

რამაზ ჟღენტი

რისკის მართვა კურორტებზე, მასობრივი  
დასვენების და ტურიზმის ადგილებში

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის  
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, 0175, საქართველო  
ნოემბერი 2008წ.

© საავტორო უფლება რამაზ ჟღენტი, 2008წ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით რამაზ ჟღენტის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: “რისკის მართვა კურორტებზე, მასობრივი დასვენების და ტურიზმის ადგილებში” და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი:

**ტ.მ.დ. სრული პროფესორი გიორგი ლაღუნდარიძე**

რეცენზენტი:

სრული პროფესორი ინგუშა მშვენიერაძე

რეცენზენტი:

ტექ. მეცნ. კანდ. თეიმურაზ მელქაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
წელი

ავტორი: **რამაზ ჟღენტი**

დასახელება: “**რისკის მართვა კურორტებზე, მასობრივი დასვენების და  
ტურიზმის ადგილებში**”

ფაკულტეტი :

აკადემიური ხარისხი: **დოქტორი**

სხდომა ჩატარდა: **თარიღი**

ინდივიდუალური პროცენტების ან ინსტიტუტების მიერ შემოთმომყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

---

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებულ საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

## რეზიუმე

განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო შენობა-ნაგებობები, მათ შორის მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ობიექტები, საზოგადოებრივი თავშეყრის ნაგებობები, საგანგებო სიტუაციების დროს განიცდიან მოქმედი ფაქტორების არასასურველ ზემოქმედებას, რაც ხშირად იწვევს კონსტრუქციის რღევავეს, ავარიებს და კატასტროფებს.

განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო ობიექტების ექსპლუატაციის მსოფლიო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ხშირია ამ ობიექტების დაზიანებისა და რღევის შემთხვევები, რომლებიც უმეტესად კატასტროფული შედეგებით მთავრდება. არც თუ ისე იშვიათია სამრეწველო და სამოქალაქო, მასობრივი დასვენების და ტურიზმის ობიექტების, სპორტულ ნაგებობათა ავარიები. მათი გამომწვევი მიზეზები სხვადასხვაგვარია, როგორცაა საგანგებო სიტუაციებით და საზოგადოების ფუნქციონირებით გამოწვეული მიზეზები (ვიბრაციები, დინამიკური დარტყმები, არასტანდარტული განსაკუთრებული დატვირთვები და სხვა).

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე აუცილებელია შენობა-ნაგებობების რისკ-დონეების დადგენა და მათი საიმედო მშენებლობის პრინციპების ჩამოყალიბება. ყოველივე ეს თავიდან აგვაცილებს დიდი მასშტაბის ავარიებს და კატასტროფებს.

აღნიშნული პრობლემები განხილულია და მათი გადაწყვეტის გზები წარმოდგენილია ნაშრომში «რისკის მართვა კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში», რაც მის აქტუალობაზე მიუთითებს.

**ნაშრომის მიზანია.** კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში რისკის მართვის პრინციპების ჩამოყალიბება. ამასთან დაკავშირებით მიზნად დავისახეთ განგვხილა:

- უსაფრთხოების შემცირების ფაქტორები და საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის შეფასება;
- პოტენციურად საშიში ობიექტების ავარიების რისკის შეფასება და რისკის დონის შერჩევა;
- ავარიის განვითარების პროგნოზი და მოსალოდნელი ზარალი;

– უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ნაგებობათა გამოცდის ტრადიციული და არამრღვევი კონტროლის მეთოდებით;

– დასაშვები რისკის შეფასება და მართვა, რეკომენდაციები საიმედო მშენებლობისათვის.

დასახული ამოცანების შესასრულებლად დამუშავებულია ავარიის რისკის შეფასების და ანალიზის მეთოდური მიდგომის პრინციპები, სამშენებლო და არამრღვევი კონტროლის მეთოდები უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით, კონცეფცია და რეკომენდაციები საიმედო მშენებლობისათვის.

დასაცავად წარმოდგენილია შემდეგი ძირითადი დებულებები:

– პოტენციურად საშიში ობიექტების ავარიის რისკის შეფასება, რისკ დონის შერჩევა, ავარიის განვითარების პროგნოზი და მოსალოდნელი ზარალი;

– რისკის ანალიზის გამოყენება შენობა-ნაგებობების მდგომარეობის შეფასებისათვის და არამრღვევი კონტროლის მეთოდებით შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;

– რისკის მართვა და რეკომენდაციები საიმედო მშენებლობისათვის.

კვლევის მეთოდები ემყარება საერთო სისტემური მიდგომის პრინციპებს და მეთოდოლოგიას საიმედო მშენებლობის რეკომენდაციების და რისკ-დონეების დასადგენად.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:**

– ჩამოყალიბებულია უსაფრთხოების შემცირების ფაქტორები და საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის შეფასების მეთოდი;

– დამუშავებულია პოტენციურად საშიში ობიექტების ავარიის რისკის შეფასების და რისკის დონის შერჩევის მეთოდოლოგია;

– გაანალიზებული და დაკომპლექტებულია შენობა-ნაგებობების თანამედროვე სამშენებლო და არამრღვევი კონტროლის მეთოდები;

– დამუშავებულია რისკის შეფასების და მართვის სისტემები.

დამუშავებულია საგანგებო სიტუაციებიდან, რასკის, შენობა-ნაგებობების ფიზიკური თუ მორალური ცვეთის ფაქტორებიდან გამომდინარე საქართველოს კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში თანამედროვე მენეჯმენტით გათვალისწინებული მომსახურების სფეროს სრულყოფისა და მისი შემდგომი განვითარების მეთოდები.

**პრაქტიკული ღირებულება.** ჩატარებული კომპლექსური კვლევებით დამუშავებულია რისკის მართვის მეთოდი. დამუშავებული მეთოდი იძლევა რისკის მართვის საშუალებას საიმედო და უსაფრთხო მშენებლობისათვის.

ძირითადი შედეგების საიმედოობა მიღწეულია პირველ რიგში გამოყენებული მათემატიკური აპარატით, რომელიც საფუძვლად დაედო ალგორითმებს და პროგრამებს, რომელთა საფუძველზე მიღებული შედეგები შეფასების სიზუსტით თანხვედრაშია ლიტერატურიდან ცნობილ შედეგებთან.

**ნაშრომის აპრობაცია.** დისერტაციის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა:

– საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის «მშენებლობის ტექნოლოგიის, ფუძე-საძირკვლების და დიაგნოსტიკის» დეპარტამენტის გაფართოებულ სამეცნიერო სემინარებზე (თბილისი 2004-2005წ.წ.).

**პუბლიკაციები.** დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია 23 სამეცნიერო სტატია.

**ნაშრომის მოცულობა.** დისერტაცია შედგება 4 თავის, ძირითადი დასკვნებისა და გამოქვეყნებული ლიტერატურის სიისაგან. მოიცავს 133 გვერდს, მათ შორის 20 ნახაზია და ლიტერატურა შეიცავს 120 ჩამონათვალს.

## ABSTRACT

The extra responsible buildings and constructions, including the objects for mass rest and tourism, public buildings, in extremely situations are subject to influence of action of unwanted factors, that often is a source of structural failures, breakdowns and accidents.

World practice of operation of the extra responsible objects shows, that often there are cases of damage and destruction of these objects which in most cases terminate in catastrophic results. Not so rarely are the failures of the industrial and civil buildings, objects for mass rest and tourism, sports constructions. The reasons causing them are various; including caused due the extremely situations and public functioning reasons. (vibrations, dynamic loadings, non-standard exclusive loadings, etc.).

From the above mentioned is clear, that the determination of a risk level of buildings and constructions and definition of principles of their safe construction is necessary. All it will allow to avoid the large-scale failures and accidents.

In the presented work “Risk control in resorts, sites of mass rest and tourism” are considered noted problems and are defined the ways of their decision that specifies in its topicality.

The work objective. Definition of principles of risk control in resorts, sites of mass rest and tourism. In this connection our aim is to considered:

- Factors of reduction of safety and estimation of the sustained loss as a result extremely situation.
- Estimation of risk of failures of potentially dangerous objects and selection of their risk level.
- Keeping of safety by application of construction methods and nondestructive methods of testing.
- Estimation and control of tolerated risk, recommendations for reliable construction.

Principles of the methodological approach of the estimation and the analysis of risk of failures are developed for carrying out the tasks, for the purpose of safety keeping are developed the construction methods and nondestructive methods of testing.

To opponency the following basic statements are presented:

- Estimation of risk of failures of potentially dangerous objects, selection of risk level, the forecast of development of failure and the expected loss.
- Application of the analysis of risk for an estimation of state of buildings and constructions and keeping of safety of buildings and constructions by nondestructive methods of testing.
- control of risk and recommendations for reliable construction.

Research methods are based on a principle of the general system approach and methodology of the recommendation for reliable construction and definition of risk levels.

Scientific novelty of work consists in the following:

- Factors of reduction of safety and technique of an estimation of the loss are defined at extremely situations.
- The methodology of an estimation of risk of failure of potentially dangerous objects and the selection of risk level is developed.
- Modern construction methods and nondestructive methods of buildings and constructions testing are analyzed and completed.
- The system of the estimation and control of risk is developed.

Practical value. The spent complex researches develop the risk control technique. Application of the developed technique gives possibility of an estimation of risk levels for reliable and safe construction.

Reliability of the basic results is reached in the first place by application of a mathematical apparatus which has been taken as a basis of the algorithms and programs, on the basis of the obtained results are agreed the accuracy also known results from the literature.

Work approbation. The basic results of the dissertation have been presented on:

- The expanded scientific seminars of department “technologies of construction, the footings and foundations and diagnostics“ of the Georgian Technical University.

Publications. On a dissertation theme are published 23 scientific articles.

Work volume. The dissertation consists of 4 chapters, the basic conclusions and the list of the references, contains 133 pages, including 20 drawings and the references contain 120 items.



# **შ ი ნ ა ა რ ს ი**

## *შესავალი*

*თავი 1. . თანამედროვე წარმოდგენების მიმოხილვა საიმედო მშენებლობის შესახებ.*

*1.1. პრობლემები და ამოცანები.*

- 1.2. საგანგებო სიტუაციების კლასიფიკაცია და უსაფრთხოების შემცირების ფაქტორები.*
- 1.3. უსაფრთხოების სოციალურ-ეკონომიკური ასპექტი.*
- 1.4. საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის შეფასება.*

*თავი 2. მეთოდური მიდგომები ავარიების ანალიზის და რისკის შეფასებისადმი.*

- 2.1. შესავალი.*
- 2.2. ავარიათა რისკი პოტენციურად საშიშ ობიექტებზე.*
- 2.3. მისაღები რისკის დონის შერჩევა.*
- 2.4. ავარიების განვითარებისა და შესაძლო ზარალის პროგნოზი.*

*თავი 3. უსაფრთხოების უზრუნველყოფა სამშენებლო და არამრღვევი კონტროლის მეთოდებით.*

- 3.1. შესავალი.*
- 3.2. კონსტრუქციის უნარის შეფასება.*
- 3.3. რისკის ანალიზი შენობა-ნაგებობების მდგომარეობის შეფასებისათვის.*
- 3.4 არამრღვევი კონტროლის მეთოდებით შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოების დადგენა.*
  - 3.4.1. შესავალი.*
  - 3.4.2 დეფექტების გამოვლენის არსებული მეთოდები.*

3.4.3. შენობა-ნაგებობების მუშაობის უნარის და სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგის პროცესი.

*თავი 4. კონცეფცია საიმედო მშენებლობის შესახებ.*

4.1. შესავალი.

4.2. დასაშვები რისკის შეფასება.

4.3. რისკის მართვა.

4.4. შენობა-ნაგებობების სიმტკიცის რისკ-დონეების დადგენა მონაცემთა ბაზის მიხედვით. ფიზიკური და რიცხვითი ექსპერიმენტები.

4.5. კურორტებზე, მასობრივი დასვენების და ტურიზმის ადგილებში რისკ-ფაქტორების გამომწვევი მიზეზები.

4.6. რეკომენდაციები საიმედო მშენებლობისათვის.

ძირითადი დასკვნები.

ლიტერატურა.

## მადლიერება

მადლობას ვუხდით ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს, სრულ პროფესორს, რევაზ ცხვედაძეს და ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატს, ასოც. პროფესორს, მარინა ჯავახიშვილს გაწეული დახმარებისა და კონსულტაციებისათვის.

## შესავალი

სამშენებლო სფერო მოიცავს საწარმოო და არასაწარმოო დანიშნულების შენობა-ნაგებობების, მათ შორის განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო ობიექტების (გ.ს.ო.) (მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ობიექტების) და მისი მიმდებარე რეკრეაციული ტერიტორიების მშენებლობას.

შენობა-ნაგებობები, მათ შორის განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო ობიექტები (მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში) ექსტრემალური და საგანგებო სიტუაციების დროს განიცდიან გარემო პირობებით გამოწვეულ არასასურველი ფაქტორების ზემოქმედებას, რაც ხშირად იწვევს კონსტრუქციის რღვევას, ავარიებს და კატასტროფებს.

მსოფლიო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო ობიექტების ექსპლუატაციის პერიოდში ხშირია ამ ობიექტების დაზიანებისა და რღვევის შემთხვევები, რომლებიც უმეტესად კატასტროფული შედეგებით მთავრდება. არც თუ ისე იშვიათია საზოგადოებრივი თავშეყრის, სამრეწველო და სამოქალაქო, სპორტულ ნაგებობათა ავარიები. მათი გამომწვევი მიზეზები შეიძლება იყოს როგორც ბუნებრივი საგანგებო სიტუაციები ისე საზოგადოების ფუნქციონირებით, მათ შორის დამსვენებელთა (არაორგანიზებულად მიგრირებულ რეკრეანტთა- ამრ) სეზონური მერყეობით გამოწვეული (ვიბრაციები, დინამიკური დარტყმები, არასტანდარტული განსაკუთრებული დატვირთვები და სხვ.).

ზემოთთქმულიდან გამომდინარე აუცილებელია გ.ს.ო.-ის შენობა-ნაგებობების რისკ-დონეების დადგენა და მათი საიმედო მშენებლობის პრინციპების ჩამოყალიბება. ყოველივე ეს თავიდან აგვაცილებს დიდი მასშტაბების ავარიებს და კატასტროფებს, ადამიანთა მსხვერპლს.

აღნიშნული პრობლემები დასმულია და გადაწყვეტილია წარმოდგენილ ნაშრომში, რაც მის აქტუალობაზე მიუთითებს.

**დისერტაციის პირველ თავში** განხილულია თანამედროვე წარმოდგენები გასაკუთრებულად საპასუხისმგებლო ობიექტების საიმედო მშენებლობის შესახებ,

საგანგებო სიტუაციების კლასიფიკაცია და უსაფრთხოების შემცირების ფაქტორები,

გაანალიზებულია უსაფრთხოების სოციალურ-ეკონომიკური ასპექტი, განხილულია საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის შეფასება.

**მეორე თავში** მოცემულია ავარიის რისკის შეფასების და ანალიზის მეთოდური მიდგომა, დამუშავებულია პოტენციურად საშიში ობიექტების ავარიის რისკის შეფასების, რისკის შერჩევის, ავარიის განვითარების პროგნოზირების და მოსალოდნელი ზარალის დადგენის მეთოდოლოგია.

**მესამე თავში** დამუშავებულია განსაკუთრებულად საპასუხიმგებლო ობიექტების შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სამშენებლო და არამრღვევი კონტროლის მეთოდები. მოცემულია რისკის ანალიზის გამოყენების მეთოდოლოგია შენობა-ნაგებობების მდგომარეობის შეფასებისათვის.

**მეოთხე თავში** ჩამოყალიბებულია კონცეფცია საიმედო მშენებლობის შესახებ. შექმნილია რისკის მართვის და დასაშვები რისკის შეფასების სისტემა. მოცემულია რეკომენდაციები საიმედო მშენებლობისათვის. მოცემულია ძირითადი დასკვნები და ციტირებულია ლიტერატურის ნუსხა.

# თავი 1. თანამედროვე წარმოდგენების მიმოხილვა საიმედო მშენებლობის შესახებ

## 1.1. პრობლემები და ამოცანები

საქართველოში აგებული საერო, საკულტო თუ სასულიერო ნაგებობები პრიმიტიულიდან დაწყებული (გამოქვაბულები) ყორღანები, კლდეში ნაკვეთი ქალაქები, მონასტრები, სასახლეები, ხიდები, ციხესიმაგრეები მიგვანიშნებს იმაზე, რომ საქართველოში ყველა ეპოქაში საიმედო მშენებლობის მაღალი კულტურა იყო.

ამასთან დაკავშირებით ივანე ჯავახიშვილი აღნიშნავდა, რომ «ის მასალა, რომელიც მოგვეპოვება, გვარწმუნებს საქართველოში მოწინავე სამშენებლო ხელოვნების ძველთაგანვე არსებობაში, რაც დასტურდება ძეგლებით და იმ მდიდარი ტექნიკური ტერმინოლოგიით, რომლის არსებობა არ იწვევს არავითარ ეჭვს».

დიდი ქალაქების წარმოქმნასთან ერთად გაჩნდა პრობლემა საკურორტო ქალაქებში, დასასვენებელ და ტურიზმის ადგილებში განლაგებულ შენობა-ნაგებობებში მოსახლეობის შესაძლო მაქსიმალურად დაცვის შესახებ. ნგრევას და ადამიანთა მსხვერპლს იწვევს არა მარტო მრისხანე სტიქიური მოვლენები, არამედ ადამიანთა მიერ აგებული შენობა-ნაგებობების უეცარი ავარიებიც. არავის არ ეგონა ის, რომ მოსკოვში საცურაო აუზის სახურავი ჩამოინგრეოდა სწორედ იმ დროს და იმ საათზე, როცა იქ მიმდინარეობდა შეჯიბრი.

ბუნებრივი სტიქიური მოვლენები და სხვადასხვა ავარიული სიტუაციები წარმოიქმნებიან იშვიათად. ზოგიერთ ბედნიერ შემთხვევაში ის შეიძლება არ მოხდეს შენობის მთელი ექსპლუატაციის განმავლობაში. ეს სრულიადაც არ ნიშნავს იმას, რომ ამ პერიოდში შენობა «ისვენებდა». პირიქით თავისი «ცხოვრების» მანძილზე ყოველდღე, ყოველ საათსა და ყოველ წუთს იგი განიცდის სხვადასხვა «მორიგი» დატვირთვების ქმედებას, რომელთა არსებობა ნაგებობებისათვის არ უნდა იყოს უცხო.

მაგალითად, მარსელის კრამიტით გადახურული ერთსართულიანი, ერთმალისანი, სახლის კედლები განიცდიან სახურავიდან გადმოცემული 15 ტონამდე დატვირთვას. ასევე ძნელად თუ წარმოიდგენს პიროვნება, რომელიც ცხოვრობს 7-სართულიანი შენობის პირველ სართულზე, რომ მის თავზე იმყოფება რამდენიმე ათასი ტონა ტვირთი. მხოლოდ რაციონალურ და მიზანმიმართულ კონსტრუქციას შეუძლია ზიდოს ეს კოლოსალური დატვირთვა, რომელიც მისთვის ასატანია. მაგრამ, რომელიღაც დღეს, საათსა და წუთზე შეიძლება წარმოიქმნას არასასურველი მაქსიმალური დაძაბული მდგომარეობა და თუ კონსტრუქტორს არა აქვს გათვალისწინებული შესაძლო ექსტრემალური სიტუაცია მაშინ, რა თქმა უნდა, ნაგებობა დაინგრევა.

ბუნებრივი მრისხანე სტიქიური მოვლენები შენობა-ნაგებობებზე მოქმედებენ ე.წ. «განსაკუთრებული დატვირთვის» სახით. გრიგალური ქარები, რომლებსაც გააჩნიათ უზარმაზარი კინეტიკური ენერგია თავიანთი მოძრაობის გზაზე თითქმის მთლიანად ანადგურებენ ყველაფერს. გრიგალის წარმოქმნის ადგილისა და მისი მოძრაობის მიმართულების დადგენა დღევანდელ პირობებში შესაძლებელია, რაც საშუალებას იძლევა მსხვერპლისა და მატერიალური ზარალის შემცირების შესაძლებლობას. რაც შეეხება მიწისძვრას დღეს მსოფლიოში მეცნიერების დიდი მცდელობის მიუხედავად შეუძლებელია მიწისძვრის პროგნოზირება. მსხვერპლისა და ნგრევის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა ჩატარდეს გარკვეული სამუშაოები, კერძოდ:

- ა) შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობის ხარისხის ამაღლება და მასზე მკაცრი კონტროლის დაწესება;
- ბ) შენობა-ნაგებობათა სამშენებლო მასალების ხარისხის შესაბამისი ამაღლება და მასზე მკაცრი კონტროლის დაწესება;
- გ) არსებულ შენობა-ნაგებობებში რეგიონისათვის დადგენილი ბალიანობის მიხედვით სეისმომდეგობის შესაბამისი გაძლიერება.

მიწისძვრის შედეგად მიყენებული ზარალის მიხედვით განისაზღვრება მიწისძვრის ინტენსივობა, რომელიც 12 საფეხურადაა დაყოფილი (იაპონიის გარდა, სადაც მიღებულია 7 საფეხური). თითოეულ საფეხურს ბალის სათანადო დასახელება მიენიჭება.

შენობა-ნაგებობები იყოფა სამ ტიპად:

ა ტიპის შენობებს მიეკუთვნება ქვის, ალიზისა და თიხატკეპნილისაგან აგებული სახლები; ბ ტიპის – ჩვეულებრივი აგურის, მსხვილბლოკური ან პანელური ტიპის თლილი ქვისაგან აგებული ხე-აგურის სახლები; გ ტიპის – რკინაბეტონის კარკასული და კარგად აშენებული ხის სახლები.

დაზიანების მიხედვით შენობათა კლასიფიკაცია:

I ხარისხის – ბათქაშის წვრილი ბზარები და მცირე ნაწილის ჩამოვარდნა;

II ხარისხის – კედლებში მცირე ბზარები, ბათქაშის ჩამოცვენა, კრამიტების ვარდნა, ბზარები საკვამლე მიწებში, საკვამლე მიწების ნაწილობრივ ვარდნა;

III ხარისხის – მძიმე დაზიანებები, დიდი ღრმა ბზარები კედლებში, საკვამლე მიწების ვარდნა;

IV ხარისხის – რღვევა, გამჭოლი ბზარები, შენობის ნაწილების ნგრევა შიგა კედლების და კარკასის შევსების ჩამოშლა;

V ხარისხის – შენობის მთლიანი რღვევა.

როგორც აღვნიშნეთ, 12 საფეხურად (ბალიანი) მიწისძვრების დაყოფის შემოღების შემდეგ მათი შეფასება იმ შკალით ხდება (გარდა იაპონიისა), რომელთა ნიშნები ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ:

1 ბალიანი – მოსახლეობა არ შეიგრძნობს, აღნიშნავს სპეციალური დანადგარები;

2 ბალიანი – შეიგრძნობენ ადამიანები, მით უმეტეს თუ ზედა სართულებზე იმყოფებიან;

3 ბალიანი – შეიგრძნობენ შენობაში მყოფი ადამიანები, დაკიდებული საგნები ირხევა;

4 ბალიანი – შეიგრძნობენ როგორც შენობაში, ისე გარეთ მყოფი ადამიანები, დაკიდებული საგნები ირხევა, ფანჯრის მინები და ჭურჭელი წკრიალებს, ხის კედლები და ჩარჩოები ჭრიალებს;

5 ბალიანი – მძინარეს აღვიძებს, შენობა ირხევა, ჭურჭელში სითხე ირხევა, ავეჯი გადაადგილდება, ჭურჭელი იმსხვრევა, ხეები და ბოძები ირხევა;

6 ბალიანი – ადამიანებს ეუფლებათ შიშის გრძნობა და გარეთ გარბიან, გარეთ გარბიან შინაური ცხოველებიც, ვარდება წიგნები, მოძრაობს მძიმე ავეჯი, იმსხვრევა მინის ჭურჭელი, სამრეკლოზე ირეკება ზარები;



7 ბალიანი – რხევებს ამჩნევენ მძლოლები, რეკავს ზარები, ა,ბ,გ – ტიპის შენობები იღებს სხვადასხვა ხარისხის დაზიანებებს. ინგრევა ზოგიერთი შენობა, გზები, შრება წყაროები, ჩნდება მეწყერები, იხსნება მიწების პირაპირები;

8 ბალიანი – იწყება პანიკა, იმტვრევა ხის ტოტები, ყირავდება მძიმე ავეჯი, სხვადასხვა შენობები იწყებს II, III, IV, V ხარისხის დაზიანებებს, ჩნდება ზვავები, ხდება მდინარეების დაგუბება, შრება ქები, გრუნტს უჩნდება რამდენიმე სანტიმეტრიანი ბზარები;

9 ბალიანი – იწვევს პანიკას ადამიანებსა და ცხოველებში, ზიანდება გზები, რკინიგზები, წყალსაცავები, წყდება მილსადენები, IV-V კატეგორიის დაზიანებას იღებს ნაგებობები, გრუნტის ბზარები 10სმ-ზე მეტია, იწვევს გრუნტცვენას და მეწყერებს, ზღვაზე წარმოიშობა დიდი ტალღები;

10 ბალიანი – ნაგებობები საძირკვლიანად ინგრევა, სერიოზულად ზიანდება კაშხლები, ჯებირები, ნავმისადგომები, ჩნდება დიდი მეწყერები, ფუჭდება გზები, რკინიგზები;

11 ბალიანი – ყველა ნაგებობა და ხიდი ინგრევა, გრუნტში ჩნდება დიდი ნაპრალები, მილსადენები მთლიანად გამოდის მწყობრიდან;

12 ბალიანი – საყოველთაო ნგრევაა, მთები გადაადგილდება, მიწის ზედაპირზე ჩნდება «მიწის ტალღები», იცვლება ლანდშაფტი.

როგორც ბალიანობიდან ჩანს, ნაგებობებისათვის 1-6 ბალიანი მიწისძვრები საშიშროებას არ წარმოადგენს. 10-12 ბალიანი ინტენსივობა იწვევს კატასტროფას, ამიტომ ასეთ პირობებში შენობებს არ აშენებენ, რაც შეეხება 7-9 ბალიან რაიონებს, მოსალოდნელი მიწისძვრების გავლენა ნაგებობებზე გათვალისწინებულ უნდა იქნეს დაპროექტების და მშენებლობის ორგანოზაციულ-ტექნოლოგიური გადაწყვეტების მიღების დროს.

როგორც ვხედავთ, მიწისძვრა ადამიანთა უდიდესი მტერია, რომლის თავიდან აცილება, სეისმურ რაიონებში მცხოვრები ხალხისათვის, შეუძლებელია. ერთ-ერთი გამოსავალი გახლავთ ნაგებობების აგებისას სეისმური ნორმების და ანტისეისმური ღონისძიებების დაცვა.

ბოლო წლებში სეისმომედეგობის შესწავლას დიდი ყურადღება ექცევა, რაც გამოიხატება «სეისმომედეგი მშენებლობის» სპეციალობის შემოღებით და სასწავლო პროგრამებში სეისმომედეგობის საკითხების გაფართოებით.

მსოფლიოში მიწისძვრების გეოგრაფიული განაწილება მეტად არათანაბარია.

მიწისძვრა არის ქანებში დაგროვილი დრეკადი ენერჯის უეცარი გამონთავისუფლება დრეკადი ტალღების სახით. მისი მიზეზი ბუნებრივია და მიწისქვეშ მდებარეობს. მიწისქვეშა ბიძგებს იწვევს დედამიწის ქერქსა და ზედა მანტიაში მიმდინარე პროცესები. მიწისძვრის დროს დედამიწის ზედაპირის რხევები ძალიან მცირე ხანს, როგორც წესი, წამების ნაწილებიდან რამდენიმე წამამდე გრძელდება და ამ დროს ენერჯის უდიდესი რაოდენობა, კერძოდ, ყოველწლიურად 550 ტრილიონი ცხენის ძალის ან 130 მილიონი ტონა ტროტილის აფეთქების ტოლი ენერჯია გამოიყოფა. ამჟამად გაზიარებული თვალსაზრისის თანახმად მიწისქვეშა ბიძგებს დედამიწის წიაღში დრეკადი ძაბვების დაგროვება და მისი სწრაფად განმუხტვა იწვევს, ე.ი. ხდება პოტენციური ენერჯის კინეტიკურ ენერჯიაში მყისიერი გადასვლა. თავისთავად ენერჯის დაგროვებას იწვევს ტექტონიკური პროცესები, რომლებიც დედამიწის ზოგიერთ რაიონში აქტიურად მიმდინარეობს.

დედამიწის ქერქი განუწყვეტლივ მოძრაობს და განიცდის სხვადასხვა მიმართულებისა და სიდიდის მუდმივ რხევებს. ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში დედამიწის ზოგიერთი ნაწილი მაღლა იწევს, ზოგიერთი კი – დაბლა, იცვლება ხმელეთის მოხაზულობა.

დედამიწა, აგებულების მიხედვით, შედგება დედამიწის ქერქისაგან, რომელიც დედამიწის ყველაზე ზედა ფენაა, შუალედური გარსის – მანტიისაგან და ბირთვისაგან. მანტია დედამიწის მასის დაახლოებით ორ მესამედს, ხოლო ბირთვი ერთ მესამედს შეადგენს. დედამიწის მანტიის ზედა მტკიცე გარსს ლითოსფეროს უწოდებენ, ხოლო მის ქვეშ მდებარე ნაკლებადმკვრივ ფენას – ასთენოსფეროს.

ლითოსფერო ღრმა ნაპრალებით დანაწევრებულია დიდ ბლოკებად. ამდენად, ლითოსფერო არ წარმოადგენს მთლიან სფერულ გარსს და, როგორც აღნიშნავენ, იგი შედგება ათამდე დამოუკიდებელი გიგანტური ფილისაგან, რომელიც მოიცავს როგორც კონტინენტებს, ისე ოკეანეებს და რომელიც ასთენოსფეროს ზედაპირზე განუწყვეტლივ მოძრაობს (სრიალებს) სხვადასხვა სიჩქარითა და მიმართულებით.

ამრიგად, ფილები განუწყვეტლივ მოძრაობენ. ერთ შემთხვევაში ისინი შორდებიან ერთმანეთს და მათი გახლეჩის არეში ასთენოსფეროს ფენიდან ამოინთხევა ლავა, რომელიც ოკეანის ფსკერზე ან კონტინენტზე ქმნის ახალ ქერქს. მეორე შემთხვევაში ფილაქნები შემხვედრი მიმართულებით მოძრაობენ და ერთმანეთს ეჯახებიან, ხოლო მესამე შემთხვევაში ხორცილედება ფილების ურთიერთდაძვრა. ამ დროს წარმოიქმნება ტრანსფორმული რღვევები. მიწისძვრები ფილათა ურთიერთქმედების შედეგად ხდება. სადაც ეს ურთიერთქმედება უფრო აქტიურია, იქ მიწისძვრებიც უფრო ხშირია. ამდენად, ფილები შედარებით გამღვალ ფენაზე დაცურავენ. ამ ფენებში არსებობს დინებები, რომლებიც ურთიერთმიმართ ამოძრავებენ ფილებს. ამ მოძრაობის პროცესში ისინი ეჯახებიან ან ეხახუნებიან ერთმანეთს, რაც იწვევს მიწისძვრებს ძირითადად ფილების საზღვარზე. ამავე დროს, ფილების დაძვრისათვის საჭიროა გარკვეული ენერგიის დაგროვება. როდესაც თანდათანობით დაგროვილი ენერგია მიაღწევს ზღვარს, ე.ი. მეტი გახდება ფილების შემადგენელი ქანების სიმტკიცეზე, ხდება განტვირთვა, ასე ვთქვათ, ქანი გადაწყდება ყველაზე სუსტ ადგილას და მოხდება დრეკადი ენერგიის გამონთავისუფლება სეისმური ტალღების სახით, რაც იწვევს დედამიწის ზედაპირზე მიწისძვრას. ამჟამად მიწისძვრათა 80 პროცენტი წყნარი ოკეანის ზოლში გვხვდება. კატასტროფული მიწისძვრების უმეტესი ნაწილიც ამ ზოლშია მოქცეული.

მიწისძვრა დედამიწის წიაღში გარკვეულ სიღრმეზე მასების უეცარი გადანაცვლების შედეგად ხდება. იმ ადგილს, სადაც მიწისძვრის კერაა ანუ მიწისძვრა იწყება და სადაც იგი უდიდესია, ჰიპოცენტრი ეწოდება, მის თავზე მდებარე ადგილს კი – ეპიცენტრი. რამდენადაც ჰიპოცენტრიდან ეპიცენტრამდე უმოკლესი მანძილია, მიწისძვრის სიძლიერეც ზედაპირზე ყველაზე მეტად ეპიცენტრში იგრძნობა.

მიწისძვრის სიდიდე ძირითადად განისაზღვრება შემდეგი პარამეტრებით:

1. სიმძლავრე, რომელიც განისაზღვრება სესმიურ ტალღათა ენერგიით, იზომება მაგნიტუდებში, რიხტერის შკალით;
2. ინტენსივობა, რომელიც იზომება ბალებში, ვიზუალური აღქმით;
3. მიწისძვრის კერის სიღრმით, რომელიც იზომება კილომეტრებში.

მაგნიტუდა, მიწისძვრის დროს კერის მიერ გამოყოფილი დეფორმაციის ენერჯის სიდიდეა.

დედამიწის ზედაპირზე გამოვლენილი ეფექტის მიხედვით მიწისძვრები კლასიფიცირდება მათი ინტენსიურობის მიხედვით ბალებში. ბალი, მიწისძვრის ინტენსიურობაა დედამიწის ზედაპირზე.

მაგნიტუდა პროპორციულია მიწისძვრის ენერჯის ლოგარითმისა

$$M = \lg A - \lg A_0 = \lg(A / A_0);$$

$$\lg A_0 = -1,32 \lg \Delta;$$

$$M = \lg A + 1,32 \lg \Delta$$

სადაც  $A_0$  და  $A$  მაქსიმალური ამპლიტუდებია ძალზედ სუსტი («ნულოვანი») და განსახილველი მიწისძვრისათვის, ეპიცენტრიდან  $\Delta$  (კმ) დაშორებით.

მაქსიმალური მნიშვნელობა მაგნიტუდისა  $E=10^{19}$  ჯოულს (2002 წლის 25 აპრილის თბილისის მიწისძვრის მაგნიტუდა  $M=4,5$  ენერჯია კი  $E=10^{12}$  ჯოულს). მაგნიტუდის შკალის მაჩვენებლები მატულობს ლოგარითმულ მასშტაბებში. მაგალითად, 8,6 მაგნიტუდიანი მიწისძვრა 4,3 მაგნიტუდიან მიწისძვრის ძალას ჭარბობს დაახლოებით ათჯერ.

მსოფლიოში, მშენებლობის დარგში მიმდინარე მნიშვნელოვანი პროგრესული პროცესების მიუხედავად, სეისმური ზემოქმედება ანუ მიწისძვრა ისევ რჩება ბუნების ერთ-ერთ საშიშ სტიქიურ მოვლენად. ამასთან დაკავშირებით გაერთიანებული ერების ორგანიზაციამ გასული საუკუნის ბოლო ათი წელიწადი გამოაცხადა ბუნების სტიქიური ზემოქმედების რისკის შემცირების ათწლედად. სეისმური ზემოქმედების ადეკვატური შეფასების საფუძველზე მკვლევარმა უნდა განახორციელოს შენობა-ნაგებობათა პროექტირება და მშენებლობა. საქართველოს მთელი ტერიტორია მდებარეობს სეისმურად აქტიურ რეგიონში და სეისმომედეგი მშენებლობის პრობლემების გადაჭრა უმნიშვნელოვანესია მისი სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებისათვის. ასეთ პრობლემებს განეკუთვნება მიწისძვრის ზემოქმედებისას მოსახლეობის უსაფრთხოება და შენობა-ნაგებობების საიმედოობის ოპტიმალური უზრუნველყოფა.

ნაგებობათა სეისმომდეგობის უზრუნველყოფის ერთ-ერთი თანამედროვე მიმართულებაა: აქტიური სეისმოდამცავი სისტემები, რომლებიც ამცირებენ ნაგებობაში მიწისძვრის ზემოქმედებისაგან გამოწვეულ ძალებს, უფრო და უფრო მეტ გავრცელებას პოულობს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში. მათი მაღალეფექტური მუშაობა დასტურდება ბოლო წლებში მომხდარი ძლიერი მიწისძვრების საინჟინრო ანალიზის საფუძველზე (კობე-იაპონია, 1995წ, მაგნიტუდა  $M=7,2$ ; იზმირი-თურქეთი, 1999წ,  $M=7,6$ ; ტაივანი 1999წ,  $M=7,7$ ; სიეტლი-ტაკომა-ოლიმპია აშშ 2001წ.  $M=6,8$  და სხვა).

აღსანიშნავია, რომ აქტიური სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება ერთნაირად შესაძლებელია, როგორც ახლად მშენებარე, ასევე არსებული სხვადასხვა კონსტრუქციულ-გეგმარებითი გადაწყვეტის მქონე და სხვადასხვა საინჟინრო-სეისმოლოგიურ პირობებში მყოფი შენობა-ნაგებობებისათვის.

სეისმომდეგი მშენებლობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, კვლავ აქტუალური რჩება ორი ძირითადი საკითხი: მიწისძვრის ზემოქმედებისას მოსახლეობის უსაფრთხოება და შენობა-ნაგებობების საიმედოობის უზრუნველყოფა მათზე ჩატარებული ანტისეისმური ღონისძიებების მინიმალური მატერიალური და შრომითი დანახარჯებით.

შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობის უზრუნველყოფის ამოცანის გადაწყვეტის ტრადიციული მეთოდები დაფუძნებულია კონსტრუქციების ან მათი ელემენტების სიხისტის, ამტანუნარიანობის გაზრდაზე ან საკუთარი წონის შემცირებაზე. ამ მეთოდებისაგან განსხვავებით, აქტიური სეისმოდამცავი სისტემებით შენობა-ნაგებობების სეისმომდეგობის უზრუნველყოფის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ შენობა-ნაგებობებში ან ფუძე-სადირკვლებზე სხვადასხვა სპეციალური სისტემებისა და კონსტრუქციების მოწყობის გზით ხდება სეისმური ზემოქმედებით გამოწვეული სეისმური ძალების იზოლირება, ადაპტირება მათ მიმართ, ჩაქრობა და სხვა. მარტივად რომ ვთქვათ, აქტიური სეისმოდამცავი სისტემები უზრუნველყოფენ ინტენსიური სეისმური ზემოქმედებისას შენობა-ნაგებობების მზიდ კონსტრუქციებში და ელემენტებში ან მათი შეუღლების კვანძებში ნაკლები სიდიდის მქონე ძალების წარმოქმნას.

დაწყებული 1925 წლიდან, როდესაც პირველად მ. ვისკორდინის მიერ სეისმური ზემოქმედებისაგან გამოწვეული ძალების შესამცირებლად

შემოთავაზებულ იქნა წინადადება, შენობის სარდაფში მოწყობილიყო სფეროს ფორმის მგორავი საყრდენები. დღემდე სეისმომედეგ მშენებლობაში შემოთავაზებულია მთელი რიგი აქტიური სეისმოდამცავი კონსტრუქციები. ნაწილმა მათგანმა პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა მშენებლობაში.

აქტიური სეისმოდაცვის სისტემები ფართო გავრცელებას პოულობს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, როგორცაა: აშშ, იაპონია, საფრანგეთი, გერმანია, კანადა, ინგლისი, იტალია, რუსეთი, ახალი ზელანდია, შვეიცარია, სომხეთი, ინდოეთი და მრავალი სხვა. აქტიური სეისმოდაცვის სისტემები დღეისათვის გამოიყენება მშენებლობის თითქმის ყველა სფეროში, დაწყებული ატომური ელექტროსადგურებიდან და დამთავრებული უმარტივესი სამშენებლო სტრუქტურის მქონე შენობა-ნაგებობებითა და საკომუნიკაციო ქსელებით.

აღნიშნული კონსტრუქციები თავიანთ დანიშნულებას, მიწისძვრის დროს წარმოქმნილი ინერციული ძალების შემცირებას, სხვადასხვა გზით ახორციელებენ. ასე მაგალითად: ზოგიერთი კონსტრუქციები შენობის საძირკველზე მოსულ ინერციულ ძალებს შემცირებული სიდიდით გადასცემენ ნაშენზე, ზოგიერთ მათგანს შენობა-ნაგებობა გამოჰყავთ რეზონანსული მდგომარეობიდან ან წარმოქმნიან ინერციული ძალების საწინააღმდეგო (შემამცირებელ) ძალებს ან ახორციელებენ სეისმური ენერჯის შთანთქმა – ჩახშობას და ა.შ.

აქტიური სეისმოდაცვის სისტემები მათი სპეციფიკისა და მუშაობის ხასიათის მიხედვით შეიძლება დაყოფილ იქნას ხუთ ძირითად ჯგუფად: 1) სეისმოიზოლაციის სისტემები; 2) ადაპტაციის სისტემები; 3) რხევების ჩამქრობი სისტემები; 4) რხევების მადემფირებელი და მშთანთქავი სისტემები; 5) კომბინირებული სისტემები.

კლასიფიკაციაში არ არის შესული, მაგრამ ცალკე უნდა აღინიშნოს, რომ შენობა-ნაგებობების ბუნებრივი ან ხელოვნურად მოწყობილი ფუძეები, შეიძლება წარმოადგენდნენ აქტიური სეისმოდაცვის წყაროს.

სეისმოიზოლაცია, აქტიური სეისმოდაცვის, ყველაზე ძველ და ერთ-ერთ პერსპექტიულ მეთოდს წარმოადგენს. სეისმოიზოლაციას უწოდებენ შენობა-ნაგებობების საძირველზე სეისმური ზემოქმედების მნიშვნელოვან შემცირებას

საძირკველსა და შენობას შორის სპეციალური სისტემების ან ელემენტების მოწყობის გზით.

ძველი დროიდან მოყოლებული, ზოგიერთ შემთხვევაში მშენებლები ნაგებობაზე მიწისძვრის ზემოქმედების შემცირების მიზნით ცდილობდნენ საძირკვლისა და ნაშენის ურთიერთიზოლირებას, მათ შორის რბილი საფენების მოწყობის გზით. მაგალითად: III-VII ს.ს. შუა აზიის ზოგიერთი მონუმენტალური ნაგებობანი შენდებოდა ქვიშის ბალიშებზე, X-XVII ს.ს. – სუფთა თიხის ბალიშებზე, მზიდი კედლების ცოკოლურ ნაწილში ეწყობოდა რბილი ლერწმის ფენები, საძირკველსა და ფუძეს შორის ლაგდებოდა ხის მრგვალი მორები და სხვა.

სეისმოიზოლაციის კონსტრუქციების მიმართ განსაკუთრებით დიდი ინტერესი გამოვლინდა ჩვენი საუკუნის დასაწყისში სან-ფრანცისკოს, ტოკიოსა და სხვა ძლიერი მიწისძვრების შემდეგ.

საძირკველზე ვერტიკალური დატვირთვების გადაცემის მიხედვით, სეისმოიზოლაციის სისტემები შეიძლება იყოს შეკიდული ან საყრდენებიანი, შეკიდულ სისტემებში შენობის საძირკვიდან მოსული ვერტიკალური დატვირთვები საძირკველს გადაეცემა სპეციალური ჭიმების ან ღეროების საშუალებით, ხოლო საყრდენებიან სისტემებში – საყრდენების საშუალებით.

