი და სასაზღვრო პირობებით. განვიხილოთ (3) განტოლების ამოხსნა. საწყისი პირობებს აქვს შემდეგი სახე

$$Q_{t=0} = q(x); \quad \left. \frac{\partial Q}{\partial t} \right|_{t=0} = \Psi(x); \quad 0 < x < 1 \tag{4}$$

მათ მიენიჭებათ ნულოვანი მნიშვნელობა, ე. ი.

$$\{ (x) = 0 \text{ და } \Psi(x) = 0$$

ამრიგად (3) განტოლება აღწერს ნაკადის სხვა და სხვა შემოფოთების დროს ხარჯის გადახრას არსებულიდან როცა, $t \geq 0$ რომელიც წარმოიქმნება მილსადენის განსახილველ კვეთებში. შემოფოთების მიზეზი შეიძლება იყოს სხვა და სხვა ან რამოდენიმეს კომბინაცია ამიტომ

$$Q|_{x=0} = \Phi_1(t); \quad Q|_{x=1} = \Phi_2(t) \tag{5}$$

$$\left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=0} = \{_1(t); \quad \left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=1} = \{_2(t) \tag{6}$$

$$\left[\frac{\partial Q}{\partial x} + u_1 Q \right]_{x=0} = F_1(t); \quad \left[\frac{\partial Q}{\partial x} + u_2 Q \right]_{x=1} = F_2(t) \tag{7}$$

სადაც $\Phi, \{, F, u$ - მოცემული ფუნქციებია ცვლადი t -თვის.

თუ ვხსნით (2) განტოლებას ანალოგიურად ჩაიწერება წნევისთვის საწყისი და სასაზღვრო პირობები.

თუ მილსადენის დასაწყისში დაყენებულია რეზერვუარი ან ტუმბო, რომელიც უზრუნველყოფს მუდმივ დაწნევას ხოლო მილსადენი ბოლოში იკეტება სარქველით მაშინ სასაზღვრო პირობებს ხარჯისათვის ექნება შემდეგი სახე

$$\left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=0} = 0; \quad Q|_{x=0} = Q(t) \quad (8)$$

სადაც $\Phi(t)$ განსაზღვრავს ხარჯის ცვლილებას დაკეტილი სარქველის დროს.

სარქველის მყისიერი დაკეტვის შემთხვევაში სასაზღვრო პირობა (8) მიიღებს შემდეგ სახეს

$$Q|_{x=1} = -1$$

(2) და (3) განტოლებების ამოსახსნელად სასრულ სხვაობათა მეთოდით [5] განვიხილოთ x და t პარამეტრების ნახევარსიბრტყე, რომელიც შემოსაზღვრულია $t=0$, $x=0$ და $x=1$ წრფეებით.

გავატარებთ რა წრფეების ორ ჯგუფს $x = i\Delta x (i = 0, 1, \dots, n)$ და $t = j\Delta t (j = 0, 1, \dots)$ დავფაროთ მოცემული ნახევარსიბრტყე სწორკუთხედების ბადით გვერდებით Δx და Δt .

გამოვიყენოთ ფუნქციის მნიშვნელობა ხუთ წერტილში შევადგინოთ ფუნქციის საზოვანი კომბინაცია ცალ-ცალკე ხუთივე წერტილისთვის ტეილორის ფორმულის თანახმად.

$$LQ + COQ_{i,j-1} + C1Q_{i,j-1} - C2Q_{i,j+1} + C3Q_{i,j+1} + C4Q_{i-1,j+1} \quad (9)$$

კოეფიციენტები შევარჩიოთ იმგვარად, რომ დარჩენილმა წევრებმა მიიღონ შემდეგი სახე

$$LQ = \frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + r \frac{\partial Q}{\partial t} + Q = 0$$

რის შემდეგ საბოლოოდ მივიღებთ

$$\Delta t^2 Q_{i+1,j+1} = \left(2\Delta t^2 + \Delta x^2 + \frac{r}{2} \Delta x^2 \Delta t \right) Q_{i,j+1} + \Delta t^2 Q_{i-1,j+1} = \left(\Delta x^2 - \frac{r}{2} \Delta x^2 \Delta t \right) Q_{i,j-1} - 2\Delta x^2 Q_{i,j} \quad (10)$$

ვიყენებთ რა (4) განტოლების სასაზღვრო პირობებს, ჩაწერილს შემდეგი სახით

$$Q(x_i, \Delta t) \{ \Psi_2(x_i) - \Delta t \Psi_2(x_i) \} \quad (11)$$

შესაძლებელია ვიპოვოთ ფუნქციის მნიშვნელობა როცა $t=0$ და $t = \Delta t$ მაშინ (10) განტოლების მარჯვენა მხარეს გვექნება ცნობილი სიდიდე. დაავწეროთ თითოეული x_i წერტილისათვის (10) სახის განტოლებებს და მივიღებთ განტოლებათა სისტემას შედგენილს $n-1$ განტოლებისათვის, $2\Delta t$ უცნობით. (10) განტოლების მარცხენა მხარეს უგულებელყოთ დროებითი ინდექსები, რის შედეგად მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$a_1 Q_{i-1} + a_2 Q_i + a_1 Q_{i+1} = b_i \quad (12)$$

