



საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

ხელნაწერის უფლებით

რევაზ სიხარულიძე

**შენობათა სართულშუა გადახურვის ფილისა და
შემომზღუდავი კედლების კონსტრუქციული
გადაწყვეტა ენერგოეფექტური და ბგერაგაუმტარი
ასაწყობი ელემენტების გამოყენებით**

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა „მშენებლობა“. შიფრი 0406

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

21 ივლისი, 2020 წელი

საავტორო უფლება © 2020- წელი, რევაზ სიხარულიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სამშენებლო ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით რევაზ სიხარულიძის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: “შენობათა სართულშუა გადახურვის ფილისა და შემომზღუდავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტა ენერგოეფექტური და ბგერაგაუმტარი ასაწყობი ელემენტების გამოყენებით”

და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

21 ივლისი, 2020 წ.

ხელმძღვანელი: პროფესორი, მურმან ბაქრაძე;
პროფესორი, რევაზ მახვილაძე

რეცენზენტი: პროფესორი ოთარ ჩაკვეტაძე

რეცენზენტი: პროფესორი ალექსანდრე ლებანიძე

რეცენზენტი:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2020 წელი

ავტორი: რევაზ სიხარულიძე

დასახელება: „შენობათა სართულშუა გადახურვის ფილისა და შემომზღუდავი კედლების კონსტრუქციული გადაწყვეტა ენერგოეფექტური და ბგერაგაუმტარი ასაწყობი ელემენტების გამოყენებით“

ფაკულტეტი : სამშენებლო ფაკულტეტი

აკადემიური ხარისხი: ინჟინერიის დოქტორი მშენებლობაში

სხდომა ჩატარდა: ივლისი, 2020 წ.

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

ავტორის ხელმოწერა

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

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

რეზიუმე

საქართველო 2004 წლიდან ევროკავშირის გაერთიანებაში შემავალი ქვეყნების რიგებშია. აღნიშნულ კავშირში დამკვიდრების პროცესი საქართველოს მთავრობას ავალდებულებს 2030 წლამდე თანდათანობით დანერგოს ევროპის პოლიტიკური, ეკონომიკური და სოციალური სტრატეგიები, რომელთა შორის უმნიშვნელოვანესია ენერგო დამზოგველობის ღონისძიებების გატარება სამშენებლო, სატრანსპორტო, ენერგეტიკისა და გარემოს დაცვის სფეროებში.

აღნიშნული ღონისძიებების გატარების მიზნით საქართველოს მთავრობის მიერ შემუშავებულია სახელმწიფო პროგრამა და მიღებულია დადგენილება, რომელიც მოიცავს 2017 წლიდან მათ ეტაპობრივ აღსრულებას. 2021 წლის 1 იანვრიდან ახალაშენებული ობიექტების ექსპლუატაციაში გადაცემა შესაძლებელი იქნება ევროგაერთიანების სამშენებლო კოდექსში ენერგოდამზოგველობაზე მოთხოვნებით გათვალისწინებული ყველა სტანდარტების გათვალისწინებით. ბინებში სითბოს ბალანსის შენარჩუნება და გარედან ხმაურის შეუღწევადობა უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს მშენებლობებზე ახალი, პროგრესული კონსტრუქციული ელემენტების შექმნითა და გამოყენებით. აღნიშნული პერიოდიდან მთლიანად უნდა იქნეს აღმოფხვრილი შენობებში ნორმატიული ტემპერატურული რეჟიმის შესანარჩუნებლად ჭარბი ენერჯის მოხმარება.

წინამდებარე სადისერტაციო ნაშრომი თავისი აქტუალობით, მთლიანად ეხმარება და ითავისებს ქართულ სამშენებლო სივრცეში ენერგოდამზოგველი ღონისძიებების გატარებასთან დაკავშირებული მოთხოვნების შესრულებას. ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე და მიღწეული შედეგები სრულ შესაბამისობაშია ევროკავშირის სტანდარტებთან მიმართებაში. დოქტორანტის სამეცნიერო-პრაქტიკული საქმიანობა და შრომითი ბიოგრაფია 20 წელზე მეტია, დაკავშირებულია თბოეფექტური და ბგერაგაუმტარი კონსტრუქციული ელემენტების შექმნასა და სამშენებლო პრაქტიკაში მათ დანერგვასთან. საქართველოს ინტელექტუალური საკითხების ეროვნული ცენტრის „საქპატენტის“ მიერ დოქტორანტის რევაზ სიხარულიძის სახელზე 2014-2020 წლებში გაცემულია სამი პატენტი ენერგოდამზოგავი ასაწყობ-მონოლითური გადახურვებისა და კედლების მოწყობაზე შუა პენოპლასტით ფენით, ასევე ორი პატენტი მათ დასამზადებელ მოწყობილობებზე. პირადად მისი კომპანიის, შპს „სიხარულიძის ფილა“-ს მეშვეობით და ახალი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებით საქართველოს სხვადასასხვა რეგიონში განხორციელებულია არაერთი მშენებლობა რომლებშიც ყველა შემთხვევაში დაცულია ევროგაერთიანების სამშენებლო კოდექსებით გათვალისწინებული ნორმები, მოთხოვნები და რეკომენდაციები.

„საქპატენტის“ მიერ აღიარებული გამოგონებების ორფენა ბლოკის თბოტექნიკური მახასიათებლები და რკინაბეტონის კოჭის (ტრიგონის) ფრაგმენტის გამოცდა ღუნვაზე გამოკვლეულია ლევან სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ბიუროს მიერ და გაცემულია ორი დასკვნა:

პირველი- ორფენა ბლოკის (ბეტონი და პენოპლასტი) თბოგამტარობის განსაზღვრის მიზნით ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ მთლიანი

ბლოკის თბომედეგობა ტოლია $R_{\text{ბლ}}=0,0298+3,17=3,20 \text{ მ}^2\text{კ/ვატი}$. ხოლო მთლიანი ბლოკის თბოგამტარობის კოეფიციენტი კი $U_{\text{ბლ}}=1/3,20=0,31 \text{ ვატი/მ}^2\text{კ}$. შედეგები შთამბეჭდავია, დადგენილი R მაჩვენებელი უახლოვდება ჩრდილოეთის ქვეყნების ფინეთის, შვეციის, დანიის, გერმანიისა და ინგლისის საანგარიშო პარამეტრებს, ზემოაღნიშნული კონსტრუქციული ელემენტები მთლიანად პასუხობს მასზედ წაყენებულ მოთხოვნებს და მიზანშეწონილად არის მიჩნეული მათი ინტენსიური გამოყენება საქართველოს ექვსივე კლიმატურ ზონაში განსახორციელებელ ყველა დანიშნულების მშენებლობებზე.