შეკიდული სირთულების ან შეკიდული გადახურვის მქონე სეისმოიზოლირებული შენობების საიმედოობის გაზრდის ერთ-ერთი შესაძლო მიმართულებაა გადახურვის ან საყრდენ კონსტრუქციებში მშრალი ხახუნის კვანძების გამოყენება.

სეისმოიზოლაციის საყრდენებიან სისტემებში გამოიყოფა სამი დიდი ქვეკლასი: კინემატიკური, ამორტიზაციული და ფრაქციული საყრდენები.

კინემატიკურ საყრდენებიან სეისმოიზოლაციის კონსტრუქციები თავის მხრივ იყოფა ორ ძირითად ქვეჯგუფად: სერვომექანიზმების მქონე საძირკვლები და კინემატიკური საძირკვლები.

სერვომექანიზმების მქონე საძირკვლების საყრდენები წარმოადგენენ სხვადასხვა გეომეტრიულ სხეულებს (ბირთვი, მგორავი ცილინდრები, და სხვა), რომლებსაც გააჩნიათ წონასწორობის განუსაზღვრელი მდგომარეობა.

იმ შემთხვევაში, როდესაც შენობაზე მოქმედებს მხოლოდ ჰორიზონტალური ძალა და არ ვითვალისწინებთ ხახუნს, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს შენობის შეუქცევადი მოძრაობა, სერვომექანიზმების მქონე საძირკვლები შეძლებდნენ შენობის იდეალურ სეისმოიზოლირებას. სინამდვილეში კი მათი გამოყენებისას საჭირო ხდება სეისმოიზოლაციის სისტემებში შემოტანილ იქნას სხვადასხვა სახის დამატებითი მოწყობილობები, რომლებიც დააბრუნებენ შენობას წონასწორობის მდგომარეობაში.

კინემატიკური საძირკვლები ჰგვანან სერვომექანიზმების მქონე საძირკვლებს იმ თვალსაზრისით, რომ იზოლირება ამ შემთხვევაშიც ხდება სპეციალური გეომეტრიული ფორმის მქონე მოძრავი საყრდენებით, ხოლო განსხვავება მათ შორის ისაა, რომ კინემატიკურ საძირკვლებს გააჩნიათ წონასწორობის მდგრადი მდგომარეობა. ზოგიერთ კინემატიკურ საძირკვლებში მიწისძვრის კინეტიკური ენერჯია, შენობის სიმძიმის ცენტრის აწევის გამო, გადადის პოტენციურში, რის შედეგადაც წარმოიქმნება გრავიტაციული აღმდგენი ძალა, რომელიც იწვევს შენობის რხევას წონასწორობის მდგომარეობის მიმართ. ეს ძალა დამოკიდებულია მხოლოდ საყრდენების გეომეტრიულ ზომაზე და მიზიდვის ძალის აჩქარებაზე. ამის გამო ასეთ კინემატიკურ საძირკვლებს სხვაგვარად გრავიტაციულსაც უწოდებენ.

«კანადური სახლი» ერთ-ერთი განვითარებული ტექნოლოგიის, ხის სახლის მშენებლობაა. აღნიშნული ტიპი საუკეთესოდაა მიჩნეული ფასისა და ხარისხის შერწყმით, გამძლეობით, უსაფრთხოებითა და ეკონომიურობით, მშენებლობით მოკლე ვადაში, კომფორტაბელობით. მსოფლიოში კოტეჯური ტიპის ნაგებობის 80%-ია ასეთი ტექნოლოგიით აშენებული.

კანადა ცნობს ასეთი მაღალი დონის ტექნოლოგიით აშენებულ სახლებს, ამ შენობებში ცხოვრობს კანადის მოსახლეობა. სამხრეთ ამერიკა ასეთი რანგის სახლებს 200 წლის მანძილზე აშენებს. ამ ტიპის სახლებს ითვალისწინებს ევროპის მოსახლეობაც. ასი წლის მანძილზე შესრულებულია სარემონტო სამუშაოები, შეცვლილია სახლის ფასადები, მაგრამ არ შეცვლილა ხის კარკასი, ის რჩება იგივე.

ხის სახლის კარკასული კონსტრუქციის ტექნოლოგიამ მოგვცა საშუალება ეფექტური სახლის წარმოების, ეფექტური გათბობის სისტემით, გათბობის



რეკუპერაციის, რეგულარული ავტომატური ჩართვის, თბილი ჰაერის რეგულარულად შემოდინების შესაძლებლობით. ამან კი მოგვცა საშუალება უმაღლესი ხარისხის სახლის მშენებლობის. ბოლო 30 წლის განმავლობაში ამერიკის, კანადის, ნორვეგიის, ფინეთის, შვეციის სამშენებლო ორგანიზაციებმა მილიონობით დოლარი ჩადეს საჩვენებელი და კომფორტული საცხოვრებელი სახლების ასაგებად. 80% ამ ქვეყნის მოსახლეობისა აშენებს ამ კატეგორიის კომფორტულ სახლებს, რომლებიც გამოირჩევიან ეკოლოგიური სისუფთავით, დადებითი ენერჯით, მშენებლობის ახალი ტექნოლოგიით.

## **1.2. საგანგებო სიტუაციების კლასიფიკაცია და უსაფრთხოების შემცირების ფაქტორები**

წარმოშობის წყაროს მიხედვით ანსხვავებენ ბუნებრივ, ტექნოლოგიურ და ბუნებრივ-ტექნოლოგიური ხასიათის საგანგებო სიტუაციებს. ბუნებრივ საგანგებო სიტუაციებს საფუძვლად უდევს ბუნებრივი მოვლენები, რომლებიც არ არიან დამოკიდებულნი ადამიანის მოღვაწეობასთან, მათ მიეკუთვნება მიწისძვრები, ციკლონები, ქარიშხლები, ტორნადოები, წყალდიდობები, ჭექა-ქუხილი, (მეხი) მეწყერები, ზვავები, ყინულოვანი მოვლენები, ვულკანური ლავის ნაკადები ვულკანების ამოფრქვევისას, ღვარცოფები, ნიადაგის ეროზია, მეტეორიტების ცვენა და სხვა.

სეისმური საშიშროება მიწისძვრისას განისაზღვრება, როგორც გრუნტის ინტენსიური რხევით, ასევე მეორადი ფაქტორებით, როგორცაა ზვავები, მეწყერები, მიწის ზედაპირის დაწევა (დაჯდომა) და დახრა, გრუნტის გათხელება, წყალდიდობები, კაშხლებისა და დამცავი ჯებირების გარღვევა, ასევე ხანძრები.

ძლიერ ქარს, ატმოსფერული წნევის მნიშვნელოვან ცვალებადობას და დიდი რაოდენობით ნალექს შეუძლია გამოიწვიოს შენობა-ნაგებობების ნგრევა და ადამიანთა მსხვერპლი.

ჭექა-ქუხილის დროს ნალექი დიდი რაოდენობით მოდის, მაგრამ ყველაზე მეტად საფრთხეს წარმოადგენს ელექტრული განმუხტვები და მეხის ჩამოვარდნა. მას შეუძლია ხეების გაჩეხვა, ტყეში ხანძრის გამოწვევა, შენობა-ნაგებობების ნგრევა და ა.შ.

წყალდიდობის ქვეშ გულისხმობენ მდინარეში, ტბაში და ზღვაში წყლის დონის მომატების შედეგად ადგილის მნიშვნელოვან დატბორვას, რაც სხვადასხვა მიზეზებითაა გამოწვეული. სხვა დანარჩენ სტიქიურ უბედურებებს შორის განმეორადობის, გავრცელების ფართობისა და შედეგად მატერიალური ზარალის მიყენების შესაძლებლობის მიხედვით წყალდიდობა ერთ-ერთ პირველ ადგილზეა საქართველოში.

წყალდიდობების წარმოქმნის ბუნებრივ-გეოგრაფიული პირობებია: ნალექი წვიმის სახით, თოვლის და ყინულის დნობა, ცუნამი, ტაიფუნი, წყალსაცავების დაცლა.

ღვარცოფი დროის შედარებით მოკლე მონაკვეთში იწვევს წყალსადინარის კალაპოტის მნიშვნელოვან ცვლილებას. მაღალი სიმკვრივე და სიჩქარეები უზრუნველყოფენ მაღალ ენერგეტიკულ დონეს, რის გამოც ის დიდ საფრთხეს წარმოადგენს მეურნეობის სხვადასხვა ობიექტებისათვის.

მეწყერი იწყებს მოძრაობას ფერდობის წონასწორობის დარღვევის შედეგად, რომელიც გრძელდება წონასწორობის ახალი მდგომარეობის მიღწევამდე. მეწყერით გამოწვეული ქანების მნიშვნელოვან გადაადგილებებს შეუძლია კატასტროფულ შედეგამდე მიგვიყვანოს და სტიქიური უბედურების ხასიათი მიიღოს, მეწყერს შეუძლია ცალკეული ობიექტები დაანგრიოს და საფრთხე შეუქმნას დასახლებულ პუნქტებს, გაანადგუროს სოფლის მეურნეობის სავარგულები, დააზიანოს კარიერები, კომუნიკაციები, გვირაბები, მილსადენები, სატელეფონო ქსელები, წყალმეურნეობის ნაგებობები.

ზვავი წარმოადგენს მნიშვნელოვან საფრთხეს. მათი ჩამოსვლისას ილუპებიან ადამიანები, ნადგურდება მატერიალური სიმდიდრე, პარალიზდება ტრანსპორტის მუშაობა, იბლოკება მთელი რაიონი, შეიძლება წარმოიქმნას

წყალსატევის წყალდიდობა. ზვავური აქტივობა იწვევს საღვარცოფე მასალის დაგროვებას, რადგან თოვლთან ერთად გამოიტანება ქვის მასა და რბილი გრუნტი.

ტექნოლოგიური საგანგებო სიტუაციები უმთავრესად განპირობებულია ადამიანის ტექნიკური მოღვაწეობით. ასეთი ტიპის საგანგებო სიტუაციების მაგალითებს წარმოადგენს ავარიული აფეთქებები და ხანძრები, რადიაციული და ქიმიური ავარიები, ტერორისტული აქტები და სხვა.

აფეთქებასთან დაკავშირებული ავარიების პოტენციური ობიექტებია ფეთქებად და ცეცხლსაშიშ ნივთიერებათა საწყობები და საცავები. მათ მიეკუთვნება ნავთობსაწყობები და ნავთობის ბაზები, სარაკეტო საწვავის საწყობები, საარტილერიო, საინჟინრო საბრძოლო მასალის საწყობები, ასაფეთქებელ ნივთიერებათა საწყობები და ა.შ. გარდა ამისა მძიმე ავარიებთან და ადამიანთა მსხვერპლთან დაკავშირებული აფეთქებები სამოქალაქო და სამრეწველო საწარმოებშიც ხდება. ფეთქდება ქვაბები საქვაბეებში, აირები, აპარატები, პროდუქცია და ნახევარფაბრიკატები ქიმიურ საწარმოებში, ბენზინისა და სხვა კომპონენტების აირები ნავთობგადამამუშავებელ ქარხნებში, ფქვილის მტვერი წისქვილკომბინატებსა და მარცვლეულის ელევატორებში, შაქრის პუდრა შაქარ-სარაფინადო ქარხნებში, ხის მტვერი და ლაქსაღებავების აირები ხის გადამამუშავებელ კომბინატებში, აირულ კონდენსატებში, აირსადენებიდან გაჟონვისას და ა.შ. ასევე ასაფეთქებელ ნივთიერებათა აფეთქების შემთხვევებია დაფიქსირებული ტრანსპორტირებისას. განსაკუთრებით საშიშია აფეთქების მძიმე შედეგებით მაღარო და შახტები, სადაც ფეთქდება ქვანახშირის მტვერი და აირი.

ხანძარი ხშირად გამოწვეულია ტექნოლოგიური პროცესებით, გაუთვალისწინებელი სტიქიურად განვითარებული წვით. ხანძრის ჩაქრობასთან, მის ლოკალიზაციასთან, ხალხისა და მატერიალური სიმდიდრის გადარჩენასთან დაკავშირებული სამუშაოების წარმოების თვალსაზრისით ხანძრების კლასიფიკაცია სამ მთავარ ზონას მოიცავს. ცალკეული ხანძრების, მასიური და გაბმული ხანძრების და ჩამონაქცევში ხანძრების ფერფლის ზონები. ხანძრები შეიძლება იყოს ტყის, ტორფის, საველე (მინდვრის), ქალაქებსა და დასახლებულ პუნქტებში, აირების, აირნავთობებისა და ნავთობპროდუქტების წვით გამოწვეული.

ბუნებრივ-ტექნოლოგიურ საგანგებო სიტუაციებს მიაკუთვნებენ ისეთ საგანგებო სიტუაციებს, როცა ბუნებრივი მოვლენები იწვევენ კატასტროფულ შედეგებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან ტექნოლოგიური ავარიიდან და კატასტროფებიდან. ამ უკანასკნელი ტიპის საგანგებო სიტუაციების მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ პერიოდული დატბორვა ზოგიერთი რაიონების, სადაც აშენებულია და კვლავაც გრძელდება მრავალსართულიანი სახლების მშენებლობა, რაც ზრდის მოსახლეობის კონცენტრაციას, ფუნქციონირებს საშიში (მაგალითად ქიმიური) საწარმოები. ზემოთაღნიშნული წყალდიდობები და ღვარცოფები ასეთ რაიონებში იწვევენ მომწამვლელი ნივთიერებებითა და საყოფაცხოვრებო ნარჩენებით მასიურ დაბინძურებას, რასაც მრავალჯერადი განმეორებისას მივყავართ ეკოლოგიურ კატასტროფამდე. სხვა მაგალითად, შეიძლება მოვიყვანოთ მასიური ხანძრები, რომლებიც გამოწვეულია მიწისძვრის ზონებში, ელექტროხაზების მოკლე ჩართვებით და ადამიანის მოღვაწეობის სხვა ელემენტებით. ტექნოლოგიური ავარიებისა და კატასტროფების ბუნებრივი მოვლენებით პროვიცირება ხანძარს აქცევს უფრო საშიშად. შენობა-ნაგებობების ავარიებისა და დაზიანებების მიზეზები, შეიძლება იყოს მათი დაპროექტებისას დაშვებული შეცდომები, დაბალი ხარისხის მასალების გამოყენება, მშენებლობის წესების დარღვევა, კონსტრუქციების არასწორი ექსპლუატაცია. აღნიშნული შეცდომები და დარღვევები ხშირ შემთხვევაში მთავრდება კატასტროფით.

ავარიების მიზეზების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მართალია დაპროექტებისას დაშვებული შეცდომების შედეგად ავარიების წილი დაზიანებათა საერთო რაოდენობაში მცირეა, მაგრამ ამ შეცდომებს მოსდევს კატასტროფული ხასიათის ავარიები, დიდი მატერიალური ზარალით. საჭიროა თითოეული პროექტის შემოწმება და კვალიფიციური ექსპერტიზა ნაგებობების საიმედოობის თვალსაზრისით. გასაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ გეომეტრიული ზომების დასაშვები ფარგლებიდან გადახრებით დამზადებული ელემენტების მონტაჟის შედეგად არ მივიღოთ დაქვეითებული ზიდვის უნარის მქონე ნაგებობა. გამოყენებული მასალის სიმტკიცისა და დეფორმაციის მცირე გადახრამ ნორმატიულისაგან, სამუშაო წესების ან ექსპლუატაციის უმნიშვნელო დარღვევამაც კი არ გამოიწვიოს კატასტროფა. პროექტი არ უნდა შეიცავდეს ისეთ კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებს,

რომელთა ხარისხიანად შესრულება მასობრივი მშენებლობის პირობებში მეტად რთულია, პროექტში გათვალისწინებული უნდა იყოს ის ნაკლოვანებები, რომლებსაც ავლენს მშენებლობის პრაქტიკა.

მასშტაბის მიხედვით საგანგებო სიტუაციების კლასიფიცირება ხდება შემდეგნაირად: გლობალური, რეგიონალური, ადგილობრივი და საობიექტო. დედამიწის მოსახლეობა და ტერიტორია მრავალრიცხოვანი მეურნეობის ობიექტებით ექცევა 50 საშიში ბუნებრივი და ტექნოლოგიური პროცესის ზემოქმედების ქვეშ. 30 წლის განმავლობაში (1962-92წ.წ.) კატასტროფული ბუნებრივი და ტექნოლოგიური ავარიების და კატასტროფების გამო დაიღუპა დაახლოებით 4 მლნ. ადამიანი, ხოლო დაზიანებულთა რიცხვმა 3,3 მლნ-ს გადააჭარბა. მარტო პირდაპირმა ეკონომიკურმა ზარალმა ამ პროცესების გამო შეადგინა დაახლოებით 380 მილიარდი დოლარი, ხოლო საორიენტაციოდ ჯამური ზარალი ფასდება 1,15 ტრილიონი დოლარით.

ზემოთაღნიშნულ ზემოქმედებებს შორის დღეისათვის ადამიანთა ცხოვრებისათვის საშიშროებას წარმოადგენენ გვალვები (დაღუპულთა და დაზიანებულთა 50%-ზე მეტი), წყალდიდობები (36%), ქარიშხლები, ტაიფუნები და შტორმები (8%), აგრეთვე მიწისძვრები (2-3%).

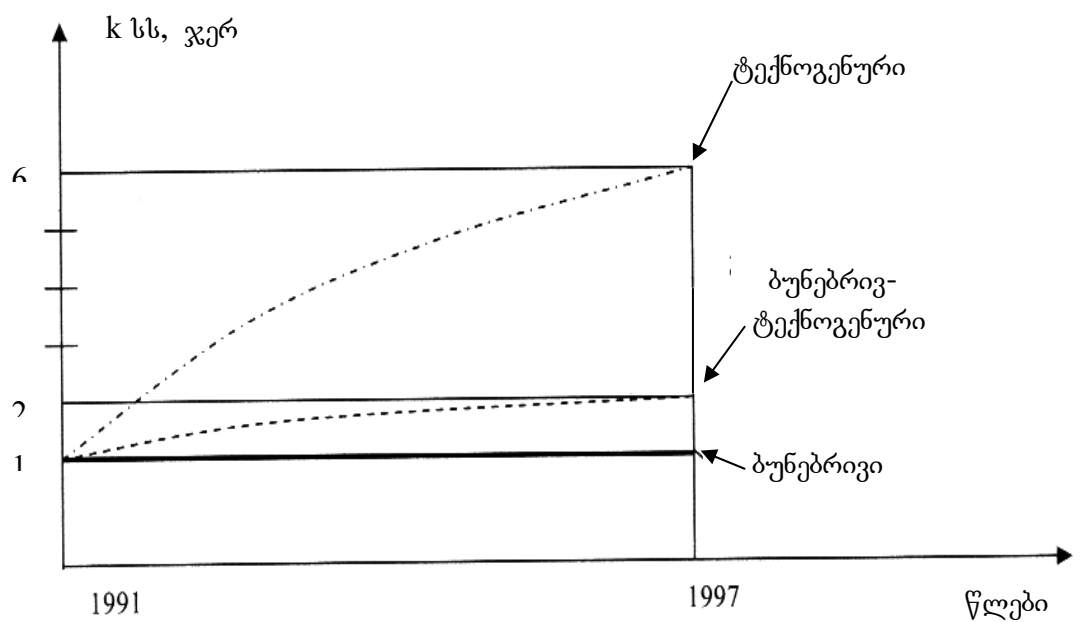
კატასტროფული ნგრევები სამშენებლო კონსტრუქციების, შენობა-ნაგებობების და შესაბამისი ეკონომიკური დანაკარგები ხშირ შემთხვევაში დაკავშირებულია ზემოთ ჩამოთვლილ ჰიდრომეტეოროლოგიურ საშიშროებებთან (ყველა დანაკარგების 43%), მიწისძვრებთან (27%) და წყალდიდობებთან (20%). [11].

არსებული ფაქტორებით მონაცემებისა და გაანგარიშებული დანაკარგების სიდიდეებით ყოფილ საბჭოთა კავშირში 30 წლის განმავლობაში დაზარალდა 540 ათასი ადამიანი. ჯამურმა ეკონომიკურმა ზარალმა (1990წ. ფასებით) შეადგინა 500-570 მილიარდი მანეთი. ძირითადი დანაკარგები მოსახლეობაში ბუნებრივი საგანგებო სიტუაციებისას წარმოიშვა წყალდიდობების შედეგად (დახლოებით 30% დაღუპული), მეწყერებისა და ჩამოზავების შედეგად (21%), ზვავებისა და ქარიშხლების შედეგად (14-14%), ღვარცოფების შედეგად (3%), ზღვებისა და წყალსაცავების ნაპირების გადმოსვლის შედეგად (3-3%). ეკონომიკური ზარალის მთავარ მიზეზებს წარმოადგენენ: ნიადაგის ეროზია

(დაახლოებით ყველა დანაკარგის 24%), ტერიტორიების დატბორვა (14%), წყალდიდობები და ნაპირების ჩამოშლა (13-13%), მეწყერები და ჩამოზავება (11%), მიწისძვრა (8%).

სახიფათო ტენდენციას წარმოადგენს მთელ მსოფლოში საგანგებო სიტუაციების რაოდენობის ზრდა და გამომდინარე დანაკარგები. 1962-92წ.წ. დაღუპულთა საშუალო წლიური რაოდენობის ზრდამ შეადგინა 4,3%, ეკონომიკურმა ზარალმა 10,4%. ამის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს რთული ტექნიკური სისტემები რომლებიც ქმნიან ცხოვრების ხელოვნურ გარემოს და ამასთან იზრდება ამ სისტემების მწყობრიდან გამოსვლის შესაძლებლობაც (ავარიები). გარდა ამისა, გაიზარდა ადამიანის მოღვაწეობის გავლენა ამ სისტემების გამოყენებით ცხოვრების ხელოვნურ გარემოზე, რაც განსაკუთრებით ნეგატიურად აისახა ბოლო ათწლეულებში.

ეკონომიკის კრიზისი, მრავალრიცხოვანი პოტენციურად საშიში ტექნიკური სისტემების გამყარების სახსრების არარსებობა, მოსახლეობისა და განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო ობიექტების უსაფრთხოების პოლიტიკაში სტრატეგიული შეცდომების დაშვება, რაც ძირითადად განპირობებულია სტიქიური უბედურებების ფაქტორებით, იწვევს საგანგებო სიტუაციების მკვეთრ ზრდას, რისი გრაფიკიც მოყვანილია, უკანასკნელ წლებში, დსთ-ს სივრცეში განვითარებული მოვლენების მაგალითზე (ნახ. 1.1.) [40].

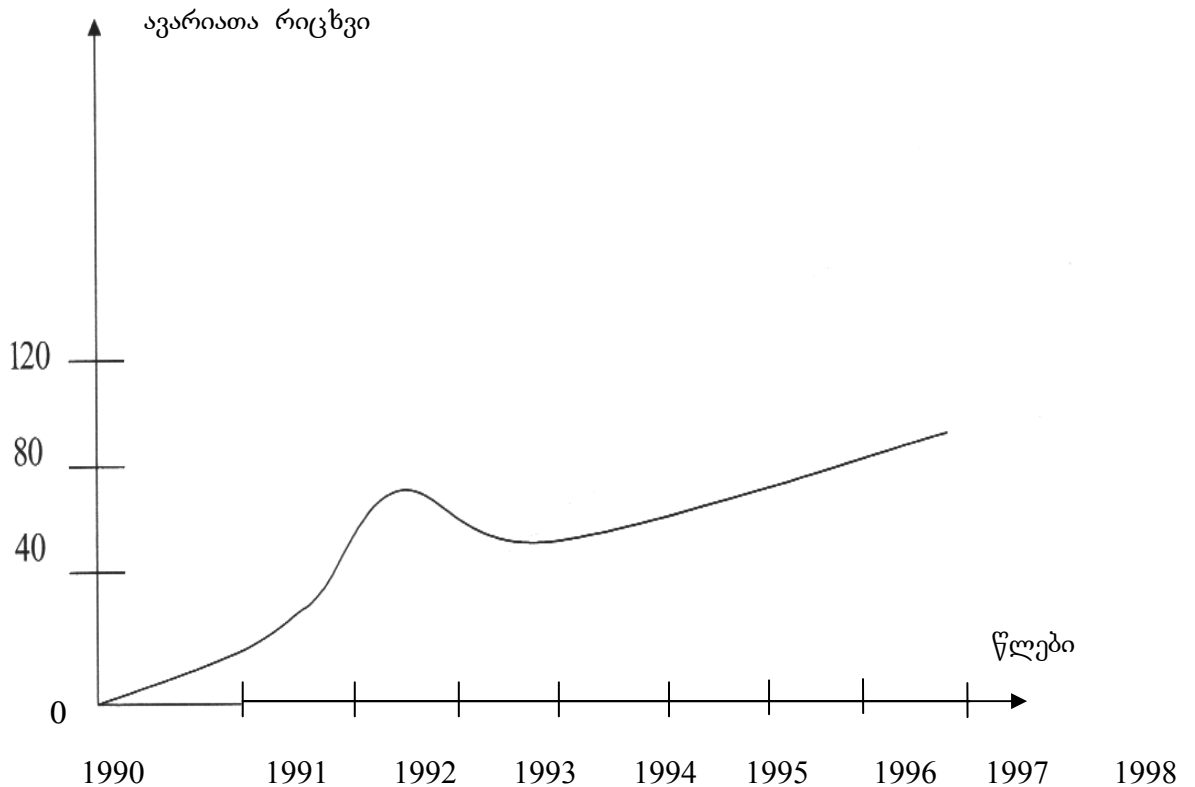


ნახ. 1.1. ბუნებრივი, ტექნოგენური და ბუნებრივ-ტექნოგენური ავარიებისა და კატასტროფების რიცხვის ფარდობითი ზრდა დსთ-ს ქვეყნებში.

ნახ.1.1-ზე **K** ფარდობითი ზრდის კოეფიციენტი.

განხილულ საგანგებო სიტუაციებთან ერთად დიდი მნიშვნელობა აქვს სოციალურ საგანგებო სიტუაციებსაც, რისგანაც გამოწვეულია ნაადრევი სიკვდილიანობის 80%. ამ ჯგუფის საგანგებო სიტუაციების განხილვა გამოდის ჩვენი განხილვის სფეროდან, მაგრამ დადგენილია, რომ სოციალური რყევები უშუალო ზემოქმედებას ახდენენ ტექნოლოგიური სასარგებლო სიტუაციების ზრდაზე.

ნახ. 1.2-ზე ნაჩვენებია 1990-98 წლებში დსთ-ს ქვეყნებში მომხდარი ყველა ტექნოლოგიური ავარიების რაოდენობის დინამიკა [40,41]. ნახაზიდან ჩანს, რომ საგანგებო სიტუაციების რაოდენობის ზრდა არ არის მდგრადი, იგი იცვლება ნახტომისებურად.



## ნახ. 1.2. ტექნოგენური ავარიების რიცხვითი დინამიკა დსთ-ს ქვეყნებში

საგანგებო სიტუაციების რაოდენობის ზრდა განპირობებულია არა მხოლოდ ზემოთხსენებული ფაქტორებით, რომლებიც ძირითადად მიეკუთვნებიან ადამიანის მოღვაწეობას. ცნობილია კატაკლიზმები, რომლებიც ჩვეულებრივ ხდება ასწლეულების მიჯნაზე. დაკვირვებები აგრეთვე გვიჩვენებენ, რომ ამ ფაქტორზე ზემოქმედებას შეიძლება ახდენდეს კოსმოსი, კერძოდ მზის მოქმედება.

საგანგებო სიტუაციებით გამოწვეულ დაღუპულთა მუდმივ ზრდას გარდაუვალად მივყავართ იქამდე, რომ ერთიანი ეროვნული პროდუქტის ზრდის უფრო და უფრო მეტი წილი მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ხმარდება არა ეკონომიკურ და სოციალურ განვითარებას, არამედ დაზარალებულთათვის დახმარების გაწევასა და დანგრეულის აღდგენას.

## 1.3. უსაფრთხოების სოციალურ-ეკონომიკური ასპექტი

საგანგებო სიტუაციების გავლენა სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემაზე, მთელ რიგ სამშენებლო კომპლექსებზე, ცალკეულ ობიექტებზე, კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში სხვადასხვაგვარია მისი ხანგრძლივობით და ზემოქმედების ხასიათით. სხვადასხვაგვარია მიყენებული ზარალიც.

საგანგებო სიტუაციები ზემოქმედების ხასიათის მიხედვით შეიძლება იყოს დამანგრეველი, პარალიზებადი (მაგალითად, ტრანსპორტის მოძრობის შეჩერება) და დაუძლურებადი (მოსავლის, წყლის მარაგის და სხვა ბუნებრივი რესურსების შემცირებადი). ნიშანდობლივია რომ სხვადასხვა ობიექტებისათვის ერთი და იგივე საგანგებო სიტუაციების ხასიათი შეიძლება იყოს სხვადასხვა (მაგალითად, წყალდიდობა შეიძლება იყოს დამანგრეველი ქალაქისათვის, პარალიზებადი – დატბორილი სამანქანო გზებისათვის და დაუძლურებადი – მოსავლისათვის).



საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის ძირითად სახეებს წარმოადგენენ: სოციალური, ეკონომიკური და ეკოლოგიური.

განვიხილოთ თითოეული ცალცალკე.

## სოციალური ზარალი

სოციალური ზარალი ჩვეულებრივ იზომება საგანგებო სიტუაციების დროს მსხვერპლის, დაჭრილებისა და დაზარალებულების რაოდენობით. რიგ შემთხვევებში, აგრეთვე მხედველობაში დებულობენ იმ ადამიანთა რიცხვს (რაოდენობას), ვისაც მეტნაკლებად შეეხო საგანგებო სიტუაციებიდან გამომდინარე შედეგები, საგანგებო სიტუაციების ფარგლებს გარეთ.

გასული საუკუნის 80-იანი წლების ბოლოს სიცოცხლის საშუალო ღირებულება შეადგენდა დაახლოებით 120 ათას დოლარს. მაგალითისათვის თუ შევნიშნავთ, რომ, 1990წ. ყოფილი საბჭოთა კავშირის ეროვნული სიმდიდრე შეადგენდა დაახლოებით 30 ტრილიონ მანეთს, ხოლო მოსახლეობის ღირებულება – 100-200 ტრილიონ მანეთს, მივალთ იმ დასკვნამდე, რომ ნებისმიერი ქლაქის მოსახლეობა მნიშვნელოვნად ღირებულია, ვიდრე თვით ქლაქი.

პირდაპირ სოციალურ ზარალთან ერთად არსებობს ირიბი, რომელშიც გამოყოფენ ეთნო-სტრუქტურულ და სოციალურ-ფსიქოლოგიურ შემადგენლობებს.

ეთნო-სტრუქტურული ზარალი – ეს არ არის მხოლოდ ხალხის დაღუპვა, არამედ ეს არის ეთნოსების დაღუპვა, როდესაც ხალხები სამუდამოდ ტოვებენ სამშობლოს ან რომლებიც ისტორიული ღირებულებების დანგრევის შედეგად კარგავენ მას.

იმ ხალხის ეთნიკური თვითშეგნების დაკარგვა, რომელმაც სამუდამოდ დატოვეს სამშობლო ან სოციალურ-ფსიქოლოგიური ზარალი მდგომარეობს კეთილდღეობის შეგრძნების საერთო შემცირებაში მომხდარი უბედურების სიმძიმის ქვეშ ან ნანგრევებში ხანგრძლივი ცხოვრებით.

## ეკონომიკური ზარალი

საგანგებო სიტუაციებისაგან მიღებული ეკონომიკური ზარალი მდგომარეობს ძირითადი ფონდების (შენობები, ნაგებობები, მოწყობილობები, და ა.შ.), საბრუნავი ფონდების (ნედლეულის, საწვავის, ნახევარფაბრიკატების და ა.შ.), მზა პროდუქციის, მოსავლის, პირუტყვის, პირადი ქონების და სხვათა პირდაპირ დანაკარგებში. მიღებულია, რომ პირდაპირი დანაკარგების დათვილისას მხედველობიდან რჩებათ მისი რეალური სიდიდის დაახლოებით 30%.

ირიბი ეკონომიკური ზარალი წარმოიქმნება ხელიდან გაშვებული მოგების შედეგად (პროდუქციის სრულად მიუღებლობა და ა.შ.), საწარმოებში არსებული დაზიანებების არსებობის დროს, ხალხისა და ტექნიკის მოცდენისას ავარიულ-სამაშველო და სარემონტო-აღდგენითი სამუშაოების განხორციელებისას, თვითღირებულების ზრდის ან პროდუქციის ხარისხის შემცირებისას, აგრეთვე პარალელურად მომუშავეთა დანახარჯებით, რომლებიც იძულებულნი ხდებიან გამოიყენონ მომარაგების, ტრანსპორტის სხვადასხვა საშუალებები და ა.შ. ზარალის ამ სახემ შეიძლება შეადგინოს 30-დან 40%-მდე პირდაპირი ზარალი, ამასთან რაც უფრო მეტია მასშტაბი და სირთულე სოციალურ-ეკონომიკური სისტემისა, მით მაღალია ირიბი ზარალი.

## ეკოლოგიური ზარალი

ბუნება თავის თავს ეკოლოგიურ ზარალს არ აყენებს. მაგრამ მას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ბუნებრივი ტექნოგენური ხასიათის საგანგებო სიტუაციებისას.

ექსპლუატირებული ბუნებრივი რესურსების პირდაპირ დანაკარგებს უწოდებენ ეკოლოგიურ-ეკონომიკურ ზარალს. ბუნებრივი გარემოს (ბიოსფერო) დანაკარგებს, მიაკუთვნებენ ეკოლოგიურ ზარალს.

არსებული ეკოლოგიური ზარალის შეფასება ჯერჯერობით მცირედით თუ პასუხობს ბუნებრივ გარემოზე საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის რეალურ შედეგებს. მაგალითად, ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალის დათვლისას, ინდუსტრიული ეკონომიკის კრიტერიუმებზე დაფუძნებული ბუნებრივი რესურსები ფასდება ამ რესურსების აღმოჩენაზე, გადამუშავებასა და მომხმარებლისათვის მიწოდებაზე გაწეული ხარჯებით. მიწის ფასი იანგარიშება სხვადასხვა დანიშნულებისათვის და მოხმარებისათვის მეიჯარეზე გადაცემული ნაკვეთების დანახარჯების სიდიდით, იმ დაბრუნებული მიწების ღირებულებით, რომლებიც გაფუჭდა სამრეწველო მოღვაწეობის ან ეკოლოგიური ზარალის შედეგად და საჭიროებენ აღდგენას. აღნიშნული მიწის მფლობელი (მეიჯარე) მიწის ფასის მიუხედავად მაინც თანახმაა გადაიხადოს სახელშეკრულებო ღირებულება, მიუხედავად საკუთარი ეკოლოგიური ზარალისა, რადგანაც მისთვის ეს მაინც მომგებიანია, რამდენადაც დანახარჯები ეკოლოგიური შედეგების ლიკვიდაციაზე ირიცხება განზოგადებულ ეკონომიკურ მაჩვენებლებში (ერთიანი ეროვნული პროდუქტი და აშ.).

#### **1.4. საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალის შეფასება**

საგანგებო სიტუაციებისაგან მიყენებული ზარალი იკრიბება აუცილებელი და გარდაუვალი დანაკარგებით.

უცილებელი დანაკარგები ჯამდება მშენებლობის გამძვირებითა და ობიექტების, სატრანსპორტო და საინჟინრო სისტემების ექსპლუატაციით საგანგებო სიტუაციების ეფექტის შემცირების ან დამატებით დაცვითი ღონისძიებების ხარჯზე, სახსრებით დანახარჯებზე და ა.შ.

გარდაუვალი დანაკარგები იზომება აბსოლუტურ და ფარდობით მაჩვენებლებში. აბსოლუტური დანაკარგების საზომს, ჩვეულებრივ, წარმოადგენს მსხვერპლის, დანგრეული შენობების რაოდენობა და .აშ. გამოსახული ნატურალურ და ფულად მაჩვენებლებში. ფარდობითი დანაკარგები იზომება მთლიანი დაკარგულის წილით, მაგალითად პროცენტებში, ერთიანი ეროვნული პროდუქტიდან და .აშ. ეს საშუალებას იძლევა შეფასდეს დანაკარგის სიმძიმე და მოხდეს დანაკარგის შევსება. საგანგებო სიტუაციებისას, უპირველეს ყოვლისა, გაიანგარიშება აბსოლუტური დანაკარგები გადაწყვეტილებების სწრაფად მისაღებად, დაზარალებული რაიონისათვის, დახმარების სახით, ავარიულ-სამაშველო ზომების გასატარებლად.

ყოფილ საბჭოთა კავშირის სამოქალაქო თავდაცვაში და დსთ-ს ქვეყნებში შემუშავებულია საგანგებო სიტუაციების შემდეგი გრადაცია, რომელიც დაფუძნებულია შედეგების სიმძიმეზე:

– მსხვერპლის რაოდენობით:

- 1) მსუბუქი საგანგებო სიტუაციები, უმსხვერპლო;
- 2) საშუალო სიმძიმის – მსხვერპლის რაოდენობით 10-მდე;
- 3) მძიმე – 100-მდე;
- 4) საგანგებოდ მძიმე – 1000-მდე;
- 5) კატასტროფული 1000-ზე მეტი რაოდენობის მსხვერპლი.

– მოსახლეობის რაოდენობით, რომლებიც იმყოფებიან საფრთხის ქვეშ (საჭიროებენ ევაკუაციას):

- 1) უმნიშვნელო საგანგებო სიტუაციები – 100 კაცამდე;
- 2) საშუალო საშიშროების – 1000 კაცამდე;
- 3) საშიში – 10000კაცამდე;
- 4) საგანგებოდ საშიში – 10000-ზე მეტი ადამიანი;

– დაზიანებული ტერიტორიის სიდიდით:

- 1) საგანგებო სიტუაციები, რომლებიც მოიცავენ საწარმოებს;
- 2) ადგილობრივი – ერთი ადმინისტრაციული ოლქის ფარგლებში;
- 3) რეგიონალური – მეტი ვიდრე ერთ ოლქში;
- 4) კონტინენტალური;
- 5) გლობალური.

ეკონომიკური ზარალის მიხედვით (1980-იანი წლების ფასებში): უმნიშვნელო საგანგებო სიტუაციები – 100 ათას მანეთამდე; საშუალო, დიდი და მასშტაბური საგანგებო სიტუაციები, შესაბამისად, 1 მილიონამდე, 500 მილიონამდე და 500 მილიონ მანეთზე მეტი.

უბედურებების დროს დახმარების გაწევის „გაერო“-ს ბიურო საგანგებო სიტუაციებს ყოფს შემდეგნაირად:

1. შემთხვევები – ხალხის სიცოცხლის ხელყოფის საშიშროება;
2. უბედური შემთხვევები;
3. ავარიები – დაზარალებულთა რაოდენობა 1000 კაცამდე;
4. უბედური შემთხვევები და კატასტროფები – დაზარალებულთა რაოდენობა 1 მილიონამდე და 1 მილიონზე მეტი ადამიანი.

პროფესორ ს. ი. მიაგოვის მიერ წარმოდგენილი საგანგებო სიტუაციების საერთო კლასიფიკაცია მოცემულია ცხრილის სახით (ცხრ. 1.1.), რაციონალურ-ეკონომიკური სისტემებისათვის შედეგების სიმწვევების მიხედვით. საგანგებო სიტუაციები, რომელთა შედეგების ლიკვიდირება ხდება არაუმეტეს რამოდენიმე დღისა (მოკლე წვიმებით გამოწვეული წყალდიდობები, ერთეული გზების დაზიანება და ა.შ.), მხოლოდ მსუბუქად არღვევენ მოსახლეობის ცხოვრების რეჟიმსა და საწარმოების მუშაობას, ჩვეულებრივ არ იწვევენ სასიცოცხლო უზრუნველყოფის სარეზერვო ვარიანტებზე გადასვლას. მაგრამ ასეთი გადასვლა აუცილებელია, თუკი საგანგებო სიტუაციების შედეგების ლიკვიდირება შესაძლებელია მხოლოდ უფრო ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, ვთქვათ ერთ წლამდე.

საგანგებო სიტუაციების კატეგორიები	დანაკარგების აღდგენა		საგანგებო სიტუაციებით დამდგარი შედეგი	ალბათობის რაოდენობა სს/წელი
	მთლიანად ან ნაწილობრივ	ვადა		
სს-1 ძალიან მსუბუქი	მთლიანად	3 დღელამე	ძირითადად კომუნიკაციების მუშაობის მოშლა, დაღუპულთა რიცხვი $10^0$ - $10^1$ სოციალურ- ეკონომიკური სისტემის (სეს) სხვა დანაკარგები პრაქტიკულად ძალიან მცირეა.	$10^1$ - $10^2$
სს-2 მსუბუქი	მთლიანად	1 წლამდე	დასახლებული პუნქტების, საწარმოებისა და კომუნიკაციების დაზიანება, მოსავლის დანაკარგი და სხვა, დაღუპულთა რიცხვი $10^2$ - $10^4$ -მდე.	1-10 $10^0$ - $10^1$
სს-3 საშუალო	მთლიანად	5-7 წლ-მდე	დასახლებული პუნქტებისა და საწარმოების დაზიანება და ნგრევა. მოსავლის დანაკარგი და სხვა, მაგრამ სოციალურ- ეკონომიკური სისტემის (სეს)	$10^{-1}$ - $10^0$

			ბუნებრივი საფუძვლის არსებითი ზარალის გარეშე. დალუპულთა რიცხვი $10^4$ - $10^5$ -მდე.	
სს-4 მბიბე, ძლიერი	ნაწილობრივ	7 წელზე ზევით	მოსახლეობისა და სოციალურ- ეკონომიკური სისტემის (სეს) ბუნებრივი საფუძვლის არსებითი დანაკარგები. დალუპულთა რიცხვი $10^5$ - $10^6$ -მდე.	$10^{-4}$ - $10^{-3}$
სს-5 გამანადგურებელი	ეკონომიკის ნგრევა (ზარალი), რომელიც არ ექვემდებარება აღდგენას		სოციალურ- ეკონომიკური სისტემის (სეს) პრაქტიკულად მთელი ბუნებრივი საფუძვლის დანაკარგი, მისი არსებობის შწყვეტით.	

თუკი საგანგებო სიტუაციებისაგან მიღებული დანაკარგები (ძლიერი მიწისძვრები, წყალდიდობები და ა.შ.) აღდგენილია 5-7 წლის განმავლობაში, შეჯერებულია კაპიტალდაბანდებების ამოგების ვადასთან, მიზანშეწონილია დადგეს საკითხი არჩევის შესახებ საგანგებო სიტუაციებში მეურნეობის დაზიანებული ელემენტების იოლად აღდგენასა და მათ მოდერნიზებას შორის.

მოყვანილი კლასიფიკაცია მოიცავს რიგ არსებულ კერძო შკალებს, მაგალითად, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების ბიოლოგიური საშიშროების

შკალა (დბშ), ეკოლოგიური სიტუაციების სიმძიმის შკალა (ესშ), გეოლოგიური გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შკალა (გგმშ) და სხვა.

საგანგებო სიტუაციების – III კატეგორიას მიეკუთვნება არც თუ ძალიან დამანგრეველი მიწისძვრები, ძლიერი წყალდიდობები, ხანგრძლივი გვალვები და ა.შ.

