

პავლე გამყრელიძე

მაღალი ტექნოლოგიების გამოყენებით მიწისქვეშა სივრცეების
ათვისების მეთოდოლოგიის დამუშავება

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
თვე, წელი

საავტორო უფლება © გამყრელიძე პავლე, 2012 წ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით „გამყრელიძე პავლე“-ს მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „**მაღალი ტექნოლოგიების გამოყენებით მიწისქვეშა სივრცეების ათვისების მეთოდოლოგიის დამუშავება**“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი:	თამაზ ჭურაძე
რეცენზენტი:	გურამ აბაშიძე
რეცენზენტი:	აბესალომ ყურაშვილი
რეცენზენტი:	

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

წელი

ავტორი: გამყრელიძე პავლე

დასახელება: „მაღალი ტექნოლოგიების გამოყენებით მიწისქვეშა სივრცეების ათვისების მეთოდოლოგიის დამუშავება“

ფაკულტეტი : სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: თარიღი

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

პავლე გამყრელიძე

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 გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცული მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

საზღვარგარეთის განვითარებული ქვეყნების ქალაქების დაპროექტებისა და მშენებლობის გამოცდილებამ დაადასტურა, რომ სოციალურ-ეკონომიური, არქიტექტურა-დაგეგმარების, სანიტარულ-ჰიგიენური და მთელი რიგი საკითხების ფართო წრე შეიძლება წარმატებით გადაიჭრას კომპლექსურად ქალაქის მიწისქვეშა სივრცეების გამოყენებით.

მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსურად გამოყენების სამეცნიერო ტექნიკური პრობლემის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია მიწისქვეშა სივრცის ათვისება საყოფაცხოვრებო ობიექტების განთავსებისათვის. მიწისქვეშა სივრცის ათვისების იდეის ძირითად საფუძველს წარმოადგენს მისი, როგორც სახემეცვლილი რესურსის გამოყენება.

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის დაპროექტების მეთოდოლოგია განსაზღვრავს საამშენებლო ტექნოლოგიების და დაპროექტების პროცესების დონის ზრდას პერსპექტივაში.

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის დაპროექტება ხორციელდება ინდივიდუალურად, თვითეული კონკრეტული ობიექტისათვის, მისი ფუნქციონალური დანიშნულებიდან გამომდინარე, საქსპლუატაციო პარამეტრების და სამთო მასივის მახასიათებლების გათვალისწინებით. ამასთანავე არ განიხილება ამ ნაგებობის გამოყენება, მომავალში სხვა ფუნქციური დანიშნულებით.

მიწისქვეშა ნაგებობების აგების სივრცე ხასიათდება ცვალებადი ბუნებრივი ტექნოგენური და ანტროპოგენური ფაქტორებით, რომელთა ურთიერთქმედების მრავალფეროვანი კომბინაცია აისახება იმ უამრავ მოთხოვნებში, რაც წაყენება მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობასა და ექსპლოატაციას.

ქალაქების სწრაფი ტემპით ზრდისა, მოსახლეობის სიმჭიდროვის მატების, მიწისზედა მცირე ტერიტორიული რეზერვების და სატრანსპორტო საშუალებების სწრაფი განვითარების პირობებში განსაკუთრებით აქტუალურ მიმართულებას წარმოადგენს მიწისქვეშა სივრცის ათვისება. ქალაქების დაპროექტებისა და მშენებლობის გამოცდილებამ

დაადასტურა, რომ სატრანსპორტო, სოციალურ-ეკონომიური, სანიტარულ-ჰიგიენური, სამხედრო და სამოქალაქო თავდაცვითი მთელი რიგი საკითხების ფართო წრე შეიძლება წარმატებით გადაიჭრას კომპლექსურად მიწისქვეშა სივრცეების გამოყენებით. თანამედროვე მიწისქვეშა სამოქალაქო მეურნეობა შედგება მრავალი სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობისაგან, როგორცაა: სატრანსპორტო, სავაჭრო და საზოგადოებრივი კვების, გართობა-დასვენების, სამოქალაქო-თავდაცვის, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო და ასე შემდეგ.

მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების მსხვილ ქალაქებში ხდება მიწისქვეშა სივრცის წინსწრებითი ათვისება. ამ პროცესს არ უნდა ჩამორჩნენ საქართველოს ქალაქები, უპირველეს ყოვლისა თბილისი. საქართველოში სატრანსპორტო, კომუნალური გვირაბების, მიწისქვეშა გადასასვლელების და სხვა ნაგებობების მშენებლობის ათწლეულების გამოცდილება არსებობს. თბილისსა და სხვა ქალაქებში აუცილებელია მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კონცეპტუალურ-სამოქმედო გეგმის შემუშავება, რომელიც გაითვალისწინებს ქალაქის განვითარების პირობებს. ეს კვლევები გვაქვს აღწერილი სტატიაში “ქ. თბილისის მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მდგომარეობა და პერსპექტივები”. [19]

ნაშრომში განხილულია მიწისქვეშა სივრცის გამოყენების საკითხი ქალაქის ადგილმდებარეობის და მისი განვითარების პერსპექტივის გათვალისწინებით, სხვადასხვა სახის მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის კონცეფცია და მიმართულებები, მათი მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიური ეფექტიანობა.

თბილისში შესაძლებლად მიგვაჩნია, ასევე მე-19 საუკუნეში ქალაქის ცენტრში აშენებული საკმაოდ დიდი მოცულობის არსებული და ამჟამად უმოქმედო მიწისქვეშა სივრცეების აღდგენა და მათი დღევანდელი საჭიროებისათვის გამოყენება. ერთ-ერთი მათგანია ყოფილი თამამშევის ქარვასლის მრავალსართულიანი სარდაფები თავისუფლების მოედნის ქვეშ და მრავალი სხვა.

ქ. თბილისში დღემდე არ დამუშავებულა მიწისქვეშა სივრცის ათვისების და მიწისქვეშა ნაგებობების გეგმური მშენებლობის კომპლექსური პროგრამა. ამიტომაც აქტუალურად მიგვაჩნია ქალაქ თბილისის

მიწისქვეშა ურბანისტიკის ძირითადი მიმართულებების და პრინციპების ფორმირება.

ჩვენს მიერ მოპოვებული მასალების საფუძველზე შემუშავებული გვაქვს ქალაქის ტერიტორიის ფუნქციონალური ზონირების პრინციპის მიხედვით მიწისქვეშა სივრცის პერსპექტივის რეკომენდაციები, რომლებიც საქალაქო მნიშვნელობის მაგისტრალებზე უწყვეტი მოძრაობის ორგანიზებაში დაგვეხმარება. ეს საკითხები განხილული გვაქვს სტატიაში “ქ. თბილისის მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პროგრამის ფორმირების ძირითადი პრინციპები”. [6]

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, ჩვენს მიერ ჩამოყალიბებული იქნა კვლევის მიზანი, მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მეთოდოლოგიის შემუშავება სხვადასხვა ტიპის დასახლებული პუნქტების ფუნქციონირების მაქსიმალური რაციონალიზაციისათვის.

მეთოდოლოგიას საფუძვლად დაედო ურბანული გარემოს პარამეტრები, რომლებიც თავის მხრივ ჩვენ დავეყავით ანთროპოგენურ და ბუნებრივ ფაქტორებად. ანთროპოგენურ ფაქტორებს შორის პირველ ადგილზეა მოსახლეობის რაოდენობა როგორც აბსოლუტური, ისე მისი სიმჭიდროვე. ეს ორივე განაპირობებს ქ. თბილისის ფუნქციონირებისათვის საჭირო ობიექტებს. შემდეგ ფაქტორად ჩვენ მივიღეთ ისეთი მნიშვნელოვანი ანთროპოგენური ფაქტორი, როგორცაა ავტოპარკის აბსოლუტური სიდიდე და ავტომობილიზაციის დონე (ავტომობილების რაოდენობა 1000 სულ მოსახლეზე).

მათვე მიეკუთვნება საქალაქო ტრანსპორტის არსებული დონე და მისი განვითარების პერსპექტივა მათი სახეობების გათვალისწინებით. შემდეგი მნიშვნელოვანი საკითხია კომუნალური, საზოგადოებრივ კულტურული, სამხედრო, სამოქალაქო თავდაცვის, ენერგეტიკის და კავშირგაბმულობის ობიექტების არსებობა, მათი განვითარების დღევანდელი დონე და მიწისქვეშა სივრცეში განვითარების პერსპექტივა.

ბუნებრივი ფაქტორებიდან ჩვენ ვითვალისწინებთ რელიეფს, ანუ დედამიწის ზედაპირის დანაწევრებას დადებითი და უარყოფითი ფორმით, ამ დანაწევრების კანონზომიერებებს სხვადასხვა რეგიონებში

განლაგებული ქალაქებისათვის. შემდეგი არის გეოლოგიური და ჰიდროლოგიური პირობები, სეისმურობის დონე და ა.შ.

მეთოდოლოგიის ზემოთ ჩამოთვლილი ნაწილი შეადგენს ტექნიკურ მხარეს, ბუნებრივია ვითვალისწინებთ აგრეთვე ნაგებობათა მშენებლობის ეკონომიურ მიზანშეწონილობას.

ეკონომიურ მიზანშეწონილობას განვიხილავთ ორი მიმართულებით: ტრადიციული, რომელიც ემყარება კაპიტალ დაბანდებათა უკუგებას გარკვეული ნორმატიული ვადის ფარგლებში, რომლის გარეშე ძირითადად შეუძლებელია მშენებლობის ინვესტირება. ამავე დროს ჩვენ ვითვალისწინებთ თანამედროვე რეალებს, რომელიც გვიჩვენებს, რომ ხშირად ობიექტის აშენების გადაწყვეტილება დამოკიდებულია არა ეროვნული ეკონომიკის მიერ გარკვეულ ვადებში მიღწეულ ეფექტზე, არამედ შიდა და საგარეო პოლიტიკური ხასიათის გადაწყვეტილებებზე, კონტრეტული მთავრობის მიერ აღებულ კურსზე, საგარეო ვალების გამოყენებაზე.

ზემოთ ხსენებული მიზნების განხორციელებისათვის აუცილებელია მაღალტექნოლოგიური ხერხებისა და საშუალებების შერჩევა და დანერგვა, რომლებიც შეესაბამებიან მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების გამოცდილებას და უახლეს მიღწევებს მიწისქვეშა სივრცის ათვისების საქმეში, როგორც თეორიაში ისე პრაქტიკაში.

ახალი ტექნოლოგიების შემუშავებამ, შეიძლება მიწისქვეშა სივრცის ათვისებაში მოგვცეს ახალი მიღწევები და შედეგები, რაც აუცილებლად აისახება ნაგებობების მშენებლობის დანახარჯების შემცირებაში.

დასახული ამოცანის გადასაწყვეტად შემუშავებული გვაქვს დიდი ჩაღრმავების გვირაბის სამაგრის რაციონალური მოხაზულობის შერჩევის სათანადო სქემა, მათემატიკური მოდელი და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც უშუალო კავშირშია ახალავსტრიული მეთოდით გვირაბის გაყვანასთან.

ჩვენში რელიეფის, გეოლოგიის, ჰიდროლოგიის და სხვა ანთროპოგენური პირობებისათვის შემოთავაზებული გვაქვს დიდი ჩაღრმავების გვირაბების გაყვანის ახალავსტრიული მეთოდი, რომელიც სრულ

შესაბამისობაში არის ჩვენს მიერ კონსტრუირებული დიდი ჩაღმაგების სამაგრის გაანგარიშების მეთოდთან.

მცირე ჩაღმაგების გვირაბებისათვის ჩვენს მიერ ჩატარებული ანალიზების საფუძველზე რეკომენდირებულია მიკროტონელირების და მილსადენების უტრანშეო აღდგენის მეთოდი, რომლებიც განსაკუთრებით ეფექტიანია ურბანიზაციის მაღალი დონის მქონე სივრცეებისათვის.

Abstract

The experience of developed countries cities planning and construction has proven that the wide range of socio - economic, architecture - planning, sanitary - hygienic, and a number of issues would be successfully solved due complex application of city's underground spaces.

The main component of scientific and technical problems of complex application of underground spaces is the utilization of underground space for arrangement of domestic service objects. The idea of underground space utilization is grounded on its application as a modified resource.

The design method for the construction of underground facilities will determine the development of construction technologies and improvement of design processes level in the future.

The planning of underground facilities construction is carried out individually for each specific object, for its functional destination, operational parameters and massif characteristics consideration. At the same time will not be considered the application of facilities for other functional destinations in future.

The underground facilities construction space is characterized by the changing natural and anthropogenic factors, which various combinations of interaction will be reflected in lot of requirements that are arisen at underground facilities construction and operation.

In the conditions of cities rapid growth, increasing of population density, lack of over ground land reserves and transport means rapid development the extremely actual direction is presented due the underground space utilization. The experience of city planning and construction confirms that wide range of transport, social - economical, sanitary - hygienic, military and civil defense lot of issues would be successfully solved due complex utilization of underground spaces. The nowadays underground facility includes many different destination buildings, such as: transport, trade and public catering, entertainment - recreation, civil defense, municipal and so on.

In the major city of the world's leading countries is carried out pre-emptive utilization of underground space. The Georgian towns, primarily Tbilisi, would not be backward of this process. In the Georgia's exists decades of experience of transport,

utilities tunnels, underground passage and other structures. In Tbilisi and other cities is necessary the development of the underground space utilization conceptual - action plan that will take into consideration the conditions of city development. These studies are described in the article "The state and prospects for utilization of underground space in Tbilisi city".

The issue of underground space application with taking into account the city's location and its development prospects, the construction concept for different type's underground facilities and directions, the technical - economic efficiency of construction.

In Tbilisi we considered as possible, as well as the 19th century city center constructed rather large existing and currently inactive underground spaces rehabilitation and their application for current demands. One of them is former Tamamshev caravanserai multistory cellars under the Freedom Square and many others.

In Tbilisi city up to this date neither is nor developed the underground space utilization complex program and the planned construction of underground facilities. So as actual is considered the formulation of main directions and principles Tbilisi urban underground.

Grounded due obtained by us materials is developed on the basis of the city's according territorial functional zoning principle recommendations of the underground space perspectives that will help us in organizing the non-stop traffic on the city's main roads. These issues are considered in article "The Basic principles of Tbilisi city underground space utilization development program formation".

Due considering of the above mentioned, we have established the goal of the research, development of methodology for utilization of underground space for various types of settlements functioning maximal rationalization.

The methodology is based on the parameters of the urban environment that in turn are divided by anthropogenic and natural factors. Amongst the anthropogenic factors in the first place is the population, the absolute as well as its density. Both of them stipulates the required for Tbilisi city functioning objects. As the other factor we accept such significant anthropogenic factors as cars fleet absolute size and automobilization level (number of cars on per 1000 habitants).

They include city transport existing level and their development perspectives by taking into account the modes. The next important question is existing of municipal, social, cultural, military, civil defense, power supply and communications objects, their current level of development and prospects underground space of development.

From the natural factors we considered relief, i.e., fragmentation of the earth's surface in the form of positive and negative. The laws of this fragmentation for located in various regions cities. The following is a geological and hydrological condition, seismic levels, etc.

The above mentioned part of the methodology consist technical side; of course, we also take into consideration the economic feasibility of the facilities construction.

We consider the economic feasibility on two directions: I. Traditional that is based on returns of capital investments dye certain statutory period without that it is impossible to investment the construction. At the same time, we take into consideration the modern reality that shows that often the decision of object construction is depended not on the achieved by national economy effect in certain terms, but also depends on the nature of domestic and foreign policy decisions, specific government's course on the use of foreign debt.

For the providing the above mentioned aims is required the selection and implementation of high-tech methods and means that correspond to the experience and the latest achievements of the world's leading countries, both in theory and in practice, in issue of utilization of underground space.

The development of new technologies would give to us new achievements and results in utilization of underground space that will be reflected in the reduction of construction costs.

For the solution of arisen task we have developed the according layout of deep tunnel support rational contour, mathematical model and the corresponding software that is directly related to the New Austrian Tunneling Method.

We have offered for relief, geology, hydrology and other anthropogenic conditions a new Austrian method of tunnels construction that is in full compliance with designed by us deep support's calculation method.

Fro shallow tunnels grounded on carried by us analysis is recommended the without ditch restoration method for micro tunnels and pipe-lines that is particularly effective for spaces with high level of urbanization.

შინაარსი

შესავალი	19
1 ლიტერატურის მიმოხილვა	24
1.1 მიწისქვეშა სივრცის ათვისების განვითარების პროცესის ანალიზი	24
1.2. მიწისქვეშა მშენებლობების განვითარება	39
1.3. მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პრინციპები	44
1.4 თანამედროვე ეტაპზე მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ძირითადი ტენდენციები და მიმართულებები.	46
1.5 მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კანონზომიერებანი	47
1.6 მეტროპოლიტენის სადგურების და გვირაბის აგების მიღებული მეთოდები	48
1.6.1 სამუშაოთა ღია წესის ნაირსახეობები	48
1.6.2 ქვაბულის ხერხი	48
1.6.3 ერთკამარიანი სადგურების აგება. თაღის რაციონალური მოხაზულობა	50
1.7 მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობა ნახევრად დახურული ხერხით	54
1.7.1 ბოლო წლებში საზღვარგარეთის ქვეყნების გამოცდილება მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობაში	54
1.8 ქვაბულის ფერდობის დეროვანი სამაგრი	59
1.9 ქ. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მაგალითები	63
2 შედეგები და განსჯა.	70
2.1. ქ. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მდგომარეობა და პერსპექტივები	70
2.2 თბილისის მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პროგრამის ფორმირების ძირითადი პრინციპები	86
2.3 საქალაქო მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ნორმატიული დოკუმენტაციის დამუშავების შესახებ.	94
2.4 ასაშენებელ ობიექტთა თანმიმდევრობის დადგენა ქალაქის მიწისქვეშა სივრცის ათვისებისას	97
2.5 მშენებლობის ადგილის შერჩევა	98
2.6 მშენებლობის ტექნოლოგიის, მეთოდებისა და საშუალებების შერჩევა	99
2.7 მიწისქვეშა ობიექტების ექსპლუატაცია	100
2.8 ერთ თაღიანი კონსტრუქციის მშენებლობა თანამედროვე ტექნოლოგიის გამოყენებით	102
2.9 მიწისქვეშა ობიექტების ექსპლუატაცია.	111

2.10	მცირე ჩადმაგების მეტროპოლიტენის მშენებლობის მაღალი ტექნოლოგიების კონცეფცია	116
2.11	დეროვანი (ნაგელური) სამაგრის გაანგარიშების მეთოდოლოგია	118
2.12	მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ნაგებობების აგების ტექნოლოგია	123
3	დასკვნა	126
	გამოყენებული ლიტერატურა	128

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1	მსოფლიოს უდიდესი გვირაბების ნუსხა	41
ცხრილი 2	საქართველოში მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსურად ათვისების კონცეფცია	43
ცხრილი 3	ერთთაღიანი ოპტიმალური მოხაზულობის სადგურის სამაგრისათვის ერთ გრძივ მეტრზე ძირითად სამუშაოთა მოცულობა	53

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1	ციხე გოჯის მიწისქვეშა შესასვლელი (ნოქალაქევი) III სკ. ჩვ. ერამდე	2
ნახ. 2	კლდეში ნაკვეთი ქალაქი უფლისციხე (მე-4 მე-6 საუკ)	27
ნახ. 3	კლდეში ნაკვეთი ქალაქი ვარძია (მე-12 საუკ)	28
ნახ. 4	გამარჯვების პარკთან მიწისქვეშა გადასასვლელის ზედა ნაწილი	36
ნახ. 5	მიწისქვეშა ნაგებობიდან გამარჯვების პარკში გასასვლელი	36
ნახ. 6	მიწისქვეშა მოძრავი ტროტუარების სქემა მეტროს სადგურ „სამგორთან“ ავტომაგისტრალ „თბილისი-აეროპორტის“ ქვეშ.	37
ნახ. 7	ქვაბულის გამაგრება ლითონის კავშირებით	49
ნახ. 8	სამუშაოთა თანმიმდევრობა ერთთაღიანი სადგურის მშენებლობისას	50
ნახ. 9	სამცენტრიანი თაღი	52
ნახ. 10	შემოთავაზებული და საბაზისო ვარიანტების შედარება	53
ნახ. 11	ნახევრად დახურული ხერხით გვირაბის აგების ეტაპები	55
ნახ. 12	ნახევრად დახურული ხერხით სამაგრის აგების ეკონომიურობა	56
ნახ. 13	თაღის დაყრდნობის სქემები	57
ნახ. 14	მიუნხენში მეტროპოლიტენის სადგურის აგება ნახევრად დახურული ხერხით	58
ნახ. 15	კოლონური ტიპის ორმაღიანი სადგური აგებული ექსპლუატაციაში მყოფ ხაზზე	58
ნახ. 16	ქვაბულის გამაგრება	60

ნახ. 17	მიწისქვეშა სავაჭრო-სატრანსპორტო კომპლექსი ქ. თბილისში „ორბელიანის“ (ყოფილი „კოლმეურნეთა) მოედანი (თბილქალაქპროექტი. არქ. შ. ყავლაშვილი)	65
ნახ. 18	მიწისქვეშა საქვეითო კომპლექსი თბილისის ფილარმონიასთან (თბილქალაქპროექტი. არქ. ჯ.ხეჩუაშვილი)	66
ნახ. 19	მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელი თბილისში რუსთაველის გამზ. ბოლოში (ქალაქპროექტი, 1960 წ.)	66
ნახ. 20	მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელი რუსთაველის გამზირის ბოლოში თავისუფლების მოედანზე (თბილქალაქპროექტი, 1960 წ.)	67
ნახ. 21	საქვეითო მიწისქვეშა გადასასვლელი თბილისში ტექნიკური უნივერსიტეტის ადმინისტრაციულ კორპუსთან სააკაძის მოედანზე (თბილქალაქპროექტი, 1970 წ.)	67
ნახ. 22	მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელი სააკაძის მოედანზე ტექნიკურ უნივერსიტეტთან(ქალაქპროექტი)	68
ნახ. 23	მიწისქვეშა კომპლექსი რუსთაველის მოედანზე (ვარიანტი). (თბილქალაქპროექტი, ინჟ. ი. ოვანოვი)	68
ნახ. 24	დავით აღმაშენებლის ძეგლის მიმდებარე კვანძის გახსნა თბილისში ორი ცალმხრივი გვირაბის გამოყენებით (საპროექტო წინადადება, ინჟ. კ. მჭედლიშვილი)	74
ნახ. 25	დავით აღმაშენებლის გამზ. და თამარ მეფის ქ. გადაკვეთა ორმხრივი გვირაბის გამოყენებით თბილისში (საპროექტო წინადადება, ინჟ. კ. მჭედლიშვილი)	74
ნახ. 26	ვაკისა და საბურთალოს (დოლიძის ქუჩა) დამაკავშირებელი ავტოსატრანსპორტო გვირაბი	75
ნახ. 27	ვაკისა და საბურთალოს დამაკავშირებელი ავტოსატრანსპორტო გვირაბის გრძივი პროფილი	76
ნახ. 28	მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური ათვისების მაგალითი	78
ნახ. 29	მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომპლექსი გმირთა მოედანზე	80
ნახ. 30	თბილისის მეტროპოლიტენის გეგმა	83
ნახ. 31	გვირაბის მშენებლობის ნორვეგიული სისტემა	106

ნახ. 32	სადირკვლისქვეშა დასაშვები ძაბვა (მთლიანი წირი მნიშვნელობის)	108
ნახ. 33	ერთადიანი გამონამუშევრის მშენებლობის ეტაპები	108
ნახ. 34	გამონამუშევრის სწრაფი დაბეჭდვა	109
ნახ. 35	სადგურ „გეოლოგიჩესკაია“-ს მშენებლობის ეტაპები	111
ნახ. 36	თაღის დატვირთვის სქემა	112
ნახ. 37	თაღის ელემენტზე ძალების მოქმედების სქემა	114
ნახ. 38	სადგურის კონსტრუქცია ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯ კოლონებით	117
ნახ. 39	ნაბურღნატენი ხიმინჯკოლონიანი სადგურის აგების თანმიმდევრობა	118
ნახ. 40	მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ნაგებობების აგების ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა	121
ნახ. 41	ღეროვანი სამაგრის საანგარიშო სქემა	124

შესავალი

ბოლო დროს მსოფლიოს მსხვილ ქალაქებში მოსახლეობა სწრაფად იზრდება, ზოგიერთ ქალაქში მაცხოვრებელთა ხვედრითი წილი ქვეყნის მოსახლეობის საერთო რაოდენობის 80%-ს შეადგენს. მოსახლეობის სიმჭიდროვემ ზოგან კვადრატულ კილომეტრზე 150 ათას კაცს მიაღწია და ყოველწლიურად იზრდება. მაგალითად, თბილისში თავმოყრილია საქართველოს მოსახლეობის 40%-ზე მეტი.

ასეთ პირობებში თავი იჩინეს მეგაპოლისების განვითარების პრობლემებმა ბინათმშენებლობაში, სატრანსპორტო ქსელის გაფართოებასა და ზოგადად, ინფრასტრუქტურის განვითარებში. ამ პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება.

თანამედროვე ქალაქები წარმოუდგენელია მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურის განვითარების გარეშე, რომელიც ერთი შეხედვით თითქმის შეუმჩნეველია, მაგრამ მეტად მნიშვნელოვანია, რამდენადაც ნაკლებად ბინძურდება გარემო.

მე-20 საუკუნის ბოლო წლებიდან ევროპის დიდ ქალაქებში აქტიურად დაიწყო მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება, ჩრდილოეთ ამერიკაში, იაპონიაში, რუსეთში ეს ღონისძიებები ტარდება მეტროპოლიტენების მშენებლობის პარალელურად, როდესაც ქალაქის განტვირთვის მიზნით გადატვირთული მაგისტრალური ქუჩები გადააქვთ მიწის ქვეშ. მრავალ შემთხვევაში სარკინიგზო ხაზები გადაკეთდა ჩქაროსნულ ტრასებად, განახლდა საკომუნიკაციო დანიშნულების გვირაბები და ა.შ.

ზემოხსენებულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მსხვილ ქალაქებში მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება, მათი ფართო შესაძლებლობების გამო, მეტად მნიშვნელოვანია. მიწისქვეშა შეიძლება განლაგდეს სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების ობიექტები, ამიტომ აუცილებელია გავითვალისწინოთ მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების გამოცდილება მიწისქვეშა სივრცეების მაღალი ტექნოლოგიებით ათვისების საქმეში.

მსხვილ ქალაქებსა და მეგაპოლისებში ცხოვრების ხარისხის ამაღლება, სულ უფრო აუცილებელ მოთხოვნად ხდის ქალაქებისათვის მიწისქვეშა სივრცეების ფართოდ ათვისებას. ქალაქებისათვის მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება ეს არის დიდი და კომპლექსური პრობლემა, რომელიც თავის მხრივ მოითხოვს უამრავ აქტუალურ საკითხის გადაჭრას, როგორცაა:

- სამთო ქანების გეოლოგიური დაფენილობების სტრუქტურული აგებულობების შესწავლა ადგილის გეოლოგიური დაზვერვის ხარჯზე. სრულფასოვანი ლაბორატორიულ-ექსპერიმენტალური კვლევებით და გამოთვლებით ყამირების ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლების, რაც შეიძლება ბუნებრივთან მიახლოებულ სიდიდემდე დადგენა, ასევე მიწისქვეშა ნაგებობის აგების რაციონალური საპროექტო გადაწყვეტილებების შემუშავება.

- მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური ათვისების მიზნით მისი მეთოდოლოგიის დახვეწა-განვითარება, დაფუძნებული მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების მეცნიერებისა და მშენებლობის უახლეს მიღწევებზე, როგორც თეორიაში, ისე პრაქტიკაში.

- მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის ხარისხის, სპეციალისტთა კვალიფიკაციის დონის ამაღლება, დაფუძნებული კომპიუტერიზაციის მაქსიმალურ დანერგვაზე, მენეჯმენტის როლის ამაღლებაზე, რათა მაქსიმალურად იყოს დაცული უსაფრთხოება, მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი მშენებლობისა და ექსპლუატაციის პერიოდში მოსალოდნელი რისკების ალბათობა.

- მიწისქვეშა სივრცის ათვისება და მართვა ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვით ახალი მასალების, კონსტრუქციებით და უახლესი ტექნიკის გამოყენებით, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს მშენებლობის ვადები.

- მსხვილ ქალაქებსა და მეგაპოლისებისათვის მიწისქვეშა სივრცის ათვისებაში ფართოდ იქნეს დანერგილი მსხვილი მრავალფუნქციური ნაგებობები, რომელიც თავის მხრივ ხელს უწყობს საზოგადოების ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესებას. მიწისქვეშა სივრცის სამრეწველო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების მიზნით გამოყენებისათვის საჭიროა მიწისქვეშა ნაგებობების მოცულობითი დაგეგმარება და კონსტრუირება. შესაძლებელი იქნას ისეთი გადაწყვეტილებების მიღება, რომელიც საზოგადოებას ნაკლებად აგრძნობინებს სივრცის შეზღუდვის პრობლემას.

- საპროექტო ორგანიზაციის მიერ დასაბუთებული მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობების ორგანიზაციის სქემა, რომელშიც ასახულია სამშენებლო ტექნოლოგიების და სამშენებლო მოედნის მდებარეობის რაციონალური შერწყმა, ასახულია სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესრულების თანმიმდევრობა, შესრულების პირობები და საშუალებები.

სატრანსპორტო მისასვლელი გზები ტრანსპორტისა და სამონტაჟო მექანიზმებისათვის.

- მიწისქვეშა ნაგებობებისათვის სამრეწველო და ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და საიმედოობისათვის საჭირო ღონისძიებათა კომპლექსით უზრუნველყოფა; საიმედო ენერგომომარაგების, წყალმომარაგებისა და ვენტილაციით აღჭურვა.

მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობის პროცესში საიმედოობის ამაღლებისათვის, სამშენებლო ტექნოლოგიების რაციონალური და ეფექტური მეთოდის შერჩევა.

XXI საუკუნეში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების არქიტექტურული გადაწყვეტილების ერთ-ერთ უმთავრეს მიზანს წარმოადგენს ქალაქის მიწისზედა და მიწისქვეშა სივრცეებს შორის ჰარმონიის შექმნა. ტექნიკური, ფუნქციონალური, ეკონომიური და ესთეტიკური პრობლემების არატრადიციული, ახალი თაობის შემოქმედებითი გადაწყვეტა, რათა სრულად, კომპლექსურად და ეფექტურად იქნეს გამოყენებული მიწისქვეშა სივრცე.

თემის აქტუალობა. მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარში, მთელ მსოფლიოში ძირეული ძვრები მოხდა მიწისქვეშა სივრცის ათვისებაში. მეტად აქტუალური გახდა მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტების განსათავსებლად. ამას მოწმობს უამრავი მაგალითი: მთელ რიგ მსოფლიოს მსხვილ ქალაქებში სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობა.

ჩრდილო ამერიკაში, იაპონიასა და რუსეთში მეტროპოლისტენებთან ერთად წარმატებით მიმდინარეობს თანამედროვე არქიტექტურისთვის დამახასიათებელი მიწისქვეშა მრავალღონიანი და მრავალფუნქციური კომპლექსების მშენებლობა, საქალაქო გადატვირთული ავტოგზების, რკინიგზების ხაზების, ჩქაროსნული ტრასების ასევე კომუნალური საცხოვრებელი და სხვა დანიშნულების ობიექტების მიწისქვეშა სივრცეში გადატნით.

მსხვილ ქალაქებსა და მეგაპოლისებში მიწისქვეშა სივრცის ფართოდ გამოყენებისათვის აუცილებელია მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მეთოდოლოგიის დამუშავება მაღალი ტექნოლოგიების გამოყენებით, მისი კანონზომიერებისა და სტრატეგიის განსაზღვრა. ამისათვის საჭიროა ამ საქმეში მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების გამოცდილებებისა და უკანასკნელი

მიღწევების შესწავლა, როგორც პრაქტიკული ისე მეცნიერული თვალსაზრისით. მიწისქვეშა დაგეგმარებაში ახალი თაობის ნაგებობების მშენებლობის გათვალისწინება, თანამედროვე არქიტექტურული გადაწყვეტების ფართოდ გამოყენება, უსაფრთხოებისა და ეკოლოგიური ასპექტების გათვალისწინება, რათა მინიმუმამდე იქნას დაყვანილი ადამიანებზე მიწისქვეშა სივრცისათვის დამახასიათებელი ნეგატიური ფსიქოლოგიური ზემოქმედების გავლენა.

ამრიგად, მიწისქვეშა მშენებლობასთან დაკავშირებული საკითხები სადღეისოდ მეტად აქტუალურია.

სამუშაოთა მიზანია: მშენებლობის მაღალი ტექნოლოგიური მეთოდებისა და მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ფორმირების ძირითადი პრინციპების დამუშავება.

სამუშაოს მეცნიერული სიახლე:

- დამუშავებულია მიწისქვეშა სივრცის ათვისების, პროგრამის ფორმირების, ნორმატიული დოკუმენტაციის დამუშავების ძირითადი პრინციპები;

- დამუშავებულია მეტროპოლიტენის სადგურის მშენებლობის ახალი ნახევრად დახურული ხერხი, მაღალი ტექნოლოგიის გამოყენებით და მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ნაგებობების აგების უსაფრთხო ტექნოლოგია;

- დამუშავებულია ღია წესით მუშაობის პირობებში ქვაბულის დამრეცი ფერდობების ღეროვანი ანკერებით გამაგრების მეთოდოლოგია და მიღებული გვაქვს ანალიტიკური დამოკიდებულება მასზე მოქმედ ძალების სიდიდეებს შორის. შემოთავაზებული გვაქვს ანგარიში შემდეგი თანმიმდევრობით: დადგინდეს სამაგრის მუშაობის პირობები მოცემული გეოლოგიური პირობებისა და სამუშაოთა ტექნოლოგიების მიხედვით. დატვირთვათა შესაძლო შეხამებებისათვის შეირჩეს მისი საანგარიშო სქემა, ემპირული ფორმულით განისაზღვროს ანკერული ღეროების საჭირო სიგრძე. არმატურის დადგენილი ბიჯებისათვის შეირჩეს ნაშხეფბეტონის გარსის სისქე;

- დამუშავებულია მიწისქვეშა ერთთაღიანი ნაგებობის რაციონალური მოხაზულობის დადგენის მეთოდიკა სამთო-გეოლოგიური პირობების გათვალისწინებით;

- მცირე ჩადრმაგების მეტროპოლიტენის დამუშავებული ტექნოლოგიის გამოყენება მშენებარე ობიექტზე;

- დეროვანი სამაგრის გაანგარიშების საინჟინრო მეთოდის გამოყენება საპროექტო ორგანიზაციებში.

ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:

სადისერტაციო ნაშრომი შედგება: შესავლის, ორი თავის, დასკვნებისა და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისგან. ტექსტის გვერდისაგან, მათ შორის 40 ნახაზისა და 3 ცხრილსაგან.

ნაშრომის აპრობაცია.

დისერტაციის მასალები მოხსენებული იქნა:

- საქართველოს საავტომობილო-საგზაო ინსტიტუტის საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე, ქ. თბილისი 2009 წელს.

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის 78-ე ღია საერთაშორისო კონფერენციაზე, ქ. თბილისი 2010 წელს.

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს ორ სემინარზე.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. მიწისქვეშა სივრცის ათვისების განვითარების პროცესის ანალიზი.

ქალაქების მიწისქვეშა ნაწილების მშენებლობა არ არის მოდა, არც პრიციპულად ახალი მიმართულება და არ წარმოადგენს რაიმე თავისი არსით ახალ ფუტურისტულ იდეას არქიტექტურაში. ეს მხოლოდ ქალაქების სიცოცხლის პირობების გარკვეული მაჩვენებელია, დაკავშირებული მათ რაოდენობრივ და ხარისხობრივ ზრდასთან. ეს არსებითად საქმიანი ტექნიკურ-ეკონომიკური პასუხია კითხვაზე, თუ რანაირად შეიძლება გადაწყდეს ქალაქმშენებლობის რიგი პრობლემები, წარმოქმნილი ახალ და ტრადიციულ საქალაქო ფუნქციების განვითარების შედეგად. “მიწისქვეშა ქალაქის” განვითარება ხელს უწყობს, რომ ყველა ქალაქის მაცხოვრებელისათვის ჩვეული “მიწისზედა” ქალაქი მომავალშიც დარჩეს, ესთეტიურად მიმზიდველი და ადამიანური სახის მქონე. მიწისქვეშა მშენებლობამ უნდა შთანთქოს ყველაფერი ნეგატიური, რაც ხელს უშლის ქალაქის “თვითშეგრძნებას”, მაგრამ მის გარეშეც არ შეუძლია არსებობა.

ისტორიულ ხანაში და ცივილიზაციის გარიჟრაჟზე, ადამიანი ჩვეულებრივად ცხოვრობდა გამოქვაბულებში, რომლებიც ბუნებრივად წარმოიქმნებოდა კირქვებში, კალციუმის კარბონატის ბუნებრივი წყლებით ნელი, მაგრამ უწყვეტი გახსნით. სწორედ ეს მარტივი გეოლოგიური ფაქტორები განსაზღვრავდა ადრეული დასახლების ადგილმდებარეობას, რომლებიც წარმოიქმნენ უხსოვარ დროში. თანდათან ადამიანები გადავიდნენ ბუნებრივი გამოქვაბულების გამოყენებიდან ჯერ მათ გაფართოება-გადრმაგებაზე, ხოლო შემდეგ კი ხელოვნური გვირაბების შექმნაზე. ამის საუკეთესო მაგალითია იორდანის უდაბნოს ნაწილში უძველესი ქალაქი პეტრა. პეტრა ეს არის წითელ ქვიშაქვაში გამოკვეთილი ციხე-ქალაქი, თავისი ტაძრებითა და დარბაზებით. მდინარე ნილას ხეობაში, ასევე არის ქვაში ნაკეთი ტაძრები და სხვა ნაგებობები.

განთქმულია აბუ-სიმბელას ტაძრები. ეს ტაძრები გამოკვეთილია ვარდისფერ ქვიშა-ქვაში, იმდენად არაჩვეულებრივია, რომ აუცილებლად

ჩაითვლებოდა უძველესი მსოფლიოს ერთ-ერთ საოცრებად, რომ არ იყვნენ თითქმის ბოლომდე ქვიშით დაფარული. ისინი მეორეჯერ 1813 წელს იქნა აღმოჩენილი შვეიცარელი მეცნიერის ბურკჰარტის მიერ. ტაძრების წინ აღმართული რამზეს-II-ის 20 მეტრიანი ოთხი ქანდაკება გვაფიქრებინებს, რომ ეს ნაგებობები შექმნილი უნდა იყოს ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მე-12 საუკუნეში. დიდი ტაძარი გამოკვეთილია კლდეში ზომებით: 16,2–17,4 მ, ის 60 მ სიღრმის გვირაბებით უკავშირდება სხვა სამლოცველოებს.

შემორჩენილ ძველ მიწისქვეშა ნაგებობებს შორის ერთ-ერთი გამორჩეული ნაგებობათა კომპლექსია ძველ კაბადოკიაში, მიწისქვეშ განაშენიანებულია საცხოვრებელი ნაგებობების სისტემა, კერძოდ, ძველმა ქრისტანებმა თავდასაცავად აქ ააგეს მიწისქვეშა ქალაქი კაიმაკლი, სადაც დაახლოებით 60 ათასამდე ადამიანი ცხოვრობდა. ეს მიწისქვეშა ათსართულიანი ქალაქი გამოკვეთილია ვულკანურ ტუფში დაახლოებით 19 კმ-ის სიღრმით, სადაც განთავსებული იყო საცხოვრებელი ოთახები, სასაწყობო, საქონლის შესანახი და სხვა დანიშნულების სათავსოები, ეკლესია-მონასტრები. ოთახები ერთმანეთს კორიდორებით უკავშირდებოდნენ. მიწისქვეშა ქალაქს ჰქონდა სავენტილიაციო არხები, წყალგამყვანი სისტემა და წყლის რეზერვუარები მარაგის შესანახად.

ვულკანური ტუფი, ეს არის იოლად დასამუშავებელი და ამავედროულად საკმაო სიმტკიცის ქანი. ერთ ადამიანს უბრალო ინსტრუმენტით შეეძლო ერთ თვეში 70-100კუბ მეტრის დამუშავება.

კაბადოკიის მთაგორიანი რაიონისათვის დამახასიათებელი კონტინენტალური კლიმატის პირობებში, ტუფის ქანი თავის საუკეთესო თბოიზოლიაციის თვისებებით, მიწისქვეშა ქალაქში უზრუნველყოფდა მუდმივ ტემპერატურას, 10-12 გრადუსის ფარგლებში. მიწისქვეშა სივრცეში იდიალური კლიმატური პირობები საშუალებას იძლეოდა წლის ნებისმიერ პერიოდში მაცხოვრებლებს ეწარმოებინათ საკვები პროდუქტების მრავალი სახეობა. პროდუქტებით მომარაგებაში განსაკუთრებით დიდი წილი მოდიოდა სოკოს პლანტაციებზე.

თითქმის დღევანდლამდე შემორჩენილია მიწისქვეშა საცხოვრებელი ნაგებობები ჩრდილო ჩინეთში. ვარაუდობენ, რომ ჩინეთის პროვინციებში (ხუანანი, შანსი, და განსი) 10 მილიონამდე ადამიანი აფარებდა თავს მიწისქვეშა ნაგებობებს. ეს ნაგებობები გამოკვეთილი იყო ტყის მასივების ქვეშ.

მკაცრ კლიმატურ პირობებში ნამდვილად დიდი შეგება იყო მაცხოვრებლებისთვის ეს მიწისქვეშა ნაგებობები, რომლებიც კარგად ინარჩუნებდნენ სითბოს.

განვიხილოთ საქართველოში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ქრონოლოგია. თანამედროვე საქართველო მსოფლიოს ერთ-ერთი ის ქვეყანაა, რომელიც ისტორიულად დასახლებული იყო ძირითადად ქართველური ტომებით. შენარჩუნებულია ამ ხალხის მიერ სამი ათასი წლის წინათ აგებული კულტურული ძეგლების ნიმუშები. უცხო ტომების - ასირიელი, ქიმერო-სკიფების და სხვათა უამრავი დარბევების შემდეგ ზიანდებოდა არა მარტო მოსახლეობა, არამედ ქვეყნის ინფრასტრუქტურაც, ძირეულად ინგროდა, როგორც უბრალო მოსახლეობის, აგრეთვე ფეოდალების სასახლეები, თავდაცვითი და კულტურული ნაგებობები. მაგრამ როგორც კი დამპყრობლები ტოვებდნენ გაძარცვულ და განადგურებულ ქვეყანას, მაშინვე მოსახლეობა შესაძლებლობის ფარგლებში იწყებდა აღდგენებს, თუმცა ბევრი დასახლებული ტერიტორიებიც რჩებოდა გადამწვარ, დაფერფლილ და სამუდამოდ განადგურებულ ადგილებად. პირველ რიგში ხდებოდა თავდაცვითი, კულტურული ნაგებობების აღდგენა და მხოლოდ ამის შემდგომ სამოქალაქო დანიშნულების ნაგებობების აღდგენა.