მეორე - რკინაბეტონის კოჭის (ტრიგონის) ფრაგმენტის (კოჭის სიგრძე-150 სმ, სიგანე 22 სმ და სიმაღლე 21 სმ.ბეტონის კლასი B22,5), ღუნვაზე ჩატარებული გამოცდით დადგენილია, რომ ერთმალიან კოჭს მოთავსებულს ორ უძრავ საყრდენზე, საანგარიშო მალის სიგრძით 120 სმ., მის შუა ნაწილზე მოდებული დატვირთვით, პირველი ბზარი გაუჩნდა მოდებული დატვირთვის ქვედა მხარეს გაჭიმულ ზონაში 6200 კგ დატვირთვაზე, 9900კგ დატვირთვაზე - კოჭი გატყდა, ბზარები გაჩნდა დატვირთვის მოდების ადგილას, როგორც ზედა ისე ქვედა ნაწილში. ხოლო მაქსიმალური ჩაღუნვა დაფიქსირდა 1.8 სმ.

ვარიანტული დაპროექტების საფუძველზე თანაბარი გაბარიტული ზომების ორი შენობისათვის ჩატარებულია კომპიუტერულ-კონსტრუქციული გაანგარიშებები და ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზით გამოვლენილია ახლად შექმნილი თბოეფექტური და ბგერაგაუმტარი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებით მიღწეული უპირატესობები ტრადიციული რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებითა და საკედლე ბლოკებით მიღებულ საპროექტო გადაწყვეტებთან შედარებით.

ამავე დროს, რესურსულ-სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშებებით მიღებულია, რომ სადისერტაციო ნაშრომით შემოთავაზებული გადახურვისა და საკედლე კონსტრუქციების გამოყენების შემთხვევაში, ტრადიციულ ვარიანტთან შედარებით მნიშვნელოვნად არის შემცირებული შენობების მზიდ კონსტრუქციებზე (სვეტებზე, რიგელებზე და საძირკვლებზე) მოსალოდნელი დატვირთვები. განსხვავებული არქიტექტურული და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების შეფასებისა და ეკონომიკურად უფრო მაღალეფექტური ვარიანტის გამოვლენის მიზნით ჩატარებული ეკონომიკური გათვლების პროცესში გამოყენებული იქნა როგორც პირდაპირი, ასევე დაყვანილი დანახარჯების მეთოდი.

სადისერტაციო შრომის შედეგები ფართო სპექტრით არის წარმოდგენილი სხვადასხვა მშენებლობებზე, აგებულია შენობები ქ. თბილისში, ბაკურიანში, თელეთში, ჭიათურაში და სხვაგან. დიდია მსხვილი სამშენებლო კომპანიებისა და ცალკეული ინვესტორების დაინტერესება აღნიშნული გამოგონებების მიმართ.

დისერტაციაში გადმოცემული ხუთივე გამოგონება ემსახურება ერთიან მიზანს, მიღწეულია ახალი თბოეფექტური კონსტრუქციული ელემენტების ინდუსტრიული მეთოდებით დამზადებისა და მშენებლობებზე მათი გამოყენების სრული ციკლი. მშენებლობაში მათი გამოყენებით მიღწეულია მნიშვნელოვანი იმავდროული და საექსპლოატაციო ეტაპზე გათვლილი ეკონომიკური და სოციალური ეფექტი - ნაკეთობების დამზადებაზე მნიშვნელოვნად შემცირებულია შრომატევადობის მაჩვენებლები, 10 პროცენტით არის შემცირებული მშენებლობებზე გამოყენებული სასაქონლო

ბეტონის და 16 პროცენტით არმატურის ხარჯები, ექსპლუატაციის პროცესში მკვეთრად არის გაუმჯობესებული ენერგომოწყობილობებიდან გამომდინარეებული სითბოს ან გაგრილების ნორმატიული ტემპერატურული ბალანსის შენარჩუნების პროცესი, ამასთანავე ბგერადაცულობის თვალსაზრისით შენობებში შექმნილია ცხოვრებისა და მუშაობის მყუდრო გარემო.

სადისერტაციო ნაშრომი მთლიანად ეძღვნება ჩემი გამოგონებების სამშენებლო პრაქტიკაში აღიარებას. ამავდროულად წარმოჩენილი სიახლეების განსაკუთრებული აქტუალობიდან გამომდინარე, დიდია მოლოდინი ქვეყნის აღმასრულებელი ხელისუფლების მხრიდან აღნიშნული სიახლისადმი მნიშვნელოვანი მხარდაჭერის, მათი ქართულ სამშენებლო სივრცეში ფართომასშტაბიანი დანერგვის თვალსაზრისით.

RESUME

Georgia has been a member of the European Union since 2004. The process of establishing this union obliges the Georgian government to gradually introduce European political, economic and social strategies by 2030, among them the most important is to implement energy saving measures in the fields of construction, transport, energetics and environment protection.

In order to carry out these measures, the Georgian government has developed a state program and is accepted a resolution that includes their gradual implementation from 2017. From January 1, 2021, the commissioning of new facilities will be possible in accordance with all the standards set forth in the requirements of the European Union Energy Saving Code. Maintaining heat balance in apartments and preventing from the outside noise penetration should be ensured by creating and implementing new, progressive structural elements on the buildings. From this period, the consumption of excess energy in buildings to maintain the normative temperature mode should be completely eliminated.

The present dissertation, with its relevance, fully responds and assumes the fulfillment of the requirements related to energy saving measures in the Georgian construction field. The scientific novelty of the work and the achieved results are in full compliance with EU standards. The scientific-practical activities and experience of PhD student have been related to the creation of thermal-efficient and sound-resistant structural elements for more than 20 years and their introduction into construction practice. In 2014-2020, three patents were issued to PhD student Revaz Sikharulidze by the Georgian National Center for Intellectual Property "Sakpatenti" on energy-saving precast – monolithic coverings and arrangement of walls with middle foam plastic layer, as well as two patent on their manufacturing devices. By his personally company "Sikharulidze Tile Ltd" and application of new structural elements, a number of constructions have been carried out in different regions of Georgia, in that in cases the norms, requirements and recommendations provided by the EU building codes are maintained.

Levan Samkharauli Bureau of Forensics Bureau has examined the heat characteristics of the two-layer block of inventions issued by Sakpatenti and test the fragment of reinforced concrete beam (trigon) and two conclusions have been issued: The first, due researches to determine the thermal conductivity of a two-layer block (concrete and foam) have determined that the thermal resistance of the whole block is equal to $R_{bl}=0.0298 + 3.17=3.20$ m²cal/W. And the thermal conductivity of the whole block is $U_{bl}=1/3.20=0.31$ W/m²cal. The results are impressive, the determined R characteristic is approaching the design parameters of Nord states Finland, Sweden, Denmark, Germany and United Kingdom, the above-mentioned structural elements fully meet the requirements and it is expedient to use them intensively in all six climatic zones of Georgia.