საგანგებო სიტუაციების – V კატეგორიის მაგალითებს წარმოადგენენ ჩერნობილის ატომური ელექტროსადგურის მახლობელი ზონები, მოსახლეობის დალუპვის შემთხვევები წარსულში ნიადაგების დამლაშების გამო, მიწების გაუწყლოება და დატბორვები.

პირველი და მეორე საგანგებო სიტუაციები მოსახლეობის უმეტესი ნაწილისათვის უსიამოვნო მდგომარეობაა, რომელიც იწვევს გაღიზიანებას და ა.შ. მესამე კატეგორიის საგანგებო სიტუაციებს შეუძლიათ არსებითად შეცვალონ სოციალურ-ფსიქოლოგიური მდგომარეობა, ემიგრაციის «აფეთქების» გამოწვევით. საგანგებო სიტუაციების მეოთხე კატეგორია ქმნის საერთო გულგატეხილობას, იწვევენ ცხოვრებისეული ფასეულებების შეცვლას და სოციალურ რყევებს. საგანგებო სიტუაციების მეხუთე კატეგორია გადარჩენილი ხალხისათვის რჩება, როგორც ცხოვრების დამანგრეველი მოვლენა.

მოყვანილი მონაცემები ამტკიცებენ იმ ფაქტს, რომ საგანგებო სიტუაციების შედეგად პრაქტიკაში ზარალის შეფასების საფუძვლად მიიღება, როგორ წესი, ადამიანის სიცოცხლის ხელყოფის, ან ჯანმრთელობის დაკარგვის შესაძლებლობა. ეს დახასიათება პირდაპირ უკავშირდება დასაშვებ რისკს, რომელიც ჩვეულებრივ გაიანგარიშება 1 წელზე ადამიანთა სიცოცხლის ხელყოფის სიდიდით, აგრეთვე შესაძლებელია დასაშვები რისკის სხვა მოყვანილი მაჩვენებლები, მაგალითად შენობა-ნაგებობების ნგრევისას გამოწვეული მატერიალური ზარალი და ადამიანთა სიკვდილიანობის რიცხვი.



## *თავი 2. მეთოდური მიდგომები ავარიების ანალიზის და რისკის შეფასებისადმი*

### **2.1. შესავალი**

ფიზიკის პოზიციიდან, ავარია ეს არის დამანგრეველი არაკონტროლირებადი ენერჯის ან ქიმიურად (ბიოლოგიური, რადიაციული) აქტიური კომპონენტების გამონთავისუფლება. ტექნოლოგიური საგანგებო სიტუაციების, ადამიანის საწარმოო-სამეურნეო მოწყობილობასთან მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის გაანალიზებისას, შეიძლება გამოიყოს, ავარიების რაოდენობის და მისი მასშტაბების ზრდის მიხედვით, სამი ჯგუფი:

ობიექტური (ახსიათებთ განვითარებული მრეწველობის ქვეყნებს) – ტექნოლოგიური დატვირთვებისა და პარამეტრების ამაღლება (წნევების, ტემპერატურების, სიმძლავრეების, ძაბვების კონცენტრაციის, სიჩქარის და ა.შ.) ამაღლება, ადამიანის საწარმოო-სამეურნეო მოღვაწეობის გაძლიერება, წარმოების კონცენტრაციის ამაღლება.

სუბიექტური – უგულებელყოფა, ან არაკომპეტენტური დამოკიდებულება სამრეწველო უსაფრთხოების საკითხებისადმი, დაშვებული შეცდომები ან დეფექტები პროექტირებისას, მონტაჟისას და ობიექტების (სისტემის) ექსპლუატაციის სტადიაზე.

სპეციფიკური (ქვეყნებისათვის ამ ეტაპზე) – ძირითადი ფონდების ცვეთა, რიგი ტექნოლოგიების ჩამორჩენილობა, მოწყობილობის არასაკმარისი ექსპლუატაციის დონე დაცვის სისტემების, რომლებიც ყოველთვის არ პასუხობენ სტანდარტებს.

აბსოლუტური უსაფრთხოება გააჩნიათ მხოლოდ იმ სისტემებს, რომლებსაც საერთოდ არ გააჩნიათ ენერგეტიკული პოტენციალი, აგრეთვე აქტიური ქიმიური და ბიოლოგიური კომპონენტები. სხვა შემთხვევებში ავარიის რისკი არ არის ნულის ტოლი.

რისკის შემცირება შეიძლება, მხოლოდ შესაძლოდ მცირე სიდიდეებამდე, დაცვის საფეხურების გაზრდის, სამედლობის ამაღლების, ეფექტური კონტროლის გაზრდის და რეგლამენტური სამუშაოების თავისდროული შესრულების ხარჯზე.

## 2.2. ავარიათა რისკი პოტენციურად საშიშ ობიექტებზე

ავარიის ალბათობის ლოგიკა ეს არის ორი ან რამდენიმე არასასურველი შემთხვევის წარმოშობის შედეგი (მაგალითად, გაზგაყვანილობის ჰერმეტიკულობის მწყობრიდან გამოსვლა და დაცვითი სისტემის უმოქმედობა).

მეცნიერებაში განასხვავებენ მოვლენათა სამ ტიპს: დეტერმინირებულს, შემთხვევითსა და განუსაზღვრელს. შემთხვევითი და განუსაზღვრელი მოვლენები შეიძლება წარმოიშვას ან არ წარმოიშვას, ანუ მათი გამოვლინება არაერთმნიშვნელოვანია. როგორც წესი ავარიებს ადგილი აქვთ შემთხვევითი და განუსაზღვრელი მოვლენების დამთხვევის შედეგად, ამიტომაც ავარიის წარმოშობის საშიშროებას აფასებენ ალბათობის მაჩვენებლებით.

ერთ ობიექტზე ავარიის წარმოშობის საშიშროების შეფასება შესაძლებელია რისკის ფუნქციის მეშვეობით (თუნდაც ერთი ავარიის ალბათობა ობიექტზე  $\tau$  დროის განმავლობაში):

$$Q=1-\exp(-\omega\tau) \quad (2.1)$$

სადაც  $\omega$  ავარიათა ნაკადის პარამეტრია;  $\omega\tau$  –  $\tau$  დროის განმავლობაში ობიექტზე ავარიათა რაოდენობის მათემატიკური ლოდინი [49].  $\tau$  დროის განმავლობაში  $N$  ექსპლუატირებულ ობიექტებზე მომხდარ  $n$  ავარიათა შორის თუნდაც ერთი ავარიის ალბათობის შეფასება მიიღებს სახეს:

$$Q = 1 - \exp(-\omega\tau N_i) \quad (2.2)$$

ავარიათა ნაკადის  $\omega$  პარამეტრს ხანდახან უწოდებენ «ტექნიკურ ხარისხს». ან დროის ერთეულში ავარიის ალბათობას მრავალ შემთხვევაში იგი წარმოადგენს დამოკიდებელ შეფასებას, მაჩვენებელს ავარიის წარმოშობის საშიშროებაზე და გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$\omega = n / (N \cdot \Delta\tau) [\text{ავარია/ობიექტი-წელი}] \text{ ან } [1/\text{წელი}] \quad (2.3)$$

ავარიისას ადამიანის სიცოცხლის ხელყოფას აფასებენ, როგორც «ინდივიდუალური რისკი», რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$\omega_{\text{ინდ}} = nm_{\text{დალ}} / (N \cdot \Delta\tau \cdot m_{\text{ინდ}} m_{\text{მოს}}) \cdot [\text{დალუპ./ად.წელიწად.}] \quad (2.4)$$

სადაც  $n$  ობიექტთა რაოდენობაა, რომელზედაც მოხდა ავარია  $\Delta\tau$  პერიოდში;  $N$  – ექსპლუატირებული ობიექტების რაოდენობა იმავე პერიოდში;  $m_{\text{დალ}}$  – დალუპულთა საშუალო რაოდენობა ერთ ობიექტზე ავარიისას,  $m_{\text{მომ}}$  – ერთ ობიექტზე მომუშავეთა საშუალო რაოდენობა.

მოსახლეობის დალუპვის საშიშროებისას, რომლებიც ობიექტის სიახლოვეს ცხოვრობენ,  $m_{\text{მომ}}$ -ის ნაცვლად, (2.4)-ში ჩაისმება მოსახლეობის რაოდენობა, რომლებიც ცხოვრობენ საშიშ ზონაში  $m_{\text{მოს}}$ .

ინდივიდუალური რისკი შეიძლება იყოს ტექნიკურზე ნაკლები ან მისი ტოლი. მაგალითად, ავიაკატასტროფაში, როდესაც ილუპება თვითმფრინავის ბორტზე მყოფი ყველა ადამიანი,  $m_{\text{დალ}} = m_{\text{მომ}}$  და  $\omega_{\text{ინდ}} = \omega$ . საფრთხის შემცველი წარმოების საამქროში ინდივიდუალური რისკი ტოლია:

$$\omega_{\text{ინდ}} = n / (N \cdot \Delta\tau) \cdot \frac{m_{\text{დალ}}}{m_{\text{მომ}}} \leq \omega \quad (2.5)$$

მოსახლეობისათვის ( $m_{\text{მოს}}$ ), რომლებიც საშიშ ობიექტებთან ცხოვრობენ:

$$\omega_{\text{ინდ}} = n / (N \cdot \Delta\tau) \cdot \frac{m_{\text{დალ}}}{m_{\text{მოს}}} \leq \omega \quad (2.6)$$

აღსანიშნავია, რომ ცნებას «ინდივიდუალური რისკი» სხვადასხვა მკვლევარები ხსნიან სხვადასხვანაირად. ეს მცნება შეიძლება ნიშნავდეს ხალხის დალუპვის მათემატიკურ ლოდინს, წლის განმავლობაში მოცემულ ტერიტორიაზე, ან რამდენიმე მოვლენის ალბათობების ნამრავლს, რომელთაც მოცემულ ტერიტორიაზე შეუძლიათ გამოიწვიონ ადამიანთა დალუპვა (მაგალითად, ავარიათა ალბათობა გამრავლებული შედეგების ალბათობაზე).

პროექტირებად ან მოქმედ ობიექტზე ავარიის წარმოშობის საშიშროება შეიძლება მიახლოებით შეფასდეს ერთტიპიური ობიექტების ავარიათა არსებული სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, ანუ ფიქსირებული გამოცდილების საფუძველზე. ეს შეფასება ხორციელდება (2.1.)-ის გამოყენებით.

ხარისხის მაჩვენებლის მცირე მნიშვნელობისას (როდესაც  $N\tau \leq 0,1$ )  $N$  ობიექტებს შორის ავარიის ალბათობა მიახლოებით ემთხვევა ავარიების მათემატიკური ლოდინის მნიშვნელობას:

$$Q = 1 - \exp(-N\tau) \approx N_{\text{or}} \quad (2.7)$$

საიდანაც ჩანს, რომ ობიექტების N-ჯერ ტირაჟირებას მივყავართ,  $\tau$  დროის განმავლობაში, ავარიის ალბათობის თუნდაც პროპორციულ ზრდასთან.

განვიხილოთ მაგალითი. ატომური ენერგობლოკების ავარიული გაანგარიშება ავარიათა მრავალწლიანი სტატისტიკის მიხედვით.

1986 წლის მდგომარეობით (ჩერნობილის ატომური ელექტროსადურის ავარიის წელი) მსოფლიოში მოხდა ოთხი ავარია (МАГАТЭ)-ს შკალით სიმძიმის 5-დან 7 დონემდე, ორი რუსეთში და თითო-თითო აშშ-სა და ინგლისში. თუკი მივიღებთ, რომ მსოფლიოში ამ მომენტისათვის ფუნქციონირებდა 370 ბირთვული ენერგობლოკი, რომელთა ექსპლუატაციის საშუალო ხანგრძლივობა (პირობითად) შეადგენდა 11 წელს, მაშინ ავარიათა ნაკადის პარამეტრი (2.3)-იდან გამომდინარე ტოლია:

$$\omega = n / (N \cdot \Delta \tau) = 4 / (370 \cdot 11) = 0,98 \cdot 10^{-3} \approx 10^{-3} \text{ (ავარია/რეაქტ.წელი)} \quad (2.8)$$

ანუ ენერგობლოკის ავარიის სიხშირე (განმეორებადობა) შეადგენს 1-ს 1000 წელიწადში. მაგრამ ქვეყანაში იმ დროს მოქმედებდა 40 ბირთვული ენერგობლოკი, ამიტომ თუნდაც ავარიის ალბათობა ამ ბლოკებზე 1 წლის განმავლობაში (2.2)-ის მიხედვით შეადგენს:

$$Q(n \geq 1) = 1 - \exp(-N\omega\tau) = 1 - \exp(-40 \cdot 0,001 \cdot 1) = 0,04 \quad (2.9)$$

ანუ 1 ავარია 25 წელიწადში. ეს სიდიდე, მიუხედავად მისი დაუმუშავებლად მაღალი მნიშვნელობისა, შეიძლება ჩაითვალოს შემცირებულად, რამდენადაც ყველა ენერგობლოკი, გამოქვეყნებულ სტატისტიკაში, არ იყო ჩერნობილის (საშიში კონსტრუქციის მიხედვით), ანალოგიური.

### 2.3. მისაღები რისკის დონის შერჩევა

«ინდივიდუალური რისკი» შეიძლება გამოყენებულ იქნას მისაღები რისკის დონის შესარჩევად, რამდენადაც მას შეუძლია შეფასება ადამიანის ფსიქოლოგიური წონასწორობის, მასზე მოსალოდნელი საფრთხისას. ინდივიდუალური რისკის კრიტერიუმი გამოაშკარავებულია საზღვარგარეთელი

ფსიქოლოგების მიერ, რომელთაც დაადგინეს, რომ ადამიანთა უმრავლესობა სუბიექტურად გრძნობს თავს სრულად უსაფრთხოდ, თუკი დალუპვის ალბათობა შეადგენს  $10^{-6}$ , ანუ 1 შანსს მილიონიდან. ადამიანთა მნიშვნელოვანი ნაწილი განიცდის აღელვებას, როდესაც დალუპვის ალბათობა შეადგენს  $10^{-5}$ .

ამგვარად, ინდივიდუალური რისკის სიდიდე წარმოადგენს ფსიქოლოგიურ ინდიკატორს ადამიანისათვის და შეიძლება ჩაითვალოს მისაღები რისკის დონედ. რისკის ეს სიდიდე  $10^{-6}$  დაედო საფუძვლად უსაფრთხოების სტანდარტების მომსახურე პერსონალის და მოსახლეობის უსაფრთხოებას.

ზემოთ აღნიშნული მიეკუთვნება «იძულებით» ინდივიდუალურ რისკს, ანუ პირობებს, როდესაც ადამიანს არ შესწევს უნარი პირადად მოახდინოს მოქმედება სიტუაციაზე (იზოლირებულია გადაწყვეტილების მიღებაში, მართვაში და ა.შ.). «ნებაყოფლობითი» რისკის ფსიქოლოგიური ზღურბლი მნიშვნელოვნად მაღალია, ვიდრე «იძულებითი»-ს დროს. მაგალითად, მძღოლი ავტომობილის საჭესთან, მიუხედავად დალუპვის რისკისა  $2,7 \cdot 10^{-4}$ , თავს გრძნობს უფრო თავდაჯერებულად, ვიდრე იგი მიფრინავს, როგორც ავიამგზავრი რისკით  $9 \cdot 10^{-6}$ .

ცხადია, მისაღები ინდივიდუალური რისკის დონე უნდა დადგინდეს საკანონმდებლო აქტით. ეს დონე დამოკიდებულია ქვეყნის ეკონომიკურ მდგომარეობაზე. ზოგიერთ განვითარებულ ქვეყანაში იგი  $10^{-7}$  და  $10^{-8}$  ტოლია.

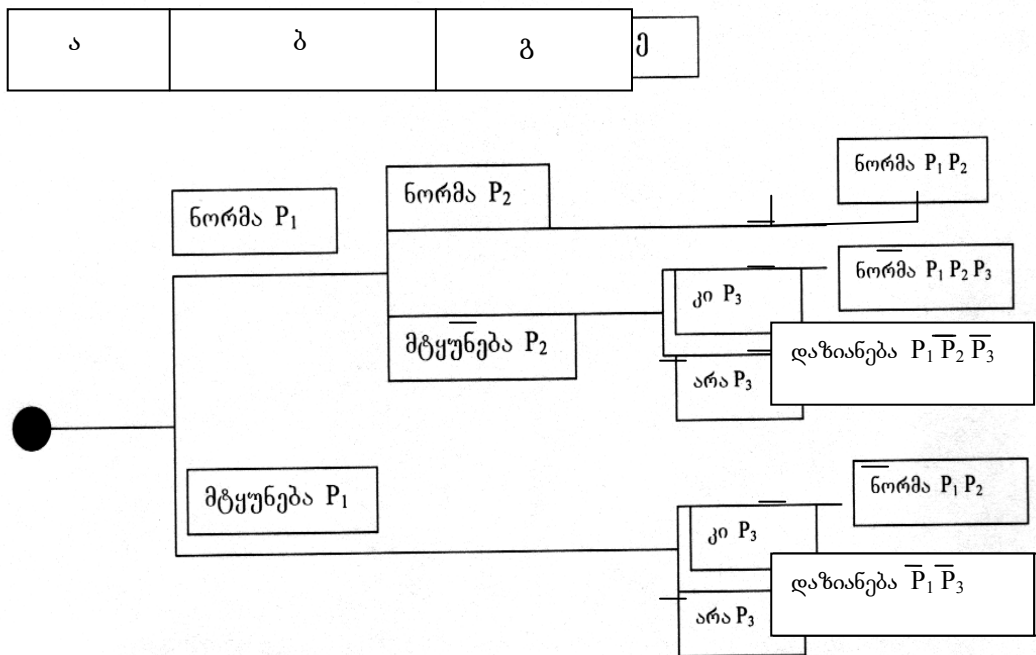
მისაღები რისკის გამოსავლენად, ზოგიერთი ექსპერტების მიერ შემოთავაზებულია რისკის რამოდენიმე დონის გამოყოფა: მსოფლიო, ეროვნული და რეგიონალური, ხოლო პოტენციურად საშიში ობიექტის დაპროექტებისას, რისკის დონე შედარებით მინიმალურია.

ობიექტის (სისტემის) ავარიის ალბათობის გამოთვლა თითქოს შესაძლებელია არასასიკეთო მოვლენების გამოთვლებით. მაგრამ ყოველთვის არ არის გარკვეული, თუ რომელი მოვლენები წარმოადგენენ არასასიკეთო თანმიმდევრობას (ჯაჭვს), რამდენი ასეთი ჯაჭვი არსებობს და როგორია ალბათობა ამ მოვლენების.

ამიტომ ფაქტორების მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის ანალიზისათვის, რომლებიც იწვევენ ავარიებს, სასარგებლოა მოვლენათა და მდგომარეობათა გრაფიკული გამოსახვის გამოყენება, რომლის მეშვეობითაც თვალნათლივ ჩნდება

საბოლოო შედეგები და შესაძლებელია არასასიკეთო შედეგების დათვლა. ასეთი მეთოდი გამოიყენება პოტენციურად საშიში ობიექტების დაპროექტებისას.

მაგალითის სახით გავაანალიზოთ შენობა, რომელმაც მიიღო დაზიანებები (ბზარების სახით). მსგავს დაზიანებებს ხშირად აქვს ადგილი ძველ შენობებში. ნახ. 2.1-ზე მოცემულია დაზიანების განვითარების სამდონიანი მოვლენათა „ხე“ (დიაგრამა). დიაგრამის თავზე მოცემულია ყოველი დონის მოვლენათა დასახელება. ყოველი მოვლენათაგანი განიხილება ორ ალტერნატიულ მდგომარეობაში: მოხდა თუ არა (ადგილი ჰქონდა თუ არა). მაგალითად, «ნორმა-დაზიანება» (მწყობრიდან გამოსვლა), ან «კვი-არა», ანუ ყოველ დიაგრამას შეუძლია მოგვცეს ორი განშტოება.



ნახ. 2.1. დაზიანების განვითარების სამდონიანი დიაგრამა

- ა – გამოსავალი მდგომარეობა (კომსტრუქციის გადატვირთვა);
- ბ – ბზარების განვითარება; გ – ექსპლუატაციის შეწყვეტა;

მოცემულ დიაგრამას გააჩნია შემდეგი თვისებები: ყოველი შედეგის ალბათობა (მოვლენათა თანამიმდევრობის ყოველი ჯაჭვი) ტოლია ამ მოვლენათა ალბათობების ნამრავლისა:

$$P_i = \prod_{j=1}^m P_j \quad (2.10)$$

შედეგების ალბათობის ჯამი ტოლია ერთის (როგორც არასრული ჯგუფი არაერთობლივი მოვლენებისა):

$$\sum_{i=1}^n P_i = 1 \quad (2.11)$$

სადაც:  $m$  – დონეების რაოდენობა ( $j=1, \dots, m$ ),  $n$  – შედეგების, ვარიანტების რაოდენობა ყოველ ( $i=1, \dots, n$ ) დონეზე.

ყველა სასიკეთო შედეგების (ან ცალკე-არასასიკეთო) დაჯამებით, ჩვენთვის საინტერესო მოვლენისა (მწყობრიდან გამოსვლა, ავარიები და ა.შ.). მივიღებთ ალბათობას თუკი დაიგრამაზე ყველა არსებული შედეგებიდან მხოლოდ ერთი (ერთი ჯაჭვით) არის არასასიკეთო, ანუ იწვევს ავარიებს, მაშინ გამოთვლა მარტივდება და ავარიის ალბათობა შეიძლება დადგინდეს ფორმულით (2.10).

განხილულ მაგალითში ხუთი შედეგიდან ორი წარმოადგენს არასასიკეთოს. ამიტომ (2.9)-ის საფუძველზე სისტემის შენობის რღვევის ალბათობა:

$$\bar{P} = \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_2 \cdot \bar{P}_3 + \bar{P}_1 \cdot \bar{P}_3 \quad (2.12)$$

ხოლო საპირისპირო მოვლენის ალბათობა (სასიკეთო შედეგების):

$$P = 1 - \bar{P} \quad (2.13)$$

ტექნიკურ სისტემებში ნებისმიერი მწყობრიდან გამოსვლა (დაზიანება) მიეკუთვნება შემთხვევით მოვლენებს. მოყვანილ მაგალითში ეს არის კონსტრუქციის მწყობრიდან გამოსვლა (მაგალითად, ბზარების გაჩენა და ზრდა).

ამგვარი დაზიანების ალბათობის გამოსამჟღავნებლად გამოიყენება საიმედოობის თეორიის ცნობილი სტანდარტული მეთოდები სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემის სისტემის საიმედოობის ელემენტარული გათვლით. ამასთან, აუცილებელია ელემენტებისა ან კვანძების მწყობრიდან გამოსვლის სტატისტიკის შესწავლა, უკეთესია – დაზიანებათა გადანაწილების კვანძების ცოდნა.

ჩვეულებრივ, გადანაწილების კანონები მჟღავნდება დაზიანებათა სტატისტიკიდან შეთანხმების კრიტერიუმების მეშვეობით. თუკი არ არსებობს

საკმარისი სტატისტიკა, მაშინ გადანაწილების ხასიათი (კანონი) შეიძლება იქნას მიღებული ირიბი მეთოდების მეშვეობით (კომბინირებული, აპრიორული ნიშნით, ენტროპიის მაქსიმუმის პრინციპების გამოყენებით).

მოქმედი ობიექტის (სისტემის) ავარიის საშიშროების შესაფასებლად პერიოდულად უნდა ტარდებოდეს მისი ნატურალური გამოკვლევა (ვიზუალური და ინსტრუმენტული), მუდმივი დაკვირვებით. მიღებული მონაცემები მუშავდება შესაბამისი დარგობრივი მეთოდებისა და ექსპრეს-მითითებების მეშვეობით, ხოლო შემდეგ ტარდება ანალიზი პროექტთან და უსაფრთხოების დასაშვებ ნორმატივებთან შესაბამისობაზე. ანალიზის შედეგებით კეთდება დასკვნა ობიექტის შემდგომი ექსპლუატაციის შესაძლებლობის ან შეწყვეტის, საშიში დეფექტების აღმოფხვრის, გაუთვალისწინებელი რემონტის აუცილებლობის შესახებ.

#### **2.4. ავარიების განვითარებისა და შესაძლო ზარალის პროგნოზი**

ავარიები, ისევე როგორც სხვა ფიზიკური პროცესები, როგორც წესი, ექვემდებარება ფორმალიზაციას, ანუ უტოლობათა სისტემებით (მათემატიკური მოდელებით) აღწერას, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მოვლენების რაოდენობრივი შეფასებები დროსა და სივრცეში.

ყოველი პოტენციურად საშიში ობიექტისათვის, მისი სპეციფიკის შესაბამისად, შეიძლება შემუშავდეს (შეირჩეს) პროცესის განვითარების მოდელი, რომელიც ახასიათებს მოცემულ ობიექტს (რღვევის, ხანძრის, აფეთქების და ა.შ. მოდელი). მოდელისათვის საწყის მონაცემებს წარმოადგენს ობიექტის ხასიათი, მისი ტექნოლოგია, საშიში კომპონენტების შენახვისა და გამოყენების პირობები და სხვა მონაცემები საპროექტო და საექსპლუატაციო დოკუმენტებიდან, აგრეთვე ობიექტის უსაფრთხოების დეკლარაციიდან.

ქალაქში მშენებლობისთვის, აუცილებელია კომპლექსური მოდელის შექმნა, რომელიც ავარიების ჯაჭვური რეაქციების შესახებ გაფრთხილების საშუალებას იძლევა. ჯაჭვური რეაქციები იძლევა «დომინოს» ეფექტს.

მიღებულ მოდელში ჩადებულია მოვლენათა განვითარების არასასიკეთო სცენარები, რომელთა შესაძლო გამოვლენა აისახება კონკრეტულ გენერალურ



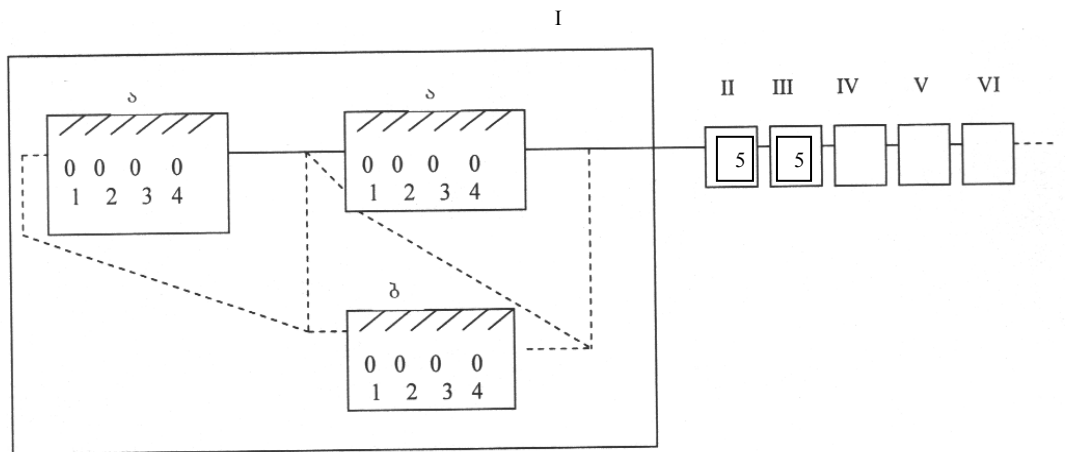
გეგმაში, ადგილმდებარეობის რელიეფში, მშენებლობის სიმჭიდროვეში, კლიმატში, წელიწადის დროში, ქარების მიმართულების დადგენაში, ამინდის პირობებში და ა.შ.

არსებითად, ასეთი პროგნოზირების საშუალებას წარმოადგენს «სამანქანო ექსპერიმენტის» ანუ რიცხვითი ექსპერიმენტის რეალიზაცია კომპიუტერული ტექნიკით და საჭიროებს სპეციალურ პროგრამულ უზრუნველყოფას. იგი იძლევა გარემოების, აგრეთვე ზარალისა და საჭირო რესურსების პროგნოზირების საშუალებას.

ამ მხრივ განვიხილოთ მაგალითები ცხოვრების უზრუნველყოფის სისტემების საიმედოობაზე.

განვიხილოთ სათბობ-საწარმო საქვაბე, რომლის საიმედოობის გაანგარიშება სრულდება შემდეგნაირად:

- დგება სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემა, დაყოფილი ელემენტებად, აგრეგატებად და ბლოკებად (ნახ. 2.2);
- გაიანგარიშება ყოველი აგრეგატის, ბლოკის და მთლიანად საიმედოობის პარამეტრები;
- ხორციელდება რეზერვირების გათვალისწინებით საიმედოობის პარამეტრების განმეორებითი გამოთვლა (შეუფერხებელი მუშაობის დაგეგმილი ალბათობის  $P_{დაგ. მიღებამდე}$ ).



ნახ. 2.2. სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემა  
 0 – ელემენტები და კვანძები; – აგრეგატები; /  
 ა – მომუშავე, ბ – რეზერვი; ბლოკები.

1-ქვაბი, 2- ვენტილატორი, 3-კვამლგამწოვი, 4-ეკონომიზერი, 5-ტუმბო;

I - საქვების აგრეგატები; II - ქსელური ტუმბოები; III - საკვები ტუმბოები; IV - კონდენცირების ტუმბოები; V, IV -სითბოგადამცემები;

$$P = \prod_{j=1}^n P_j(\tau) \quad (2.14)$$

სადაც  $n=6$  ბლოკების რაოდენობაა;  $P_j(\tau)$  J-იური ბლოკის შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობა  $\tau$  დროის განმავლობაში, აღდგენის გათვალისწინებით.

$P_j(\tau)$  შორის ყველაზე უფრო მთავარ თანამამრავლს წარმოადგენს ქვაბ აგრეგატის ბლოკის მიერ სითბოს შეუფერხებელი გამომუშავების ალბათობა  $P_j(\tau)=P_{გაბ}$ . გათბობის ან სათბობ-საწარმო საქვებისათვის საჭირო რაოდენობის სითბოს გამომუშავებაში შეფერხებები შეიძლება გამოიწვიოს ერთ-ერთი მუშა ქვაბ აგრეგატის მწყობრიდან გამოსვლამ, როდესაც ეს შეფერხება ემთხვევა დაბალი ტემპერატურის მდგომარეობის პერიოდს. ეს პერიოდი (საათებში) შეიძლება განისაზღვროს საქვების მიერ სითბოს გამომუშავების მიხედვით გაიანგარიშება სითბოს რაოდენობა, რომელსაც უშვებს საქვაბე ერთ-ერთი ქვაბის მწყობრიდან გამოსვლისას და სითბური დატვირთვის ხანგრძლივობის გრაფიკის მიხედვით გამოითვლება  $t_{გზ}$  – გარე ჰაერის ზღვრული ტემპერატურა, რომლის მაჩვენებლის დაბლა არ იქნება უზრუნველყოფილი თბოგადაცემა, აგრეთვე  $t_{გაბ}$  დაბალი ტემპერატურების ხანგრძლივობა (ნაკლები, ვიდრე  $t_{გზ}$ ). ეს ხანგრძლივობა მიიღება, როგორც საანგარიშო პერიოდი ქვაბაგრეგატის ბლოკის შეუფერხებელი მუშაობისა, ანუ  $\tau_{მუშაობა}=\tau_{დაბალი ტემპ}$ . დასაშვები დრო ბლოკის აღდგენისათვის მიიღება დრო ტიპური შენობის გაცივებისა, სათავსოებში ჰაერის ტემპერატურის განსაზღვრულ მინიმალურ ტემპერატურამდე.

საიმედოობის თეორიის ფორმულების მიხედვით ელემენტებისა და კვანძების მწყობრიდან გამოსვლისა და აღდგენის ცნობილი სტატისტიკისას თვლიან (ანგარიშობენ) აგრეგატებისა და ბლოკების საიმედოობის პარამეტრებს სათანადო თანმიმდევრობით.

მოცემულია ქვაბის ტიპი და მისი ერთეულოვანი სიმძლავრე. საქვების მიერ საჭირო გასაშვები ენერჯიის სიდიდის მიხედვით განისაზღვრება მუშა ქვაბაგრეგატების საჭირო რაოდენობა:

$$n = \frac{Q_{ს.თბ.}}{Q_{ქვ.}(1 - k_{ს.ს})} \quad (2.15)$$

სადაც  $Q_{ს.თბ.}$  – საანგარიშო გასაშვები თბოენერგიაა,  $Q_{ქვ.}$  – ქვაბაგრეგატის ერთეულოვანი სიმძლავრე;  $k_{ს.ს}$  – საქვაბის საკუთარი საჭიროებისათვის სითბოს ხარჯვის წილი.

ერთი ქვაბაგრეგატის მწყობრიდან გამოსვლისას განისაზღვრება თბოენერგიის გაშვება:

$$Q_{გას.(n-1)} = Q_{ქვ.}(n-1)(1 - k_{ს.ს}) \quad (2.16)$$

ერთი ქვაბაგრეგატის მწყობრიდან გამოსვლისას განისაზღვრება საქვაბის მიერ სითბოს შემცირების კოეფიციენტი (ქვაბაგრეგატების ბლოკით) მოხმარების სათბობ-სავენტილაციო სისტემებზე

$$k_{.} = (Q_{გას(n-1)} - Q_{ბმ}) / Q_{გვ} \quad (2.17)$$

სადაც  $Q_{ბმ}$  ტექნოლოგიაზე გასაშვები საანგარიშო სითბოა;  $Q_{გვ}$  - გასაშვები საანგარიშო სითბო გათბობასა და ვენტილაციაზე.

გარე ჰაერის საშუალო ტემპერატურა დაბალი ტემპერატურების პერიოდში ტოლია:

$$t_{\delta} = 0,5(t_{\min}^{აბს} + t_{\delta}^{ზღ}) \quad (2.18)$$

ერთი ქვაბაგრეგატის მწყობრიდან გამოსვლისას ქვაბაგრეგატის ბლოკის აღსადგენად დასაშვები დრო (რომელიც ტოლია ტიპური შენობის გაცივების ხანგრძლივობისა ჰაერის მინიმალურად დასაშვებ ტემპერატურამდე  $t_{\delta}^{ზღ}$  სათავსოში):

$$\tau_{\delta}^{ზღ} = \beta \ell n \cdot \frac{t_{\delta}^p - t_H - k(t_{\delta}^p - t_H^p)}{t_{\delta}^{ლას} - t_H - k(t_{\delta}^p - t_H^p)} \quad (2.19)$$

სადაც  $\beta$  შენობის სითბური აკუმულაციის კოეფიციენტია (მიიღება საცნობარო ან საცდელი მონაცემებით; მათი არსებობის შემთხვევაში მიღებულია  $\beta=40$ სთ).

ქვაბაგრეგატის საიმედოობისა და ქვაბაგრეგატის ბლოკის პარამეტრებს განსაზღვრავენ ფორმულებით ცხ.2.1, სადაც აღნიშნულია  $\lambda_i$   $\mu_i$  ელემენტების (კვანძების მწყობრიდან გამოსავლისა და აღდგენის ინტენსიურობა სტატისტიკის საცნობარო მონაცემების მიხედვით).

აგრეგატის ბლოკები	$\lambda, 1/სთ$	$\lambda, 1/სთ$
საქვაბუ აგრეგატები n ბლოკი	$\lambda_{ka} = \sum \lambda_i$	$\mu_{ka} = \sum \lambda_i / \sum (\lambda_i / \mu_i)$
საქვაბაგრეგატი	$\lambda_k = n \lambda_{ka}$	$\mu_k = \mu_{ka}$
აგრეგატის (ნორმალური) მუშაობის ალბათობა $\tau$ -დან $\tau_b$ დროის ინეტრვალში		$P = \exp[-\lambda_k \tau_p \exp(-\mu_k \tau_b)]$

როდესაც  $P_{ქ(ქვაბაგრ-ის ბლოკი)} < P_{დან}$ , ქვაბაგრეგატის შემადგენლობაში გათვალისწინებულია სარეზერვო ქვაბაგრეგატი (ქვაბაგრეგატები) და გამოთვლა გრძელდება. ქვაბაგრეგატების ბლოკის საიმედოობის პარამეტრებს განსაზღვრავენ (2.13) ფორმულით.

ალბათობა საქვაბის ბლოკის უმტყუნებო მუშაობის საანგარიშო  $\tau_{დ}$  პერიოდში ტოლია:

$$P\{\Delta\tau > 0\} = (3\tau_p - 2) / (\tau_{om} - \tau_p + 1) \quad (2.20)$$

სადაც:  $\Delta\tau$  - დაბალი ტემპერატურების პერიოდებისა და შეუფერხებელი მონაკვეთების მუშაობის საანგარიშო დროის საათების რაოდენობათა დამთხვევაა;  $\tau_{გ(გათბობის პერიოდი)}$  - გათბობის პერიოდის ხანგრძლივობა, სთ  $\tau_s = \tau_{დტ}$ .

ქვაბაგრეგატის ბლოკის მიერ თბოენერგიის საჭირო რაოდენობის გაშვების ალბათობა (მასში m რეზერვული ქვაბაგრეგატების არსებობისას)

$$P_{გა} = 1 - (1 - P_{pk})\{\Delta\tau > 0\} \quad (2.21)$$

როდესაც  $P_{გა} > P_{დან}$ , არჩეული ვარიანტი აკმაყოფილებს  $P_{დან}$ , დანიშნულ (დაგეგმილ) საიმედოობას.

ზემოთ მოყვანილია ქვაბაგრეგატების ბლოკის მიერ სითბოს გაშვების საიმედოობის გაანგარიშების თანმიმდევრობა (ბლოკი 1 ნახ. 2.1.), ანუ პირველი თანამამრავლის სიდიდე  $P_j = I(\tau) = P_{გა}$  ფორმულაში 2.1. საქვაბის მიერ სითბოს გაშვების საიმედოობის მოწყობილობის დანარჩენი ბლოკებიდან ყოველი მათგანის შეუფერხებელი მუშაობისა, ანუ ქსელური დგუმების ბლოკისა  $P_j = II(\tau)$ ,

კვების დგუშების ბლოკისა  $P_j=III(\tau)$  და ა.შ. საიმედოობის თეორიის ფორმულების მიხედვით, თუკი ცნობილია  $\lambda_i$  და  $\mu_i$  შესაბამისი ბლოკის ელემენტებისათვის (კვანძებისათვის), როგორც წესი მიიღებინ საცნობარო სტატისტიკური მონაცემებით. ამასთან, მწყობრიდან გამოსვლის მომენტის დამთხვევის შესაძლებლობის გათვალისწინება დაბალი ტემპერატურების დადგომის პერიოდთან არ მოითხოვება, რადგანაც ნებისმიერს ამ ბლოკიდან მწყობრიდან გამოსვლას ცალკეულად მოჰყვება საქვების მწყობრიდან გამოსვლა მთლიანობაში.

**მაგალითი 1.** სამრეწველო საწარმოს საქვების სამედოობის გაანგარიშება. დაპროექტებული სათბობ-საწარმო საქვებისათვის საჭირო თბოენერგიის გაშვება შეადგენს  $Q_{აშ}=11,6$  მვტ, მათ შორის სათბობ-სავენტილაციო დატვირთვა  $Q_{ბაჟ}=2,90$  მვტ. საქვებე ითვალისწინებს «დე» ტიპის ქვებების აირ-მაზუთის საწვავზე. საჭიროა აირჩეს ერთეულოვანი სიმძლავრის ქვები, მუშა და სარეზერვო ქვებების როდენობა, ქვბაგრეგატების ბლოკის მიერ საჭირო სითბოს გაშვების  $P_{ბოც}=0,95$ , საიმედოობის უზრუნველსაყოფად.

გარე ჰაერის ზამთრის საანგარიშო ტემპერატურა (ცივი ხუთდღიანი)  $t_{გ}^b=-18^{\circ}C$ . ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმი  $t_{min}^{აბს}=-33^{\circ}C$ . გატბობის სეზონის საშუალო ხანგრძლივობა  $\tau_{ღვ}=4680$ სთ. ჰაერის საანგარიშო ტემპერატურა სათავსოში  $t_{ვ}^b=18^{\circ}C$ . მწობრიდან გამოსვლის პერიოდში ჰაერის მინიმალურად დასაშვები ტემპერატურა (სათავსოს გაცივების ტემპერატურა)  $t_{ვდბ}^b=12^{\circ}C$ . შენობების სითბური (თბო) აკუმულაციის კოეფიციენტი  $\beta=40$ სთ. საქვების საკუთარი საჭიროებისათვის თბოენერგიის წილი  $k_{საკ,საჭ.}=0,05$ . საიმედოობის პარამეტრები მოყვანილია 2.2. ცხრილში.

ცხრილი 2.2.

ქვბაგრეგატის («დე» ტიპის ქვებებით) ელემენტების საიმედოობის პარამეტრები

ელემენტები	$\lambda$ , 1/სთ	$\mu$ , 1/სთ
საქვბე	$8,01 \cdot 10^{-4}$	0,0184
ვენტილატორი	$5,05 \cdot 10^{-5}$	0,168
გამწოვი	$5,44 \cdot 10^{-4}$	0,102
ეკონომიზერი	$5,43 \cdot 10^{-4}$	

განვიხილოთ ორი ვარიანტი სხვადასხვა ერთეულოვანი სიმძლავრის მქონე ქვაბების საქვაბეში, 2-ზე არა ნაკლები ქვაბის დაყენების მოთხოვნის გათვალისწინებით.

ვარიანტი 1 – ქვაბები «დე»-10-14მგ (Q=6,6მვტ.)

ვარიანტი 2 – ქვაბები «დე»-6,5-14მგ (Q=4,2მვტ.)

საწირო რაოდენობა «დე»-10-14მგ ქვაბაგრეგატებისა  $n=11,6/[6,6(1-0,05)]=185\approx 2$ .

ერთი ქვაბაგრეგატის მწყობრიდან გამოსვლისას საქვაბის მიერ სითბოს გაშვება ტოლია:

$$Q_{გაშ,(n-1)}=6,6(2-1)(1-0,05)\approx 6,26\text{მვტ}$$

$$Q_{გაშ,(n-1)}=6$$

როდესაც  $Q_{გაშ,(n-1)}=6,26\text{მვტ}$ , ზღვრული ტემპერატურა  $t_{გზ}^{\text{ზღვ}}=-2^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau_{საანგ}=\tau_{დაბ.ტემპ.}=800\text{სთ}$  (0,0913 წლის).

სადაც  $\tau_{საანგ}$  - უმტყუნებო მუშაობის საანგარიშო დროა,  $\tau_{დაბ.ტემპ.}$  - დაბალი ტემპერატურის პერიოდი

$$k=(6,26-2,9)/8,7=0,387;$$

k – საქვაბეში სითბოს დანაკარგის კოეფიციენტი

$$t_{გარე}=0,5(-33-2)=-17,5^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{დად.დას.}=40\ln\left[\frac{\left(\frac{18+17,5}{18+18}-0,387\right)}{\left(\frac{12+17,5}{18+18}-0,387\right)}\right]=13,1\text{სთ}=0,00148\text{წელი},$$

$$\lambda_{ქვ.აგრ.}=23\cdot 10^{-4}/\text{სთ}=20,2 \text{ 1/წელი}$$

$$\mu_{ქვ.აგრ.}=23\cdot 10^{-4}/(605\cdot 10^{-4})=0,038 \text{ 1/სთ}=333 \text{ 1/წელი}$$

$$\mu_{საქვ.}=\mu_{ქვ.აგრ.}=333 \text{ 1/წელი}$$

$\lambda_{საქვ.}$  – საქვაბის უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა;

$\lambda_i$  – ქვაბების უმტყუნობის ინტენსივობა;

$\mu_{ქვ.აგრ.}$  – ქვაბაგრეგატების უმტყუნებო მუშაობის ალბათობა;

$\mu_{საქვ}$  – საქვების ელემენტების აღდგენის საიმედოობის პარამეტრი მტყუნების სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით;

$\mu_{ქვ,აგრ}$  – ქვბაგრეგატების ელემენტების აღდგენის საიმედოობის პარამეტრი.