($i = 1, 2, \dots, n-1$)

მიღებული გამოსახულება ამოვსხნათ შემდეგი სახით:

$$Q_{i-1} = Q_i D_{i-1} + E_{i-1} \quad (13)$$

ჩავსვათ (13) გამოსახულება (12) განტოლებაში მივიღებთ

$$\text{ამრიგად} \quad Q_i = Q_{i+1} \frac{-a_1}{a_1 D_{i-1} + r_2} + \frac{b_i + a_1 E_{i-1}}{a_1 D_{i-1} + a_2}; \quad Q_i = Q_{i+1} D_i + E_i \quad (14)$$

$$\text{ამრიგად} \quad D_1 = -\frac{r_1}{r_1 D_{i-1} + r_2}, \quad E_1 = -\frac{b_1 - r_1 E_{i-1}}{r_1 D_{i-1} + r_2}$$

თუ დავუშვებთ, რომ (14) განტოლებაში $i=1$ მივიღებთ

$$D_1 = -\frac{r_1}{r_2} Q_2 + \frac{b_1 - r_1 Q_0}{r_2}$$

მაშინ

$$D_1 = -\frac{r_1}{r_2}; \quad E_1 = \frac{b_1 - r_1 Q_0}{r_2}$$

ცნობილია სასაზღვრო პირობიდან და ამრიგად ვიცით Q_0 , D_1 და E_1 ვპოულობთ D_2 და E_2 და ა. შ. D_{n-1}, E_{n-1} -მდე აგრეთვე (13) გამოსახულებიდან განვსაზღვრავთ Q_{n-1} შემდგომ თანმიმდევრობით ვპოულობთ Q ყველა მნიშვნელობას $2\Delta t$ ფენაზე.

3. დასკვნა

დიფერენციალური განტოლების სასრულ სხვაობათ მეთოდით ამოხსნა მოსახერხებელია იმით, რომ ციფრებზე შესასრულებელი ოპერაციები ერთგვაროვანია. გარდა ამისა განსახილველი “ფარული სქემა” მდგრადია გამოთვლითი ცდომილებებისაგან Δt და Δx ნებისმიერი თანაფარდობისათვის რაც საშუალებას იძლევა შეუზღუდავად ავირჩიოთ ინტერვალი რაც მნიშვნელოვნად ზრდის გაანგარიშებათა სიზუსტესა და სიჩქარეს.

ლიტერატურა

1., 1951.
2. » , 1965, 5.
3. Stephenson D. Water hammer testion pipeline. “Siviellinges of Engr S-Afr”. No 8, 1966.
4. Burneft R. R. Controlling transient surges when 5000-HP turbine drops off line. “Pipe line industry”. Vol. 12, No 5 1960.
5., . 2. . . . , 1962.



პროფესორი ჯემალ ესაიაშვილი,

სახელოვანი მეცნიერი და ინჟინერი

საქართველოს საინჟინრო საზოგადოებამ დიდი დანაკლისი განიცადა, გარდაიცვალა კიდევ ერთი გამოჩენილი ინჟინერი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი, საქართველოს დამსახურებული მშენებელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტის პროფესორი, მრავალი პრობლემური სამეცნიერო საკითხების მკვლევარი, ჯემალ ესაიაშვილი.

პროფესორ ჯემალ ესაიაშვილის მრავალმხრივი მოღვაწეობა, ეხებოდა სამშენებლო საქმის ხარისხის ამაღლებას, სამეცნიერო კადრების მომზადებას, სტუდენტებისა და მაგისტრების ლექციების წაკითხვას, თუ სხვა საქმიანობას, ყოველთვის მაღალი პროფესიონალური გადაწყვეტებით გამოირჩეოდა.

ტექნიკური უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ მუშაობდა საქართველოს სახელმწიფო ფილარმონიის მშენებლობაზე, სადაც მიიღო პირველი გამოცდილება მშენებლობის წარმოებაში. შემდეგი იყო ბალნეოლოგიური სამედიცინო კორპუსი თბილისში, მე-8 სამშობიარო საავადმყოფო და მრავალი სხვა.

1963-2006 წლებში მუშაობდა კ.ზავრიევის სახელობის სამშენებლო მექანიკისა და სეისმომედეგობის ინსტიტუტში უფროს ინჟინრად, უფროს მეცნიერ მუშაკად, რკინაბეტონის მექანიკის განყოფილების გამგედ, ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილედ სამეცნიერო დარგში.