უძველესი ნაგებობის განუყოფელი ნაწილი იყო მიწისქვეშა გასასვლელები, გათვლილი 2-3 კაცზე რიგის გასატარებლად, ე. წ. გვირაბები, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ მტრისგან მალულად ევაკუაციას, ციხე-სიმაგრეებში წყლისა და საკვების მიზიდვას, და სხვა. ასეთი გვირაბები იყო თითქმის ყველა ციხე-სიმაგრის, მონასტრების, სასახლეების აუცილებელი ატრიბუტი.

ასეთი გასასვლელების სიგრძე რამოდენიმე ათეული მეტრიდან, ზოგჯერ კი რამოდენიმე კილომეტრსაც კი აღწევდა. იმის გამო, რომ ნაგებობები ძირითადად გორაკებზე და მთების მწვერვალებზე იგებოდა, გვირაბის საწყის და ბოლო წერტილებს შორის დონეთა სხვაობა 100-150 მ-მდე აღწევდა, რაც ნაწილობრივ ხელს უწყობდა მათ ვენტილიაციას. გვირაბის მნიშვნელოვანი სიგრძის და დონეთა სხვაობის სიმცირის შემთხვევაში გონივრულად იყენებდნენ ფუნქციურად მეზობელი ადგილების გადაფარვით შექმნილ სიცარიედეებს, სადაც შენიღბულად ათავსებდნენ თიხის სავენტილიაციო მილებს. უმრავლეს შემთხვევაში ამ გვირაბებში მოწყობილი იყო

მაღალსაფეხურიანი „კიბის“ მსგავსი გასასვლელი, რომელიც მცირედ პასუხობს დღევანდელ სტანდარტებს.

ასეთი მიწისქვეშა გასასვლელები კარგად არის შემორჩენილი მეოთხე-მეექვსე საუკუნეებში კლდეში ნაკვეთ ქალაქებში უფლისციხეში და ვარძიაში (მეთორმეტე საუკ.) ნახ. 1.



ნახ. 1. ციხე-გოჯის მიწისქვეშა შესასვლელი (ნოქალაქევი) III სკ. ჩვ. ერამდე



ნახ. 2. კლდეში ნაკვეთი ქალაქი უფლისციხე (მე-4 მე-6 საუკ.)

უკეთეს მდგომარეობაშია ჩვ. წ. ა. მესამე საუკუნეში აგებული ნოქალაქეში ციხე-გოჯის მიწისქვეშა გასასვლელი, დასავლეთ საქართველოში ქსენაკის მახლობლად ქუჯის ციხის გვირაბი, რომელიც დასახლებას აკავშირებდა მდ. ტეხურას ხეობასთან. მიწისქვეშა გასასვლელი კლდოვან ქანშია გამოკვეთილი. მისი სიგრძე და სიგანე თავისუფლად უზრუნველყოფდა ორი ადამიანის მოძრაობას. გვირაბს აქვს კიბის სახე, რომელიც გადის პირდაპირ მდინარის კალაპოტთან.



ნახ. 3. კლდეში ნაკვეთი ქალაქი ვარძია (მე-12 საუკ.)

ყველაზე მნიშვნელოვან მიწისქვეშა ნაგებობებს შორის (ნახ. 3) ხელოვნების ნიმუშად ითვლება ვარძია. ვარძია ეს არის კლდეში ნაკვეთი სამონასტრო კომპლექსი, მხატვრული კულტურის ძეგლი აგებული მეთორმეტე-მეცამეტე საუკუნეებში, მდებარეობს ისტორიულ ჯავახეთში, ასპინძის რაიონში, ახალციხიდან 30 კმ-ის მანძილზე, მდინარე მტკვრის მარცხენა ნაპირზე. სამონასტრო კომპლექსი გამოკვეთილია ერუშეთის მთის კალთაზე ტუფბრექჩიების შერეულ კლდეში (სიგრძე 500 მ-მდე), განლაგებულია ცამეტ სართულად. შედგება ისტორიულად ჩამოყალიბებული 2 ნაწილისაგან - ვარძიის მონასტრისა და უფრო ადრინდელი ხანის (X-XII საუკუნეები) კლდის სოფლის ანანურისაგან. მშენებლობა რამდენიმე ეტაპად მიმდინარეობდა.

I ეტაპზე, გიორგი III-ის მეფობის წლებში (1156-1184), შემუშავდა გეგმა და გამოიკვეთა პირველი სენაკები ეკლესიითურთ. II ეტაპზე (1184-1185) არსებული

გეგმა ნაწილობრივ შეიცვალა. თამარ მეფის მითითებით ჩატარდა მონასტრის ცენტრის რეკონსტრუქცია, კლდეში გამოკვეთეს ღვთისმშობლის მიძინების დიდი დარბაზული ტაძარი სტოა-პორტიკით. ტაძარი მოხატა მხატვარმა გიორგიმ, მხატვართა ჯგუფმა ქართლის ერისთავის რატი სურამელის თაოსნობითა და სახსრებით. III ეტაპზე (1185-1203) დამთავრდა სათავსებისა და მონაზონთა სენაკების, აგრეთვე თავდაცვით და საირიგაციო ნაგებობათა გამოკვეთა. IV ეტაპი დაკავშირებულია 1283 წლის მიწისძვრასთან. აქ ბექა ჯაყელი-ციხისჯვრელის ათაბაგობის ხანაში (1285-1306) ააგეს ორთაღიანი ნაგებობა სტოა-პორტიკის გასამაგრებლად და ორსართულიანი მოჩუქურთმებული სამრეკლო. მშენებლობის V ეტაპზე, ივანე ათაბაგის დროს, შეიქმნა დიდი სატრაპეზო.

ვარძიის ხუროთმოძღვრება დაფუძნებულია წინასწარ შემუშავებულ კომპოზიციურ იდეაზე - მრავალსართულად გამოკვეთილი.

კომპლექსის მშენებლობა რამოდენიმე ეტაპად მიმდინარეობდა. ანსამბლი განლაგებულია კლდის უბის სიღრმეში ჩასმული ცენტრის - ტაძრის გარშემო. მთელი მონასტერი სამხრეთ მხარესაა მიმართული და საცხოვრებლები კლდის სიღრმეში, სამხრეთიდან ჩრდილოეთითაა გამოკვეთილი. მონაზონთა საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი პალატები 2, 3 და 4 ოთახისაგან შედგება და ერთმანეთთან დაკავშირებულია კარიბჭეებთან შექმნილი საგანგებო გასასვლელებით. მონასტერში 120 საცხოვრებელი კომპლექსის 420 სათავსოა, მ. შ. 25 მარანი 185 ქვევრით. საცხოვრებელი კომპლექსები შედგება ერთ ღერძზე განლაგებული კარიბჭის, საცხოვრებლისა და საკუჭნაოსაგან. კარიბჭე მთავარი არქიტექტურული ელემენტია, რომელიც ვარძიას მის წინამორბედ უდაბნო-მონასტრებისაგან განასხვავებს. კარიბჭის ფართო თაღი ერთადერთი და მთავარი არქიტექტურულ-ტექნიკური ელემენტია მონასტრის ფასადის გაფორმებაში. საცხოვრებელი თუ საზოგადო დანიშნულების სათავსები ტექნიკურად მაღალ დონეზეა შესრულებული.

ოთახების კედლებში გამოკვეთილია ფართო ნიშები - საწოლად, ლოგინის დასაღაგებლად, მცირე ნიშები - ჭურჭლისათვის, წიგნებისა და ჭრაქისათვის, მერხები, კერა და სხვა. ნიშები მეტწილად თაღოვანია და შემკულია მარტივი ჩაჭრილი საპირეებით. კლდის სიბრტყეები მთავარ სათავსებში დამუშავებულია ხორკლიანი ფაქტურით. ზოგ სამყოფელს აკრავს მცირე სამლოცველო (სულ თორმეტი). ვარძია არ გამოირჩევა მდიდრული

მორთულობით, ერთადერთი სამკაულია სამლოცველოთა კედლის მხატვრობა. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია ღვთისმშობლის მიძინების ტაძრისა და კარიბჭის მოხატულობა (1184-1186), სადაც ქრისტეს ცხოვრების ამსახველ სცენებთან ერთად გამოსახულია გიორგი III-ისა და თამარ მეფის პორტრეტები, აგრეთვე ქართლის ერისთავი რატი სურამელი.

ვარძიის ტაძრის მოხატულობა ქართული მონუმენტური ფერწერის მნიშვნელოვანი ძეგლია. ქართული კედლის მხატვრობის კვლევისათვის იგი დიდმნიშვნელოვანია ზუსტი თარიღის გამო.

ანანურის ეკლესიაში შემონახული მოხატულობა XVI საუკუნეს განეკუთვნება. ვარძიის მთელ კომპლექსში უკეთაა დაცული აღმოსავლეთის ნაწილი. აქ მთლიანად ან ნაწილობრივ გადარჩენილია 242 გამოქვაბული ოთახი. მათ შორის გვხვდება 5,6x 8 მ ფართობის დარბაზი. ამავე ნაწილშია "სადარბაზო" საკრებულო - მცირე ეკლესიით, თამარის ოთახი, სალხინო (მარნით) და სხვა. ვარძიის მონასტრის დასავლეთ ნაწილშია სატრაპეზო, ხოლო ცენტრალურ ნაწილში საგანგებო თავშესაფარი - სამალავი ოთახები. გვირაბები მომარაგებული იყო წყლით. მთავარი ეკლესიის მახლობლად სიღრმეში ბუნებრივი წყაროა. ამასთან კლდეში გამოკვეთილ გვირაბში 3,5 კმ სიგრძის წყალსადენი ტრასაა.

განცვიფრებას იწვევს შუა საუკუნეების საქართველოში ასეთი კლდეში გამოქანდაკებული, ამხელა სივრცის დამპროექტებელთა და ხუროთმოძღვართა ოსტატობა. როცა მიწისძვრამდე, მეთხუთმეტე საუკუნემდე, მას გარე სამყაროსთან მხოლოდ კლდეში ნაკვეთი ფანჯრები და ერთადერთი კარგად დაცული ლითონის კარიბჭე აკავშირებდა.

სამონასტრო კომპლექსს ჰქონდა მიწისქვეშა გასასვლელი გვირაბი მდინარე მტკვრის კალაპოტამდე. მეთხუთმეტე საუკუნის გლობალურმა მიწისძვრამ ჩამოანგრია მისი ფასადური ნაწილი და გასასვლელის ნაწილი გააშიშვლა, რის შემდგომაც გვირაბმა პრაქტიკულად შეწყვიტა ფუნქციონირება.

მეთხუთმეტე საუკუნეში საქართველოს დაშლამ, სამ სამეფოდ და რამოდენიმე სათავადოდ, მნიშვნელოვნად იმოქმედა ქვეყნის აღმშენებლობის ტემპზე. ამ პერიოდიდან მეთვრამეტე საუკუნემდე აგებული იქნა სულ რამოდენიმე მიწისქვეშა ნაგებობა, რომლებიც შენდებოდა მეფის სასახლეების საიდუმლო გასასვლელებად და ქარვასლებში ძირითადად თბილისში,

ნაკლებად თელავში და სიღნაღში. გასასვლელები წარმოადგენდნენ კლდეში, ან მესამე-მეხუთე კატეგორიის გრუნტებში 5-7 მ-ის სიღრმეზე ზედაპირის დონიდან გამოკვეთილ გვირაბებს, სადაც არ შეიძლებოდა ყოფილიყო გრუნტის წყლები. უფრო ხშირად ამ გასასვლელებს ჰქონდათ აგურის წყობისგან გაკეთებული თაღები და ორ-სამ სართულს მოიცავდნენ.

სასახლეებისათვის ყველაზე დაბალი მიწისქვეშა სართული გამოიყენებოდა ყინულის და მალფუჭებადი პროდუქტების შესანახად, ქარვასლებში კი საწყობებისათვის. ასეთია მეთექვსმეტე-მეთვრამეტე საუკუნეებში აგებული მეფე როსტომის, ვახტანგ მეექვსის, ერეკლე მეორის სასახლეები, ასევე ქარვასლა ქ. თბილისის ცენტრში.

1795წ სპარსეთის შაჰის, ალა-მაჰმად-ხანის, შემოსევისას მთლიანად განადგურებული იქნა თბილისის უმნიშვნელოვანესი ნაგებობები, მათ შორის გოგირდის აბანოებიც, რომლებიც გამოკვეთილი იყო ქვიშაქვის მასივში. მიწისქვეშა ნაგებობები თითქმის მთლიანად განადგურდა, შემოგვრჩა მხოლოდ რამოდენიმე მათგანის ნანგრევები.

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის მასშტაბები ქ. თბილისში გაიზარდა მხოლოდ მეცხრამეტე საუკუნის ოციანი წლებიდან. ამ პერიოდში აგებულ ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ნაგებობად შეიძლება ჩაითვალოს ბრტყელი აგურითა და კირის გვირაბით გამაგრებული კოლექტორი, რომლის დანიშნულება იყო სანიაღვრე წყლების გატარება—ავანაანთ ხევი, ახლანდელი გ. ლეონიძის ქუჩის გასწვრივ თავისუფლების მოედნის ქვეშ, ბარათაშვილის ქუჩისკენ მდ. მტკვარში ჩასაღვრელად. კოლექტორის 4-5%-იანი ქანობი უზრუნველყოფდა 4-5 მ/წმ წყლის ხარჯის გატარებას. დროთა განმავლობაში ადიდებულ საგაზაფხულო წყლებს ჩამოჰქონდათ რა სანიაღვრეში დიდი რაოდენობით ნაშალი, მოხდა მისი ამოვსება. ხოლო ზედა, თავისუფალ ტერიტორიაზე დაიწყო აღმშენებლობა. ეს თავისუფალი ტერიტორია, დაახლოებით 1.5 კმ ფართობით ვაჭარმა გ. ტამამშევმა შეისყიდა თავად ე. ციციშვილისაგან. ცნობილმა იტალიელმა არქიტექტორმა ადგილის ნაკლოვანებები შეაფასა მის სასიკეთო ღირებულებად და 1847-1851 წწ-ში ააშენა ქარვასლა მიწისქვეშა ოთხსართულიანი ნაწილით.

ამჟამად მან დაზოგა მიწისქვეშა სამუშაოების 40%-მდე იმის ხარჯზე, რომ დარჩენილი იყო სანიაღვრის თავისუფალი სივრცე. ნაგებობის მიწისზედა პირველი სართული გამოიყენებოდა სავაჭრო ობიექტებისათვის, ხოლო ზედა

სართულებზე განთავსებული იქნა თეატრები, რომლებიც თავიანთი უმშვენიერესი, იშვიათი მდიდრული ინტერიერით, გაოცებას იწვევდა, მათ შორის მაგალითად, დიუმა აღფრთოვანებას ვერ მალავდა. ამავე შენობაში განთავსებული იქნა ოპერა იტალიელების დასით, რომელმაც 1875 წლამდე იფუნქციონერა და ხანძრის გამო დაიხურა. ხანძრის შემდეგ მფლობელმა გადააკეთა შენობა და უარი თქვა იქ თეატრის განთავსებაზე. ასეთი სახით ნაგებობამ იარსება მეოცე საუკუნის ოციანი წლების ბოლომდე, რის შემდეგაც მოიხსნა მისი ზედა ნაწილი, ხოლო ქვედა ნაწილი დაიფარა ასფალტის საფარით.

მეოცე საუკუნის დასაწყისში ქ. თბილისში აგებული იქნა შენობა, რომელიც იმის მაგალითს იძლევა, თუ როგორ შეიძლება წარმატებულად იქნეს გამოყენებული მიწისქვეშა ნაგებობებისათვის ბუნებრივი რელიეფი. მეცხრამეტე საუკუნის 50-იან წლებში ქალაქის საზღვარი გადიოდა ახლანდელი რუსთველის პროსპექტის ბოლოსთან. ამ ადგილთან იქნა აშენებული საბაჟო. მალე აშენდა სანიაღვრე კოლექტორიც. კოლექტორის გადახურულ ზედაპირზე გაშენდა კეთილმოწყობილი ქუჩა ფართო ტროტუარებით და წყალამცილებელი მოწყობილობებით. კოლექტორის ბოლო გადიოდა მტკვრის მარჯვენა მალაღ ფერდობზე. რამოდენიმე ათეული წლების მანძილზე კოლექტორიდან გამოჟონილმა ნიღვრის წყლებმა მის გარშემო შექმნეს ღრმა და განიერი თავისუფალი სივრცე. მეცხრამეტე საუკუნის ბოლოს ეს ადგილი უკვე აღმოჩნდა ქალაქის ცენტრში და ქალაქის მესვეურებმა მისი კეთილმოწყობა გადაწყვიტეს. ცნობილმა თბილისელმა არქიტექტორმა ჰენრიხ გრივენსკიმ შეიმუშავა, მოდერნის სტილში, იმ დროისათვის უნიკალური შენობის პროექტი, რომლის ფასადიც შემდგომში გააღამაზეს ცნობილ მოქანდაკე ი. ნიკოლაძის ბარელიეფებით. არქიტექტორმა ჭკვიანურად გამოიყენა ადგილის რელიეფური შესაძლებლობები. მან დააგრძელა კოლექტორი და თავისუფალ მიწისქვეშა სივრცეში ააგო უზარმაზარი ნაგებობა, სადაც განთავსა თეატრალური დარბაზი 500 კაცზე, ასევე თეატრისათვის საჭირო შენობებით, ასევე სათავსოები, ნაგებობის პირველ სართულზე განთავსებული მდიდრული მაღაზიებისათვის. ეს ნაგებობა დღემდე ერთ-ერთი საუკეთესო შენობაა რუსთაველის პროსპექტზე.

მას შემდეგ, რაც ამ ნაგებობის მოპირდაპირედ რუსთაველის პროსპექტზე აიგო მიწისქვეშა გადასასვლელი, გაიჭრა დამატებითი

შესასვლელი ამ ნაგებობისათვის და უფრო ხელმისაწვდომი გახდა მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება და ასევე მისი არქიტექტურული სახის განახლება, გალამაზება.

ანალოგიურად შეიძლება თავისუფლების მოედნის მიწისქვეშა გადასასვლელის მახლობლად სივრცის ათვისება, ადრე არსებული ქარვასლის ქვეშ გაუქმებული მიწისქვეშა სამ-ოთხ სართულიანი სასარდაფე ტერიტორიების გამოყენების ხარჯზე. ამ ტერიტორიის (დაახლოებით 90-100კვ მ) ხარჯზე ქ. თბილისი მიიღებს ქალაქის ცენტრში დაახლოებით 30000 კვ მ ფართობს, რესტორნების, კაფე-ბარების, ან საგამოფენო დარბაზებისათვის.

მიუხედავად სტატიის ავტორების მიერ არა ერთი მიმართვისა ქალაქის მერიისათვის, რომ ჩატარდეს საკვლევ-საძიებო სამუშაოები მოედნის ქვეშ, საკითხზე პასუხი ჯერ არ არსებობს. ქარვასლის პროექტზე მასალების მოძიება ჯერ-ჯერობით ვერ ხერხდება.

ეს მოსაზრება, რომ ქალაქის შუაგულ ცენტრში შეიძლება არსებობდეს უზარმაზარი მიწისქვეშა იოლად ასათვისებელი სივრცე იმსახურებს ყურადღებას. ასეთივე შეიძლება მივიჩნიოთ მდ. მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე ე. წ. „პესკებთან“ მიწისქვეშა უზარმაზარი ღვინის სასაწყობე სივრცეები, ასევე ბარათაშვილის ქუჩაზე საბავშვო-სახელოვნო სასწავლებლის ქვეშ გაუქმებული სათავსო სივრცეები, და ასე შ. გვაქვს აგრეთვე ისეთი მაგალითებიც, როცა ძველი შენობების ქვეშ არსებული სასარდაფე სივრცეები არის ათვისებული მაგ. რესტორანი „მაილანი,” გოგირდის აბანოების უბანში, რომელიც განთავსებულია ძველი ნაგებობის ქვეშ. აქ გასუფთავებული ძველებური აგურის წყობა თეთრი კირის დუღაბზე, თაღებითა და სვეტებით ქმნის უმშვენიერეს ინტერიერს და აოცებს მნახველს.

2008-2009 წლებში ავტორების მიერ მტკვრის მარჯვენა სანაპიროს ქალაქის ძველი უბნების, ქუჩების და მიწისქვეშა გადასასვლელების რეაბლიტაციის პროექტის განხილვისას გაირკვა, რომ მეცხრამეტე საუკუნის ოციანი წლების შემდგომ იმდენად ამორტიზირებულია ისინი, რომ აღარ ექვემდებარებიან აღდგენით სამუშაოებს. მათი დეფორმაციების ძირითადი მიზეზი არის ის, რომ ფუნდამენტები ძირითად კულტურულ ფენაზე დაყრდნობილი და განიცდიან არათანაბარ ჯდენას. კულტურული ფენის სისქე ზოგჯერ 10-12 მ- მდე აღწევს. ასევე დიდ გავლენას ახდენს წყლის და

საკანალიზაციო არხების დაზიანებით სარდაფებში და ფუნდამენტის სიახლოვეს წყლის მუდმივი ზემოქმედება.

ამ დროისთვის აგებული არანაკლები რაოდენობის ნაგებობების ფუნდამენტები კლდოვან გრუნტზეა დაყრდნობილი. ასეთი ნაგებობების უმრავლესობის ქვეშ არის ვრცელი სასარდაფე სივრცეები 4-5 მ-ის სიღრმეზე. ასეთი ნაგებობების უმრავლესობას აქვს ორიგინალური არქიტექტურული სახე და თანამედროვე მოთხოვნების დასაკმაყოფილე-ბლად, სათანადო სარეაბლიტაციო სამუშაოების შემდეგ, ისინი წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას მცირე სასტუმროებად, ტურისტულ სააგენტოებად და სხვა.

მეოცე საუკუნიდან ქ. თბილისის ინფრასტრუქტურამ სწრაფი ტემპებით დაიწყო განვითარება, მათ შორის მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კუთხითაც. 1902 წელს სოლოლაკის ქედის ქვიშაქვის მკვრივი ქანების გაჭრით აიგო ფეხით მოსიარულეთათვის გვირაბი, რომელიც ბოტანიკურ ბაღთან აერთებს ქალაქის ერთ-ერთ პრესტიჟულ რაიონს სოლოლაკს.

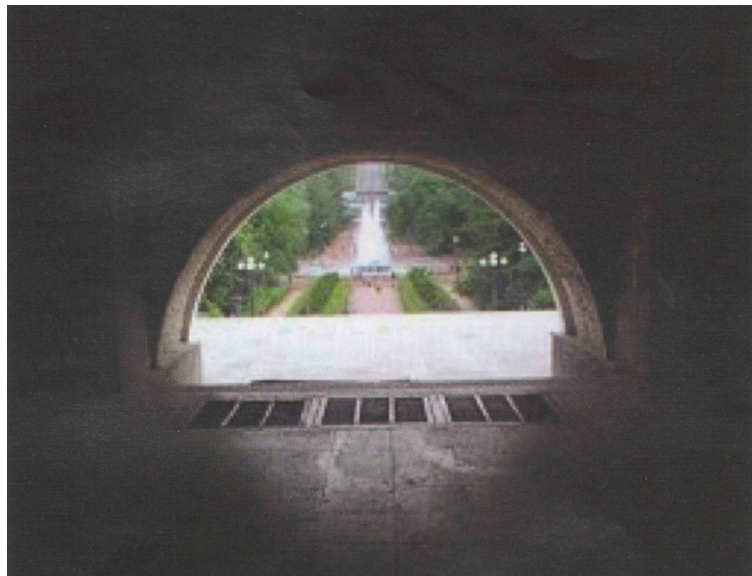
ქალაქის ინფრასტრუქტურის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტად ითვლება ღია წესით აგებული საგვირაბო ნაგებობები. ეს არის უპირველეს ყოვლისა მიწისქვეშა გადასასვლელები და მიწისქვეშა კომპლექსები, განკუთვნილი ტრანსპორტისათვის, სავაჭრო, კულტურული და სხვა დანიშნულების დაწესებულებებისათვის. საქართველოში პირველი მიწისქვეშა გადასასვლელები გაჩნდა გასული საუკუნის 50-იან წლებში. ესენია ქ. თბილისში ლენინის (ახლანდელი კოსტავას) ქუჩაზე ტექნიკური უნივერსიტეტის სასწავლო კორპუსების დასაკავშირებლად და რუსთაველის პროსპექტზე მეცნიერებათა აკადემიასთან აგებული მიწისქვეშა გადასასვლელები. ისინი აგებული იქნა ქუჩის მართობულად, რათა განეცალკეებინათ ხალხის ნაკადი სატრანსპორტო მოძრაობისაგან. ანალოგიური გადასასვლელები აგებული იქნა მომდევნო რამოდენიმე წლის განმავლობაში ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში. ყველა ეს გადასასვლელი აშენებული იქნა ღია წესით, ასაწყო კონსტრუქციების გამოყენებით. მუშაობის სადღეღამისო რეჟიმით აგება ხდებოდა უმოკლეს ვადაში, ორიდან ოთხ კვირამდე. ამ გადასასვლელებმა მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა ხალხის და ტრანსპორტის ნაკადის მოძრაობის პირობები. თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს თბილისისათვის დამახასიათებელი ინდივიდუალურობა, რომელსაც ადგილი თითქმის არა აქვს

სხვა ქვეყნების ქალაქებში, თუ არ ჩავთვლით სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებს, მიუხედავად ტრანსპორტის უწყვეტი მოძრაობისა, მათ შორის 1-1.5 წმ ინტერვალისა, ასევე გადასასვლელების არც თუ დიდი ჩაღრმავებისა, მოსახლეობის გარკვეული ნაწილი, განსაკუთრებით ახალგაზრდები, თუმცა არც თუ იშვიათად შუახნის ადამიანებიც, ამჯობინებენ ქუჩის გადაჭრას პირდაპირ მიწისქვეშა გადასასვლელის თავზე. არც მოსახერხებელი კიბეები პანდუსებით ეტლებისთვის, არც ზამთრის პერიოდში კიბეების გაყინვის ასაცილებლად გათბობამ, არც ბარიერების მოწყობამ დღეისათვის დიდი შედეგი ვერ მოგვცა. ამ მხრივ ხშირია საავარიო სიტუაციები. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ თბილისის მაცხოვრებელთა მენტალიტეტის მქონე ქალაქებში ტრანსპორტისა და ხალხის მოძრაობის გადაკვეთის ადგილებში მიზანშეწონილია მიწისქვეშა სივრცე დაეთმოს ტრანსპორტის მოძრაობას, ადგილის დაგეგმარების შეაბამისი გადაწყვეტილებებით.

ქ. თბილისში უკანასკნელ წლებში აგებულ მიწისქვეშა გადასასვლელებიდან უნდა აღინიშნოს გამარჯვების პროტან აგებული სატრანსპორტო კვანძი, მიწისქვეშა გადასასვლელით. ჭავჭავაძის პროსპექტის ბოლოში სატრანსპორტო ნაკადების განშტოება ხდება რგოლური ტიპის კვანძით. რგოლით შემოსაზღვრულ კუნძულზე არის შადრევანი, გარშემორტყმული რვა ორიგინალური მუსიკოსთა სკულპტურებით. (ნახ. 4) შადრევნის გამჭვირვალე ძირი მიწისქვეშა გადასასვლელში ქმნის ბუნებრივი განათების ეფექტს, სადაც წრიულად განლაგებულია სხვადასხვა სავაჭრო ობიექტები. მიწისქვეშა ნაგებობას აქვს ფართო გასასვლელი გამარჯვების პარკში. აქედან იშლება უმშვენიერესი ხედი, პარკის პანორამა და მოსჩანს თრიალეთის ქედი, რომლის კალთაზეც მოწყობილია შადრევნების მთელი რიგი კასკადი. (ავტორი არქ. კ. ნახუცრიშვილი). ასე რომ სახეზეა სატრანსპორტო კვანძის გახსნის ორიგინალური გადაწყვეტა.



ნახ. 4. გამარჯვების პარკთან მიწისქვეშა გადასასვლელის ზედა ნაწილი.

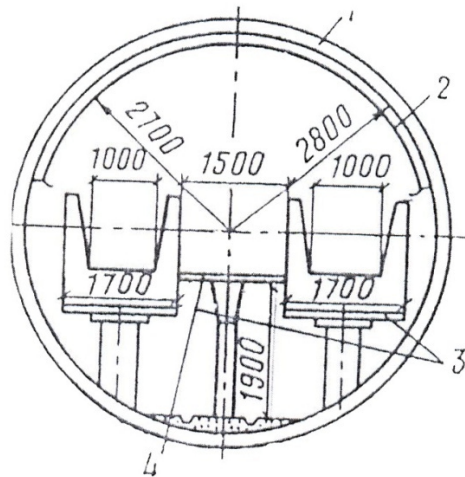


ნახ. 5. მიწისქვეშა ნაგებობიდან გამარჯვების პარკში გასასვლელი

1980-იან წლებში ქ. თბილისის ახლადაშენებული სარკინიგზო სადგურის წინ მოედანზე აგებული იქნა იმ დროისათვის, გიგანტური მიწისქვეშა კომპლექსი. სადგურის შენობის წინ მოწყობილია უზარმაზარი ტერიტორიის სადგომები კერძო და საზოგადოებრივი ტრანსპორტისათვის, ხოლო მიწისქვეშა გადასასვლელში უამრავი სავაჭრო და საიუველირო ობიექტები. სარკინიგზო ხაზის ქალაქის ცენტრიდან გადატანის შემდეგ დღეისათვის იგეგმება სადგურის შენობის სავაჭრო ცენტრად გადაკეთება, რომელსაც გააჩნია უზარმაზარი მოცულობის მიწისქვეშა ნაწილი, იგი მეტად მოსახერხებელი გახდება მომხმარებლებისათვის, რადგან როგორც ფეხით მოსიარულეთათვის,

ისე ტრანსპორტისათვის ადვილად მისადგომია, გააჩნია ტრანსპორტის გასაჩერებელი ადგილები.

ქ. თბილისის მიწისქვეშა ნაგებობებიდან უნდა აღინიშნოს ე. წ. მოძრავი ტროტუარები. რომელიც დაპროექტებული იქნა გასული საუკუნის 70-იან წლებში მეტროს „სამგორის“ სადგურიდან საავტომობილო ტრასის „თბილისი-აეროპორტის“ ქვეშ გასასვლელად. ასეთი გასასვლელი გვირაბის სიგანე 5.6 მ-ია (იხ. ნახ 6). მის ორივე მხარეს მოძრაობდა საპირისპირო მიმართულების ექსკალატორი, სიჩქარით 0.9 მ/წმ. ეკონომიური კრიზისის პერიოდში, 1993-1999 წლებში, ეს მოძრავი ტროტუარები გაუქმდა და დარჩა მხოლოდ გვირაბი ფეხით მოსიარულეთათვის. მოძრავმა ტროტუარმა გვიჩვენა თავისი ეფექტურობა და მისი აღდგენის საჭიროება, ასევე სხვა ადგილებშიც მათი მოწყობის მიზანშეწონილობაც, განსაკუთრებით სადგურებსა და აეროპორტების სიახლოვეს, სადაც ტვირთიანი ფეხით მოსიარულეთა დიდი რაოდენობაა, ხოლო გადასადგილებელის სიგრძე 40-50 მეტრია და მეტი.



ნახ. 6. მიწისქვეშა მოძრავი ტროტუარების სქემა მეტროს სადგურ „სამგორთან“ ავტომავისტრალ „თბილისი-აეროპორტის“ ქვეშ.
 1-სამაგრი; 2-წყალამცილებელი ეკრანი; 3- მოძრავი ტროტუარი; 4- უძრავი ტროტუარი.

ჯერ კიდევ მეფის დროინდელი რუსეთის პერიოდში ქ. თბილისში და საქართველოს სხვა ადგილებში შენდებოდა საომარი დანიშნულების ნაგებობები. საქართველო მთელი 70 წლის განმავლობაში იყო საბჭოთა კავშირის შემადგენლობაში და მის ტერიტორიაზე განთავსებული იყო ამიერკავკასიის ჯარები. მასობრივი განადგურების იარაღის გამოგონების შემდეგ და ცივი ომის პერიოდში ე. ი. 1950-1985 წლებში საქართველოში აშენდა

მრავალი მიწისქვეშა თავდაცვითი ნაგებობა. მათ შორის აღსანიშნავია ქ. მცხეთაში 1959-1969 წლებში აშენებული კლდოვან მასივში სარეზერვო პუნქტი. ნაგებობის სიღრმე 30 მ-ია და აქვს ოთხი დონის გვირაბი. ნაგებობა აღჭურვილი იყო წყალგაყვანილობით, კანალიზაციით ელექტროგაყვანილობით, ვენტილიაციით. ავტონომური დანადგარებით, რომლებსაც შეეძლოთ გაეძლოთ მასზე დაცემული ატომური ბომბისთვის. ეს კომპლექსი გათვალისწინებული იყო ამიერკავკასიის ჯარების გენერალიტეტის და რესპუბლიკის ხელმძღვანელებისათვის. თვითეული დონის გვირაბი გათვლილი იყო 400 ადამიანზე და სამხედრო სწავლებების დროს კომპლექსში 1200 კაცამდე ეტეოდა, თუმცა აღინიშნებოდა სავენტილიაციო დანადგარების სიმძლავრის უკმარისობა. საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდგომ დარჩა რა უპატრონოდ, კომპლექსი განადგურდა ხანძრის გამო და დღეისათვის დაკეტილია.

1950-55 წლებში საგარეჯოს მახლობლად მოეწყო მიწისქვეშა სასაწყობო ნაგებობა, რომელიც განკუთვნილი იყო მშენებლობებისათვის საჭირო 20000 ტონა ასაფეთქებელი ნივთიერებების შესანახად. გომბორის ქედზე გამონგრეული იყო მთელი რიგი გვირაბებისა, რომლებსაც უნდა გაეძლოთ საავიაციო ბომბების და საარტილერიო დიდი კალიბრის ჭურვების მოხვედრებს.

1930-40 წლებში „ვერეს პარკთან“, კლდის მასივში აიგო მიწისქვეშა კომპლექსი სამთავრობო რეზიდენციისათვის. ამ კომპლექსის ფართი აღემატება 13000 კვ. მ. კომპლექსი აღჭურვილი იყო ვენტილიაციით, წყალმომარაგებით, კანალიზაციით, კავშირგაბმულობით და მიწისქვეშა გასასვლელებით უკავშირდებოდა მთელ რიგ სამთავრობო ობიექტებს, მეტროპოლიტენის სადგურებს.

გარდა ჩამოთვლილი თავდაცვითი ნაგებობებისა, ასევე აგებული იქნა ქ. თბილისის შემოგარენში, კოჯორში, საგურამოსა და ასევე ახალქალაქში, შედარებით მცირე მსშტაბების მიწისქვეშა თავდაცვითი ნაგებობები. დღეისათვის ისინი დაკონსერვებულია, ასევე უზარმაზარი სარდაფი ყოფილი ამიერკავკასიის გენშტაბის ქვეშ. უკანასკნელი წლების გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ყოფილი თავდაცვითი მიწისქვეშა, დღეისათვის უფუნქციო, ნაგებობები წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვადასხვა დანიშნულებისათვის.: სამოქალაქო თავდაცვითი ობიექტების, სტრატეგიული მნიშვნელობის მარაგის საწყობებად, ასევე ღვინისა და ღვინომასალების და სხვა სასოფლო სამეურნეო კულტურების შესანახ საწყობებად და ა. შ.

ღვინისა და ღვინომასალების სასაწყოზე მიწისქვეშა ნაგებობებიდან აღსანიშნავია კახეთში, ცნობილი ღვინის „ქინძმარაულის“ სამშობლო ყვარელში, აგებული საცავი. იგი განთავსებულია კლდოვან გრუნტში და აქვს ორი სატრანსპორტო გვირაბი სიგრძით 500 მ. გვირაბის გაბარიტი საშუალებას იძლევა ორი საპირისპიროდ მოძრავი სატვირთო მანქანის მოძრაობის. სატრანსპორტო გვირაბებს აქვს გვერდითი განშტოებები, სადაც მოწყობილია სტელაჟები ღვინის შესანახად. გვირაბის საერთო სიგრძეა 7.5 კმ. მასში მოწყობილია ვენტილიაცია და ნარჩუნდება მუდმივი ტემპერატურა 12-14 გრადუსი. საწყოში ეტევა ორი მილიონი დეკალიტრი ღვინო. დღეისათვის კომპლექსი განიცდის კონსერვაციას.

კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი მიწისქვეშა ნაგებობაა აჭარაში ბათუმთან ახლოს აგებული ბოსტნეულის საცავი. ამ მიწისქვეშა კომპლექსის აგება 1981 წელს დაიწყო რიკოთის სატრანსპორტო გვირაბის აგების შემდეგ. მშენებლობა მიმდინარეობდა რთულ ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში. კლდოვან გრუნტში ტუფბრექჩიებისა და ანდეზიტის ფენებში უხვად გვხვდებოდა თიხის ჩანართები, დიდი რაოდენობის წყალშემცველობით. აქაც გვაქვს ორი ძირითადი სატრანსპორტო გვირაბი რვა გვერდითი განშტოებებით, სადაც 28 საკანია განთავსებული ბოსტნეულის შესანახად. გვირაბები აღჭურვილია განათებით, ვენტილიაციით, კონდენციონერებით საჭირო ტემპერატურული რეჟიმის შესანარჩუნებლად. მიწისქვეშა ნაგებობის საერთო ფართი 9730 მ-ია, ტევადობა 10000ტ ბოსტნეული. 1990 წლიდან ნაგებობა კონსერვაციის რეჟიმშია.

1.2 მიწისქვეშა მშენებლობების განვითარება

სატრანსპორტო ქსელების სამომავლო განვითარება, ასევე სატრანსპორტო საშუალებების მოსალოდნელი ზრდა ითხოვს ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესების განხორციელებას. რისთვისაც სატრანსპორტო მიწისქვეშა გვირაბების გაყვანა ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალებაა.

მომავალში ტრანსპორტის მოსალოდნელი განვითარება, მოსახლეობის მუდმივად მატება და მათი მობილურობის ფაქტორის განუხრელი ზრდა, რომელიც სულ უფრო საჭირო ხდება სოციალურ-პოლიტიკურ ასპექტში, მოითხოვს ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებას ყველა არსებული საშუალებების

გამოყენებით. ყოველივე ამისათვის გვირახმშენებლობა არის ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალება. მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მას სატრანსპორტო პროცესების დაჩქარებასა და გარემომცველი ბუნების და ლანდშაფტის დაცვაში.

როგორც ჩანს, უკანასკნელი სტატისტიკური მონაცემებით, მსოფლიოში საშუალო ვადიან მომავალში მოსალოდნელია გვირახმშენებლობის მნიშვნელოვანი გამოცოცხლება. ამას ადასტურებს ევროპის მრავალ ქვეყნებში სატრანსპორტო გვირახების მშენებლობების ტემპების ზრდა. გერმანიაში გაყვანილია 400 კმ, ავსტრიაში 260 კმ, იბერიის ნახევარკუნძულზე 300კმ, 150 კმ საფრანგეთში, 200 კმ იტალიაში, 500კმ სკანდინავიაში.

მთლიანად ევროპის გვირახმშენებლობის ბაზარზე საშუალო ვადიან პრესპექტივაში გათვალისწინებულია 2100კმ გვირახის გაყვანა.

მსოფლიოს სახვადასხვა ნაწილში უდიდესი ძალისხმევაა მიმართული მიწისქვეშა მშენებლობის ინფრასტრუქტურის განვითარებაზე. სტატისტიკა გვიჩვენებს, რომ აზიაში საერთო ჯამში 2500 კმ სიგრძის სატრანსპორტო გვირახებისათვის უკვე შედგენილია პროექტები, სადაც დიდი ნაწილი მოდის ჩინეთზე. უახლოეს 10-15 წლის განმავლობაში სამხრეთ ამერიკაში ალბათ აიგება დაახლოებით საერთო ჯამში 650 კმ-ის სიგრძის გვირახები. დაახლოებით იგივე რაოდენობის გვირახების გაყვანა იგეგმება ჩრდილო ამერიკის კონტინენტზე. გვირახების გაყვანისათვის მუშაობა მიმდინარეობს როგორც ავსტრალიაში, ისე ჩრდილო და სამხრეთ აფრიკის კონტინენტზე, თუმცა შედარებით მცირე მასშტაბებით.

გვირახმშენებლობის როგორც რეალიზებული, ისე მიმდინარე პროექტები, როგორც წესი, განსხვავებულ მოთხოვნებს აყენებს მშენებლების წინაშე. ამ მხრივ უნდა აღინიშნოს შვეიცარიაში ძირითადი გვირახი „გოტარდი“, ქ. ლიონის (საფრანგეთი) და ტურიინის (იტალია) დამაკავშირებელი გვირახი „მონდ ამბინი“, ავსტრიაში ძირითადი გვირახები „ბრენნერი“ და „კორალმი“. ზოგიერთი ამ პროექტიდან უკვე განხორციელების სტადიაშია, ზოგიერთის დაგრძელებაზე მიმდინარეობს მუშაობა. ასეთივე მასშტაბის პროექტებზე მუშაობა მიმდინარეობს მსოფლიოს სხვა კუთხეებშიც. მაგალითად მაროკოსა და ესპანეთის დამაკავშირებელი გვირახი გიპრალტარის სრუტის ქვეშ.

მსოფლიოს უდიდესი გვირაბების ნუსხა

გვირაბი	ქვეყანა	სიგრძე კმ
ძირითადი გოტარდი (Gottard Base)	შვეიცარია	57
ძირითადი კენერი (Ceneri Base)	შვეიცარია	15
ძირითადი ბრენნერი (Brenner Base)	ავსტრია	56
კორალმი (Koralm)	ავსტრია	33
მონდ ამბინი (Mont d` Ambin)	საფრანგეთი-იტალია	52
გიბრალტარი (Gibraltar)	ესპანეთი-მაროკო	36
თათრის სრუტე, სახალინი	რუსეთი	13
ბერინგის სრუტე	რუსეთი-აშშ	97

თათრის სრუტის ქვეშ გვირაბი, რომელიც დააკავშირებს რუსეთს სახალინის კუნძულებთან, სამომავლოდ იაპონიასთან, გვირაბი ბერინგის სრუტის ქვეშ, რომელიც დააკავშირებს რუსეთს ალიასკასთან (ამერიკა).

ყველა ეს გვირაბი, (ცხ. 1) ორის გამოკლებით სიგრძით 30-დან 60-კმ მდეა და მეტიც, მოითხოვენ განსაკუთრებულად დიდ ყურადღებას, როგორც გაყვანის ტექნოლოგიების და მშენებლობის ლოჯისტიკის ფაზებში, ასევე შემდგომი ექსპლოატაციის პერიოდში, უსაფრთხოების გარანტიის კუთხითაც.

საქართველოში მიმდინარეობს ინტენსიური მოსამზადებელი სამუშაოები, სამშენებლო მოედნებისა და მისასვლელების მოწყობა, ხუთი გვირაბის გაყვანისათვის, საერთო სიგრძით 3.5 კმ. ქალაქის ასაცილებელ სარკინიგზო ხაზზე და ორ პარალელურ საავტომობილო 800მ სიგრძის გვირაბზე „სვენეთი-რუსთავის“ ავტომაგისტრალზე.