ქვბაგრეგატების ბლოკის უმტყუნებითი მუშაობის (P) ალბათობა  $\tau_{აღდღას}$  დროის განმავლობაში, არღგენის გათვალისწინებით:

$$P = \exp[-\lambda_{საქვ} \cdot \tau_{საანგ} \exp(-\mu_{საქვ} \cdot \tau_{აღდღას})] = \\ = \exp[-40,4 \cdot 0,0913 \exp(-333 \cdot 0,00148)] = 0,105$$

განვსაზღვროთ ქვბაგრეგატების ბლოკის საიმედოობის პარამეტრები, «DE-10-14ГМ» ტიპის სარეზერვო საქვებით (დაუტვირთავი საბურავი შეზღუდული შესაძლებლობით), როცა  $n=2$  და  $m=1$

$n$  – «DE-10-14ГМ» ტიპის ქვბაგრეგატის რაოდენობაა

$m$  – სარეზერვო ქვბის რაოდენობა;

$$\lambda_{საქვ} = (2 \cdot 20,2)^2 / 333 = 4,9 \text{ 1/წელი}$$

$$\mu_{საქვ} = 333 \cdot 2 = 666 \text{ 1/წელი}$$

ქვბაგრეგატის ბლოკის უმტყუნებო მუშაობის ( $P_{ქვ,უმტ}$ ) ალბათობა  $\tau_{აღდღას}$  დროის განმავლობაში რეზერვის გათვალისწინებით:

$$P_{ქვ,უმტ} = \exp[-4,9 \cdot 0,0913 \exp(-666 \cdot 0,00148)] = 0,848$$

ქვბაგრეგატების ბლოკის უმტყუნებო მუშაობის სააგარიშო პერიოდის, დაბალი ტემპერატურის შენარჩუნების პერიოდთან დამთხვევის (P) ალბათობა

$$P\{\Delta\tau > 0\} = (3 \cdot 800 - 2) / (4860 - 800 + 1) = 0,591$$

ქვბაგრეგატების ბლოკის მიერ საჭირო რაოდენობის თბოენერგიის გაშვების ალბათობა (ერთი სარეზერვო ქვბაგრეგატის არსებობისას) აღმოჩნდა უფრო დაბალი, ვიდრე დანიშნულისა:  $P = 1 - (1 - 0,848) \cdot 0,591 = 0,91$

ავარიებმა ან ტექანიკურად მწყობრიდან გამოსვლამ, რასაც მოჰყვება თბოენერგიის მთლიანი ან ნაწილობრივი გათიშვა, შეიძლება გამოიწვიონ წარმოების მოცდენა, პროდუქციის წუნი, აგრეთვე ჰაერის პარამეტრების დარღვევა, რაც იწვევს შრომისუნარიანობის დაქვეითებას, მწარმოებლურობის შემცირებას, ზრდის პერსონალის დაავადყოფების შესაძლებლობას.

ზარალი, ავარიიდან ან მტყუნებიდან გამომდინარე, წლის განმავლობაში, ფულად გამოსახულებაში, შედაგენს:

$$y = aN\tau_{დრ} + bN$$

სადაც  $a$  – დოლარი/სთ-ში,  $b$  – დოლარი/ მტყუნების კონსტანტაზე

$$a = Y_{ხელ} + Y_{ქარხ} + (k_{ფ} - k_{თვითლ.})B,$$

სადაც  $Y_{ხელ}$  – მუშათა ხელფასი, როცა არ ხდება პროდუქციის გამოშვება დოლარ/სთ.

$Y_{ქარხ}$  – ქარხნის დანაკარგი, როცა არ ხდება პროდუქციის გამოშვება დოლარ/სთ.

$k_{ფ}$  – გამოსაშვები პროდუქციის ფასი დოლ/ერთ. პროდ.

$k_{თვითლ.}$  – პროდუქციის თვითღირებულება დოლ/ერთ. პროდ.

$B$  – მწარმოებლობა, საწარმოს ნორმალური ფუნქციონირების დროს ერთ.პროდ./სთ.

$(k_{ფ} - k_{თვითლ.}) B$  – მოცდენისას მოგების დანაკარგი დოლარ/სთ.

$$b = Y_{წუნი} + Y_{დანადგ. მწყ. გამოს.} + Y_{ტექნ.პროც. აღდგენ. შეუძლებლობა} \text{ დოლ/მტყუნება}$$

$N$  – მტყუნებათა რიცხვი წელიწადში, მტყუნება/წელიწადი;

$\tau_{დრ}$  – თითოეული მტყუნების აღდგენის დრო სთ.

$Y$  ზარალის საშუალო სიდიდე შეიძლება განვსაზღვროთ როგორც მტყუნებათა მათემატიკური ლოდინის ფუნქცია  $\bar{N}$  წელიწადში და სისტემის ( $T_{აღ}$ ) აღდგენის ხანგრძლივობით:

$$\bar{y} = a\bar{N}T_{აღ} + b\bar{N} \quad (2.22)$$

სადაც  $a$  – დოლ/სთ;  $b$  – დოლ/მტყუნების კონსტანტაზე

$N$  და  $T_{აღ}$  სიდიდეები შეიძლება განვსაზღვროთ  $\lambda_{სისტ.}$  მტყუნებათა ინტენსივობისა და  $\mu_{სისტ.}$  სისტემების აღდგენის მნიშვნელობების მეშვეობით. მტყუნებათა სტატისტიკიდან იმ ელემენტებისათვის არის ეს პარამეტრები ცნობილი, რომლებისგანაც შედგებიან სისტემები, ქვესისტემები, ბლოკები. (ანუ ცნობილია  $\lambda_i$  და  $\mu_i$ ).



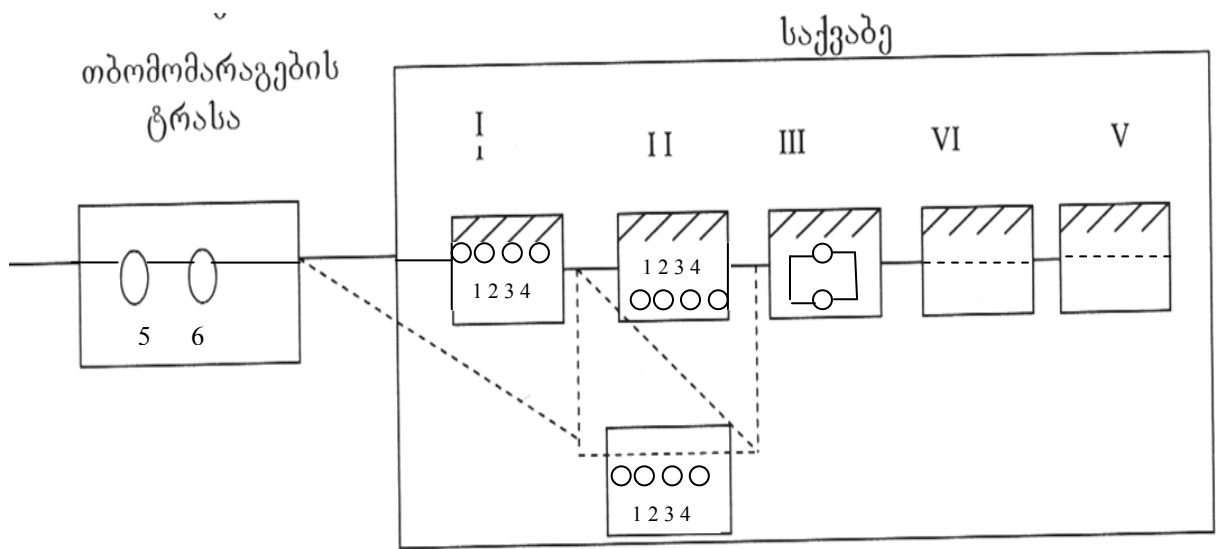
ზარალის საშუალო სიდიდე  $\bar{y}$  შეიძლება ვიპოვოთ როგორც  $\bar{N}$  წელიწადში დაზიანებათა მათემატიკური ლოდინის ფუნქცია და  $T_{აღ.}$  სისტემის აღდგენათა ხანგრძლივობები:

$$\bar{y} = a\bar{N}T_b + b\bar{N} \quad (2.23)$$

სადაც  $a$  დოლ/სთ;  $b$  დოლ/მტყუნების კონსტანტაზე.



მტყუნებათა განაწილება ექვემდებარება პუასონის კანონს, ხოლო მოცდენის (აღდგენის) ხანგრძლივობა – ექსპონენციალურს. სიდიდეები  $\bar{N}$  და  $T_{აღ.}$  შეიძლება განვსაზღვროთ დაზიანებათა ინტენსიურობის  $\lambda_{სისტ.}$  და სისტემის აღდგენის  $\mu_{სისტ.}$  მნიშვნელობის მეშვეობით. მაგრამ დაზიანებათა სტატისტიკიდან ეს პარამეტრები ცნობილია მხოლოდ იმ ელემენტებისათვის, რომელთაგანაც შედგებიან სისტემები. ქვესისტემები, ბლოკები, ანუ ცნობილია  $\lambda_i$  და  $\mu_i$ . ამიტომ საჭიროა თბომომარაგების სისტემის საიმედოობის სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემის შედგენა, ხოლო შემდეგ, საიმედოობის თეორიის აპარატის გამოყენებით შესაბამისი საანგარიშო ფორმულების შერჩევა და  $\bar{N}$  და  $T_{აღ.}$  სისტემების გამოთვლა.

განვიხილოთ ერთ-ერთი ტიპური სამრეწველო საწარმოს თბომომარაგების სისტემა, რომელიც შედგება ქვესისტემებისაგან: საქვაზე და თბოტრასები. შესაბამისი სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემა მოცემულია ნახ. 2.4.-ზე.



ნახ. 2.4. საწარმოს სითბომომარაგების სისტემის

საიმედო მუშაობის სტრუქტურულ-ლოგიკური სქემა

○ - აგრეგატები  - აგრეგატის ბლოკი  - ქვესისტემები.

1 - ქვაბი, 2 - ვენტილატორი, 3 - გამწოვი, 4 - ეკონომიზერი, 5 - მილგაცვანილობა, 6 - ურდული.

I - მუშა ქვაბი, II - სარეზერვო ქვაბი, III, IV, V - მკვებავი ტუმბოების ბლოკი, VI - წყალმომარაგების ბლოკი.

$\lambda_i, \mu_i$  ელემენტების საიმედოობის პარამეტრების მიხედვით ვაწარმოებთ გამოთვლებს ელემენტებიდან აგრეგატზე, მოყვანილი ფორმულებით, რომლებშიც შეტანილია აღნიშვნები:  $\ell$  – მილგაყვანილობის სიგრძე, კმ;  $\lambda$  – მილგაყვანილობის დაზიანებათა ინტენსიურობა 1 კმ-ის სიგრძეზე;  $n_L$  – სიჩქარის რაოდენობა;  $\lambda_L$  – სიჩქარის მწყობრიდან გამოსვლის ინტენსიურობა აღდგენის საშუალო დრო, სთ;  $d$  მილის დიამეტრი მმ,  $T_{\text{აღ}}$  – სისტემის აღდგენის საშუალო დრო, სთ.

ზარალის სიდიდის გაზრდის ალბათობის განსაზღვრა შეიძლება ორი ხერხით: ზარალის განაწილების კანონის აგებით, როგორც ორი შემთხვევითი არგუმენტის კანონის კომპოზიციის (მონტე-კარლოს მეთოდი) ან ზარალის განაწილების დისპერსიის გამოთვლით, ნორმალური განაწილების ცხრილების გამოყენებით, იმ ვარაუდით, რომ კომპოზიცია განაწილებულია ნორმალურად.

მეორე გზა უფრო მარტივია, ზარალის დისპერსია:

$$D(y) = a^2 [D(N)D(\tau_B) + \bar{N}^2 D(\tau_B) + T_B^2 D(N)] + b^2 D(N), \dots \quad (2.24)$$

ხოლო განაწილების კონკრეტული კანონებისათვის (პუასონის და ექსპონენციალურის), ანუ როდესაც  $D(N) = \bar{N}$  და  $D(\tau_{\text{აღ}}) = T_{\text{აღ}}^2$

$$D(y) = [a^2 T_B^2 (N + 2) + b^2] \bar{N} \quad (2.25)$$

$$\text{ზარალის საშუალო კვადრატული გადახრა } \sigma(y) = \sqrt{D(y)} \quad (2.26)$$

დავისახავთ, რა მიზნად  $\Phi(y)$  ზარალის ალბათობის არ გადაამეტებას, 2.3. ცხრილის მიხედვით ვიპოვოთ  $t$ -ს მნიშვნელობა, რომელიც წარმოადგენს იმ წესების რაოდენობას, რომლებიც ჩამორჩება  $y$  ზარალის საშუალო სიდიდეს. მაშინ ზარალის სიდიდე მისი არგადამეტების დაგეგმილი ალბათობით შეადგენს:

$$v = \bar{v} + t\sigma(v) \quad (2.27)$$

ცხრილი 2.3

t	0,84	1,04	1,29	1,65	2,33	3,09
$\Phi(y)$	0,80	0,85	0,90	0,95	0,99	0,999

მაგალითი 2. ზარალის სიდიდის განსაზღვრა სათბობმომარაგებაში მოცდენისას.

სამრეწველო საწარმოს თბომომარაგების სისტემა შედგება საწარმოო საქვებით (ორი მუშა ქვაბაგრეგატი ქვაბებით) და ორმილიანი თბოტრასით სიგრძით 1კმ (ორგაყვანილობის დიამეტრით 200მ და რვა საკეტი). თბომომარაგებაში მწობრიდან გამოსვლად (დაზიანებად) ითვლება ერთ-ერთი ქვაბაგრეგატის ან თბოტრასის მწობრიდან გამოსვლა. საქვების დანარჩენი მოწყობილობების საიმედოობა გაანგარიშების მიზნით არ არის გათვალისწინებული. საჭიროა განისაზღვროს წლიური ზარალი თბომომარაგების სისტემაში (დაზიანების არსებობისას შეფერხებები ორთქლის მიწოდებაში) და წლიური ზარალი საქვებში ერთი სარეზერვო ქვაბაგრეგატის დამონტაჟებისას. გაანგარიშებაში გამოყენებულ უნდა იქნას შემდეგი პირობით ღირებულებითი მაჩვენებლები:

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{ხელ.}} &= 1000 \text{ დოლ/სთ}; & k_{\text{კ}} &= 200 \text{ დოლ/სთ}; \\
 k_{\text{ფ}} &= 100 \text{ დოლ/სთ}; & k_{\text{თვ}} &= 70 \text{ დოლ/ერთ}; \\
 B_{\text{აფ}} &= 100 \text{ ერთ/სთ}; & Y_{\text{წუნ}} &= 15000 \text{ დოლ}; \\
 Y_{\text{მოწკ}} &= 1000 \text{ დოლ}; & Y_{\text{ტექ}} &= 4000 \text{ დოლ}.
 \end{aligned}$$

თბომომარაგების სისტემის ელემენტების საიმედოობის პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 2.4.

(2.18) ფორმულის მიხედვით:  $a=4200$  დოლ/სთ;  $b=20000$  დოლ/სთ.

განვსაზღვროთ ზარალი სარეზერვო ქვაბაგრეგატის არ არსებობისას. (2.9) ფორმულის მიხედვით ერთი ქვაბაგრეგატის დაზიანებათა ინტენსივობა  $\lambda_{\text{კგ}}=20,2$  1/წელ.

(2.11) ფორმულის მიხედვით ქვაბაგრეგატის ბლოკის დაზიანებათა ინტენსივობა  $\lambda_{\text{კგ}}=40,4$  1/წელ.

(2.10) ფორმულის მიხედვით ერთი ქვაბაგრეგატის აღდგენის ინტენსივობა  $\lambda_{\text{კგ}}=333$  1/წელ.

(2.12) ფორმულის მიხედვით ქვაბაგრეგატის ბლოკის აღდგენის ინტენსივობა  $\mu_{\text{კ}}=\mu_{\text{კგ}}=333$  1/წელ.

განვსაზღვროთ თბომომარაგების სისტემის საიმედოობის პარამეტრები. მილგაყვანილობების (სიგრძით 2კმ) დაზიანების ინტენსივობა  $\ell\lambda_{\text{გ}} = 2 \cdot 0,05 = 0,1$  1/წელ. რვა საკვალთის დაზიანების ინტენსივობა  $n_{\text{კ}}\lambda_{\text{კ}} = 8 \cdot 0,002 = 0,016$  1/წელ. (2.20) ფორმულის მიხედვით თბოტრასის დაზიანებათა ინტენსივობა  $\lambda_{\text{გ}} = 0,1 \cdot 0,016 = 0,116$  1/წელ.

(2.27) ფორმულის მიხედვით თბოტრასის აღდგენის საშუალო დრო  $T_{\text{თა}} = 5,06 + 14,93 \cdot 0,2 = 8$  სთ  $= 0,91 \cdot 10^{-3}$  წელი, ინტენსივობა  $\mu_{\text{თა}} = 1/(0,91 \cdot 10^{-3}) = 1100$  1/წელი.

განვსაზღვროთ თბომომარაგების სისტემის საიმედოობის პარამეტრები (საქვაბე რეზერვის გარეშე პლუს თბოტრასა).

სისტემის დაზიანების ინტენსივობა ტოლია:

$$\lambda_{\text{სისტ}} = \lambda_k + \lambda_T = 40,4 + 0,116 = 40,5 \text{ 1/წელ.}$$

სისტემის დაზიანებათა რაოდენობის მათემატიკური ლოდინი წელიწადში  $\bar{N} = 1 \cdot 40,5 = 40,5$  დაზ/წელ.

სისტემის აღდგენის საშუალო დრო

$$T_{\text{აღ}} = (40,4/333 + 0,116/1100)/(40,4 + 0,116) = 0,003 \text{ წელ.} = 26,2 \text{ სთ}$$

ზარალის მათემატიკური ლოდინი

$$\bar{y} = 4200 \cdot 40,5 \cdot 26,5 + 20000 \cdot 40,5 = 5,26 \cdot 10^6 \text{ დოლ.}$$

ზარალის დისპერსია შეადგენს:

$$D(y) = 40,5 [4200^2 \cdot 26,5^2 + 20000^2] = 2084 \cdot 10^{10}$$

საშუალოკვადრატული გადახრა

$$\sigma(y) = \sqrt{D(y)} = \sqrt{2084 \cdot 10^{10}} = 4,56 \cdot 10^5$$

დავისახავთ რა მიზნად ზარალის არ გადამეტების ალბათობას  $\Phi(y) = 0,9$ , 2.3 ცხრილის მიხედვით ვპოულობთ  $t = 1,29$  და (2.27) ფორმულით ვსაზღვრავთ ზარალს  $y = 5,26 \cdot 10^6 + 1,29 \cdot 0,456 \cdot 10^6 = 11,14 \cdot 10^6$  დოლარი ამგვარად, 0,9 ალბათობით ზარალი არ გაადაჭარბებს 11,14

დოლარს.

შევაფასოთ ზარალი ერთი სარეზერვო ქვაბაგრეგატის (დაყენებისას). განვსაზღვროთ საქვაბის საიმედოობის პარამეტრები, რომლებიც შედგება ორი მუშა და ერთი სარეზერვო ქვაბაგრეგატისაგან ( $n=2, m=1$ ).

(2.14) ფორმულის მიხედვით დაზიანებათა ინტენსივობა დაუტვირთავი რეზერვისას განსაზღვრული აღდგენით

$$\lambda_k = (2 \cdot 20,2)^2 / 333 = 4,9 \text{ 1/წელ.}$$

საქვაბის აღდგენის ინტენსივობა  $\mu_k = 333 \cdot 2 = 666 \text{ 1/წელი.}$

განვსაზღვროთ თბოუზრუნველყოფის სისტემის საიმედოობის პარამეტრები (საქვებეს სარეზერვო ქვაბაგრეგატით პლუს თბოტრასა).

სისტემის დაზიანებათა ინტენსივობა  $\lambda_{სის}=4,9+0,116=5,016$  1/წელ.

(2.22) ფორმულის მიხედვით სისტემის დაზიანებათა რაოდენობის

მათემატიკური ლოდინი წლის განმავლობაში  $\bar{N}=5,16 \approx 5$  დაზ/წელ.

(2.22) ფორმულის მიხედვით სისტემის აღდგენის საშუალო დრო:

$$T_{აღდ.}=(4,9/666+0,116/1100)/(4,9+0,116)=0,00149\text{წელ}\approx 13 \text{ სთ.}$$

ზარალის მათემატიკური ლოდინი ტოლია:

$$\bar{y}=4200 \cdot 5 \cdot 13 + 20000 \cdot 5 = 0,375 \cdot 10^6 \text{ დოლ.}$$

ზარალის დისპერსია ტოლია:

$$D(y)=5[4200^2 \cdot 13^2(5+2)+20000^2]=10,6 \cdot 10^{10}$$

ზარალის საშუალო კვადრატული გადახრა ტოლია;

$$\sigma(y)=\sqrt{10,6 \cdot 10^{10}}=0,325 \cdot 10^6 \text{ დოლ.}$$

დავისახეთ, რა ზარალის არ გადამეტების ალბათობა  $\phi(y)=0,9$ , ვპოულობთ  $t=1,29$  და (35.26) ფორმულის მიხედვით ზარალი

$$y=0,375 \cdot 10^6 + 1,29 \cdot 0,325 \cdot 10^6 = 0,794 \cdot 10^6 \text{ დოლ.}$$

ანუ 0,9 ალბათობით ზარალი არ გადააჭარბებს 0,794 მლნ. დოლარს.

### **თავი 3. უსაფრთხოების უზრუნველყოფა სამშენებლო და არამრღვევი კონტრლის მეთოდებით**

#### **3.1. შესავალი**

ეკოლოგიური სისტემის მდგომარეობის საკმარისად არამდგრადი საზღვრები დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე და მის უზრუნველყოფად მიღებულ უნდა იქნეს ზომების კომპლექსი, რომელშიც უნდა შედიოდეს:

- ავარიების და კატასტროფების გამომწვევი სრული შესაძლო ინფორმაციის მოძიება საგანგებო სიტუაციების დროს და შესაბამისი მონაცემთა ბაზის შექმნა და მასზე მუშაობა;
- პრევენციული ზომები, რომლებიც პროექტირების სტადიაზე ითვალისწინებენ შესაძლო კრიტიკულ ზემოქმედებებს და მათ შედეგებს, მოვლენათა განვითარების შესაძლო სცენარების გათვალისწინებით;
- მოსახლეობისა და პერსონალის წინასწარ გაფრთხილება და სწავლება;
- სამაშველო, ავარიულ-აღდგენითი და რეკულტივაციური სამუშაოების დაგეგმვა და განხორციელება.

სამწუხაროდ, ზემოთაღნიშნული მანაცემთა ბაზის ორგანიზება ხშირ შემთხვევაში, შესაძლებელი გახდა მხოლოდ ნაგებობების ცალკეული ჯგუფებისათვის (ატომური ელექტროსადგურები). ყოველივე ეს ქმნის განსაზღვრულ სიძნელეებს უსაფრთხოების შეფასების მოწინავე საშუალებების გამოყენებაში. გარდა ამისა რთულდება საგანგებო სიტუაციების მსგავსი ხასიათის განსაზღვრულ ანალოგიებზე დაყრდნობის შესაძლებლობა (ექსპერიმენტული სისტემები და ა.შ.).

საზღვარგარეთის ფირმებს, რომლებიც სპეციალურად არიან დაკავებულნი საგანგებო სიტუაციების მიზეზების და შედეგების შესწავლით, გააჩნიათ მონაცემთა ბაზები, რომლებიც შეიცავენ მონაცემებს ასობით მილიონი ავარიის და კატასტროფების შესახებ და ყოველწლიურად ემატება მილიონობით მონაცემი.

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ საგანგებო სიტუაციების წარმოშობისას უსაფრთხოების უზრუნველყოფა კომპლექსური ამოცანაა და მისი

გადაწყვეტა არ შემოიფარგლება მხოლოდ სამშენებლო ზომებით. მშენებლობის პროცესით, თუმცა სინამდვილეში მშენებლობის როლი ძალიან მნიშვნელოვანია.

ამ შემთხვევაში ძირითადი პასუხისმგებლობა ეკისრება დამპროექტებლებსა და ხელმძღვანელებს. წინა საპროექტო სტადიაში, სწორედ მათ უნდა გაითვალისწინონ ისეთი გადაწყვეტილებები, რომლებიც დანახარჯების დასახულ დონეზე უზრუნველყოფენ ნაგებობის მაქიმალურ უსაფრთხოებას.

ასეთი ანალიზის შედეგად შეიძლება მოხდეს უარის თქმა მშენებლობაზე საერთოდ ან სხვა პროექტის შემუშავება, თუკი უსაფრთხოების საჭირო დონე (ანუ არამდგრადობის საზღვრისაგან დაცვა) ვერ მიიღწევა არსებული რესურსით. უკანასკნელ წლებში მსხვილ ფორმებში წარმოიშვა თანამდებობა რისკ-მენეჯერის, რომელიც თვალყურს ადევნებს პროექტის შემუშავების ამ მახარეს.

### 3.2. კონსტრუქციის უნარის შეფასება

პროექტირების სტადიაზე უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მცდელობებს გააჩნია დიდი ხნის ისტორია. ყოველივე ეს ეკუთვნის იმ დროს, როდესაც პირველად იქნა შეცნობილი კავშირი გარე ზემოქმედებებსა და შიდა ძალისხმევას შორის, რაც ახასიათებს კონსტრუქციების და ნაგებობების გამძლეობას. ეს მოდის გალილეისა და ბერნულის დროიდან.

ამ და უფრო გვიანმა მრავალრიცხოვანმა გამოკვლევებმა ასახვა ჰპოვეს უსაფრთხოების შეფასებაში, რომელსაც ეწოდება დასაშვები ძაბვის კრიტერიუმი. ამ კრიტერიუმების შესაბამისად ძაბვა  $\sigma$  კონსტრუქციის კრიტიკული კვეთის უფრო დამაბულ ბოჭკოში არ უნდა აღემატებოდეს ზღვრულ დასაშვებ ძაბვას  $\sigma_{\alpha}$ , განსაზღვრულს როგორც ნორმეტიული წინაღობა  $R_n$  გაყოფილი მარაგის ერთიან კოეფიციენტზე  $\gamma$ :

$$\sigma_{\alpha} = R_n / \gamma \quad (3.1.)$$

მარაგის ერთიანი კოეფიციენტი ინიშნებოდა ცდების საფუძველზე, მაგრამ ხშირად, აგრეთვე, ინტუიციურად ( $\gamma=1,5-2,0$ ) და ინტეგრალურად



ითვალისწინებდა დატვირთვათა პარამეტრების, მასალების წინააღმდეგობის უნარს, კონსტრუქციების გეომეტრიული ზომების და არასასურველი ფაქტორების გავლენას, რომელთაც ადგილი ჰქონდათ პრაქტიკაში.

დასაშვები ძაბვების მეთოდის გამოყენება მისაღები იყო, მანამ, სანამ ძირითად კონსტრუქციულ მასალებად გამოიყენებოდა თუჯი და ფოლადი, რაც ექვემდებარებოდა ჰუკის კანონს. ამასთან, კონსტრუქციებში დამაბულობების და დეფორმაციების განსაზღვრა მასალათა გამძლეობის მეთოდებით განსაკუთრებულ სირთულეს წარმოადგენდა, კერძოდ ქვის კონსტრუქციებში.

რკინაბეტონის კონსტრუქციების გავრცელებამ, როგორც ძირითადი კონსტრუქციული მასალისა, რომელმაც მიაღწია თავის პირველ გამოძახილს მეოცე საუკუნის 30-იანი წლების დასაწყისში, მოითხოვა სხვა მიდგომები, რამდენადაც ცხადი გახდა, რომ რკინაბეტონს შეუძლია მუშაობა გარკვეული დამაბულობ-დეფორმირებული მდგომარეობის დროს [36,37].

უსაფრთხოების კრიტერიუმად დგინდებოდა არა მაქსიმალური ძაბვა, რომელიც განისაზღვრებოდა გარე ძალით, არამედ მრღვევი ძალვა, რომელიც დგინდებოდა ექსპერიმენტებიდან განსაზღვრული ძაბვის ზღვრული მნიშვნელობებით. მეთოდი საშუალებას იძლეოდა დაედგინა ერთიანი მარაგის კოეფიციენტი.

დასაშვები ძაბვა გამოითვლება მრღვევი ძაბვების საერთო მარაგის კოეფიციენტებთან ფარდობით. მეთოდი უფრო ჭკმმარტად ასახავდა კვეთების არსებულ მუშაობას, მტკიცდებოდა ექსპერიმენტულად და წარმოადგენდა წინ გადადგმულ ნაბიჯს თეორიის განვითარებაში, უპირველესად რკინა-ბეტონის გაანგარიშების თეორიისა [36,37].

ორივე კრიტერიუმის საერთო ნაკლს წარმოადგენდა მარაგის ერთიანი კოეფიციენტის გამოყენება, რომელიც დაახლოებით ითვალისწინებს ფაქტორთა მრავალფეროვნებას, რომლებიც ზემოქმედებენ კონსტრუქციაზე და მათ ცვალებად ხასიათზე. გარდა ამისა, შემოთავაზებულ კრიტერიუმებს გააჩნდათ ორგანული ხასიათი, რამდენადაც აფასებდნენ ნაგებობების და კონსტრუქციების სიმტკიცეს ზემოქმედების განსაზღვრული სახეობებისადმი; შედეგების და ზარალის შეფასების შესაძლებლობები გამოირიცხებოდა.

გასული საუკუნის 30-იანი წლების ბოლოს პროფ. ნ.ს. სტრელეცკისა და სხვათა მიერ შემუშავებულ იქნა უფრო სრული კონცეფცია ზღვრული მდგომარეობების კრიტერიუმების, ხოლო 1955 წლიდან ზღვრული მდგომარეობების კრიტერიუმები შემოღებულ იქნა სამშენებლო კონსტრუქციების, შენობების და ნაგებობების პროექტირების ნორმებში.

ზღვრულის ქვეშ გულისხმობენ კონსტრუქციების ან ნაგებობების ისეთ მდგომარეობას, რომლის მიღწევის შემდეგ შემდგომი ექსპლუატაცია შეუძლებელი ხდება, დაძაბულობისადმი წინააღმდეგობის უნარის დაკარგვის ან დაუშვებელი გადაადგილებების ან ადგილობრივი დაზიანებების გამოწვევის შედეგად. ამის შესაბამისად დადგენილია ორი ჯგუფი ზღვრული მდგომარეობების: პირველი – ზიდვის უნარის მიხედვით; მეორე – ნორმალური ექსპლუატაციისათვის ვარგისობა.

პირველი ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის გაანგარიშება ხდება კონსტრუქციის რღვევის (სიმტკიცეზე გაანგარიშება), ფორმის მდგრადობის კარგვის (გრძივი ღუნვის გაანგარიშება), ან მისი მდგომარეობის (დაცურების გაანგარიშება), დაღლილობითი რღვევის თავიდან აცილების მიზნით.

მეორე ზღვრული მდგომარეობის გაანგარიშების მიზანია დასაშვებზე მეტი დეფორმაციების განვითარების გამორიცხვა, ლოკალური დაზიანებების (ბზარების) შესაძლებლობების გამორიცხვა ან მათი გახსნის შეზღუდვა, აგრეთვე აუცილებლობის შემთხვევაში ნაწილი დატვირთვების მოხსნის შემდეგ ბზარების დახურვის უზრუნველყოფა.

პირველი ჯგუფის მიხედვით გაანგარიშება, უსაფრთხოების პოზიციიდან გამომდინარე, არის ძირითადი და განსაზღვრავს მის საზღვრებს.

ზღვრული მდგომარეობის განსაზღვრიდან გამომდინარე ნათლად ჩანს, რომ ადრე შემოთავაზებული კრიტერიუმებისაგან განსხვავებით, მიიღებენ არა ერთ რომელიმე პარამეტრს, არამედ კონსტრუქციების მდგომარეობას, რაც წინ უძღვის უსაფრთხოების დაკარგვას, ანუ ინტეგრალური პარამეტრი. ამასთან გათვალისწინებულია რიგი უმთავრესად მთავარი ფაქტორები: დატვირთვისა და მასალათა წინააღმდეგობის ცვალებადობა, სხვადასხვა დატვირთვების შესაძლო შეხამება და ა.შ.

ძირითადი პირობა (უსაფრთხოების კრიტერიუმი) განხილული მეთოდის შესაბამისად შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$F(F_n \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot n) \leq R(A \cdot R_{ni} \cdot \gamma_c / \gamma_{si})$$

სადაც  $F_n$  მოქმედი დატვირთვებია,  $n$ - დატვირთვების შეხამების კოეფიციენტი,  $A$ - განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებელი,  $\gamma_{ni}$  -საიმედობის კოეფიციენტი დანიშნულების მიხედვით,  $\gamma_c$  - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი,  $\gamma_{fi}$  - საიმედობის კოეფიციენტი დატვირთვებისათვის,  $\gamma_{si}$  - საიმედობის კოეფიციენტი მასალებისათვის.

დატვირთვების უმრავლესობა, წარმოადგენს რა შემთხვევით სიდიდეს, ექვემდებარებიან გაუსის განაწილებას. ცდები აჩვენებენ, რომ ამავე განაწილებას ექვემდებარება ძირითადი კონსტრუქციული მასალების სიმტკიცე. მათემატიკური სტატისტიკიდან ცნობილია, რომ თუკი ხდომილობას (ამ შემთხვევაში სიმტკიცის მაჩვენებელი ან დატვირთვის ინტენსივობა) ადგილი აქვს 100-დან არაუმეტეს ერთ შემთხვევაში, მაშინ იგი ითვლება აბსოლუტურად შეუძლებლად. პირიქით, თუკი იგი მქლავნდება 100-დან 99 შემთხვევაში, მაშინ მოვლენა ითვლება აბსოლუტურად უტყუარად.

აბსოლუტური შეუძლებლობისა და ქვეშარიტების რაოდენობრივი კრიტერიუმების განსასაზღვრად ზოგადად მიღებულია «3σ» წესი:

$$R = \bar{R} - 3\sigma \tag{3.3}$$

სადაც:  $\bar{R}$  - სიმტკიცის საშუალო მნიშვნელობა (მათემატიკური ლოდინი)  $\sigma$  - საშუალო კვადრატული გადახრა, რომელიც ახასიათებს  $R$  შემთხვევითი სიდიდის ცვალებადობას:

$$\bar{R} = (R_1 n_1 + R_2 n_2 + \dots + R_i n_i) / n \tag{3.4}$$

$$\sigma = \sqrt{(n_1 \Delta_1^2 + n_2 \Delta_2^2 + \dots + n_i \Delta_i^2) / (n_1 + n_2 + \dots + n_i)} \tag{3.5}$$

სადაც  $\Delta_i = R_i - R$ ;  $n_i$   $R_i$ -ის დაკვირვებათა რაოდენობა;  $n$  - დაკვირვებათა საერთო რაოდენობა.

პრაქტიკაში კონსტრუქციის შესაძლო წინაღობის განსაზღვრა ხორციელდება სხვაგვარად. საფუძვლად იღებენ მასალების მნიშვნელობებს ნორმებიდან

$$R_n = \bar{R} - 1,64\sigma \tag{3.6}$$

რაც შეესაბამება იმას, რომ მასალის სიმტკიცე 100 შემთხვევიდან 95 შემთხვევაში გადააჭარბებს  $R_n$ -ს.

$R_n$  -ის სიდიდე გამოიყენება მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის ველებში, იქ სადაც ისეთი მარაგი, როგორც სიმტკიცეზე გაანგარიშებაში არ არის საჭირო. საანგარიშო წინაღობა  $R$ , რომელიც გამოიყენება პირველი ჯგუფის გამოთვლებში, მიიღება  $R_n$  -ის გაყოფით მასალის საიმედოობის (სიმტკიცის) კოეფიციენტზე  $\gamma_s$  (1,3-1,5), რითაც ამცირებენ  $R_n$ -ის მნიშვნელობას ( $R$ ) საანგარიშო წინაღობამდე.

$\sigma$  სიდიდეს ღებულობენ სასაქონლო ბეტონიდან, ფოლადიდან და ა.შ. ნიმუშების არჩევითი ცდების გზით. ისინი დამოკიდებულნი არიან მიღებულ ტექნოლოგიაზე, წარმოების ხარისხზე და სხვა ფაქტორებზე. კონსტრუქციის წინაღობის განსაზღვრისას  $\gamma_c$ ,  $\gamma_s$ -თან ერთად შემოაქვთ რიგი სხვა კოეფიციენტებისა, რომლებიც ასახავენ დამზადებისა და კონსტრუქციის მუშაობის ამ თუ იმ პირობებს.

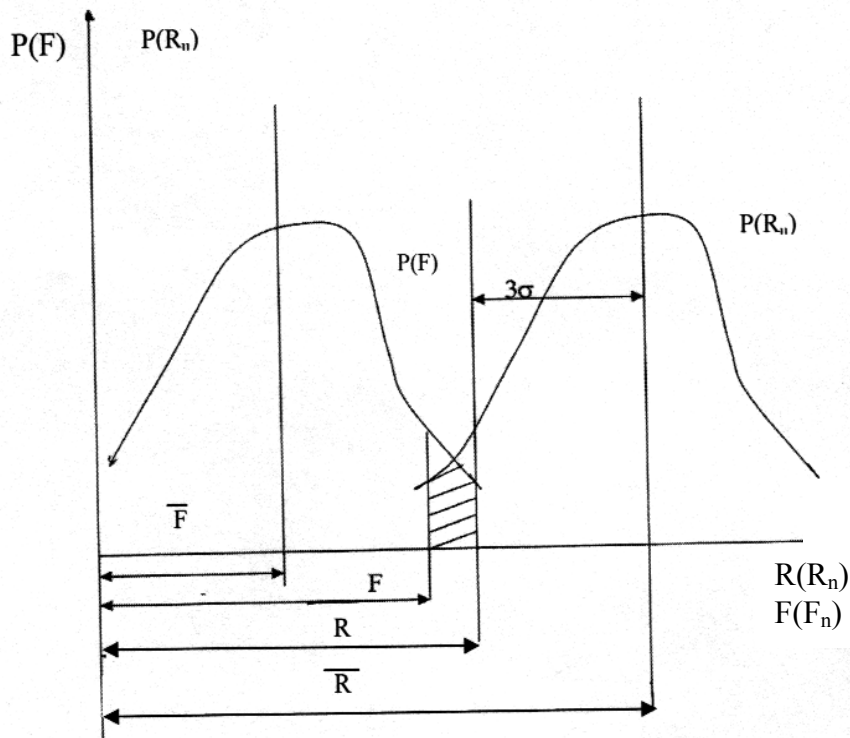
მსგავსად განისაზღვრება საანგარიშო დატვირთვები: მათი ნორმატიული მნიშვნელობა მრავლდება  $\gamma_f$  (0,9-1,6) დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტზე, აგრეთვე  $\gamma_n$  დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტზე, რომელიც ითვალისწინებს პასუხისმგებლობის ხარისხს და შენობა-ნაგებობების კაპიტალურობას (1,0 – პირველი კლასის კაპიტალური ნაგებობებისათვის, 0,8 – დროებითი ნაგებობებისათვის სამუშაო ვადით 5 წლამდე).

დატვირთვებს ყოფენ: მუდმივ, დროებით და განსაკუთრებულ დატვირთვებად. მუდმივ დატვირთვებს მიეკუთვნება კონსტრუქციის საკუთარი წონა, ნიადაგის ხასიათი და სხვა. დროებითი დატვირთვები თავის მხრივ იყოფა ხანგრძლივი და მცირე დროის დატვირთვებად. ხანგრძლივს მიეკუთვნება დატვირთვები სტაციონარულ მოწყობილობისაგან, წიგნსაცავებში წიგნებისაგან და სხვა; მცირე დროში დატვირთვას მიეკუთვნება დატვირთვები: განსაკუთრებით არაორგანიზებული დამსვენებლებისაგან, დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში მათი რიცხოვრივი მერყეობიდან გამომდინარე ხალხის მასისაგან, თოვლისაგან, ქარისაგან. დატვირთვები, რომლებიც წარმოიქმნებიან რემონტისა და მონტაჟისაგან და სხვა.

განსაკუთრებულს მიაკუთვნებენ დატვირთვებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან საგანგებო სიტუაციებში და განიხილება პარაგრაფებში (სეისმური, ფეთქებადი, დარტყმითი და სხვა). ამგვარად, აღნიშნული მიდგომა გვადლევს საგანგებო სიტუაციების დროს უსაფრთხოების ამოცანების გადაწყვეტის სშუალებას და წარმოადგენს ძირითადს.

განხილული დატვირთვები მოქმედებენ ნაგებობებზე არა ცალკეულად, არამედ კომპლექსში. ასეთი კომპლექსური ზემოქმედება შეიძლება იყოს რამდენიმე. განასხვავებენ ძირითად კომპლექსებს, როგორცაა მუდმივი, ხანგრძლივი და მცირე დროის დატვირთვები და განსაკუთრებული კომპლექსებისგან, რომლებიც შედგებიან მუდმივი, ხანგრძლივი, შესაძლო მცირე დროის და ერთ-ერთი განსაკუთრებული დატვირთვისაგან.

დატვირთვების მნიშვნელობების ერთდროული გამოვლინების ალბათობა განისაზღვრება კოეფიციენტით. თუკი კომპლექსში შედის მხოლოდ ერთი დროებითი ხანმოკლე ან ხანგრძლივი დატვირთვა, კოეფიციენტი 1,0-ის ტოლია, თუკი ორი და უფრო მეტია – რდობითი ხანმოკლე მრავლდება კოეფიციენტზე 0,9, ხოლო დროებითი ხანგრძლივი – 0,95-ზე, რამდენადაც ნაკლებ სავარაუდოა, მათ ყველამ ერთდროულად მიაღწიონ შესაძლო მაქსიმალურ მნიშვნელობას. განსაკუთრებულ კომპლექსში ხანმოკლე დატვირთვების საანგარიშო მნიშვნელობები მრავლდება 0,8-ზე. ამასთან განსაკუთრებული დატვირთვები განისაზღვრება შემცირების გარეშე. ნახ.3.1-ზე წარმოდგენილია გრაფიკი, სადაც დაშტრიხული ნაწილი წარმოადგენს უსაფრთხოების ზონას, ანუ უსაფრთხოების გარანტიას.



3.1. უსაფრთხოების პირობების გრაფიკული წარმოდგენა

ასეთ ჩამოყალიბებულ მიდგომას შეიძლება ვუწოდოთ «აბსოლუტური უსაფრთხოების» კონცეფცია. თავისი არსით იგი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნახევრად შესაძლებელი, რადგანაც ცვალებადობა ახასიათებს არა მარტო დატვირთვებს და მასალათა გამძლეობას, არამედ კონსტრუქციების კვთების ზომებს. დღეს უკვე მტკიცდება, ის ფაქტი, რომ რეალური საშიშროება რიგი ნაგებობების ტიპების მწყობრიდან გამოსვლის უფრო მაღალია, ვიდრე წინასწარ მიჩნეული ზღვრული მდგომარეობების კრიტერიუმების საფუძველზე.