ეწეოდა აქტიურ სამეცნიერო მოღვაწეობას საქართველოში რკინაბეტონის კონსტრუქციებისა და სეისმომედეგი მშენებლობის გაანგარიშებების მეთოდების სრულყოფისათვის. პროფესორი ჯემალ ესაიაშვილი იყო 1972-2006 წლამდე ინსტიტუტის ექსპერტთა საბჭოს, ქ. თბილისის მერიის საგანგებო სიტუაციების საქართველოს სამშენებლო საქმიანობის სამთავრობათაშორისო საბჭოსთან არსებული სეისმომედეგი მშენებლობის და საშიში ბუნებრივი პროცესებისაგან საინჟინრო დაცვის კომისიის წევრი, საქართველოს ეროვნული უშიშროების საბჭოს ქვეყნის სეისმური დაცვის მუდმივი კომისიის წევრი, შენობა-ნაგებობების სეისმოუსაფრთხოების შეფასების ცენტრის დირექტორი.

მრავალი ნაშრომი აქვს გამოქვეყნებული რკინაბეტონის რეოლოგიური მექანიკის კვლევის საკითხებზე, სეისმომედეგობის საკითხებზე, ნაგებობათა აღდგენა-გაძლიერებისა და მათი საიმედოობის შეფასების საკითხებზე, აქტიურად მონაწილეობდა ეროვნული სამშენებლო ნორმების შექმნაში (სეისმომედეგი მშენებლობა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები).

ბოლო წლების განმავლობაში მუშაობდა ლ. სამხარაულის სახელობის საექსპერტო ბიუროში კონსტრუქტორად.

ჯემალ ესაიაშვილი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი იყო მრავალი წლის განმავლობაში, კითხულობდა ლექციებს რკინაბეტონისა და ქვის კონსტრუქციებში, რკინაბეტონის სეისმომედეგობის სპეცკურსს ბაკალავრებისა და მაგისტრებისათვის.

მისი ხელმძღვანელობით დაცულია სამაგისტრო და სადოქტორო დისერტაციები.

დიდი დანაკლისია ბატონი ჯემალის ამ ქვეყნიდან წასვლა მისი კოლეგების, მეგობრების, თანამშრომლების და მასზე კეთილგანწყობილი სტუდენტებისათვის. ბატონი ჯემალის ხსოვნა დიდხანს დარჩება ჩვენს მესხიერებაში.

*საქართველოს საინჟინრო აკადემია,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
სამშენებლო ფაკულტეტი, ა. სოხაძის სახელობის
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის
დეპარტამენტის თანამშრომლები.*

**ახალი ტექნოლოგიები
პენეტრონი ჰიდროსაიზოლაციო მასალა**

პენეტრონის ოფიციალური წარმომადგენელი საქართველოში შპს „ჰიდროსაიზოლაციო ტექნოლოგიები“.

პენეტრონის ისტორია საქართველოში 10 წლის წინ დაიწყო. მნიშვნელოვანი პროექტებით დატვირთულმა წლებმა სრული სიცხადით დაადასტურა პენეტრონის უპირატესობა, როგორც საუკეთესო შეღწევადი ჰიდროსაიზოლაციო მასალა და დაუმკვიდრა შეურყეველი პირველობა ბაზარზე.

საქართველოს თავისი გეოგრაფიული მდებარეობით არის მთისძირა რაიონები, ამიტომ ზღვისპირეთი. კლიმატური პირობები არ არის ყოველთვის კეთილსაიმედო ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებისთვის. ჩვენს ქვეყანას მდიდარი და უძველესი ისტორია გააჩნია მშენებლობის დარგში. ამასთანავე თანამედროვე მშენებლობა სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს. ასე რომ საიმედო ჰიდროსაიზოლაცია მოთხოვნადია, როგორც რესტავრაციისთვის, ასევე ახალ სამშენებლო პროექტებში.

ჩვენი კომპანიის მუშაობის მთელი პერიოდის განმავლობაში არ ყოფილა შემთხვევა, რომ პენეტრონს უარყოფითი შედეგი ეხვეწებინა. კომპანიის მიმართ არ არსებობს პრეტენზიები და რეკლამაციები, საყვედურები კლიენტებისაგან, მშენებლებისაგან ჰიდროსაიზოლაციის ხარისხთან დაკავშირებით.

პირველ რიგში, ეს არის თვითონ პროდუქტის უნიკალურობის დამსახურება, სათაო ოფისის ტექნიკური პერსონალის მუდმივი მხარდაჭერის, კონსულტაციების და რა თქმა უნდა ჩვენი კომპანიის პროფესიონალური და პასუხისმგებლიანი მიდგომის დამსახურებაა.

ჩვენთან თანამშრომლობენ ათობით წარმატებული სამშენებლო კომპანიები: „ჰაიდელბერგბეტონი“, „არსი“, „ზიმო“, „ბურჯი“, „აბუ“, „ანაგი“, „GWP“, „მეტრა პარკი“, „ხარება“, „ბეკა კაპიტალი“, „კაპიტალ ვოსტოკი“, „ჰაუსარტ ლუქსი“, და ა.შ.

ჩვენს ანგარიშზეა 350-ზე მეტი განხორციელებული პროექტი, მათ შორის დიდი წილი აქვს მაღალი არქიტექტურული და ისტორიული მნიშვნელობის მქონე პროექტებს.