დაგეგმილია სურამის 10 კმ-იანი სარკინიგზო გვირაბისა და რიკოთის გვირაბის მშენებლობები.

თანამედროვე მშენებლობაში მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება ხდება არა მარტო სატრანსპორტო პრობლემების გადასაჭრელად (მეტროპოლიტენები, სარკინიგზო და საავტომობილო გვირაბები), მიწისქვეშა სივრცეში შეიძლება განთავსდეს მრავალსართულიანი ავტოსადგომები, მრავალფუნქციური საზოგადოებრივი ობიექტები, საგაჭრო ცენტრები, მომსახურების ობიექტები და სხვა. რადგანაც მიწის ზედაპირის ტერიტორია ძვირად ღირებულია, განსაკუთრებით ისტორიული ცენტრები, სადაც მშენებლობა შეზღუდულია განსაკუთრებულ არქიტექტურულ მოთხოვნას უნდა დაემორჩილოს, მიწისქვეშა სივრცის ათვისება ერთ-ერთი საჭირო გამოსავალია.

საქართველოში მიწისქვეშა სივრცის შემდგომი ათვისების თვალსაზრისით აუცილებელია სასწრაფოდ შემუშავებული იქნეს კონცეფცია (ცხრილი 2).

საქართველოს ქალაქებისათვის მიწისქვეშა ნაგებობის აგების დასაბუთება არ შეიძლება მხოლოდ მოსახლეობის სიმჭიდროვის მიხედვით. აუცილებელია გავითვალისწინოთ ბუნებრივი ფაქტორები, უპირველეს ყოვლისა რელიეფი და გეოლოგიური პირობები, ასევე მშენებლობის ხასიათი. განსაკუთრებით აქტუალური პრობლემაა თბილისის მიწისქვეშა სივრცის ათვისება, სადაც ინფრასტრუქტურის მუდმივი განვითარება მოითხოვს, ცხ. 2-ში ჩამოთვლილი, ობიექტების მიწისქვეშა განთავსებას. ქუთაისში და ბათუმში, რომლებიც სიდიდით საქართველოში მეორე და მესამე ქალაქებია, რელიეფის ძლიერად ცვალებადი ხასიათით, აუცილებლად ითხოვს გადაწყდეს მიწისქვეშა სივრცეების ათვისება, განსაკუთრებით შემდეგი პოზიციებისათვის 2, 3, 6, 7, 13, 20, 23, 26, 27 და 28 (ცხ. 2).

რუსთავში, ზუგდიდსა და ფოთში, რომლებიც სიდიდით მესამე, მეოთხე და მეხუთე ქალაქებია, იმის გამო, რომ ისინი გაშლილ ტერიტორიაზეა განლაგებული, ასევე ზუგდიდსა და ფოთში, რადგან გრუნტის წყლების მაღალი ჰორიზონტია, მიწისქვეშა ნაგებობების აგება არ არის რენტაბელური, გარდა 13, 26, 27 და 28 პოზიციებისათვის. რუსთავში შეიძლება გაამართლოს მიწისქვეშა ნაგებობებმა 3, 6, 7, 20 და 21 პოზიციის ობიექტებისათვის. ანალოგიური შეიძლება ითქვას სამტრედიისათვისაც. მოსახლეობის რაოდენობით სოხუმი და გორი იყოფენ მეშვიდე მერვე ადგილებს, ამ ქალაქებში მიწისქვეშა სივრცის ათვისება ასევე მიზანშეწონილია.

მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსურად ათვისების კონცეფცია

	მიწისქვეშა ობიექტის დასახელება	ქალაქების კატეგორია (მოსახლეობის მიხედვით) ათასი. კაცი				
		500	250-500	100- 250	50-100	50
1	მეტროპოლიტენის აგება	+	-	-	-	-
2	სატრანსპორტო გვირაბები	+	+	-	-	-
3	საფეხმავლო გვირაბები	+	+	+	-	-
4	სარკინიგზო სადგურები	+	-	-	-	-
5	საავტომობილო სადგურები	+	-	-	-	-
6	ავტოფარეხები ავტოპარკები, ავტოსადგომები,	+	+	+	+	+
7	მსუბუქი ავტომ. სადგომები	+	+	+	+	+
8	სამრეცხაოები	+	-	-	-	-
9	ლომბარდები	+	+	+	-	-
10	გამჭირავებელი ობიექტები	+	+	+	-	-
11	წვრილმანი სახელოსნოები	+	+	+	-	-
12	აბანოები	+	+	-	-	-
13	საზოგ. ტუალეტები	+	+	+	+	+
14	ფოსტა, ტელეგრაფი, ტელეფ.	+	+	-	-	-
15	ტრანსპორტის სააგენტოები	+	+	-	-	-
16	კინოთეატრები	+	+	+	-	-
17	საკონცერტო დარბაზები	+	+	-	-	-
18	საგამოფენო დარბაზები	+	+	-	-	-
19	სპორტდარბაზები,საცურაო აუზი	+	+	-	-	-
20	მუზეუმები	+	+	+	+	+
21	ბიბლიოთეკა, არქივი	+	+	-	-	-

22	რესტორანი, კაფე, სასაუზმე	+	+	+	-	-
23	სავაჭრო ცენტრები, უნივერმაგები	+	+	+	-	-
24	ბაზრები	+	+	-	-	-
25	დახლები მის. გასასვლელებში	+	+	+	-	-
26	მილსადენები	+	+	+	+	+
27	კაბელები	+	+	+	+	+
28	კოლექტორები	+	+	+	+	+
29	ელექტრო ქვესადგურები	+	+			
30	რეზერვუარები, გამწოვი სადგ	+	+	+	+	+
31	სატრანსფორმატორო სადგური	+	+	+	-	-
32	ცენტრალური გათბობის პუნქტი	+	+	+	-	-
33	საქვაბეები	+	+	+	-	-

1.3. მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პრინციპები.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მეთოდური მიდგომები და პრინციპები ფართოდაა განხილული მრავალი მეცნიერის ნაშრომში, როგორებიც არიან ნ. ნ. მელნიკოვი, მ. ბ. პეტრენკო, ნ. ფ. შვეცოვი, ვ. ნ. სკუბი, გ. ნ. პლოტნიკოვა, ე. ი. შერშიაკინი, მ. მ. პაპერნოვა, ბ. ა. კარტოზია, თ. კ. ჭურაძე, კ. პ. მჭედლიშვილი და სხვა.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ღონისძიებათა შემუშავებისას, აუცილებელ პირობას წარმოადგენს, ამ პრობლემათა სისტემური მიდგომა, რათა მოხდეს ყველა იმ ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი პრინციპებისა და მოსაზრებების კონცენტრაცია, რომელთა დაცვა და შესრულება აუცილებელია, რათა ამაღლდეს სამუშაოთა ეფექტურობა და შემდგომში უკუგებაც მივიღოთ.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების სისტემური მიდგომა შეიძლება განხილული იქნეს სხვადასხვა მხრივ, როგორცაა: ახალი მნიშვნელოვანი სახელმწიფო რესურსის მიღება, როგორც ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების ერთ-ერთი ხელშემწყობი პირობა; როგორც მრავალი ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარების ერთგვარი შესაძლებლობა; ინფრასტრუქტურის განვითარების ახალი დონის მიღწევა და საბოლოოდ ადამიანის საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესების ხელშემწყობი პირობა.

სისტემური მიდგომის საფუძველზე მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პრობლემის სტრუქტურა ასევე შეიძლება სხვადასხვაგვარად ავსხნათ:

- მიწისქვეშა მშენებლობის სისტემური მიდგომის კონცეპტუალური მოდელი;
- მრავალკომპონენტური მოდელი „ადამიანი-მიწისქვეშა ნაგებობა” და ეკოსისტემის მოდელი „მიწისქვეშა ნაგებობა-გარემო“;
- ბუნებრივი და ტექნოლოგიური სისტემების თანაფარდობებისა და დანიშნულების მიხედვით მიწისქვეშა სივრცის გამოყენების ბუნებრივ ტექნოლოგიური მოდელი.
- სამთო ტექნიკის ევოლუციითა და ეტაპებით, რაც ძირითადად დაკავშირებულია სხვადასხვა ენერგეტიკული წყაროების გამოყენებასთან;
- გეოლოგიითა და ტოპოგრაფიით, რომლებიც განსაზღვრავენ მიწისქვეშა სამთო გვირაბის მშენებლობის პირობებს სუსტ გრუნტებსა და კლდოვან ქანებში;
- მიწისქვეშა მშენებლობის უახლესი მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია მაღალ ტექნოლოგიებზე;
- პროგრესული და არასტანდარტული თანამედროვე არქიტექტურული და მოცულობითი გეგმიური გადაწყვეტილებები მიწისქვეშა ნაგებობების დაპროექტებაში;
- მიწისქვეშა ნაგებობები სოციალური მნიშვნელობით, რაც საშუალებას მოგვცემს დავიცვათ ადამიანები საგანგებო სიტუაციებისაგან, აგრეთვე დავიცვათ და შევინახოთ გარემო ეკოლოგიური დაბინძურებისაგან.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების თანამედროვე ეტაპის კანონზომიერებაა მთელს მსოფლიოში მიწისქვეშა მშენებლობების მნიშვნელობის განუხრელი

ზრდა. ამის ნათელი მაგალითია ჩრდილო ამერიკის და სამხრეთ აღმოსავლეთ აზიის, განსაკუთრებით ჩინეთის, იაპონიის, კორეისა და სინგაპურის ქალაქებში, სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის გასაუმჯობესებლად, მიწისქვეშა სივრცის ასათვისებლად ჩატარებული მნიშვნელოვანი სამუშაოები. მჭიდროდ დასახლებული მეგაპოლისებისათვის კომუნიკაციების (საკანალიზაციო მიწები, წყალგამტარი მიწები, ენერჯო კაბელები და სხვა) გადატანა მიწისქვეშა სივრცეში აუცილებელი პირობაა. მიწისქვეშა სივრცის გამოყენებით მნიშვნელოვნათ შეიძლება გავაუმჯობესოთ ეკოლოგიური პირობები და დავიცვათ მოსახლეობის ჯანმრთელობა.

14. თანამედროვე ეტაპზე მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ძირითადი ტენდენციები და მიმართულებები.

მოსახლეობის მკვეთრ ზრდასთან ერთად მნიშვნელოვანი ტემპით იზრდება ტრანსპორტის მრავალსახეობა და რაოდენობა. იმის გამო, რომ სულ უფრო მცირდება დაუკავებელი ტერიტორიები, ქალაქის ინფრასტრუქტურის განვითარებისათვის მომავალშიც აუცილებელი ხდება მიწისქვეშა სივრცის აქტიურად გამოყენება სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობებისათვის.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების სოციალურ დანიშნულებას, როგორც ადრე გვქონდა აღნიშნული უპირველეს ყოვლისა წარმოადგენს გვირაბში სწრაფი ტრანსპორტის მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლება, მოსახლეობის მობილურობის უზრუნველყოფა და მათთვის დროის ეკონომიურად გამოყენება ბუნების და ლანშაფტის შენარჩუნებით.

უკანასკნელ პერიოდში მსოფლიოში დიდი ყურადღება ეთმობა ახალი თაობის მრავალდონიანი ფუნქციური მიწისქვეშა ნაგებობების დაპროექტებასა და მშენებლობას. ასეთი ნაგებობების ასაშენებლად გამოიყენება არა მარტო მაღალი ტექნოლოგიები და მეცნიერების უკანასკნელი მიღწევები, არამედ მათ ეძლევათ ესთეტიკური მოთხოვნების შესაბამისი არქიტექტურული სახე, ადამინებისათვის კომფორტული და უსაფრთხო გარემო პირობების შესაქმნელად.

1.5. მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კანონზომიერებანი.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კანონზომიერებანი დაწვრილებით არის აღწერილი რ. ლეგატის “ქალაქები და გეოლოგია”, პ. შვაცოვისა და ა. ზილზერორდის “მიწისქვეშ, რათა შევინარჩუნოთ დედამიწა”, ე. პეტრენკოს “მიწისქვეშა სივრცის ათვისება” და სხვა მონოგრაფიებში. ამ და სხვა წყაროებში მოცემული ანალიზი და განზოგადებული ინფორმაციები გვიჩვენებს, რომ მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პროცესი ხასიათდება გარკვეული კანონზომიერებებით, სტრატეგიაში, არქიტექტურაში, მოცულობით-გემიურ გადაწყვეტილებებში, მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის ტექნოლოგიასა და ორგანიზაციაში.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისება ვითარდება ხალხის მოთხოვნის შესაბამისად, გავლილია რთული და ჭკუის სასწავლი გზა, ეგვიპტის ფარაონების ქვის სამარხებში აშენებული 100 მეტრიანი დერეფნებიდან ლამანშის ქვეშ გვირაბის გაყვანამდე. ლონდონსა და პარიზში მეტროპოლიტენებისა და სხვა მსხვილ ქალაქებში ახალი თაობის მიწისქვეშა ნაგებობების აშენება შეიძლება ჩაითვალოს მეგაპოლისების მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ისტორიის კონცენტრირებულ გამოხატვად. მიწისქვეშა სივრცის შემდეგომი ათვისებისათვის საჭირო იქნება ახალი ტექნოლოგიების შექმნა, პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლება, სამშენებლო და საპროექტო ორგანიზაციების კონსოლიდაცია და გლობალიზაცია. მიწისქვეშა მშენებლობაში უახლესი ტექნოლოგიების და ტექნიკის დანერგვა და მიწისქვეშა ნაგებობების ახალი კონსტრუქციების გამოყენება, აგრეთვე მშენებლობის ხერხების და ხარისხის ამაღლება.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ისტორიაში მიზანშეწონილია გამოვეყნოთ მთავარი კანონზომიერება, რომლის მიხედვითაც მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ორგანიზაციის განვითარების მასშტაბები და შედეგებია განპირობებული.

1.6. მეტროპოლიტენის სადგურების და გვირაბის აგების მიღებული მეთოდები.

1.6.1. სამუშაოთა ღია წესის ნაირსახეობები.

სამუშაოთა ღია წესი, რომლის დროსაც იხსნება დედამიწის ზედაპირი, გამოიყენება მეტროპოლიტენების ხაზის მცირე ჩაღრმავების დროს. ამუშაოდ მცირე ჩაღრმავების ხერხი უპირატესობით სარგებლობს არა მხოლოდ ყოფილ საბჭოთა კავშირის, ევროპისა და აშშ-ს, არამედ ინდოეთის, მექსიკის და ბრაზილიის მეტროპოლიტენების აგების პროცესებში. ღია წესით გვირაბების აგებისას შეიძლება გამოვიყენოთ სამუშაოთა წარმოების სამი ხერხი: ქვაბულის, ტრანშეისა და ფარის.

ქვაბულის ეწოდება სამუშაოთა წარმოების ისეთ ხერხს, როდესაც ასაგები ნაგებობა ეყრდნობა წინასწარ დამუშავებულ ქვაბულის ფსკერს, ხოლო შემდეგ იგი ამოივსება.

ტრანშეის ხერხი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც მცირე ჩაღრმავების ხაზი გადის შედარებით ვიწრო ქუჩის ქვეშ ან შენობის სიახლოვეს და როდესაც საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობის შეწყვეტის დრო მაქსიმალურად უნდა იყოს შემცირებული. ეს ხერხი მდგომარეობს იმაში, რომ პირველ რიგში აგებენ გვირაბის კედლებს ვიწრო ტრანშეაში, ხოლო შემდეგ ზედაპირის გახსნით მთელს სიგანეზე და სწრაფად აგებენ გადახურვას, რომელიც ეყრდნობა გამზადებულ კედლებს.

ფარის ხერხი გამოიყენება მთლიან სექციურ მონაკვეთებიანი საგადასარბენო გვირაბების ასაგებად, მოწყობილობათა კომპლექსის საშუალებით, რომელიც შედგება სწორკუთხა კვეთის გამყვანი ფარისაგან, ტექნოლოგიური ბაქნისაგან, გრუნტის ამოსათხრელი მექანიზმებისაგან და ჯოჯგინა ამწისაგან.

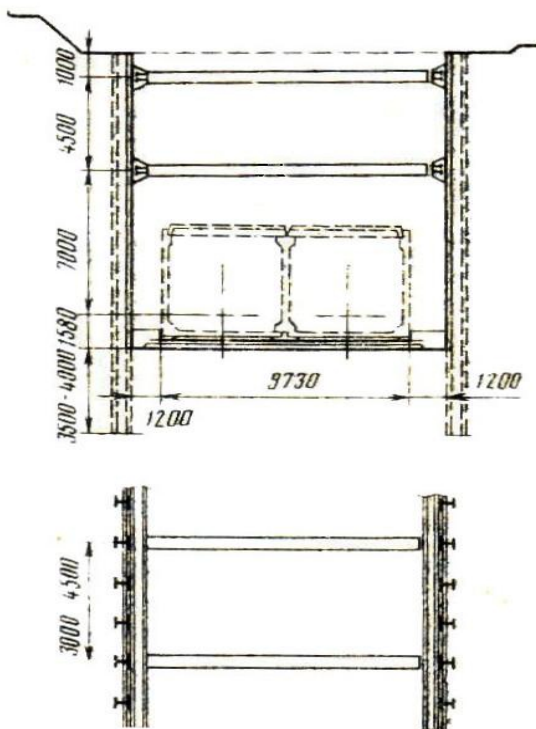
1.6.2 ქვაბულის ხერხი

მცირე ჩაღრმავების მეტროპოლიტენის ღია ქვაბულის ხერხით აგებისას აუცილებელი ხდება ქვაბულის ფერდობების გამაგრება. ჩვეულებრივ საინჟინრო გეოლოგიურ პირობებში ქვაბულის ხერხით მშენებლობისას უპირატესობა

ენიჭება ქვაბულის კედლების გამაგრებას ხიმინჯებით, გამბრჯენების დაყენებით ან ანკერებით.

ახალი ტექნოლოგიური კონსტრუქციული გადაწყვეტილებით გამაგრების ახალი სახეა დეროვანი (ნაგელური) სამაგრი. დეროვანი (ნაგელური) სამაგრი შედგება ფოლადის დეროებისაგან, რომელთა ჩასობა ხდება ფერდობის გრუნტში ან მათთვის სპეციალურად მოწყობილ გრუნტში გაბურღულ ხვრელებში, ასეთი დეროები გრუნტს აძლევენ მდგრადობას, და საშუალებას გვაძლევს ფერდის დახრა გაიზარდოს 75-80 გრადუსამდე, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში, ხელშემწყობი გეოლოგიური პირობებით, ქვაბულის კედლები შეიძლება გახდეს ვერტიკალურიც. დეროები თავსდება გრუნტში 1.0-1.2 მ-ის ბიჯით, ჭადრაკული განლაგებით.

ატმოსფერული ნალექებისაგან დასაცავად ფერდობის ზედაპირი იფარება ნაშხეფბეტონის 5 სმ-იანი სისქის ფენით, 3-6 მმ დიამეტრის არმატურის ბადით, 150X150 – 250X250 მმ-ის ზომებით.



ნახ. 7. ქვაბულის გამაგრება ლითონის კავშირებით.

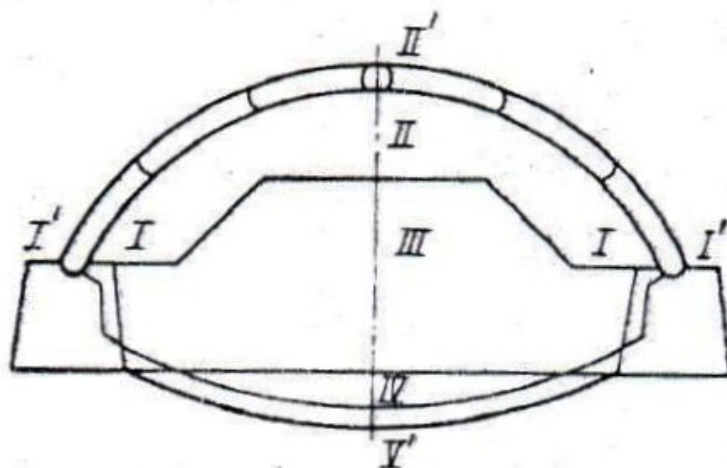
ქვაბულის ვერტიკალური კედლების გამაგრების ერთ-ერთი გავრცელებული მეთოდია გამაგრება მეტალის კავშირებიანი სამაგრი.

ნაგებობის მშენებლობის გარკვეულ მონაკვეთზე, გვირაბის ღერძის ორივე მხარეს, ეწყობა საკონტროლო ტრანშეები, სიგანით 0.8 მ და სიღრმით 1.2 მ-ი. ტრანშეების გაყვანის მიზანია მიწისქვეშა კომუნიკაციების არსებობის დაზუსტება და შემდგომში ხიმინჯების ჩასობის გაადვილება

მეტალის ხიმინჯები, ეს არის ორტესებრი პროფილის №36-60 ლითონის ღეროები, რომლებიც ისობა ქვაბულის სიგრძეზე 1.2-2.0 მ-ის ინტერვალით. პროფილის ნომერი დამოკიდებულია ქვაბულის სიღრმეზე და მათ შორის გამბრჯენების რიცხვზე. ხიმინჯებს ასობენ საჭირო სიღრმემდე და საჭიროების შემთხვევაში, თუ კი სიღრმე აღემატება ღეროს სიგრძეს, ხდება მისი გადაბმა შედუღებით. ხიმინჯებს შორის გრძივად აწყობენ ორ სარტყელს №40-55 ორტესებრი კვეთის ლითონის ღეროებით, რომლებიც ედუღება ხიმინჯებს. მეტალის გამბრჯენები, მიღები დიამეტრით 300-600 მაგრდება გრძივ სარტყლებს შორის 3.6-60 მ-ის დაშორებით.

1.6.3 ერთკამარიანი სადგურების აგება. თადის რაციონალური მოხაზულობა

დიდი ჩაღრმავების ერთკამარიანი სადგურების აგების სამუშაოთა ხერხები და თანმიმდევრობა დამოკიდებულია ჩაღრმავების საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებსა და სადგურის კონსტრუქციულ თვისებებზე.



ნახ. 8. სამუშაოთა თანმიმდევრობა ერთკამარიანი სადგურის მშენებლობისას

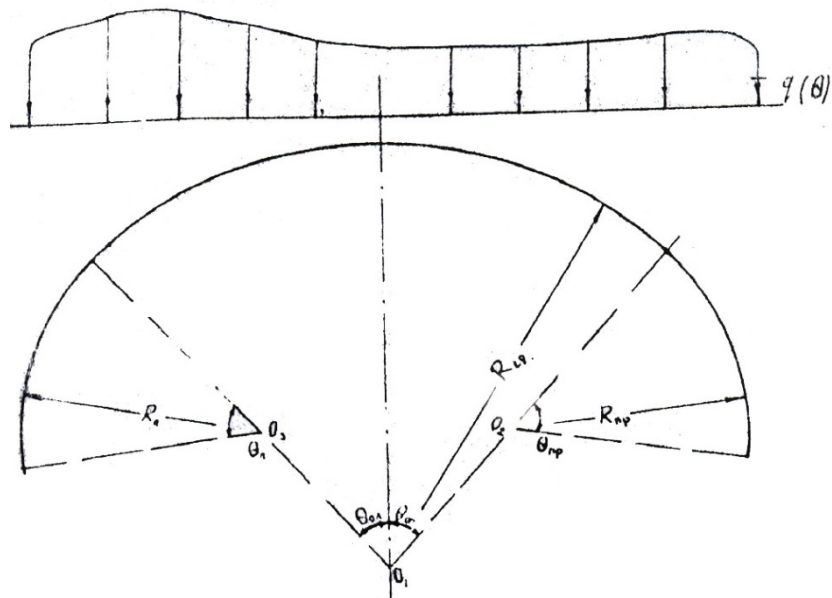
დიდი ჩაღრმავების ერთთაღიანი სადგურის სამაგრის ოპტიმალური ფორმისა და სისქის შესარჩევად წარმოდგენილია მეთოდის, რომელიც ეყრდნობა გაანგარიშების ანალიზურ და რიცხვით მეთოდებს. ანალიზური მეთოდი მოწოდებულია თაღის ოპტიმალური მოხაზულობის დადგენისათვის კლდოვანი მასივის უკუქმედების გათვალისწინებით (ი. ღუდუშაურის შემოთავაზებული მეთოდით), პირველ ეტაპზე განისაზღვრება დატვირთვა (სამთო დაწოლის განაწილება), დაფუძნებული როგორც დიდი კვეთის მიწისქვეშა ნაგებობების გაყვანისა და ექსპლუატაციის დროს მიღებულ მრავალრიცხოვან დაკვირვებათა მონაცემებზე, ასევე შესაბამის სტატიკურ გაანგარიშებზე. შემდეგ ეტაპზე დგინდება სამაგრის ფორმა: ვიღებთ სამცენტრიან (ნახ, 9) თაღს, რომელსაც აქვს შუა ზონა R_{cp} რადიუსით, θ_{on} და θ_{om} ცენტრალური კუთხეებით, საჭირო განტოლებათა გამოყვანისას გამოიყენება წინასწარ მიღებული დამოკიდებულებები, წრიული და ცილინდრული გარსებისათვის. ეს დამოკიდებულებები დგება თითოეული ზონისათვის ცალ-ცალკე დიფერენციალურ განტოლებათა სახით. კლდოვანი მასივის უკუქმედების გასათვალისწინებლად მიღებულია საანგარიშო სქემა, რომლის თანახმადაც საძიებო უკუქმედება კლდოვანი მასივისა გადაეცემა თაღის მხოლოდ გვერდით ზონებს, ე. ი. საკონტაქტო წერტილების შესაძლო გადაადგილების მიდამოებში, სუპერპოზიციის პრინციპის გამოყენებით, დასმული ამოცანის ამოხსნა ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით: ა) შესაბამისი განტოლებების ამოხსნისას დგინდება საძიებო ძაღვები და დაძაბულობა თაღში, აგრეთვე შესატყვისი გადაადგილებანი; ბ) წარმოებს თაღის ხელახალი გაანგარიშება რეაქტიული უკუქმედების გათვალისწინებით; გ) მიღებული სიდიდეების შედარებით გამოითვლება შესაძლო რადიალური გადაადგილებანი, განისაზღვრება ეფექტი რადიალური უკუქმედებისაგან.

თაღის გეომეტრიული მახასიათებლების ვარირებით აღწერილი ანგარიშის ჩატარებით შესაძლებელი ხდება თაღის ოპტიმალური ფორმის შერჩევა, ე. ი. ისეთი მოხაზულობის დადგენა, როცა თაღში იმოქმედებს მინიმალური გამჭიმვი ძაღვები და მღუნავი მომენტები. აღწერილი მეთოდებით ამოცანის ამოხსნისას შედგენილია ალგორითმი და შესაბამისი პროგრამა ეგმ EC 1022-თვის.

მეთოდის მეორე ნაწილი ითვალისწინებს რიცხვითი განგარიშების ჩატარებას სასრული ელემენტების მეთოდით (სემ). ცნობილია, რომ ამოცანის

გადაწყვეტა სემ-ის გამოყენებით წარმოადგენს რიცხვითი ექსპერიმენტის ჩატარებას. როგორც კერძო ხასიათის ექსპერიმენტი, მისი განზოგადება სხვა ამოცანებისათვის შეუძლებელია და მართებულია მხოლოდ რომელიმე კერძო შემთხვევისათვის, ამიტომ ანალიზური მეთოდით ერთმადიანი სადგურის სამაგრის ოპტიმალური ფორმის დადგენის შემდეგ სემ-ით ზუსტება არა მარტო სამაგრის, არამედ მთელი გარემომცველი მასივის დაძაბული დეფორმირებული მდგომარეობა, რასაც სამაგრის და მასივის შემდგომი ერთობლივი მუშაობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. სემ-ით ანგარიშისათვის გამოიყენება ჰიდროპროექტის სამეცნიერო სექტორში დამუშავებული პროგრამა ეგმ BXM-6 -ზე და შემდგომ საქართველოს ენერგეტიკის და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კვლევით ინსტიტუტში გადაწყობილი Gt-1060 მანქანისათვის.

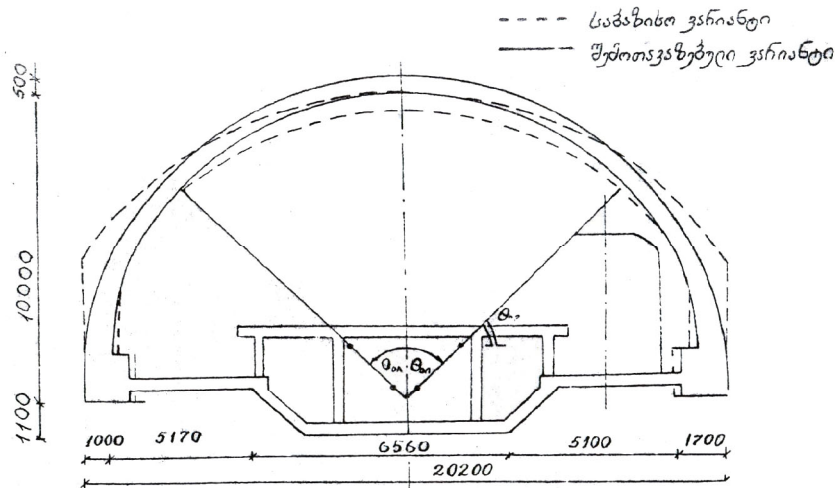
შემოთავაზებული მეთოდის ეფექტიანობის განსაზღვრისათვის ჩატარდა მეტროპოლიტენის მშენებარე ერთმადიანი სადგურის “ვაჟა-ფშაველას” კონსტრუქციის გაანგარიშება. სადგური დაპროექტებული იყო თავის დროზე “კავკიპროტრანსის” მიერ.



ნახ. 9. სამცენტრიანი თალი

აღწერილი მეთოდის და საპროექტო ორგანიზაციის (საბაზისო) მიერ, შესრულებული ანგარიშის შედეგების შედარებამ გვიჩვენა (ნახ. 10), რომ საბაზისო ვარიანტისაგან განსხვავებით, შემოთავაზებულში შესაძლებელი

გახდა სამაგრის კვეთებში გამჭიმი დაძაბულობებისა და მღუნავი მომენტების მინიმუმამდე დაყვანა.



ნახ. 10 შემოთავაზებული და საბაზისო ვარიანტების შედარება

რაც სამაგრის კვეთის შეთხელების და ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოთა შემცირების საშუალებას იძლევა. (იხ. ცხრილი 3)

ცხრილი 3

ერთთაღიანი ოპტიმალური მოხაზულობის სადგურის სამაგრისათვის ერთ გრძივ მეტრზე ძირითად სამუშაოთა მოცულობა

	სამუშაოთა დასახელება	განზ.	რაოდენობა	
			საბაზისო ვარიანტი	შემოთავაზებული ვარიანტი
1	ამოსადები გრუნტის მოცულობა	მ ³	178.32	181.89
2	რკინა-ბეტონი თაღში	მ ³	21.74	11.37
3	კედლების ბეტონი და რკინა-ბეტონი	მ ³	18.1/2.7	14.8
4	ძირის კონსტრ. ბეტონი	მ ³	7.3	73
5	ძირანა	მ ²	33.25	32.72

მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების მიხედვით ჩანს, რომ შემოთავაზებულ ვარიანტში სამაგრის არმირება საჭირო არ არის, რადგან გამჭიმი ძაბვები კვეთებში თითქმის არ არსებობს. თაღის არმირება ხდება წმინდა კონსტრუქციული მოსაზრებებით და არმირების ხარჯი შეადგენს დაახლოებით 20% საბაზისო ვარიანტისა. ორივე ვარიანტის ხარჯთაღრიცხვათა შედარება ავლენს მხოლოდ ერთი სადგურისათვის შემოთავაზებული კონსტრუქციის ეკონომიურობას.

1.7. მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობა ნახევრად დახურული ხერხით.

1.7.1. ბოლო წლებში საზღვარგარეთის ქვეყნების გამოცდილება მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობაში.

ბოლო წლებში, მთელ მსოფლიოში მცირე ჩაღრმავების მეტროპოლიტენების მშენებლობაში, ფართოდ გავრცელდა მშენებლობის ნახევრად დახურული ხერხი, როცა გადასარბენი გვირაბები იგება დახურული ხერხით, ხოლო სადგურების კომპლექსი კი ღია ქვაბულებში.

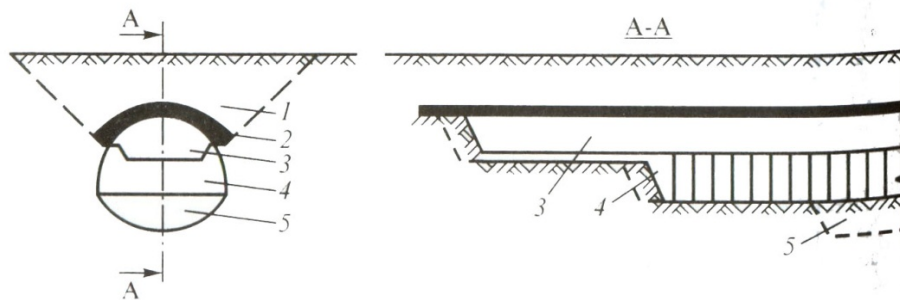
ეს ერთი შეხედვით ვითომდა მშენებლობის ტრადიციული, მარტივი ტექნოლოგიაა, მას გააჩნია მთელი რიგი ნაკლოვანებები. გადასარბენი გვირაბების მექანიზირებული ფართი გაყვანის შემთხვევაში საჭირო ხდება სადგურების ტერიტორიაზე მისი პერიოდული დემონტაჟი, რადგან აქ ნაგებობის აგება ხდება უკვე ღია წესით. ეს პროცესი არა მარტო ზღუდავს მშენებლობის ტემპებს, არამედ ნეგატიურად აისახება ქალაქის ცხოვრებაზე. განსაკუთრებით დაბალმწარმოებლურია და შრომატევადი ღრმა ქვაბულების დამუშავება, რომელიც მოითხოვს მრავალმარჯობის ფერდობების გამაგრებას და ის ზოგჯერ ორ წელიწადს გრძელდება.

მშენებლობის ასეთი სქემის დროს, როცა მშენებარე ხაზზე გვიხდება რამოდენიმე სადგურის აგება, ეს იწვევს დიდი რაოდენობით მასალებისა და შრომითი რესურსების ხარჯვას. ასევე ზღუდავს მიწისზედა ტრანსპორტის

გადაადგილებას და დიდი ხნით ქალაქის ტერიტორიაზე შემოფარგლული სამშენებლო მოედნების არსებობას.

ამ გარემოებამ განაპირობა მცირე ჩაღრმავების მეტროპოლიტენების აგების უფრო ეფექტური ტექნოლოგიების ძიება.

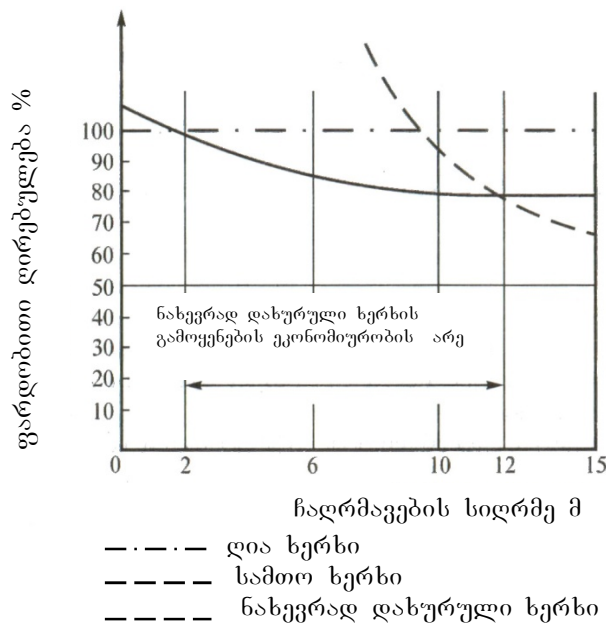
ერთ-ერთი მათგანია სამუშაოთა წარმოების ნახევრად დახურული, ეგრეთ წოდებული „კერნენას“ ხერხი, რომლის დასახელებაც დაკავშირებულია ქალაქ კერნენას (ავსტრია) სახელთან, სადაც პირველად იქნა გამოყენებული საავტომობილო გვირაბის მშენებლობაზე ვენა-ტრეისტის ტრასაზე. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ პირველ ეტაპზე ქვაბულში სიგრძით 50-100 მ აიგება თაღოვანი, ან ბრტყელი გადახურვა, რომელიც ეგრდობა ქანს. ქვაბულის ჩანადარის ამოვსების შემდეგ, ხორციელდება გამონამუშავრის გაყვანა და გამაგრება ახალ ავსტრიული ხერხით.



ნახ. 11. ნახევრად დახურული ხერხით გვირაბის აგების ეტაპები:
 1. 3. 4. 5 - გამონამუშავრის გახსნის თანმიმდევრობა. 2 - თაღის აგება

ეს გაცილებით ამაღლებს სამუშაოთა წარმოების უსაფრთხოებას, გამორიცხავს გრუნტის მასივის დეფორმაციებს და ძვრებს. ნახევრად დახურული მეთოდი განსაკუთრებით ეფექტურია და ეკონომიურია ნახევრად კლდოვან, მკვრივ და საშუალო მდგრადობის რბილ ქანებში, როცა გვირაბის ჩაღრმავება 2-12 მ-ია. ამ ფარგლებში, მის ზრდასთან ერთად, მშენებლობის ღირებულება მცირდება დაახლოებით 25 პროცენტით. 2 მ-ზე ნაკლები ჩაღრმავების შემთხვევაში უფრო ეფექტურია ღია წესი, ხოლო 12 მ-ზე მეტი ჩაღრმავების შემთხვევაში უპირატესობა ენიჭება სამთო ხერხს. როცა კონსტრუქციის ზედა ნაწილი ჩაღრმავებულია 3 მ-ზე მეტად და დატვირთვაც არის მნიშვნელოვანი სიდიდის, თაღის კონსტრუქცია კეთდება ცვალებადი სიხისტის მქონე კვეთით, გაძლიერებული ქუსლთან.

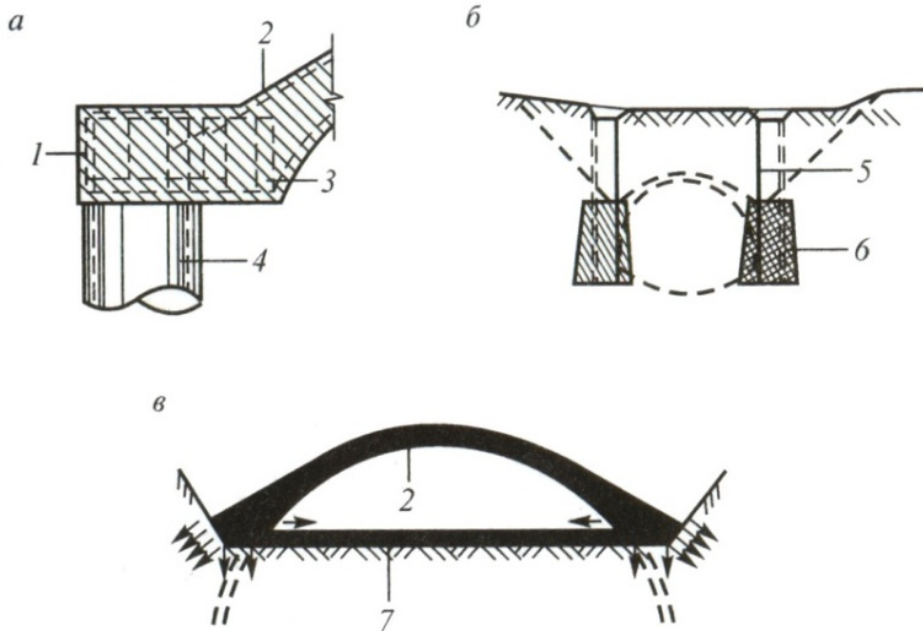
თაღის დაბეტონება ხდება გრუნტზე, ან ხის ყალიბებში. პირველ შემთხვევაში გრუნტის დამუშავება ხდება თაღის მოხაზულობის შესაბამისად, ამას მიმართავენ საკმაოდ მკვრივი ქანების შემთხვევაში, რომელსაც შეუძლია მიიღოს დატვირთვები, როგორც თაღის წონისაგან, ისე გრუნტისაგან. გრუნტზე აწყობენ პლასტიკის ფენას, არმატურის კარკას და იწყებენ დაბეტონებას, თუ კი გრუნტის სიმკვრივე არ არის საკმარისი, მაშინ ხდება ქვაბულის გახსნა ქუსლის დონემდე. აყენებენ სტაციონალურ ან გადასატან ყალიბს, სადაც ხდება თაღის დაბეტონება.



ნახ. 12. ნახევრად დახურული ხერხით სამაგრის აგების ეკონომიურობა

მას შემდეგ რაც ბეტონი მიიღებს საკმარის სიმტკიცეს, ახდენენ მის ჰიდროსაიზოლიაციო მასალებით მის დაფარვას, შემდგომ გრუნტის უკუჩაყრას და უკვე შესაძლებელი ხდება მიწისზედა ტრანსპორტის მოძრაობის აღდგენა. შემდგომში იწყება გვირაბის გაყვანა ახალავსტრიული ხერხით. კალოტა გაყავთ შტროსასთან მიმართებაში 20-40 მ-ის წინსწრებით, პროფილის გახსნის კვალობაზე დაიტანება ფოლადის ბადეებით, ან თაღებით არმირებული ნაშხეფბეტონის ფენა, გამონამუშავრის კონტურის სტაბილიზაციის შედეგად, რაც დგინდება ინსტრუმენტული გაზომვების საფუძველზე. მუშავდება ღარის (გვირაბის ძირის) ნაწილი და აბეტონებენ უკუთაღს. გამონამუშავრის კონტურის დროული ჩაკეტვა მნიშვნელოვნად ზრდის ნაგებობის მდგრადობას.

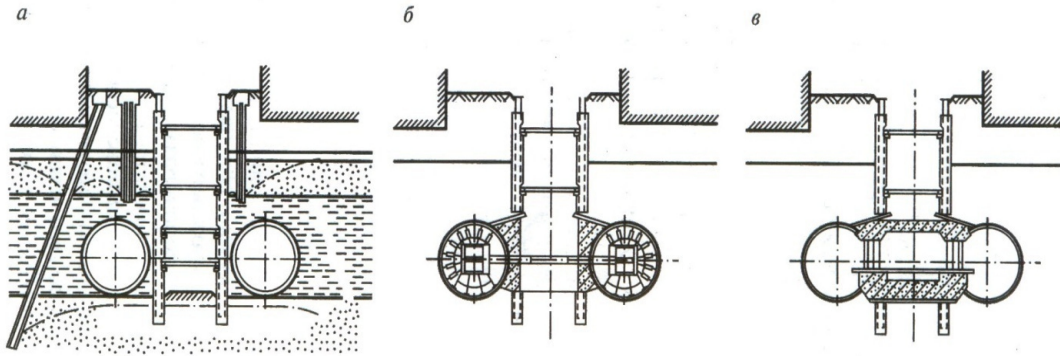
ასეთი ტექნოლოგიით გერმანიაში აგებულია რამოდენიმე გვირაბი. ასე მაგალითად „ბად – ბერტრიხის“ გვირაბის მშენებლობისას თაღის ქუსლში, წინასწარ აწყობდნენ ფუნდამენტს ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯებით, რომელთანაც შემდგომში აერთიანებენ თაღის კონსტრუქციას (ნახ. 13).