The second, due bending test carried out on the fragment of a reinforced concrete beam (trigon) (beam length -150 cm, width 22 cm and height 21 cm. Class of concrete B22,5) is determined that arranged on the fixed supports single-span beam with design length of span 120 cm and applied in its middle loading, the first crack appeared in the lower side of the applied load in tension zone at 6200 kg load, at 9900 kg load - the beam fail's, cracks appeared on the loads application spot both in the upper and lower parts. And the maximum deflection was observed to be 1.8 cm.

Based on the variant design, computer-structural calculations were performed for two buildings of equal size and technical-economic analysis revealed the advantages of using newly created thermal efficient and soundproof structural elements compared to traditional reinforced concrete solutions and wall blocks.

At the same time, by resource-estimation calculation is obtained that expected loads on load-bearing structures (columns, girders and foundations) will be significantly reduced compared to the traditional variant in the case of roofing and wall structures proposed in the dissertation. Both direct and indirect costing methods have been used in the economic calculations used to evaluate different architectural and structural solutions and to identify a more economically more high-effective variant.

The results of the dissertation are presented in a wide range of different constructions in Tbilisi, Bakuriani, Teleti, Chiatura and elsewhere. There is a great interest of large construction companies and individual investors in these inventions.

All five inventions presented in the dissertation have a unified purpose, achieving a complete cycle of manufacturing of new thermoefficient structural elements by industrial methods and their application in construction. Their implementation in construction has achieved significant economic and social effects at construction and operation - labor productivity has been significantly reduced, used in construction concrete consumption has been reduced by 10 percent and reinforcement bar costs by 16 percent, in the operation process drastically is improved process of maintaining the normative temperature balance of released from power equipment heat or cooling, in addition with respect of sound protection, creates a cozy environment for living and working in buildings. The dissertation work is entirely devoted to the recognition of my inventions in construction practice. At the same time, due to the special relevance of the presented novelties, there is a great expectation from the country's executive branch of significant support for this novelties, in terms of their large-scale introduction into the Georgian construction field.

შინაარსი

ცხრილების ნუსხა	11
ნახაზების ნუსხა	12
მადლიერების გვერდი	14
შესავალი -----	15
თავი 1 შენობებში შემომზღუდავი კედლებისა და სართულშუა გადახურვების საექსპლოატაციო მდგომარეობის გამოკვლევა -----	21
1.1. წინათქმა -----	21
1.2. შენობების შემომზღუდავ კედლებზე და სართულშუა გადახურვებზე ატმოსფერული, აგრეთვე ხმაურის შემცველი ზემოქმედების ფაქტორები და მათი გავლენა ბინებში საექსპლოატაციო სიმყუდროვის უზრუნველყოფაზე-----	28
1.3. თბოსაიზოლაციო მასალებით შევსებული შემომზღუდავი კედლებისა და გადახურვის ფილების გაანგარიშების მეთოდისა შენობებში თბოდანაკარგების გათვალისწინებით -----	33
1.4. თბოსაიზოლაციო მასალებით შევსებული სართულშუა გადახურვის და სახურავის ფილებში ატმოსფერული, აგრეთვე ხმაურის შემცველი ფაქტორები და მათი გავლენა ბინებში საექსპლოატაციო სიმყუდროვის უზრუნველყოფაზე -----	38
1.5. დასკვნები პირველ თავზე -----	42
თავი 2. ენერგოეფექტური და ინოვაციური კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები კარკასული შენობების სართულშუა და სახურავის გადახურვებში, აგრეთვე თვითმზიდ შემომზღუდავ კედლებში -----	44
2.1. საერთო ნაწილი -----	44
2.2. ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა პატენტი GEU 2014 1836 Y -----	46
2.3. არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისათვის, პატენტი GEU 2019/2016 Y -----	52
2.4. „სიხარულიძის კედელი“- პატენტი GE U 2020 2034 Y -----	60
2.5. გლინულას საღუნო მოწყობილობა - პატენტი GE2019 2023Y -----	69
2.6. მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად -პატენტი 2020 2036 -----	76
თავი 3. ტრადიციული შენობების, ენერგოეფექტური რკინაბეტონის სართულშუა გადახურვებითა და თბოიზოლირებული ბლოკებით აგებული შენობების ვარიანტული გაანგარიშება და მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობის შედარებითი მაჩვენებლების ანალიზი -----	85
3.1. საერთო მოსაზრებები -----	85
3.2. ტრადიციული შენობების შედარება თბოიზოლირებული ფილებით და ორფენა ბლოკებით აგებულ შენობებთან, კომპიუტერული გაანგარიშებები და მიღებული შედეგების ანალიზი -----	91
3.3. გადახურვებში ენერგოეფექტური „სიხარულიძის სართულშუა გადახურვის ფილის“ გამოყენებით მიღწეული სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტი -----	103

3.4. ენერგოეფექტური „სიხარულიძის საკედლე ორფენა ბლოკების“ კედლების წყობაში გამოყენებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი -----	115
3.5. დასკვნები -----	125
თავი 4. მშენებლობის მენეჯმენტი და სამშენებლო სამუშაოთა წარმართვის სტრატეგია -----	126
4.1. მენეჯმენტური აზროვნების ჩამოყალიბება -----	126
4.2. მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის №1 და №2 სახლების მშენებლობა კრწანისში -----	132
4.3. სასტუმროს ტიპის საცხოვრებელი კომპლექსი დაბა ბაკურიანში დიდველის ტერიტორიაზე დ. აღმაშენებლის ქუჩის მიმდებარედ -----	139
4.4. ქ. თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირზე №4 არსებული ხუთ სართულიან საცხოვრებელ სახლზე დაშენება ლითონის კონსტრუქციებით და მისი დახურვა „სიხარულიძის ასაწყობ-მონოლითური გადახურვით“ -----	143
ძირითადი დასკვნები -----	145
რეკომენდაციები -----	149
გამოყენებული ლიტერატურა -----	150

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.5.1. —————	42
ცხრილი 3.2.1 -----	101
ლოკალურ-რესურსული ხაჯთაღიცხვა №1 -----	106
ლოკალურ-რესურსული ხაჯთაღიცხვა №2 -----	110
ცხრილი 3.3.2 -----	113
ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიცხვა №4 -----	117
ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიცხვა №5 -----	120
ცხრილი 3.4.1-----	124