გამოყენებული მიდგომით იშვიათი გამონაკლისის გარდა, საშუალება გვეძლევა გათვალისწინებული იყოს ზღვრული მდგომარეობის ნორმებში აღნიშნული შესაძლებლობა, მაგრამ შეუძლია სხვა სახის დანაკარგების (ადამიანური, ბუნებრივი და ა.შ.) შეფასება, რასაც შეიძლება მოყვეს შედეგად, მაგალითად, ნაგებობების მწყობრიდან გამოსვლა. გარდა ამისა, რიგი განსაკუთრებული ზემოქმედებებისა არ ექვემდებარება გაუსის კანონს.

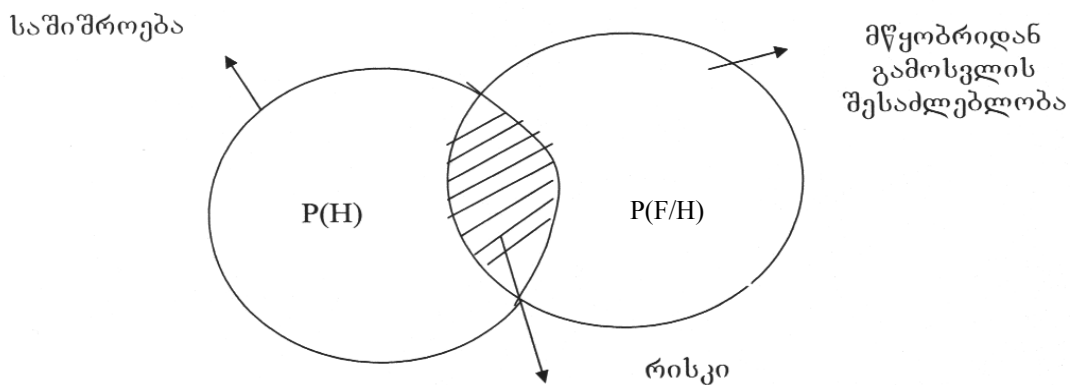
### 3.3. რისკის ანალიზი შენობა-ნაგებობების მდგომარეობის შეფასებისათვის

ზღვრული მდგომარეობის კრიტერიუმების პერსპექტიულ ალტერნატივას წარმოადგენს რისკის შეფასება (ანალიზი). რისკის ქვეშ იგულისხმება საშიშროების შესაძლებლობის ზომა, რომელიც დადგენილია მოცემული ობიექტისათვის დროის განსაზღვრულ პერიოდში შესაძლო დანაკარგების სახით.

რისკი წარმოადგენს შესაძლებლობის ფუნქციას შესაძლო ზემოქმედების წარმოქმნისას (რომელიც საერთო შემთხვევაში არ არის ობიექტებზე დამოკიდებული) და ამ ზემოქმედებებზე ობიექტის რეაქციისა. ამგვარად, ნეგატიური მოვლენის (მწყობრიდან გამოსვლის) რისკი უბრალო ვარიანტში H განსაზღვრული ინტენსივობის განპირობებული საშიშროებით შეიძლება გამოითვალოს შემდეგი ფორმულით:

$$P(F) = P(H)P(F/H) \tag{3.7}$$

სადაც  $P(H)$  საშიშროების განმეორებადობაა;  $P(F/H)$  – მწყობრიდან გამოსვლის შესაძლებლობა, ანუ ობიექტის მწყობრიდან გამოსვლა ამ საშიშროების ზემოქმედებისას. ფორმულის ილუსტრაცია მოცემულია ნახ. 3.2-ზე.



ნახ. 3.2. რისკის ცნებების გეომეტრიული ინტერპრეტაცია

ამგვარად,  $P(S)$  უსაფრთხოების დონე, რომელიც ჩვენ გვაინტერესებს შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$P(S) = 1 - P(F) \tag{3.8}$$

მაგრამ ხშირად მხედველობაში აქვთ რა ეს დამოკიდებულება, ჩვეულებრივ ახდენენ აპელირებას P(F) რისკის მცნებასთან, ვარაუდობენ რა, რომ უსაფრთხოების განსაზღვრა (3.8) ფორმულის მეშვეობით სიძნელეს არ წარმოადგენს.

დავუბრუნდეთ უსაფრთხოების შეფასებას ზღვრული მდგომარეობების კრიტერიუმთა და რისკ ანალიზის მეთოდებით. შეჯერების შემდეგ გამოჩნდა, რომ შესაძლებლობების კატეგორიებში ზღვრული მდგომარეობის გაანგარიშება შეესაბამება რღვევით რისკის შეფასებას ( $10^{-5}$ - $10^{-6}$ ) ნგრევით წელიწადში, ანუ ერთი ტიპის მილიონი შენობიდან დაინგრევა ათამდე შენობა, რაც შეუძლებელია.

სინამდვილეში კატასტროფული დაზიანებების შესაძლებლობა რეალურია. მაგალითად, სსრკ სამრეწველო ობიექტებისათვის, მისი არსებობის ბოლო 20 წლის განმავლობაში შეადგინა  $5 \cdot 10^{-4}$  მრავალსართულიანი შენობებისათვის და  $2 \cdot 10^{-4}$  საინჟინრო ნაგებობებისათვის. 3.1. ცხრილში მოყვანილია შესაბამისი მონაცემები.

ცხრილი 3.1.

რისკის მნიშვნელობა	შენობებისათვის	მოწყობილობებისათვის
თეორიული	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-6}$
ფაქტიური	$7 \cdot 10^{-4}$ – $8 \cdot 10^{-5}$ ( $5 \cdot 10^{-4}$ )	$2 \cdot 10^{-4}$
დასაშვები	$1 \cdot 10^{-5}$ – $2 \cdot 10^{-6}$ ( $8 \cdot 10^{-6}$ )	$2 \cdot 10^{-5}$

«აბსოლუტური საიმედოობის» კოეფიციენტის არარიალიზების ძირითად მიზეზებს შეიძლება მივაკუთნოთ:

- კვლევის შედეგები;
- შეცდომები პროექტირებისას;
- არასაკმარისი გამოკვლევა მშენებლობის ობიექტების და მათი ელემენტების ქცევის (ნორმების არასრულყოფილება);
- მშენებლობაზე დაშვებული შეცდომები;
- შეცდომები ხარისხის კონტროლისას.

სტატისტიკა გვიჩვენებს, რომ უსაფრთხოების ამაღლების ძირითად საშუალებებს წარმოადგენს საკვლევი და სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების



ხარისხის ამაღლება, მათზე ზედამხედველობის გაძლიერება ან დიაგნოსტიკის სისტემის შემოღება.

რისკის ანალიზი იძლევა სამშენებლო სისტემების უსაფრთხოების ინტეგრალური შეფასების უზრუნველყოფის საშუალებას, საგანგებო სიტუაციების წარმოშობისას ობიექტის დაზიანების შესაძლებლობების გათვალისწინებით დროსა და სივრცეში, აგრეთვე შესაძლო შედეგების შეფასების საშუალებას.

უსაფრთხო მდგომარეობის საზღვარი და თვით უსაფრთხო მდგომარეობა რისკის ანალიზისას ფასდება შემდეგი გამოსახულებით:

$$P(F) < P_{\text{დასაშ}} \quad (3.9)$$

სადაც  $P(F)$  რისკია, როგორც ავლნიშნეთ, დასაშვები რისკის სიდიდე დამოკიდებულია რიგ ტექნიკურ, ეკონომიკურ, ეთნოფსიქოლოგიურ და სხვა ფაქტორებზე.

მისი შეფასებისათვის აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას რიგი მიდგომები მაგალითად, სამრეწველო შენობებისა და ნაგებობებისათვის ხშირად გამოიყენება ფორმულა:

$$P_{\text{დასაშ}} = \frac{10^{-5} E_s}{L} \quad (3.10)$$

სადაც  $E_s$  – ობიექტის განსაკუთრებულობის კოეფიციენტი და ტოლია 0,005-ის ხანძრისას თავშეყრის ადგილებისათვის და კაშხლებისათვის; 0,05 – მასიური სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის ობიექტებისათვის; 0,5 – ხიდებისათვის; 5 – კოშკების და ანძებისათვის;  $T$  – კონსტრუქციის ან ნაგებობის საანგარიშო საექსპლუატაციო ვადა (წლებში);  $L$  – ადამიანთა საშუალო რაოდენობა, რომელიც იმყოფება ნაგებობებში მისგან ახლოს, იმ პერიოდის განმავლობაში, როდესაც ხდება რისკის შეფასება.

კიდევ ერთხელ გავუსვათ ხაზი აუცილებელ გარემოებას: რისკი ეს არის ეკონომიკური კატეგორია. შეიძლება თავდაპირველი დაზანდებების შემცირება (მაგალითად სეისმიურ რაიონებში შენობის აშენებისას ანტისეისმური ზომების გაუთვალისწინებლობა), გაიზრდება რა რისკი და დონე ზარალისა მიწისძვრისაგან, თუკი მას ადგილი ექნება ნაგებობების საექსპლუატაციო ვადის განმავლობაში, ან პირიქით. ამგვარად, რისკის ტექნიკური შეფასება, რომელიც

მოყვანილია ზემოთ, წარმოადგენს შემადგენელ ნაწილს მოცემული პროექტის რისკის ეკონომიკური შეფასებისა.

უფრო ფართო გაგებით რისკი წარმოადგენს ეკოლოგიური, ტექნოლოგიური, სოციალურ-ეკონომიკური და სხვა სახის რისკების ერთობლიობას. ამგვარად, ადამიანის და მისი გარემოს უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით რისკის მართვის პრინციპების ფორმირებისას დღეს მცხოვრები და მომავალი თაობებისათვის, აუცილებელია განისაზღვროს საერთო პირობა, რომ რისკის მართვა წარმოადგენს საერთო პროცესის ნაწილს, რომელიც განსაზღვრავს საზოგადოების განვითარების სტრატეგიას, როგორც სოციალურ-ეკონომიკურ სისტემას.

### **3.4 არამრღვევი კონტროლის მეთოდებით შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოების დადგენა**

#### **3.4.1. შესავალი**

შენობა-ნაგებობების კონსტრუქციების მრავალწლიანი ექსპლუატაციის შედეგად მიღებული დეფექტების გამოვლინება და მათი გავლენა მის ამტანუნარიანობაზე გადაანგარიშებით მოუხერხებელია და ამომწურავ პასუხს ვერ იძლევა.

დიაგნოსტიკის მეთოდები ისეთი ფიზიკური მეთოდებია, რომლებიც კონსტრუქციას დამატებით დაზიანებას არ მიაყენებს. ეს მეთოდები დამყარებულია გამოსაკვლევ ობიექტთან ფიზიკური ველის ურთიერთქმედებაზე, რაც იძლევა ფართო წარმოდგენას ობიექტის მდგომარეობის შესახებ. სხვადასხვა თვისებების და მექანიკური მახასიათებლების მქონე ობიექტების გამოყენებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას შემდეგი არამრღვევი კონტროლის მეთოდები: ვიზუალური [95], აკუსტიკური [105], რადიაციული

შელწევის [108], ზედაპირის სიმტკიცის განსაზღვრის მექანიკური [110], ნეიტრონული [91], ტალღის შთანთქმის [98], და ბოჭკოვან-ოპტიკური [2].

ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების დეფექტების ძირითადი სახეებია: დაზიანება, როგორცაა ზედაპირული დეფექტები წვრილი ნიჟარებისა და ღრმულების სახით, ნიჟარები – ბეტონის კონსტრუქციებში გვხვდება სამი სახის: ზედაპირული, სიღრმითი და გამჭოლი, სიცარიელები ბეტონის კონსტრუქციების გავრცელებული დეფექტია, რომლის დროსაც კონსტრუქციის ზედაპირზე გაბნეული ღრმულები, რომელთა ერთობლიობა ბევრ შემთხვევაში კონსტრუქციის დიდ ნაწილს მოიცავს; საყურადღებოა აგრეთვე შუა შრეები, დეფექტის ეს სახე ბეტონის მასაში შემთხვევით მოხვედრილი სხვადასხვა სახის საგნებით ან მასალებით (ტალახი, სამშენებლო ნაგავი, ფიცრის ნაჭერი, ლითონის ნაჭერი) არის გამოწვეული. დეფექტის ერთ-ერთი ძირითადი სახე ბზარია, რომელსაც ვხვდებით ასაწყობ და მონოლითურ რკინაბეტონში. ძირითადად ბზარები შეიძლება გამოწვეული იყოს ბეტონის ჯდომისაგან, ტემპერატურისაგან, კონსტრუქციის საყრდენების არათანაბარი ჯდომისა და კონსტრუქციის გადაძაბვისაგან.

### 3.4.2 დეფექტების გამოვლენის არსებული მეთოდები

კონსტრუქციებში ძალისმიერი მოქმედების გარდამავალი პროცესები ხასიათდება სივრცითი დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის და დროის პარამეტრებით. აქედან გამომდინარე დინამიკური დეფორმაციის შეფასებისათვის აუცილებელია დეფორმაციის ზონაში ძაბვის სივრცითი ველის და დარტყმითი დატვირთვის რხევის ჩაქრობის დროის კონტროლი. გარდამავალი დინამიკური პროცესების განსაკუთრებულობა განსაზღვრავს ამ პროცესების პარამეტრის მეთოდების სპეციფიკაციას, ასევე გვაძლევს უფლებას მკაფიოდ განვსაზღვროთ ამა თუ იმ კონტროლის მეთოდის საზღვრები.

დინამიკური დეფორმაციების შეფასებისათვის გამოიყენება ელექტროტენზომეტრები [25,60]. დეფორმაციების გაზომვა (წაგრძელება ან

შემოკლება) წარმოებს ელემენტების განსაზღვრულ უბანზე, რომელსაც ტენზომეტრის ბაზა ეწოდება. ელექტროტენზომეტრები ეკუთვნის ხელსწყოთა ისეთ ჯგუფს, რომლებშიც გასაზომად გამოიყენება დამოკიდებულებები დეფორმაციებსა და ელექტრულ სიდიდეებს – ომურ წინაღობას, დენის ძალას, ტევადობასა და ინდუქციურობას შორის. ეს გადამწოდები გამოირჩევიან საკმაოდ ფართო სიხშირული სპექტრით, ე.ი. მექანიკური რხევის სპექტრს დინამიკური დატვირთვისას სრულად ადექვატურად ასახავს შესაბამისი ელექტრო სიგნალი. თუმცა ელექტროტენზომეტრს შეუძლია ასახოს მხოლოდ განსაზღვრული სივრცული არის მნიშვნელობა, წარმოქმნილი ძაბვა-დეფორმაციისას. ელექტროტენზომეტრის კონსტრუქციული უარყოფითი მხარეა წებოვანი კომპონენტის დეფორმაციისას წარმოშობილი მაღალსიხშირული მექანიკური რხევების ენერჯის შთანთქმა.

დინამიკური დეფორმაციების შესაფასებლად გამოიყენება პიეზოელემენტები, მაგალითად ბარიუმის ტიტანი, რომელსაც გააჩნია პიეზოეფექტი. პიეზოკრისტალების მაღალი მგრძნობელობა იძლევა საშუალებას განსაზღვროს დინამიკური დეფორმაციის სპექტრი [60].

კონსტრუქციებში დეფექტების აღმოსაჩენად გამოიყენება ულტრაბგერითი კონტროლის მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია დრეკადი რხევების (რომელთა სიხშირე 20 კჰც-ზე მეტია და რომელსაც ადამიანის სმენის ორგანო ვერ შეიგრძნობს) მასალაში შეღწევაზე და ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას არეკვლის თვისებაზე. აღნიშნულის შედეგად ხდება მასალის სხვადასხვა დეფექტის გამოვლინება, რომელთა რიცხვს მიეკუთვნება: მიკრო და მაკროსკოპული ბზარები, ნიჟარები, სიცარიელები და მასალაში სხვა სახის ნივთიერებათა შემცველობა, რომლის სიმკვრივე ძირითადი მასალის სიმკვრივისაგან განსხვავდება.

ულტრაბგერითი რხევის ვიწრო კონა, რომელსაც დეფექტოსკოპიაში იყენებენ, ჩვეულებრივ მიიღება პიეზოელექტრული კვარცის ან ბარიუმის ტიტანის ფირფიტისაგან. არსებობს ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის ორი ძირითადი მეთოდი: იმპულსური და განუწყვეტელი გამოსხივებით.

თანამედროვე მშენებლობაში ერთ-ერთი გავრცელებული შეერთების სახეა შედუღება. შედუღების ხარისხზე დამოკიდებულია კონსტრუქციების მუშაობის

ხანგრძლივობა და საიმედოობა. აქედან გამომდინარე დიდი მნიშვნელობა აქვს შედულების ხარისხის სისტემატურ კონტროლს და მისი დეფექტების გამოვლენას.

შედულების ნაკერების დეფექტები შეიძლება კლასიფიცირებულ იქნას შემდეგი მაჩვენებლებით: მათი წარმოშობის ბუნების, მოქმედი ძალის, დეფექტის მიმართულებისა და შედულების მეთოდების მიხედვით. დეფექტების გავლენა კონსტრუქციის ან მისი ელემენტის სიმტკიცეზე ძირითადად დამოკიდებულია დეფექტის ფორმაზე, მისი მდებარეობის სიღრმეზე და მიმართულებაზე, მოქმედი ძალის მიმართულებასთან დამოკიდებულებით. ფორმის მიხედვით მეტად საშიშია მოგრძო, ხოლო ნაკლებად საშიშია მომრგვალო ფორმის დეფექტი.

დეფექტოსკოპიის თანამედროვე მდგომარეობა საშუალებას იძლევა გამოავლინოს შედულების ნაკერის პრაქტიკულად ყველა სახის დეფექტი. შედულებული კონსტრუქციის დანიშნულების მიხედვით მათი დეფექტების გამოვლინება შეიძლება დეფექტოსკოპიის ცალკეული სახეობებით ან კომპლექსური მეთოდით.

ამჟამად, შედულების ნაკერების ხარისხის კონტროლის მეტად გავრცელებული მეთოდები შეიძლება დაიყოს რამოდენიმე ჯგუფად:

1. კონტროლის მეთოდი, რომელიც ძირითადად შედულებით შეერთების ვიზუალურ დათვალიერებაზეა დამყარებული. ამ დროს ძირითადად გამოვლინდება ნაკერის ზედაპირული დეფექტები და მისი გეომეტრიული ზომების პროექტთან შესაბამისობა.
2. კონტროლის მეთოდი შედულების ნაკერების ნაწილობრივ ან მთლიანი რღვევით. კონტროლის ამ ჯგუფს ეკუთვნის ნაკერის ხარისხის შემოწმება ბურღვით; ტექნოლოგიური სინჯების შემოწმება გატეხვაზე, გაღუნვასა და გრეხვაზე; მექანიკური გამოცდა გაჭიმვაზე, ღუნვაზე, ჭრასა და სიმტკიცეზე.
3. შედულების ნაკერის მთლიანობის შემოწმება მათი რღვევის გარეშე, ფიზიკური მეთოდებით. ამ მეთოდებს მიეკუთვნება: ა) ნაკერების გაშუქება რენტგენისა და გამა სხივებით; ბ) ნაკერების მთლიანობის შემოწმება მაგნიტური მეთოდებით (მაგნიტური ფხვნილოვანი

დეფექტოსკოპია და ელექტრომაგნიტური მეთოდი); გ)კონტროლი ულტრაბგერითი მეთოდით.

დეფექტების წარმოშობის და განვითარების ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს რხევითი მოძრაობა. ამიტომ აუცილებელია რხევითი მოძრაობის შესწავლა. მისი შემდეგი პარამეტრების რეგისტრაცია და გაზომვა: სიხშირის, პერიოდის, ამპლიტუდის, სიჩქარისა და აჩქარების. ჩამოთვლილი პარამეტრების მზომი ხელსაწყოები საშუალებას იძლევა უშუალოდ მათ შკალაზე ანათვლების ალების ან რხევითი პროცესის ჩაწერისა, რომელთა დამუშავებით ხდება პარამეტრების განსაზღვრა. ყველა იმ ხელსაწყოს, რომლებსაც რხევითი მოძრაობის რეგისტრაციისა და შესწავლისათვის იყენებენ, ყოფენ ორ ჯგუფად: ძირითად და დამხმარე ხელსაწყოებად. ძირითად შემგრძნობ ელემენტებად გამოყენებულია ინერციული მასა, რომელიც გამოსაცდელ ობიექტთან ზამბარითაა დაკავშირებული. იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოსაცდელ ობიექტზე ხელსაწყოს მოთავსება შეუძლებელი ან მოუხერხებელია, რხევის პარამეტრების განსაზღვრისათვის იყენებენ ვიბროსაცეციან ხელსაწყოებს, რომლებითაც ანათვლებს იღებენ საცეცისა და ხელსაწყოს კორპუსის ფარდობითი გადაადგილების მიხედვით.

გამოსაკვლევი ობიექტის რხევითი მოძრაობის მრუდების დასამუშავებლად იყენებენ მექანიკურ, ოპტიკურ და ელექტრულ ანალიზატორებს.

მოწყობილობას, რომელიც მექანიკურ რხევებს ელექტრულში გარდაქმნის, ვიბროგადამწოდი ეწოდება. თანამედროვე ვიბროდაგამწოდ ხელსაწყოებში მექანიკური რხევები ელექტრულ ენერგიად გარდაიქმნება და ოსცილოგრაფით ჩაიწერება. კავშირი გადამწოდსა და მარეგისტრირებელ ხელსაწყოს შორის გამტარებით მყარდება და რხევის პარამეტრების გაზომვა დისტანციურად წარმოებს. ვიბროგასაზომ ტექნიკაში მეტად გავრცელებულია გენერატორული და პარამეტრული ვიბროგადამწოდები [23,24].

რხევის აჩქარების გაზომვისა და ჩაწერისათვის, როდესაც გამოსაცდელი ობიექტი მოძრაობს არათანაბარი სიჩქარით, იყენებენ ხელსაწყოებს, რომლებსაც აქსელერომეტრი და აქსელეროგრაფი ეწოდებათ, აქსელერომეტრების აღნაგობის

ძირითადი პრინციპის მიხედვით მისი საკუთარი რხევის სიხშირე უნდა იყოს გაცილებით მეტი, ვიდრე აღმგზნები (იძულებითი) ძალის სიხშირე.

არამრღვევი კონტროლის მეთოდებიდან კონსტრუქციების დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის შესაფასებლად ოპტიკური მეთოდები იკავებენ ერთ-ერთ განსაკუთრებულ წამყვან ადგილს, რადგანაც სინათლის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური რხევა იძლევა საშუალებას დავაკვირდეთ ფრიად უმნიშვნელო ცვლილებებსაც კი. ყველაზე ცნობილ ოპტიკურ მეთოდებს დეფორმაციული პროცესების დაკვირვებისათვის მიეკუთვნებიან: ფოტოდრეკადობის, ინტერფერომეტრიის, პოლიგრაფიული ინტერფერომეტრიისა და სხვა მეთოდები [5, 31, 32].

ოპტიკურ ინტერფერეციულ მეთოდს უწოდებენ მუარის ზოლის მეთოდს, რადგან ხდება ობიექტის გამოსახულების ფაზური ტრანსფორმაცია [29].

ფოტოდრეკადობის მეთოდი იძლევა საშუალებას პოლარიზებულ სინათლეში მივიღოთ დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის სურათი კონსტრუქციის მთელი ზედაპირის ფართობზე. უარყოფითი მხრეა: გამოსაცდელი კონსტრუქცია უნდა იყოს ოპტიკურად გამჭვირვალე გამოსხივების პოლარიზებისათვის და ოპტიკური მგრძნობელობის ასამაღლებლად. ამას გარდა, წარმოიშობა სირთულეები მთავარი ძაბვების გამოყოფასთან დაკავშირებით.

შედარებით პერსპექტიულ მეთოდს წარმოადგენს პოლიგრაფიული ინტერფერომეტრია [32], იგი დაფუძნებულია მთლიანად ოპტიკურ მოვლენაზე, ე.ი. ხდება კონსტრუქციის გამოსახულების ამპლიტუდური და ფაზური ფიქსაცია ერთდროულად. ეს მეთოდი საკმაოდ ეფექტურია სწრაფი პროცესების ანალიზისათვის, რამდენადაც დინამიკური ჰოლოგრაფიის დროის პარამეტრები გაცილებით მცირეა დარტყმითი დატვირთვისას დეფორმაციის პროცესში რელაქსაციის დროზე. მხოლოდ ამ მეთოდითაა შესაძლებელი იმპულსური დეფორმაციის სივრცული განაწილების გაზომვა. უნდა აღინიშნოს, რომ იმპულსური დეფორმაციების დაძაბული მდგომარეობის არაწრფივ ეფექტზე მხოლოდ ჰოლოგრამა გვაძლევს სრულ წარმოდგენას. უარყოფით მხარეს წარმოადგენს რთული ექსპერიმენტალური ტექნიკა, რის გამოც მეთოდი ფართოდ ვერ დაინერგა.

ოპტიკურ მეთოდებში განსაკუთრებული ადგილი უკავია ფოტო და კინოგადაღებას [35]. ეს მეთოდები იძლევა საშუალებას დაფიქსირდეს კონსტრუქციის მდგომარეობა დროის მოცემულ მომენტში.

არამრღვევი კონტროლის ოპტიკური მეთოდები ბოლო წლებში იღებენ ოპტიკური და ელექტრული სინთეზის სახეს, რამაც მიიღო ასახვა ტელევიზიის სისტემებში არასტაციონარული პროცესების ფიქსირებისათვის.

ამრიგად, მოკლედ განვიხილეთ კონსტრუქციებში დინამიკური დეფორმაციული პროცესების შესწავლის, დეფექტების აღმოჩენისა და რღვევის წინა პირობის პროგნოზირების არამრღვევი კონტროლის ფიზიკური მეთოდები. ანალიზიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამ მეთოდების უმრავლესობას არა აქვს შესაძლებლობა დინამიკური დეფორმაციული პროცესების დაფიქსირების რეალურ დროში, ზოგიერთ შემთხვევაში აუცილებელია დეფორმირებული მანქანა-დანადგარების ცალკეული დეტალების ვიზუალიზაცია. ამასთან, როგორც სხვა მკვლევარები აღნიშნავენ [60,35], დეფექტების აღმოსაჩენად და მსხვერვის პროგნოზირებისათვის განხილული მეთოდები არ იძლევა საკმარის ეფექტს, რადგან მათი გამოყენება და შემოწმება ხდება «დროის რესურსით». აუცილებელია შემოწმება «ტექნიკური მდგომარეობის» მიხედვით, რის საშუალებასაც იძლევა ბოჭკოვან-ოპტიკური დიაგნოსტიკის სისტემები [35,26,31]. განვიხილოთ ისინი დაწვრილებით.

ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდი წარმოადგენს შუქსატარის მონაკვეთს, რომლის ერთ ბოლოზე დამაგრებულია სინათლის წყარო (დიოდი ან ლაზერი), ხოლო მეორე ბოლოზე ფოტოდეტექტორი (რეგისტრატორი), ძირითადად ეს არის კავშირგაბმულობის ხაზი, რომელშიც სინათლის ნაკადის მოდულაცია ხდება უშუალოდ შუქსატარში გავრცელებისას და არა სინათლის წყაროში, როგორც ეს ხდება კავშირგაბმულობის სისტემაში. შუქსატარზე ნებისმიერი ზემოქმედება მეტნაკლებად გავლენას ახდენს სინათლის გავრცელებაზე მასში. გადამწოდებში, ოპტიკური ბოჭკოს შესაბამისი კონსტრუქციების არჩევის ხარჯზე, ხდება ასეთი სახის ზემოქმედების გაძლიერება, ხოლო დანარჩენის შესუსტება.

მოვლენები, რომლებიც ჩვეულებრივ უარყოფითად მოქმედებენ ბოჭკოვან-ოპტიკური კავშირგაბმულობის ხაზზე, ხშირად სასარგებლოა ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდებისათვის. ბოჭკოს ჩალუნვებს მივყავართ სინათლის



დამატებით ფაზური ძვრისა და საინფორმაციო არხის სიხშირული თვისებების გაუარესებასთან. ოპტიკური ბოჭკოს ერთ-ერთ ნაკლად კავშირგაბმულობაში თვლიან მიკროღუნვებს, რომელზედაც ხდება შუქის გაბნევა, რაც შუქსატარში სინათლის კარგვის ძირითადი მიზეზია. მიკროდეფორმაციებზე ასეთი მაღალი მგრძობელობა ეფექტურად გამოიყენება ბოჭკოვან-ოპტიკურ გადამწოდებში, სადაც მიკროღუნვებს წარმოშობენ წინასწარ. სინათლის მიმღები გამოსასვლელ ბოლოზე აღრიცხავს სინათლის ნაკადის ყველა ცვლილებას, რომელიც გამოწვეულია გამიზნული მიკროღუნვით. ეს პრინციპი გამოყენებულია ობიექტებში დძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის საკონტროლოდ. აკუსტიკური ბოჭკოს გამოყენების მიხედვით ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები დაყოფილია ორ ჯგუფად: გარე და შიგა მოქმედების გადამწოდებად [2]. არსებობს სამი ტიპის, როგორც შიგა, ასევე გარე მოქმედების ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები: გამვლელი, ამრეკლავი და ანტენური. გამვლელი ტიპის გადამწოდებში მიმდევრობითაა ჩართული სინათლის წყარო, პირველი ოპტიკური ბოჭკო და მოდულატორი, ასევე მეორე ოპტიკური ბოჭკო და მიმღები დეტექტორი. ასეთი მოწყობილობები მზადდება სხვადასხვა კომბინაციებით, მაგრამ ყველგან სინათლის სხივი მიემართება სინათლის წყაროდან მოდულატორის გავლით დეტექტორისაკენ, ე.ი. ოპტიკურ ბოჭკოში გავრცელებისას სინათლე მიმართულებას არ იცვლის. როგორც ცნობილია, ოპტიკური ბოჭკო მუშაობს სხივის ერთმაგ გატარებაზე. ზემოთაღნიშნულისაგან განსხვავებით, ამრეკლავი ტიპის გადამწოდებში სინათლე ოპტიკურ ბოჭკოში, მოდულატორიდან შიგა არეკვლის გამო, უკან ბრუნდება და შემდეგ მიემართება მიმღებ დეტექტორისაკენ. ასეთ შემთხვევაში ამბობენ, რომ ოპტიკური ბოჭკო მუშაობს სინათლის სხივის ორმაგ გატარებაზე.

როგორც [2,26,84-115] შრომებშია გამოკვლეული თმის ღეროს დიამეტრის მქონე ოპტიკურ ბოჭკოში შეიძლება გავავრცელოთ ასობით სინათლის იმპულსი, ელექტრო-მაგნიტური ტალღების სახით, რაც განაპირობებს მათ უნიკალურობას, სპილენძის მავთულებთან შედარებით. რაც შეეხება ანტენური ტიპის გადამწოდებს, ისინი სინათლის ტალღებს ღებულობენ ან გამოასხივებენ ღია ეთერის საშუალებით.

ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების სამრეწველო გამოყენება ძირითადად დაიწყო გასული საუკუნის 80-იან წლებში, როგორც წესი სამხედრო სფეროში, რამაც საგრძნობლად გაზარდა ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების პოპულარიზაცია მომხმარებელში.

უკანასკნელ წლებში ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები გამოიყენება გემებში [98], ავიატექნიკაში [99], ხიდებში [100], კაშხლებში [101], შენობა-ნაგებობებში [102] და ა.შ.

ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების შესაქმნელად და ფართოდ გამოსაყენებლად დიდი სამუშაოები მიმდინარეობს აშშ-ში, დიდ ბრიტანეთში, გერმანიაში, იაპონიაში, საფრანგეთში.

საქართველოში მუშავდება ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდებით დიაგნოსტიკური ცენტრების მოწყობის პრობლემური საკითხები, კონსტრუქციების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგისათვის [1,2,3].

დღეისათვის მიღწეულია მნიშვნელოვანი პროგრესი ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების ხარისხის ასამაღლებლად, დაიხვეწა მგრძობიარე შუქსატარის დამზადების ტექნოლოგია, გამომავალი სიგნალის სტაბილურობისათვის. ტექნოლოგიის დახვეწიდან გამომდინარე მცირდება ბოჭკოვან-ოპტიკური ელემენტების ფასები. მზადდება სტანდარტული ბოჭკოვან-ოპტიკური კომპონენტები. მნიშვნელოვნად ამაღლდა მათი ხარისხი.

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან და ლიტერატურის მიმოხილვიდან გამოჩნდა, რომ შენობა-ნაგებობების და კონსტრუქციების დაზიანების დიაგნოსტიკა და ავარიების პროგნოზირება შეიძლება მიღწეული იქნას თანამედროვე არამრღვევი კონტროლის მეთოდებით. განვიხილოთ კონსტრუქციების სიმტკიცის დაკარგვის გამომწვევი ფაქტორები.

განვიხილოთ დიაგნოსტიკის პროცესი, როგორც ინფორმაციული პროცესი, რომელიც შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვადგინოთ: პირველად ანათვალების შესახებ ინფორმაციის მიღება გარდაქმნელის დახმარებით და მისი გადაყვანა დამუშავებისათვის მოსახერხებელ ფორმაში; ინფორმაციის დამუშავება და შედეგების გადაცემა, ანალიზისა და შემდგომი ინტერპერირებისათვის მიღებული ინფორმაციის გაანალიზება და გათვლების ფორმულირება.

კონკრეტული ობიექტის შესახებ. ამ ობიექტის ნორმალურად ფუნქციონირების შესაძლებლობის გამოკვლევა ან მისი დარჩენილი რესურსების პროგნოზირება.

განვიხილოთ ეს პროცესი დაწვრილებით. გარდამქმნელებში შეიძლება იგულისხმებოდეს ნებისმიერი მოწყობილობა, როგორც აქტიური ასევე პასიური მოქმედების პრინციპით. რომლებიც უზრუნველყოფენ ურთიერთკავშირს კონტროლირებად ფიზიკურ პარამეტრსა (რამოდენიმე პარამეტრსა) და გარდამქმნელიდან გამოსულ რეგისტრირებად პარამეტრს შორის.

იმის მიხედვით, თუ რა კონტროლის მეთოდი იქნება გამოყენებული, პირველადი ინფორმაციის დამუშავების ალგორითმები შეიძლება განსხვავდებოდნენ, მაგრამ გარკვეულ საზღვრებში, საბოლოო შედეგად, გაცილებით ხელსაყრელი ადამიანის აღქმის უნარის თვალსაზრისით, არის საკონტროლო ობიექტის გამოსახულება, (სქემატურად ან სამ განზომილებაში), რომელზეც დატანილია საძიებელი ფიზიკური სიდიდის განლაგება.

ეგულისხმობთ, რომ საძიებელი სიდიდის მნიშვნელობა საკმაოდ რეკონსტრუირებადია, მიუხედავად პირველად ინფორმაციაზე დაყრდნობით. გარდა ვიზუალური წარმოდგენისა საჭიროა გვექონდეს, დეფექტების პარამეტრების რაოდენობრივი მნიშვნელობა, რომლებიც აუცილებელია შემდგომ სიმტკიცისა და არსებული რესურსების ჩატარებისათვის.

კონტროლის მეთოდების, კონტროლირებადი პარამეტრებისა და დეფექტების ტიპების მრავალფეროვნების მიუხედავად, რაოდენობა ალგორითმებისა, საბოლოო შედეგის მისაღებად არც ისე ბევრია.

ალგორითმები საჭიროა ინფორმაციის მისაღებად დეფექტებისა და მათი ფიზიკური პარამეტრების შესახებ, ასევე მისი მიზანია გადაწყვეტილებების ფორმულირება, საკონტროლო ობიექტის ნორმალური ფუნქციონირებისა და არსებული რესურსების შესახებ. საკონტროლო ობიექტისათვის შესაძლებელია განხორცილდეს გათვლები სიმტკიცეზე და მასზე დაყრდნობით გაკეთდეს დასკვნა. ერთგვაროვანი ობიექტებისათვის შექმნილია მეთოდური რეკომენდაციები, რომლებიც ფორმულირებას უკეთებენ გადაწყვეტილებების მიღების პროცესს. სხვა შემთხვევისათვის საჭიროა ევოლუციური მიდგომა. ხშირად გადაწყვეტილებები მიიღება სუბიექტურად ადამიანის მხრიდან საკუთარ გამოცდილებაზე დაყრდნობით.

დიაგნოსტიკის ამოცანები შეიძლება დავაჯგუფოთ შემდეგნაირად:

1. სხვადასხვა არამრღვევი კონტროლის მეთოდების აპარატურული რეალიზება შეიძლება გავაერთიანოთ და დავიყვანოთ სტრუქტურაზე, რომელსაც გააჩნია შემდეგი ძირითადი პრინციპები: ფიზიკური სიდიდეების გარდამქმნელი ელექტრულ სიგნალად; ელექტრული სიგნალების გარდამქმნელი ციფრულ სიგნალად; ინფორმაციის დამუშავების უნივერსალური ბლოკი და მისი გამოსახვა გრაფიკული სახით;

2. არამრღვევი კონტროლის მეთოდების განვითარება არსებული მიმართულებით. აგრეთვე საყურადღებოა საკითხი, გადაწყვეტილების ავტომატურად ფორმულირების, მოცემული ობიექტის მდგომარეობასა და მისი ვარგისიანობის შესახებ.

3. საჭიროა ორგანიზაციული ღონისძიებების გატარება იმისთვის, რომ გადაწყვეტილ იქნას, გადაწყვეტილების მიღების ფორმულირების პროცესი, კონკრეტულ ობიექტზე გამოკვლევის შედეგებზე დაყრდნობით. ეს ორგანიზაციული საკითხები: ერთიანი მეთოდოლოგიური ცენტრის ფორმულირება, არსებული მეთოდოლოგიის სისტემატიზირება (მათ შორის უცხოურის), სტატისტიკური ინფორმაციის შეგროვება.

საკვლევი ობიექტების სიმრავლე შეიძლება დავყოთ ორ კლასად: შრომის უნარიან და შრომის უუნაროდ, მაგრამ ოროვე კლასს გააჩნია გრადაციის დიდი რიცხვი და შედეგად არ შეუძლიათ მკვეთრად განსაზღვრული სიგნალის დაბრუნება. სიგნალის ვარიაცია ერთი მდგომარეობიდან კლასის ფარგლებში შემაფერხებელია დიაგნოსტიკისათვის.

დიაგნოსტიკის ამოცანა დაიყვანება სიგნალის ამოცნობაზე, რომელსაც ვლებულობთ გამოსაკვლევი ობიექტიდან და მიეკუთვნება ერთ-ერთს აღნიშნული კლასებიდან. ამიტომა დიაგნოსტიკის მოწყობილობა, აპრიორულ ხარისხში უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას სიგნალების შესახებ, რომლებიც შეესაბამებიან კონსტრუქციის სხვადასხვა მდგომარეობას.

კონსტრუქციების სიმტკიცის დაკარგვის გამომწვევი ფაქტორების მრავალფეროვნება ნაჩვენებია ნახ. 3.3.-ზე.

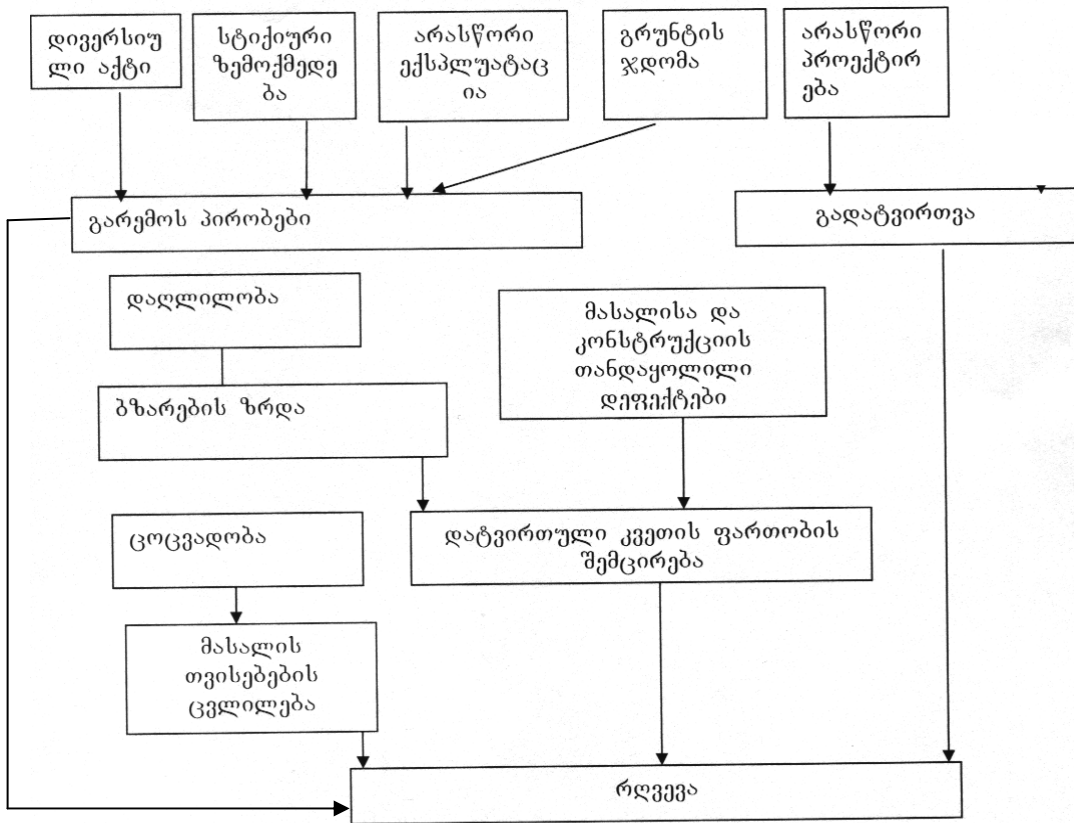
როგორც ჩანს, კონსტრუქციების სიმტკიცის დაკარგვის მიზეზი უმეტეს შემთხვევაში გადატვირთვაა, რომელიც შეიძლება გამოწვეულ იქნას გარემო პირობებით, ასევე არასწორი პროექტირებითა და დამზადებით.

გარდა ამისა, რღვევის მიზეზი შეიძლება გახდეს მასალის სიმტკიცის თვისებების შეცვლა, აგრეთვე დატვირთული ზედაპირის ფართის შემცირება გამოწვეული დეფექტებითა და ბზარის ზრდით.

აქედან გამომდინარე, კონსტრუქციების დიაგნოსტიკა გარე დატვირთვების კონტროლის (პირველადი მეთოდები) მეშვეობით ყოველთვის ეფექტური ვერ იქნება. იგი ვერ აღრიცხავს რღვევის ისეთ საშიშროებებს, რომელიც მოსალოდნელია ბზარის გახსნის, მასალის ცოცვადობის, შინაგანი დეფექტების არსებობის გამო.

კონსტრუქციების დაზიანების დიაგნოსტიკისას უფრო ეფექტურია მეორადი და მესამეული მეთოდების გამოყენება, ვინაიდან ისინი ითვალისწინებენ ისეთი პარამეტრების კონტროლს (შედუბი და ნიშანი ძაბვა, დეფორმაცია, დეფექტის ზომა), რომელთაც რღვევის მექანიზმში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება.

დიაგნოსტიკის შესაბამისი მეთოდის ამორჩევისას, დასაწყისში აუცილებელია გამოვიყენოთ ისეთი ხერხები, რომლებიც რაც შეიძლება ადრე შეგვატყობინებენ საფრთხეს, ხოლო შემდეგ დაზიანებათა ზრდასთან ერთად უნდა გამოვიყენოთ სხვა მეთოდები.