ნახ. 13. თაღის დაყრდნობის სქემები:
 ა) ნაბურღ-ნატენ ხიმინჯებზე, ბ) საყრდენ ბოძებზე დაყრდნობით
 გ) თაღის გამაგრება გამბრჯენებით 1 - შემოკვრა; 2 - თაღი;
 3 - თაღის ქუსლი; 4 - ხიმინჯი; 5 - საინექციო ჭაბურღილები;
 6 გამაგრება.

პირველად მეტრომშენებლობაში ნახევრად დახურული ხერხი გამოყენებული იქნა „მიუნხენში“ (გერმანია) შეზღუდულ პირობებში მეტროპოლიტენის მშენებლობისას (ნახ. 14).

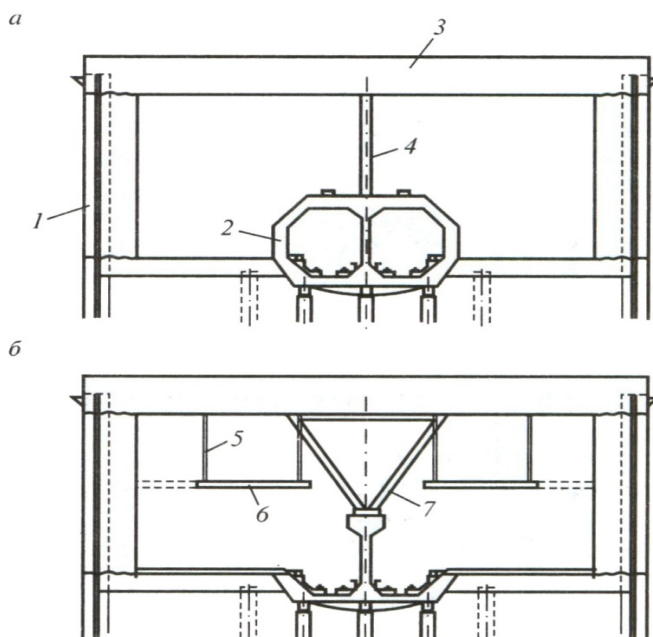
ეს არის ტექნიკურად იოლი და ეფექტური გადაწყვეტა საყურადღებოა კოლონური ტიპის სადგურის მშენებლობის ტექნოლოგია როტერდამის მეტროპოლიტენის აგებისას. სადგური „ვილგელმინაპერი“ გვერდითი ბაქნებით აშენებულია 1996 წელს. ის შენდებოდა ორლიანდაგიანი, მცირე ჩაღრმავების გადასარბენი გვირაბების ექსპლოატაციის პერიოდში. პროექტი ითვალისწინებდა უპირველეს ყოვლისა ნაგებობის კედლების ამოყვანას მეთოდით „კედელი-ქანში“.



ნახ. 14. მიუნხენში მეტროპოლიტენის სადგურის აგება ნახევრად დახურული ხერხით

- ა) საგზაო გვირაბის აგება და მათ შორის ქვაბულის დამუშავება;
- ბ) გამონამუშევრის გაყვანა შუა დარბაზის ასაგებად;
- გ) შუადარბაზის კონსტრუქციის აგება.

ასეთი ტექნიკური გადაწყვეტილების სირთულეს კიდევ ის ემატებოდა, რომ ქანები იყო არამდგრადი და სადგურისათვის ღია ქვაბულის მოწყობისას შესაძლებელი იყო ხიმიწებზე დაყრდნობილი გვირაბის კონსტრუქციების უკუხალოდ ამოწევა,



ნახ 15. კოლონური ტიპის ორმალიანი სადგური აგებული ექსპლუატაციაში მყოფ ხაზზე. ა) რეკონსტრუქციამდე; ბ) რეკონსტრუქციის შემდეგ

- 1 - შუბნის კედელი; 2 - გადასარბენი გვირაბი; 3 - გადახურვის ფილა; 4 - დროებითი საყრდენი დგარი; 5 - ზოლურა; 6 - გამანაწილებელი იარუსის ფილა; 7 - შუალედური საყრდენი.

მით უმეტეს რომ მშენებლობა მიმდინარეობდა ხაზზე ექსპლუატაციის პერიოდში იმის გათვალისწინებით, რომ პროექტში მშენებლობა იწყებოდა სადგურის კედლების ამოყვანით, მეთოდით „კედელი – ქანში“, გვირაბის გასწვრივ, ორივე მხარეს მოხდა შპუნტური კედლის ამოყვანა. ეს კედლები აიგო გვირაბის ღერძიდან 15 მ-ის მოცილებით ერთდროულად, რათა არ მომხდარიყო გადასარბენი გვირაბების კორიზონტალური გადაადგილება. ამოყვანილ კედლებზე იდებოდა ბეტონის მონოლითური ფილები - 3, სისქით 2,5 მ. (ნახ. 15).

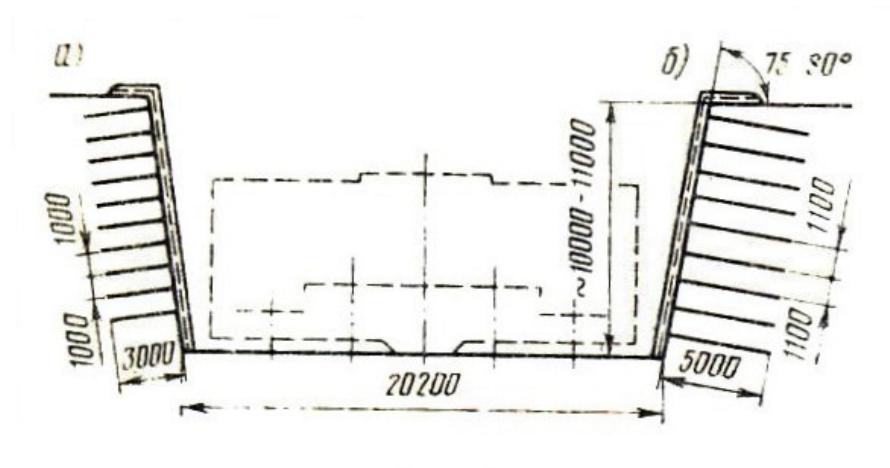
1.8 ქვაბულის ფერდობის ღეროვანი სამაგრი

ახალი ტექნოლოგიური კონსტრუქციული გადაწყვეტილებით ქვაბულის გამაგრების ახალი სახეა ღეროვანი (ნაგელური) სამაგრი. ღეროვანი (ნაგელური) სამაგრი შედგება ფოლადის ღეროებისაგან, რომელთა ჩასობა ხდება ფერდობის გრუნტში ან მათთვის სპეციალურად მოწყობილ გრუნტში გაბურღულ ხვრელებში, ასეთი ღეროები გრუნტს აძლევენ მდგრადობას, და საშუალებას გვაძლევს ფერდის დახრა გაიზარდოს 75-80 გრადუსამდე, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში, ხელშემწყობი გეოლოგიური პირობებით, ქვაბულის კედლები შეიძლება გახდეს ვერტიკალურიც. ღეროები თავსდება გრუნტში 1,0-1,2 მ-ის ბიჯით, ჭადრაკული განლაგებით.

ატმოსფერული ნალექებისაგან დასაცავად ფერდობის ზედაპირი იფარება ნაშხეფბეტონის 5 სმ-იანი სისქის ფენით, 3-6 მმ დიამეტრიც არმატურის ბადით, 150X150 – 250X250 მმ-ის ზომებით.

ნახ. 16-ზე ნაჩვენებია ღეროვანი სამაგრის მოწყობის ორი ვარიანტი. პირველ ვარიანტაში (ნახ. 16-ა) 30 მმ დიამეტრისა და 3,0 სიგრძის ღეროებს ჩაარჭობენ წინასწარ დაბურღულ 24 მმ დიამეტრის შპურებში. მეორე ვარიანტში (ნახ. 16-ბ.) 18 მმ დიამეტრისა და 5.0 მ სიგრძის ღეროებს ჩააყენებენ 105 მმ დიამეტრის შპურებში, რომლებსაც შემდეგ ავსებენ ცემენტის ხსნარით. ორივე ვარიანტში შპურების ბურღვა ხდება ელექტრობურღით, ნაშხეფბეტონის შეჭიდვის შემდეგ.

ღეროების განლაგების ადგილებში, ნაშხეფბეტონის დასხმამდე აყენებენ ხის საცობებს. როცა ბეტონის სიმტკიცე მიაღწევს გარკვეულ სიდიდეს, საცობებს ამოიღებენ და იწყებენ ბურღვას. ორივე ვარიანტში დაყენებულ ღეროებს ფიქსატორების მიდუღებით ამაგრებენ ნაშხეფბეტონზე



ნახ. 16 ქვაბულის გამაგრება.

გრუნტის დამუშავება და ფერდობის გამაგრება ხდება თანდათანობით შესვლით 1,0-1,5 მ სიღრმეზე.

ღეროვანი სამაგრის გრუნტის მასივთან ურთიერთქმედების დროს მექანიკური პროცესების სირთულე, აგრეთვე ღეროვანი სამაგრის მუშაობის ხასიათის განმსაზღვრელი ფაქტორების მრავალფეროვნება, იწვევს სიძნელეებს, როგორც ამოცანის ანალიზური გადაწყვეტილები-სას, ისე ნატურალურ პირობებში უშუალო გამოკვლევების დროსაც. ამ გარემოებათა გათვალისწინებით პროფ. ი. საველიევმა ჩაატარა ექსპერიმენტალური კვლევა ფიზიკურ მოდელებზე, ექვივალენტური მასალების გამოყენებით.

კვლევა მოდელებზე მიმდინარეობდა ოთხ ეტაპად და თითოეულ ეტაპს ჰქონდა შესაბამისი განსაზღვრული ამოცანა.

პირველ ეტაპზე მუშავდებოდა მოდელირების მეთოდით, რათა გამოვლენილიყო ქვაბულის გამაგრებული, გაუმაგრებელი ფერდობის მუშაობისა და რღვევის ხასიათის ზოგადი სურათი. ამიტომ პირველი ეტაპის ექსპერიმენტებში გამაგრების ტექნოლოგიის სრული იმიტაციისათვის, მოდელები შემდგენიარად მზადდებოდა: დასაწყისში, ღეროვანი სამაგრის დაყენების პერიოდში ქვაბულის ფერდობის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად ნარევის (ფაქტისა მშრალ გაცრილ ქვიშასთან) ბენზინით ასველებდნენ,

შემდეგ ხდებოდა ნარევის პირველი ფენის ამოთხრა, რაც იძლეოდა გრუნტის მასივის იმიტაციას. ამგვარად წარმოქმნილი 10 სმ (ნატურაში 1 მ) სიმაღლის ქვაბულის ფერდობში შეყავდათ 3 მმ დიამეტრის (ნატურაში 30 მმ) მავთულისგან დამზადებული ღეროები ბიჯით 10 სმ, (ნატურაში 100 სმ). ღეროს სიგრძე აიღებოდა 60 სმ (0.5 H, სადაც H არის ქვაბულის სიღრმე). ბენზინის აორთქლების შემდეგ, გრუნტის ადგილობრივი შესაძლო ჩამოყრისაგან ფერდობის დასაცავად, ფერდობზე დაიტანებოდა ინტერლაქის რამდენიმე ფენა. ასეთი მეთოდით ქვაბული მუშავდებოდა და მაგრდებოდა 1.0 მ სიღრმეზე (ნატურაში 10.0მ). ექსპერიმენტის დროს მიღებული იქნა გამაგრებული გრუნტის მასივის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილებების სიდიდეები. ვიზუალურმა დაკვირვებებმა საშუალება მოგვცა მიგველო გამაგრებული და გაუმაგრებელი ფერდობის რღვევის სურათი. კვლევების პირველ ეტაპზე, მოდელის გამოცდის შედეგების ანალიზით, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ქვაბულის ფერდობში არმატურის ღეროების შეყვანა აძლევს მას დამატებით მდგრადობას, გაუმაგრებელ ფერდობთან შედარებით. რღვევის ხასიათიდან ჩანს, რომ გრუნტის არმირებისას წარმოიქმნება სამაგრის სახე, რომელიც ეწინააღმდეგება გრუნტის ჩამოშლას ჩამონგრევის სიბრტყეებზე, როგორც ეს ხდება გაუმაგრებელ ფერდობის შემთხვევაში.

მეორე ეტაპზე ტარდებოდა ფერდობის მდგრადობაზე ღეროების სიგრძისა და ბიჯის გავლენის კვლევა. ასევე არკვევდნენ გამაგრებული ფერდობის რღვევის მექანიზმს დატვირთვის მოდელის ადგილისაგან დამოკიდებულებით. იმის გამო, რომ კვლევა მიმდინარეობდა გარკვეულ სიღრმის ქვაბულის მთლიან ფერდობზე, გაჩნდა შესაძლებლობა გადასულიყვნენ მოდელის აგების უფრო მიახლოებულ, მარტივ ტექნოლოგიაზე. მოდელი ამ შემთხვევაში სრულდებოდა ქვემოდან ზემოთ ნარევის ფენა-ფენა მოცილებისა და ფენებს შორის დასაარმირებელი ღეროების დაყენების გზით. ჩამოცვენის თავიდან ასაცილებლად, ფერდობი დაცული იყო 3 მმ სისქის და ვერტიკალის სიმაღლის შესაბამისი ღეროს სიგრძის და ბიჯის არმირებული ცელულოიდის ფირფიტებით. ჩატარდა 12 ექსპერიმენტი და მიღებული შედეგებით, ქვაბულის ფერდობზე დატვირთვების სხვადასხვა მდებარეობებისა და სიდიდეებისთვის მიღებული იქნა გრუნტის გამაგრებული მასივის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილებების სიდიდეები. მეორე ეტაპის ექსპერიმენტების მიმდინარეობის მთელი პერიოდის განმავლობაში

ფიქსირდებოდა კრიტიკული დატვირთვა, რომლის დროსაც ხდებოდა მოდელში რღვევა. მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ არმირებული, ღეროებით გამაგრებული ფერდობის მდგომარეობა, აგრეთვე მისი მუშაობის ხასიათი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული დატვირთვის მოდების ადგილზე, ღეროების სიგრძესა და ბიჯზე და აგრეთვე ფერდობის დახრილობაზე.

კვლევის მესამე ეტაპზე მრღვევ დატვირთვებსა და ღეროვანი სამაგრის სხვადასხვა პარამეტრებს შორის ემპირიული დამოკიდებულების დასადგენად 25 ექსპერიმენტი ჩატარდა. ამ ეტაპის ექსპერიმენტები იგეგმებოდა მრავალფაქტორივი ანალიზის საფუძველზე. მიღებული შედეგების ეგმ ზე დამუშავების შემდეგ, გამოყვანილია ემპირიული ფორმულა, რომლითაც, თუ დასახულია ქვაბულის სიღრმე და მის გვერდებზე დატვირთვა, შეიძლება განვსაზღვროთ ღეროვანი სამაგრის ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი პარამეტრიც.

$$p = \frac{65}{s} - 0.95H - 0.02(0.35 - \alpha)^2 - 0.15(21-l)^2 + 32.9 \quad (1)$$

სადაც p -ქვაბულის გვერდზე დატვირთვა მგპ-ში;

l - ღეროების სიგრძეა მ-ში;

s - ერთ ღეროზე მოსული ფერდობის ზედაპირის ფართობი მ²;

α - ღეროების დახრის კუთხე რადიანებში.

კვლევის მეოთხე ეტაპზე შემოწმდა კვლევის მეორე და მესამე ეტაპების მოდელების გამარტივებული მეთოდებით აგების, აგრეთვე ამ ეტაპებზე მიღებული დასკვნებისა და დამოკიდებულებების მართებულობა. ჩატარდა ხუთი ექსპერიმენტი, რომლებშიც მოდელების აგების წესი მთლიანად შეესაბამებოდა ნატურალ პირობებში ღეროვანი სამაგრების ამოყვანისას მიღებულ სამუშაოთა ტექნოლოგიას. კვლევის ამ ეტაპზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა საშუალება მოგვცა დაგვეტკიცებინა წინა ეტაპზე მიღებული შედეგების სისწორე (განსხვავება 7%), ხოლო გამოყვანილი დამოკიდებულებები სანდოდ ჩაგვეთვალა.

მოდელებზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა ქვაბულის ღეროვანი სამაგრის მუშაობის თავისებურებანი, შეგვეფასებინა ძირითადი ფაქტორების გავლენის ხარისხი და ამის საფუძველზე ამ თავისებურებათა განმსაზღვრელი თითოეული ფაქტორისათვის მიგვეცა რაოდენობრივი შეფასება. დადგენილი ფაქტორებიდან ყველაზე

მნიშვნელოვანია: არმირებული ღეროების ჩაყენების სიგრძე და ბიჯი, ქვაბულის ფერდის დახრილობა და დატვირთვის მოდების ადგილი.

ექსპერიმენტალური მონაცემების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ გრუნტში ფოლადის ღეროების შეყვანის შედეგად ხდება გრუნტის მასივის არმირება და წარმოიქმნება თვითმზიდი “ფოლადგრუნტიანი” კედელი, რომლის მუშაობის ხასიათი და მდგრადობა დამოკიდებულია დატვირთვის მოდების ადგილზე და ყველაზე არახელსაყრელია სქემები, როდესაც დატვირთვა განლაგებულია ქვაბულის გვერდიდან არმირებული ღეროების სიგრძის ტოლ მანძილზე ან ქვაბულის კიდიდან უსასრულობამდე. ღეროს სიგრძის გადიდება და მათი დაყენების ბიჯის შემცირება გამაგრებული ფერდის მდგრადობის პროპორციულია. მაგრამ ღეროს ოპტიმალური სიგრძეა 0.45 H-დან 0.9 H-მდე ფარგლებში, ხოლო 0.4 მ-ზე ნაკლები ბიჯი არამიზანშეწონილია, რადგან ფერდის მდგრადობა მნიშვნელოვანად მალდება, როცა დახრილობა 15 გრადუსამდეა, შემდგომში ფერდის დახრის კუთხის გაველენა უმნიშვნელოა.

19 ქ. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მაგალითები

თანამედროვე ქალაქები ვითარდება არა მარტო ჰორიზონტალურად, არამედ ვერტიკალური მიმართულებითაც, ფართოდ ითვისებენ რა მიწისზედა და მიწისქვეშა სივრცეებს. ვერტიკალური ზონირება ანუ სხვადასხვა ობიექტების მიწისქვეშა და მიწისზედა განლაგება საშუალებას იძლევა განვაცალკევოთ ტრანსპორტისა და ქვეითთა ნაკადები, ერთიმეორეს ავაცილოთ ტრანზიტული, ადგილობრივი, ჩქაროსნული და ჩვეულებრივი სატრანსპორტო ნაკადები, ეფექტიურად გამოვიყენოთ მიწისზედა ტერიტორია.

ქალაქების ინფრასტრუქტურის პრობლემათა წარმატებით გადაჭრა შეუძლებელია მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური ათვისების გარეშე. ამაში იგულისხმება მიწის ზედაპირის ქვეშ სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების ობიექტების განლაგება, რომლებიც განკუთვნილია სატრანსპორტო ნაკადების გასატარებლად, საინჟინრო კომუნიკაციების გასაყვანად, ავტომობილების ხანგრძლივი ან ხანმოკლე დროით შესანახად, საინჟინრო მოწყობილობათა, სავაჭრო, ადმინისტრაციული, კომუნალური და ა. შ. დანიშნულების ობიექტების განლაგებისათვის.

ქალაქებში მიწისქვეშა ობიექტების მშენებლობა უნდა ხორციელდებოდეს კომპლექსურად, წინასწარ დასახული სტრატეგიული თვალთახედვის შესაბამისი გენერალური გეგმის მიხედვით, რომლის ძირითადი მიზანია მიწისქვეშა და მიწისზედა ნაგებობებისგან შეიქმნას ერთიან სივრცეში მოქმედი, ურთიერთკავშირში მყოფი ოპტიმალურად ფუნქციონირებად ობიექტთა სისტემა.

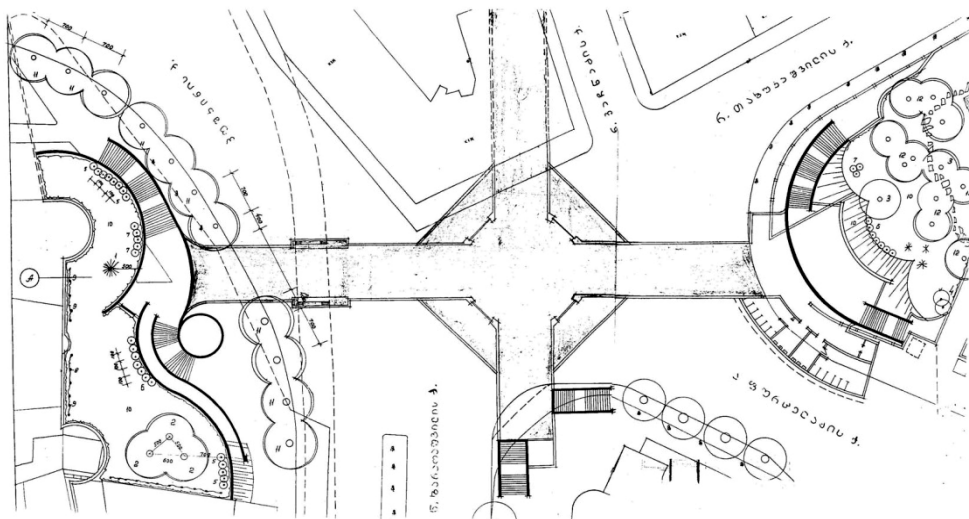
პირველ რიგში მიწისქვეშა სივრცე უნდა ათვისებულ იქნას ქალაქების ცენტრალურ რაიონებში, სადაც თავისუფალი ტერიტორიები თითქმის არ არის და არსებული ინფრასტრუქტურა ძალზე დეფიციტურია, ხოლო საგზაო ქსელი გადატვირთულია სატრანსპორტო საშუალებებით. ამ პირობებში მაქსიმალურად უნდა იქნეს გამოყენებული არსებული ბუნებრივი რელიეფი: მთის ფერდობები, ხევები, ბორცვები და ა. შ.

საქართველოს დიდ ქალაქებში მიწისქვეშა სივრცის გამოყენების შესანიშნავი შესაძლებლობები არსებობს, რაც დღეს სრულიად გამოუყენებელია, თუ არ ჩავთვლით თბილისის მეტროპოლიტენს. ამ პრობლემის გადაჭრა ძალზე აქტუალურია, ამავე დროს კი თბილისს, ქუთაისს, თელავს, ჭიათურას, ტყიბულს, ბათუმს და საქართველოს სხვა, რთულ რელიეფზე განლაგებულ ქალაქებს შესანიშნავი შესაძლებლობები გააჩნიათ. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის წარმატებით გამოყენების მრავალი ისტორიული მაგალითი არსებობს, რომელთა შორის გამოირჩევა დღევანდელი თავისუფლების მოედნისა და პუშკინის ქუჩის ქვეშ XIX ს-ის ორმოციან წლებში ე.წ. ავანანთ ხევის დახრამულ ფერდობებში დიდი სანიაღვრე კოლექტორისა და სავაჭრო სახლის მრავალსართულიანი საწყობების განლაგება. თბილისში შესაძლებელია ასევე XIX საუკუნეში ქალაქის ცენტრში აშენებული საკმაოდ დიდი მოცულობის მიწისქვეშა სივრცეების აღდგენა და მათი დღევანდელი საჭიროებებისათვის გამოყენება, ასეთია, მაგალითად, ყოფილი თამამშევის ქარვასლის მრავალსართულიანი სარდაფები თავისუფლების მოედნის ქვეშ.

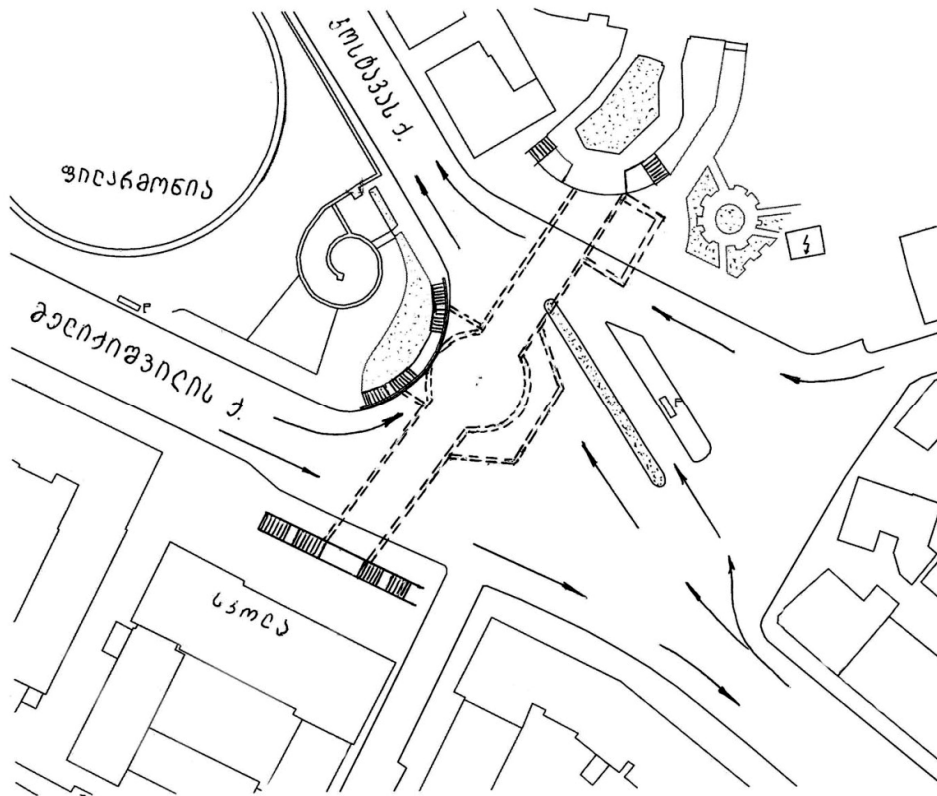
თბილისში და საქართველოს სხვა ქალაქებში, სადაც მიწისქვეშა სივრცის ათვისება განსაკუთრებით აქტუალურია, აუცილებელია ქალაქის განვითარების გენერალურ გეგმაში გამოყოფილი იყოს სპეციალური თავი „მიწისქვეშა სივრცის გამოყენებისა და ორგანიზაციის სქემა“, რომელშიც განხილული იქნება მიწისქვეშა სივრცის გამოყენების საკითხი სატრანსპორტო, საზოგადოებრივი, კულტურული, თავდაცვითი და სხვა ხასიათის ნაგებობების განლაგებითა და ურთიერთკავშირით. გეგმაში ჩამოყალიბებული უნდა იყოს

მიწისქვეშა მშენებლობის განვითარების ძირითადი კონცეფცია და მიმართულებანი. უნდა დადგინდეს ცალკეული ობიექტების ნომენკლატურა, გამტარუნარიანობა და სიმძლავრე, გაირკვეს ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზონირების საზღვრები, მათი მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტიურობა.

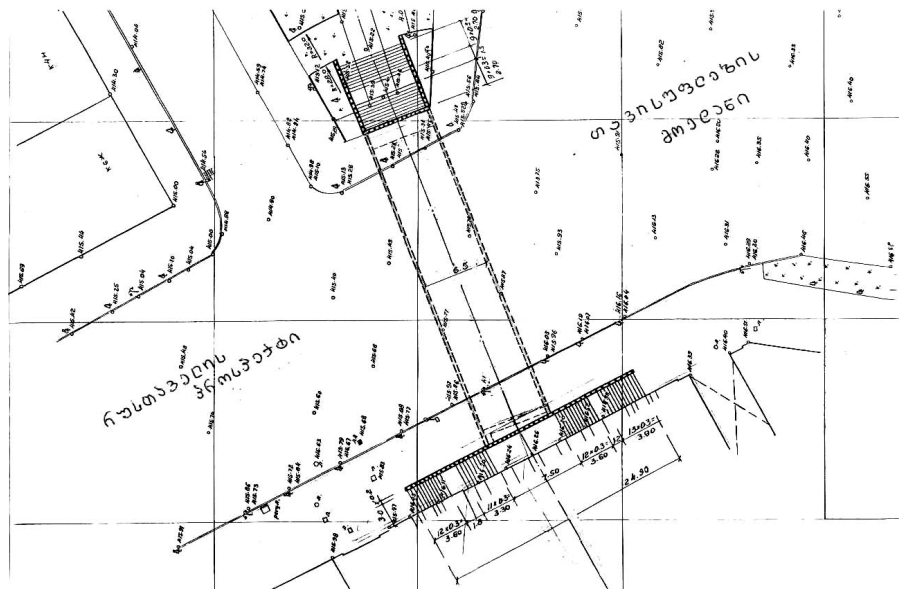
მიწისქვეშა სივრცე პირველ რიგში გამოყენებული უნდა იქნას მეტროპოლიტენის ახალი სადგურების და არსებულ სადგურებზე დამატებითი ჩასასვლელების მოსაწყობად, ავტოსატრანსპორტო გვირაბებისა და კვანძების ასაშენებლად, მიწისქვეშა ავტოფარეხების, საკომუნიკაციო კოლექტორების, რეზერვუარებისა და სხვა საინჟინრო ობიექტების მოსაწყობად. თბილისში აშენებული ზოგიერთი მიწისქვეშა ნაგებობის სქემა მოცემულია ნახაზებზე 17–23.



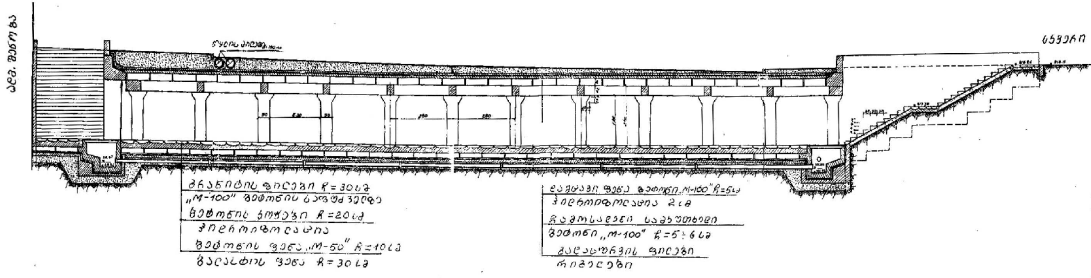
ნახ. 17. მიწისქვეშა საგაზონო-სატრანსპორტო კომპლექსი ქ. თბილისში „ორბელიანის“ (ყოფილი „კოლმეურნეთა“) მოედანი (თბილქალაქპროექტი. არქ. შ. ყაველაშვილი)



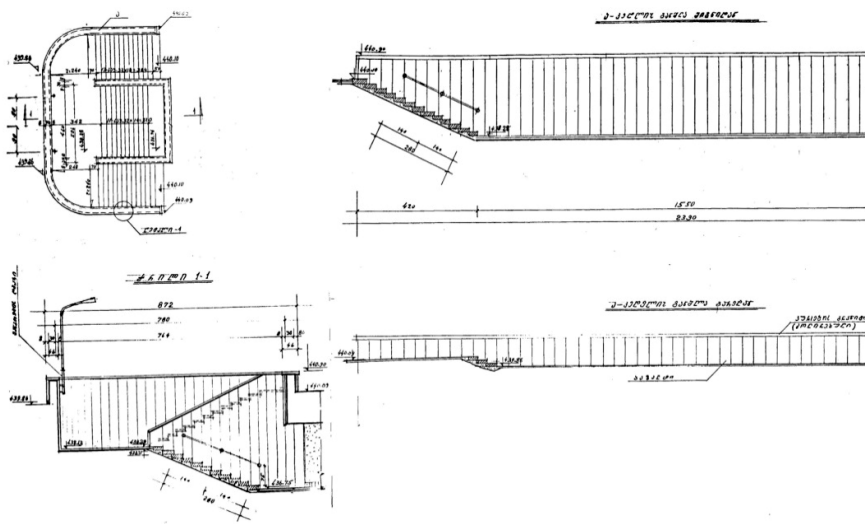
ნახ. 18. მიწისქვეშა საქვეითო კომპლექსი თბილისის ფილარმონიასთან (თბილქალაქპროექტი, არქ. ვ. ხერუაშვილი)



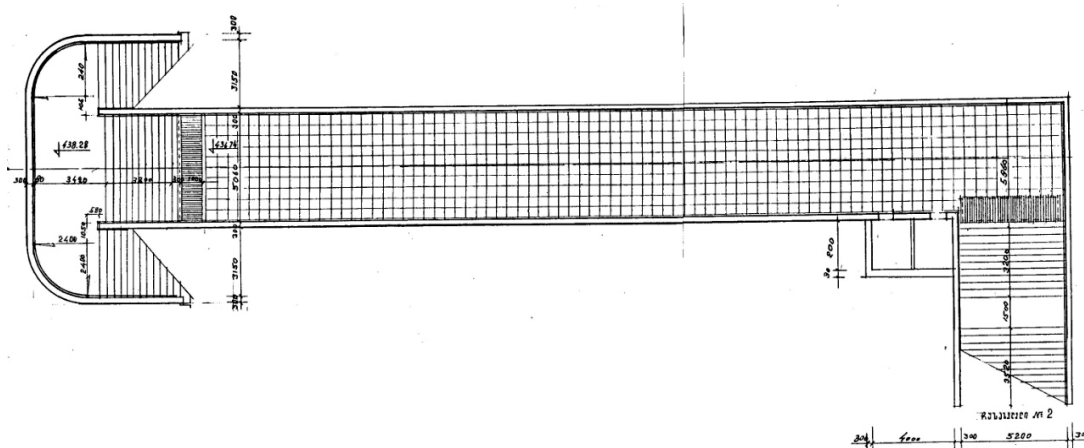
ნახ. 19. მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელი თბილისში რუსთაველის გამზ. ბოლოში (ქალაქპროექტი, 1960 წ.)



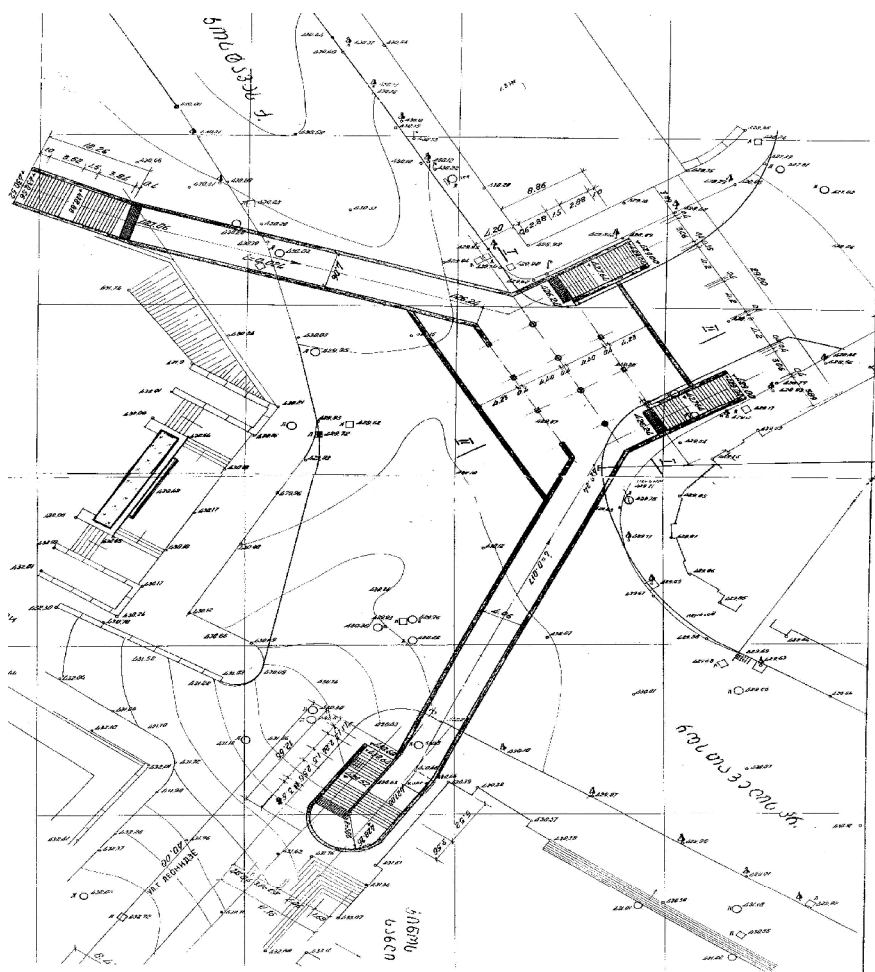
ნახ. 20. მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელი რუსთაველის გამზირის ბოლოში თავისუფლების მოედანზე (თბილქალაქპროექტი, 1960 წ.)



ნახ. 21. საქვეითო მიწისქვეშა გადასასვლელი თბილისში ტექნიკური უნივერსიტეტის ადმინისტრაციულ კორპუსთან სააკაძის მოედანზე (თბილქალაქპროექტი, 1970 წ.)



ნახ. 22. მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელი სააკადის მოედანზე ტექნიკურ უნივერსიტეტთან (თბილქალაქროექტი)



ნახ. 23. მიწისქვეშა კომპლექსი რუსთაველის მოედანზე (ვარიანტი).
(თბილქალაქროექტი, ინჟ. ი. ლვანოვი)

პროექტების უმრავლესობა შესრულებულია საპროექტო ინსტიტუტ „თბილქალაქპროექტის“ მიერ გასული საუკუნის 60–70-იან წლებში, როდესაც ინტენსიურად ვითარდებოდა თბილისის სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა ქალაქის მაშინდელი მერის, სპეციალობით საგზაო ინჟინრის, შოთა ბუხრაშვილის უშუალო მხარდაჭერითა და ხელშეწყობით.

მიწისქვეშა სივრცის აქტიური გამოყენება საშუალებას გვაძლევს:

– მნიშვნელოვნად გავაუმჯობესოთ ქალაქების არქიტექტურულ-დაგეგმარებითი სტრუქტურა; გავათავისუფლოთ მიწის ზედაპირი მრავალი დამხმარე ნაგებობისაგან; რაციონალურად გამოვიყენოთ ქალაქის ტერიტორია საცხოვრებელი სახლების, პარკების, სკვერების, სტადიონების, ქვეითთა ანუ „უაგტომობილო“ ზონების მოსაწყობად;

2. შედეგები და მათი განსჯა

2.1 ქ. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მდგომარეობა და პერსპექტივები

თანამედროვე ქალაქების მიწისქვეშა სატრანსპორტო სისტემამ უნდა უზრუნველყოს არა მარტო მგზავრების მასობრივი და კომფორტული გადაადგილება ქალაქის ფარგლებსა და მის აგლომერაციებში, არამედ დამაკავშირებელი როლი უნდა ითამაშოს მიწისზედა და მიწისქვეშა საქალაქო ცენტრებს შორის. მიწისქვეშა სატრანსპორტო სისტემის მთავარი ელემენტია მეტროპოლიტენი.

როგორც ყველა დიდი ქალაქის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, ისე თბილისისთვისაც მეტად მნიშვნელოვანია მეტროპოლიტენის ქსელის გაფართოება. მიუხედავად მთელი რიგი აშკარა უპირატესობებისა, ეკონომიკური ეფექტურობისა და ხელშემწყობი რელიეფისა, როგორცაა ქ. თბილისში, მიწისქვეშა სივრცის ათვისება, მათ შორის მეტროპოლიტენის მშენებლობა, უკანასკნელ პერიოდში მკვეთრად შემცირებულია.

თბილისის მეტროპოლიტენის მეორე რიგი მწყობრში ჩადგა 1979 წელს და მხოლოდ 21 წლის შემდეგ დასრულდა ამ ხაზზე გათვალისწინებული ბოლოს წინა სადგურის “ვაჟა-ფშაველას” მშენებლობა, ხოლო ბოლო სადგურის „უნივერსიტეტის“ ამოქმედების ვადა, ისევე, როგორც „დაკონსერვებული“ მშენებარე ხაზების მწყობრში ჩადგომა, გაურკვეველია. ქვეყნის საგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარებისათვის, ეკონომიკის წინსვლისთვის აუცილებელია უახლოეს მომავალში გამოინახოს ფინანსური საშუალება მიწისქვეშა მშენებლობის გაფართოების უზრუნველსაყოფად. ერთ-ერთ ასეთ წყაროდ მიგვაჩნია, საზღვარგარეთის მაგალითებიდან გამომდინარე, კერძო კაპიტალის მოზიდვა კომერციული სქემის „ვოტის“ (ინგლისური აბრევიატურაა „ვაშენებ-ვფლობ-ექსპლუატაციას ვუწევ-ვიბრუნებ“) საფუძველზე.

ჩვენი მოსაზრებით საქართველოში და კერძოდ ქ. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის ათვისება უნდა მოხდას შემდეგი მიმართულებებით:

– სატრანსპორტო და ჰიდროტექნიკური გვირაბების მშენებლობა; მიწისქვეშა სატრანსპორტო ქსელის განვითარება მიზანშეწონილია წარიმართოს შემდეგი სქემით:

– თბილისის მეტროპოლიტენის ქსელის დახვეწა არსებული სადგურებისათვის, ადრე პროექტირებისას გათვალისწინებული დამატებითი შესასვლელებისა და გასასვლელების მოწყობა; მშენებარე და ახალი ხაზების გაყვანა ცენტრალურ და განსაკუთრებით, მჭიდროდ დასახლებულ ქალაქის ნაწილებში, ახალი სადგურების მოწყობით; მცირედ დასახლებული გარეუბნების ცენტრთან დაკავშირებით ძვირად ღირებულ მიწისქვეშა კომუნიკაციებზე უარის თქმა, და ამის სანაცვლოდ ბევრად უფრო იაფი, ჩქაროსნული ტრამვაის ხაზებზე გადასვლა.

მომავალში თბილისის მეტროპოლიტენის ტრასამ ქალაქის თავისებურებების, მისი ნაწილების განლაგების, რელიეფის, განაშენიანებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით უნდა დააკმაყოფილოს გარკვეული მოთხოვნები.

რადგან, ქალაქი მნიშვნელოვნადაა გადაჭიმული სიგრძეზე, ყველაზე მიზანშეწონილად მიიჩნევა მეტროპოლიტენის გრძივი მაგისტრალური ხაზის განვითარება—მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროები უნდა გადაიკვეთოს გარეუბნების დამაკავშირებელი რამდენიმე განივი ხაზით.