ნახაზების ნუსხა

ნახაზი 2.2.1. ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა	47
ნახაზი 2.2.2 პენოპლასტის ბლოკი	50
ნახაზი 2.2.3 რკინაბეტონის კოჭი (ტრიგონი)	50
ნახაზი 2.2.4 ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის ჭრილი	50
ნახაზი 2.2.5 ასაწყობ მონოლითური გადახურვა	51
ნახაზი 2.2.6 რიგელისა და რკინაბეტონის ძელის დაკავშირება	51
ნახაზი 2.3.1. არმატურის სივრცითი კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისათვის	53
ნახაზი 2.3.2. არმატურის კარკასიანი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის გრძივი კვეთის სქემატური გამოსახულება	59
ნახაზი 2.3.3 არმატურის კარკასიანი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის განივი კვეთის სქემატური გამოსახულება.	59
ნახ.2.4.1 სიხარულიძის კედლის კვანძი	61
ნახ. 2.4.2 კედლის განივი კვეთი	67
ნახ. 2.4.3 „სიხარულიძის კედელი“ განივი ჭრილი	68
ნახ. 2.4.4 „სიხარულიძის კედელი“ კუთხის კედლის ფრაგმენტი	68
ნახ. 2.4.5. ბლოკების კარკასთან მიერთების ფრაგმენტი	69
ნახაზი 2.4.6 ენერგოეფექტური სიხარულიძის კედელი	69
ნახ. 2.5.1. გლინულას სალუნი მოწყობილობა	70
ნახაზი 2.5.2 წარმოდგენილია გლინულას სალუნი დანადგარის პირველი პერსპექტიული ხედი	74
ნახაზი 2.5.3 წარმოდგენილია გლინულას სალუნი დანადგარის მეორე პერსპექტიული ხედი	74
ნახაზი 2.5.4 გლინულას სალუნი მოწყობილობა	75
ნახაზი 2.5.5 გლინულას სალუნი მოწყობილობის პროდუქციის ნიმუშები	75
ნახ. 2.6.1. ორფენიანი ბლოკის დანადგარი	77
ნახაზი 2.6.2 მოწყობილობის და ბლოკის სივრცული სქემატური გამოსახულება	82
ნახაზი 2.6.3 მოწყობილობის და ბლოკის სივრცული სქემატური გამოსახულება ბლოკის გარეშე	83
სურათი 2.6.4 ორფენიანი ბლოკი ჭრილში	84
ნახ. 3.1.1 ენერგოეფექტური პენოპლასტის ბლოკი	86
ნახ. 3.1.2 რკინაბეტონის კოჭი (ტრიგონი)	88
ნახ. 3.1.3 რკინაბეტონის კოჭი (ტრიგონი)	88
ნახ. 3.1.4 რკინაბეტონის კოჭის ტრიგონის ფრაგმენტის ღუნუნვაზე გამოცდა	89
ნახაზი 3.2.1 ტრადიციული კარკასი, გრძივი ძალები (N, ტ) საძირკვლის ფილის ზედაპირის ნიშნულზე მინუს 3 მეტრი, სტატიკური დატვირთვებისაგან (მუდმივი+დროებითი)	95
ნახაზი 3.2.2 სიხარულიძის კარკასი, გრძივი ძალები (N, ტ) საძირკვლის ფილის ზედაპირის ნიშნულზე მინუს 3 მეტრი, სტატიკური დატვირთვებისაგან (მუდმივი + დროებითი)	96
ნახაზი 3.2.3	96
ნახაზი 3.2.4	97

ნახაზი 3.2.5	98
ნახაზი 3.2.6 კომპიუტერული გაანგარიშების მოდელი	98
ნახაზი 3.2.7	99
ნახაზი 3.2.8 კომპიუტერული გაანგარიშების მოდელი	99
ნახაზი 3.2.9	100
ნახაზი 3.2.10	100
სურათი 4.2.1. ასაწყობი მონოლითური გადახურვა, კრწანისი	134
სურათი. 4.2.2 საცხოვრებელი სახლი №2 „კომპის“ მუშაობის პროცესი დაბეტონებაზე	134
ნახ. 4.2.3	135
ნახ. 4.2.4	136
ნახ. 4.2.5.	137
ნახ. 4.2.6	137
ნახ. 4.2.7	138
ნახ. 4.3.1	140
ნახ. 4.3.2	140
ნახ. 4.3.1	141
ნახ. 4.3.2	142
ნახ. 4.4.1	144

მადლიერების გვერდი

მსურს, ჩემი მადლიერება გამოვხატო იმ ადამიანების მიმართ, რომელთაც განსაკუთრებული როლი ითამაშეს წინამდებარე ნაშრომის მომზადების პროცესში. სადოქტორო პროგრამა „მშენებლობის ინჟინერიის“ განმახორციელებელ მთელ აკადემიურ პერსონალს, მის ხელმძღვანელს, პროფესორ დავით გორგიძეს პროგრამის, სასწავლო და კვლევითი პროცესების შემდგომი დახვეწისა და გაუმჯობესებისათვის, მშენებლობის ეკონომიკისა და მენეჯმენტის დეპარტამენტის ხელმძღვანელს, ქალბატონ ელინა ქრისტესიაშვილს, იმ სითბოსა და გულისხმიერებისათვის, რომელსაც იგი იჩენდა დოქტორანტურაში სწავლების ყველა ეტაპზე, სადისერტაციო თემის ხელმძღვანელებს, პროფესორ რევაზ მახვილამეს და მურმან ბაქრამეს, რომელთაც ჩემს გამოგონებებზე დაყრდნობით ზედმიწევნით სწორად მოახდინეს ფოკუსირება სადისერტაციო თემის შერჩევის, კვლევის სტრატეგიის შემუშავებისა და განხორციელების პროცესში.

შესავალი

განათლებით არქიტექტორი გახლავართ. 1984 წლიდან ვმუშაობდი საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციებში. უკვე 20 წელია ვხელმძღვანელობ სხვადასხვა სამშენებლო ფირმებს, ვარ შპს „სიხარულიძის ფილა“-ს დირექტორი და დამფუძნებელი. საქართველოს ინტელექტუალური საკითხების ეროვნული ცენტრის „საქპატენტის“ მიერ ჩემს სახელზე 2014-2020 წლებში გაცემულია ხუთი პატენტი შემდეგი დასახელებებით:

1. ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა - GE U 2014 1836 Y (გაცემის თარიღი 27.10.2014წ.);
2. არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისთვის - GE U 2019 2016 Y (გაცემის თარიღი 24.07.2019წ.);
3. სიხარულიძის კედელი - GE U 2020 2034 Y (გაცემის თარიღი 06.03.2020წ.);
4. გლინულას სალუნი მოწყობილობა - GE U 2019 2023 Y (გაცემის თარიღი 05.11.2019წ.);
5. მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად - GE U 2020 2036 Y (გაცემის თარიღი 03.04.2020წ.).

აღნიშნული პატენტებიდან პირველი, მეორე და მესამე დაკავშირებულია ახალი ტიპის რკინა-ბეტონის სამშენებლო კონსტრუქციის შექმნასთან, სადაც შუა ფენად გამოყენებულია პენოპლასტი, რომელთა გამოყენება შენობებში მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს სითბოს შენარჩუნებისა და ბგერადაცულობის პირობებს კლიმატური და გარე ხმაურისაგან გამოწვეული ზემოქმედებებისაგან.