პენეტრონმა თამამად შეიძლება ითქვას, მოიცვა მთელი საქართველო.

პენეტრონის სისტემის მასალები წარმატებით იქნა გამოყენებული ისეთ პროექტებში, როგორცაა მსხვილი ბიზნესის ცენტრები, საბანკო დაწესებულებები, მსოფლიო მნიშვნელობის სასტუმრო კომპლექსები, კულტურულ და ისტორიულ ობიექტები, საცხოვრებელ კომპლექსები მიწისქვეშა პარკინგებით.

ამ კლასის პრაქტიკულად ყველა ობიექტი აშენებულია ოროგინალური პროექტებით და ისინი გახდნენ თავისი ქალაქების ახალი ღირსშესანიშნაობები. განა შეიძლება ვინმე დატოვოს გულგრილად, მაგალითისთვის, „პროკრედიტ ბანკის“ სათაო ოფისის არქიტექტურულმა იერსახემ და კონსტრუქტიულმა გადაწყვეტილებამ? გერმანულმა კომპანიამ მასალების სპეციალური დატესტვის შემდეგ უპირატესობა მიანიჭა ჰიდროსაიზოლაციო დანამატს „პენეტრონ-ადმიქსი“. პენეტრონის სისტემის მასალები გამოყენებულ იქნა თიბისი ბანკის ქუთაისის ფილიალის მშენებლობისას. ხოლო „საქართველოს ბანკის“ სათაო ოფისის ადგილმდებარეობა გამოირჩევა აქტიურად მოქმედი, სულფატებით გაჯერებული გრუნტის წყლებით. აღნიშნული შენობის მზიდი კონსტრუქციების მიწისქვეშა ნაწილში პენეტრონის მასალების მთელი ხაზი იქნა გამოყენებული ჰიდროსაიზოლაციის აღსადგენად.

პასუხისმგებლობის განსაკუთრებული გრძნობით მიუდგა კომპანია კულტურულად და ისტორიული მნიშვნელობის ობიექტების მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის საქმეს. აღსანიშნავია სახელმწიფო ოპერის თეატრის

-

«

»

რეკონსტრუქცია, ხელოვნებისა და მუსიკის ცენტრის შენობა ბათუმში, თბილისში, პარლამენტის შენობის მოპირდაპირედ, თანამედროვე ხელოვნების მუზეუმი.

პენეტრონის სისტემის მასალები აქტიურად გამოიყენება ინფრასტრუქტურულ პროექტებში, წყალმომარაგების სისტემაში, შადრევნების, აუზების, ხიდების, გვირაბების მშენებლობაში.

ჰიდროიზოლაციის საშუალებები ბევრია, არის რულონური, მემბრანული, შეღწევადი. პენეტრონის სისტემის გამოყენების მრავალი უპირატესობა გააჩნია. აქ მითითებულია ის უპირატესობანი, რომელთა გამო არჩევანს აკეთებენ პენეტრონზე:

რატომ პენეტრონი?

-პენეტრონი ათწლეულობით გამოცდილი მასალაა. ის გამოყენებულია მილიონობით ობიექტზე მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. არყოფილა შემთხვევა, რომ პენეტრონის ჯგუფის მასალებს არ გაემართლებინა თავისი დანიშნულება ან წარმოჩენილიყო ცუდი მხრიდან, ის გლობალური ბრენდია, რომლის ხარისხი დროითა და პრაქტიკით არის გამყარებული.

-პენეტრონის გამოყენების ტექნოლოგია მარტივია. პენეტრონ-ადმიქსი შეერევა ბეტონს მომზადებისას და საკმარისია მხოლოდ ჩამოსხმა; ხოლო კონსტრუქციის არსებობის შემთხვევაში წაესმევა მას ნებისმიერი მხრიდან და შეღწევადი თვისების საშუალებით ატანს მთელ ბეტონში.

-პენეტრონს გააჩნია მასალების სრული კომპლექსი და ტექნოლოგია, რომელიც შეუცვლელია დაზიანებული და წყალგაუმტარი ბეტონის კონსტრუქციების აღსადგენად. ამდაგვარად, ძველის დანგრევა აუცილებელი არ არის, მისი რესტავრაცია შესაძლებელია პენეტრონით.

-პენეტრონი კომპლექსურად იცავს ბეტონს არა მარტო წყლისა და ნესტისაგან, არამედ სხვა აგრესიული გარემოსგანაც. კერძოდ, მედეგია სულფატების, ტუტე, მჟავა, ზღვისწყლის, ნავთობის მიმართ. იზრდება კონსტრუქციის ყინვაგამძლეობა. ამგვარად, მისი გამოყენება შეიძლება კაშხალებში, დამბებში, პორტებში, გამწმენდ ნაგებობებში, სასმელი წყლის რეზერვუარებში, ნათვობსაცავებში, მიწისქვეშა ნაგებობებში, ბრტყელ გადახურვებში.