ამისათვის მიზანშეწონილია მოქმედ სქემას დაემატოს შემდეგი ხაზები:

- პირველი მონაკვეთი: დიდმის მასივი—ვაშლიჯვარი—სამედიცინო ინსტიტუტი—უნივერსიტეტის მშენებარე სადგური—ჭავჭავაძის გამზირი—უნივერსიტეტი—რუსთაველი;

- მეორე მონაკვეთი ცენტრის მიმართულებით: პოლიტექნიკური ინსტიტუტი—რუსთაველი; თავისუფლების მოედანი—გორგასლის მოედანი—ერწანისი—ქარხანა ელექტროავტომატი—ფონიჭალა

მარცხენა სანაპიროს მაგისტრალი:

ვაგზალი—ლოტკინის მთა—თბილისის ზღვა;

მარჯანიშვილი—9 ძმის ქუჩა.

ასევე სატრანსპორტო კვანძების გასახსნელად თბილისში უნდა აშენდეს მცირე ჩადრმაგების საავტომობილო გვირაბები. საავტომობილო გვირაბების აშენება აუცილებელი ხდება არსებული მაგისტრალების რეკონსტრუქციისა და უწყვეტი მოძრაობის ჩქაროსნული ტრასების მშენებლობისას. ავტომობილთა

მოძრაობის სიჩქარე და მაგისტრალების გამტარუნარიანობა მნიშვნელოვნადაა შეზღუდული ინტენსიური ნაკადების ერთ დონეზე კვეთის ადგილებში. სატრანსპორტო კვანძის გახსნა გულისხმობს ნაკადების სხვადასხვა დონეზე გატარებას, რის შედეგად აღარაა შეფერხებები შუქნიშნებთან, უმჯობესდება მოძრაობის უსაფრთხოება, მაღლდება გადაადგილების სიჩქარე, მცირდება ხმაური და მავნე ნივთიერებათა გამონაბოლქვის მოცულობა. კვანძის გახსნა სხვადასხვა დონეზე ეწეობა ჩქაროსნული გზებისა და მაგისტრლების გადაკვეთაზე, მიმსრობასა და განშტოებაზე, უწყვეტი მოძრაობის ჩქაროსნული მაგისტრალების კვეთაზე უფრო დაბალი კატეგორიის გზებთან და ქუჩებთან, რაიონული მნიშვნელობის მაგისტრალებსა და ყველა სხვა კვანძებზე, თუ ყველა მიმართულებით მოძრაობის დაყვანილი ინტენსივობა აჭარბებს 6-8 ათას ერთეულს საათში.

სატრანსპორტო ნაკადების კვანძის გახსნა შესაძლებელია ორ, სამ და მეტ დონეზე ჭრილების, ესტაკადების და გვირაბების გამოყენებით. ზოგიერთ შემთხვევაში საჭირო ხდება კვანძის კომბინირებული გახსნა სხვადასხვა ტიპის ხელოვნური ნაგებობის აგებით, მაგალითად, ესტაკადა და გვირაბი ან ორი ესტაკადა გვირაბით და ა. შ. ჩვეულებრივ, ასეთ კვანძებში რამდენიმე მიმართულება იკვეთება და ავტომობილთა დღეღამური ინტენსივობა რამდენიმე ასეულ ათასს აღწევს.

ყველაზე მარტივი ტექნიკური გადაწყვეტილება, ორ დონეზე კვანძის გახსნისათვის, არის ერთ-ერთი მაგისტრალის გატარება ბუნებრივი დახრილობის მქონე ფერდობებიან ჭრილში. ამ დროს მეორე მაგისტრალისათვის ეწეობა გზა გამტარი და საქვეითო გადასასვლელი მიწის ზედაპირის დონეზე, ჭრილიდან ამოსასვლელად და ჩასასვლელად კი პანდუსები. ასეთი გადაწყვეტა ქალაქებში იშვიათად გამოიყენება, ვინაიდან ჭრილის ფერდობები იკავებენ დიდ ტერიტორიას. უფრო რაციონალურია ჭრილებისათვის ვერტიკალური ფერდობების მოწეობა საყრდენი კედლებით, მაგრამ ამ დროს რთულდება ჭრილებიდან ავტომობილთა ამოსასვლელებისა და ჩასასვლელების მოწეობა.

თუ რელიეფი ჩაზნექილია, მიზანშეწონილია კვანძის გახსნა ესტაკადით. ამ დროს არაა საჭირო დიდი მოცულობის მიწის სამუშაოების შესრულება, მიწისქვეშა კომუნიკაციების გადაადგილება, საჭიროა მხოლოდ ესტაკადის საყრდენების ქვეშ, ესტაკადის რამპების ქვეშ თავისუფალ სივრცეში

მოწყოს ავტოსადგომები. მაგრამ ესტაკადა საკმაოდ დიდი გაბარიტის ნაგებობაა, იგი ცუდად გამოიყურება მაღლივი შენობების ფონზე, ხერგავს შენობებს შორის სივრცეს, ვიწრო მაგისტრალზე მათი აშენება აუარესებს შენობაში ცხოვრების პირობებს, გზაჯვარედინზე მცირდება მხედველობა, როგორც წესი, უარესდება არსებული არქიტექტურული ანსამლი.

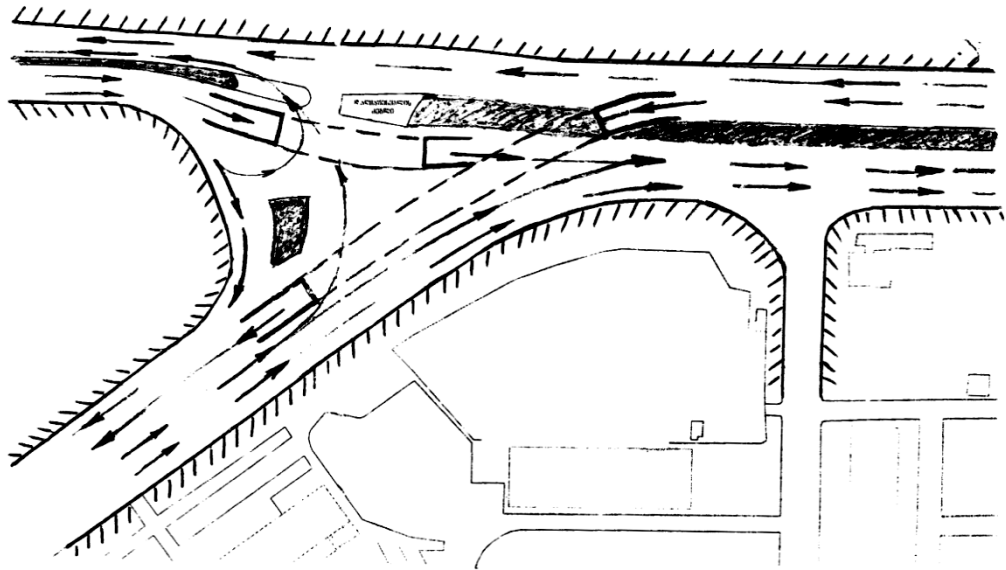
ყველა ეს ნაკლი იხსნება გვირაბების გამოყენებისას, განსაკუთრებით ამოზნექილ რელიეფზე. გვირაბებიანი კვანძები იკავებენ გაცილებით მცირე ტერიტორიას, მიწის ზედაპირზე მათი კონსტრუქცია არაა ამოწეული არსებული ზედაპირიდან, გვირაბებში ავტომობილები დაცულია ატმოსფერული მოვლენებისაგან და ა. შ. სატრანსპორტო გვირაბები განსაკუთრებით მიზანშეწონილია იქ, სადაც არსებული მაგისტრალის გაფართოება შეუძლებელია, კაპიტალური შენობებით მჭიდრო განაშენიანების გამო, რომელთა დანგრევა ან გადაწევა არასასურველია აგრეთვე მდინარეების და არხების სანაპიროს გასწვრივ. ამ მოსაზრების სისწორის დამადასტურებელია თბილისში კოსტავას ქუჩის მაგალითი, ფილარმონიასა და ვერის პარკს შორის მდებარე მონაკვეთზე მტკვრის სანაპირო.

კოსტავას ქუჩაზე არსებული ორი კაპიტალური შენობის გადაწევა და სხვა უმნიშვნელო შენობათა დანგრევა ორჯერ და მეტად გაზრდიდა ქუჩის გამტარუნარიანობას, გააუმჯობესებდა ადგილის არქიტექტურულ იერსახეს. ამის მაგიერ, არსებული „წითელი ხაზის“ გასწვრივ აშენდა ახალი კაპიტალური შენობები, რის შემდეგ კოსტავას ქუჩის გამტარუნარიანობის გაზრდა მხოლოდ მის ქვეშ გვირაბის მოწყობითაა შესაძლებელი. ეს კი ძალზე ძნელია არსებული მიწისქვეშა კომუნიკაციების, განსაკუთრებით კი ვერის უბნის ფერდობებიდან ჩამომავალი სანიაღვრე კანალიზაციის კოლექტორების გამო.

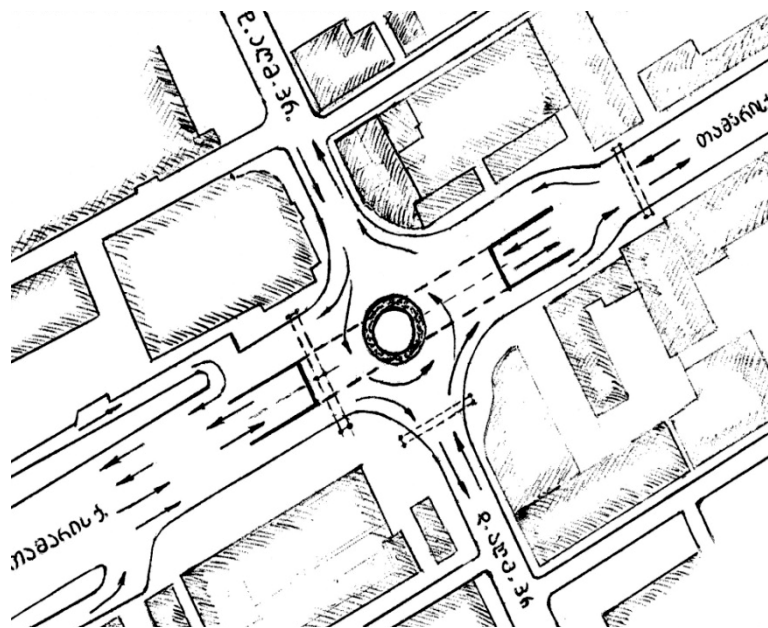
მტკვრის სანაპიროს უდიდეს ნაწილზე, მისი მჭიდრო განაშენიანების გამო, მაგისტრალის გამტარუნარიანობის მნიშვნელოვანი გაზრდა მხოლოდ სატრანსპორტო გვირაბითაა შესაძლებელი. ნახ. 24-ზე და ნახ. 25-ზე მოყვანილია ინჟ. კ. მჭედლიშვილის მიერ შემუშავებული საპროექტო წინადადებები თბილისის ორი რთული კვანძის გახსნის შესახებ სატრანსპორტო გვირაბების გამოყენებით.

ავტოსატრანსპორტო გვირაბის მშენებლობის ეკონომიკურ ეფექტიურობას არკვევენ ორ ეტაპად. პირველ რიგში არკვევენ ხელოვნური ნაგებობის

(ესტაკადა, გვირაბი, ღია ჭრილი) მოწყობის ეკონომიკურ მიზანშეწონილობას მოცემულ ტერიტორიაზე



ნახ. 24. დავით აღმაშენებლის ძეგლის მიმდებარე კვანძის გახსნა თბილისში ორი ცალმხრივი გვირაბის გამოყენებით (საპროექტო წინადადება, ინჟ. კ. მჭედლიშვილი)



ნახ. 25. დავით აღმაშენებლის გამზ. და თამარ მეფის ქ. გადაკვეთა ორმხრივი გვირაბის გამოყენებით თბილისში (საპროექტო წინადადება, ინჟ. კ. მჭედლიშვილი)

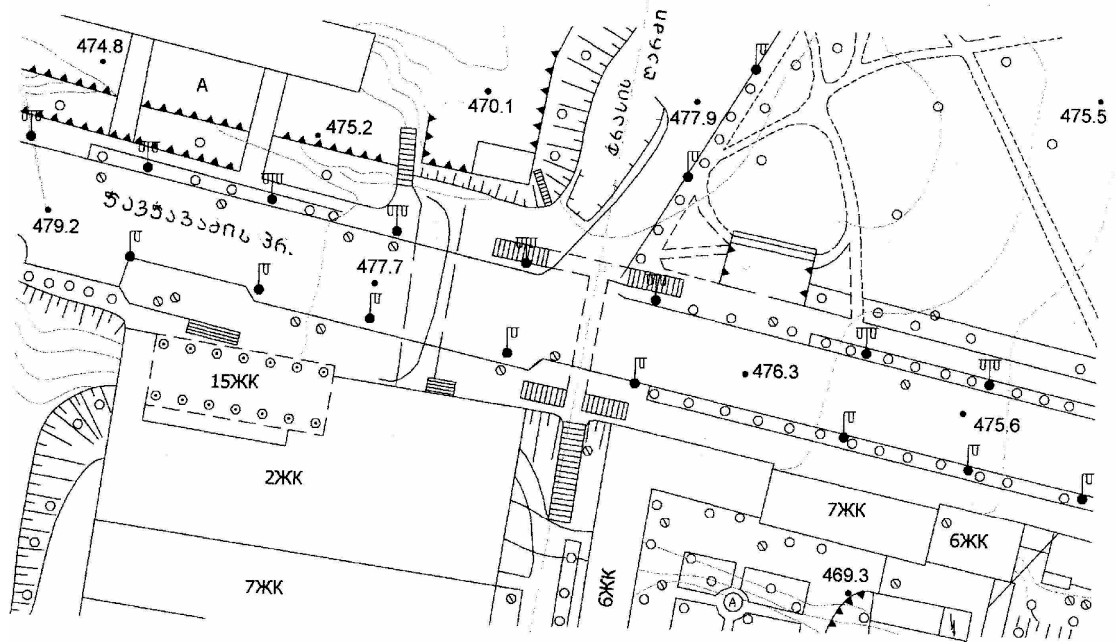
ზემოთ აღნიშნულის გარდა თბილისში მიზანშეწონილად მიგვაჩნია:
– სატრანსპორტო კვანძების გასახსნელად მცირე ჩაღრმავების გვირაბების გამოყენება;

– არსებული და მშენებარე ნაგებობების ქვეშ ასევე ამოზნექილ რელიეფზე სამთო ხერხით ავტოსადგომების გადატანა;

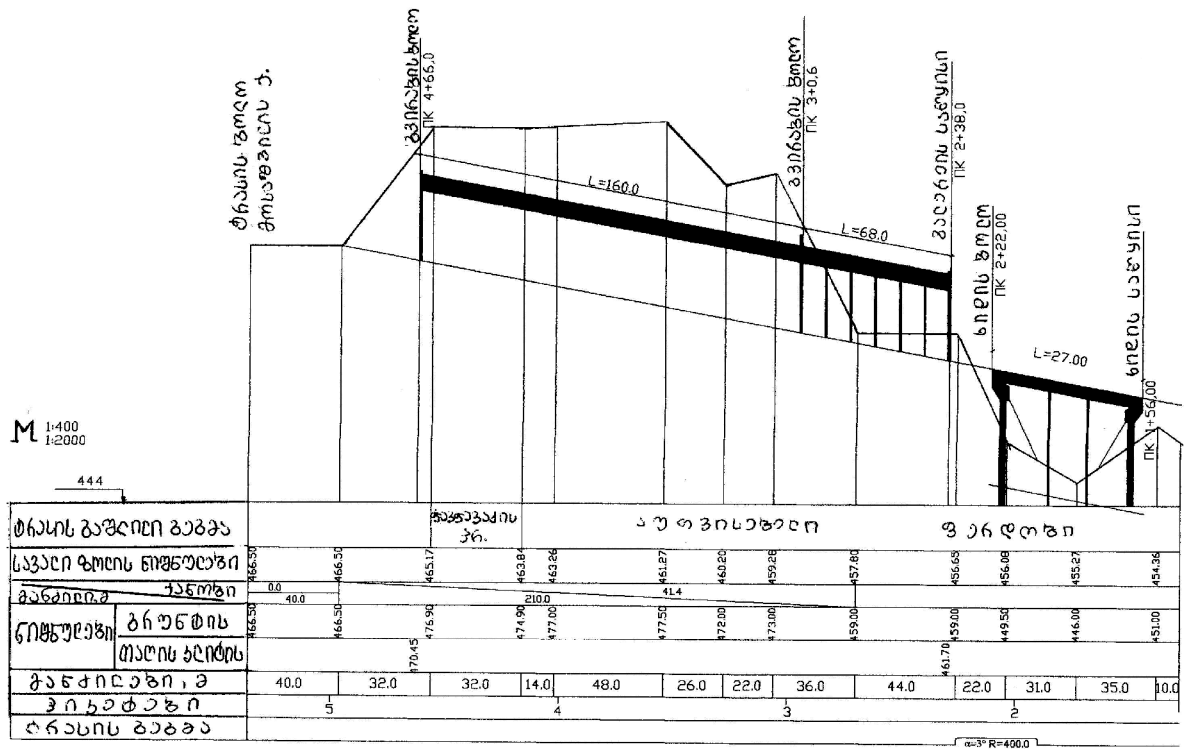
– მიწისქვეშა სივრცე გამოყენებული იქნეს სურსათის, სამშენებლო მასალების, ღვინის სასაწყობე ობიექტების განსათავსებლად, სამრეწველო დანიშნულების ობიექტებისათვის, ასევე საქალაქო კოლექტორების და უპირველეს ყოვლისა საწვავი აირების შესანახი ნაგებობებისათვის;

– სპორტული და კულტურულ-სანახაობრივი დანიშნულების ნაგებობებისათვის;

– განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მიწისქვეშა სივრცის გამოყენებას თავდაცვითი ნაგებობებისათვის, საგანგებო შემთხვევებში მოქალაქეთა თავშესაფარების მოსაწყობად.



ნახ. 26. ვაკისა და საბურთალოს (დოლიძის ქუჩა) დამაკავშირებელი ავტოსატრანსპორტო გვირაბი



ნახ. 27. ვაკისა და საბურთალოს დამაკავშირებელი ავტოსატრანსპორტო გვირაბის გრძივი პროფილი

დღეისათვის ქალაქების სწრაფი ტემპით ზრდისა და მოსახლეობის მატების პირობებში, მცირე ტერიტორიული რეზერვების და სატრანსპორტო საშუალებების სწრაფი განვითარების პირობებში ქალაქის სრულყოფის და საქალაქო ინფრასტრუქტურის განვითარების მეტად აქტუალურ მიმართულებას წარმოადგენს მიწისქვეშა სივრცის ათვისება. ქალაქების დაპროექტებისა და მშენებლობის გამოცდილებამ დაადასტურა, რომ სატრანსპორტო, სოციალურ-ეკონომიური, სანიტარულ-ჰიგიენური, სამხედრო, სამოქალაქო თავდაცვითი და მთელი რიგი საკითხების ფართო წრე, შეიძლება წარმატებით გადაიჭრას კომპლექსურად მიწისქვეშა სივრცეების გამოყენებით.

მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების მსხვილ ქალაქებში ხდება მიწისქვეშა სივრცის წინსწრებითი ათვისება. ამ პროცესს არ უნდა ჩამორჩნენ საქართველოს ქალაქები, უპირველეს ყოვლისა თბილისი. ეს მეტად მნიშვნელოვანია ქალაქის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის. თბილისსა და სხვა ქალაქებში აუცილებელია მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კონცეპტუალურ-სამოქმედო გეგმის შემუშავება.

ამისათვის საჭიროა ქალაქ თბილისისათვის დამუშავდეს და მერიის მიერ დამტკიცდეს მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ძირითადი მიმართულებები. მის

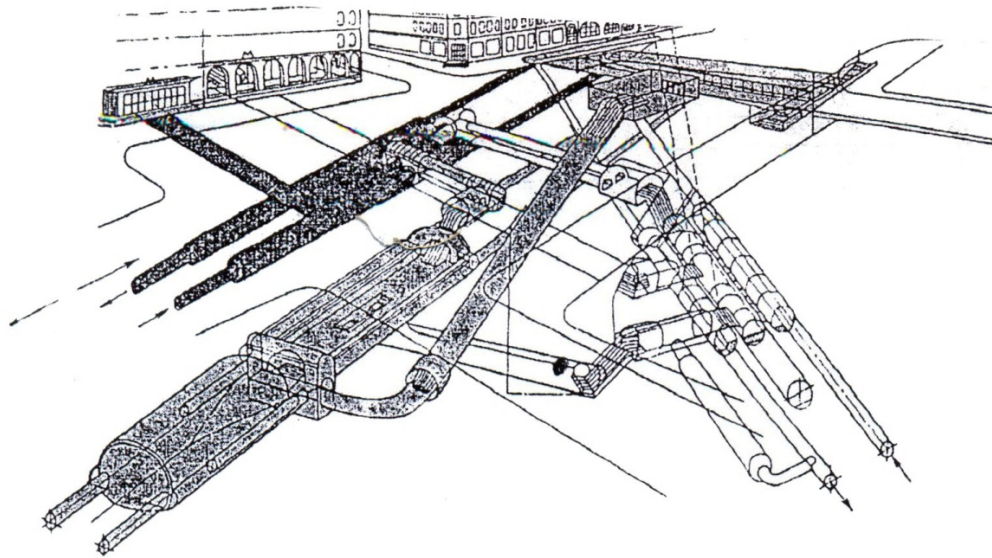
დამუშავებაში მონაწილეობა უნდა მიიღონ რიგმა სამეცნიერო-კვლევითმა დაწესებულებებმა, საპროექტო და საამშენებლო ორგანიზაციებმა, ქალაქის მერიის და მთავრობის შესაბამისი რგოლების წარმომადგენლებმა. დღეისათვის უკვე ჩამოყალიბდა საერთო და ძირითადი პრინციპები, აგრეთვე მოთხოვნები, რომელთა დაცვა და შესრულება აუცილებელია მიწისქვეშა სივრცის ათვისებისათვის, განსაკუთრებით მსხვილ ქალაქებსა და მეგაპოლისებში. მათ რიცხვს მიეკუთვნება შემდეგი ძირითადი მოთხოვნები, რომლებიც აუცილებლად უნდა იქნენ მხედველობაში მიღებული მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ღონისძიებათა შემუშავებისას.

უპირველეს ყოვლისა ესაა მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური გამოყენება და საქალაქო ინფრასტრუქტურის ობიექტთა წინასწარი განსაზღვრა, რომლებიც უნდა განლაგდნენ მიწისქვეშა სივრცეში უახლოეს მომავალში 2012-2013 წლებში. ეს საშუალებას მოგვცემს საქალაქო მიწისზედა ნაგებობებით ტერიტორიების განაშენიანებისას დავსახოთ მიწისქვეშა ობიექტებთან მათი ერთობლივი კომპლექსური გამოყენება.

თანამედროვე მიწისქვეშა სამოქალაქო მეურნეობა შედგება მრავალი სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობებისაგან: სატრანსპორტო, სავაჭრო და საზოგადოებრივი კვების, გართობა-დასვენების, სანახაობრივ-სპორტული, ადმინისტრაციული, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო, სამხედრო, სამოქალაქო თავდაცვითი და ასე შემდეგ.

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას უნდა შეიქმნას არა იზოლირებული, არამედ მიწისზედა და მიწისქვეშა ერთიანი საქალაქო სისტემები, რომლებიც სრულად უპასუხებენ მიწისქვეშა ურბანისტიკის მოთხოვნებს. (ნახ. 28)

პირველ რიგში მიწისქვეშა უნდა განვალაგოთ ობიექტები, რომელთა მიწის ზედაპირიდან მოცილება მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს მოსახლეობის ეკოლოგიურ და სოციალურ მდგომარეობას, შექმნის მათი შრომისა და დასვენებისათვის უკეთეს პირობებს. ასეთი ობიექტებია მავნე საწარმოო ნარჩენების საწყობები, მავნე გამონახობლები ავტოსადგომები, ზედმეტი ხმაურის წყაროები და ა. შ.



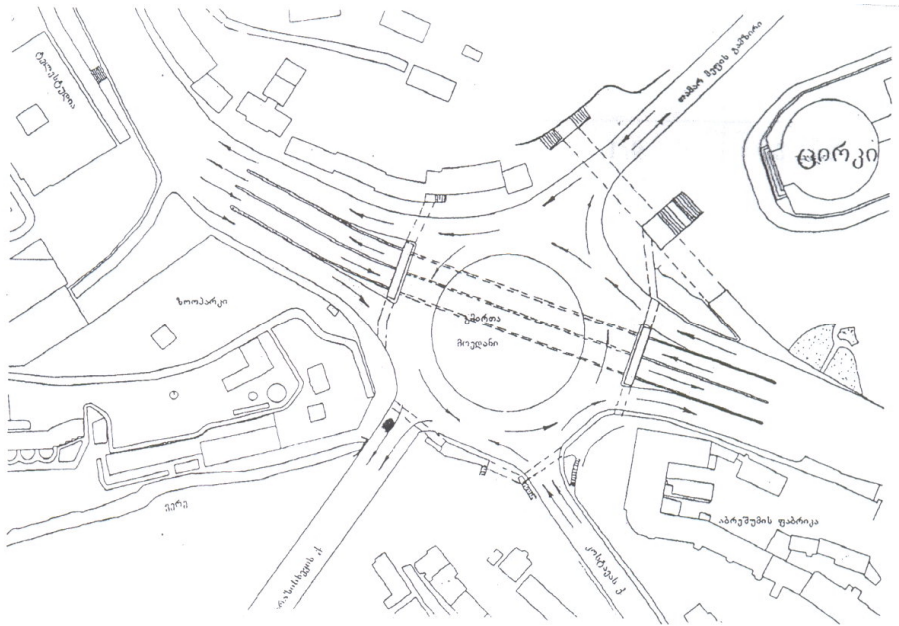
ნახ. 28 მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური ათვისების მაგალითი

უენევის ტბის ქვეშაა განლაგებული სადგომი 1400 ავტომობილისათვის. თანამედროვე არქიტექტურისათვის დამახასიათებელია ქალაქების მიწისქვეშა მრავალღონიანი და მრავალფუნქციონალური კომპლექსების ერთობლიობა. ასეთი კომპლექსები ახასიათებს მიწისქვეშა ურბანიზაციის თანამედროვე დონეს და შეიცავს სატრანსპორტო ობიექტებს (სადგურები, სადგომები, ავტოფარეხები, საქვეითო ზოლები და ა. შ.), აგრეთვე კულტურულ-სამომხმარებლო მნიშვნელობის და სხვა დანიშნულების ობიექტებს. მაგალითად, ტოკიოში ცენტრალური სადგურის ქვეშ განლაგდა მიწისქვეშა კომპლექსი „იაესუ“ 68000 კვ. მ ფართობით, სადაც 250 მაღაზია, კაფე, რესტორანი, ბანკი და სადაზღვევო კომპანიაა მოთავსებული. „იაესუს“ ერთი სართულით ქვევით არის ავტოსადგომი 570 ავტომობილისათვის. მთელს იაპონიაში არის უკვე 76 მიწისქვეშა ქალაქი, რომელთა საერთო ფართობია 820000 კვ. მ. ტოკიოს ფარგლებში მიწისქვეშა „იაესუს“ მშენებლობა დაჯდა 12 მილიარდი იენი. ამ დანახარჯმა საკლებით გაამართლა. მთლიანობაში იაპონიის მიწისქვეშა სივრცის გამოყენებამ აჩვენა მისი მაღალი ეკონომიური ეფექტი.

მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური გამოყენებისათვის აუცილებელი პირობაა გრუნტების გეომექანიკური მახასიათებლების დაწვრილებითი გამოკვლევა. აგრეთვე მიღებული შედეგების მხედველობაში მიღება, მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ყველა სტადიაზე, წინასწარი კვლევა-ძიებიდან ობიექტის ექსპლუატაციაში ჩათვლით.

მრავალფუნქციონალური ობიექტის მშენებლობის ადგილზე, საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების და სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებების დადგენის შემდეგ, მნიშვნელოვანი როლი უკავია მშენებლობის ორგანიზაციას. ამ პროცესში წინასწარ უნდა განისაზღვროს ორი ფაქტორი: პირველი – მასალების, თანამედროვე კონსტრუქციების, მეთოდების და ტექნოლოგიების გამოყენება; მეორე – ობიექტების უსაფრთხოება, საიმედოობა მშენებლობის და შემდგომ ექსპლუატაციის პერიოდში.

მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების მსხვილ ქალაქებში შემუშავებულია მიწისქვეშა სივრცის ქალაქის ისტორიული ცენტრის ქვეშ ათვისების პროგრამა და მიმდინარეობს მისი გეგმაზომიერი განხორციელება. კომპლექსურად წყდება ტრანსპორტის, კომუნალური და საბინაო, ენერგომომარაგების და ა. შ. პრობლემებისათვის. ამ პროცესს არ უნდა ჩამორჩნენ საქართველოს ქალაქები და უპირველეს ყოვლისა თბილისი. საქართველოში სატრანსპორტო, კომუნალური გვირაბების, მიწისქვეშა გადასასვლელების მშენებლობის მრავალი ათწლეულების გამოცდილებაა დაგროვილი (ნახ. 29). მაგ. თბილისში ყველაზე მეტად გავრცელებულია მეტროპოლიტენის ნაგებობები, ავტოსატრანსპორტო და კომუნალური გვირაბები, მიწისქვეშა გადასასვლელები და მიწისქვეშა კომპლექსები, რომლებშიც მიწისქვეშა საქვეითო მოძრაობის პარალელურად განლაგებულია სავაჭრო, საზოგადოებრივი კვების, კომუნალური მომსახურების ობიექტები, საგამოფენო დარბაზები, ოფისები და ა. შ. უმრავლეს შემთხვევაში ისინი უზრუნველყოფენ მგზავრთა ნაკადის უსაფრთხო, კომფორტულ და უმოკლეს კავშირს სუპერმარკეტებთან მეტროპოლიტენისა და რკინიგზის სადგურებთან, ან სტადიონებთან, კულტურისა და დასვენების პარკებთან. ყოველივე ეს მოწმობს რომ თბილისში მიწისქვეშა სივრცის განვითარება-ათვისება მნიშვნელოვანია, რამდენადაც აკმაყოფილებს ერთ-ერთ ძირითად მოთხოვნას: მსხვილ ქალაქებში მიწისქვეშა მრავალფუნქციური ობიექტების არსებობის აუცილებლობას. საინჟინრო, რაციონალური გადაწყვეტილებების ერთ-ერთი საუკეთესო მაგალითია მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომპლექსი გმირთა მოედანზე თბილისში.



ნახ 29 მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომპლექსიგმირთა მოედანზე

აღნიშნული კვანძი დაპროექტებულია 1970-71 წლებში ქ. თბილისში გმირთა მოედანზე, (არქ. ნახუცრიშვილი, ინჟინრები: ო. კიკნაძე, ზ. მხეიძე, კ. მჭედლიშვილი). იგი 30 წელზე მეტი წარმატებით ემსახურა ქალაქს. მისი გამტარუნარიანობა დღე-ღამეში 300 ათასამდე ავტომობილს შეადგენდა. თბილისში მიწისქვეშა სივრცის ათვისების შემდგომი ნაბიჯი უნდა გახდეს კონცეფტუალურ-სამოქმედო პროგრამის შემუშავება, რომელიც გაითვალისწინებს ქალაქის განვითარების კონკრეტულ პირობებს. ამ პროგრამის ძირითადი ამოცანები უნდა იყოს:

1. მიწისზედა ტერიტორიისა და მიწისქვეშა სივრცის ერთობლივი კომპლექსური განვითარების მართვის სახელმწიფო სისტემის ჩამოყალიბება.
2. მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ძირითად მიმართულებათა კომპლექსური ქალაქმშენებლობის პროგრამის შემუშავება.
3. მიწისქვეშა ობიექტების მშენებლობებისათვის საინვესტიციო პროექტების რეალიზაციის სტიმულირების სისტემის შექმნა.

მიზანშეწონილია ზემოთ ნახსენები პროგრამა განხორციელდეს ორ ეტაპად.

პირველი ეტაპი – 2012-2013 წ. მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური ათვისებისათვის მზადება, შესაბამისი ტექნიკურ-ეკონომიური დასაბუთებითა და სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციის შემუშავებით.

მეორე ეტაპი – 2014 წლიდან მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური ათვისების პროექტით გათვალისწინებული ობიექტების თანმიმდევრობითი მშენებლობით.

არსებული მრავალწლიანი გამოცდილება გვკარნახობს რომ მიწისქვეშა სივრცის საქალაქმშენებლო განვითარება უნდა განხორციელდეს შემდეგი ძირითადი მიმართულებებით:

- სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის მიწისქვეშა ობიექტები;
- ავტოსადგომებისათვის მიწისქვეშა სივრცის აქტიური გამოყენება, არსებული შენობების და ახალმშენებლობათა მიწისქვეშა ნაწილში, მთის ფერდობებში, რელიეფის უარყოფით ფორმებში;
- საინჟინრო ინფრასტრუქტურის მიწისქვეშა ნაგებობები; მიწისქვეშა სივრცის ათვისების სამუშაოები მოითხოვს მუშაკთა, უპირველეს ყოვლისა, სამთო-გეოლოგიური პროფილის ინჟინერთა კვალიფიციურ ქმედებას, ვინაიდან მშენებლობა ხორციელდება რთულ და ნაკლებად შესწავლილ, მუდმივად ცვალებადი თვისებების მქონე გრუნტის მასივში.

გეომექანიკური პირობების სირთულე და მიწისქვეშა მშენებლობის უსაფრთხოდ განხორციელების მოთხოვნები განაპირობებენ გეომორიტორინგის პროცესის უწყვეტად ჩატარებას. მან უნდა უზრუნველყოს ავარიული სიტუაციის დროული აღმოჩენა, რათა დროულად განხორციელდეს შესაბამისი პროფილაქტიკული და დაცვითი ღონისძიებები.

თანამედროვე ქალაქების მიწისქვეშა სატრანსპორტო სისტემამ უნდა უზრუნველყოს არა მარტო მეზავრების მასობრივი და კომფორტული გადაადგილება ქალაქის ფარგლებსა და მის აგლომერაციებში, არამედ დამაკავშირებელი როლი უნდა ითამაშოს მიწისზედა და მიწისქვეშა საქალაქო ცენტრებს შორის. მიწისქვეშა სატრანსპორტო სისტემის მთავარი ელემენტია მეტროპოლიტენი. თანამედროვე მეტროპოლიტენი არ შეიძლება იყოს მთლიანად „დახურული“ სისტემა. ის უნდა გახდეს ქალაქისა და მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურის მნიშვნელოვანი და ორგანული შემადგენელი ნაწილი.

საქალაქო ინფრასტრუქტურის განვითარების მიზნით მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კარგი მაგალითია თბილისის მეტროპოლიტენი.

ქ. თბილისის განაშენიანება თავიდანვე ხორციელდებოდა მდინარე მტკვრის ორივე ნაპირზე და ხასიათდებოდა მთელი რიგი თავისებურებებით.

მთავარი თავისებურებაა ქალაქის სიგრძივი განვითარება ერთი მიმართულებით, მტკვრის გასწვრივ 35 კმ მანძილზე, მაშინ როცა ქალაქის სიგანე მხოლოდ რამდენიმე კილომეტრია. მდინარე მტკვარი ქალაქს ორად ჰყოფს, ხოლო ქალაქის მარცხენა ნაწილი, თავის მხრივ გაყოფილია ორლიანდაგიანი რკინიგზის ხაზით და სადგურებით, თბილისი-სამგზავრო და ნავთლული. ამრიგად ქ. თბილისის ტერიტორია, შეიძლება ითქვას, შედგება სამი ერთმანეთისაგან იზოლირებული ვიწრო ზოლით, რომელთა შორის განივი სატრანსპორტო კავშირები მეტად გაძნელებულია, მდინარე მტკვრის საკმაოდ ღრმა ხეობისა და მაღალი ბორცვების არსებობით (მაგალითად, მდინარე ვერეს ღრმა ხეობა, იყალთოს, ბახტრიონისა და საირმის გორები).

მოსახლეობის მკვეთრ ზრდასთან ერთად ქუჩებში გაიზარდა ავტომობილების რაოდენობა, საზოგადოებრივ ტრანსპორტს უჭირს თავისუფლად გადაადგილება. მიწისზედა ტრანსპორტის სიჭარბემ გამოიწვია ტრამვაისა და ტროლეიბუსების ხაზების გაუქმება. გართულდა მოძრაობა “პიკის საათებში”, გახშირდა საცობები. ასეთ პირობებში მიზანშეწონილი გახდა თბილისის მეტროპოლიტენის მშენებლობა, რომლის აგების იდეა მე-20 საუკუნის 30-იანი წლების მეორე ნახევრიდან წარმოიშვა.

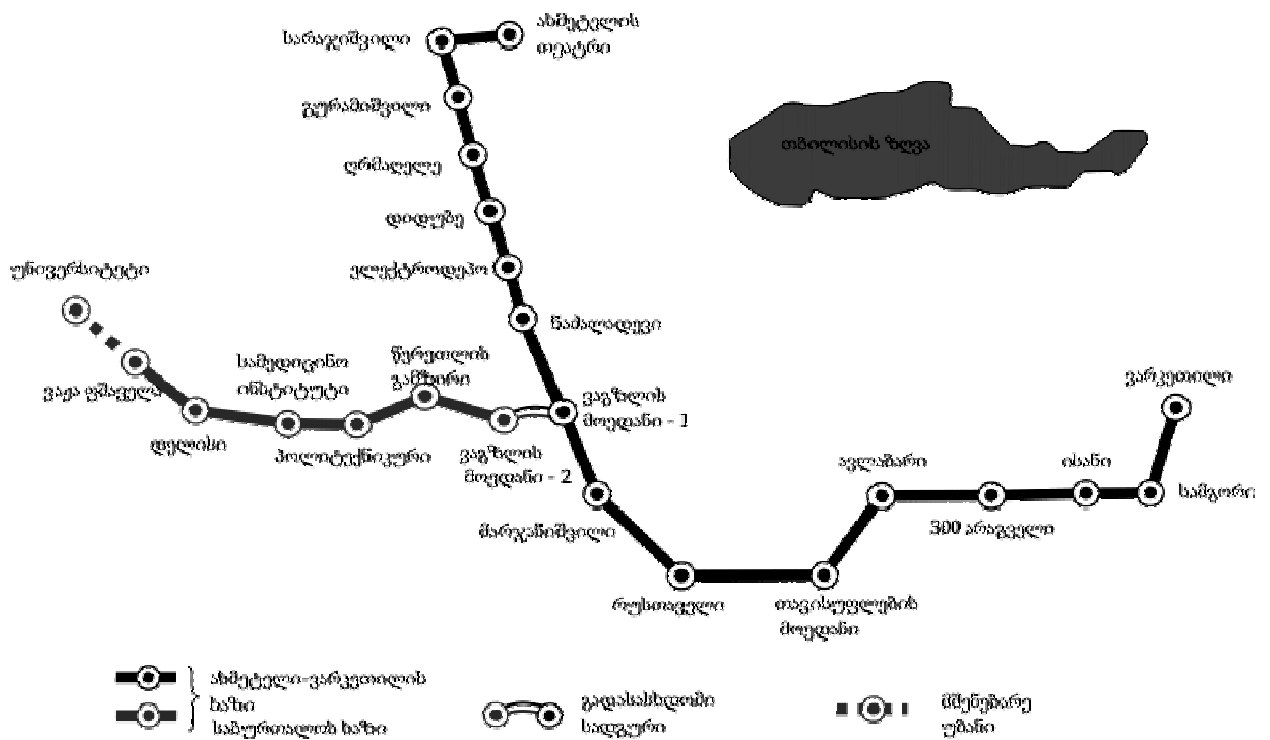
1940 წელს თბილისში გარკვეული საინჟინრო-საძიებო სამუშაოები ჩატარდა, რაც მეტროპოლიტენის მშენებლობის დაწყების მანიშნებელი იყო, მაგრამ მაშინ ამ შესანიშნავი წამოწყების განხორციელებას 1941 წელს დაწყებულმა ომმა შეუშალა ხელი.

1951 წლის 25 აგვისტოს მოსკოვმა მიიღო სათანადო დადგენილება თბილისის მეტროპოლიტენის მშენებლობის დაწყების შესახებ. მისი სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება 823,7 მლნ მანეთით განისაზღვრა. მშენებლობის უფროსად დანიშნა გ. ნასიძე, მოადგილედ ვ. გოცირიძე.

1953 წლის 7 სექტემბერს საკავშირო მინისტრთა საბჭომ გამოიტანა არასწორი დადგენილება თბილისის მეტროპოლიტენის ლიკვიდაციის, ხოლო კიევსა და ბაქოში დროებით კონსერვაციის შესახებ. საქართველოს მთავრობამ არ შეასრულა კრემლის ბრძანება და მშენებარე ობიექტი კონსერვაციის რეჟიმში გადაიყვანა. საკავშირო მთავრობამ რესპუბლიკის ხელმძღვანელობას მხოლოდ 1960 წლის დასაწყისში დართო ნება განეხლებინა მეტროპოლიტენის მშენებლობა.

1966 წელს საქართველოს დედაქალაქმა თბილისმა მიიღო ამიერკავკასიაში პირველი და საბჭოთა კავშირში მეოთხე მეტროპოლიტენი უსაფრთხო, მოხერხებული და ჩქაროსნული ტრანსპორტი.

მეტროპოლიტენის პირველი რიგის ტრასა კვეთს ქალაქის სამ, ერთმანეთისაგან განცალკევებულ ზოლს და ქალაქის მოსახლეობისათვის გადაადგილების ერთობ მოსახერხებელი საშუალებაა, რისი დადასტურებაც მგზავრთა გადაყვანის უწყვეტი ზრდა. თუ 1966 წელს გადაყვანილი იქნა 12 მლნ. მგზავრი, 1967 წელს უკვე 25,5 მლნ, ხოლო 1968 წელს 60 მლნ-მდე.



ნახ. 30. თბილისის მეტროპოლიტენის გეგმა.

ყოფილ საბჭოთა ქალაქებს შორის თბილისის მეტროპოლიტენს ქალაქის საზოგადოებრივი ტრანსპორტით მგზავრთა გადაყვანის საერთო მოცულობაში მტკიცედ ეკავა მეორე ადგილი ქ. მოსკოვის შემდეგ.

თბილისის მეტროპოლიტენი მოსახლეობაში მოწონებით სარგებლობს, ვინაიდან ტრასა და ცალკეული ნაგებობები მაღალ დონეზეა დაპროექტებული. სამშენებლო სამუშაოები კარგი ხარისხითაა შესრულებული, აქვს საუკეთესო საექსპლოატაციო მახასიათებლები. მეტროპოლიტენის სადგურები ინტერიერით

შესამჩნევად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რაც აგრეთვე მეტროპოლიტენის ღირსებას წარმოადგენს.

მომავალში თბილისის მეტროპოლიტენის ტრასამ ქალაქის თავისებურების, მისი ნაწილების განლაგების, რელიეფის, განაშენიანებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით უნდა დააკმაყოფილოს გარკვეული მოთხოვნები.