მეოთხე და მეხუთე გამოგონებები „გლინულას სალუნი მოწყობილობა“ და „მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად“ უზრუნველყოფენ სართულშუა გადახურვის ორფენიანი ფილებისა და კედლის ორფენიანი ბლოკების ინდუსტრიული მეთოდებით დამზადებას. მშენებლობაში მათი გამოყენებით მიიღება მნიშვნელოვანი ეკონომიკური

და სოციალური ეფექტი - ნაკეთობების დამზადებაზე იზოგება დიდძალი დრო მცირდება შრომითი დანახარჯები, კლებულობს ძირითადი მასალების ბეტონისა და არმატურის ხარჯები. ექსპლუატაციის პროცესში მკვეთრად უმჯობესდება ენერგომოწყობილობებიდან გამომუშავებული სითბოს ან გაგრილების ნორმატიული ტემპერატურული ბალანსის შენარჩუნება. ბგერადაცულობის თვალსაზრისით იქმნება ცხოვრებისა და მუშაობის მყუდრო გარემო.

ჩემზე მონიჭებული ზემოთ ჩამოთვლილი ხუთივე საპატენტო უფლება საშუალებას მაძლევს დავასაბუთო ჩემი გამოგონებების კონსტრუქციული, ეკონომიკური, ტექნოლოგიური უპირატესობები შენობებიდან სითბოს გაუმტარობისა და გარედან ხმაურისაგან ბგერადაცულობის და სხვა ეფექტური მაჩვენებლების გამოვლინებებით.

წინამდებარე სადისერტაციო ნაშრომი მთლიანად ეძღვნება ჩემი გამოგონებების სამშენებლო პრაქტიკაში აღიარებას. ამავდროულად წარმოჩენილი სიახლეების განსაკუთრებული აქტუალობიდან გამომდინარე, დიდია მოლოდინი ქვეყნის აღმასრულებელი ხელისუფლების მხრიდან აღნიშნული სიახლისადმი მნიშვნელოვანი მხარდაჭერის, მათი ქართულ სამშენებლო სივრცეში ფართომასშტაბიანი დანერგვის თვალსაზრისით. ევროკავშირის მხრიდან მისი წევრი ქვეყნებისადმი წაყენებული მოთხოვნებიდან გამომდინარე, საქართველო ერთ-ერთი იმ ქვეყანათაგანია, რომელთა მთავრობებსაც 2004 წლიდან ევროკავშირი ავალდებულებს 2030 წლამდე [6,7] ქვეყანაში თანდათანობით დანერგონ ევროპის პოლიტიკური, ეკონომიკური და სოციალური სტანდარტები, გაატარონ ენერგოდამზოგველობის ღონისძიებები სამშენებლო, სატრანსპორტო, ენერგეტიკისა და გარემოს დაცვის სფეროებში. სამშენებლო სფეროში ენერგოდამზოგველობა გულისხმობს შენობების ექსპლუატაციისას ბინებიდან სითბოს გაუდინებლობის უზრუნველყოფას. აღნიშნულიდან გამომდინარე ახალი ბინების ჩაბარება უნდა მოხდეს მათი გარანტირებული დასრულებით

მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების საფუძველზე, ხოლო ძველი შენობების საექსპლოატაციო კონდიციამდე მისაყვანად განსაზღვრულია საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებისთვის 2020 წლამდე პერიოდი, ხოლო საცხოვრებელი შენობებისთვის 2030 წლამდე.

ზემოთ მოყვანილი მსჯელობისა და ანალიზის საფუძველზე სადისერტაციო ნაშრომის მიზანი, სამეცნიერო სიახლე, პრაქტიკული მნიშვნელობა და აქტუალობა შემდეგნაირად ყალიბდება:

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს

- ❖ ჩემს მიერ გამოგონებული და პრაქტიკაში დანერგილი თბო და ბგერა საიზოლაციო მასალების გამოყენებით რკინაბეტონის ასაწყობი და მონოლითური კონსტრუქციების შემდგომი პოპულარიზაცია; ჩემი ცოდნითა და გამოცდილებით მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა ენერგოდამზოგავი საექსპლუატაციო მახასიათებლებით საცხოვრებლად კომფორტული და მყუდრო შენობების დაპროექტებისა და აგების პროცესში;
- ❖ რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციებით ასაგებ შენობებში საექსპლუატაციო ხანმედეგობაზე გათვლილი შენობების დაპროექტებისას ორიენტირება არა იმავდროული, არამედ საექსპლუატაციო ეტაპზე მოსალოდნელ სოციალურ და ეკონომიკურ ეფექტზე;
- ❖ აღნიშნული კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებით აგებული შენობების ექსპლუატაციაში გადაცემის შემდგომ, მათი საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესების მიზნით საჭირო დამატებითი სარემონტო და სარეაბილიტაციო სამუშაოების მინიმუმამდე დაყვანა;

სადისერტაციო ნაშრომის სამეცნიერო სიახლეს წარმოადგენს:

- ❖ თანამედროვე რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციებში სართულშუა გადახურვის ფილებში, აგრეთვე თვითმზიდ საკედლე ბლოკებში ორიგინალური კონსტრუქციული სქემის მქონე გამოგონებებით კონსტრუქციულად საიმედო და სეისმურად მდგრადი მზიდი და

არამზიდი სამშენებლო კონსტრუქციული ნაკეთობების შექმნა და პრაქტიკაში დანერგვა;

- ❖ ჩემი საპატენტო გამოგონებებით შექმნილი სართულშუა გადახურვის ფილებისა და საკედლე ბლოკების კონსტრუქციული სიახლეები სრულ შესაბამისობაშია ენერგოდამზოგველობაზე ევროგაერთიანების მოთხოვნებთან, შენობებში მათი გამოყენების ეფექტურობა აპრობირებული და დადასტურებულია საინჟინრო დარგის მაღალკვალიფიციური და კომპეტენტური სპეციალისტების მიერ.
- ❖ ტექნიკურ-ეკონომიკური გათვლებით, ჩემს მიერ შეთავაზებული კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენების პირობებში, მიღებულია მნიშვნელოვანი იმავდროული და ექსპლოატაციის პერიოდზე გათვლილი სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტი, რაც უმნიშვნელოვანეს წინაპირობად შეიძლება იქნეს მიჩნეული მოცემული გამოგონებების ფართომასშტაბიანი დანერგვის პროცესში.