-პენეტრონი, შეიძლება ითქვას, რომ “ჭკვიანი” მასალაა. პენეტრონით დამუშავებული ბეტონი იძენს თვითაღდგენისა და თვითმკურნალობის თვისებას, რაც ნიშნავს იმას, რომ მიკრობზარების გაჩენის შემთხვევაში, პენეტრონის უხსნადი კრისტალები იწყებს გამრავლებას და ნაპრალებს ამოავსებს და ეს პროცესი მიმდინარეობს მუდმივად, სანამ ბეტონი არსებობს .

-პენეტრონიანი ბეტონის ჰიდროსტატიკური მაჩვენებელი აღწევს $\kappa = 20 = 20$ ატმოსფეროს! პლასტიკატორების მოქმედება დაფუძნებულია ფორების შემცირებაზე, ხოლო პენეტრონისა - კი ამოვსებაზე. გარდა ამისა, სხვადასხვა დანამატებისაგან დამზადებული ბეტონი არ არის დაცული მიკრობზარებისგან, რაც აუცილებლად ჩნდება ნაგებობის ექსპლუატაციის პერიოდში და იწვევს ჰიდროიზოლოციის დარღვევას, პენეტრონს კი გააჩნია ზემოთაღნიშნული “ჭკვიანი” თვისება თვითმკურნალობისა და აღდგენისა რაც უსრუნველყოფს მუდმივ ჰიდროიზოლაციას.

-პენეტრონი სამუდამოდ და გარანტირებულად იცავს ბეტონს მთელი მისი არსებობის მანძილზე. მუშაობის პერიოდი იმდენივეა, რამდენსაც ძლებს თავად კონსტრუქცია. მაშინ, როცა ჰიდროიზოლაციის სხვა სახეობები პერიოდულად შესაცვლელია და მრავალჯერის სარემონტო დანახარჯებთან არის დაკავშირებული. შეიძლება ითქვას, რომ პენეტრონი პრაქტიკულად უვადოა.

-პენეტრონი ეკოლოგიურად სუფთაა და უვნებელი. ის ბეტონის ზედაპირზე ფენას არ ტოვებს, არ ხდება “ჩახუთვა,” ბეტონი აგრძელებს სუნთქვას. პენეტრონი დაშვებულია სასმელ წყალთან.

-პენეტრონის წარმოება სერთიფიცირებულია საერთაშორისო ხარისხის სისტემით Iშ 9001. ის ფლობს ყველა საჭირო სერთიფიკატს და მისი ხარისხიანობა დადასტურებულია მსოფლიოს ცნობილი და ავტორიტეტული ინსტიტუტებისა და ლაბორატორიების მიერ.

-პენეტრონი, შეიძლება ითქვას, არის სრულყოფილი შეღწევადი ჰიდროსაიზოლაცია, რომელსაც ბადალია არ ჰყავს მსოფლიოში თავისი უნიკალურობითა და ინოვაციურობით!

რაც შეეხება მომავლის გეგმებს, ჩვენი კომპანია აპირებს უშუალო მონაწილეობა მიიღოს ისეთი ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელებაში, როგორცაა პორტების, ჰესების, სარწყავი სისტემის, წყალმომარაგების სისტემის, გზების, ხიდების, გვირაბების და სხვა მშენებლობაში.

*შპს “ჰიდროსაიზოლაციო ტექნოლოგიები”-ს
დირექტორი ჯიმშერ შენგელია*

SUMMARIES

J. Gigineishvili, Elina Kristesiashvili, Igor Timchenko, Edisher Tsotseria. Modern Flat Slab Construction of Monolithic Reinforced Concrete. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Flat slab construction of reinforced concrete frame buildings is widely spread out in Georgia due to its positive features – architectural free planning, building height reduction, easier sprinkler installation, cheaper and faster installation of framework and more simple arrangement of reinforcement in comparison with traditional slabs with beams. In the Paper the different technical solution of flat slab details are presented and discussed. An equation for flat slab thickness evaluation is proposed. A set of comparative numerical analyses of high rise buildings with flat slab, perimeter beams, different diaphragm layout & column sections have been performed. It was shown that in case of proper layout of shear walls and sufficient column sections the horizontal rigidity of structure is similar to structure with flat slab. A special detail should be provided in column-slab intersection zone for shear forces including the proposed patented original reinforcement detail of the column capital.

L. Klimiashvili, d. Gurgenidze, A. Chikovani. REPAIR AND RESTORATION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The repairs of concrete and reinforced concrete structures gives the possibility by the relatively less resources, to extend the term of its service life, to restore and rehabilitate the building.

T.Melkadze. „Assessment of the Thermal Endurance of Building Constructions”. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The paper discusses the thermal endurance of the construction after thermal influence caused by the fire during an emergency. It also identifies fire resistance of particular elements of the construction and the ways to increase the endurance of a construction during a thermal radiation. In addition, the paper determines the density of thermal radiation flow from fire, spread radius of thermal influence zone, temperature coefficient decreasing solidity of steel etc.