ქალაქი მნიშვნელოვან სივრძეზეა გადაჭიმული, ამიტომ ყველაზე მიზანშეწონილად მიიჩნევა მეტროპოლიტენის გრძივი მაგისტრალური ხაზის განვითარება. მარჯვენა და მარცხენა სანაპიროები უნდა გადაიკვეთოს გარეუბნების დამაკავშირებელ რამდენიმე განივი ხაზით. აქედან გამომდინარე მიზანშეწონილია მოქმედ სქემას დაემატოს შემდეგი ხაზები:

- პირველი მონაკვეთი – დიდმის მასივი ვაშლიჯვარი–სამედიცინო ინსტიტუტი–უნივერსიტეტის მშენებარე სადგური–ჭავჭავაძის გამზირი–უნივერსიტეტი–რუსთაველი.

- მეორე მონაკვეთი – (ცენტრის მიმართულებით) ტექნიკური უნივერსიტეტი–რუსთაველი–თავისუფლების მოედანი–გორგასლის მოედანი–კრწანისი–ქარხანა ელექტროავტომატი–ფონიჭალა.

- მარცხენა სანაპიროს გასწვრივი მაგისტრალი
- ვაგზალი–ლოტკინის მთა–თბილისის ზღვა;
- მარჯანიშვილი–9 ძმის ქუჩა.

ქალაქის ახალ რაიონებში და მათთან დასაკავშირებლად ასევე მიზანშეწონილია მეტროპოლიტენის ნაწილი მოეწიოს მიწის ზედაპირზე და ფაქტიურად ჩქაროსნული ტრამვაის როლი შეასრულოს. ეს საშუალებას მოგვცემს თავიდან ავიცილოთ ორი სხვადასხვა სახის ელექტროტრანსპორტის სახეობა და შევამციროთ გადასაჯდომი სადგურების რაოდენობა. თბილისის მეტროპოლიტენის ტრასა ძირითადად დიდი ჩაღრმავებისაა. პირველი სადგურები დიდი ჩაღრმავების პილონური და კოლონური ტიპისაა.

თბილისში და საქართველოს სხვა ქალაქებში, სადაც მიწისქვეშა სივრცის ათვისება განსაკუთრებით აქტუალურია, აუცილებელია ქალაქის განვითარების გენერალურ გეგმაში გამოყოფილი იყოს სპეციალური თავი „მიწისქვეშა სივრცის გამოყენებისა და ორგანიზაციის სქემა“, რომელშიც განხილული იქნება მიწისქვეშა სივრცის გამოყენების საკითხი სატრანსპორტო,

საზოგადოებრივი, კულტურული, თავდაცვითი და სხვა სახის ნაგებობების განლაგებითა და ურთიერთკავშირით. გეგმაში ჩამოყალიბებული უნდა იყოს მიწისქვეშა მშენებლობის განვითარების ძირითადი კონცეფცია და მიმართულებანი. უნდა დადგინდეს ცალკეული ობიექტების ნომენკლატურა, გამტარუნარიანობა და სიმძლავრე. გაირკვეს ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ზონირების საზღვრები, მათი მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიური ეფექტურობა.

მიწისქვეშა სივრცე პირველ რიგში გამოყენებული უნდა იქნეს მეტროპოლიტენის ახალი სადგურების და არსებულ სადგურებზე დამატებითი ჩასასვლელების მოსაწყობად, ავტოსატრანსპორტო გვირაბებისა და კვანძების ასაშენებლად, მიწისქვეშა ავტოფარეხების, საკომუნიკაციო კოლექტორების, რეზერვუარების და სხვა საინჟინრო ობიექტების მოსაწყობად.

თბილისში შესაძლებელია ასევე მე-19 საუკუნეში ქალაქის ცენტრში აშენებული საკმაოდ დიდი მოცულობის მიწისქვეშა სივრცეების აღდგენა და მათი დღევანდელი საჭიროებისათვის გამოყენება. ასეთია მაგალითად, ყოფილი თამამშევის ქარვასლის მრავალღარუსიანი სარდაფები თავისუფლების მოედნის ქვეშ.

თბილისში მოსახლეობის სატრანსპორტო მომსახურების გასაუმჯობესებლად უნდა გადაწყდეს ავტოსადგომთა პრობლემა; ეფექტურად განლაგდეს საინჟინრო მოწყობილობათა ობიექტები; გაუმჯობესდეს სანიტარულ-ჰიგიენური მდგომარეობა; შენარჩუნდეს ძვირფასი ისტორიული და არქიტექტურული ძეგლები; მიწისქვეშა ობიექტები საჭიროების შემთხვევაში სამოქალაქო თავდაცვისათვის უნდა იყოს გამოყენებული.

მიწისქვეშა პირველ რიგში უნდა განლაგდეს ობიექტები, რომლებშიც შეზღუდულია ადამიანთა ყოფნის დრო. ასეთებია სატრანსპორტო ნაგებობები, საგამოფენო დარბაზები, მაღაზიები კინოთეატრები და ა. შ. მიწისქვეშა შეზღუდულ სივრცეში ყოფნის ნეგატიური შეგრძნება შეიძლება გაბათილდეს სათავსოთა ინტერიერის სპეციალურ არქიტექტორულ ესთეტიკური გაფორმებით, რომელიც უნდა ქმნიდეს სიმსუბუქისა და საიმედოობის შთაბეჭდილებას. ამისათვის შეიძლება მოეწყოს ყალბი ფანჯრები, განათებული ეზოები, დიობები კედლებსა და ჭერში. თუ რელიეფი საშუალებას იძლევა აუცილებელია მოეწყოს მიწისზედა და მიწისქვეშა მონაცვლეობა, რა თქმა

უნდა, აუცილებელია სრულფასოვანი ხელოვნური განათება, ჰაერის კონდენცირება და ვენტილიაცია.

თბილისში მიწისქვეშა სივრცის აქტიური გამოყენება საშუალებას მოგვცემს:

- მნიშვნელოვნად გავაუმჯობესოთ ქალაქის არქიტექტორულ დაგეგმარებითი სტრუქტურა;
- გავათავისუფლოთ მიწის ზედაპირი მრავალი დამხმარე ნაგებობებისაგან;
- რაციონალურად გამოვიყენოთ თბილისის ტერიტორია საცხოვრებელი სახლების, პარკების, სკვერების, სტადიონების, ქვეითთა ანუ „უავტომობილო ზონების“ მოსაწყობად.

2.2. თბილისის მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პროგრამის ფორმირების ძირითადი პრინციპები.

ამჟამად მსოფლიოს მსხვილ ქალაქების ისტორიულ ცენტრებში მიმდინარეობს მიწისქვეშა სივრცის ათვისება, რომელიც ატარებს კომპლექსურ ხასიათს. ხდება ტრანსპორტის, კომუნალურ-საცხოვრებელი მეურნეობების, ენერგომომარაგების და სხვა პრობლემების გადაჭრა. მაგალითისათვის შეიძლება მოვიყვანოთ ტოკიო, ოსაკა, მოსკოვი, ავტომობილების სადგომების სისტემები პარიზში და ჰელსინკში, ავტომობილების მოძრაობის სისტემები ოსლოში და ბოსტონში.

თბილისში უკვე 30–40 წლის წინ მიმდინარეობდა ინტენსიური მიწისქვეშა მშენებლობა (მეტროპოლიტენი, მეტეხის საავტომობილო გვირაბი, მრავალფუნქციური სივრცე რუსთაველის მოედნის ქვეშ, მიწისქვეშა გადასასვლელები და სხვა). განსაკუთრებით აღნიშვნის ღირსია მეტროპოლიტენის ფეხით სასიარულო კავშირების მშენებლობა. იგი სხვადასხვა მიზეზების გამო შეჩერდა და ამჟამად მას კვლავ მიეცა მწვანე შუქი, თბილისში დაიწყო მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ახალი პერიოდი. დაიწყო გვირაბის მშენებლობა, თბილისის რკინიგზის ხარჯზე გამოცხადდა ტენდერი მეტროპოლიტენის სადგურის „უნივერსიტეტის“ მშენებლობის გაგრძელებაზე, განსაზღვრულია ქალაქის რამოდენიმე უბნის

(ვაკე-საბურთალო, საბურთალო-ნაძალადევი) საავტომობილო გვირაბებით დაკავშირება.

შემდეგ ადგილზეა საწყოები, სავაჭრო და საყოფაცხოვრებო საწარმოები. შედარებით ნაკლები ყურადღება ექცევა სანახაობრივ, კულტურულ-საგამანათლებლო და ადმინისტრაციული შენობების მშენებლობას. მიწისქვეშა ნაგებობების ფუნქციონალური დანიშნულება დამოკიდებულია მის განლაგებაზე, მეგაპოლისის სტრუქტურაში. როგორც წესი, ცენტრალურ ნაწილში შენდება მრავალფუნქციონალური მიწისქვეშა ნაგებობები. მათში შეიძლება მაღაზიების, სუპერმარკეტების, რესტორნების, კაფეების, ოფისების, საგამოყენო დარბაზების განლაგება. საშუალო ზონაში აგებენ აგრეთვე ავტოსადგომებს და ტექნიკურ სათავსოებს, პერიფერიულ ზონაში-ძირითადად მრავალფუნქციონალური ავტოსადგომები და ტექნიკური სათავსოებებია.

ამასთანავე უნდა აღინიშნოს შემდეგი:

თბილისის მეტროპოლიტენის სიმჭიდროვე მნიშვნელოვნად ჩამორჩება საზღვარგარეთის მრავალ ქალაქებს. ასე მაგალითად, მეტროპოლიტენის ქსელის სიმჭიდროვე თბილისში ბევრად ნაკლებია ვიდრე მოსკოვში, ნიუ-იორკში, ლონდონში და პარიზში. ამავე დროს ქ. თბილისის მეტროპოლიტენის ექსპლუატაციის ინტენსივობა ერთ-ერთი მაღალია მსოფლიოში.

ქალაქში არის მხოლოდ ერთი სატრანსპორტო გვირაბი, სატრანსპორტო კვანძების 80%-ზე მეტი გადატვირთულ რეჟიმში მუშაობს და მოითხოვს სხვადასხვა რეჟიმში გახსნას.

მიწისქვეშა გადასასვლელები (რუსთაველის, კოსტავას ქუჩებზე, ვაჟა-ფშაველას და მეგობრობის გამზირზე და სხვა) 50-55%-ით უზრუნველყოფენ მათ მოთხოვნას. მთლიანად ქალაქში მიწისქვეშა გადასასვლელებით უზრუნველყოფა შეადგენს 25-35%-ს. ბოლო დროს გახშირდა მიწისზედა გადასასვლელების მშენებლობა, რომლითაც მოსახლეობა თითქმის ვერ სარგებლობს, მოსახლეობის ხანდაზმულ ნაწილს უჭირს არსებული მიწისქვეშა გადასასვლელებით სარგებლობა, უფრო მოსახერხებელია კიბეების ნაცვლად პანდუსების გამოყენება. ყველაფერი აღნიშნული განაპირობებს სხვადასხვა სახის საგზაო სატრანსპორტო მრავალრიცხოვან შემთხვევებს ფეხით მოსიარულეთა მონაწილეობით, ქუჩის საგზაო ქსელის სატრანსპორტო

გადაკვეთების გადატვირთვას, ავტომობილების გარბენის ზრდას და გზებზე „საცობების“ წარმოშობას.

მთლიანობაში ქ. თბილისის მიწისქვეშა სივრცეში განლაგებულია სხვადასხვა დანიშნულების მქონე, სხვადასხვა დროს აგებული მრავალი ობიექტი. ხშირად ეს ობიექტები არ აკმაყოფილებენ ქალაქის თანამედროვე მოთხოვნებს და ფუნქციონირებენ ცალ-ცალკე, მკვეთრად გამოხატული ერთობლივი სტრადეგიის გარეშე. ქ. თბილისში ქალაქის სოციალურ-ეკონომიური განვითარების პროგრამის გარდა, დღემდე არ დამუშავებულა მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კომპლექსური პროგრამა და გეგმიური პერსპექტიული მიწისქვეშა მშენებლობა. შენდება მხოლოდ სატრანსპორტო დანიშნულების ობიექტები.

ამიტომაც, აუცილებლად მიგვაჩნია ქ. თბილისის მიწისქვეშა ურბანისტიკის ძირითადი მიმართულების და პრინციპების ფორმირება. ამისათვის საჭიროა საზღვარგარეთის გამოცდილების გამოყენება, ქალაქპროექტის, მთავარი არქიტექტურის სამსახურის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შესაბამისი მიმართულებების ერთობლივი მუშაობა.

ჩვენს მიერ მოპოვებული მასალების საფუძველზე შემოთავაზებულია შემდეგი სქემა:

სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის ნაგებობები, სატრანსპორტო დანიშნულების მიწისქვეშა ნაგებობები მიზანშეწონილია დაექვემდებაროს ზონირებას ცენტრიდან დაშორების და განაშენიანების პერიოდის მიხედვით:

პირველი ზონა – ქალაქის ცენტრალური ნაწილის მიღმა არსებული ახალი და ბოლო 30–40 წლის წინ დაგეგმარებული გაშენებული რაიონები: დიდი დიდომი, გლდანი, თემქა, მუხიანი, გლდანულა, ვაზისუბანი, ვარკეთილი და ა. შ.

მეორე ზონა – ქალაქის ცენტრალური ნაწილი, მდებარე მტკვრის ორივე ნაპირზე დაგეგმარებული და გაშენებული 50–100 წლის წინ ვაკე, საბურთალო, დიდუბე, ნაძალადევი, კუკია, ჩუღურეთი.

მესამე ზონა – ქალაქის ძველი ცენტრი დაგეგმარებული და გაშენებული 120–180 წლის წინ, რუსთაველისა და დავით აღმაშენებლის გამზირები და მათი მიმდებარე ტერიტორია, მთაწმინდა, თავისუფლების მოედანი, სოლოლაკი, ავლაბარი.

ყველა ამ ზონას ახასიათებს მტკვრის გასწვრივ, მის პარალელურად არსებული მთელი ქალაქის გამჭოლი სატრანსპორტო კომუნიკაციები, რაც გამოწვეულია მათი განვითარების ხაზოვანი სქემით. აშკარად შეიმჩნევა ამ რაიონების უმოკლესი დამაკავშირებელი განივი სატრანსპორტო კომუნიკაციების სიმცირე. ამის გამო არსებული სივრცითი და განივი მიმართულების საქალაქო და რაიონული მნიშვნელობის მაგისტრალები გადატვირთულია ქალაქის შიდა რაიონებს შორის ტრანზიტულად მოძრავი ავტომობილთა ნაკადებით, რომელთა შეუფერხებელ გადაადგილებას ხელს უშლის არსებული გზების არა საკმარისი სიგანე, სავალი ნაწილის გადატვირთვა პარკირებული ავტომობილებით, მგზავრთა და ტვირთთა წარმომქმნელი და მიმზიდველი ობიექტების უსისტემო და ქაოტური განლაგება, არასაკმარისი რაოდენობის და არასტაციონალურად განლაგებული ქვეითთა სამოძრაო მიწისქვეშა გადასასვლელები და საქვეითო ხიდები და ა. შ. ბევრ შემთხვევაში არსებული განაშენიანება იმდნად მჭიდროა, რომ მიწისზედა სატრანსპორტო კომუნიკაციების სრულყოფა პრაქტიკულად შეუძლებელია. ერთადერთი გამოსავალი, ასეთ შემთხვევაში, მხოლოდ მიწისქვეშა სივრცის ათვისებაა, სატრანსპორტო დანიშნულების ობიექტების რაციონალური განლაგებით.

ჩვენი აზრით სატრანსპორტო პრობლემის გადასაჭრელად აუცილებელია მიწისქვეშა ავტოსადგომების მოწყობა, როგორც თავისუფალ გაუშენებელ ტერიტორიაზე, ისე არსებული შენობებისა, გზებისა და ქუჩების ქსელის ქვეშ.

მეტროპოლიტენის პერიფერიული სადგურების მახლობლად, რომლებიც განლაგებული არიან საქალაქო მნიშვნელობის სატრანსპორტო მაგისტრალების მახლობლად მიზანშეწონილია მრავალფუნქციონალური სატრანსპორტო კვანძების აგება. ისინი შეძლებისდაგვარად უნდა შეიცავდნენ: მეტროპოლიტენის სადგურს, რკინიგზის სადგურს, ავტო სადგურს, საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გასაჩერებელ ავტოსადგომებს, მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელებს, ავტოსატრანსპორტო გვირაბებს რაიონული მნიშვნელობის მაგისტრალებთან დასაკავშირებლად, სავაჭრო-გასართობ კომპლექსებს და ა. შ. ამჟამად ამგვარ მოთხოვნებს ნაწილობრივ პასუხობენ კვანძები მეტროს სადგურებთან: „დიდუბე“, „ვარკეთილი“, „ახმეტელის თეატრი“, „დელისი“. მომავალში საჭიროა მათი სრულყოფა, მათ უნდა მიემატოთ „უნივერსიტეტი“ და „ზაჰესი“.

ამჟამად მეტად აქტუალურია საქალაქო მნიშვნელობის მაგისტრალებზე უწყვეტი მოძრაობის ორგანიზება, ქალაქის ცალკეულ რაიონების ეფექტური სატრანსპორტო კავშირებით უზრუნველყოფა. ამისათვის, მიზანშეწონილია ფართოდ გამოვიყენოთ მიწისქვეშა საქვეითო გასასვლელები, მიწისზედა საქვეითო ხიდები, გზაგამტარები პანდუსებით, განსაკუთრებით გადატვირთული უბნების მიწისქვეშა დუბლიორი მონაკვეთების მოწყობით. ამჟამად თბილისში ერთადერთი უწყვეტი მოძრაობის ჩქაროსნული მაგისტრალია თბილისი-აეროპორტი. განზრახულია მისი გაგრძელება მტკვრის მარცხენა ნაპირზე. ამჟამად რკინიგზით დაკავებულ ტერიტორიაზე. წყვეტილი, შუქნიშნებით დარეგულირებული მოძრაობა მიმდინარეობს მტკვრის ორივე სანაპიროზე, დავით აღმაშენებლის ხეივანში. ზემოთ აღნიშნული ღონისძიებების გამოყენებით შეიძლება სანაპირო მაგისტრალებზე უწყვეტი მოძრაობის უზრუნველყოფა. ამისთანა მონაკვეთები უკვე დაპროექტებულია აბანოთუბნის გასწვრივ მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე და რიყის ტერიტორიის ქვეშ მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე, სადაც მცირე ჩაღრმავების გვირაბებში ავტომაგისტრალების გადაყვანით გამოთავისუფლდება ტერიტორია დასასვენებელი ზონის მოსაწყობად.

აქვე უნდა აღინიშნოს რომ, თბილისისათვის დამახასიათებელი სამხრეთული ცხელი და ხანგრძლივი ზაფხულის პირობებში მოსახლეობის დიდი ნაწილი უგულველყოფს მიწისქვეშა საქვეითო გადასასვლელებს და მიწისზედა სქვეითო ხიდებს. უმჯობესი იქნება ავტომობილთა ნაკადი მცირე ჩაღრმავების გვირაბით ან გზაგამტარით განცალკევდეს ქვეითთა სამოძრაო ზოლიდან. ქვეითებმა კი იმოძრაონ მათთვის ჩვეულ არსებულ დონეზე ზედმეტი ფიზიკური ენერჯის დახარჯვის გარეშე.

ახალი რაიონების მშენებლობის, ან არსებული რაიონების რეკონსტრუქციისას სატრანსპორტო პრობლემები წარმატებით შეიძლება გადაიჭრას მათ ქვეშ ერთიანი მიწისქვეშა ინფრასტრუქტურის მოწყობით, რომელშიც იქნება გაერთიანებული: მიწისქვეშა ავტოსადგომები, მიწისქვეშა გზები და ქუჩები, მოძრავი და ჩვეულებრივი ტროტუარები ქვეითებისათვის, საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გაჩერებები, ვაჭრობის, საყოფაცხოვრებო მომსახურების, საზოგადოებრივი კვების ობიექტები. გარდა სატრანსპორტო დანიშნულების ობიექტებისა, მიწის ქვეშ განლაგდება აგრეთვე მიკრორაიონის საინჟინრო ინფრასტრუქტურა: სარაიონო სატრანსფორმაციო ქვესადგურები;

საინჟინრო ქსელები; ნაგვის ცენტრალიზებული შეგროვებისა და გატანის ობიექტები; სახელმწიფო მუნიციპალური დაწესებულებათა არქივები; ბიბლიოთეკათა არქივები; სამოქალაქო თავდაცვის ობიექტები და ა. შ.

ასეთი გადაწყვეტილება საშუალებას იძლევა პრაქტიკულად მთლიანად განცალკევდნენ მიკრორაიონის საცხოვრებელი და ტექნიკური ზონები. მიწისზედა ნაწილი დაკავებული იქნება საცხოვრებელი სახლებით, სკოლებით, საბავშვო ბაღებით, მწვანე ნარგავებით, სკვერებით და ასე შ.

სატრანსპორტო მოძრაობის მიწისქვეშა გადატანა მაქსიმალურად უზრუნველყოფს მოქალაქეთა უსაფრთხოებას, მკვეთრად შეამცირებს საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევებს, გააუმჯობესებს ქალაქში ეკოლოგიურ მდგომარეობას.

საერთო ჯამში ქალაქის ტერიტორიაზე მიზანშეწონილია განლაგდეს შემდეგი ტიპის მიწისქვეშა ობიექტები:

- მრავალფუნქციური სატრანსპორტო კვანძები;
- ავტოსატრანსპორტო გვირაბები, განსაკუთრებით ღრმად განლაგებული გვირაბები, ღრმა ხევეებითა და ქედებით განცალკევებული ცალკეული რაიონების დასაკავშირებლად.
- ქვეითთა სამოდროო ზოლები, სატრანსპორტო ნაკადების ქვეშ მცირე ჩაღრმავების გვირაბებით, ან მათ ზემოთ, ესტაკადებზე გადატარებით, მიწისქვეშა ავტოსადგომები, აშენებული რელიეფის უარყოფით ფორმებში ღია წესით (ღრმა ხევეები, ცალკეული ქვაბულები, და ა. შ.), სამთო წესით ქედების სიღრმეში, მთის ფერდობებზე და ა.შ.

საზოგადოებრივი დანიშნულების ნაგებობები. ეს ჯგუფი მოიცავს როგორც სოციალური, ისე კომერციული დანიშნულების ობიექტებს, რაც საშუალებას იძლევა უზრუნველყოთ კაპიტალდაბანდებათა ეფექტური გამოყენება მათი მშენებლობისა და ექსპლოატაციის პროცესში. ასეთი ნაგებობებისათვის ადგილი უნდა შევარჩიოთ იქ, სადაც თავს იყრიან ქვეითთა ნაკადები ან უნდა ხელოვნურად შევქმნათ ქვეითთა ნაკადები, რომლებიც იძულებული გახდებიან გაიარონ სავაჭრო კომპლექსის ტერიტორიაზე. ამ მიზნით უკეთესია საზოგადოებრივი დანიშნულების ობიექტები განვალაგოთ მეტროპოლიტენის სადგურის ახლოს, ან მრავალფუნქციონალური სატრანსპორტო კომპლექსის შემადგენლობაში. ასეთი გადაწყვეტილების

საკმაოდ კარგი ნიმუშია ყოფილი „სადგურის მოედანი“ და „ახმეტელის თეატრი“-ის მიმდებარე ტერიტორიის განაშენიანება.

ქალაქის ცენტრალურ რაიონებში, ასეთი მრავალფუნქციური კომპლექსების შემადგენლობაში, უნდა გავითვალისწინოთ მიწისქვეშა ავტოსადგომების გაზრდილი რაოდენობა, მიმდებარე ადმინისტრაციული და საოფისე ცენტრების თანამშრომელთა ავტომობილებისათვის. ზედაპირზე ამოსასვლელები მიზანშეწონილია მოეწყოს ისე, რომ ავტომობილები გამოდიოდნენ სავაჭრო ობიექტების გავლით.

საინჟინრო ინფრასტრუქტურის ნაგებობები. ამ ობიექტების მშენებლობისა და ექსპლოატაციის ხარჯების შესამცირებლად მიზანშეწონილია მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური გამოყენება, ამისათვის საჭიროა:

- საინჟინრო კომუნიკაციების მაქსიმალურად შესაძლო გაერთიანება კოლექტორებში;

- დიდი ჩადრმავეების საკოლექტორო გვირაბების აშენება;

- პროექტირებად და მშენებარე სატრანსპორტო გვირაბებში რაიონული და საქალაქო მნიშვნელობის საინჟინრო კომუნიკაციების მაქსიმალურად განლაგება

ენერგეტიკული ნაგებობი. თბილისის, როგორც უმსხვილესი ქალაქის ინფრასტრუქტურის ეფექტური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია რიგი ენერგეტიკული პრობლემათა გადაჭრა, რომელიც გამოწვეულია:

ელექტროენერჯის წარმოებით და მოწოდებით მისი არათანაბარი დღეღამური მოხმარების პირობებში;

ელექტროენერჯის ეფექტური გადაცემა ქალაქის ფარგლებში, ქალაქის ენერგეტიკული ობიექტების უსაფრთხოების, საექსპლუატაციო ხანგრძლივობის და დაცულობის უზრუნველყოფა;

ზემოთ აღნიშნული პრობლემები უმრავლეს შემთხვევაში ეფექტურად შეიძლება გადაიჭრას მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური გამოყენების პროგრამის ფარგლებში. ამისათვის მიზანშეწონილია მიწის ქვეშ განვაღებოთ:

- რაიონული სატრანსფორმატორო ქვესადგურები მრავალფუნქციური მიწისქვეშა კომპლექსებისა და ავტოსადგომების მომსახურებისათვის;

- მაღალი ძაბვის ქვესადგურები;

– მაღალი ძაბვის საჰაერო ხაზების შეცვლა საინჟინრო ქსელების კოლექტორებში ჩალაგებული კაბელებით;

– განსაკუთრებული მნიშვნელობის ობიექტების მკვებავი სათადარიგო საგენერატორო სადგურების მიწისქვეშა სივრცეში განლაგებით;

ამას გარდა მიწისქვეშა ნაგებობების საიმედოობის, ხანგრძლივობისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის მიზანშეწონილია პროგრამაში აგრეთვე გაითვალისწინოთ:

1. პროგრამის ფარგლებში აშენებული ყველა მიწისქვეშა ნაგებობა მივაკუთვნოთ მესამე გეოტექნიკურ კატეგორიას;

2. უზრუნველყოთ დახურული (სამთო წესით) ასაგები ობიექტები შესაბამისი გეოტექნიკური თანმხლები ღონისძიებებით;

3. შევიმუშაოთ მიწისქვეშა ნაგებობათა ტერორისტული აქტებისაგან უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ტექნიკური ღონისძიებები;

4. ვსრულვყოთ საქალაქო მიწისქვეშა ნაგებობებისათვის არსებული ტექნიკური ნორმატივები და შევიმუშაოთ ახლები;

5. უზრუნველვყოთ საპროექტო დოკუმენტაციის, საინჟინრო–გეოლოგიური კვლევა–ძიების და არსებული მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაგებობების ტექნიკური გამოკვლევების მასალების გეოტექნიკური ექსპერტიზა. შევქმნათ დასაპროექტებელი და მშენებარე მიწისქვეშა ნაგებობების გეოტექნიკური მონიტორინგის პროგრამები;

6. შევიმუშაოთ საქალაქო მიწისქვეშა მშენებლობებისათვის ახალი და სრულვყოთ არსებული სამართლებრივი რეგულირების ღონისძიებები;

7. უზრუნველვყოთ მაღალკვალიფიციური ახალგაზრდა კადრების მომზადება და მოქმედი სპეციალისტების გადამზადება საქალაქო მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის დარგში;

ზემოთ აღნიშნული პროგრამით გათვალისწინებული მიწისქვეშა სივრცის კომპლექსური გამოყენების ღონისძიებების რეალიზაცია საშუალებას მოგვცემს:

– მნიშვნელოვნად ავამაღლოთ ქ. თბილისში მოსახლეობის ცხოვრების კომფორტულობის დონე, საქალაქო ინფრასტრუქტურის დიდი ნაწილის მიწისქვეშა სივრცეში გადატანით. მცირე მიწიანობისა და რთული რელიეფის პირობებში მნიშვნელოვნად შევამციროთ ქალაქის მიერ დაკავებული ტერიტორია და უზრუნველვყოთ სოციალურ-კულტურული, სავაჭრო,

სანახაობრივი ობიექტების მიწის ზედაპირზე განლაგება, ქვეითა ხელმისაწვდომი გადაადგილების ფარგლებში.

– მნიშვნელოვნად გავზრდით გზებისა და ქუჩების ქსელის გამტარუნარიანობას. გაუმჯობესდება ეკოლოგიური სიტუაცია, გამონაბოლქვი გაზებისა და სმაურის შემცირების გამო.

2.3. საქალაქო მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ნორმატიული დოკუმენტაციის დამუშავების შესახებ.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მიზანია მიწისქვეშა ბუნებრივად არსებული ან ტექნოგენურად წარმოშობილ სივრცეთა გეგმაზომიერი და კომპლექსური გამოყენება. აგრეთვე ადამიანთა საზოგადოებისათვის საჭირო სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულების ასალი მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობა.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ საუკუნეთა განმავლობაში ურბანიზაცია ბუნებაში იწვევდა რიგ უარყოფით შედეგებს. იცვლებოდა და უარესდებოდა ეკოლოგიური გარემო, მცირდებოდა წყლის რესურსები, ბინძურდებოდა ატმოსფერო და ნიადაგი. ეს პროცესი საქართველოში მაღალი ტემპებით განვითარდა მე-20 საუკუნის 30–50-იან წლებში. ამ პროცესის უარყოფითი, მეტად საშიში მხარეა ტექნოგენური და ანტიბიოგენური ფაქტორები, რომლებიც განსაკუთრებით სახიფათოა ადამიანთა ჯანმრთელობისათვის. ამიტომაც, გარემოს დაცვა ქალაქებში მეტად აქტუალური საკითხია და მას უნდა ანხორციელდეს საქალაქო მეურნეობის ყველა დარგი. განსაკუთრებით ეს შეეხება მიწისქვეშა ნაგებობებს, რომელთაც შეუძლიათ დიდი როლი ითამაშონ გარემოსა და საყოფაცხოვრებო პირობების გაუმჯობესებაში. ამიტომაც ჯერ კიდევ მეცხრამეტე საუკუნის 60-70-იან წლებში მსოფლიოს მაშინდელ მეგაპოლისებში, ლონდონში და პარიზში დაიწყო საინჟინრო და სატრანსპორტო კომუნიკაციათა გადატანა მიწის ქვეშ. განსაკუთრებით წარმატება იქნა მიღწეული პარიზში მისი მერის ბარონ ოსმანის ხელმძღვანელობით.

შემდგომი 100 წლის მაგალითმა ნათლად გვიჩვენა, რომ მიწისქვეშა სივრცის უსისტემო და ინტენსიური ათვისება გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს გარემოს. ამის მაგალითები მრავლადაა რუსეთში, მექსიკაში, სამხრეთ

ამერიკაში. მოსკოვში არაერთხელ ყოფილა შემთხვევები, როდესაც უეცრად ათეულობით კვ. მ საგზაო სამოსი, ეზო ან შენობა უეცრად გაჩენილ ორმოში აღმოჩნდა ადამიანებთან, ავტომობილებთან ერთად. მიზეზი – გაუმართავი ცივი და ცხელი წყლის კოლექტორები, აგრეთვე მეტროპოლიტენის ან სხვა რაიმე მიწისქვეშა ნაგებობის მშენებლობა, რომლებმაც შეცვალეს გრუნტის წყლების რეჟიმი და გამოიწვიეს ხელოვნური სიცარიელების წარმოქმნა.

ამ ნეგატიური მოვლენების ძირითადი მიზეზია ერთობლივი საკანონმდებლო და ნორმატიულ-ტექნიკური ბაზის არ არსებობა, რომელიც კომპლექსურად და ურთიერთკავშირში გადაწყვეტდა მიწისქვეშა სივრცეში ნაგებობათა დაპროექტების, მშენებლობის და ექსპლუატაციის საკითხებს.

თანამედროვე პირობებში აუცილებელია მიწისქვეშა სივრცის გეგმაზომიერი, რაციონალური და კომპლექსური გამოყენება, რაც დაემყარება უახლეს მართვადი რისკის მქონე ტექნოლოგიურ გადაწყვეტილებებს, დაფუძნებულს მიწისქვეშა მასივების მდგომარეობის წინასწარ გულდასმით შესწავლაზე, საინფორმაციო უზრუნველყოფის თანამედროვე საშუალებებით. ჯერჯერობით, მსოფლიო პრაქტიკაში დომინირებს მიწისქვეშა ნაგებობების არასისტემური მშენებლობა. მიუხედავად იმისა რომ, ბევრი მათგანი საინჟინრო აზროვნების შესანიშნავი მიღწევაა. ასეთად შეიძლება ჩაითვალოს სატრანსპორტო სივრცული კომპლექსი მანეჟის მოედანზე ქ. მოსკოვში, მრავასართულიანი მიწისქვეშა კომპლექსური სავაჭრო ცენტრი პარიზში, სპორტული კომპლექსი ოსლოში, მათ რიგში თამამად შეიძლება დავასახელოთ მიწისქვეშა სამთავრობო რეზიდენცია თბილისში, ვერეს ბაღის ქვეშ კლდოვანი მასივის სიდრემში, თბილისის მეტროპოლიტენის მიწისქვეშა სათადარიგო თბოელექტრო სადგური მეტეხის პლატოს ქვეშ, ღვინისა და ბოსტნეულის საცავები ყვარელში და ქობულეთში.

საზგასმით შეიძლება აღინიშნოს, რომ უკვე დროა მიწისქვეშა სივრცის ათვისება, განსაკუთრებით დიდ ქალაქებსა და მეგაპოლისებში, მიმდინარეობდეს გეგმაზომიერად და კომპლექსურად. ეს საჭიროა ქალაქის არსებული მჭიდროდ განაშენიანებული ტერიტორიის ქვეშ, ასევე ახალ რაიონებში ქალაქის განვითარების გენერალურ გეგმისა და საქალაქო ტერიტორიების ათვისების დაგეგმილი პერსპექტივების გათვალისწინებით.

ეს უკანასკნელი დოკუმენტები უნდა ემყარებოდნენ მიწისქვეშა სივრცის ათვისების კონცეფციას და მიწისქვეშა ურბანიზაციის განვითარების ძირითად

მიმართულებებს, რომლებიც თავის მხრივ უნდა ეყრდნობოდნენ კაპიტალური ნაგებობების დაგეგმარების ნორმატიულ ბაზას. ასეთი ბაზის შექმნას სჭირდება მეცნიერთა, დამპროექტებელთა და მშენებლების ხანგრძლივი, მრავალწლიანი მუშაობა. აქ გვიხდება შესება გლობალურ სამეცნიერო ტექნიკურ პრობლემასთან.

ამ პრობლემის გადაწყვეტას უკვე ცდილობენ მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნები. საინტერესო დოკუმენტაციაა შედგენილი მოსკოვის მთავრობის მიერ „ქ. მოსკოვში კაპიტალური მშენებლობის მიწისქვეშათა ნაგებობათა ნორმატიულ-ტექნიკური ბაზის ფორმირების ღონისძიებათა შესახებ“. ანალოგიური დოკუმენტაცია უნდა იქნეს შემუშავებული საქართველოშიც, უპირველეს ყოვლისა მისი ერთადერთი მსხვილი ქალაქის თბილისის მერიას და საკრებულოს მივმართავთ ამ თხოვნით. მითუმეტეს, რომ ჩვენში ათეული წლების განმავლობაში გამოიყენებოდა ყოფილი ე. წ. საკავშირო უწყებათა მიერ დამუშავებული და დამტკიცებული „სამშენებლო ნორმები და წესები“, მრავალსახოვანი „ინსტრუქციებითა“ და „დამატებებით“.

ბოლო ოცი წელია სრულიად შეიცვალა საქართველოში გატარებული ეკონომიური პოლიტიკა, სახელმწიფო საკუთრების ფორმამ გზა დაუთმო კერძოს. შეიცვალა მშენებლობის ორგანიზაციისა და დაგეგმარების იდეოლოგია. ყოფილი საკავშირო ნორმატიული ბაზა მოძველდა, ამიტომ მისი ან საზღვარგარეთის განვითარებული ქვეყნების ნორმატიულ ტექნიკური ბაზის პირდაპირი გადმოტანა და გამოყენება არაა მიზანშეწონილი. საერთაშორისო ტენდერების ჩატარების, პრინციპში სწორად აღებულმა გეზმა, მაგრამ ხშირად მათი სუბიექტურად და გადახრებით შესრულების პრაქტიკამ სიკეთის მაგიერ ზიანი მოგვიტანა. ამის ერთ-ერთი მიზეზია ქვეყნის მთავრობის მიერ მიღებული გადაწყვეტილება, რომელიც ტენდერში გამარჯვებულს უფლებას აძლევს გამოიყენოს თავისი ქვეყნის ნორმატიული ბაზა. ეს ხშირ შემთხვევაში არ არის გამართლებული, ვინაიდან არ ითვალისწინებს საქართველოს ბუნებრივ პირობებს, მის საინჟინრო კადრებში არსებულ მრავალწლიან ტრადიციებს და გამოცდილებას დაფუძნებულს ქართველ მეცნიერთა მიერ ჩატარებულ კვლევებზე. სამშენებლო დარგის ახალგაზრდა და გამოუცდელი ხელმძღვანელები დაპროექტებასა და მშენებლობაში მოიჯარე ფორმების არჩევისას უპირატესობას ანიჭებენ პირველ რიგში მათ მიერ თანამედროვე ინფორმატიული ტექნოლოგიების, კომპიუტერული ტექნიკისა და გრაფიკის

გამოყენებას. რაციონალური საინჟინრო ნაგებობის შექმნისა და მისი წარმატებით ექსპლუატაციისათვის კი უპირველეს ყოვლისა მთავარია ადგილობრივ პირობებს მისადაგებული ნორმატიულ ტექნიკური ბაზა და ღრმა ცოდნასა და ხანგრძლივ გამოცდილებაზე დაყრდნობილი ოპტიმალურ გადაწყვეტილებათა მიღების ხელოვნება, რაც გამოცდილი კადრებისათვისაა დამახასიათებელი.

2.4 ასაშენებელი ობიექტთა თანმიმდევრობის დადგენა ქალაქის მიწისქვეშა სივრცის ათვისებისას

მიწისქვეშა ნაგებობათა ნომენკლატურა ძალზედ ფართოა. მათი დანიშნულების და გამოყენების სფეროთა მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ:

1. საინჟინრო ნაგებობები – კავშირგაბმულობისა და ელექტრო კაბელები, გაზისა და წყლის მილსადენები, სანიაღვრე, კანალიზაციის და სადრენაუო ქსელები, საკოლექტორო გვირაბი და სხვა;

2. სატრანსპორტო ნაგებობანი – მცირე ჩაღრმავების და ღრმად განლაგებული ავტოსატრანსპორტო გვირაბები, მეტროპოლიტენები, საქვეითო გასასვლელები, მიწისქვეშა სარკინიგზო და საავტომობილო სადგურები და ა. შ.;

3. ეკოლოგიური დანიშნულების ნაგებობანი ნაგვის შემკრები, მოცილების და პირველადი გადამუშავების ობიექტები, ფეკალური კანალიზაციის კოლექტორები, და ა. შ.;

4. სოციალურ-კულტურული დანიშნულების ნაგებობები – სავაჭრო ცენტრები, გასართობი და სანახაობითი დაწესებულებანი, მუზეუმები და ა. შ.;

5. სამხედრო და სამოქალაქო თავდაცვითი ობიექტები.

საჭიროა ამ ჩამონათვალისათვის ნორმატივების შემუშავება საქალაქო ნაგებობათა ნომენკლატურის გათვალისწინებით და მათი რანჟირება ქალაქისათვის სასიცოცხლო მნიშვნელობის მიხედვით. რანჟირება თავისთავად გვიჩვენებს მშენებლობისათვის ასარჩევი ობიექტების თანმიმდევრობას, მოცემულ ისტორიულ ეტაპზე. ბუნებრივია თბილისისათვის ობიექტების ზემოთ ჩამოთვლილი თანმიმდევრობებიდან სატრანსპორტო და საინჟინრო ნაგებობებია პრიორიტეტული. ბოლო წლების პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ

მნიშვნელობით შემდგომი შეიძლება იყოს სამხედრო და სამოქალაქო თავდაცვითი ნაგებობანი.

2.5. მშენებლობის ადგილის შერჩევა.

მშენებლობის ადგილის შერჩევა განპიროვნებულია მრავალი მიზეზით, რომლებიც შეიძლება გავეყოთ ორ ჯგუფად. პირველი ხელისუფლების გადაწყვეტილება, რომ ობიექტი აშენდეს გარკვეულ ადგილზე, იგი ეფუძნება ობიექტურ და სუბიექტურ მიზეზებს: სოციალური და ეკონომიური მიზანშეწონილობა, ინვესტორის არჩევანი, სუბიექტური საზოგადოებრივი აზრი და სხვა. მეორე- ხელსაყრელი ბუნებრივი და ტექნოგენური პირობები: ქანების ხელსაყრელი სამთო გეოლოგიური, გეომექანიკური და გეოდინამიკური მახასიათებლები, არსებული და პერსპექტივაში შესაძლო მიწისქვეშა და მიწისზედა სხვადასხვა დანიშნულების ნაგებობებით განაშენიანების ხასიათი, მისი სიმჭიდროვე, მათი გავლენა ასაშენებელი ობიექტის ფუნქციონალურ დანიშნულებაზე, მის კონკრეტულ თვისებებზე.

ამ რთული ამოცანის შედარებით გასაიოლებლად მიზანშეწონილია პირველ რიგში გაიყოს პრობლემური ტერიტორიები. მაგალითად, ქალაქის ისტორიულ ნაწილში მიწისქვეშა სამუშაოთა ჩატარება არ იძლევა ძვირფასი ისტორიული და მხატვრული ღირებულების ნაგებობათა სრული შენარჩუნების გარანტიას. გასათვალისწინებელია სხვა ფაქტორებიც, რომელთა გამოც მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობა მკვეთრად შეიზღუდება, ან მთლიანად აიკრძალება. განსაკუთრებულ და გამონაკლის შემთხვევებში მიზანშეწონილია შეიქმნას ელიტური სამეცნიერო-საპროექტო საამშენებლო ჯგუფი, დაკომპლექტებული მაღალკვალიფიციური სპეციალისტებისაგან, რომელიც ტენდერის გარეშე მიიღებს დავალებას გადაწყვიტოს მეტად რთულ პირობებში აუცილებელი ობიექტის აგების პრობლემა. ყველა შემთხვევაში ქალაქის ტერიტორია უნდა იყოს რაიონირებული, იმისდა მიხედვით, თუ სად შეიძლება ამა თუ იმ სირთულის მიწისქვეშა ნაგებობის მშენებლობა.

2.6. მშენებლობის ტექნოლოგიის, მეთოდებისა და საშუალებების შერჩევა.