ნაშრომის პრაქტიკული მნიშვნელობა:

- ❖ წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომი შენობა-ნაგებობათა დაპროექტებისა და აგების პერიოდში კონსტრუქციული საიმედოობისა და სეისმომედეგობასთან ერთად განიხილავს ენერგოდამზოგველობას, რომელიც მნიშვნელოვან ფაქტორადაა აღიარებული მსოფლიო მასშტაბით კლიმატისა და ეკოლოგიური ბალანსის შესანარჩუნებლად განსახორციელებელი საკითხების წარმატებით გადაწყვეტის მიმართულებით;
- ❖ სამშენებლო პრაქტიკაში მათი დანერგვა მიზნად ისახავს შენობებში სითბოს შენარჩუნებისა და ქუჩიდან ხმაურის მინიმუზაციას, რაც საცხოვრებელი პირობების მყუდრო გარემოს შექმნას ემსახურება;
- ❖ სადისერტაციო ნაშრომში განსაკუთრებულად არის წარმოჩენილი დამთავრებული და ექსპლუატაციაში გადასაცემად ჩასაბარებელი ობიექტების სერტიფიცირებისათვის ნორმატიული მონაცემებით

უზრუნველყოფის პირობები, ეკონომორმების კოდექსების მაჩვენებლების მოთხოვნათა შესაბამისობით [7];

- ❖ განსხვავებული არქიტექტურული და კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების შეფასებისა და ეკონომიკურად უფრო მაღალეფექტური ვარიანტის გამოვლენის მიზნით ჩატარებული ეკონომიკური გათვლების პროცესში გამოყენებული იქნა როგორც პირდაპირი, ასევე დაყვანილი დანახარჯების მეთოდი.

სადისერტაციო ნაშრომის აქტუალობას წარმოადგენს:

- ❖ დღეისათვის სამშენებლო პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებული ვარიანტებისაგან განსხვავებული კონსტრუქციული გადაწყვეტილებებით, შენობებში სიტბო და ბგერადაცული მყუდრო საცხოვრებელი გარემოს შექმნის შესაძლებლობა ენერგოდამზოგველობაზე ევროგაერთიანების მოთხოვნათა დაკმაყოფილებით.
- ❖ გვეამაყება რა ცივილიზებულ ევროპულ გარემოში ცხოვრება, რაც თითოეულ ჩვენთაგანში წარმოშობს მნიშვნელოვან ვალდებულებას კაცობრიობის წინაშე მდგარი ბუნების დაცვითი პრობლემების გათვიცნობიერებისა და აღნიშნული პრობლემების გადაჭრის პროცესში, საჭიროა ჩვენი საინჟინრო პოტენციალი მივმართოთ ევროგაერთიანების მოთხოვნათა შესასრულებლად. სწორედ აღნიშნულ პრობლემებს ეხმაურება და გადაჭრის გზებს სთავაზობს ჩემს მიერ მომზადებული წინამდებარე სადისერტაციო ნაშრომი.

ნაშრომის აპრობაცია

- ❖ სადისერტაციო ნაშრომში ფორმულირებული ძირითადი დებულებები, მიღწეული შედეგები, ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შედეგად გაკეთებული დასკვნები და რეკომენდაციები მოხსენებულია ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტში 2018 წლის დეკემბერში ნიკო ნიკოლაძის 175 წლის იუბილესადმი მიძღვნილ სტუდენტთა

საუნივერსიტეტთაშორისო კონფერენციაზე, ასევე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში, 2019 წლის მაისის თვეში ჩატარებულ სტუდენტთა 86-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე.

- ❖ სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი და მთლიანი ნაწილები მოსმენილია სადოქტორო პროგრამით განსაზღვრულ სამ კოლოკვიუმზე.
- ❖ სადისერტაციო ნაშრომში მიღებული კვლევის შედეგები გამოქვეყნებულია სამეცნიერო-ტექნიკურ ჟურნალში „მშენებლობა“ ექვსი ერთეული სამეცნიერო სტატიის სახით.
- ❖ საქართველოს ინტელექტუალური საკითხების ეროვნული ცენტრის „საქპატენტის“ მიერ ჩემს ხუთივე გამოგონებაზე მონიჭებული მაქვს პატენტი. საქპატენტო აღწერილობები გამოქვეყნებულია „საქპატენტის“ მიერ და აღნიშნული აღწერილობები სადისერტაციო ნაშრომში.
- ❖ ჩემს მიერ დარეგისტრირებული ხუთივე გამოგონება პრაქტიკულადაა დანერგილი სამშენებლო საქმიანობაში, იხილეთ ფოტომასალა მე-4 თავში.

**თავი 1. შენობებში შემომზღუდავი კედლებისა და
სართულშუა გადახურვების საექსპლუატაციო
მდგომარეობის გამოკვლევა**

1.1. წინათქმა

საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების როგორც დაბალი ასევე მრავალსართულიანი შენობების მზიდი კედლები გასული საუკუნის შუა პერიოდამდე აგურით შენდებოდა, ხოლო სართულშუა გადახურვები ხის კოჭებზე და ფიცრებზე ეწყობოდა. გასული საუკუნის ორმოცდაათიანი წლებიდან მშენებლობების 90%-ზე მეტი ასაწყობი ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებით ხორცილედებოდა. ხოლო ოთხმოცდაათიანი წლებიდან საქართველოში უკვე უპირატესობა ენიჭება მშენებლობებს მონოლითური რკინაბეტონის კარკასულ კონსტრუქციებში. შემომზღუდავი კედლები უმეტესწილად ეწყობა ბეტონის წვრილი ბლოკებით ან აგურით.

საქართველო სეისმური აქტივობით 8-9 ბალიან ზონებს მიეკუთვნება, ქალაქებში უმეტესად რვა და მეტ სართულიანი საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობები იგება, კარკასული სქემით დაპროექტებულ შენობებში მზიდად გვევლინებიან კარკასის ქვეშ წერტილოვანი, ფილოვანი ან ხიმინჯოვანი საძირკვლები, სართულებზე სვეტები, რიგელები და გადახურვის ფილები.

სვეტებს შორის აგურით ან მცირე ბეტონის ბლოკებით ამოყვანილი კედლები თვითმზიდია და თითო სართულის ფარგლებში მხოლოდ საკუთარი წონის ატანის ფუნქცია აკისრიათ. ვინაიდან, მზიდკედლებიანი შენობების მსგავსად, კედლების კუთხეებში და ურთიერთ გადაკვეთის ადგილებში კედლების წყობის ერთმანეთში შეყვანა და გადაბმა ვერ ხერხდება, ქარისა და სეისმური ზემოქმედებისაგან აღნიშნული კედლების ჩამოშლაზე მდგრადობის შენარჩუნების მიზნით, სამშენებლო ნორმებით

აუცილებელია კედლების წყობის სვეტების ჩაანკერება ყოველი 50-60 სმ სიმაღლეზე.