M. Grzelishvili, A. Kopaliani, I. Marigishvili. IMPROVEMENT OF BUILDINGS ENERGY EFFICIENCY BY SELECTING THE OPTIMUM THERMAL CHARACTERISTICS OF BUILDING ENVELOPES. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article are considered the issues of buildings energy saving by selecting the optimum thermal characteristics of the building envelopes and studying the temperature-humidity modes of the structures that are drawn up by these characteristics.

The study of this issue ensures the reduction up to minimum of the needs in heating power requirement or completely neglected the heating systems of the buildings so that not to violate the normative parameters of the microclimate of the premises.

R. Imedadze, T. Magradze, L. Beridze. ENVIRONMENTAL DESIGN. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In recent times, society has been highly interested in improving the environment in existing urban and populated areas, as well as in cities expanding areas. But the society can only indicate the shortcomings and express dissatisfaction with the existing situation. It is necessary to create an effective mechanism in order to satisfy the demands of the society regarding to the normal protection of environment. If all professions are not active supporters of the environmental system, then who will take over this role? Together with the society, firstly in these should be actively involved in the architects, builders, metallurgists, transport workers and representatives of other directions. In this article, authors tried to present their own vision of the issue, which provides for the experience of the advanced countries of foreign countries.

I.Kvaraia A.Pirosmanishvili. The use of Small machinery and equipment in construction Industry. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

This article discusses case of using small machinery and equipment in extremely restricted conditions on construction site, using of which simplified the process of construction.

B. Surguladze, N. Svanadze, L. Pirkurashvili. Pre-stressed Steel Frame Structure. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

A new type of pre-stressed steel frame structure is being reviewed, the structural solution of which is distinguished from its analogues by the location of amplifiers for straining a coil using a new improved scheme for its strain. By means of mentioned technical solution effective regulation of strains in all

elements of the frame structure is achieved, as well as the reduction of material cost and the improvement of operation conditions of the structure by increasing reliability.

D. Jankarashvili, G. Danelia, D. Tabatadze. Determination of natural oscillation frequency by successive approximation method in matrix form. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The article gives successive approximation method for determination of natural oscillation frequency in matrix form. Using the formulas obtained add multiplying the identical matrices, the first frequency of oscillation is determined. These formulas are easily programmed for digital computers.

T. Batsikadze, N. Murghulia, J. Nizharadze. ON ISSUE OF SUSTAINABILITY OF CYLINDRICAL SHELLS. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the work is considered the cylindrical shell stability axially symmetric problem. is selected The system of private equilibrium equations of isotropic body in the displacements. With the Henkel integral transformation the task will be reduced on the solution of common differential equations with constant coefficients.

Sh. Dolidze. The construction of foundation pits in weak soils using the "wall in the ground" method. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The article considers the existing methods of constructing pits and foundation of buildings in weak soils, the main technologies of foundation construction in weak soils. Monolithic, prefabricated-monolithic and prefabricated versions of the "wall in the ground" method. “Considered the area of application of the above method and justified the inability to use the above method for erecting a foundation pit in water-saturated sandy and floating soils.

T. Makharashvili, G. Kopperia. Retrospective analysis of construction of residential areas in Soviet Tbilisi in 1950-70 years. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Summary: The article discusses and analysis the construction of large residential areas in Tbilisi in years 1950 to 1970, it is possible to use this analysis to conduct appropriate modern projects, and establish construction zones for modern residential areas.

D. Saginadze, G. Mikiashvili. Integrated design process for the buildings' security. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The critical concerns of the modern architecture are discussed in this article. The advanced architectural approach requires taking into consideration the environmental challenges and threats from terrorist networks. To tackle the challenges and deliver a sustainable design, architects shall adopt values of integrated design process, follow the international practice and experience in this field. The article underlines the consequences of ignorance of such critical subjects in design and planning process. Hereby it highlights the best practices and experience developed by advanced countries. The article also points out the necessity of balance between security and sustainability in the modern architecture.

M. Sulamanidze. MATHEMATICAL MODELING OF STRUCTURES OF ASPHALT CONCRETE COMPOSITE MATERIALS. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Composite materials are widely used in the last period in order to increase the stability and wear resistance of the asphalt concrete mixtures. Particularly important are the polymer-bonded binders, prepared on basis of them asphalt concrete mixtures has significantly improved characteristics.

The application of mathematical modeling in the selection of composite materials structure has gained wide implementations in road construction. The application of mathematical modeling gives the possibility to select the optimal fractional composition of materials, ensuring their quality and reliability in operation and creation of new materials with required properties.

Sh. Bakanidze, L. Zambakhidze, A. Charchkhalia, G. Shalitauri. Designing of the sustaining wall on rocky and semi-rock slopes. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Is described the stability of including the rocky and semi-rock layers slopes for the case when the inclination of the layers are adjusted to the slope inclination and for the values of revealed stability deficiencies the sustaining wall with counterforts have been tested on stability.