უკანასკნელი წლების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ არსებობს მიწისქვეშ სამუშაოთა წარმოების მრავალი თანამედროვე მეთოდი, რომელთა შესახებ სხვადასხვა ქვეყნებში ასევე ჩამოყალიბებულია ერთობლივი შედარება და მიდგომები, შემუშავებულია პრობლემათა გადაწყვეტის ძირითადი პრინციპები. ყოველივე ზემოთ აღნიშნულმა განაპირობა მიწისქვეშა ობიექტის მშენებლობის თანდათანობითი გამოსვლა დარგობრივი და საუწყებო ჩარჩოებიდან. ჩამოყალიბდნენ საერთაშორისო გამოცდილების მქონე საპროექტო და საამშენებლო ფირმები, რომლებიც ერთნაირი წარმატებით აპროექტებენ და აშენებენ სატრანსპორტო, ჰიდროტექნიკურ, კომუნალურ და ა. შ დანიშნულების გვირაბებს, მიწისქვეშა სავაჭრო ცენტრებს და მრავალფუნქციონალურ კომპლექსებს, სამხედრო აღჭურვილობებისა თუ ღვინის და ბოსტნეულის შესანახ საცავებს. ამ მხრივ საქართველოში მდგომარეობა არც თუ ისე ცუდია. ჩვენში ჯერ კიდევ შენარჩუნებულია მეცნიერ მუშაკთა, დამპროექტებელთა და მშენებელთა გამოცდილი კადრები. ხდება მათი შევსება ახალგაზრდა სპეციალისტებით. საქართველოში მოქმედებს რამოდენიმე საპროექტო და საამშენებლო ფირმა დაკომპლექტებული ადგილობრივი კვალიფიციური სპეციალისტებით. თუ მათ სათანადო საკანონმდებლო ბაზით ექნება მხარდაჭერა და მიიღებენ უპირატესობას უცხო ქვეყნის ფირმებთან შედარებით (რაც ჩვეულებრივი საერთაშორისო პრაქტიკაა), ისინი იოლად შეძლებენ აღიჭურვონ უახლესი ტექნიკით და ტექნოლოგიებით და შეძლებენ ყველა სახის მიწისქვეშა სამუშაოების შესრულებას 10-12 კმ ტრანსკავკასიური გვირაბის ჩათვლით. ასეთი მიდგომა შექმნის საქართველოში მრავალ სამუშაო ადგილს, აღკვეთავს საქართველოდან ასეულ მილიონობით ლარის გადინებას და შესაძლებელს გახდის ქართულმა საპროექტო და საამშენებლო ფირმებმა წარმატებით მიიღონ მონაწილეობა საზღვარგარეთ გამოცხადებულ ტენდერებში, აიმაღლონ კვალიფიკაცია და ხელი შეუწყონ ქვეყანაში უცხოური ვალუტის შემოდინებას. ამასთან ერთად მათი დაგროვილი გამოცდილება გადაეცემა მომავალ თაობებს, მოხდება ამ დარგის აღორძინება. წარმატება ქვეყნის შიგნით და მის ფარგლებს გარეთ შესაძლებელი გახდება, თუ ზემოხსენებულთან ერთად უზრუნველყოფილი იქნება ახალი მიდგომები

ნაგებობების მშენებლობის მეთოდებისა და ტექნოლოგიების მართვაში, ახალ იდეოლოგიათა დამკვიდრებაში. მათ ერთად უნდა განაპირობონ ეკონომიკური, ტექნიკური და ორგანიზაციული რისკების მაქსიმალური შემცირება. ნებისმიერი ზემოთ ჩამოთვლილი რისკი კერძო ხასიათის რისკების ერთობლივი მოქმედების შედეგია. მაგალითად მშენებლობის ვადების დარღვევა შეიძლება გამოწვეული იყოს ერთი ან რამდენიმე ქვემოთ ჩამოთვლილი რისკ-ფაქტორების შეხამების შედეგად. არასრულყოფილი სამთო-სანგრევი მოწყობილობა გეოლოგიური და გეომექანიკური კვლევა-ძიების არასრული მონაცემები, კადრების არა საკმარისი კვალიფიკაცია და ა.შ. აქედან გამომდინარე მშენებლობისა და დაპროექტების მეთოდების ტექნოლოგიების და საწარმოო საშუალებების შერჩევა უნდა ემყარებოდეს პრინციპს: დანაკარგების მინიმალურობა რისკების გამოვლენისას მიღებული ნეგატიური შედეგებისაგან.

ამ პრინციპის რეალიზაცია შესაძლებელია მხოლოდ მაღალი დონის სამეცნიერო და კვალიფიციური საკადრო უზრუნველყოფის პირობებში.

2.7. მიწისქვეშა ობიექტების ექსპლუატაცია.

მიწისქვეშა ობიექტების ექსპლუატაციისას, თავიდან უნდა ავიცილოთ რიგი უარყოფითი მომენტები: დაუგეგმავი რემონტები და გაუთვალისწინებელი სამუშაოები, ფინანსური და მატერიალური რესურსების არარაციონალური გამოყენება, ობიექტის გაუთვალისწინებელი შეჩერებისგან გამოწვეული მატერიალური და მორალური ზარალი და ა. შ. ამისათვის კი აუცილებელია ობიექტის დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია იყოს ერთიანი ჯაჭვის ცალკეული რგოლები. ნორმატიული დოკუმენტაცია მიზანშეწონილია იქმნებოდეს ამ პრინციპების განუხრელი დაცვით.

ნორმატიულ-ტექნიკური ბაზა მიზანშეწონილია შედგებოდეს შემდეგი ნაწილებისაგან:

1. საერთო ნაწილი, რომელშიც ჩამოყალიბებულია დოკუმენტის გამოყენების სფერო და ამომწურავად წარმოდგენილი მისი მრავალრიცხოვანი იურიდიული და სამართლებრივი ასპექტები;
2. ძირითად საქალაქო მიწისქვეშა ნაგებობათა შესაძლო სრული ჩამონათვალი (ნომენკლატურა) მათი კლასის (კატეგორიების) ჩვენებით;

3. საქალაქო ტერიტორიის მიწისქვეშა ნაწილის სამთო-გეოლოგიური, გეომექანიკური და გეოდინამიკური სიტუაციის დაწვრილებითი დახასიათება ტერიტორიის შეფასებით, თუ რა ტიპის მიწისქვეშა ნაგებობების ასაშენებლად იგი გამოსაყენებელი;

4. რაოდენობრივი ნორმატივები, რომლებიც მიუთითებენ რა ტიპის და რა მოცულობის მიწისქვეშა ნაგებობაა ასაშენებელი კონკრეტული ადმინისტრაციული ტერიტორიის ფართზე, ან მცხოვრებთა რაოდენობაზე პუნქტი-3-ის და არსებული, ან პერსპექტიული სოციალური ინფრასტრუქტურის გათვალისწინებით;

5. სივრცული დაგეგმარებითი და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები გარკვეული განმეორებადობის შემთხვევებისათვის, რომლებიც შემდგომში შეიძლება ტიპურ პროექტებად გარდაიქმნენ;

6. მიწისქვეშა ობიექტების მშენებლობის ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებანი, რომლებიც დაეყრდნობიან განვითარების მიმდინარე ეტაპზე ხელმისაწვდომ ტექნოლოგიურ მოთხოვნებს, მეთოდებსა და საშუალებებს, უზრუნველყოფენ უსაფრთხოებისა და ეკონომიურობის მოთხოვნებს, გაითვალისწინებენ შესაძლო რისკებისაგან გამოსწვეული დანაკარგების მინიმიზაციის პრინციპებს;

7. სანგრევეების უზრუნველყოფა ტექნოლოგიური, სახანძრო და ეკოლოგიური მოთხოვნების შესაბამისი მეთოდებით, ძალებითა და საწარმოო საშუალებებით, რომელთა შედეგად რაციონალურად წარიმართება ობიექტის მშენებლობა და შემდგომი ექსპლუატაციის პროცესი;

8. პროფილაქტიკური სამუშაოები, მიმდინარე საშუალო და კაპიტალური რემონტები მიწისქვეშა ნაგებობათა ექსპლუატაციის შემადგენელი ნაწილია, ამიტომაც აუცილებელია ექსპლუატაციის საკითხები განიხილებოდეს უკვე დაპროექტების პროცესში. მაგ. წინასწარ უნდა იყოს განსაზღვრული რომელი საინჟინრო კონსტრუქცია რა სახის რემონტს ექვემდებარება, ან როდის საჭიროებს გამოცვლას საექსპლუატაციო მდგომარეობის როგორი მახასიათებლებით;

9. მშენებლობის და ექსპლუატაციის პროცესში აუცილებელია უწყვეტი ზედამხედველობა (მონიტორინგი), რომლის დროს ფართოდ იქნება გამოყენებული საექსპლუატაციო და დიაგნოსტიკური სისტემები, რომლებიც რაოდენობრივად შეაფასებენ მიწისქვეშა ნაგებობების დარჩენილ რესურსს და

მათი შემდგომი ექსპლუატაციის რისკს. ეს სისტემები უნდა იძლეოდნენ ნორმირებული პარამეტრებისაგან გადახრების სიდიდეს და აგრეთვე ახდენდნენ იმ ფიზიკური პროცესების რეგისტრაციას და კვლევას, რომელთა შედეგად იწყება ცალკეული კონსტრუქციის ან მთლიანად ნაგებობის გადასვლა არამდგრად მდგომარეობაში;

10. მონიტორინგის მონაცემების განზოგადოება, მათი ნორმატიულ დოკუმენტებში ასახვა და პარალელურად ახალი ნორმატიული ბაზის სრულყოფის მუდმივი პროცესი, როგორც წესი უნდა ეყრდნობოდეს დარგში მომუშავე სამეცნიერო კოლექტივების მუშაობის შედეგებს ,რის განხორციელებისთვისაც დარგში გაწეულ ხარჯებში აუცილებლად უნდა გათვალისწინებული იყოს სამეცნიერო სამუშაოების დაფინანსება.

2.8. ერთ თადიანი კონსტრუქციის მშენებლობა თანამედროვე ტექნოლოგიის გამოყენებით.

გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან როგორც საზღვარგარეთ, ისე ჩვენთანაც სატრანსპორტო მშენებლობების მოცულობის მკვეთრი ზრდა დაფუძნებულია მაღალი ტექნოლოგიებისა და ახალი ტექნიკური მოწყობილობების დანერგვასთან. სატრანსპორტო მშენებლობის ერთ-ერთ მიმართულებას წარმოადგენს მიწისქვეშა სივრცის ათვისება. მაღალი ტექნოლოგიებით მიწისქვეშა სივრცის ათვისება ეს არის უახლესი მეთოდების ცოდნის და გამოყენების, ასევე ინოვაციების კვლევების პროცესების ერთობლიობა, რაც უზრუნველყოფს მიწისქვეშა სივრცის ათვისების საფუძვლების გაუმჯობესებას და ყამირის მასივების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებების რაც შეიძლება სრულად გამოყენებას. მაღალ ტექნოლოგიებად ითვლება უპირველეს ყოვლისა ის ტექნოლოგიები, რომლებიც დაფუძნებულია ერთის მხრივ ძველისგან განსხვავებულ ისეთ პრინციპებზე, რომელთა გამოყენება გვაძლევს გაუმჯობესებულ შედეგებს ან ზრდის ძველის ეფექტურობას, ან უზრუნველყოფს უარყოფითი გვერდითი მოვლენების გამორიცხვას. მეორეს მხრივ პროცესების ინოვაცია საშუალებას იძლევა სამუშაოები შესრულდეს ნაკლები დანახარჯებით. მაღალი ტექნოლოგიების შემუშავებამ შეიძლება მიწისქვეშა სივრცის ათვისებაში მოგვცეს ახალი

მნიშვნელოვანი მიღწევები და შედეგები, რაც აუცილებლად აისახება ნაგებობების აგების დანახარჯების შემცირებაში. ასევე მიწისქვეშა სივრცის ათვისების მეთოდოლოგიის დახვეწა იწვევს ტექნიკისა და ტექნოლოგიების პერსპექტიულ განვითარებას. ასევე მიწისქვეშა სივრცის ათვისების გეოტექნოლოგიური სტრატეგია დამოკიდებულია დაგეგმარების მეთოდების ინოვაციურ მეთოდებსა და მათ მეცნიერულ დასაბუთებაზე ქალაქის პირობებში მეტროპოლიტენის დაგეგმარება და მისი მშენებლობის ორგანიზაცია მცირე ტერიტორიულ რეზერვების გამო იწვევს გარემომცველ გარემოზე ნეგატიურ ზემოქმედებას, მიმდებარე ტერიტორიაზე ტრანსპორტის, ფეხითმოსიარულეთა მოძრაობის დიდი ხნით ნაწილობრივ ან სრულიად შეწყვეტას, რაც თავისთავად ხელს უშლის ქალაქის ნორმალურ ცხოვრების პირობებს. მცირე ჩადრმაგების სადგურების მოწყობისათვის თავიდან რომ ავიცილოთ ეს მოვლენები შემოთავაზებული გვაქვს მშენებლობის თანამედროვე კონცეფცია.

მიწისქვეშა სივრცის ათვისებისას ქალაქის მჭიდროდ დასახლებულ და მიწისზედა ტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის პირობებში საჭიროა მთელი რიგი სპეციფიკური ფაქტორების გათვალისწინება. საჭიროა ანგარიში გაეწიოს მშენებლობის ტერიტორიაზე მიწისზედა შენობა-ნაგებობების, მიწისქვეშა კომუნიკაციების (კანალიზაციის, წყალსადენი და გაზსადენი მიწების, ენერჯი და სატელეფონო კაბელების) არსებობას. ამიტომ მიწისქვეშა საქალაქო მშენებლობა საჭიროებს სპეციფიკურ მიდგომას. მშენებლობის ეფექტურ მეთოდებს და მაღალ ტექნოლოგიებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალურ მწარმოებლობას, უსაფრთხოებას, სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების მაღალ ხარისხს და მაქსიმალურად ამცირებენ მშენებლობის ვადებს.

ბოლო წლებში მიწისქვეშა სივრცის ინტენსიურად ათვისებამ განაპირობა გვირაბგამყვანი ტექნიკისა და ტექნოლოგიის სრულყოფა, ჩამოყალიბდა ახალი შეხედულებები მიწისქვეშა სამუშაოების წარმოებაზე, რომლებიც ეფუძნებიან გეოტექნიკური პროცესების მეცნიერულ საფუძვლებს, ამან განაპირობა ახალი მაღალი ტექნოლოგიების შექმნა, როგორცაა ახლავსტრიული (NATM) და ნორვეგიული (NTM) ხერხები.

როულ საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში (ძლიერ დაბზარული კლდოვანი ან ნახევრად კლდოვანი ქანები, მკვრივი ხრეშიანი გრუნტი) სატრანსპორტო მშენებლობაში, კერძოდ გვირაბმშენებლობაში გამოიყენება

ორი ხერხი, რომლებიც გვირახბმშენებლობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე აკმაყოფილებენ „მაღალი ტექნოლოგიების“ მოთხოვნებს: ნორვეგიული (NTM) და ახალავსტრიული (NATM).

საჭიროა აღინიშნოს, რომ თავდაპირველად NATM-ი შეიქმნა როგორც სამუშაოთა წარმოების მეთოდი სუსტ ქანებში. თავის კლასიკურ ნაშრომში ხერხის ერთ-ერთი დამფუძნებელი ავსტრიელი პროფესორი რაბცვეიჩი აღნიშნავს: „დამუშავებულ იქნა გვირახბის გაყვანის ახალი მეთოდი ძირითადი არამდგრადი ქანებისათვის, სადაც გათვალისწინებულია გამონამუშევრის სტაბილიზაცია ანკერებით არმირებული თხელი ნაშხეფბეტონის სამაგრიო, მისი რაც შეიძლება უკუთაღით სწრაფად ჩაკეტვით. ამ ხერხს ეწოდა გვირახბის გაყვანის ახალავსტრიული მეთოდი“ [5].

როგორც გამოქვეყნებული მასალიდან ჩანს, NATM-ის მეთოდით სატრანსპორტო ნაგებობების მშენებლობისას იზრდება გაყვანის სიჩქარე (არანაკლებ 150 მ/თვეში) და საწარმოო პროცესის უსაფრთხოება, მცირდება ფინანსური დანახარჯები. კერძოდ, ხაზგასმულია, რომ 100-110 მ² განიგვეთის მქონე სარკინიგზო და ავტოსაგზაო გვირახბების მშენებლობისას დანახარჯები შეადგენს 20–22 ათას აშშ დოლარს გრძივ მეტრზე.

NATM-საგან განსხვავებით ნორვეგიული მეთოდი თავიდან დამუშავებულ იქნა მტკიცე ქანებში, ძლიერ დაბზარულ გრუნტში, გვირახბის გაყვანისათვის ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების საშუალებით კომბინირებული სამაგრის გამოყენებით სხვადასხვა სისქის ნაშხეფბეტონისა და ანკერების სახით. გასული საუკუნის 90-იან წლებში მეთოდის გამოყენების საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დიაპაზონი გაფართოვდა და ეს მეთოდი გამოიყენეს სუსტ არამდგრად გრუნტშიც. ამისთვის მასში შეიტანეს მცირედი ცვლილებები, მაგრამ ამან არ გაამართლა და ნორვეგიაში შემდგომში გამოიყენეს ფიბრონაშხეფბეტონი ანკერებითა და არმატურის თაღებით.

ნორვეგიული ხერხის შემთხვევაში აქცენტი კეთდება პროექტის გეოლოგიური და გეოტექნიკური თვისებების აღწერაზე. დიდი მოცულობის მონაცემების ანალიზისა და სტატისტიკური დამუშავების შედეგად (1050 განსხვავებული კვეთის გამონამუშევრები სხვადასხვა საინჟინრო პირობებში) დამუშავდა რეკომენდაციები (ოფიციალური დოკუმენტის დონეზე) სამაგრის კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების დასასაბუთებლად.

ნორვეგიის გეოტექნიკური ინსტიტუტის მონაწილეობით შესრულებულია დაწვრილებითი გეოლოგიური კარტირება და ქანების კლასიფიკაცია, რის საფუძველზეც შემოთავაზებულია Q-ტესტირების მეთოდი.

მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: მასივის გრუნტის ხარისხის შესაფასებლად და შესაბამისად სამაგრის შესარჩევად გამოიყენება Q ემპირიული სისტემა, დაფუძნებული *RQD-ზე (Rock Quality Determination)* (ნახ. 31)

RQD კლასიფიკაციის შესაბამისად გრუნტის მასივის მდგომარეობა ფასდება ჭაბურღილის ბურღვის დროს კერნის გამოსვლით. თუ ქანი მდგრადია, ნაკლებია ბზარიანობა, ბლოკებად დაყოფა და მეტია კერნის გამოსავალი.

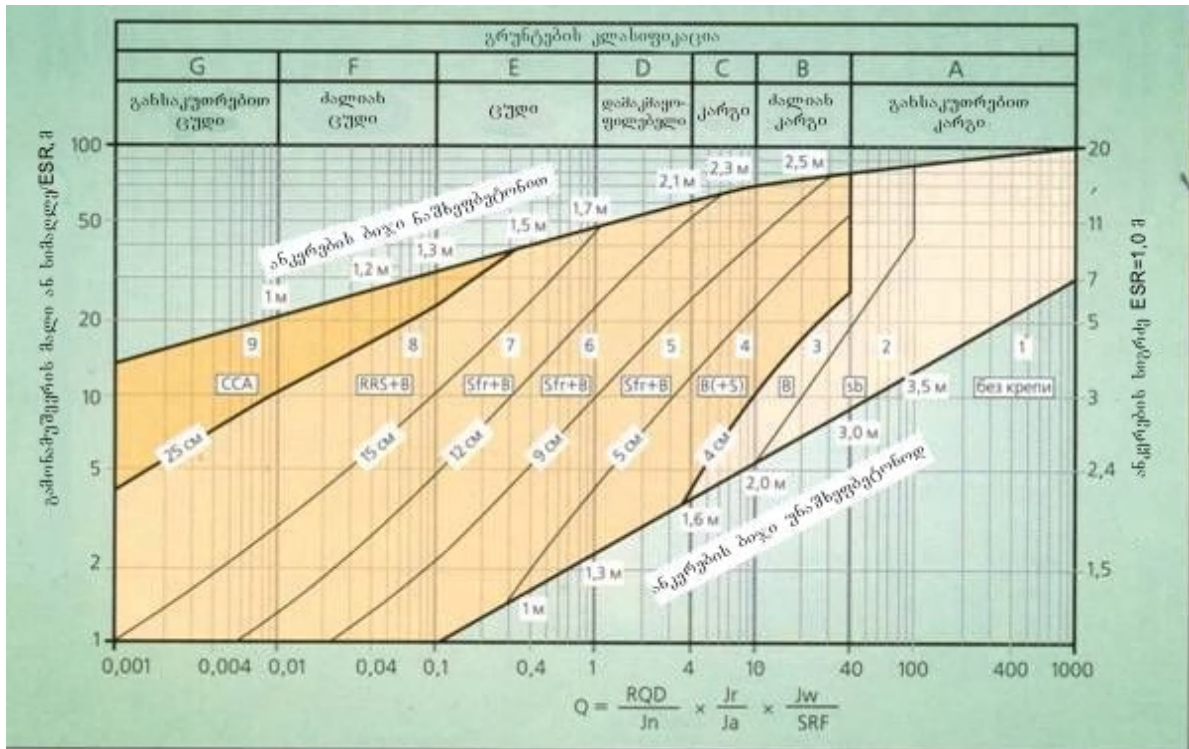
ამ მაჩვენებელს ემატება კიდევ ხუთი პარამეტრი: გრუნტის მასივის ბზარების ხარისხი (J_n); ბზარების ამომესები მასალა (J_r); შეუკვრელი გრუნტის მაჩვენებლები და პირობები; „სამაგრი-გრუნტის მასივის“ პირობები კონტაქტზე (J_a); გაწყლოვანების ხარისხი და წყლის წნევა (J_w); მასივის საწყისი დაძაბულობა (*SRF*) ყველა ამ პარამეტრს გააჩნია 10-დან 17-მდე რაოდენობრივი მაჩვენებელი.

Q სიდიდე იანგარიშება ფორმულით:

$$Q = RQD / J_n \times J_r / J_a \times J_w / SRF \quad (2)$$

Q -ს მნიშვნელობა შეიძლება იყოს 0.0001-დან ძლიერ დასუსტებული, საწყისი ძაბვების ველის მაღალი გრადიენტის მქონე გრუნტებისათვის, 1000-მდე მაგარი კლდოვანი მასივებისათვის ბზარების გარეშე.

სამაგრის კონსტრუირებისათვის გადაწყვეტილების მისაღებად მაღის სიდიდე, ან გამონამუშევრის სიმადლე კორექტირდება *ESR* მაჩვენებელზე გაყოფით (ნახ. 31). ეს სიდიდე მიიღება მიწისქვეშა ნაგებობის საექსპლუატაციო უსაფრთხოების დონის შესაბამისად. ასე, მაგალითად, მიწისქვეშა ატომური ელექტროსადგურებისათვის, სარკინიგზო სადგურებისათვის, მაგისტრალური გაზსადენებისათვის იგი მიღებულია 0,5–0,8 სიდიდის ტოლი, ავტოსაგზაო და სარკინიგზო გვირაბებისათვის მაგისტრალურ ტრასებზე რეკომენდებულია – 0,9–10, ხოლო მეორე ხარისხოვან ტრასებზე და დამხმარე გამონამუშევრებისათვის 1,2–1,3.



ნახ. 31 გვირაბის მშენებლობის ნორვეგიული Q სისტემა:

1 გამაგრების გარეშე; 2 ერთეული ანკერები; 3 ანკერების სისტემა; 4 ნაშეფებტონი, ანკერების სისტემა; 5-7 ლითონის ფიბრებით არმირებული ნაშეფებტონი; 8 ლითონის ფიბრებით არმირებული ნაშეფებტონის, ლითონის კამარები; 9 წინმსწრები სამაგრი, ლითონის ფიბრებით არმირებული ნაშეფებტონი; ანკერების სისტემა; არმატურის კამარები.

ახალავსტრიული მეთოდის შემთხვევაში გრუნტის მასივის მდგრადობის საკითხი, გამონაძევეერის გახსნის სქემები, დროებითი სამაგრის კონსტრუქცია და მუდმივი სამაგრის აგების ადგილის ჩამორჩენა დამოკიდებულია მონიტორინგზე გვირაბის გაყვანისას. მეთოდი, სრულად ახდენს რა სამთო წნევის მართვის პრინციპების რეალიზებას, საშუალებას იძლევა, შემცირდეს სამაგრზე გადაცემული დატვირთვების სიდიდე. აქ უნდა აღინიშნოს, რომ გვირაბგაყვანი სამუშაოების შესრულება მოითხოვს არამარტო წარმოების მაღალ კულტურას, თანამედროვე გვირაბგამყვანი აღჭურვილობის გამოყენებას და გაზომვის საიმედო საშუალებებს, არამედ ტექნიკური პერსონალისაგან გეომექანიკურ პროცესებზე, სისტემის “სამაგრი გრუნტის მასივის” ელემენტების ურთიერთქმედების მექანიზმის შესახებ გარკვეულ ცოდნასაც.

ნორვეგიული მეთოდის შემთხვევაში სამთო მასივის ხარისხის შესაფასებლად და დროებითი სამაგრის ტიპის შესარჩევად იყენებენ ემპირიულ სისტემას. სამაგრის კონსტრუქციული პარამეტრები პრაქტიკულად დეტერმინირებულია ამ განზოგადებული კრიტერიუმით, რომელიც თვისო-

ბრივად წარმოდგენილია გამონამუშევრის შემცველი სამთო მასივის თვისებების დამახასიათებელი მრავალრიცხოვანი ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლებით (მონიტორინგი სრულდება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევებში). აქედან გამომდინარეობს, რომ NATM წარმოადგენს არა გვირაბის აგებს ხერხს, არამედ გვირაბის გაყვანის კონკრეტულ საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში მხოლოდ სამაგრის პარამეტრების განმსაზღვრელი მეთოდის ერთობლიობას. რაც უფრო ხელსაყრელია ეს პირობები, მით მეტი ეფექტიანობით შეიძლება მეთოდის რეკომენდაციების რეალიზება.

(NTM) გამოყენებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების სრული პასპორტის შედგენას.

როგორც ცნობილია, სატრანსპორტო ნაგებობის ფუძის ქვეშ მყოფი ქანები იყოფა ორ ჯგუფად:

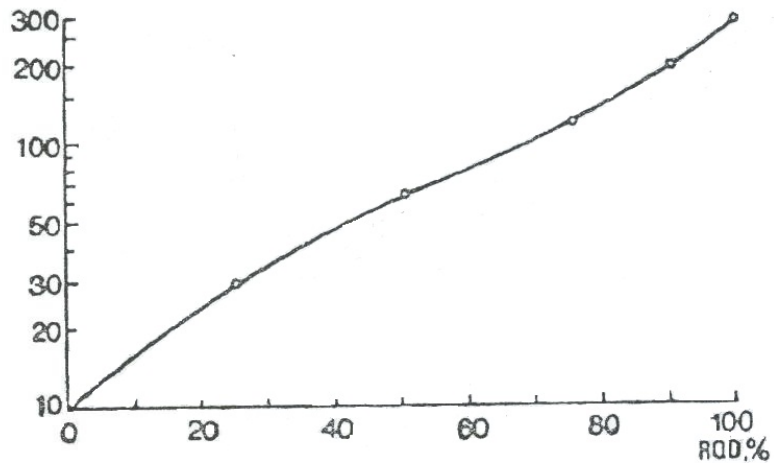
– გრუნტი (თიხა, ქვიშა, ლამი) რომლის მზიდუნარიანობა განისაზღვრება მის ჭრაზე წინაღობით (შიგა ხახუნის კუთხე, შეჭიდულობა);

– ქანები (მაგმატური, მეტამორფოზული კლდოვანი და ნახევრად კლდოვანი), რომელთა მზიდუნარიანობა განისაზღვრება ერთდერძოვან კუმშვაზე მათი წინაღობით.

CHиП 2.05.03-84 რეგლამენტირებულია კლდოვანი ქანებს საანგარიშო წინაღობის (თუ არ ჩატარებულა შტამპური გამოცდები) დადგენა ქანის წინაღობის მნიშვნელობის ერთდერძოვან კუმშვაზე გამრავლებით: 0,6 სუსტად გამოფიტული ქანებისათვის, 0,3 – მაგრად გამოფიტული ქანებისათვის.

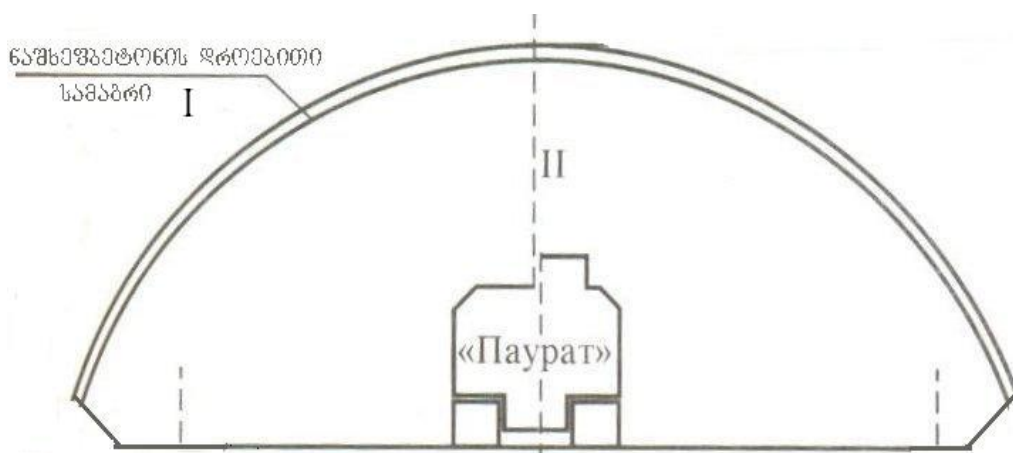
მეორე ჯგუფის ქანებში სატრანსპორტო ნაგებობების მშენებლობისას მიზანშეწონილია უფრო დიფერენცირებული მიდგომა დასაშვები (საანგარიშო) ძაბვების განსაზღვრისადმი, როცა გარდა ქანის ლაბორატორიული გამოცდებისა, განსაზღვრავენ საძირკველთა კონტაქტურ ძაბვებს *R_{QD}* მაჩვენებლებით (კერნის გამოსავალით მისი გარკვეული ზომით ბურღვისას, ცალკეული ბზარებს შორის მანძილის გათვალისწინებით (ნახ. 32).

სამთო სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობაში ახალავსტრიული მეთოდი (NATM) გამოიყენება 1964 წლიდან, მეტრომშენებლობაში – 1968-დან.



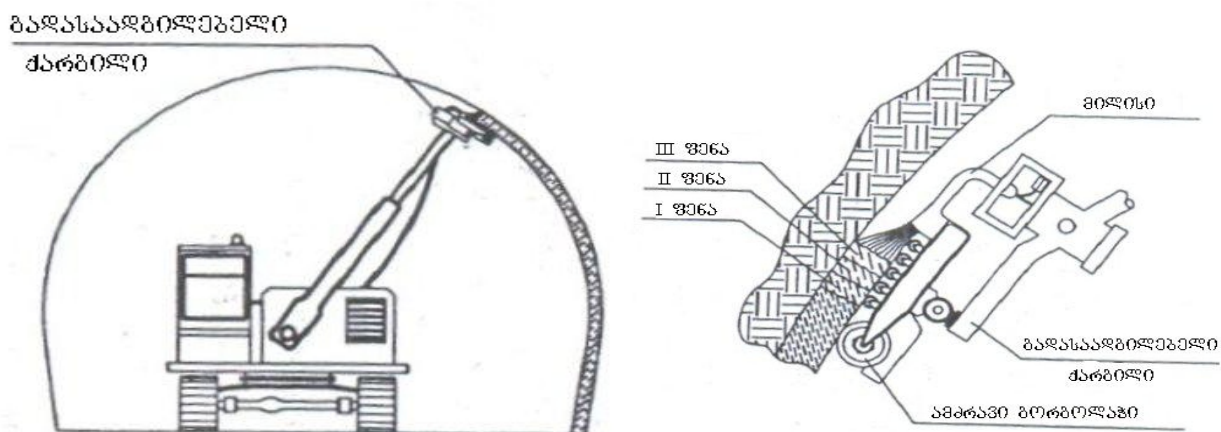
ნახ. 32. საძირკვლის ქვეშა დასაშვები ძაბვა (მთლიანი წირი მნიშვნელობის)

გვირაბის აგების ახალავსტრიული ხერხის ძირითადი არსი მდგომარეობს შემდეგში: მიწის ქვეშა გამონამუშევარს თავიდან ამაგრებენ დეფორმირებადი ჩაკეტილი კონტურის მქონე პირველადი სამაგრი, რომელიც მჭიდროდ ეკვრის ქანს და სამაგრი და სამთო მასივი განიხილება, როგორც ერთიანი პირველადი (დროებითი) გამონამუშევრის მზიდი სისტემა (ნახ. 33) ხოლო მას შემდეგ, რაც სამთო წნევა და გამონამუშევრის კონტურის დეფორმაციები სტაბილიზდება, გვირაბის მთელ პერიმეტრზე ამოჰყავთ მეორადი სამაგრი, რომელიც აძლიერებს პირველად სამაგრს.



ნახ. 33. ერთადიანი გამონამუშევრის მშენებლობის ეტაპები:
 I- გრუნტის დამუშავება NATM-ის ტექნოლოგიით;
 II- პირველადი ნაშხეფებტონის სამაგრი.

ჩვეულებრივ პირველადი სამაგრი წარმოადგენს ნაშხეფბეტონის საფარს, რომელიც არმირებულია ლითონის ბადით და ჩამაგრებულია ქანში მოკლე კონსტრუქციული ანკერებით ან ეკრდნობა ლითონის თაღებს, რომელთა დანიშნულებაა სამაგრის სამთო მასივთან მუშაობაში ჩართვა და მასივის მზიდუნარიანობის მაქსიმალური შენარჩუნება, მასივის განტვირთვა. ე. ი. იქმნება დამყოლი გარსი (სამაგრი), რომელსაც დანგრევის გარეშე დეფორმირების და კონტურზე წარმოქმნილი ძაბვებისადმი მდგრადობის უნარი შესწევს. ასეთი გარსი ამაგრებს გამონამუშევრის კონტურს, მასთან ერთად დეფორმირდება და გამორიცხავს ქანის ჩამოშლას.



ნახ. 34. გამონამუშევრის სწრაფი დაბეტონება. ა- ნაშხეფბეტონის დანადგარი; ბ- ქარგილის საერთო ხედი.

ნაშხეფბეტონის გამონამუშევრის გამაგრებას გააჩნია მთელი რიგი უარყოფითი თვისებები, როგორცაა: ატმოსფეროს დამტვერიანება სამუშაოთა წარმოების ადგილას, ბეტონის ნარევის ასხლეტვა და სხვა.

ამ ნაკლოვანებების გამოსწორების მიზნით ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია სპეციალური ქარგილის სდ (სწრაფი დაბეტონება) გამოყენება. ქარგილი მოძრაობს გამონამუშევრის განივი კვეთის წრეხაზზე. ბეტონის ჩაწყობა ხდება ხორკლიანი გამონამუშევრის ზედაპირსა და ქარგილს შორის სივრცეში, რის შედეგად გამონამუშევრის კონტურზე წარმოიშვება გლუვი ზედაპირის მქონე თხელი სამაგრი ოპტიმალური სიდიდით (მასივში ჩამონგრევის თაღის ფორმირებამდე). გამონამუშევრის გაყვანისას საჭიროა მონიტორინგის განხორციელება სისტემა „სამაგრი-მასივი“ დაძაბულ მდგომარეობაზე.

ცნობილია ნაშხეფბეტონის დატანა ორი ტექნოლოგიით „მშრალი“ და „სველი“. პირველის გამოყენების საწყისი მიეკუთვნება მე-20 საუკუნის 50-იან წლებს, მეორესი კი 70-იან წლებს. მსოფლიოში ბოლო წლებში სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება „სველი დაბეტონება“. XX საუკუნის 90-იანი წლების ბოლოს ნაშხეფბეტონის 70 % დაიტანებოდა „სველი“ ხერხით.

„სველი“ ხერხის დადებითი მხარეებია: შემადგენელი კომპონენტების ზუსტი დოზირება, რაც ბეტონის საანგარიშო მახასიათებლების მაღალი მნიშვნელობების მიღების საშუალებას იძლევა, ნაკლებად დამოკიდებულია შემსრულებელთა კვალიფიკაციაზე, მთელი რიგი პარამეტრების ადგილზე რეგულირების საშუალებას იძლევა. „სველი“ ტექნოლოგია ძირითადი უარყოფითი მხარეა ძვირად ღირებული დანადგარების აუცილებლობა.

ბოლო დროს ნაშხეფბეტონის შემადგენლობაში გამოიყენება ფიბრები, რომელიც არმატურის ფუნქციას ასრულებს. ამით იზრდება წინაღობა გაჭიმვაზე და იზღუდება ბზარების წარმოშობის პროცესი. ფიბრების გამოყენება საშუალებას იძლევა გამოირიცხოს ლითონის არმატურის ბადის გამოყენება.

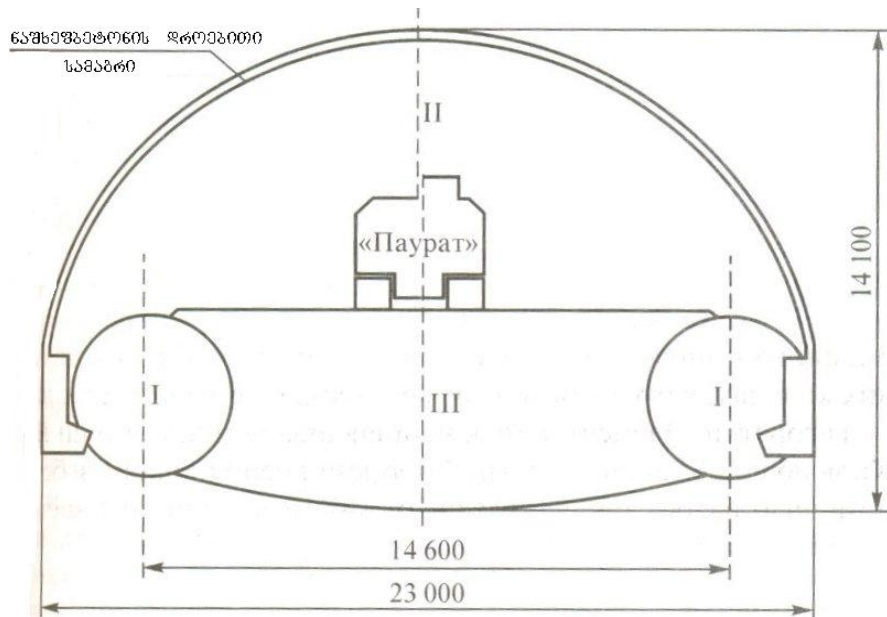
მსოფლიო პრაქტიკაში გამოიყენება სამთო ტიპის ფიბრა: ლითონის, ბოჭკოვანი მინის და პლასტიკების.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ NATM პრინციპები საქართველოში გამოყენებული იქნა ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 60-იან წლებში. შემდგომში იგი გამოყენებული იქნა თბილისის მეტროპოლიტენის მეორე ხაზის მშენებლობაზე და სენაკი-ფოთი-სარფის გზის მშენებლობაზე. მთლიანი მოცულობით NATM –ის მეთოდი გამოყენებული იქნა E- 60 საქართველოს მთავარი გზის გორი – რუისის 800 მეტრიანი ორი გვირაბის მშენებლობაზე.

NATM –ის მეთოდით დაგეგმილია თბილისის შემოვლითი გზის და მაგისტრალური გზის თბილისი-ბათუმის რკინიგზის გვირაბების მშენებლობა.

გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ეკატერინბურგის მეტროპოლიტენის ერთთადიანი სადგურის „გეოლოგიჩესკაია“-ს მშენებლობა თაღის მაღის სიგანით 23 მ (ნახ. 35).

მშენებლობას ძირითადად აწარმოებდნენ ქართველი გვირაბმშენებლები (სამართველოს ხელმძღვანელი ა. ყურაშვილი). სადგური განლაგებულია კლდოვან ქანებში ციცაბოდ განლაგებულ ქანებში 20 მ. სიღრმეზე.



ნახ. 35. შადგურ „გეოლოგიჩესკაია“-ს მშენებლობის ეტაპები: I- გვირაბების გაყვანა და საყრდენი კედლების აგება; II- ქანის დამუშავება NATM ის ტექნოლოგიის მიხედვით; III- ბირთვისა და უკუთადის დამუშავება.

კომპანი „Паура“ უზრუნველყოფდა თადის სწორ კონტურს, რაც გამორიცხავდა ძაბვების ზედმეტ კონცენტრაციას მასივში.

2.9. მიწისქვეშა ობიექტების ექსპლუატაცია.

დიდი ჩაღრმავების თადი წარმოადგენს რთულ საინჟინრო ნაგებობას. მისი სამაგრის კონტრუირებისას საჭიროა ადგლის გეოლოგიური პირობების ცოდნა და მათი თავისებურებათა ზუსტი გათვალისწინება. თანამედროვე საანგარიშო მეთოდები და არსებული გამოთვლითი ტექნიკა საშუალებას გვაძლევს არსებულთან მაქსიმალურად მიახლოებული ძაღვები განვსაზღვროთ კონსტრუქციის კვეთში და შესაბამისად შევარჩიოთ სამაგრის ეკონომიურად ეფექტური კონსტრუქცია.

დიდი ჩაღრმავების თადის ძირითად სამშენებლო მასალას ბეტონი და რკინაბეტონი წარმოადგენს. როგორც ცნობილია ბეტონი ცუდად მუშაობს გაჭიმვაზე. ბეტონისა და რკინაბეტონის ექსპლუატაციის პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ბეტონის გაჭიმულ ზონაში როგორც წესი წარმოიშვება ბზარები. გვირაბის სამაგრის მუშაობის პირობებიდან გამომდინარე კი ბზარების გაჩენა მის კონსტრუქციაში დაუშვებელია. ამიტომ დიდი ნიშნელობა ენიჭება საკითხს

სამაგრისათვის მუშაობის საუკეთესო პირობების უზრუნველსაყოფად მისი რაციონალური მოხაზულობის პოვნას. თაღის ღერძის მოხაზულობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ძაბვების სიდიდეზე თაღში და მის შერჩევას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა.

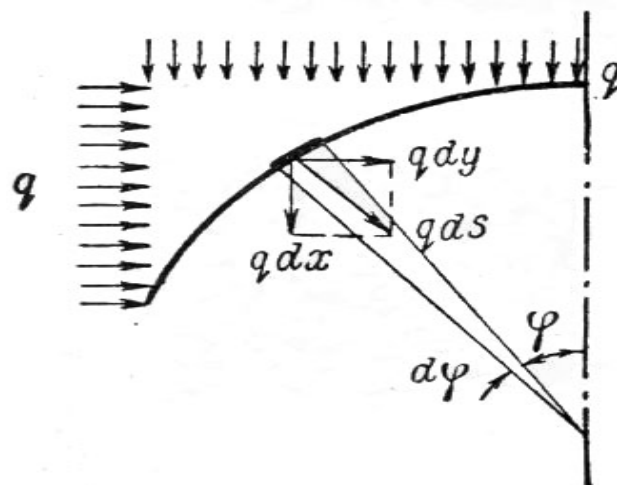
რაც უფრო მეტად მიუახლოვდება თაღის ღერძი წნევის მრუდს, მით უფრო ნაკლებია მღუნავი მომენტები, თუ კი თაღის ღერძი დაემთხვევა წნევის მრუდს, მაშინ ნებისმიერ კვეთში მღუნავი მომენტი ნულის ტოლია და თაღის ასეთი მოხაზულობა ჩაითვლება რაციონალურად. რადგანაც თაღზე მოქმედებს სხვადასხვა დატვირთვები, მათ შეესაბამება არაერთი არამედ რამდენიმე წნევის მრუდი.