ამავე დროს მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების შენარჩუნებით სნდაწ II-3-79 „სამშენებლო თბოტექნიკა“ [9] შემომზადავი კედლები და სართულშუა გადახურვის ფილა ზამთრის პერიოდში გარე საანგარიშო ტემპერატურაზე გათვლით შიგნიდან თბილი ჰაერის გადინებისა და გარედან ცივი ჰაერის შემოდინების საწინააღმდეგოდ უნდა აკმაყოფილებდნენ ბინებში სითბოს შენარჩუნების მოთხოვნებს. ცხადია ამით დაკმაყოფილებული იქნება კონდიციონერების მოხმარებისას გაგრილების მაჩვენებლების შენარჩუნების პირობებიც, მთლიანობაში კი ხმაურისაგან ბგერადაცულობაც. სამივე საკითხი (თბოდაცულობის, გაგრილების მაჩვენებლების შენარჩუნებისა და ბგერაგამტარობისა) დამოკიდებულია როგორც გადახურვების ფენობრივ, ასევე შემომზარუდვი კედლების შემადგენელ მასალებზეც [9].

მსოფლიო მეურნეობაში ენერგორესურსების ყველაზე დიდი მომხმარებლები საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებია. შენობებში იხარჯება კაცობრიობის მიერ წელიწადში მოხმარებული ენერგორესურსების 40%, ანუ მეტი, ვიდრე ცალ-ცალკე აღებული მრეწველობაში (28%), ხოლო ავტოტრანსპორტში (32%). დღეისთვის შენობები განიხილება, როგორც ენერგოსისტემები მქონე [6,7].

შენობების ნორმატიული მოთხოვნილებების შესაბამისობით ექსპლუატაციის პირობებში არსებობს ენერგიის დაზოგვის უდიდესი პოტენციალი. აღნიშნული პოტენციალის გამოყენება მეტად მნიშვნელოვანია როგორც საზოგადოებრივ, ასევე ინდივიდუალურ ბინებსა და მრავალსართულიანი შენობების მშენებლობების დონეზე. შენობების ენერგოდამზოგველობის ამაღლებისათვის ჩადებული ინვესტიცია დიდი სარგებლობის მომტანია, როგორც ენერგიის მოხმარების შემცირებისა და შენობების საექსპლუატაციო ხარისხის გაუმჯობესების, ასევე გარემოზე მავნე ზეგავლენის შემცირების

მიმართულებით. ასეთი ინვესტიცია გამოიწვევს ახალი სამუშაო ადგილების შექმნას სამშენებლო სექტორში და მშენებლობასთან დაკავშირებულ სამრეწველო სფეროშიც, მაგალითად, თბოსაიზოლაციო მასალების წარმოებაში.

სამშენებლო სექტორში ენერგოდამზოგველობის ამალეზა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსთვის. გასულ საუკუნეში აგებული შენობები არაეფექტურია. ვინაიდან საბჭოთა პერიოდში ენერგორესურსების ფასები დაბალი იყო, არავინ ფიქრობდა შენობების ექსპლუატაციისას ენერგოდამზოგველობაზე და სათანადო თერმული წინაღობის მქონე სართულშუა გადახურვის აღნაგობისა და კედლის სისქის შერჩევაზეც [7,10,15].

ამჟამად საქართველოში მშენებლობის ბუმია, მაგრამ სამწუხაროდ, ენერგიის დაზოგვის პოზიციებიდან გამომდინარე მდგომარეობა საბჭოთა პერიოდთან შედარებით უფრო გაუარესდა. სამშენებლო სამუშაოთა გაიაფების მიზნით მშენებლებმა შეამცირეს გარე შემომზღუდავი კედლების სისქე 40-დან 20 სმ-მდე.

თანამედროვე საბაზრო ეკონომიკის პირობებში მშენებლობები ძირითადად საინვესტიციო სახსრებით ან საბანკო კრედიტებით ხორციელდება. ამავე დროს ინვესტორი და შესაბამისად ამშენებელიც იღებენ ვალდებულებას სამშენებლო ობიექტი მობინადრეებს ჩააბარონ წუნის გარეშე, მისი გამოვლენის შემთხვევაში კი აღადგინონ საექსპლუატაციო მდგომარეობა ხარვეზების გამოსწორებით. თუმცა წუნი მაინც წუნია და ხარვეზების გამოსწორება თავისთავად ჩრდილს აყენებს სამშენებლო კომპანიის რეპუტაციას. აღნიშნულთან დაკავშირებით შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოში იშვიათად თუ მოიძებნება მაღალხარისხოვანი მშენებლობის კულტურით გამორჩეული კომპანია.

ამიტომაც დაპროექტების ეტაპზევე აუცილებელია სამშენებლო მასალების შერჩევა როგორც შემომზღუდავი კედლების, ასევე სართულშუა გადახურვების მოსაწყობად, რაც უნდა მოხდეს შესაბამისი

განგარიშების საფუძველზე მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისობით [9,11,12,22].

სამწუხაროდ საქართველოში ამჟამად არ არსებობს საკანონმდებლო ნორმატიული მოთხოვნილებები შენობების ენერგოდამზოგველობის აუცილებლობის თაობაზე. ვინაიდან სამშენებლო კომპანიების უმეტესობა შენობებს აშენებს 0.25 მ ან ნაკლები სისქის გარე კედლებით. ახალმა სამშენებლო კოდექსმა უნდა დაარეგულიროს, რომ შენობები ასეთი თხელი გარე კედლებით თბოსაიზოლაციო მასალის გარეშე აღარ აშენდეს. თუმცა უმჯობესია თვით საკედლე მასალა ან ნაკეთობა აკმაყოფილებდეს თბოსაიზოლაციო ნორმატიულ მოთხოვნილებებს [9].

საქართველოში შენობები ძირითადად კარკასულ კონსტრუქციებში იგება. შემომზღუდავი კედლები თვითმზიდ ფუნქციას ასრულებენ. ამიტომ მათი წონის შემცირება შემომზღუდავ და გადახურვის კონსტრუქციებში მსუბუქი საშენი და თბოსაიზოლაციო მასალების გამოყენების ხარჯზე ამცირებს მოთხოვნილებებს ბეტონზე და არმატურაზე. ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით მცირდება შენობის წონა და მისგან გრუნტზე გადაცემული დატვირთვებიც, რასაც ოპტიმალურ საპროექტო გადაწყვეტილებამდე მივყავართ [12,22].

თბოსაიზოლაციო მასალების გამოყენებისას შენობის გარე შემომზღუდავი კონსტრუქციების სისქის შემცირება სამშენებლო კომპანიებს საშუალებას მისცემს გარკვეულ ზღვრებში შეამცირონ შენობის საძირკვლებისა და კარკასის ელემენტები (სვეტები და რიგელები) და შესაბამისად მოსაარმირებელი ბეტონების მოცულობები და არმატურის ხარჯებიც, რაც მშენებლობის გაიაფებას შეუწყობს ხელს [23].