N. Areshidze, G. Areshidze, O. Giorgishvili. GEOLOGICAL FACTORS OF NECESSITY AND PURPOSE OF SLOPE'S STRENGTHENING. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Accordingly of arrangement in the slopes and career borders the layers of mountain rocks is determined the value of the angle between the slope's horizontal inclination plane and layers when the slopes failure is expected. The angle of shear between the contact of layers is also determined. In the case of the stated height of slope is determined the value of layers angle of failure, at that permissible angle related to the adjacent layers of border. With the conditions of non-fixed slopes stability is obtained the angle of the total inclination of

board. Are considered the geological and hydrogeological factors that cause the deformation of the slope and the nearby areas. The geological factors of necessity and purpose of the slopes strengthening are described.

M. Moistrapishvili, A. Corelli. ANALYZING DYNAMIC INTERACTION OF "RAIL-WHEEL" SYSTEM ON THE EXAMPLE OF GEORGIAN RAILWAY FOR THE DEVELOPMENT OF TRAIN TRAFFIC SAFETY MEASURES. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article is considered the analysis of dynamic interaction of the "rail-wheel" system for the development of train traffic safety measures on the example of Georgian Railways.

Based on the statistical analysis of the case on the Georgian Railway, is justified the importance of research on the dynamic interaction of the system "rail-wheel" on railway transport.

Are determined the "rail-wheel" system subsystems and the consideration of each subsystem constituent component in the aspect of the problems that are presented for solving of 4 problems: reduction of transversal loads; reduction of vertical loads; reduction of contact stresses; improve of rolling stock dynamics.

In the article are stated the ways for improving of interaction of the "rolling stock-rail" system and the key are defined issues to be firstly solved.

Sh. Gelashvili, T. Chigogidze. Prospects for the development of tourism in settlements with the status of cultural heritage (On the example of the Ushguli community). Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

This article is about saving of ethnocultural and natural landscape of community of Ushguli of up Svaneti and necessary actions for future developments at tourism. This includes preservation and adaptation of monuments and landmarks and creation of plan of research and regulation for land.

M. Begiashvili, N. Mumladze, T. Shubitidze. FEATURES OF PLANAR RECTANGLE. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article is considered the construction by existing three points of fourth point on the circle that is placed on the same circumference. In the obtained planar rectangle will be inscribed the circle. The solution of the task is based on the properties of inscribed rectangle in the circle rectangle.

Z. Danelia, M. Topuria. EROSION BEHAVIOUR OF SLOPE AND BED WATER RUNOFF. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article are listed the causes of slope erosion (factors) and are analyzed the role of each of the erosion processes.

G. Chokhanelidze, Sh. Bakanidze, Bashar Bdulah Al-Imam. INCREASING OF SUSTAINING WALLS LOAD BEARING ABILITY BY HORIZONTALLY ARRANGES PILES. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Is considered the issue of increasing of existing and design sustaining walls load bearing ability by arranges in its lower part of the horizontally positioned monolithic reinforced concrete piles when due the restricted conditions are impossible to arrange the sustaining wall with the necessary overall dimensions.

I. Chanturia. The main peculiarities of strengthening the architectural monuments. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the work are considered the peculiarities of designing some of the Bagrati Cathedral elements and their impacts on total structure stability.

G. Makhatadze. SPECIFICITY OF GEORGIAN TERRITORY RELIEF AND ITS CONSIDERATION IN RESETTLEMENT, ON THE EXAMPLE OF RIKOTI - ZESTAFONI SECTION. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Georgia is a mountainous country. 82% of its area is mountainous and is "folded" with ranges, mountains and ravines. The country itself can also be considered as one of the largest "ravine" - with Greater Caucasus mountainous system in north and Minor Caucasus in the south that is divided by Likhi Ridge to the west and east parts. Exactly this is the main railway line connecting west-east Georgia. Due to the complex nature of the mountainous terrain, the topic of the towns development is quite relevant, especially today when the problem of modern Georgian architecture remains unresolved. In addition, the unique landscape of the country is very important, which in turn requires a fascinating touch, especially on the example of valley such as the Rikoti-Ubisa section.

I. Kvaraia. Arranging of reinforced concentrate wall of curved openings. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The article discusses the technological process of the arrangement of reinforced concentrate wall of curved opening, which is connected to the construction of non-standard mold systems.

M. Moistrapishvili, A. Corelli. ON POSSIBILITY OF USING BICLOTOID CURVES IN RAILROAD TRACK. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article is presented the issue of assessing possible clotoid design on railways and is carried out comparative assessment of circular and biclotoid curves based on the modeling of the "rolling stock-rail" system.

Are analyzed the results of the research on the mentioned subject and is offered the justification of biclotoid curves application possibility in the railroad.

Is determined that in the biclotoid curve in case of radius from 600 m up to 800 m at rolling stock movement with the maximum speed of 80 km/h the maximal values of lateral forces are up to 5-20 kN less than at movement in the traditional circular curves. However, in the article also are stated the recommendation for arrangement of pass railway of experimental testing area and on confirmation of full-scale test results with the theoretical results.