ნახ.3.3. კონსტრუქციის რღვევის გამომწვევი ფაქტორები

ეს მეთოდები კონსტრუქციის ექსპლუატაციის განმავლობაში სხვადასხვა მგრძობელობით (ეფექტურობით) ხასიათდებიან. მაგალითად, კონსტრუქციების ექსპლუატაციის დასაწყისში სანამ არაა დაგროვილი საკმარისი ზომის დეფექტები, უფრო ეფექტური იქნებოდა დატვირთვების, ძაბვის და გადადგილების კონტროლის მეთოდების გამოყენება, აგრეთვე დეფექტების ვიზუალური დათვალიერების პერიოდული ჩატარება, ხოლო ექსპლუატაციის გარკვეული ხანგრძლივი პერიოდის შემდეგ, როდესაც ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდებით დაფიქსირებული იქნება მნიშვნელოვანი დეფექტები ან მათი წარმოშობის შესაძლებლობა, უპირატესობა უნდა მიენიჭოს მესამეულ მეთოდებს, დეფექტოსკოპიას, ბზარების ანალიზს და სხვა.

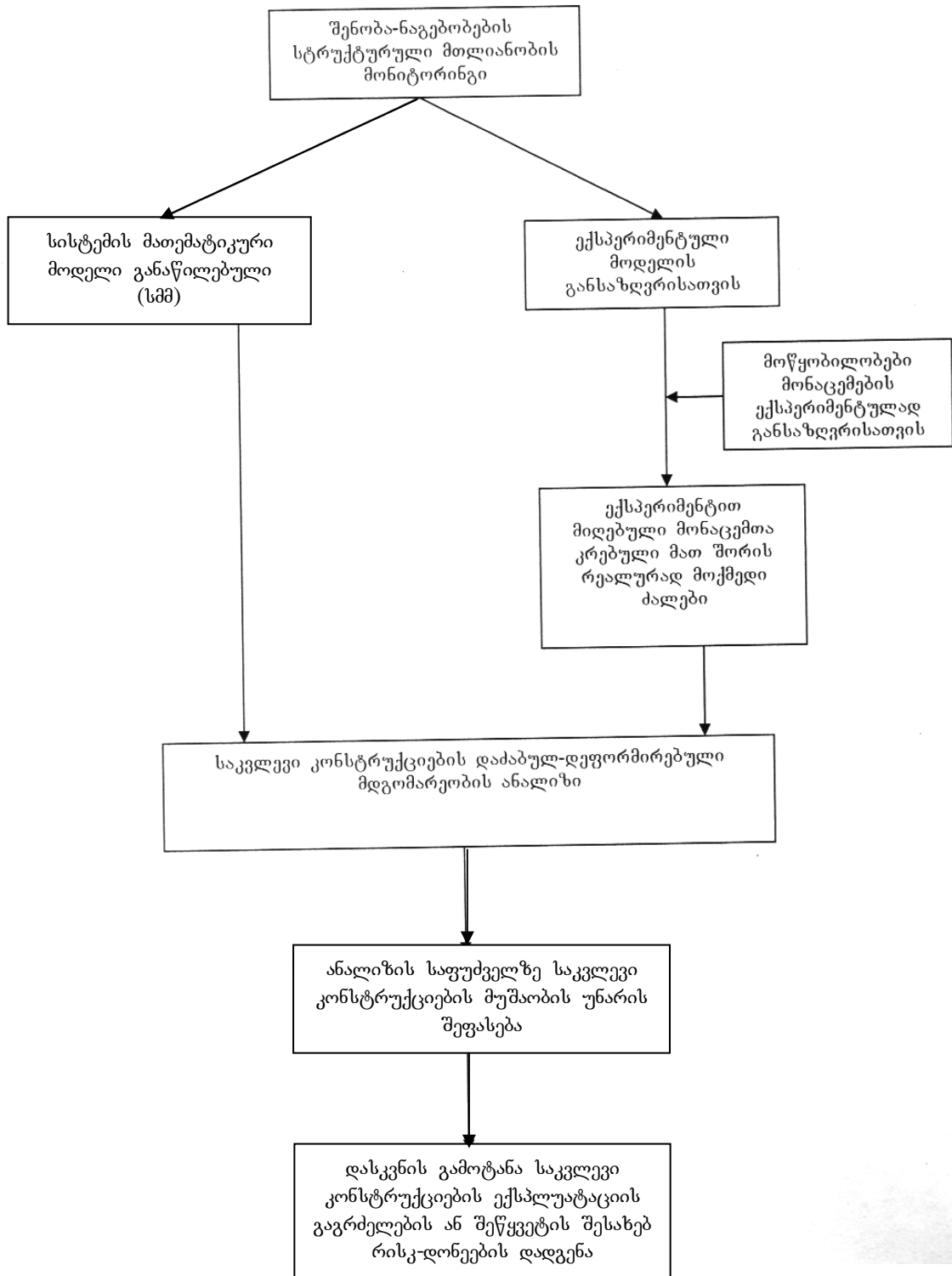
### 3.4.3. შენობა-ნაგებობების მუშაუნარიანობის და სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგის პროცესი

როგორც უკვე ავლიშნეთ თანამედროვე კონსტრუქციები უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს კონტროლის სხვადასხვა მოქცობილობებით (სენსორებით). სენსორების ძირითად მოთხოვნას წარმოადგენს გაზრდილი საიმედოობა, გაზომვის სიზუსტე და ტექნიკური მდგომარეობის მიხედვით შეფასება ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში. ამ საკითხის გადაწყვეტაში, როგორც წინა პარაგრაფებში იყო აღნიშნული (ნახ. 3.3), განსაკუთრებული პრიორიტეტი ენიჭება არამრღვევი კონტროლის თანამედროვე მეთოდებს. რადგან მათი გამოყენებით შეიძლება კონტროლის პროცესის მართვა და სასურველი ინფორმაციის მიღება.

ჩვენს მიზანს წარმოადგენდა კონსტრუქციების მუშაობის უნარის და სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგის პროცესის მკაცრად ჩამოყალიბებული მოდელის შექმნა, რისთვისაც დამუშავებულია ბლოკ-სქემა საკვლევ ობიექტების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგისათვის, რაც მოცემულია ნახ. 3.4-ზე.

წარმოდგენილ ბლოკ-სქემაში შემოტანილია სისტემის მათემატიკური მოდელი დაფუძნებული სასრულ-ელემენტთა მეთოდზე. მონაცემები შემოდის საკვლევ ობიექტებზე განლაგებული სენსორებიდან. მიღებული მონაცემები მუშავდება და განისაზღვრება რეალურად მოქმედი ძალები. მიღებული ძალების შეტანით მათემატიკურ მოდელში ხდება გაანგარიშება საკვლევ ელემენტების და დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზი. ანალიზის საფუძველზე მიმდინარეობს საკვლევ ელემენტების მუშაუნარიანობის შეფასება. რის შედეგადაც კეთდება დასკვნა ამ ელემენტების ექსპლუატაციის გაგრძელების ან არ გაგრძელების შესახებ. ამავდროულად ხდება რისკ-დონეების დადგენა.

წარმოდგენილი სქემით შენობა-ნაგებობების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგის მაგალითი განხილული იქნება დისერტაციის მეოთხე თავში.



ნახ. 3.4. ბლოკ-სქემა საკვლევი ობიექტების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგისათვის



## თავი 4. კონცეფცია საიმედო მშენებლობის შესახებ

### 4.1. შესავალი

მაღალი განვითარების უზრუნველყოფაში მშენებლობის დარგის დიდმა მნიშვნელობამ ასახავა ჰპოვა საიმედო მშენებლობის კონცეფციაში, რომელიც მიღებულ იქნა საერთაშორისო კონფერენციაზე ქ. ტამპაში (აშშ) 1994 წელს.

საიმედო მშენებლობაში იგულისხმება ცხოვრების ჯანმრთელი, ხელოვნური გარემოს შექმნა, მდგრადი კონსტრუქცია და ინფრასტრუქტურის წარმატებული განხორციელება, რომელიც ეფუძნება ბუნებრივი რესურსების ეფექტურ გამოყენებას და ეკოლოგიურ პრინციპებს.

აღნიშნული მიზნის რეალიზაციისათვის აუცილებელია:

- ჯანსაღი ეკონომიკის განხორციელება, რასაც შეუძლია უზრუნველყოს ცხოვრების მაღალი ხარისხი და ამავე დროს დაიცვას ადამიანის სიცოხლე და შექმნას შესაძლო უსაფრთხო ეკოლოგიური გარემო;

- ზარალის მინიმუმამდე დაყვანა, რაც გარემოს რეაბილიტაციის აუცილებელი წინაპირობაა, თითქმის გამორიცხავს ადამიანის ჯანმრთელობის ხელყოფის რისკს და უზრუნველყოფს ბიოლოგიურ მრავალფეროვნებას;

- არაგანახლებადი რესურსების ოპტიმალური გამოყენება;

- განახლებადი რესურსების მუდმივი გამოყენება.

დასახული ამოცანები-კომპლექსურია და მოიცავს ინჟინრულ, ეკოლოგიურ, ეკონომიკურ და სოციალურ კომპონენტებს. მშენებლების ვალდებულება გარემოს წინაშე და ცხოვრების ბუნებრივი გარემოს მკვეთრად გაუარესებული მდგომარეობა მათ აიძულებს ყურადღების აქცენტირება მოახდინონ უპირველესად ეკოლოგიურ პრობლემებზე, რაც სასიცოცხლოდ აუცილებელია მსხვილი ქალაქების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის.

აქედან გამომდინარე, დაგეგმილია და სრულდება რიგი მსხვილი საერთაშორისო პროგრამებისა, რომლებიც გამოიმუშავენ (არამდგრადი მდგომარეობის საზღვრები) ეკოლოგიური უსაფრთხოების ძირითად

კრიტერიუმებსა და სამშენებლო მეთოდებით ეკოლოგიური მდგრადობის უზრუნველყოფის ზომებს. ეს პროგრამები მოიცავს რამდენიმე დონეს: ნაციონალურ, რეგიონალურ და საერთაშორისო სტანდარტებზე გასვლით, რაც განსაზღვრავს გლობალური მასშტაბის კავშირების საერთო წესებს.

ასეთი პროგრამის მაგალითს წარმოადგენს საერთაშორისო პროექტი «მწვანე შენობა». «მწვანე შენობის» ქვეშ იგულისხმება ნაგებობა, რომელშიც გამოიყენება: ბუნებრივი ვენტილაცია; ოპტიმალურად დღის შუქი; ხელმეორედ ზედმეტი სითბო; მზისგან დაცვა და მზის ენერჯია; მაღალი თერმული მასა; გაუმჯობესებული იზოლაცია; ადგილობრივი განახლებადი ან აღდგენადი მასალები; მინიმალურად ის მასალები, რომლებიც ექვემდებარება შემდგომ განადგურებას; ტრანსფორმირებადი ორგანული მასალები.

უსაფრთხოების პრობლემის მეორე მათავარ მხარეს წარმოადგენს ავარიების, კატასტროფების და სხვა უარყოფითი ზემოქმედებისაგან დაცვა, რომლებიც იწვევენ დიდ მატერიალურ ზარალს და ხალხის დაღუპვას. სწორედ ამ საკითხებზეა ამ თავში რეკომენდაციები წარმოდგენილი.

#### 4.2. დასაშვები რისკის შეფასება

ცალკეული ობიექტების ზარალის განხილვისას მიზანშეწონილია უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ საკითხი დასაშვები რისკის განსაზღვრის შესახებ. დღესდღეისობით ეს საკითხი არ შეიძლება ჩაითვალოს მთლიანად გადაწყვეტილად, მაგრამ არსებობს მისი განსაზღვრის რამდენიმე მიდგომა, საიდანაც მიზანშეწონილია გამოვყოთ ზოგიერთი მათგანი.

დასაშვები რისკი რეგლამენტირდება სპეციალური სახელმწიფო ან რეგიონალური ორგანოს მიერ, რომელიც დაკავებულია სოციალური დაგეგმვით, კერძოდ სახელმწიფოსა და რეგიონში ჯამური რისკების ოპტიმიზაციით.

ასეთი მიდგომის მაგალითს წარმოადგენს ჰოლანდია, სადაც ჯერ კიდევ 1985 წელს სახელმწიფო კანონის დონეზე ოფიციალურად შემოღებული იყო ტექნოლოგიური რისკის დასაშვები მაჩვენებელი, რომელიც იცვლებოდა  $10^{-6}$ - $10^{-8}$

ფარგლებში. დასაშვები რისკის უფრო დაბალი დონე მიეკუთვნება განსაკუთრებულად საპასუხისმგებლო კაშხლების ტიპის ნაგებობებს.

ტექნოსფეროსთან დაკავშირებული რისკის ალბათობა, მოსახლეობაში სიკვდილიანობის საშიშროებიდან გამომდინარე, ითვლება დაუშვებლად, თუკი შეადგენს  $10^{-6}$ -ზე მეტს და დასაშვებია თუ კი ეს სიდიდე  $10^{-8}$ -ზე ნაკლებია. იმ ობიექტებთან მიმართებით, რომელთა რისკის ინდივიდუალური დონე  $10^{-6}$ - $10^{-8}$  ინტერვალშია, დასაშვები მტყუნების (რისკის) ალბათობა განისაზღვრება გამომდინარე კონკრეტული ისტორიული და სოციალური ასპექტიდან. ასეთი მიდგომა უფრო მკაცრია და მეცნიერულად დასაბუთებული, მაგრამ მისი რეალიზაციისათვის საჭიროა საინფორმაციო სტატისტიკური ბაზა, რომელიც დღესდღეობით ნაკლებად არის დამუშავებული.

საგანგებო სიტუაციებისაგან დასაშვები რისკი უტოლდება სხვა გავრცელებული რისკის სახეებს (მაგალითად ავტოკატასტროფაში დაღუპვის რისკს და ა.შ.) ასეთ დასაშვებ რისკს ეწოდება ბალანსირებული. შეგახსენებთ, რომ დასაშვები რისკი განპირობებულია სოციოლოგიური, ფსიქოლოგიური და ა.შ. ხასიათის რიგი ასპექტებით. მაგალითად ავტომობილებით მოძრაობის რისკი საზოგადოების მხრივ აღიქმება ნებაყოფლობით რისკად, ხოლო სამრეწველო საწარმოებში ავარიული აფეთქებების რისკი, რომელსაც მოსდევს ახლომდებარე შენობების დაზიანება არანებაყოფლობითია.

რისკის აღქმის შესახებ საკითხი არსებითადაა დამოკიდებული რეალურ მოგებაზე, რასაც იძლევა ესა თუ ის მოღვაწეობა. ერთნაირი მოგების შემთხვევაში «არანებაყოფლობითი» რისკი, მაგალითად, ბუნებრივი კატასტროფებისა, შეიძლება იყოს გაცილებით დაბალი, ვიდრე «ნებაყოფლობითი».

#### არაეკონომიკური რისკის შეცვლა სუფთა ეკონომიკურით.

წინამდებარე მიდგომა საჭიროებს დამატებით კომენტარს. ეკონომიკური რისკის ობიექტებს მიაკუთვნებენ (პასუხისმგებლობის მიხედვით): ნაგებობებს, რომელთა დანგრევამ შეიძლება გამოიწვიოს ხალხის დაღუპვა, სულიერი სიმდიდრეების კარგვა, სოციალური შედეგების დამძიმება.

უკანასკნელი მიდგომის რეალიზაციისათვის აუცილებელია არაეკონომიკურ კატეგორიებს დაუდგინდეს ეკონომიკური ექვივალენტი, მაგალითად, ადამიანის სიცოცხლის ექვივალენტი. უკანასკნელის განსაზღვრისათვის წარმოდგენილია შემდეგი ფორმულა:

$$\vartheta(\tau_b) = \vartheta_0 \exp[-(\tau_b - c)/a] \quad (4.1.)$$

სადაც  $\vartheta_0$  – ახალშობილის სიცოცხლის ეკონომიკური ექვივალენტია:

$$\vartheta_0 = \vartheta(T_b) / \exp[-(T_b - c)/b] \quad (4.2.)$$

სადაც  $\vartheta(T_b)$  -  $\tau_b$  ასაკში საშუალო სტატისტიკური ადამიანის სიცოცხლის ეკონომიკური ექვივალენტი;  $T_b$  – მცხოვრებთა საშუალო ასაკი;  $a=37,36$ ;  $b=1,5$ ;  $c=0$  – ხალხის განაწილების პარამეტრები, რომლებიც ცხოვრობდნენ სსრკ-ში 1985-88წწ ( $\vartheta_0$  1985-88 წლებში შეადგენდა 379 ათას მანეთს).

$$\vartheta(\tau_b) = \vartheta(T_b) \exp[-(\tau_b - c)/a + (T_b - c)/b]$$

XX საუკუნის 80-იან წლების ბოლოს მსოფლიოში სიცოცხლის საშუალო «ფასი» შეადგენდა დაახლოებით 120 ათას აშშ დოლარს. ამერიკელი სპეციალისტების ნაშრომებში ხშირად გამოიყენება ადამიანის სიცოცხლის ექვივალენტი 300-400 ათასი დოლარი.

დანაკარგები დაღუპულთა და დაშავებულთა (შრომისუნარიანობის დაკარგვით) სახით შეიძლება აგრეთვე შეფასდეს ფულად ფორმაში სხვა საშუალებებით: ინვალიდის შენახვის ღირებულებით, მუშაკის დაკარგვით მოგების შემცირებით, პროფესიონალური რისკისათვის თანხის დამატებით, იმ ზომების ღირებულებით, რომელიც აუცილებელია სიკვდილიანობის შესამცირებლად და ა.შ.

ტრავმების შედეგად ზარალის ეკონომიკური ექვივალენტი მიიღება, როგორც 0,1 ადამიანის სიცოცხლის ეკონომიკური ზარალიდან.

არაეკონომიკური რისკის სუფთა ეკონომიკური რისკით შეცვლა, ჰუმანური პოზიციებიდან გამომდინარე, იწვევს რიგი ექსპერტების მხრიდან წინააღმდეგობას (ადამიანის სიცოცხლე შეუფასებელია!), მაგრამ იგი წარმოადგენს რისკის (ზარალის) შეფასების ძლიერ ინსტრუმენტს და სულ უფრო ხშირად გამოიყენება პრაქტიკაში.

შევნიშნავთ, რომ უკანასკნელი მიდგომა საგანგებო სიტუაციების შედეგების არა მხოლოდ საერთო ეკონომიკური შეფასების, არამედ, სუფთა ეკონომიკური ზარალის, ადამიანთა ერთეულ დანაკარგებში ტრანსფორმირების საშუალებასაც იძლევა, რასაც ეფუძნება რისკის თანამედროვე შეფასება.

სუფთა ეკონომიკური ზარალის შეფასება შეიძლება გამოითვალოს გამარტივებული ფორმულით:

$$L=P(H)D \quad (4.3.)$$

სადაც L ზარალის მათემატიკური ლოდინია ერთ წელზე გაანგარიშებით; P(H) – განსაზღვრული დონის საგანგებო სიტუაციების (სს-ის) წარმოშობის ალბათობა წელიწადში; D – ზარალი, მიყენებული ობიექტებზე სს-ით მისი უარესი განვითარების სცენარით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საფრთხის წარმოშობას მოჰყვება შედეგები ობიექტთა ჯგუფისათვის ტერიტორიის ან რეგიონისათვის, და როდესაც ობიექტი განიცდის ზემოქმედებას რამოდენიმე წყაროდან, რისკის და ზარალის შეფასება, რომლებიც მდებარეობენ სხვადასხვა ადგილებში, ხორცილდება სპეციალური რისკის ველების საფუძველზე. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ სოციალური ზარალის ( $L_s$ ) ეკონომიკური ექვივალენტი და რისკის ხარისხი ამ შემთხვევაში დაკავშირებული არიან არაწრფივი დამოკიდებულებებით:

$$L_{si} = C_i N_i^p \quad (1,2 < P < 2) \quad (4.4.)$$

სადაც  $N_i$  – i-ური სცენარის რეალიზაციისას ნეგატიური შედეგების ალბათობა (შესაძლებლობა).

ხალხის დაღუპვისა და ტრამვირებისაგან ექვივალენტური ზარალის მათემატიკური ლოდინი  $N_i$  ადამიანის ერთდროული დაღუპვის შემცირებული რისკის გათვალისწინებით იქნება

$$L_{si} = 2(PN_i)^2 / P_{\text{გაბ.}} \Theta(T_b) \quad (4.5.)$$

სადაც P – უბედური შემთხვევის ალბათობაა, როდესაც ილუპება Ni ადამიანი ერთდროულად.

საერთო შემთხვევაში შესაძლო ზარალის შეფასების პროცედურა მოიცავს:

- სტატისტიკური მონაცემების ანალიზს წარსულში არასასიკეთო ზემოქმედებების შესახებ;
- სტრუქტურის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების თეორიულ ანალიზს, რომელიც საფუძველია საგანგებო სიტუაციის სცენარების განვითარების შესამუშავებლად;
- საექსპერტო შეფასებას.

### 4.3. რისკის მართვა

რისკის მართვაში ძირითადად, იგულისხმება საკანონმდებლო, ორგანიზაციული, საინჟინრო-ტექნიკური, ტექნოლოგიური და სხვა ზომების კომპლექსი, რომლებიც მიმართულია უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად (რისკის შემცირება).

რისკის მართვა ეფუძნება შემდეგ სამ ძირითად პრინციპს: პრაქტიკული მოღვაწეობის გამართლების, დაცვის ოპტიმიზაციის და საფუძვლიანობის. ეს პრინციპები გამომდინარეობს მდგრადი განვითარების კონცეფციიდან და იმ გარემოებიდან, რომ ადამიანისა და ბუნების რესურსი განსაზღვრულია.

#### პრაქტიკული მოღვაწეობის გამართლების პრინციპი

ნებისმიერი მოღვაწეობა, თუკი მისგან სარგებლობა საზოგადოებისათვის არ აღემატება ზარალს მასთან დაკავშირებული რისკიდან, არ შეიძლება იყოს

გამართლებული. საზოგადოებისათვის რაიმე მოღვაწეობიდან მიღებული სარგებელი ხშირად ვერ დაემთხვევა სარგებელს ცალკეული პიროვნებისათვის, ამიტომ მოცემული პრინციპი უნდა იყოს დასრულებული შემდეგი პირობებით:

1. მოღვაწეობა, რომლის დროსაც ესა თუ ის ობიექტი შეიძლება იმყოფებოდეს ზომაგადასული რისკის ქვეშ, არ შეიძლება იყოს გამართლებული, მაშინაც კი, თუკი ეს მოღვაწეობა მომგებიანია საზოგადოებისათვის.
2. საზოგადოების წევრები ნებაყოფილობით თანხმდებიან მათ ცხოვრებაში ამა თუ იმ მოღვაწეობის შედეგად განსაზღვრული რისკის არსებობას, რომელიც არ აღემატება დასაშვებ დონეს და იმყოფება ამ მოღვაწეობიდან ზარალისა და მოგებების ტრადიციული ცვლილების ფარგლებში.
3. ზომაგადასული რისკებისაგან ყოველი პიროვნების დაცვაზე გაწეული დანახარჯები (ფულადი კომპენსაციები, მოსახლეობის გადანაწილება და .ა.შ.) შეტანილ უნდა იქნას არსებული პროექტისა და მოღვაწეობის სახეობაზე გაწეული დანახარჯების საერთო ღირებულებაში და გათვალისწინებული ამ პროექტის ვარგისობის ან მთლიანად საზოგადოების მოღვაწეობის სახეობის შეფასებისას. ზომაგადასული რისკისაგან დასაცავი კონკრეტული ზომების შერჩევას აუცილებელია იმ ინდივიდების აზრის გათვალისწინება, რომელსაც ესაჭიროება დაცვა.

### დაცვის ოპტიმიზაციის პრინციპი

რისკის მართვის ტაქტიკურ მიზანს წარმოადგენს საერთო სარგებლის მაქსიმიზაცია, რომელსაც საზოგადოება ღებულობს ამ თუ იმ მიღვაწეობის სახეობებიდან და აისახება სიცოცხლის მოსალოდნელი ხანგრძლივობის ზრდაში, რომლის განმავლობაშიც პიროვნებას შეუძლია ჯანსაღი მოღვაწეობა ფიზიკური, სულიერი და სოციალური კეთილდღეობის მდგომარეობაში.

ამკარაა, რომ ბუნებრივ კრიტერიუმად, რომელიც საზღვრავს მიზანის მიღწევის ხარისხს, უნდა აღმოვაჩინოთ სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ისეთი მაჩვენებელი, როგორც სიცოცხლის გახანგრძლივების ღირებულებაა,

რომელიც სხვადასხვა სახის რისკების შემცირებაზე დანახარჯების ოპტიმიზაციის საშუალებას იძლევა.

ამ პრინციპის პრაქტიკული რეალიზაცია დაიყვანება მთლიანად საზოგადოებისათვის რისკის შემცირების ზომამდე, იმ ცალკეული პირებისათვის ან პირთა ჯგუფებისათვის კომპენსაციით, რომლებიც ამ ქმედების შედეგად განიცდიან მომატებულ (მაგრამ არა ზომაგადასულ) რისკს.

### საფუძვლიანობის პრინციპი

რისკის მართვის პოლიტიკა იქნება ეფექტური და თანმიმდევრული მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუკი რისკის მართვაში ჩართულია მთელი გაერთიანებული სპექტრი საზოგადოებაში არსებული საშიშროებისა და აქედან საერთო რისკი ნებისმიერი ადამიანისა და საზოგადოებისათვის მთლიანად არ აღემატება დასაშვებ დონეს.

მაგალითად, რისკის მართვის პოლიტიკის შემუშავებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას რეგიონებს შორის ურთიერთქმედება. აუცილებელია კოოპერაციული შეთანხმების მიღწევა, რომელიც იქნებოდა არა მარტო მომგებიანი ყველა პარტნიორისათვის, არამედ ეფექტურიც. ასეთ შეთანხმებებში შეიძლება განსაზღვრული იყოს დაბანდებების სამართლიანი კვოტები, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ზომებში, საფრთხის წყაროების შეთანხმების მონაწილეთათვის.

ამ პრინციპის რეალიზაციისას საჭიროა ხელმეორედ შეხსენება იმისა, რომ უსაფრთხოება ეკონომიკური კატეგორიაა, მაგრამ არა მხოლოდ უტილიტარული თვალსაზრისით. რისკების შემცირება და სიცოცხლის ხანგრძლივობის შესაბამისი ზრდა წარმოადგენს მას მდიდრულად, როგორც მორალური, ისე მატერიალური თვალსაზრისით. არ შეიძლება არ მოვიყვანოთ დასავლეთის ეკონომიკური სკოლის ერთ-ერთი თვალსაჩინო წარმომადგენლის მ. დ. ტოროსის სიტყვები: «ნებისმიერი საგნის ღირებულებას მე დავარქმევ საკუთარი სიცოცხლის იმ რაოდენობას, რომელიც მზად ვარ მივცე მის საფასურად, დაუყოვნებლივ ან განვადებით».

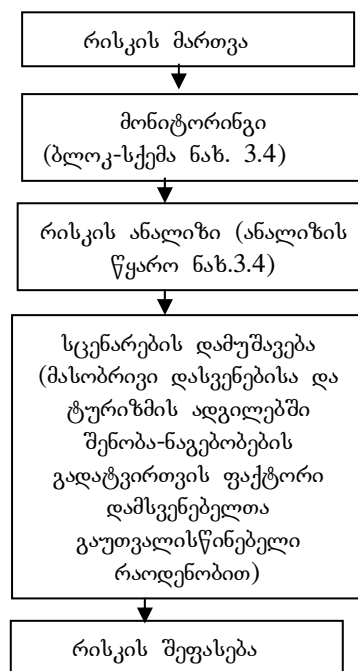
მოყვანილი პრინციპები ატარებენ საერთო ხასიათს და გათვალისწინებული იქნა უსაფრთხოების სტრატეგიის შემუშავებისას. რისკის

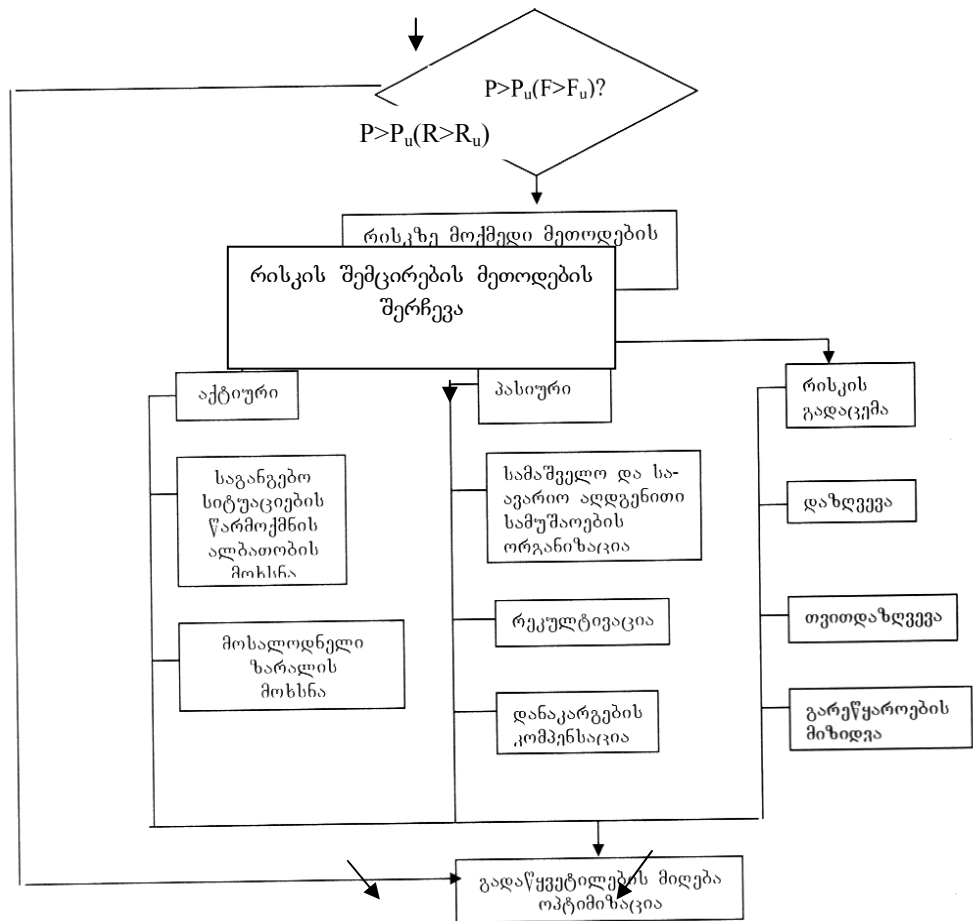


მართვა პრაქტიკაში შეიძლება დაყვანილი იყოს პრინციპიალურ სქემამდე, რომელიც მოცემულია ნახ. 4.2.-ზე.

საგანგებო სიტუაციების მონიტორინგის და რისკის ანალიზი, ანუ საშიში ზემოქმედების (წყაროების) წარმოშობის ალბათობისა და სიხშირის (განმეორების) სიმჭიდროვის განსაზღვრა, წარმოადგენს ამოსავალ ინფორმაციას შემდგომი პროცედურებისათვის, რომლებიც მოიცავენ საგანგებო სიტუაციების განვითარების შესაძლო სცენარების შემუშავებას, რაც მისაღებია განხილული ობიექტებისათვის და ამა თუ იმ სცენარის რეალიზაციის შემთხვევაში, ამ თუ იმ დონის ზარალის ალბათობის შეფასებისას.

საგანგებო სიტუაციების გათვალისწინება, თუნდაც ობიექტების მხოლოდ განსაზღვრულ ტიპზე, იწვევს მნიშვნელოვანი რაოდენობის ფაქტორების განხილვას, რომელთაგანაც თითოეული გამოიყენება განსაზღვრულ, საკმარისად ფართო დიაპაზონში და შეუძლია გამოიწვიოს მრავალგვარი შედეგები. ამიტომ სცენარის დაგეგმვის საერთო მეთოდოლოგია ფაქტორთა საერთო რაოდენობიდან გამოყოფს უფრო მთავარს და ახდენს მათ რანჟირებას.





#### 4.2 რისკის მართვის ბლოკ-სქემა

$P_u$  – დასაშვები რისკი  $P_u=10^{-5}\xi T/L$   $\xi$  – ობიექტის მნიშვნელობის კოეფიციენტი მასობრივი თავშეყრის ნაგებობებისათვის, 0,5 – ხიდებისათვის, 5 – კოშკისათვის. T – წელიწადში კონსტრუქციის საანგარიშო სამუშაოების ხანგრძლივობა. L – ხალხის საშუალო რიცხვი, რომელიც შეიძლება იყოს შენობაში ან მახლობლად იმ პერიოდში როცა შეიმჩნევა რისკი. P- მოსალოდნელი რისკი. R-საანგარიშო ძალვა.  $R_u$ -კონსტრუქციის მინიმალური შესაძლო წინაღობა.

ეს უკანასკნელი გულისხმობს ფაქტორებისა და პარამეტრების დაყოფას ჯგუფებად, ობიექტებისათვის მიღებული შედეგების შესაბამისად, აგრეთვე რომელიმე საშუალოს გამოყოფას ჯგუფიდან, რომელიც მეტწილად სრულად ახასიათებს მთელ ჯგუფს. ამგვარად, გამოყოფენ სამ სცენარს: ოპტიმისტურს, ნორმალურს და პესიმისტურს.

კონკრეტული ობიექტისათვის რისკის შეფასება ხორციელდება ყოველი სცენარისათვის (3.15) კრიტერიუმის გამოყენებით ან, სტატისტიკური კომპლექსების ჩვენს ხელთ ან საერთოდ არარსებობის შემთხვევაში, ალბათური ექსტრაპოლაციით.

ამასთან, დასაშვები რისკი იმ ხალხისათვის, რომლებიც საშიშროების ქვეშ იმყოფებიან, განხილულ უნდა იქნას ყოველ მხრივ. მაგალითად, ხალხის დაღუპვა ან ტრავმები ავარიული აფეთქებებისას შეიძლება წარმოადგენდეს

შედეგს არა მხოლოდ კონსტრუქციების (ნაგებობების) ნგრევისა, არამედ აფეთქების ტალღის უშუალო მოქმედებისა.

არაეკონომიკური პასუხისმგებლობისათვის (3.15) პირობის შეუსრულებლობის შემთხვევაში, აუცილებელია რისკის შემამცირებელი ზომების მიღება. ასეთი ზომები გულისხმობენ საგანგებო სიტუაციების წარმოშობისა და შესაძლო ზარალის შემცირების ალბათობას (შესაძლებლობას).

მაგრამ, პრაქტიკაში საგანგებო სიტუაციების წარმოქმნის ალბათობის შემცირება ყოველთვის ვერ ხერხდება (მაგალითად, იგი შეუძლებელია მიწისძვრის დროს).

რიგ შემთხვევებში საგანგებო სიტუაციების წარმოშობისა და შესაძლო ზარალის შემცირების ალბათობა ეკონომიკური, ორგანიზაციული და სხვა მიზეზების გამო შეუძლებელია.

#### **4.4. შენობა-ნაგებობების სიმტკიცის რისკ-დონეების დადგენა მონაცემთა ბაზის მიხედვით. ფიზიკური და რიცხვითი ექსპერიმენტები**

თუ დადგენილია სხავდასხვა დონეების სიგნალები, როგორცაა წინააღმდეგობრივი, ავარიული და ზეავარიული დაზიანებები, ასეთი სიგნალები წარმოადგენს რისკ დონეებს (I, II, III) ყველაზე დიდ რისკ დონეს წარმოადგენს III დონე.

განვიხილოთ მიღებული სიგნალების დამუშავების პრინციპები სიგნალის დონის განაწილების და მისი კორელაციური ფუნქციის კანონის მიღების მიზნით. როგორც გამოკვლევები გვიჩვენებენ, თუ კონსტრუქციის ექსპლუატაციისას მუშაობის პირობები არ იცვლება, მაშინ მისი სიგნალი შეიძლება ჩაითვალოს ენერგეტიკულ შემთხვევით პროცესად. ყველა მისი მახასიათებელი შეიძლება მივიღოთ რეფლექტოგრამიდან. დროის ღერძის პარალელურად და ერთმანეთისაგან თანაბრად დაცილებული მანძილებით  $\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_3 = \dots = \Delta x_k = \dots = \Delta x_n$   $n$  ხაზები შეესაბამებინათ სათანადო სიგნალებს.

რეფლექტოგრამის  $\Delta x_k$  დიაპაზონში ყოფნის დრო ტოლია დროთა ჯამისა:

$$\Delta t_{k1} + \Delta t_{k2} + \dots + \Delta t_{km} = \sum_{i=1}^{m_k} \tau_{ki} \quad (4.6)$$

სადაც:  $k$  – განსახილველი სიგნალის ნომერია;  $i$  – სიგნალის მდებარეობის რიგითი ნომერია განსახილველ დიაპაზონში;  $m_k$  –  $\Delta x_k$  დიაპაზონში სიგნალების რიცხვია.

მიღებული ჯამის შეფარდებით, მთელი რეფლექტოგრამების  $T$  ხანგრძლივობაზე განისაზღვრება სიგნალის მნიშვნელობის ალბათობა  $k$  და  $k+1$  დონეებს შორის:

$$P(x_k \leq x(\tau) < x_{k+1}) = \sum_{i=1}^{m_k} \tau_{ki} / T \quad (4.7)$$

საიდანაც, სიგნალის ალბათობის სიმკვრივის საშუალო მნიშვნელობა ტოლი იქნება:

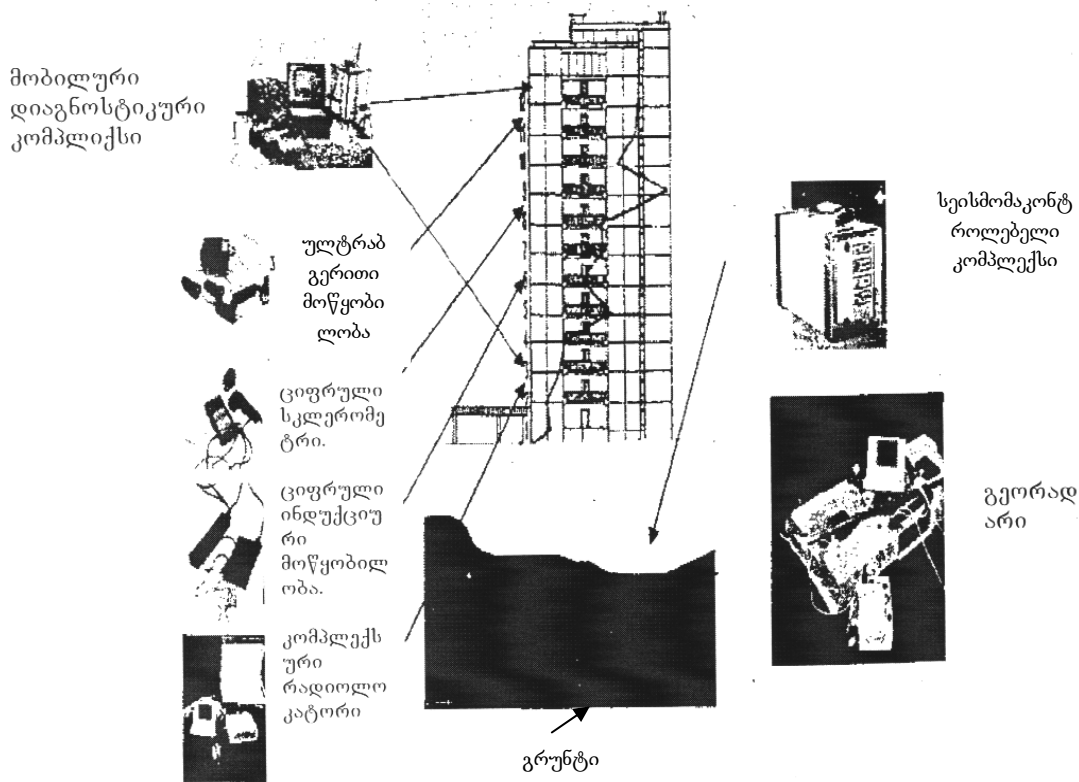
$$f(\Delta x_k) = P(x_k < x(\tau) < x_{k+1}) / \Delta x \quad (4.8)$$

ამ მნიშვნელობებით იგება ჰისტოგრამა და სიგნალის მნიშვნელობის სიმჭიდროვის მრუდი.

აპარატულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის კომპლექსს, რომელიც განლაგებულია საკვლევ ობიექტზე შეუძლია განსაზღვროს ცალკეული კონსტრუქციების დაზიანება, წარმოშობილი ბზარები, საძირკვლის ჯდომა, ცოცვალობა, კოროზია და სხვა ეფექტები.

კომპლექსის შემადგენლობაში შედის შემდეგი მოწყობილობები: ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპი ბზარების აღმოსაჩენად; ციფრული სკლერომეტრი ბეტონის სიმტკიცის განსაზღვრისათვის; მიკროპროცესორული გეორადარი, რომლის დანიშნულებაცაა გრუნტის ზედა ფენებში რადიოტალღების ზონდირება; გეოლოგიური ინსტრუმენტების კომპლექტი გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების დაზუსტებისათვის; შმიდტის ჩაქუჩი ბეტონის სიმტკიცის განსაზღვრისათვის; სეისმური სიგნალების, მიკროპროცესორული რეგისტრატორი «Альфа-геон», რომლის დანიშნულებაცაა მიწისძვრის და გრუნტის საკუთარი რხევის ავტომატურ რეჟიმში ჩაწერა; ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები მთლიანი კონსტრუქციის უწყვეტი კონტროლისათვის. ყველა ეს მოწყობილობა დაკავშირებულია კომპიუტერის პროცესორთან. ავტომატური მოწყობილობა უწყესრიგობის გამოვლენის შემთხვევაში იძლევა ინფორმაციას

კომპიუტერის ეკრანზე და საბეჭდი მოწყობილობით შესაძლებელია მისი ამობეჭდვა. ექსპერიმენტული დანადგარის საერთო სქემა მოცემულია ნახ. 4.3-ზე.



ნახ. 4.2. ექსპერიმენტული დანადგარი

მობილური კომპლექსის დახმარებით ჩატარდა რამოდენიმე სამეცნიერო-ექსპერიმენტალური სამუშაო სეისმურად საშიშ ზონებში. შედეგები მოყვანილია ცხ. 4.1-ში, ტიპური შენობების მაგალითზე, სადაც ნაჩვენებია შენობების ნორმატიული და ფაქტიური რხევების პერიოდები.

ცხრილი 4.1.