საერთოდ მიღებულია, რომ თაღის ღერძის მოხაზულობა ჩაითვალოს რაციონალურად თუ ის ემთხვევა მუდმივი ტვირთით გამოწვეულ წნევის მრუდს.

თაღის დედამიწიდან დიდი ჩაღრმავების შემთხვევაში ითვლება, რომ ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დატვირთვები არის ერთმანეთის ტოლი ინტენსივობის, თანაბრად განაწილებული დატვირთვა, რომელიც უახლოვდება რადიანულად მიმართულების თანაბრად განაწილებულ დატვირთვას. ამ შემთხვევაში თაღის რაციონალური მოხაზულობა ემთხვევა წრიულს, ან მასთან მიახლოებულ რკალის ფორმას (ნახ. 36).

ამ შემთხვევაში რკალის ელემენტარულ ds ფართობზე მოქმედი ძალის ტოლქმედი გამოითვლება

$$dp = q\sqrt{dx^2 + dy^2} = qds \quad (3)$$



ნახ. 36. თაღის დატვირთვის სქემა.

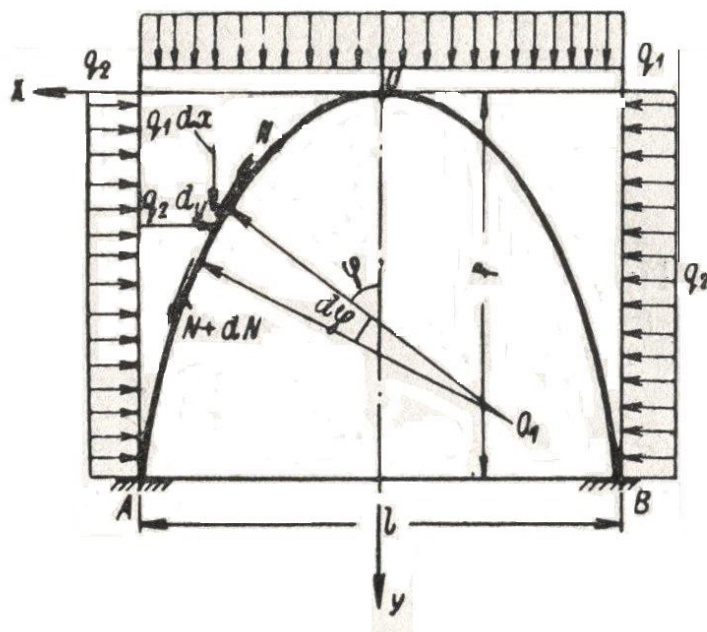
მაგრამ გვირახბმშენებლობის პრაქტიკიდან ცნობილია რომ სამთო ვერტიკალური წნევა ყოველთვის მეტია ჰორიზონტალურზე, რის გამოც თაღის ღერძის რაციონალური მოხაზულობა არ ემთხვევა წრიულ რკალს. გადახრა მოხაზულობიდან მით მეტია, რაც მეტია მათ შორის განსხვავება.

ამოცანის გადაწყვეტა უსახსრო თაღში თითქმის შეუძლებელია. ამას ართულებს სამთო წნევის სიდიდის ზუსტი განსაზღვრის და მისი განაწილების კანონის გაურკვევლობა, ასეთ შემთხვევისათვის რეკომენდირებულია განვიხილოთ დატვირთვების რამოდენიმე სქემა. ავადგომ წნევის მრუდები და ღერძი შევარჩიოთ ისე, რომ ის მაქსიმალურად ახლოს იყოს ყველაზე უფრო მოსალოდნელ დატვირთვების წნევის მრუდთან.

თაღის ღერძის რაციონალური მოხაზულობის პოვნა მარტივდება თუ ვიცით დატვირთვების განაწილების ინტენსივობა და თაღს ჩავთვლით უკუმშველად. ესე იგი, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ გრძივი ძალების გავლენას თაღის კუმშვაზე, ამ შემთხვევაში ამოცანა დაიყვანება სტატიკურად რკვევად სამსახსრიან თაღის წნევის მრუდის აგებაზე. უსახსრო თაღებში, რომელებიც სტატიკურად ურკვევი სისტემებია, წარმოიქმნება დამატებითი ძალები გარემოს ტემპერატურის ცვლილებით, საყრდენების არათანაბარი ჯდომით, ბეტონის შეკლებით და ცოცვადობისაგან. ეს ფაქტორები საჭიროა გავითვალისწინოთ მათი გაანგარიშებისას, მაგრამ უნდა ავლნიშნოთ, რომ დამატებითი ძალები, გამოწვეული ბეტონის და რკინაბეტონის თაღებში საყრდენების არათანაბარი ჯდენისაგან მნიშვნელოვნად მცირდება ბეტონის ცოცვადობისაგან. გასათვალისწინებელია ის გარემოებაც, რომ აღნიშნული ძალები, თუ გავითვალისწინებთ არმატურის და ბეტონის პლასტიურ თვისებებს გავლენას არ ახდენს თაღის მზიდუნარიანობაზე, ესე იგი დატვირთვების იმ სიდიდეზე, რომელიც იწვევს თაღის რღვევას. ერთი და იმავე კვეთების მქონე თაღებში უსახსრო თაღის მზიდუნარიანობა უფრო მეტია, ვიდრე სამსახსრიანისა. მას შემდეგ რაც დადგინდება თაღის სტატიკური სქემა, საჭიროა შევარჩიოთ მისი ღერძის მოხაზულობა და განვიკვეთების ცვლილების კანონი, ესე იგი დავადგინოთ თაღის გეომეტრია.

საესკიზო დაგეგმარების დროს თაღის მიახლოებითი ანგარიშისათვის ხშირად მიმართვენ გრაფიკულ წესს, რომელიც შედარებით მარტივად წყვეტს ამოცანას. რადგანაც დატვირთვა სიმეტრიულია საკმარისია თაღის ერთი ნახევრის წონასწორობის განხილვა. თაღს და სათანადად მის ზედნაშენს

ვეოფთ რამდენიმე ნაწილად და ვანგარიშობთ თვითოეულ ნაწილზე მოსულ დატვირთვებს.



ნახ. 37. თაღის ელემენტზე ძალების მოქმედების სქემა

უსახსრო თაღის ღერძად ირჩევენ სტატიკურად რკვევად სამსახსრიანი თაღისათვის მიღებულ წნევის მრუდს, შემდეგ კი შეგვიძლია შევიტანოთ სათანადო შესწორებები.

გამოვიყვანოთ სამსახსრიანი თაღის წნევის მრუდი. წარმოვიდგინოთ, რომ სამსახსრიან თაღზე q_1 ინტენსივობით მოქმედებს თანაბრად განაწინებული ვერტიკალური დატვირთვა და q_2 ინტენსივობის თანაბრად განაწილებული ჰორიზონტალური დატვირთვა. თუ თაღის კვეთი ემთხვევა წნევის მრუდს, მაშინ კვეთის ცალმხარეს მოქმედი ძალების ტოლქმედი იქნება მრუდის მხები. თუ თაღის ღერძს ექნება პარაბოლის ფორმა თაღის კვეთები იმუშავენ მხოლოდ კუმშვაზე. თაღიდან გამოვიყოთ მცირე ელემენტი ds და შევადგინოთ წონასწორობის განტოლება მასზე მოქმედ ძალებზე. დავაგეგმილოთ ძალები x და y ღერძებზე ჩავთვალოთ რომ თაღის სისქე უსასრულოდ მცირეა.

$$- N \cos(\varphi) + (N + dN) + q_2 dy = 0; \quad (4)$$

$$N \sin(\varphi) - (N + dN) + q_1 dy = 0; \quad (5)$$

სადაც N არის ძალების ტოლქმედი მიმართული კვეთის ღერძის მხებად.

φ არის მხების დახრა x ღერძთან;

q1- ვერტიკალური დატვირთვის ინტენსივობა;

q2- ჰორიზონტალური დატვირთვის ინტენსივობა;

რადგანაც

$$\sin(\varphi + d\varphi) = \sin \varphi + \cos \varphi d\varphi \quad (6)$$

$$\cos(\varphi + d\varphi) = \cos \varphi - \sin \varphi d\varphi \quad (7)$$

ამ განტოლებებიდან მივიღებთ

$$- N \sin \varphi d\varphi + dN \cos \varphi + q_2 dy = 0 \quad (8)$$

$$- N \cos \varphi d\varphi - dN \sin \varphi + q_1 dx = 0 \quad (9)$$

ანუ

$$d(N \cos \varphi) + q_2 dy = 0 \quad (10)$$

$$- d(N \sin \varphi) + q_1 dx = 0 \quad (11)$$

და ამ განტოლების ინტეგრირებით მივიღებთ

$$N \cos \varphi = -q_2 y + C_1 \quad (12)$$

$$- N \sin \varphi = -q_1 x + C_2 \quad (13)$$

როცა

$$X = 0, y = 0, \sin \varphi = 0, \varphi = 0, \text{ გვაქვს კლიტის კვეთი } C_2 = 0$$

$$\text{კლიტეში } N_1 = N_0 \text{ და } C_2 = 0$$

მივიღეთ

$$N \cos \varphi = -q_2 y + N_0 \quad (14)$$

$$N \sin \varphi = q_1 x \quad (15)$$

იმის გათვალისწინებით რომ

$$\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{dy}{dx} \quad (16)$$

შეიძლება ვიპოვოთ

$$\frac{dy}{dx} = \frac{q_1 x}{-q_2 y + N_0} \quad (17)$$

$$(-q_2 y + N_0) dy = q_1 x dx \quad (18)$$

ინტეგრირებით მივიღებთ

$$\frac{-q_2 y^2}{2} + N_0 y = q_1 \frac{x^2}{2} + C_3 \quad (19)$$

$$X = 0, y = 0, C_3 = 0$$

$$\frac{-q_2 y^2}{2} + N_0 y = q_1 \frac{x^2}{2} \quad (20)$$

N_0 გამოითვლება პირობიდან, როცა $x = \frac{l}{2}$ $y = f$

$$\frac{-q_2 f x^2}{2} + N_0 y = q_1 \frac{l^2}{8} \quad (21)$$

$$N_0 = q_1 \frac{l^2}{8f} + q_2 \frac{f}{2} \quad (22)$$

თუ შევიტანთ აღნიშვნას $\frac{q_1}{q_2} = m$ -ს მივიღებთ განტოლებას

$$-y^2 + \left(m \frac{l^2}{4f} + f\right)y = mx^2 \quad (23)$$

ამ განტოლებაში თუ შევიტანთ y -ის მნიშვნელობებს, გამოვითვლით შესაბამის x -ის მნიშვნელობებს.

f -ს თადის აწეულობის ისარი;

$m = \frac{q_1}{q_2}$, l – თადის მალი.

თადის რაციონალური მოხაზულობა თანხვედრაში უნდა იყოს გაბარიტთან.

პროგრამული უზრუნველყოფით თადის მრავალი წერტილისათვის კორდინატების მიხედვით ვპოულობთ კონკრეტულ შემთხვევისათვის სამაგრის ღერძის რაციონალური მოხაზულობას.

2.10. მცირე ჩადმაგების მეტროპოლიტენის მშენებლობის მაღალი ტექნოლოგიების კონცეფცია.

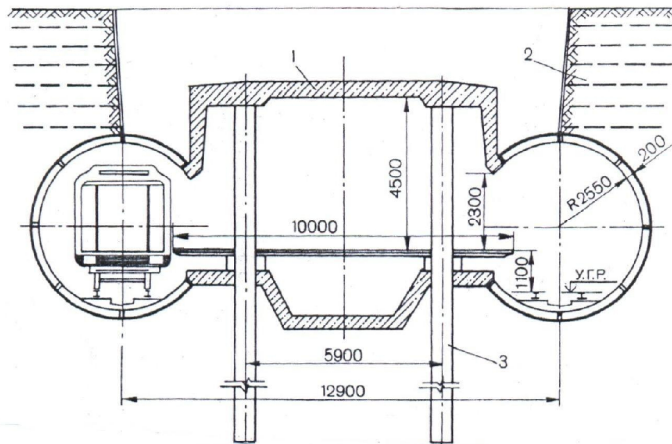
ამ კონცეფციის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ერთდროულად გამოიყენება მშენებლობის ორივე ხერხი. ეს საშუალებას იძლევა შემდგომში გამოვიყენოთ ტერმინი „ნახევრად დახურული ხერხი“. ამ შემთხვევაში გადასარბენი გვირაბები და სალიანდაგო გვირაბები სადგურის ფარგლებში

აიგება დახურული ხერხით, ხოლო სადგურის ნაგებობა კი ამ გვირაბებს შორის ღია ქვაბულში (ნახ. 38).

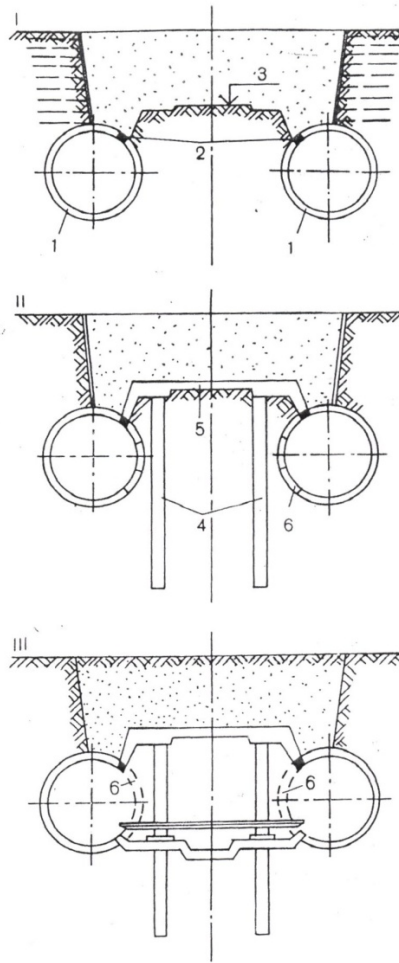
სადგურის აგება მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით: გაიყვანება სადგურის სალიანდაგო გვირაბები, რომელთაც სამაგრის ერთი ხაზის რგოლში ამონტაჟებენ კლიტის ელემენტებს, შემდგომში სადგურის გადახურვის ჭერამდე მუშავდება ქვაბული ამ გვირაბებს შორის (ნახ. 39).

ამ ნიშნულიდან იბურდება ჭაბურღილები და ბეტონდება ხიმინჯ-კოლონები, ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯების მოწყობის შემდეგ, სადგურის ქვაბულის პირას ამუშავებენ ორ ტრანშეას, საგზაო გვირაბის სამაგრამდე და იწყებენ მონოლითური რკინაბეტონის გადახურვას. ამ ტრანშეების სიგანე საკმარისი უნდა იყოს, რათა შესაძლებელი გახდეს ფილის კონსოლური ნაწილის დაბეტონება და შემდგომში მისი საგზაო გვირაბის სამაგრთან მისი გამონოლითებისათვის სამუშაოთა წარმოება.

მას შემდეგ, რაც გადახურვის ფილის ბეტონი მიაღწევს საპროექტო სიმტკიცეს, აწყობენ ჰიდროიზოლიაციას, გრუნტის უკუხაყრას, ადადგენენ საგზაო ფენილს და შესაძლებელი ხდება საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობა სადგურის მშენებლობის ტერიტორიაზე.



ნახ 38. სადგურის კონსტრუქცია ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯ კოლონებით.
 1 - მონოლითური რკინაბეტონის გადახურვა; 2 - დეროვანი სამაგრი;
 3 - ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯი;



ნახ. 39 ნაბურღ-ნატენი ხიმინჯკოლონიანი სადგურის აგების თანმიმდევრობა. 1 სადგურის საგზაო გვირაბი; 2 კლიტის ელემენტები; 3 ნიშნული, რომელიც შეეფარდება სადგურის გადახურვის ძირს; 4 ხიმინჯ კოლონები; 5 მონოლითური გადახურვა; 6 დროებითი შევსების ელემენტები.

ღარის ფილის და ბაქნის მოწყობას აწარმოებენ 6 მეტრი სიგანის რგოლებით ღია განივი საკნიდან, განლაგებული სასადგურო კომპლექსის ტორსში, სადაც განლაგებულია დანადგარები, რომლებიც უზრუნველყოფენ გვირაბგამყვანი და სამონტაჟო სამუშაოების მსვლელობას.

2.11. ღეროვანი (ნაგელური) სამაგრის გაანგარიშების მეთოდოლოგია.

ამჟამად მცირე ჩაღმაგების მეტროპოლიტენის მშენებლობისას ქვაბულის კედლებს ამაგრებენ ხიმინჯებით, გამბრჯენებით ან ანკერებით. მცირე ჩაღმაგების მეტროპოლიტენის მშენებლობის ტექნიკა ძირითადად ხდებოდა

ახალი პროგრესული კონსტრუქციების დანერგვის ხარჯზე, რაც შეეხება მშენებლობის მეთოდებს დღემდე ძირითადად გამოიყენება „კლასიკური მეთოდები“, ასე მაგალითად მცირე ჩადრმავეების მეტროპოლიტენის მშენებლობისას სადგურის აგება ხდება ქვაბულში, კედლების აუცილებელი გამაგრებით. გამონაკლისია პროგრესული ხერხი „კედელი ქანში“, რომელიც ეკონომიურად გამართლებულია მხოლოდ რთულ საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში.

ჩვეულებრივ საინჟინრო-გეოლოგიურ პირობებში ქვაბულის ხერხით მშენებლობისას უპირატესობა ენიჭება ქვაბულის კედლების გამაგრებას ხიმინჯებით გამბრჯენების დაყენებით ან ანკერებით. ამგვარ სამაგრებს გააჩნიათ მთელი რიგი ნაკლოვანებები: ლითონის დიდი ხარჯი, შრომატევადობა, რთული მანქანა-მექანიზმების გამოყენება, გამბრჯენებით ქვაბულის გადახერგვა, ხმაური გამოწვეული ხიმინჯების ჩასობისას, ვიბრაცია და სხვა.

ზემოთ აღნიშნულმა განაპირობა ახალი ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილება სამაგრის ახალი ტიპის დეროვანის შექმნა, რომელიც მთლიანად გამორიცხავს ქვაბულის გამაგრებას ხიმინჯებით.

დეროვანი სამაგრის მუშაობის პირობები განხილულია ერთეული მეცნიერების: გ. გასლერის, მ. სტოკერას, გ. ს კორმინას, გ. გუდესუსას მიერ. ამ ნაშრომებში მოყვანილი გადაწყვეტილებები რა თქმა უნდა წარმოადგენს დიდ ინტერესს, მაგრამ მათი გამოყენება გარკვეული ცვლილებების გამო არაადეკვატურია დეროვანი სამაგრების გასაანგარიშებად, ვინაიდან სათანადოდ არ ითვალისწინებენ ამ სამაგრის ტექნოლოგიურ და კონსტრუქციულ თავისებურებებს.

ექვივალენტური მასალების გამოყენებით ფიზიკური მოდელების ექსპერიმენტალური გამოკვლევების და დეროვანი სამაგრების არსებული მეთოდების ანალიზი გვაძლევს იმის საფუძველს, რომ არმირებული გრუნტის ფენა შეიძლება განხილული იქნას, როგორც „ფოლად-გრუნტის“ სამაგრის ერთიანი კონსტრუქცია. იგი მუშაობს როგორც საყრდენი კედელი, გრუნტის ჰორიზონტალურ დაწოლაზე, სადაც გამჭიმავ ძაბვებს თავის თავზე იღებს გრუნტში ჩაანკერებული არმატურის დეროები, ხოლო მკუმშავ ძაბვებს კი არმატურის დეროებს შორის მოქცეული გრუნტის მასივი. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ნაშხეფბეტონის გარსი დატვირთვების მიღებაში არ

მონაწილეობს, ის მხოლოდ დამცავი გარსის ფუნქციას არულებს, რომელიც არმატურის ღეროებს შორის არსებულ გრუნტის ჩამოყრას ეწინააღმდეგება.

ასეთ „ფოლად-გრუნტის“ სამაგრის გაანგარიშება მდგომარეობს ამ არმირებული გრუნტის ფენის, როგორც ერთიანი კონსტრუქციის შიდა და გარე მდომარეობის მდგრადობის განსაზღვრაში. ამ სამაგრის შიდა მდგრადობას განაპირობებს გამჭიმავი ძაბვების გრუნტში ჩაანკერებულ არმატურის ღეროებზე სრულად გადაცემა.

ქვაბულის დაანკერებული ფერდის მდგრადობა შეიძლება ასე ჩაიწეროს:

$$T_S = nE \quad (24)$$

სადაც T_S არის გამჭიმავი ძაღვების ჯამური სიდიდე, რომელსაც იღებს თავის თავზე არმატურის ყველა ღერო. E – არის ყველა შიდა ძაღვების ჯამური სიდიდე, რომელიც მოქმედებს არმირებულ მასივზე. $n=1.5$ არის მარაგის

კოეფიციენტი. i_0 არმატურის ღეროზე მოსული ძალა, თუ მხედველობაში მივიღებთ მის ერთობლივ მუშაობას გრუნტთან და გამოვრიცხავთ გრუნტთან შესაძლო სრიალის ხახუნს, შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$T_i = 2\pi R \tau_i^h l + \Delta T_i \quad (25)$$

სადაც πR არის არმატურის ღეროს პერიმეტრი, τ_i^h მხები ძაბვა, რომელიც აღიძვრება ღეროს გარშემო, h_i სიღრმეში. ΔT_i ძაღვების ნაზარდი გამოწვეული არმატურის დახრილობით.

ძაბვები i_0 შორის ანკერულ ღეროებში, განისაზღვრება იმ პირობიდან, რომ ვერტიკალური ძაღვები თანაბრად ნაწილდება გრუნტის მასივში.

$$T_i = \pi R l (\gamma_1 h_1 + P_1) (2f \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (26)$$

სადაც P_1 - არის არმირებული გრუნტის მასის მოცულობითი წონა. h_1 განსახივეი სერტილის ჩაღრმავების სიდიდე. P_1 არის ქვაბულის ფერდზე მოსული დატვირთვა არმირებულ ზონაში. α - არმატურის დახრის კუთხე. f - არის ფოლადის გრუნტის ხახუნის კოეფიციენტი.

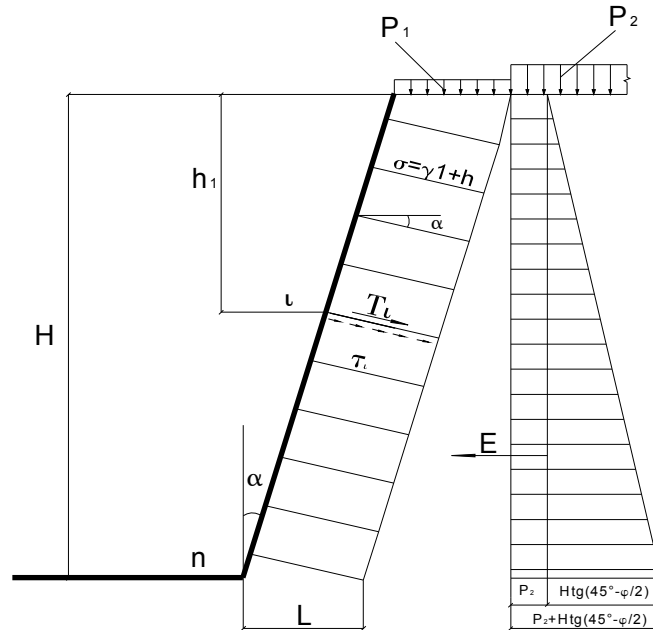
ამრიგად ჯამური ძალა მოსული ყველა ღეროზე იქნება:

$$T_a = \pi R l (2f \cos \alpha + \sin \alpha) \sum_{i=0}^n (\gamma_1 h_1 + P_1) \quad (27)$$

არმირებულ მასივზე მოქმედი გარე ჯამური ძალა (E) წარმოდგენილი გამტოლებაში (1) მარჯვენა მხარეს შეგვიდგლია გამოვსახოთ გრუნტის დაწოლის და დროებითი დატვირთვის P_2 ტოლქმედის სახით:

$$E = \int_0^H \sigma_{\tau} dh \quad (28)$$

სადაც σ_{τ} - გრუნტის ჰორიზონტალური დაწოლაა, დროებითი დატვირთვის გათვალისწინებით.



ნახ. 40. დეროვანი სამაგრის საანგარიშო სქემა.

მე-5 განტოლებაში გამოსახულება σ_{τ} და h მიხედვით ინტეგრირების შედეგად მივიღებთ:

$$E = \left(\frac{\gamma_2 H^2}{2} + P_2 H \right) K_a \quad (29)$$

სადაც γ_2 - ქანის მოცულობითი წონაა არმირებული მასივის გარეთ; $K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$ - გვერდითი გვერდითი წნევის კოეფიციენტი. განტოლება (24) ამოხსნის შედეგად, იმის გათვალისწინებით, რომ დეროები ქვაბულის ფერდობზე განლაგებულია ბიჯით ვერტიკალური მიმართულებით a და ჰორიზონტალური მიმართულებით b და იმის დაშვებით, რომ დატვირთვები დეროებზე ნაწილდება თანაბრად, საბოლოოდ მივიღებთ დეროების სიგრძის გამოსათვლელ ფორმულას.

$$L_{\text{სიგრილი}} = \frac{n \left(-\frac{Y_2 H}{2} + P_2 \right) \lambda ab}{\pi R (2f \cos \alpha + \sin \alpha) \sum_{i=0}^n (\gamma_1 h_1 + P_1)} \quad (30)$$

n - მარაგის კოეფიციენტი;

Y_2 - ქანის მოცულობითი წნევა არშირებული ზონის გარეთ;

H - ქვაბულის სიმაღლე;

P_2 - დროებითი დატვირთვა;

$\lambda = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$ - გვერდითი წნევის კოეფიციენტი; φ - ქანის შიგა ხახუნის კუთხე;

R - ღეროს რადიუსი;

f - ლითონის ქანთან ხახუნის კუთხე;

α - ღეროების დახრის კუთხე;

Y_1 - ქანის მოცულობითი წონა არშირებული ზონის ფარგლებში;

h_1 - განსახილველი წერტილის სიღრმე;

P_1 - დროებითი დატვირთვა.

ჩვენ მიერ დაარშირებული ღეროს სიგრძის განმსაზღვრელი ფორმულა საშუალებას იძლევა გრუნტის პარამეტრების - Y_1 , Y_2 და φ , აგრეთვე დროებითი დატვირთვების P_1 და P_2 დაშვებით და მასში დანარჩენი პარამეტრების, როგორცაა ბიჯი ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მიმართულებით და ღეროს დახრის კუთხე, შეიძლება მივიღოთ მისი ოპტიმალური სიგრძე.

დამუშავებული მეთოდის მიხედვით ჩატარებულია ქვაბულის ფერდობის მდგრადობის საანგარიშო თეორიული ანალიზი თბილისის მეტროპოლიტენის პირობებისთვის.

დამუშავებულია მეთოდიკა და გამოყვანილია ანალიზური დამოკიდებულებები ღეროვანი სამაგრის გასაანგარიშებლად.

შემოთავაზებულია გაანგარიშების შემდეგი თანმიმდევრობა: ღეროვანი სამაგრის მუშაობის პირობების დადგენა, დამოკიდებული გეოლოგიურ პირობებზე და სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგიაზე; დატვირთვების შესაძლო შესამებიდან გამომდინარე საანგარიშო სქემის დაზუსტება; დამაარშირებელი ღეროების სიგრძის დადგენა; ნაშხეფბეტონის ფენის შერჩევა გამომდინარე ღეროების ბიჯის სიდიდიდან.

შემუშავებულია დიდი ჩადრმაგების გვირაბის სამაგრის რაციონალური მოხაზულობის დადგენის მეთოდი. გამოყვანილია ანალიზური დამოკიდებულება.

2.12 მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ნაგებობების აგების ტექნოლოგია

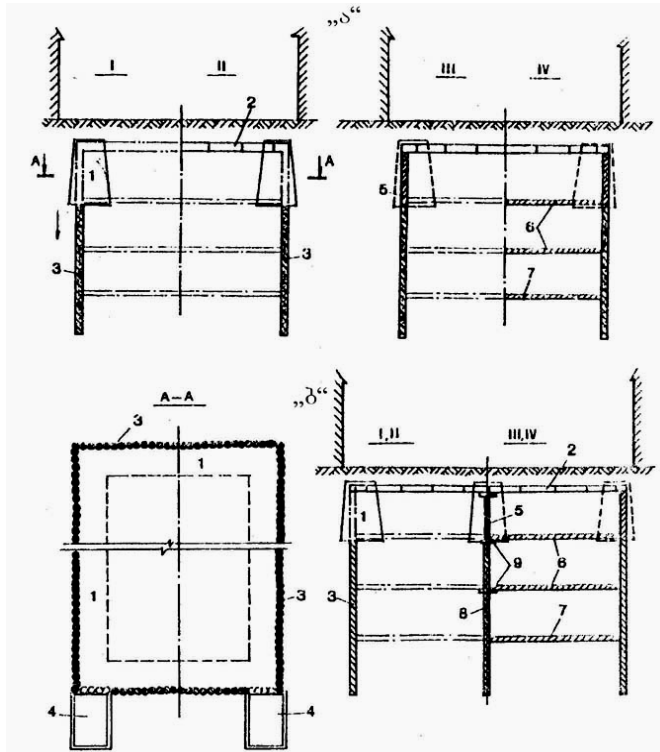
მრავალსართულიანი მიწისქვეშა სატრანსპორტო კომპლექსების და სხვა დანიშნულების ნაგებობების მშენებლობა ხდება ძირითადად ქალაქის ცენტრალურ რაიონებში, სადაც მდებარეობს კაპიტალური ისტორიული შენობები, არის საქვეითო და სატრანსპორტო საშუალებათა ინტენსიური მოძრაობა, აგრეთვე დიდი საინჟინრო კომუნიკაციებისა და ქსელების რაოდენობა.

ასეთი ობიექტების აგების დროს, როგორც წესი, გამოიყენება ქვაბულის, ან ჩასაშვები ჭების ხერხები მიწის ზედაპირის მთლიანი ან ნაწილობრივი გახსნით, რაც იწვევს მიწის ზედაპირზე არსებული პირობების სერიოზულ ცვლილებას.

ქვემოთ მოყვანილი ტექნოლოგია ითვალისწინებს სამუშაოების წარმართვას დახურული წესით, რაც შესაძლებლობას იძლევა მინიმუმამდე დავიყვანოთ ქალაქში გარემოს ცვლილება. სამშენებლო სამონტაჟო პროცესები წარმართება შემდეგი ტექნოლოგიური თანმიმდევრობით (ნახ. 41).

უპირველეს ყოვლისა მომავალი ნაგებობის ტორსში გაჰყავთ ორი მართკუთხა ჭაური, რომელთა კედლები შპუნტით ან ხიმინჯებით მაგრდება. მათი ჩაშვების სიღრმე განისაზღვრება ნაგებობის ძირის ნიშნულით. გრუნტის მოცილება და იარაღის მიწოდება ხდება ბადით. ჭაურებიდან ნაგებობის პერიმეტრზე გაჰყავთ მართკუთხა ან ტრაპეციული კვეთის წოლხვრელი, რომელსაც ამაგრებენ ხის ან ლითონის კონსტრუქციით ნაშხეფბეტონთან ერთად.

წოლხვრელიდან, მცირე გაბარიტიანი ბურღების გამოყენებით, ურთიერთმხები ან გადამკვეთი 400-600 მმ დიამეტრის ნაბურღნატენი ხიმინჯებისაგან იგება მიწისქვეშა ნაგებობების კედლები. ამის შემდეგ აგებენ გადა-



ნახ. 41 მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ნაგებობების აგების ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა.

I-IV სამუშაოთა ეტაპები; 1 წოლხვრელი; 2 ეკრანი მიღებისაგან; 3 კედელი ნაბურღი ხიმინჯებისაგან; 4 ჭაურები; 5 მონოლითური რკინაბეტონის კედელი; 6 სართულშუა გადახურვები; 7 საძირკვლის ფილა; 8 სვეტი; 9 გრძივები

ხურვას, რომელიც წარმოადგენს ეკრანს 200-500 მმ დიამეტრის ფოლადის, რკინაბეტონის ან ასბოცემენტის მიღებისაგან. ამ მიღების გატარება ხდება ჰორიზონტალური ბურღვის დანადგარებით. მიღები შეიძლება გატარდეს ჰიდრაულიკური დომკრატებითაც ნაწილ-ნაწილ, 1,5-2 მ მონაკვეთებით, მათი შემდგომი შეერთებით კუთხვილი ქუროებით ან არტახებით. სუსტ ქანებში მიღებს უნდა ჰქონდეთ ჩამკეტი მოწყობილობები მათზე მიღუღებული შველერების ან კუთხოვანების სახით.

მიღების გატარების შემდეგ მიღებიდან იღებენ გრუნტს, ხოლო სამუშაო პროცესის დასრულებისას მათ ავსებენ ბეტონით. ამ ეკრანის ბოლოებიდან ამოჰყავთ რკინაბეტონის კედელი, რომელიც ეყრდნობა ადრე აგებულ ნაბურღნატენ ხიმინჯებს.

ასე შექმნილი კედლებისა და გადახურვის დაცვის ქვეშ ხორციელდება გრუნტის ბირთვის ამოღება სქემით „ზევიდან ქვევით“ მიწისქვეშა ნაგებობების

ერთი ან ორი იარუსის ფარგლებში მცირე გაბარიტიანი საგვირაბო ექსკავატორებით. ბოლოს ხდება პირველი იარუსის დაბეტონება და ციკლი თავიდან მეორდება, სანამ არ დაბეტონდება ბოლო იარუსი.

განხილული ტექნოლოგია შეიძლება იყოს ძალზე ეფექტიური ერთმალიან ნაგებობებში 10-12 მ სიღრმეზე. ორმალიანი ნაგებობების მშენებლობისას უნდა გავითვალისწინოთ დამატებითი წოლხვრელის გაყვანა შუალედური სვეტებისა და გრძივების ასაგებად (ნახ. 40. ბ).

ამ ტექნოლოგიის რეალიზაციისათვის აუცილებელია, რომ ობიექტის ჩაღრმავება იყოს არანაკლები 1,5-2 მ, რაც უზრუნველყოფს საკმარის საფარს, მიღებიდან შემდგარი ეკრანის ზემოთ და შესაძლებლობას იძლევა თავიდან ავიცილოთ მიწისქვეშა საინჟინრო კომუნიკაციების გადატანა. ზემოთ აღნიშნული ხერხით ასევე შესაძლებელია მეტროპოლიტენის სადგურების და ვესტიბიულების, ავტოსადგომების, მრავალფუნქციური დანიშნულ კომპლექსების მშენებლობა.

3. დასკვნა

1. შემუშავებულია დასახლებული პუნქტების ურბანული პარამეტრების მიხედვით მიწისქვეშა სივრცეში განთავსებული ობიექტების ჩამონათვალი, მის საფუძველზე შემუშავებულია საქართველოს ქალაქებისათვის მიწისქვეშა ნაგებობათა განვითარების მეთოდოლოგიური რეკომენდაციები რომლებიც ემყარება გავლენის ფაქტორების დიფერენციაციას, მათი გენეზისის მიხედვით და კერძოდ ბუნებრივი ანთროპოგენური, ეკონომიური და მიმდინარე პოლიტიკური ხასიათის გათვალისწინებით.

2. შერჩეული იქნა მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების დღევანდელ პრაქტიკაში და უახლოეს პერსპექტივაში გამოყენებული მაღალი ტექნოლოგიური ხერხები და საშუალებები, მიწისქვეშა ნაგებობების დანიშნულების, განლაგების სიღრმისა და მიწისზედა სივრცის ურბანიზაციის ხარისხის მიხედვით.

მიწისქვეშა მშენებლობის საზღვარგარეთული გამოცდილების ანალიზის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბევრ ქვეყანაში ფართოთ ინერგება სამთო ხერხით სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობის თანამედროვე მაღალი ტექნოლოგიები. მძლავრი მობილური აღჭურვილობა, ანკერებთან ან გისოსოვან თაღებთან შესამებული ნაშხეფბეტონის კონტურული სამაგრი და სამუშაოთა მკვეთრად ჩამოყალიბებული ორგანიზაცია უზრუნველყოფენ 80-100 კვადრატული მეტრის ფართობის განიკვეთის გვირაბების გაყვანის მაღალ ტემპებს რბილ ნახევრადკლდოვან ქანებში (არანაკლებ 120 მ/თვეში).

3. ჩვენს ქვეყანაში მიმდინარეობს სამთო სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობის მაღალი ტექნოლოგიების ეტაბობრივი ათვისება, რისთვისაც საჭიროა კომპლექსური მიზნობრივი პროგრამის შემუშავება, რომლის შესაბამისად: შესაძენია თანამედროვე სამთო გვირაბგამყვანი აღჭურვილობა; ჩასატარებელია სათანადო სამეცნიერო კვლევები, რომელიც მოიცავს აგრეთვე ნაშხეფბეტონის ოპტიმალური შემადგენლობის დასადგენად შეჭიდვისა და გამაგრების დამაჩქარებელი სპეციალური დანამატების შემუშავებას.

4. დამუშავებული იქნა მცირე ჩაღრმავების მეტროპოლიტენის მშენებლობა ნახევრად დახურული ხერხით და მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ნაგებობის უსაფრთხო ტექნოლოგია.

5. დამუშავებულია მეთოდთა კომპლექსი, გამოყვანილია ანალიზური დამოკიდებულებები ღეროვანი სამაგრის გასაანგარიშებლად. შემოთავაზებულია გაანგარიშების შემდეგი თანამიმდევრობა: ღეროვანი სამაგრის მუშაობის პირობების დადგენა დამოკიდებული გეოლოგიურ პირობებზე და სამუშაოთა წარმორბის ტექნოლოგიაზე; დატვირთვების შესაძლო შეხამებიდან გამომდინარე საანგარიშო სქემის დაზუსტება; არმირებული ღეროების სიგრძის დადგენა; ნაშხეფ ბეტონის გარსის სისქის შერჩევა, გამომდინარე ღეროების ბიჯის სიდიდიდან.

6. შემუშავებულია დიდი ჩაღრმავების გვირაბის სამაგრების რაციონალური მოხაზულობის დადგენის მეთოდი. გამოყვანილია ანალიზური დამოკიდებულება მის დასადგენად.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. მ. გრძელიშვილი. მიწისქვეშა მშენებლობაში ნაშხეფბეტონისა და ანკერების გამოყენების გამოცდილება. საგამომცემლო სახლი ტექნიკური უნივერსიტეტი. ქ.თბილისი, 2009წ, 86 გვ.
2. კ. ჭურაძე, ა. ყურაშვილი, გ. აბაშიძე. თბილისის მეტროპოლიტენის ერთთაღიანი სადგურები // ტრანსპორტი №4, თბილისი 2007წ, გვ. 26-28.
3. თ. ჭურაძე, კ. მჭედლიშვილი, ნ. კვაჭაძე. საქალაქო მიწისქვეშა ნაგებობები. სახელმძღვანელო ტექნიკური უმაღლესი სასწავლებლისათვის. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2009წ, 160 გვ.
4. თ. ჭურაძე, ჯ. კილასონია, გ. დათუკიშვილი. ახალავსტრიული ხერხით გვირაბების მშენებლობის გეომექანიკური ასპექტები. თბილისი, ტრანსპორტი, 2009 წ, 169 გვ.
5. თ. ჭურაძე. მიწისქვეშა სივრცის გამოყენება სატრანსპორტო მშენებლობის გადაწყვეტაში. სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „საქართველოს სატრანსპორტო პრობლემები“. მოხსენებათა თეზისები. თბილისი, 1992 წ 31 გვ.
6. თ. ჭურაძე, კ. მჭედლიშვილი, პ. გამყრელიძე ქ. თბილისის მიწისქვეშა სივრცის ათვისების პროგრამის ფორმირების ძირითადი პრინციპების შესახებ // ჟურ. მშენებელი №3 თბილისი 2012 წ
7. თ. ჭურაძე, კ. კობახიძე, ა. ყურაშვილი. მეტროპოლიტენის გვირაბების სამაგრზე მიწისქვეშა წყლების დაწოლის ექსპერიმენტალური კვლევა. ტრანსპორტი №3, თბილისი, 22-33 გვ.
8. თ. ჭურაძე, მ. მოისწრაფიშვილი, პ. გამყრელიძე, მ. წოწოლაშვილი. დეროვანი სამაგრის გაანგარიშების მეთოდისა // მშენებელი № , თბილისი 2012წ, გვ. 28-31.
9. Абашидзе Г.С. Защита от коррозии подземных сооружений // Горный журнал №2, Тбилиси, 2000, с 19-22.

10. Абашидзе Г.С. описание распространения пожара в транспортных тоннелях // п11. Александров А.В. Вопросы безопасности работ по освоению подземного пространства крупных городов. Тезисы докладов и сообщений международной научно- технической конференций. Проблемы развития транспортнх и инженерних коммуникаций, №1 Москва, 2004, с. 20-24
11. Александров А.В. Вопросы безопасности работ по освоению подземного пространства крупных городов. Тезисы докладов и сообщений международной научно- технической конференций. Москва, октябрь 2007, с 73-76.
12. Александров Л. Город под землей? А почему бы нет? // Новая строительная газета. 1991, № 15 (25).
13. Абрамчук А. Н., Власов С.Н., Мостков В.М. Подземные сооружения. Т.А. инженериг. Москва, 2005, с 464.
14. Бокучава Г. П., Чурадзе Т.К., Мchedlishvili К.А., Гамквелидзе П.Б. Освоение подземного пространства Грузии // Метро и тоннели №2, 2011 с..38-43.
15. . Бородин Б. Перспективы подземного строительства в России и в странах СНГ // Подземное пространство мира №4, Москва, 1998, с. 16-18.
16. Бубнан И.С. Лучшее применение прогресивных технологий при строительстве подземных сооружений // Метро и тоннелию специальный номер: „Подземному городу 5 лет” –Москва, ст 16-17.
17. Власов С. Н. Освоение подземного пространства – важное условие улучшение жизни крупных городов // Метро и тоннели. специальный номер: „Подземному городу 5 лет” –Москва, ст 18-19.
18. . Власов С. Н. Освоение подземного пространства – Это актуально // Подземные пространства Мира №4 1998, Москва, ст 3-4.
19. Гамквелидзе П. Б. Подземные транспортные сооружения, перспективы их сооружения. // Транспорт, №1-2 (45-46), Тбилиси, 2012 – с 26-27.
20. . Гамквелидзе П. Б. Развитие подземного строительства // Транспорт, № 3-4, Тбилиси, 2012 – с.24-26.
21. Голицынский Д. М. Использование подземного пространства для решения транспортных проблем крупных городов (на примере Санкт-Петербурга) // Подземные пространства Мира №4. 1998, Москва, ст 15-17.