Sh. Gelashvili. International experience in sustainable development of cultural landscape. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

This article describes experiences of sustainable development of cultural landscape on the example of the parks of the Cinque Terre and Val d'Orcia in Italy, as well as the village of Wendland in Germany, Lower Saxony and the ethnographic village of Kizhma Mazenskogo area of the Russian Federation. A study showed that in Georgia, for the realization of landscape management, such as cultural heritage, it is necessary to develop a unified strategy principles guidance of the State and society, in which concrete measures will be taken for their protection, management and planning.

D. Bakradze, T. Amkoladze, K. Jincharadze. CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE TECHNOLOGY WITH APPLICATION OF COMBINED HELIOTHERAPY TREATMENT. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

One of the main components of the construction industry is thermal processing. The creation of the best quality concrete and reinforced concrete products by economic heat processes, with the minimum cost of fuel and electricity, will significantly reduce capital investment in the construction field. Based on this was developed such type of equipment that more efficient utilities the heat. The subsequent development of the concrete and reinforced concrete manufacturing technology and the necessity of energy efficiency, made it necessary to use alternative energy.

M. Tsikarishvili, N. Tbatadze. Controlling of structural stability of stress and strained historical and cultural monuments and creation an organized structure of diagnostics. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article it is presented the principles of structural stability controll of stress and strained historical and cultural monuments and substantiates the necessity of creating an organized structure of diagnostics.

A. Khatelashvili. Main Aspects of Strategic Defence Review of Georgia and Modern Information-Technological Capabilities as a Source of Military Strength. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

Implementation of recommendation of strategic defence review is the main goal of Georgia. Limited resources and variable security environment still remain to be the main challenge. Taking into consideration the above mentioned, the goal of the state is to implement the recommendations of strategic defence review in a highly balanced and regular manner. The mentioned activity will ensure the formation of professional, mobile, relevantly equipped armed forces with effective management and structure compatible with NATO standards. Armed forces of the mentioned type will ensure defence of the independence, sovereignty and territorial integrity of the country, participation in international operations and will also render assistance to civil authorities during natural and technological disasters. Georgia faces a number of threats and risks due to its geopolitical location and variable security environment existing in the region. Further improvement of defensive capabilities and transformation of the defense system is necessary in response to security challenges.

T. Makharashvili, G. kheladze. Foreign countries experience in Design and constructing of green open spaces. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

the research presents and analyses real life case studios from overseas realities, successful lange scale and local projecst, Hereby, the strategic importance of sequence of decisions made by developed countries that have enhanced the solution of landscape architectural task, rogether with accelerating tge ghrowth of ecological and economic advancement The experience of foreign countries shows that the comprehensive approach to the problem proves to be more effective, rather than working in one specific direction.

A. Sakvarelidze, N. Kandelaki. Shrinkage of concrete. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

The following paper describes the issues of shrinkage researched. Experiment were conducted over cylindrical specimens with diameter 70 mm and length 300 mm. Specimens were kept in environment of 100% relative humidity during 28 days after preparation and afterwards were tested in environment of 100, 70, 50, 20 and 0% relative humidity.

The shrinkage deformation changes of spiciment containing mousture were determined during the tests.

Mechanism of concrete were developed.

Nonlinear dependence of shrinkage of moisture content materials were proven.

It is the first time that a universal model of concrete and solving nonlinearity of shrinkage over the entire range of relative humidity is developed.

Theoretical calculations are in consensus with experimental data.

V. Loladze, Sh. Dolidze, I. Garibashvili. New technology for building monolithic walls using the "wall in the ground" method in water-saturated and muddy soils. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article the invention is considered, which makes it possible to erect a monolithic pit wall in water-saturated sandy and floating soils with the help of the so-called "Combine", which is a joint construction of the forming element and the protective shell. The connection between the two elements of the construction is carried out with the help of moving two-way rods, which enable to control the technological processes of concreting. The protective shell excludes the possibility of contacting the internal form with the external flowing soil.

Z. Mchedlishvili, A. Tabatadze. ANALYZING OF MODE OF DEFORMATION OF HAVING PARABOLIC SECTION ROTARY DISK ON THE SHAFT. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In the article are considered the strength analysis of existing in arbitrary machines rotary details: turbines or electro-machines discs, and wheels that are constructed on the principle of solving axial-symmetrical tasks in theory of elasticity.

G. Zalikashvili, M. Topuria. USE OF FINITE DIFFERENCES METHODS AT LIQUID UNSTEADY FLOW IN PRESSURE PIPELINE. Scientific-technical journal “BUILDING” #1(44), 2017

In this article is considered the method of finite difference that gives the possibility by "hidden scheme" to obtain a numerical solution of various tasks at liquid unsteady flow in the pipeline. The calculation is made by nodes whose coordinates should be preliminary determined. The finite difference method by "hidden scheme" gives the possibility to carry out calculations with a variable step independently of time in the length of step. In addition, it is easy to obtain calculation results in graphical form.

,

სამეცნიერო სტატიები იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი რედაქციით.