№	შენობის ტიპი	აშენების წელი	სართული	რხევის პერიოდი	
				ნორმატიული	ფაქტიური
1	აგურის ნახევრადპალსტიკადი	1948	3	0,15-0,16	0,22-0,37
2	აგურის	1950	1	0,11	0,26-0,4
3	აგურის სეისმურად გაძლიერებული 8 ბაღ.	1962	4	0,27-0,30	0,4-0,56
4	აგურის, ბადეებით და დეფორმაციული ნაკრით	1969	3	0,22-0,26	0,29-0,301
5	აგურის გუმბათის ტიპის	1981	12	0,66	0,48-0,7
6	პანელური	1968	5	0,22-0,3	0,41-0,52
7	პანელური	1977	12	0,54	0,82-0,98
8	პანელური	1978	9	0,32-0,4	0,96-1,26
9	პანელური	1986	9	0,32-0,4	0,47-0,55

ნახ. 4.1.-ზე მოცემულია შენობა-ნაგებობების რისკის შეფასების ბლოკ-სქემა, რომელშიც ჩადებულია სასრულ-ელემენტთა მეთოდით გაანგარიშების მოდელი. ამ მოდელს მიეწოდება საკვლევ ობიექტზე განლაგებული გადამწოდებიდან ყველა საჭირო და რეალური მახასიათებლები (დატვირთვები, ძაბვები, ჩალუნვები, გადაადგილება, ტემპერატურა და ა.შ.), რის შედეგადაც მოდელი ახდენს დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის ანალიზს. აქ გამოიყენება სერთიფიცირებული უნივერსალური პროგრამების Nastran-ის და Ansys-ის კომპლექსები. განხილულია რამდენიმე მაგალითი საიდანაც გამოჩნდა, რომ სტანდარტული ნორმატიული მეთოდების გამოყენებას მიყვავართ ზოგ შემთხვევაში გაანგარიშების შედეგების არასწორი ინტერპრეტაციისაკენ. ნაწილობრივ დადგენილია, რომ მაქსიმალური გაანგარიშების გ<sub>i</sub> ინტენსიობისა და  $\sigma_{1,2,3}$  მთავარი ძაბვების ზონები ყოველთვის არ ემთხვევა საექსპლუატაციო მტყუნების ყველაზე მეტად დამახასიათებელ ზონებს. საჭიროა ანალიზის დამატებითი მეთოდები. მაგალითად, მაკავშირებელ კოჭებში, მათი ფუნქციონირების პირველი 12 წლის განმავლობაში, საექსპლუატაციო ბზარების ძირითადი რაოდენობა (80%-ზე მეტი) მოდის ნაპირა ზონებზე.

კონსტრუქციების მუშაობის უნარის ანალიზისათვის, რომლებიც იმყოფებიან ციკლურად ცვალებადი დატვირთვების ზემოქმედების ქვეშ, შემუშავებულია ასიმეტრიული ციკლის და მთავარი ძაბვის ამპლიტუდის კოეფიციენტების განსაზღვრის მეთოდი, რომელთა მაქსიმალური სიდიდეები კარგად კორელირებენ მაღალი დაზიანების ზონებთან.

რიცხვითი ექსპერიმენტებიდან გამოიკვეთა რისკ-დონეების სამი დონე: I- როცა ელემენტში  $\sigma_{1,2,3} = \sigma_i$  მთავარი ძაბვები  $\sigma_{დრ}$  დრეკადობის ზღვარს უტოლდება; II- როცა ელემენტში  $\sigma_i$  მთავარი ძაბვა  $\sigma_{დენ-დენადობის}$  ზღვარს უტოლდება და III- როცა ელემენტში  $\sigma_i$  მთავარი ძაბვა  $\sigma_{სიმტ}$  სიმტკიცის ზღვარს უტოლდება.

I – დონე არის გამაფრთხილებელი, II – დონე ავარიის წინა მდგომარეობაა, III – დონე ავარიის დასაწყისი.

#### 4.5. კურორტებზე, მასობრივი დასვენების და ტურიზმის ადგილებში რისკ-ფაქტორების გამომწვევი მიზეზები

ავარიების და გლობალური მასშტაბის კატასტროფების ანალიზის დროს არ შეიძლება არ ვისაუბროთ იმ მიზეზ-შედეგობრივ კავშირზე, რომელიც არსებობს საკურორტო-სარეკრეაციო სისტემის განხილვის დროს ბუნებრივ კომპლექსებსა და ანთროპოგენურ დატვირთვებს შორის.

სარწმუნოდ ვიცით, რომ ბუნების დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენების ძირითადი ხერხია ანთროპოგენური დატვირთვების რეგულირება დასაშვებ დონეზე, რომლის დროსაც ნატუროკომპლექსები არ კარგავენ თვითაღდგენის უნარს.

ბუნებრივ ეკოსისტემებზე დამანგრეველი ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგების გათვალისწინებით, ლანდშაფტურ-რეკრეაციული წარმონაქამნები უნდა განვიხილოთ, როგორც უმაღლესი რიგის რთული ეკოლოგიური სისტემები (ეკორეკროსისტემები) იმ ქვესისტემების (აგროსისტემების, ტექნიკურ-მიზნობრივი სისტემების, ბიოსისტემების) ურთიერთქმედების დინამიკაში,

რომლებიც შეადგენენ და აყალიბებენ მოცემულ სუპერსისტემას. სწორედ ამ გზით შეიძლება ეკოსისტემების მართვა და მხოლოდ ამ ხერხით შეიძლება ოპტიმალურად გადაწყდეს მომავალში ლანდშაფტური ზონებისა და ტერიტორიების პროგრესულ-შეწონასწორებული დასასვენებელი სივრცეების, როგორც მთლიანი ეკორეკრეაციული სისტემის შექმნის რთული სოციალურ-არქიტექტურული ამოცანა. და სწორედ ამ შემთხვევაში შეიძლება ვისაუბროთ ამ ურთულესი სისტემის მდგრადობასა და მის საიმედოობაზე. სწორედ მსოფლიო მასშტაბის გლობალური კატასტროფები და ავარიები გვაძლევს დღეს საფუძველს დავსვათ შემაშფოთებელი კითხვა: მწიფდება ეკოლოგიური კრიზისი სისტემაში „ბუნება-ადამიანი-საზოგადოება?“, როდესაც მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი თავისი წინააღმდეგობრივი ბუნებით, ერთის მხრივ, კი უწყობს ხელს სულ უფრო მეტი ადამიანის მზარდი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებას ტექნოლოგიური პროცესების ხარისხობრივი ცვლილებების ხარჯზე, რაც უპირველეს ყოვლისა, ახალი ენერგეტიკული წყაროების მოძიებისა და მათი ოპტიმალური გამოყენების გზებს გულისხმობს. იგი მეორეს მხრივ უარყოფითად მოქმედებს ბიოსფეროში მიმდინარე პროცესებზე, იწვევს რა მისი სტაბილურობის ნგრევას, დემოგრაფიულ აფეთქებებს, ქმნის ადამიანის ბიოლოგიური დეგრადაციისა და თერმობირთვული ომების საშიშროებას. პასუხი ერთია – არა! თუმცა ეს სულაც არ გამორიცხავს ბუნებრივ სისტემებში ლოკალური კონფლიქტების წარმოქმნის შესაძლებლობას.

ამიტომ კაცობრიობის შემდგომი განვითარება მეცნიერების წინაშე სვამს ამოცანას – გამოინახოს ბუნებაზე ზემოქმედების ოპტიმალური ფორმები, რაც ახალი მეთოდოლოგიური პრინციპებით ადამიანის გარემოზე ზემოქმედების შედეგების პროგნოზირების საფუძველია, იმის პროგნოზირებისა, თუ რა შეიძლება მოჰყვეს ამას მომავალში.

ყოველივე ეს კი მჭიდროდაა დაკავშირებული ბიოსფეროს ევოლუციის კანონების ცოდნასთან და საზოგადოების განვითარების კანონზომიერებასთან, რადგანაც ადამიანსა და ბუნებას შორის კონფრონტაცია დამლუპველია.

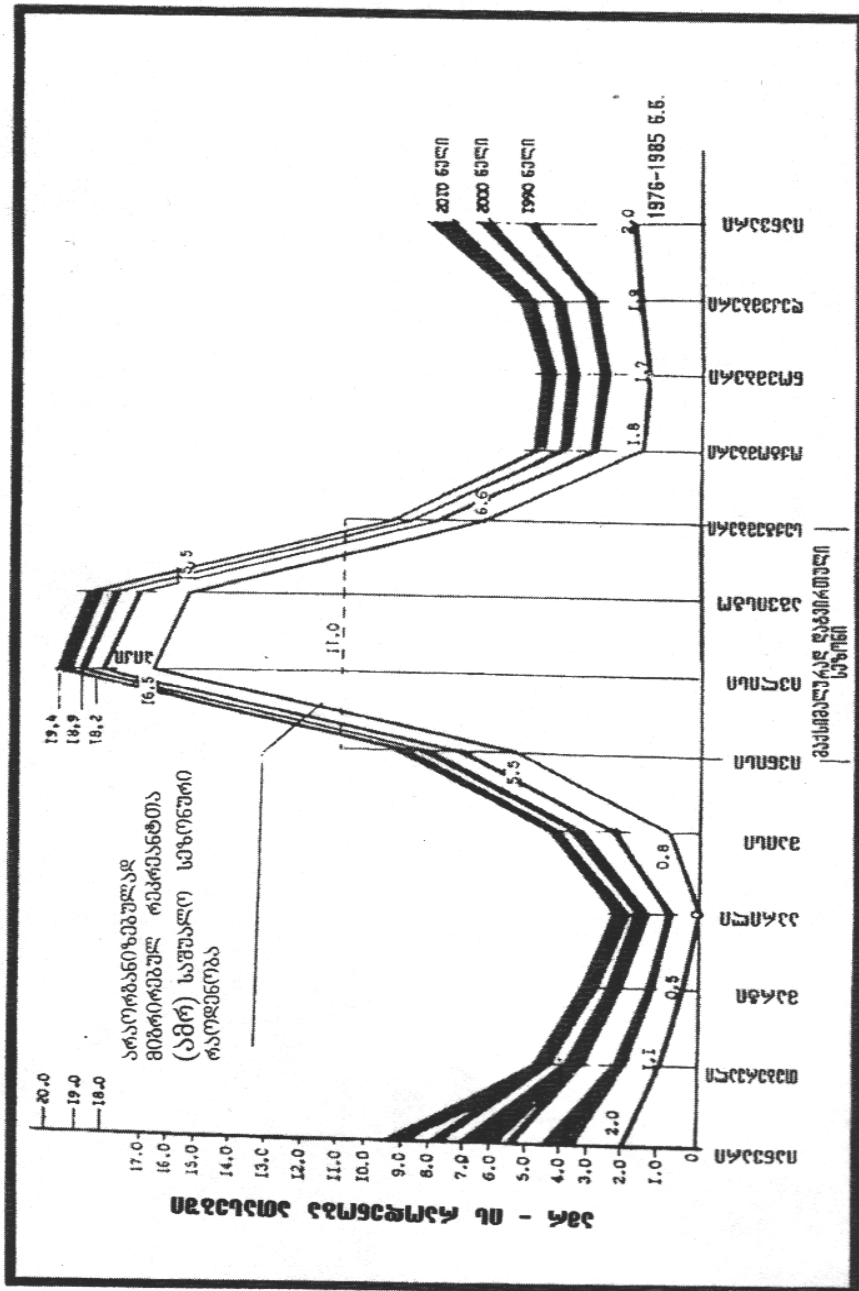
ნაშრომში განხილული ავარიების და კატასტროფების ერთ-ერთ სერიოზულ მიზეზად შეიძლება იქცეს მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში საკურორტო-რეკრეაციული პროცესების რთული დინამიკის



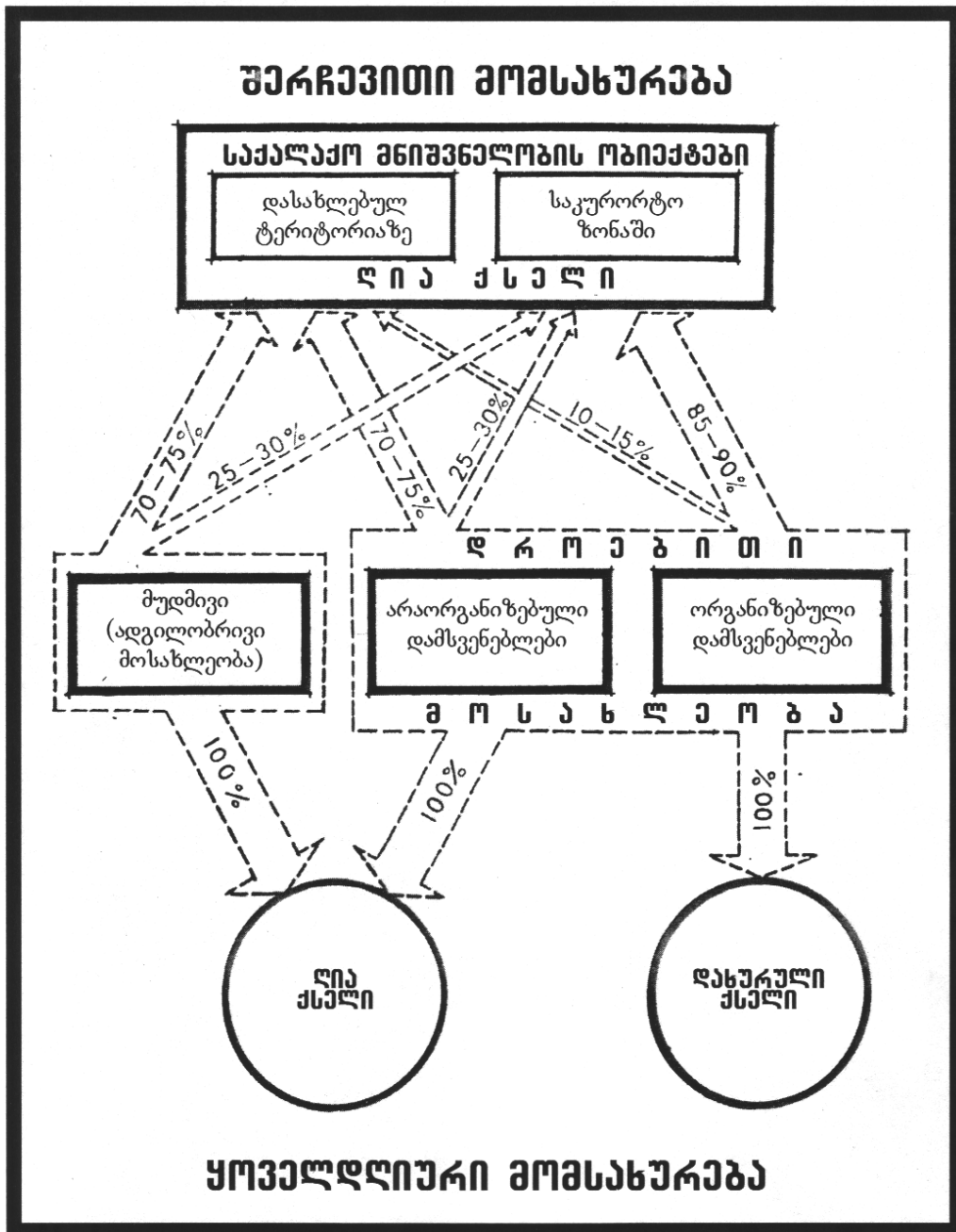
განსაზღვრის დროს კულტურულ-საყოფაცხოვრებო შენობა-ნაგებობებში, საცხოვრებელ სახლებში, სპორტულ კომპლექსებში, საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელში წარმოშობილი არაორგანიზებულად მიგრირებულ რეკრეანტთა (აშრ) რაოდენობის ძნელადგასათვალისწინებელი რყევები ძნელადპროგნოზირებადი შედეგებით, რომელსაც იწვევს ე.წ. «სეზონურობა». ნახ.4.3-ზე ნაჩვენებია ქალაქ-კურორტ ბორჯომის ტერიტორიაზე კალენდარული წლის განმავლობაში არაორგანიზებულად მიგრირებულ რეკრეანტთა (აშრ) რაოდენობის და ექსტრაპოლაციის მეთოდით განსაზღვრული რეკრეანტთა რაოდენობის პერსპექტიული მაჩვენებლების დინამიკის გრაფიკი (1976-1985 წლების საშუალო თვიური მაჩვენებლების საფუძველზე), ხოლო ნახ.4.4-ზე წარმოდგენილია საქ. საკურორტო-რეკრეაციულ წარმონაქმნებში სხვადასხვა დისლოკაციის მომსახურების ობიექტებში, მუდმივი მოსახლეობის, არაორგანიზებული და ორგანიზებული დამსვენებლების, პროცენტებში გამოსახული საორიენტაციო გადანაწილების სქემა.

სეზონურობის პრობლემა ყველაზე უფრო მკვეთრადაა გამოხატული საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელში.

კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში დამსვენებელთა ყოფნის დინამიკა, როგორც წესი, არ შეესაბამება მათ საპროექტო ტევადობებს და ტევადობათა ცვალებადობის ყოველ ეტაპზე კვლავ დგება მიღებული პარამეტრების გადასინჯვის აუცილებლობა.



ნახ. 4.3 ქალაქ-კურორტ ბორჯომის ტერიტორიაზე კალენდარული წლის განმავლობაში არარეგულარულიად მიგრირებულ რეკრენტთა (ამრ) რაოდენობის და ექსტრაპოლაციის მეთოდით განსაზღვრული რეკრენტთა რაოდენობის პერსპექტიული მაჩვენებლების დინამიკის გრაფიკი (1976-1985 წლების საშუალო მაჩვენებლების საფუძველზე)



ნახ. 4.4 საქართველოს საკურორტო-რეკრეაციულ წარმონაქმნებში სხვადასხვა დისლოკაციის მომსახურების ობიექტებში, მუდმივი მოსახლეობის, არაორგანიზებული და ორგანიზებული დამსვენებლების პროცენტებში გამოსახული საორიენტაციო გადანაწილების სქემა.

ნაკლოვანია თვითონ პარამეტრებიც: ასე მაგალითად, ორგანიზებული დამსვენებლების მომსახურე დაწესებულებებში უზრუნველყოფილობის დონე «განუზომლად» უფრო მაღალია, ვიდრე არაორგანიზებულში. დასაჯდომი ადგილებით უზრუნველყოფა კვების დაწესებულებებში ექვსჯერ და მეტად უფრო მაღალია ორგანიზებული დამსვენებლებისათვის, ვიდრე არაორგანიზებულთათვის, «სეზონურობის» პრობლემიდან გამომდინარე მათი რაოდენობის ძნელად -გასათვლისწინებელი რყევებისა და ღია ქსელის საწარმოთა აუცილებელი გაფართოების წინასწარ ძნელადპროგნოზირებადი მასშტაბების გამო. არც ნაგებობათა ტიპებია ნავარაუდევი საკურორტო სეზონის ფუნქციონირების თავისებურებების მიხედვით.

შენობა-ნაგებობათა ტიპები სეზონური ფუნქციონირების მიხედვით არც ტრანსფორმაციისადმია შეგუებული გამოყენების დროს ხასიათის შეცვლის შემთხვევაში. მოქნილობასაა მოკლებული მომსახურების სფეროს ორგანიზაციის სტრუქტურაც.

იმ შემთხვევაში თუ მომსახურების სფეროს დაწესებულებათა მთელი სისტემა და მისი სტაციონარული მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა, გათვლილი იქნება კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში „სეზონურობის“ პრინციპით, „პიკის“ პერიოდზე დამსვენებელთა მაქსიმალური მოთხოვნების დაკმაყოფილებაზე, მაშინ ამავე კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში ე.წ. „სეზონთაშორის“ ანუ „მკვდარი“ სეზონის პერიოდში კაპიტალური შენობა-ნაგებობები არასაკმარისად იქნება დატვირთული და აქედან გამომდინარე, სისტემა იქნება მთლიანად არარენტაბელური.

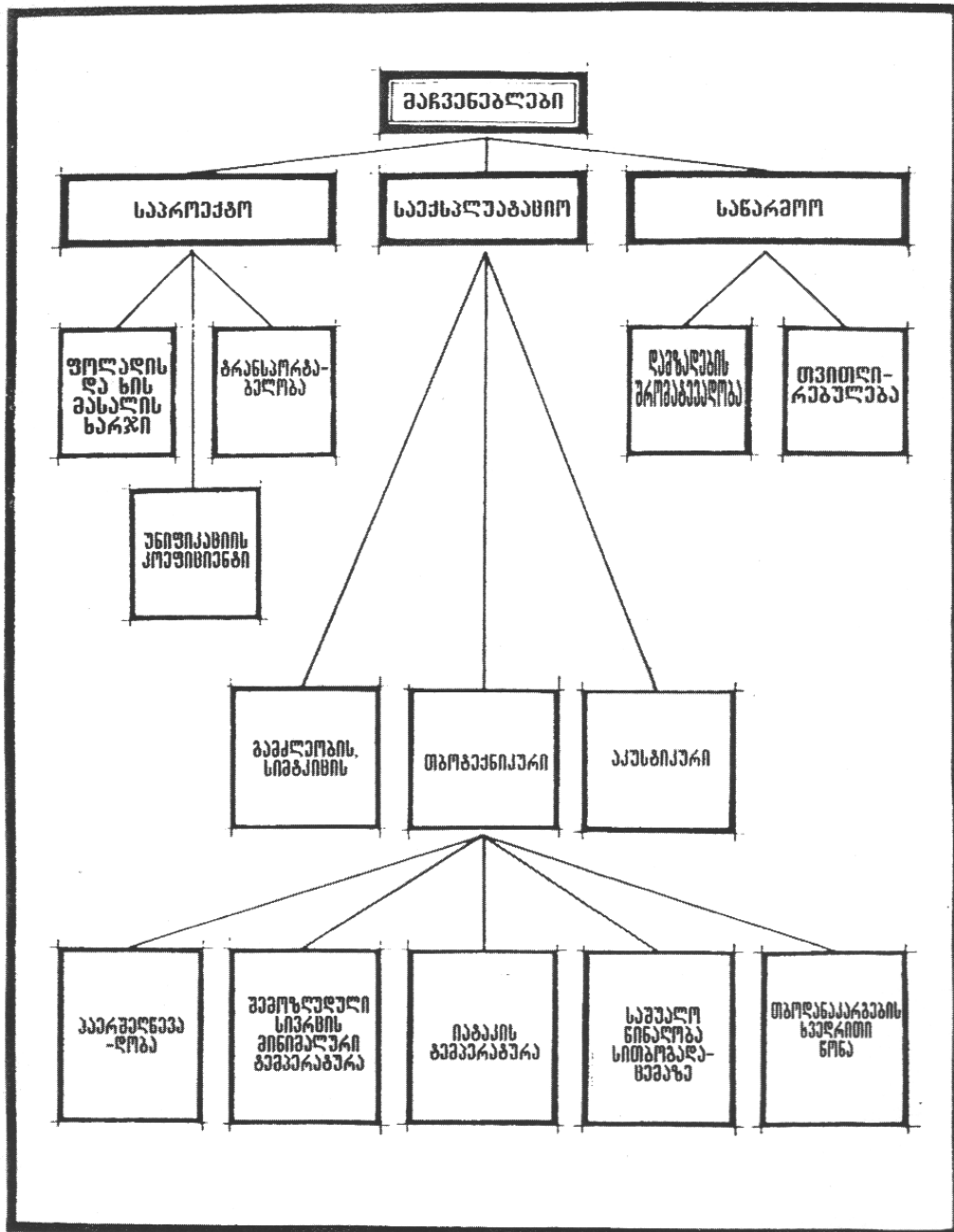
რისკ-ფაქტორების გათვალისწინებით ამ ჭრილში საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა გაფართოების ყველაზე პერსპექტიულ ტიპად და ყველაზე ეფექტურ საშუალებად უნდა მივიჩნიოთ ქარხნული წესით დამზადებული საზოგადოებრივი კვების მოძრავი ლითონის კონტეინერების, ალუმინის, ხის, პლასტმასისა და სხვა მაღალეფექტური მასალებისაგან დამზადებული მსუბუქი, მობილური ტიპის ნაგებობები და საწარმოები, რომლებშიც ფართოდ არის გამოყენებული უნიფიცირებული ასაწყობ-დასაშლელი ელემენტები და კონსტრუქციები, აგრეთვე სხვადასხვა ტიპის ექსპრესკვების საწარმოები, (გრილ-

ბარები, ბუფეტები, პიცა-ბუფეტები და ა.შ.), თვითაგებადი გასაბერი და ჰიდრავლიკური სტრუქტურები, რომელთა მონტაჟი და დემონტაჟი განსაკუთრებულ შრომის დანახარჯებთან არ არის დაკავშირებული. ამ საწარმოებს ძალუძთ არა მარტო მოხსნან კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა ღია ქსელში არსებული სეზონური დატვირთვები, არამედ მეტიც, ისინი სავსებით შეესაბამებიან ქალაქმშენებლობის მანევრირებულობის მოთხოვნებს და ფუნქციურ ვარიანტობას. ნახ.4.5-ზე მოცემულია სისტემებისა და ხარისხიანი მობილური ასაწყობ-დასაშლელი კომპლექსების კრიტერიუმების შეფასების ლოგიკური სქემა.

მოცემული კვლევის ფარგლებში მთელი რიგი მასალის ანალიზმა და შესწავლამ გვიჩვენა, რომ საქართველოს კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში ფუნქციონირებს საზოგადოებრივი კვების საკმაოდ განვითარებული ქსელი. მიუხედავად ამისა აღნიშნული ქსელის ორგანიზაციის დონე ვერ პასუხობს ფართო რეკრეაციულ მოთხოვნებსა და რიგ ფუნქციურ-ტექნოლოგიურ თავისებურებებს. გამოკვლეული საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის საწარმოთა ნახევარზე მეტი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მუშაობენ ნედლეულზე. ამიტომ საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა არსებული ქსელი ხასიათდება არა მარტო დაქუცმაცებულობით, არამედ მკაფიოდ გამოხატული განცალკევებულობითაც. აღნიშნულ ქსელს არა მარტო უნარი არ შესწევს რეაგირება მოახდინოს არსებულ სეზონურ გადატვირთვებზე, არამედ უფრო მეტიც – ბევრ შემთხვევაში ნორმატიულ დონეს მხოლოდ 50-70%-ით პასუხობს. მთელი წლის განმავლობაში საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა ჯამური სიმძლავრე, ნორმატიულ ბაზასთან შედარებით, შეადგენს, მაგალითად, ქალაქ-კურორტ ბორჯომში 63,6%-ს, წყალტუბოში – 57,5%-ს, ბათუმში – 57,1%-ს და ა.შ.

რეკრეაციული მომსახურების სისტემის ფართო ანალიზის საფუძველზე, კვლევის რეგიონების სპეციფიკური თავისებურებების გათვალისწინებით, შესაძლებლად მიგვაჩნია წამოვაცენოთ სავსებით დასაბუთებული ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ საზოგადოებრივი კვების სისტემის ყველა საწარმოს «მცირესიმძლავრიანობისა და დაქსაქსულობის» ტენდენციის მანკიერება,

გამომდინარეობს თვითონ ქსელის ფორმირების ქაოსური პროცესიდან და საწარმოთა ფუნქციონირების განკერძოებულობიდან. საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა ღია ქსელის განვითარება და სრულყოფა, პირველ რიგში, უნდა



ნახ. 4.5. სიბეჭიძისა და ხარისხიანი მონიღური ანღღღღ-ღანღღღღი კომღღღღღის კრიღღღღღღის მღღღღღის ღღღღღი სეღღღ

ნახ.4.5

ეფუძნებოდეს დასვენების მთელი სფეროს ორგანიზაციის ქალაქმშენებლობის პრინციპებს. ქალაქმშენებლობის სისტემების განვითარების პრინციპულ სქემებს და მოდელებს, შესწევთ უნარი გარკვეულწილად მოახდინონ რეკრეაციული მომსახურების ქსელის ოპტიმიზირება. დაქსაქსული და განცალკევებული საწარმოების ნაცვლად აუცილებელია შეიქმნას სხვადასხვა ტიპის კვების საწარმოებისა და დაწესებულებების მოქნილი, დინამიკური, ვარიანტული სისტემები დაწესებული ექსპრეს-კვების, მობილ-უჯრედების, კონტეინერებისა და ა.შ. მცირე სიმძლავრის მქონე პუნქტებით პერიფერიებში, დამთავრებული მსხვილი ფაბრიკა-სამზარეულოებითა და სათავო დამამზადებელი საწარმოებით დასაგეგმარებელი ქალაქმშენებლობის სტრუქტურის ცენტრში.

საზოგადოებრივი კვების მომსახურების სფეროს ისეთი ქალაქდაგეგმარებითი – იერარქიული პრინციპით დაყოფის მეთოდი, რომელიც გულისხმობს აღნიშნულ სფეროში რეკრეაციული მომსახურების ეპიზოდურ (საკურორტო-რეკრეაციული ზონის ჩარჩოში), პერიოდულ (არეალისა და სუბარეალის ჩარჩოში) და ყოველდღიური (კომპლექსისა და სიმპლექსის ჩარჩოში) მომსახურების ფორმას, არის სტატიკური, არ შეესაბამება რეკრეაციულ მოთხოვნებს, არ ძალუძს გაითვალისწინოს დამსვენებელთა რაოდენობის სეზონური მერყეობა, რომელსაც ადგილი აქვს კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისადა ტურიზმის ადგილებში. ამიტომ საზოგადოებრივი კვების ქსელის ორგანიზაცია საქართველოს საკურორტო-რეკრეაციული სისტემის პირობებში, მისი განვითარება და სრულყოფა უნდა განიხილებოდეს მისი ყველა ფუნქციის მაქსიმალური ცენტრალიზაციისა და ინტეგრაციის პოზიციიდან.

კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში, ღია ქსელის კვების საწარმოთა მთელი რიგი ფუნქციური თავისებურებანი, რაც დაკავშირებულია მომსახურების სხვადასხვა სახის ფორმებთან, კვების სახეობასთან, საწარმოს ხასიათთან და მის ტექნოლოგიურ სქემასთან, ადგილის ბრუნვადობასთან და ა.შ., აგრეთვე ფართო სოციოლოგიური გამოკვლევების

ანალიზი და საწარმო-დაწესებულებების ექსპლუატაციის გამოცდილების შესწავლა შესაძლებელს ხდის, საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის ორგანიზაციის მომსახურების სფეროს პრაქტიკაში დაინერგოს ისეთი მეთოდები, როგორცა: ყველა ფორმის ინდივიდუალური მომსახურება განაცხადების მიხედვით, დაკვეთით, აბონემენტებით და ა.შ. პერსონალური თვითმომსახურება ტალონებით.

მოსახლეობის სხვადასხვა ჯგუფის მოთხოვნილებათა მუდმივი ზრდა იწვევს დასვენების სფეროში საზოგადოებრივი კვებისადმი მოთხოვნათა შეცვლის აუცილებლობას, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს კვების ახალი ტიპის საწარმოების წარმოქმნას. საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელში „სეზონურობის“ პრობლემის გადაწყვეტის მიზნით, გარდა მთელი რიგი მატრანსფორმირებელი ელემენტებისა და დასაშლელ-ასაწყობი ტიპის უნივერსალური კონსტრუქციული სისტემებისა, რომლებსაც გარკვეულწილად უნარი შესწევთ ოპერატიული რეაგირება მოახდინონ დროსა და სივრცეში არაორგანიზებულად მიგრირებულ რეკრეანტთა (ამრ) ნაკადების რთულ დინამიკაზე, აგრეთვე მოხსნან საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის არსებული სეზონური დატვირთვა, ნაშრომში გაანალიზებულია «შეწყვილებული» დარბაზების ვარიაციაც.

უკანასკნელ წლებში ფართო გავრცელება ჰპოვა საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა ახალმა სახეობამ, რომელშიც კვება შეხამებულია (ყოფითი მოხერხებულობით) დასვენების, გართობის, თამაშის, ურთიერთგაცნობის, ღამისთევის, და ა.შ. პროცესებთან. ნაშრომში ამ ტიპის დაწესებულების აღსანიშნავად გამოყენებულია ტერმინი: საზოგადოებრივი კვების «ატრაქციონული» საწარმო<sup>1</sup>.

აღნიშნული ტიპის საწარმო გულისხმობს:

1. დასვენების სხვადასხვა სახეობებთან კვების ფუნქციის შერწყმას.
2. დამსვენებლისათვის სადღესასწაულო გარემოს და ყოველდღიური კონტრასტული სიტუაციების შექმნას, სხვადასხვა არქიტექტურულ-მხატვრული ხერხის ფართო გამოყენებით.

---

<sup>1</sup> ატრაქციონი ფრანგ. სიტყვასიტყვით თარგმანი – მიზიდულობა რეკრეაციის მიმართ ნიშნავს სარეკრეაციო საქმიანობის სხვადასხვა სახეობას, რომელშიც მოცემულია გასართობი და სათამაშო ხასიათის სტერეოტიპი.



3. დამსვენებლისათვის რეკრეაციული საქმიანობის სახეობისა და ფორმის თავისუფალი არჩევანის უზრუნველყოფას.
4. ამ ტიპის ობიექტის (ნაგებობის), როგორც წესი, ისეთ ბუნებრივ გარემოში განთავსებას, რომლის თავისებურებიდან გამომდინარე, აღნიშნული ტიპის საწარმო (ნაგებობა) აქტიურ გავლენას ახდენს გარემოს არქიტექტურულ ფორმირებაზე.
5. ისეთი დაწესებულებების ფორმირებას, რომლებიც მთლიანად ასახავენ რეგიონალურ სპეციფიკას, ტრადიციებს, აბორიგენტთა ცხოვრების წესს და ა.შ.

დასვენების სფერო ყველაზე ხელსაყრელი გარემოა ამ ტიპის საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა განვითარებისათვის. მაგრამ, უნდა აღინიშნოს ის გარემოებაც, რომ პრაქტიკაში საზოგადოებრივი კვების ანალოგიური საწარმოები ეწყობა, როგორც წესი, ტრადიციული მოცულობით-დაგეგმარებითი და ტექნოლოგიური სქემების გამოყენების საფუძველზე, რაც არ შეესაბამება ამ დაწესებულებათა არსსა და ხასიათს. იგი ძირითადად დაიყვანება ჩვეულებრივი რესტორნებისა და კაფეების ინტერიერების გაფორმებაში გადამეტნაჯერ დეკორამდე. ასეთი საწარმოების ნომენკლატურა ყალიბდება სტიქიურად. მას არ გააჩნია ქალაქმშენებლობისათვის დამახასიათებელი საკმაო მოქნილობა და ფუნქციური თავისებურებანი, ხოლო მათი თემატური გადაწყვეტა ატარებს ზედაპირულ ხასიათს და არ იყენებენ ტიპის ყველა შესაძლებლობას. მიუხედავად იმისა, რომ «ატრაქციონული» ტიპის კვების საწარმოთა დაპროექტების საკითხს თავიანთ გამოკვლევებში ეხებიან საბჭოთა და უცხოელი ავტორები, ამ შენობათა კომპლექსურ-არქიტექტურული გადაწყვეტის თემას, საქართველოს კონკრეტულ რაიონულ-დაგეგმარების პირობებში არ დადებია საფუძვლად რომელიმე მეცნიერული ნამუშევარი და ამის გამო, ამ ნაშრომის ფარგლებში პირველად განიხილება.

მთელი რიგი თავისებურებების ყოველმხრივი ანალიზი, აგრეთვე „ატრაქციონული” ტიპის საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა კორექტირებისადმი სისტემური მიდგომა უზრუნველყოფს მოცემული ტიპის შენობების სწორად ფორმირებას და ეფექტურ გადაწყვეტას საპროექტო პრაქტიკაში. მიუხედავად იმისა, რომ დასვენება ობიექტურ-მასობრივი მოვლენაა, იგი მაინც

ინდივიდუალური რჩევა (მოთხოვნის ფორმის მიხედვით) და ბუნებრივია, მოითხოვს საქმიანობის ფორმების ინდივიდუალური შერჩევის შესაძლებლობას, გარემოს სხვადასხვა ელემენტის გამოყენების თავისუფლებას, ცხოვრების ჩვეულებრივ წესში შეუზღუდველობას და ა.შ. აუცილებელი ფიზიოლოგიური პირობაა ყოველდღიური კონტრასტული ვითარების საწინააღმდეგო გარემოს არსებობა (ბ. ვ. ზელტინას თეზისი). სწორედ ამ პირობებს აკმაყოფილებს „ატრაქციონული“ ტიპის საზოგადოებრივი კვების საწარმო. კონტრასტულობა ამ შენობაში ეფუძნება «თავშესაქცევი» კვების გამოყენებას. ამის აუცილებლობას დასვენების პირობებში აღნიშნავს მრავალი მეცნიერ-მკვლევარი.

როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის ფორმირება საქართველოს საკურორტო-სარეკრეაციო წარმონაქმნების პირობებში აუცილებელია წარმოებდეს «ფუნქციური» სისტემის ფარგლებში, რომლის თეორიული საფუძველია ფუნქციურ-ტექნოლოგიური ინტეგრაციისა და ორგანიზაციული მოქნილობის პრინციპი, რაც ხელს უწყობს რეკრეანტების დროის რაციონალურ ხარჯვას. ამასთან დაკავშირებით ყველა საქონელი და მომსახურება რეკრეაციული მომსახურების სფეროში ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა:

– უტილიტარული დანიშნულების საქონელი და მომსახურება, რაზედაც იხარჯება მინიმალური დრო (ეს დრო განეკუთვნება აუცილებელ რეკროსაქმიანობას);

– ესთეტიკურ-შემეცნებითი ხასიათის საქონელი და მომსახურება, რომელზეც რეკრეანტი სიამოვნებით ხარჯავს თავისუფალ დროს (ეს არის შერჩევითი რეკრო-საქმიანობის დრო).

საზოგადოებრივი კვების საწარმოები, როგორც წესი, აკმაყოფილებენ ამ ორი ჯგუფის მოთხოვნებს, მაგრამ კვების სისტემის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანა კურორტებისა და დასვენების ცენტრების თანამედროვე პირობებში, ჩვენი აზრით, ის არის, რომ კვების საწარმოები და პუნქტები ზღვრულად მიუახლოვდეს მომხმარებელს (ე.ი. უშუალოდ დასვენების ადგილებს), კვების პროცესისადმი შერჩევითობის მაქსიმუმისა და ესთეტიკურ-შემეცნებითი ხასიათის მინიჭების პირობით. უცხოეთის პრაქტიკაში ამან გამოიწვია ისეთი ადგილების ფართო გავრცელება, «სადაც შეიძლება სწრაფად დანაყრდე». კვების

ორგანიზაციის ასეთი ფორმა უკვე ჩვეულებრივი მოვლენაა ამერიკის შეერთებული შტატების, დიდი ბრიტანეთის, კანადის, ავსტრალიის და უცხოეთის სხვა ქვეყნების ქალაქების სავაჭრო ცენტრებსა და დასვენების საგარეუბნო ზონებში.

საქართველოს კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის სრულყოფის მიზნით, ამ ნაშრომის ფარგლებში (ზემოთგადმოცემულ პრინციპებთან ერთად) ფართოდ არის გაანალიზებული ექსპრეს-კვების საწარმოთა ფორმირების ტექნიკურ-ეკონომიკური და ორგანიზაციული თავისებურებანი. მთელი რიგი ტექნოლოგიური და სოციალურ-ეკონომიკური პარამეტრები განსაზღვრავენ აგრეთვე ამ ტიპის საწარმოთა კულტივირების მოზანშეწონილობას საკურორტო-სარეკრეაციო დარგის პირობებში.

ამრიგად ატრაქციონული ტიპის კვების საწარმოებად უნდა მიჩნეულ იქნეს სპეციფიკური, უპირატესად მაღალი თანრიგის მქონე საზოგადოებრივი კვების საწარმოები, რომლებიც განკუთვნილია საკურორტო-სარეკრეაციო სფეროებისათვის და ითავსებს კვებას, დასვენებისა და გართობის სხვადასხვა პროცესებით, აქვთ კონტრასტული გარემო, ჩამოყალიბებული არქიტექტურული, მხატვრული და სხვა საშუალებებით მათი გადაწყვეტის ერთიანი თემატიკის საფუძველზე. აღნიშნული დაწესებულებანი ტიპოლოგიური გრადაციის მიხედვით ითვლებიან დასვენების სფეროში მომსახურების სპეციალიზირებულ (კვების ბაზაზე) ცენტრებად, მიეკუთვნებიან შენობების განვითარებად ტიპს და შეესაბამებიან რეკრეაციული მომსახურების განვითარების პროგრესულ მიმართულებას. ობიექტური სოციოლოგიური წანამდღვრები (დასვენების ზრდა დროის ბიუჯეტში და საზოგადოებრივი კვების განზრახული დიფერენციაცია) შესაძლებელს ხდის ვამტკიცოთ, რომ ამ ტიპის საწარმოთა შემდგომი ფუნქციური განვითარება და ხვედრითი წილის მუდმივი გადიდება საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელში, ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებაა მთელი საკურორტო-რეკრეაციული სფეროს განვითარებაში.

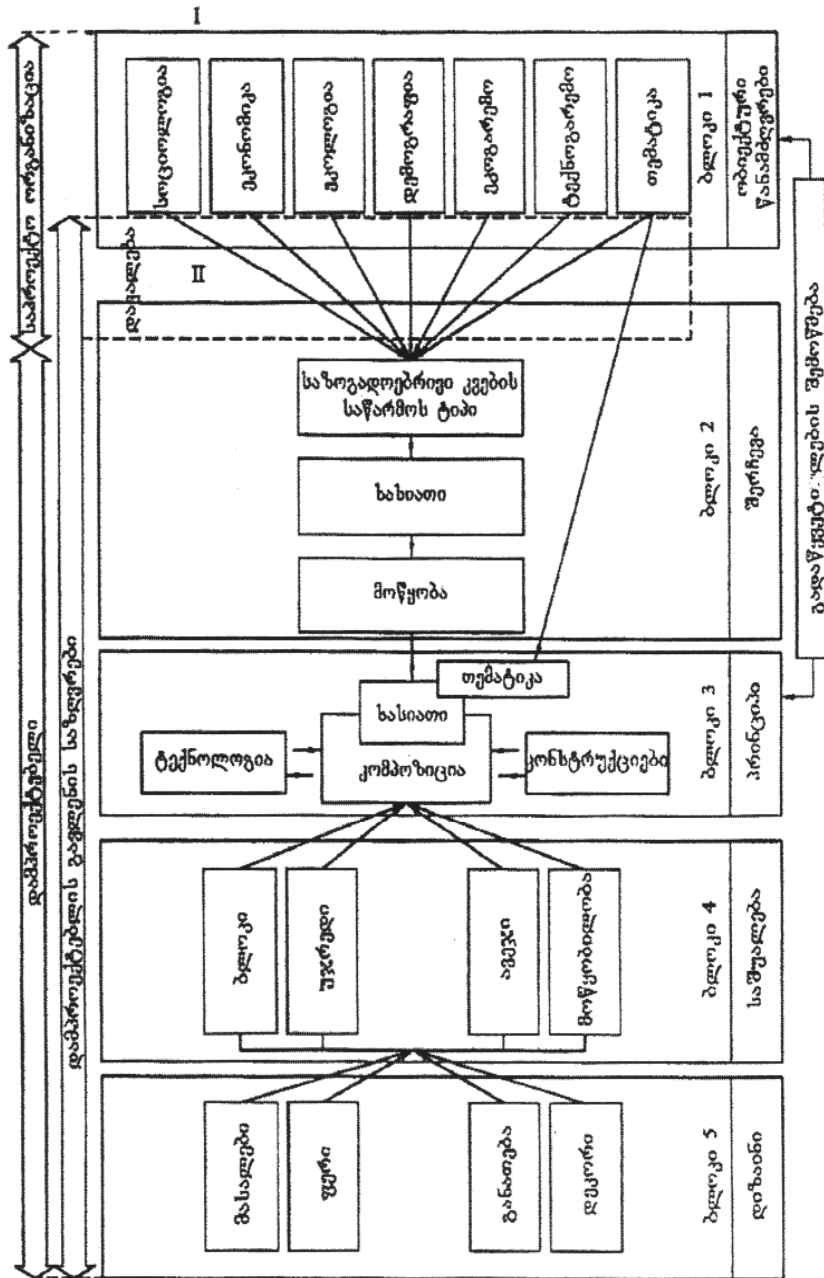
რაც შეეხება სხვადასხვა ტიპის ექსპრეს-კვების საწარმოებსა და კვების სეზონურ მობილ-პუნქტებს, ხასიათდებიან რა მთელი რიგი სოციალურ-ეკონომიკური უპირატესობებით, ითვლებიან ყველაზე ეფექტურ ტიპად

საკურორტო-რეკრეაციულ სისტემაში, რადგანაც მაქსიმალურად უწყობენ ხელს სეზონური «პიკური» დატვირთვების მოხსნას და ხასიათდებიან ზღვრული ოპერატიულობით.

საზოგადოებრივი კვების ნებისმიერი საწარმოს მოცულობით-სივრცობრივი სტრუქტურების ფორმირებაში კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია იმ უბნის შერჩევასა და დაპროექტებას, რომელზედაც უნდა იქნეს იგი განლაგებული. ამ ჭრილში, მოცემული გამოკვლევის ფარგლებში, წარმოყენებულია მომსახურების სხვადასხვა ცენტრების (მათ შორის საზოგადოებრივი კვების) დისლოკაციის ოპტიმალური ადგილების განსაზღვრის მეთოდი «კოორდინალური მეთოდის» მათემატიკური ანალიზის გამოყენებით. რაც შეეხება უბნის ორგანიზაციას, რომელზეც უნდა განლაგდეს საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის საწარმოთა შენობა-ნაგებობანი, ფუნქციური ზონირებიდან გამომდინარე, ორ ნაწილად ვყოფთ: ერთია, საწარმოს სავაჭრო ზონა იმ ტერიტორიითურთ, რომელიც განკუთვნილია დამატებითი სეზონური დასაჯდომი ადგილებისათვის ღია ჰაერზე, ხოლო მეორე – სამეურნეო დანიშნულების ზონა, დამხმარე სამეურნეო ნაგებობებით. რაციონალურად შერჩეული უბანი, მისი ზონირება (ზონებად დაყოფა), კეთილმოწყობა, შენობების სწორად განლაგება საკურორტო-სარეკრეაციო განაშენიანების სისტემაში და .აშ. ფაქტორები არა მარტო ხელს უწყობენ ნაგებობების მოცულობით-სივრცობრივი სტრუქტურის სრულყოფასა და დასაგეგმარებელი სქემების ეფექტურ გადაწყვეტას, არამედ ამასთანავე ქმნიან ფუნქციონირების რეჟიმის ხელსაყრელ პირობებს, რაც პასუხობს რეკრეანტების მომსახურებისა და დასვენების საწარმოო პროცესების ოპტიმალური ორგანიზაციის მთელ რიგ მოთხოვნებს.

კურორტებსა და დასვენების ადგილებში საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა მოცულობით-სივრცობრივი და ფუნქციურ-დაგეგმარებითი სტრუქტურების ფორმირებისადმი მთელი რიგი მოთხოვნების გათვალისწინებით, მოცემული გამოკვლევების ფარგლებში, დამუშავებული და წამოყენებულია კვების საწარმოთა და დაწესებულებათა ოპტიმალურ საპროექტო-არქიტექტურულ გადაწყვეტათა დამუშავების ლოგიკური სქემა, (ნახ.4.6), სადაც განსაზღვრულია ყველა იმ ფაქტორის ანალიზის თანამიმდევრობა და ტექნოლოგია, რომლებიც

მონაწილეობენ საზოგადოებრივი კვების ობიექტების დაპროექტებაში (აქ იგულისხმება, როგორც რიგი ობიექტური წინამძღვრები, ისე თვით არქიტექტურული დაპროექტების პროცესის ყველა ელემენტი). კვების საწარმოთა და დაწესებულებათა ფორმირების თავისებურებების შესწავლისათვის აუცილებელია -სქემაში მოტანილი ფაქტორების ანალიზი, საზოგადოებრივი კვების ამა თუ იმ საწარმოს გადაწყვეტაში მათი გავლენის ხასიათი და მონაწილეობის ხარისხი.



I - კატეგორია "ა" - ფაქტები

II - კატეგორია "ბ" - არტეფაქტები

ნ.ხ. 4.6 კურორტებზე, მასობრივი დასვენების და ტურიზმის ადგილებში საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა არქიტექტურულ-დაგეგმარებითი გადაწყვეტის ლოგიკური სქემა

ასეთი ანალიზის, ცნებათა სისტემატიზაციისა და მათი შეპირისპირების მიზნით, ნაშრომში გამოყენებულია «არტეფაქტების» სისტემა\*.

ამ ფაქტორების ურთიერთმოქმედების შესწავლისათვის, სტრუქტურის სახით გამოყენებულია არქიტექტურული დაპროექტების ტრადიციული ტექნოლოგია, ამასთან «ფაქტები» (კატეგორია «ა») გაიგივებულია დაპროექტებისათვის ამოსავალ მონაცემებთან და მიეკუთვნებიან ობიექტური წანამძღვრების («ბლოკი-1») ჯგუფს, კატეგორია «ბ»-ს (არტეფაქტები) მიეკუთვნებულია არქიტექტურული დაპროექტების პროცესი და იყოფა ხუთ ბლოკად: შერჩევა (ბლოკი-2), პრინციპი (ბლოკი-3), საშუალება (ბლოკი-4), დიზაინი (ბლოკი-5).

ეს სისტემა საშუალებას გვაძლევს საკმაო სიზუსტით გავითვალისწინოთ შენობათა განლაგების განსხვავებული პირობების ხასიათი და განვსაზღვროთ მათი არქიტექტურულ-დაგეგმარებითი გადაწყვეტის ძირითადი პრინციპები. გარდა ამისა, ამ მეთოდის გამოყენება, გარკვეულწილად არის ცდა არქიტექტურული დაპროექტების პროცესების სისტემური ორგანიზაციისა, რაც ამ პროცესის იმ საფეხურების დაპროგრამების საფუძველია, რომლებიც სისტემატიზაციას და გაანგარიშებას ემორჩილება.

საქართველოს საკურორტო-სარეკრეაციო სისტემის პირობებში ღია ქსელის საზოგადოებრივი კვების სტაციონარულ საწარმოთა საწარმოო პროგრამები საჭიროა დავახასიათოთ დასაჯდომი ადგილების რაოდენობით. იგი არაორგანიზებულ დამსვენებელთა საშუალო სეზონური რაოდენობის თანაბარი უნდა იყოს. (სეზონური გაფართოებისათვის 20%-იანი ნორმატიული დანამატის გათვალისწინებით). თუ იმ გარემოებასაც გავითვალისწინებთ, რომ სიმძლავრეთა ტექნოლოგიური გაანგარიშებანი აუცილებელია ვაწარმოთ განსაზღვრული სქემების თანახმად, რომლის დროსაც გათვალისწინებულ უნდა იქნეს მთელი რიგი არსებითი ხასიათის რეკომენდაციები, მეთოდის ა.შ. მასალები, მაშინ საწარმოო პროგრამები არსებითად სხვა არაფერია, თუ არა არაორგანიზებულად მიგრირებული რეკრეანტების რაოდენობის გაანგარიშება საქართველოს ყველა

---

\* არტეფაქტი (ლათ) სიტყვასიტყვით თარგმანია „ხელოვნურად გაკეთებული“. გადატანითი მნიშვნელობით (მოცემულ კონტექსტში) ნიშნავს თვითონ არქიტექტურული დაპროექტების პროცესს და მის ამოსავალს. ე.ი. ყველა ფაქტორისა და ელემენტის ჯგუფს რომლებიც მოიცავენ თავისში არქიტექტურულ-დაგეგმარებითი და საპროექტო სამუშაოების ეტაპებს.

ძირითადი კურორტების, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილების მიხედვით. მათი არსი და გაანგარიშებათა ძირითადი პარამეტრები მოცემულია ქვემოთ. გაანგარიშებანი ჩატარდა ორ ეტაპად:

1-ლი ეტაპი – მუდმივი მოსახლეობის რაოდენობის დინამიკის განსაზღვრა;

მე-2 ეტაპი – დროებითი მოსახლეობის (ორგანიზებული დამსვენებლების, არაორგანიზებული დამსვენებლების) რაოდენობის დინამიკის განსაზღვრა.

წინასწარ, მასალებისა და საკვლევო ობიექტის რიგი მონაცემების ანალიზის საფუძველზე აუცილებელი იყო მაქსიმალური («პიკის» თვეები) და მინიმალური («სეზონთაშორისი» თვეები) რეკრეაციული დატვირთვის დადგენა. გაანგარიშებათა სტრუქტურა (პურ-ფუნთუშეული ნაკეთობების მოხმარების მეთოდის მიხედვით) მოიცავდა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტას:

1. მუდმივი მოსახლეობის რაოდენობის ზრდის საშუალო ტემპის განსაზღვრა გასული პერიოდისათვის;
2. მუდმივი მოსახლეობის რაოდენობის განსაზღვრა 1990, 1995, 2000, 2005 და 2010 წლებში;
3. საკურორტო-სარეკრეაციო დაწესებულებათა საწოლი ფონდის განსაზღვრა კვლევის ობიექტის მიხედვით;
4. პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის მოხმარების ხვედრითი ნორმის განსაზღვრა სეზონთაშორისი პერიოდის მიხედვით;
5. პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის მინიმალური ხარჯვის (მოხმარების) გასაანგარიშებელი (1990, 2000 და 2010 წლებზე) რაოდენობის განსაზღვრა «ნულოვან» თვეში;
6. პურ-ფუნთუშეული ნაწარმის მაქსიმალური ხარჯვის (მოხმარების) რაოდენობის განსაზღვრა მაქსიმალური დატვირთვის სეზონში («პიკის» თვეები);
7. არაორგანიზებული მიგრანტების კატეგორიის რაოდენობის განსაზღვრა.

1990-1995 წლების პერიოდში თბილზნიეპ-ის კურორტების, დასვენებისა და ტურიზმის განყოფილებამ, ავტორის მონაწილეობით, ჩატარა სოციოლოგიური გამოკვლევები და ანკეტური გამოკითხვები, რათა ყოველმხრივ შეესწავლა რეკრეაციული საქმიანობის პროცენტები, გამოველინებინა მოსახლეობის სხვადასხვა ჯგუფებისა და კატეგორიების მოთხოვნილებები დასვენების ამა თუ იმ სახეობაში, განესაზღვრა საქართველოს კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში დამსვენებელთა რაოდენობის სეზონური რყევის დინამიკა და საანგარიშო მაჩვენებლები და ა.შ. ფაქტორები.



სეზონური ნაკადების რაოდენობრივი დახასიათება შესაძლებლობას გვაძლევს გვქონდეს დამსვენებელთა რაოდენობის სეზონური (ზამთარ-ზაფხული) თანაფარდობის ნათელი სურათი, დავადგინოთ რეკრეაციული მომსახურების და მათ შორის საზოგადოებრივი კვების სისტემის ქსელის «დახურვის» (გახსნის) კოეფიციენტი. ეს კოეფიციენტი საქართველოსთვის შეადგენს: – 6,71-ს. მაშასადამე, საქართველოს საკურორტო-სარეკრეაციო სისტემის პირობებში რეკრეაციული მომსახურების (მათ შორის საზოგადოებრივი კვების) საწარმოთა სიმძლავრე ზაფხულის «პიკის» პერიოდებში (საერთაშორისო ზამთრის პერიოდებთან შედარებით) 6,71-ჯერ უნდა გაიზარდოს.

რეკრეანტების სეზონური ნაკადების ანალიზისას, ჩვენ ვხედავთ, რომ ქალაქებში – ბორჯომსა და ქობულეთში არაორგანიზებულ დამსვენებელთა საშუალო სეზონურმა რაოდენობამ 2005 წელს შეადგინა შესაბამისად 5,5 ა 7,7 ათასი კაცი ანუ მუდმივი მოსახლეობის საერთო რიცხვის 29,5 და 30,3%. «პიკის» თვეებში ეს მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად მაღალია – 16,5 და 22,2 ათასი კაცი შესაბამისად, რაც შეადგენს დაახლოებით ამ ქალაქკურორტების მუდმივი მოსახლეობის 85-90%-ს.

ამრიგად, «პიკის» თვეებში ამ ორი განსხვავებული (მთისა და ზღვისპირეთის) საკურორტო-სარეკრეაციო წარმონაქმნის მოსახლეობა პრაქტიკულად ორმაგდება.

ამჟამად საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა შენობების ქსელის გაანგარიშება და დაპროექტება ხდება ნორმატიული დოკუმენტებისა და მეთოდური რეკომენდაციების საფუძველზე. მაგრამ ამ დროს მხედველობაში არ იღებენ არა მარტო ქსელის ორგანიზაციის რეზერვებს, რაც განპირობებულია კლიმატისა და მოსახლეობის სოციალურ-დემოგრაფიული სტრუქტურის თავისებურებებით, არამედ არასაკმარისად ითვალისწინებენ აგრეთვე რეგიონალურ თავისებურებებსა და ქალაქმშენებლობის პირობებს. როგორც უკვე აღინიშნა ასევე არასაკმარისად ითვალისწინებენ მთელ რიგ ასპექტებსა და საზაფხულო სადგომებისა და ღია სივრცეების გამოყენების შესაძლებლობებს საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა სეზონური გაფართოებისათვის. მათი ექსპლუატაცია კი შესაძლებელია 5-დან 9 თვემდე წლიწადში. არსებითად, სეზონური გაფართოება დიდი რეზერვია საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა

ტევადობის გაზრდისათვის ისე, რომ მნიშვნელოვნად არ გადიდდეს საწარმოო სიმძლავრეები. სეზონური ადგილების ორგანიზაცია ღია და ნახევრად ღია სივრცეებში ტრადიციულია საქართველოსათვის, სადაც ზაფხულის პერიოდში დახურულ სადგომებში, რომლებიც აღჭურვილი არ არიან ჰაერის გამაგრილებელი სისტემით, ამის გამო იქმნება არც თუ ისე კომფორტული პირობები.

ზოგი მკვლევარი აღნიშნავს, რომ საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა ქსელის გაანგარიშებისას აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული მოსახლეობის სოციალურ-დემოგრაფიული შემადგენლობა. სხვა სპეციალისტები აღნიშნავენ საზოგადოებრივი კვების მომსახურების ფაქტიურ გამოკითხვასა და ქსელის საანგარიშო ორგანიზაციის ნორმატიული ბაზის დისბალანსს და მიიჩნევენ, რომ ქალაქების საცხოვრებელ ზონებში კვების საწარმოთა ნორმატიული საანგარიშო მაჩვენებლები მომატებულია 60-65%-ით, ხოლო საერთო-საქალაქო დანიშნულების საწარმოთა საანგარიშო მაჩვენებლები შემცირებულია 10-15%-ით.

მოცემული გამოკვლევის ფარგლებში წამოყენებულია საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა ქსელის გაანგარიშების ეფექტური სტრუქტურა, რომელიც განსაზღვრავს:

1. მომსვლელთა რაოდენობას «პიკის» საშუალოსტატისტიკურ დღეებსა და საათებში;
2. მომსვლელთა მაქსიმალურ რაოდენობას მაქსიმალური დატვირთვის სეზონსა და «პიკის» საათებში;
3. ფაქტიური მოთხოვნის მაჩვენებელს ადგილების რაოდენობაზე, რაც თანაფარდობაშია ერთი ადგილის ნორმატიულ ბრუნვასთან «პიკის» საათებში და რომლის დიფერენცირებაც ხდება ქალაქ-კურორტის და ა.შ. წარმონაქმნების სტრუქტურული ელემენტების მიხედვით ფაქტიური დასწრების გათვალისწინებით. ამასთან ერთად, საჭიროა, მხედველობაში იქნეს მიღებული ისიც, რომ სეზონური დასაჯდომი ადგილების აუცილებელი რაოდენობის გასაანგარიშებლად მიზანშეწონილია კოეფიციენტების გამოყენება, რაც შესაძლებლობას მოგვცემს სეზონური ადგილები მივიყვანოთ «პირობით წლიურამდე».

წლიური ფუნქციონირების მქონე საწარმოებში ერთი ადგილის დასაშვები უნარის მიმართ ასეთი კოეფიციენტების სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს თბილი პერიოდის განსხვავებული ხანგრძლივობის მქონე ამა თუ იმ საკურორტო-სარეკრეაციო ზონაში სხვადასხვა სპეციალიზაციის საწარმოთა ქსელის გამოყენების შესაძლებლობის გათვალისწინებით. საორიენტაციო დაანგარიშებით ეს კოეფიციენტი საზოგადოებრივი კვების საწარმოთა სეზონური ქსელისათვის საქართველოს კურორტების, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილების პირობებში შეადგენს დაახლოებით 0,5–0,9ს.

#### 4.6. რეკომენდაციები საიმედო მშენებლობისათვის

საიმედო მშენებლობა ეს არის ძირითადად ეკონომიკური ამოცანა, რომელიც შეიცავს როგორც სოციალურ, ასევე მორალურ ასპექტს.

ადამიანის მიერ აგებული შენობა-ნაგებობები თავიანთი არსებობის პერიოდში განიცდიან გამოცდას, როგორც ბუნების სტიქიური მოვლენების ასევე ფიზიკური და ადამიანის ხელით შექმნილი სხვადასხვა ზემოქმედებისაგან.

ერთ-ერთი ძირითადი მიღწევა სამშენებლო ტექნიკაში ისაა, რომ დიდმალიან გადახურვებში ფართო გამოყენება ჰპოვა თხელკედლიანმა სივრცითმა კონსტრუქციებმა. სივრცითი კონსტრუქციების შემოღება თვით ბუნებიდანაა აღებული. ბუნებაში არ არსებობს ბრტყელი სისტემები, ყველა კონსტრუქცია სივრცითია და მათ გაიარეს ბუნებრივი შერჩევის მკაცრი პირობები, რის გამოც ისინი არიან მეტად მდგრადი, რაციონალური. ამიტომაც კონსტრუქციული ელემენტების შერჩევისას აუცილებლად უნდა მივმართოთ ბუნებას რჩევისათვის, თუმცა ხშირად ვეწინააღმდეგებით კიდევ მას.

ყველა აქამდე არსებული მასალა დატვირთვის წინააღმდეგ იქცევა თითქმის ერთნაირად. დატვირთვა დიდია, დიდია დამაბულობაც, დაუტვირთავი ელემენტები დაუძაბავია არ მუშაობს და კონსტრუქციისათვის წარმოადგენს ზედმეტ ბალასტს. ცოცხალი ორგანიზმი კი მაგალითად ადამიანის ჩონჩხის ნებისმიერი ელემენტი ადამიანზე ზემოქმედების შედეგად მაშინვე ერთვება

მუშაობაში, ადამიანის ძვლის ქსოვილი შედგება ორი სახის უჯრედისაგან ერთნი სპობენ არადაუტვირთავ უბნებს, ხოლო მეორენი კი ამაგრებენ ძვლებს მაქსიმალური ძაბვების მიმართულებით.

ოპერატიული განაწილება მასალის მაქსიმალური ძაბვების საწინააღმდეგო მიმართულებით ჯერ-ჯერობით კვლავ ინჟინრის ოცნებას წარმოადგენს. თუმცა მომავალში შესაძლებელია ისეთი მასალის შექმნა, როგორცაა მაგალითად ადამიანის მუსკულები, რომლებიც საჭიროების მიხედვით ჩააქრობენ იმ ენერგიას რომლებიც წარმოიქმნება გარე ძალების ქმედების შედეგად.

მშენებლობაში ახალი მასალების გამოყენების შესაძლებლობას უყურებენ მეტად ფრთხილად. ტარდება ექსპერიმენტები და მათი რეალური გამოცდები სტენდზე და მხოლოდ მას შემდეგ «ენდობიან» ახალ მასალებს. მასალების შერჩევასა და ძირითადად ითვალისწინებენ: ზიდვის უნარის თვისებას, ხანგამძლეობას და ეკონომიურობას.

საიმედო მშენებლობის განხორციელებისათვის საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს არა მარტო მშენებლობის ტექნიკური მხარე, არამედ სოციალურიც. არავისთვის არ არის დამალული ის ფაქტი, რომ დღეს საქართველოში და განსაკუთრებით თბილისში «ბუმი» საბინაო მშენებლობაში – სამშენებლო კომპანიები ეჯიბრებიან ერთმანეთს მეტი შემოსავლის მიღების სურვილით, რის გამოც მცირდება კონსტრუქციების საპროექტო კვეთებისა და ფუნდამენტის ზომები. ხშირია საპროექტო სართულიანობის თვითნებური გაზრდა.

ისეთი შენობა-ნაგებობების აგება როგორცაა ადამიანთა თავშეყრის ადგილები, ხიდები, წყასაცავები, კაშხლები და სხვა, დაკავშირებულია მაღალი რისკის ფაქტორებთან. ავარიები ძირითადად გამოწვეულია შემდეგი მიზეზებით:

1. დამპროექტებლის, სამუშაოთა მწარმოებლის და ზედამხედველის როლში გვევლინებიან არაკომპეტენტური ადამიანები. ცნობილია შემთხვევა, როცა ერთ-ერთი ობიექტის მშენებლობისას მშენებლობის მწარმოებლის მითითებით რკინაბეტონის ფილაში არმატურის ღეროები ჩადებული იყო არა ქვედა ზონაში, არამედ ზედა ზონაში, იმ მოტივით, რომ ფილის მუშაობა შექმნიდა «თალურ» ეფექტს;

2. ხშირია შემთხვევები როცა მრავალსართულიანი შენობის სართულშორისი გადახურვის ფილა განიცდიდა საპროექტო მონაცემებზე მეტ დატვირთვას;
3. პასუხისმგებლობა ეკისრება მხოლოდ არაპროფესიონალ ადამიანთა მცირე ჯგუფს. დაფიქსირებულია შემთხვევები, როცა მშენებლობის დროს პროექტით გათვალისწინებული ფოლადის წამწე შეცვლილი იყო სხვა არასტანდარტული მასალებისაგან დამზადებული წამწით, რომელიც გახდა ნაგებობების ავარიის მიზეზი.
4. ეკონომია, კონსტრუქცია არაჯეროვნადაა გამოკვლეული, შეუფასებელია გრუნტებისა და ნაგებობების ერთობლივი მუშაობის ხარისხი.
5. დაუდევრობა, რომლის საბოლოო შედეგებმა შეიძლება გამოიწვიოს მეტად არასასურველი, სხვადასხვა სახის ავარიული სიტუაციები.

## ძირითადი დასკვნები

1. დადგენილია, რომ რისკის შემცირება შეიძლება, მხოლოდ უსაზღვრო მცირე სიდიდეებამდე, დაცვის საფეხურების გაზრდის, საიმედოობის ამაღლების, ეფექტური კონტროლის გაზრდის და რეგლამენტური სამუშაოების დროული შესრულების ხარჯზე;
2. დამუშავებულია საგანგებო სიტუაციებიდან, რასკის, შენობა-ნაგებობების ფიზიკური თუ მორალური ცვეთის ფაქტორებიდან გამომდინარე, საქართველოს კურორტებზე, მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში, თანამედროვე მენეჯმენტით გათვალისწინებული, მომსახურების სფეროს სრულყოფისა და მისი შემდგომი განვითარების მეთოდები.
3. დამუშავებულია ავარიების განვითარებისა და შესაძლო ზარალის პროგნოზის, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სამშენებლო და არამრღვევი კონტროლის მეთოდები;
4. შენობა-ნაგებობების ზღვრული მდგომარეობის კრიტერიუმების შეფასებისას გათვალისწინებულია რისკის (საშიშროების შესაძლებლობის ზომა) ანალიზის ფაქტორი, რაც უზრუნველყოფს საიმედოობის მაღალ ხარისხს.
5. შემოთავაზებულია კონცეფცია საიმედო მშენებლობის შესახებ, დასახულია კომპლექსური ამოცანები, რომელიც მოიცავს ინჟინრულ, ეკოლოგიურ, ეკონომიკურ და სოციალურ კომპონენტებს;
6. დამუშავებულია რისკის მართვის მეთოდი, საკანონმდებლო, ორგანიზაციული, საინჟინრო-ტექნიკური, ტექნოლოგიური და სხვა ზომების გათვალისწინებით, მიმართული უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

## ლიტერატურა

1. ბ. ბალავაძე, თ. ჭელიძე. „რა უნდა ვიცოდეთ მიწისძვრის შესახებ“. თბილისი, 1993წ;
2. რ. ჟღენტი, მ. ს. ბილიკი. „რეკრეაციული ერთობლიობის ფორმირების კონცეპტუალური საფუძვლები“. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის „მომამბე“, 126, №1, 1987წ;
3. რ. ჟღენტი, მ. ს. ბილიკი. „სამთო-რეკრეაციული ცენტრის პროექტი დაბა ბახმაროში“. ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა“ №2 1987წ;
4. რ. ჟღენტი „რეკრეაციული მომსახურების ოპტიმიზაციის ზოგიერთი საკითხი და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება“. ჟურნალი „საქართველოს ბუნება“ №4 1987წ;
5. რ. ჟღენტი „საქართველოს კურორტებზე საზოგადოებრივი კვების შენობების პროექტირების აქტუალური ამოცანები, მოსახლეობის სეზონური მერყეობის გათვალისწინებით“. წიგნი „არქიტექტურა და მშენებლობა“. საქართველოს სსრ. მოსკოვი 1987წ;
6. რ. ჟღენტი, ნ. მსხილაძე, მ. ჯავახიშვილი, შ. ბაქანიძე „შენობა-ნაგებობათა და სამშენებლო კონსტრუქციისა და გამაგრება-გადლიერების ზოგიერთი ხერხის ტექნოლოგია. სტუ-ის 80 წლისთავისადმი მიძღვნილი პროფესორ-მასწავლებელთა ღია საიუბილეო სამეცნიერ-ტექნიკური კონფერენციის მოხსენებათა თეზისები. 2002წ;
7. რ. ჟღენტი, მ. ს. ბილიკი. „საქართველოს კურორტებზე საზოგადოებრივი კვების შენობებში, სავაჭრო სარეკრეაციო ნაგებობებში ლითონის კონსტრუქციების გამოყენება“. სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის მოხსენებათა კრებული საერთაშორისო მონაწილეობით. ქ. ტირნოვო ბულგარეთის სახალხო რესპუბლიკა, 22-30. 1986წ;
8. რ. ჟღენტი, დ. მალაზონია, შ. ბაქანიძე „შენობა-ნაგებობათა კარკასების კონსტრუქციული გადაწყვეტის გავლენა მათ ტექნოლოგიურობაზე“. სტუ-ს სტუდენტთა 73-ე ღია სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია. თბილისი, 2005წ;
9. რ. ჟღენტი „რეკრეაციული მომსახურების სფეროს ოპტიმიზაციის ძირითადი პრინციპები ლანდშაფტურ-რეკრეაციული ზონის ათვისებისა და რაციონალური გამოყენების პროცესში“. ჟურნალი „ენერგია“ №1 (33), 2005წ;
10. რ. ჟღენტი „საქართველოს კურორტებზე მასობრივი დასვენებისა და ტურიზმის ადგილებში საზოგადოებრივი კვების ღია ქსელის ფუნქციურ-დაგეგმარებითი საკითხები, დამსვენებელთა რიცხვის სეზონური მერყეობის გათვალისწინებით“. ჟურნალი „ენერგია“ №2 (42), 2007წ;

11. რ. ჟღენტი „საკურორტო-რეკრეაციულ სფეროში „ატრაქციონული“ ტიპის საწარმოთა და ამ ტიპის საზოგადოებრივი კვების და დასვენების ობიექტების ფუნქციური განვითარების ტექნოლოგიები“. ჟურნალი „ენერგია“ №2 (42), 2007წ;
12. რ. ჟღენტი, გ. ლალუნდარიძე, ი. ღარიბაშვილი „შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სამშენებლო და არამრღვევი კონტროლის მეთოდები“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(9), 2008წ;
13. რ. ჟღენტი, გ. ლალუნდარიძე, ი. ღარიბაშვილი „რისკის მართვა და დასაშვები რისკის შეფასების სისტემა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(10), 2008წ;
14. რ. ჟღენტი, ნ. მსხილაძე, შ. ბაქანიძე „გადახურვის ახალი კომბინირებული კონსტრუქციის დამზადების შრომატევადობის ანალიზი“. ჟურნალი „სამენი მასალები და ნაკეთობები“ №1, 1995წ;
15. რ. ჟღენტი „ბუნებრივი რესურსების რეკრეაციული გამოყენების პრობლემები“. ჟურნალი „ენერგია“ №4(32), 2004;
16. რ. ჟღენტი, მ.ს. ბილიკი „საქართველოს კურორტებზე საზოგადოებრივი კვების კომპლექსების პროექტირების ძირითადი პრინციპების და კონცეპტუალური წინადადებების დამუშავების და გამოკვლევის საკითხები მოსახლეობის რაოდენობის სეზონური მერყეობის გათვალისწინებით“ „თბილზნიეპი“ სამეცნიერო კვლევითი საშუალო №37-H-86. 1987;
17. რ. ჟღენტი, გ. ბაქანიძე, ნ. მსხილაძე, შ. ბაქანიძე „ღუნვადი ელემენტების გამაძლიერებელი მოწყობილობების დამზადების შრომატევადობის ანალიზი“. ჟურნალი „ენერგია“ №3(39), 2006წ;
18. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, მ. ჭანტურია, ი. ღარიბაშვილი „შეხვედრების ოთახებისა და ხელმძღვანელთა კაბინეტების ბგერაიზოლაცია“. ჟურნალი „ენერგია“ №4 (48), ნაწ. 2, 2008წ;
19. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, მ. ჭანტურია, ი. ღარიბაშვილი „შენობის აკუსტიკა, ბგერაიზოლაცია და ბგერაშთანთქმა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3 (10) 2008წ.
20. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, ი. ღარიბაშვილი, „თანამედროვე სამონტაჟო ქაფი და ჰერმეტიკები-საიძელო დამხმარე საშუალებები რემონტის დროს“. ჟურნალი „ენერგია“ №2, 2009წ.
21. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, ი. ღარიბაშვილი, „შპალერის ალტერნატივა ბათქაში“. ჟურნალი „ენერგია“ №2, 2009წ.
22. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, ი. ღარიბაშვილი, „რეკრეაციულ ერთიანობაში ქალაქმშენებლობის როლი და ურბოეკოლოგიის ძირითადი ასპექტები ბუნების დაცვისა და მისი რაციონალური გამოყენების გათვალისწინებით“. ჟურნალი „ენერგია“ №2, 2009წ.
23. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, მ. ჭანტურია, ი. ღარიბაშვილი „მინათაბაშირბოჭკოვანი ფილების დამუშავება, მონიშვნა, ჭრა და დამაგრება“. ჟურნალი „ენერგია“ №4, 2008წ.



24. რ. ჟღენტი, მ. ჯავახიშვილი, მ. ჭანტურია, ი. ღარიბაშვილი „შპალერის გაკერის თანამედროვე ტექნოლოგიები“ სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3 2008წ.

25

20. Аверченко А. М. Андрейков В.А., Арефьев В.Ф., Годлевский Г.Н. и др. У истоков создания средств инженерного вооружения 1919-1994. Краткий исторический очерк. / Под. ред. К.Е. Кочеткова. Нахабино, изд-е 15 ЦНИИИ им. Д.М. Карбышева, 1994.

26

27 21. Техника инженерных войск. Фотоальбом. /Под. ред. В.П.Кузнецова. М., изд-е УНИВ МО РФ, 1968.

28

22. Антикайн П.А. Металлы и расче на прочность котлов и трубопроводов. М., Энергоатомиздат., 1990.

29

23. Браинин И. Е. Металлографические и рентгенографические излучение изломов стали с флокениями – Физика металлов и металловедение, 1968, Т.25, №5 с.

30

887-893.

24. Бесконтактные измерители параметров вибрации. «Экспресс информация контрольно-измерительная техника», 1981, №4 с. 10-17.

25. Быковский Ю.А. Смирнов В. П., Сороковников В. И. Тензодатчик А. С. 844997 (СССР) – опубл. В Б. И., 1981, №25.

26. Бутусов М. М., Галкин С. Л., Оробинский С. П., Волоконная оптика приборостроения – Л.: Машиностроительные, 1987 с. 81-179.

27. Бирбраер А.Н., Шульман С.Г. Прочность и надежность конструкций АЭС при особых динамических воздействиях М., Энергоатомиздат., 1989.

28. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М. Машиностроение, 1984.

29. Введение в интегральную оптику / Под ред. Бариевского М. М. Н.: Мир, 1977, с. 20-50.

30. Введение в техническую диагностику. / Г. Ф. Верзяков, М. В. Кинит, В. М. Рабинович и др. под ред. К. Б. Каряндеева, М.: Энергия, 1968, с. 224.
31. Веслов Ю. В. и др. Аппаратура воспроизведения и регистрации случайных вибрации и дряров. – Л.: Знание, 1979, с. 10-25.
32. Вестник И. Гологряорическая инферометрия. – М.: Мир, 1982 с. 100-118.
33. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластин и оболочек. М., Наука, 1972.
34. Григолюк Э.И., Горшков А.Г. Взаимодействие упругих конструкций с жидкостью. Л., Судостроение, 1975.
35. Дианов Е. М., Теория волоконных световодов. Лекции и доклады по волоконной оптике. Ташкент, 1986 с. 83-104.
36. Забегаев А. В. Расчет железобетонных конструкций на аварийные ударные нагрузки. М., МГСУ, 1995.
37. Забегаев А. В., расторгусв Б.С. Пухонто Л.М., Сенин Н.И. и др. Методы расчета и конструирования железобетонных конструкций. Сб. научных трудов МГСУ. М., 1996.
38. Забегаев А. В., Тамразян А.Г. Основные положения рекомендаций по проектированию железобетонных конструкций, подверженных аварийным ударным воздействиям. В.сб. научных трудов МГСУ. М., 1996, с.42...57.
39. Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение. М., Мир, 1984.
40. Костин А. И. Зонирование территории города по степени риска при авариях на химически опасных объектах, 1997, 1, с. 63-77.
41. Костин А. И. Зонирование территории города по степени риска поражения людей при авариях на химически опасных объектах. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1995, 12, с. 32-42.
42. Котляревский В. А., Ганшкин В. И., Костин А. А., Костин А. И., Ларионов В. И. Убежища гражданской обороны. Конструкции и расчет. М., Стройиздат, 1989.

43. Коляревский В. А., Румянцева Р. А., Чистов А. Г. Расчеты удара штампа по грунтовому массиву с использованием различных моделей упругопластических сред в условиях плоской деформации. Изв. АН СССР, МТТ, 1977, №5, с132...146.
44. Коляревский В. А., Чистов А. Г. Численный анализ дифракции волн в упруговязких средах при плоской деформации. Изв. АН СССР, МТТ, 1976, №3, с 119-132.
45. Коляревский В. А. Пакет программ для динамического расчета металлоконструкций. Строительство и архитектура. Серия. Проектирование металлических конструкций. Научн. техн. реф. сб., 1981, вып.4, с.3....
46. Коляревский В. А., Методика расчета глубоководных платформ на сейсмические воздействия на основе непосредственно используемых инструментальных записей колебаний грунта и моделирования взаимодействия сооружения с основанием. Отчет ЦНИИПроектстальконструкция Госстроя СССР. Вып. ОСК-76. М., 1987.
47. Коляревский В. А., Вычислительный комплекс ШЕЛЬФ4. Исходная информация. Составная часть подсистемы автоматизированного проектирования опорных частей глубоководных платформ для добычи нефти и газа на континентальном шельфе незамерзающих морей- САПР ШЕЛЬФ. ЦНИИПроектстальконструкция Госстроя СССР. М., 1988.
48. Коляревский В. А. Оптимизация конструктивных параметров энергетических установок подвешенного типа для сейсмических районов-ДЕМП. Информ. листок МГЦНТИ №374-87. М., 1987. Отчет ЦНИИПроектстальконструкция Госстроя СССР. Гос. регистр. 01860089215, инв. 02880007821. М., 1987.
49. Коляревский В. А., Статистическое моделирование динамики подвесных энергетических систем при нагрузках. Вопросы атомной науки и техники. Серия Физика и техника ядерных реакторов.. М., НИКИЭТ, 1984, вып. 38, с51...60.

50. Коляревский В. А., Статистическое моделирование сейсмических воздействий на сооружения. Строительная механика и расчет сооружений, 1988, №3, с.44...48.
51. Коляревский В. А., Морозов В.И., Петров А.А. Расчет конструкций на динамические воздействия. В кн. Металлические конструкции. Справочник проектировщика, том 2. Изд.3. М., АСВ, 1998.
52. Коляревский В. А., Костин А.А. Динамика упругопластических конструкций, Взаимодействующих со средами. Тезисы докладов 10 семинара «Актуальные проблемы прочности», 23..26 апреля 1985г. Изд. Тартусского гос. университета, 1985.
53. Лессиг Е.Н., Лилеев А.Ф., Соколов А.Г. Листовые металлические конструкций. М., Стройиздат, 1970.
54. Лизин В.Т., Пяткин В.А. Проектирование тонкостенных конструкций. М.,
55. Макарова Л.Л. Термодинамика химических процессов. Ижевск, Изд-во Увмуртского университета, 1996.
56. Маршал В. Основные опасности химических производств. М.. Мир, 1989.
57. Махутов Н.А. и др. Современное состояние проблем безопасности в промышленно развитых странах. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1994, №4, с. 2...36.
58. Микишев Г.Н. Рабинович Б.И. Динамика тонкостенных конструкций с отсеками, содержащими жидкость. М., Машиностроение, 1971.
59. Нагрузки и воздействия. СНиП 2.01.07-85.
60. Неразрушающий контроль металлов и изделия. Справочник под ред. Г. С. Самойловича. М.: «Машиностроение», 1975, 456с.
61. Никиреев В.М., Шадурский В.Л. Практические методы расчета оболочек. М., Стройиздат, 1966.
62. Николаенко Н.А. Динамика и сейсмостойкость конструкций, несущих резервуары. . М., Стройиздат, 1963.

63. Николаенко Н.А. Вероятностные методы динамического расчета машиностроительных конструкций. М., Машиностроение, 1967.
64. Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергических установок. ПНАЭ Г-7-002-86. М., Энергоатомдат., 1989.
65. Основания зданий и сооружений. СН и П 2.02.01-83.
66. Основные результаты экспериментов на ударных трубах. М., Атомиздат, 1963.
67. Петров А.А. Учет влияния масштабов турбулентности при определении реакции сооружения на пульсационное воздействие ветра. Строительная механика и расчет сооружений, 1991, N 3, с. 71...77.
68. Попов Н. Н., Расторугев Б. С., Забегаев А. В., Расчет конструкций на динамические специальные нагрузки. М., Высшая школа, 1992.
69. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Госгортехнадзор СССР. М., Недра, 1990.
70. Розенштейн И. М. Аварии и надежность стальных резервуаров. М., Недра, 1995.
71. Розловский А. И. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. М. Химия, 1980.
72. Сафарян М. К. Металлические резервуары и газгольдеры. М., Недра, 1987.
73. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. М., Стройиздат 1984.
74. Склады нефти и нефтепродуктов. СНиП II-106-79.
75. Сооружения промышленных предприятий. СНиП 2.09.03.-85.
76. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. ГОСТ 14249-89. М., Изд-во стандартов, 1989.
77. Сосуды и трубопроводы высокого давления. М., Машиностроение, 1990.

78. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование, Справочник. М., Машиностроение, 1989.
79. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-23.81.
80. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81\*.
81. Технические требования по взрывобезопасности котельных установок, работающих на мазуте или природном газе. М., Энергия, 1975.
82. Управление риском в социально-экономических системах, концепция и методы ее реализации. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1996, 2, с. 18...60.
83. Фролов К. В., Махутов Н. А., Грацианский Е. В., Основы научно-технической политики в области безопасности. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях, 1994, 1, с. 9...15.
84. Цикаришвили М. А. Кониашвили П. О. Обеспечение безопасности зданий-сооружений методами строительного и неразрушающего контроля. «Проблемы механики», 2006, №2 (23), с. 101-105.
85. Petrov A.A. Dynamic response and life prediction of the steel structures under wind loading. Proc. of the 2<sup>nd</sup> European and African Conf. on Wind Engineering. 2 EACWE, Genova, Italy, June 22-26, 1997. Ed. by G. Solari. DISEG, Univ. of Genova, SGE, Padova, v.2, p. 1851...1858.

86. Angyris I. M. Aicher W., Elerke K., Kieschstein M. Die Anwendung von lichtwellenleitern und optoelektronischen wandernbelverformungs- und denungsmessungen
87. Archbold E., Ennoe A. E., Viedos M. S., Speckle photography for strain measurement – a critical assessment “Prac. Photo-opt. Instrum. Eng”. 1978, 136, 258,-264.
88. Butter Charles D. Laser-fiber optic interferometric strain gauge [Honeywell, Inc.] Пат. США, заявл. 18.09.78, №943588, опублик. 4.03.80.
89. Butter Charles D. Laser-fiber optic interferometric strain [Honeywell, Inc.] Пат. США, кл. 356,35.5 G01, B11/16 №4191470. 18.09.78, №943588 опублик. 4.03.80
90. Betz A. Konforme Abbildung. Zweite neu bearbeitete Auflage. Berlin. 1964
91. Experiments in the Computation of conformal Mappings. Ed. by I Todd. National Bureau of Standards Appl. Mat, Ser. 42, 1955
92. Gaier P. Konstruktive Methoden der konformen Abbildung Springer-Verlag. Berlin. 1964
93. Kober H. Dictionary of Conformal representations. Dover Publications. 1952. New York, 1957
94. D. A. Jackson, A. B. Lobo Ribeiro, L. Reekie and J. L. Archambault, Simple Multiplexing Scheme for a Fiber Optic Grating Sensor Network, Optics Lett., Vol. 18, p. 1192, 1993

95. E. W. Saaski, J. C. Hartl, G. L. Mitchell, R. A. Wolthuis and M. A. Afromowitz, A Family of Fiber Optic Sensors Using Cavity Resonator Microshifts, Proceeding of the 4<sup>th</sup> [nternational Conference on Optical Fiber Sensors, Tokyo, 1986
96. C. E. Lee and H. F. Taylor, Interferometric Optical Fiber Sensors Using Internal Mirrors, Electronic Lett., Vol. 24, 193, 1988.
97. C. E. Lee and H. F. Taylor, Interferometric Optical Fiber Sensors Using a Low Coherence Light Source, Proceedings of SPIE, Vol. 1370, p. 356, 1990
98. OOkosi T. and so on Finre optical sensors (translate from Japan) Leningrad 1990, 256 p.
99. Pater L Fuhn, Fiber-optical sensors is smart Civil structures University of Vermont. SENSORS tugust 1995.
100. Patent U.S.A. 21566917. 2000.09.27.
101. Patent, Great Britain, 2145516.27 march 1985
102. Patent U.S.A. RU 2141102, 1999. 11-10
103. Patent Great Britain. 2145517. 17 march 1985
104. Patent Great Britain. GE 2,243,908A, 13.11.1991
105. Patent Great Britain. GB 2262803A, 30.06.1993
106. Patent Great Britain. GB 2301885, 18.12.1996
107. Patent Great Britain.GB 2084730A,
108. Patent Great Britain. GB 2317229A
109. Patent Japan Jp. 1995000105846 April 28.94.



110. Patent Great Britain. GB 2136119A, 12 September, 1984
111. Patent Great Britain. GB 2114733A 24 August
112. Patent Great Britain. GB 2305795A, 16.04.1997
113. Patent U.S.A. US 4.163.397 August 7.1979
114. Patent U.S.A. US 4.525.626, June, 25.1985
115. Patent U.S.A. US 4.295.738, October 20.1981.