სამწუხაროდ დღევანდელი მდგომარეობით საქართველო მრავალი წლით ჩამორჩება თანამედროვე კაცობრიობის განვითარების სასიცოცხლო მოთხოვნებს. მომავალმა თაობებმა 50%-ით მეტი ენერგია უნდა მოიხმარონ. თუ შენობები არაეფექტური თერმული წინააღობის შემომზღუდავი კონსტრუქციებით აშენდება, ხელი შეეწყობა „ქუჩის

ჰაერის” გათბობას და გარემოს დაბინძურებას, როგორც ლოკალურ, ისე გლობალურ დონეზე, რაც დაუშვებელია და ეწინააღმდეგება ევროკავშირისა და სხვათა საერთაშორისო ნორმების მოთხოვნებს [6,7].

ამიტომაც მიმაჩნია, რომ მშენებლობაში ენერგოდამზოგველობის მოთხოვნათა შესაბამისი კანონებისა და ნორმატივების ამოქმედებით და მათი ცხოვრებაში გატარებით საქართველოში:

- შემცირდება ენერგორესურსების იმპორტი და გაუმჯობესდება ქვეყნის ენერგოუსაფრთხოება;
- ასევე, განსაკუთრებით ურბანულ ტერიტორიებზე, გაუმჯობესდება ჰაერის ხარისხიც;
- დაიზოგება ფინანსური სახსრები ენერჯის მომხმარებლებისათვის და მშენებლებისთვის;
- ხელი შეეწყობა ახალი სამუშაო ადგილების შექმნასა და ბაზრის სტიმულირებას;
- ამაღლდება მოსახლეობის ცხოვრების დონე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე არ არის რთული შენობის დაპროექტების პერიოდშივე დამკვეთთან და სამშენებლო კომპანიასთან ერთად განისაზღვროს სართულშუა გადახურვებში და კედლების მოწყობაშიც ურთიერთმისაღები ენერგოეფექტური სამშენებლო მასალების გამოყენება, რაც უნდა დასაბუთდეს კიდევაც შესაბამისი გაანგარიშებებით.

21-ე საუკუნის დასაწყისისთვის თანამედროვე კაცობრიობისათვის სასიცოცხლო პრობლემად იქცა ბალანსირებული პოლიტიკის გატარება გარემოს დაცვისა და ენერჯის მოხმარების უზარმაზარ მასშტაბებს შორის.

ამ მიმართულებით მეტად მნიშვნელოვანი დოკუმენტებია: 2006 წელს ევროპარლამენტის სპეციალური დირექტივა შენობების ენერგეტიკული მახასიათებლების თაობაზე (The Energy Performance of Buildings Directive) [31] და საერთაშორისო სამშენებლო კოდექსი

(International Building Code) [32]. ორივე დოკუმენტი დაუშვებლად მიიჩნევს არამართო ახალი შენობების მშენებლობას, არამედ არსებული შენობების რეკონსტრუქციასაც გარე მზლუდავი კონსტრუქციების თბოიზოლაციის გარეშე [6,7]. შენობებმაც უნდა შეასრულონ გადამწყვეტი როლი მდგრადი განვითარების მიზნების მიღწევისათვის საქართველოში. ამ მიმართულებით დიდია მცდელობა ევროსტრუქტურებთან ინტეგრირების, რაც მისასაღმებელი და საციცოხლოდ აუცილებელია ქვეყნის მომავლისათვის. ქვეყანაში სწორედაც, რომ საერთაშორისო მოთხოვნათა შესაბამისი საკანონმდებლო ბაზის ჩამოყალიბება უნდა გახდეს მომავალი წარმატების საფუძველი.

არსებობს მრავალი დასავლეთელი მაღალგანვითარებული პარტნიორი ქვეყნის, მათ შორის პოსტსაბჭოთა ქვეყნების გამოცდილება, შენობებში თბოიზოლაციის ღონისძიებათა დანერგვის თაობაზე. ასეთი ღონისძიებების გატარებამ უზრუნველყო ახალ შენობებში თბური ენერჯის მოხმარების 40-45%-ით და მშენებლობის ღირებულების 10-15%-ით შემცირება. ამ ქვეყნების გამოცდილება მიუთითებს მშენებლობის ღირებულების შემცირების ორ შესაძლო გზაზე. პირველია შენობის გარე კედლის სისქის შემცირება, რის საშუალებასაც იძლევა დამატებით ფენად თბოიზოლაციო მასალების გამოყენება [7].

ენერგოდამზოგველობის ახალი საერთაშორისო კანონმდებლობა მდგრადი განვითარების ერთ-ერთ საფუძველად მიიჩნევს ენერგოეფექტურობისა და შენობებში ენერჯის დაზოგვის ღონისძიებების გატარებას.

როგორც აღინიშნა, სამშენებლო სექტორში ენერგოდამზოგველობის ამაღლება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საქართველოსთვის, ვინაიდან მას არ გააჩნია ბუნებრივი აირის საკუთარი რესურსები და მთლიანად დამოკიდებულია იმპორტზე. ასევე ელექტროენერჯის რესურსებიც მწირი რაოდენობითაა და ზამთრის პირობებში ბინების

გათბობის, ხოლო ზაფხულობით გაგრილების საჭიროებით ძნელდება მათი მობილიზება.

ამჟამად საქართველოს მთავრობა ამზადებს დადგენილებას მშენებლობაში დამთავრებული ობიექტების ექსპლუატაციაში მიღებამდე ბინების სერტიფიცირების თაობაზე. მის მიხედვით ვერც ერთი შენობა და ცალკეული ბინებიც ვერ მიიღება ექსპლუატაციაში თუ არ იქნება დაკმაყოფილებული ევროკავშირში მოქმედი სამშენებლო კოდექსებით წაყენებული მოთხოვნები. ბინის ან შენობის ნაწილის შესყიდვისას მოქალაქემ უნდა მიიღოს სერტიფიკატი მის ვარგისიანობაზე [6].

ასეთ ვითარებაში დიდად საამაყოა, რომ უკვე თხუთმეტ წელზე მეტია ჩემი გამოგონებების მიხედვით წარმოებული ორფენიანი გადახურვისა და საკედლე ბლოკები, სამშენებლო ფირმებთან დადებული ხელშეკრულებების საფუძველზე, გამოიყენება საცხოვრებელი სახლების მშენებლობებზე. მათი გამოყენებით გამოწვეული და მიღწეული ეკონომიკური და სოციალური ეფექტი აღიარებულია მრავალი ინვესტორის მიერ [23].

სამშენებლო პროდუქციის შეფასება არა მარტო ჩვენთან, არამედ მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებშიც მიღებულია იმავდროული ეკონომიკური ეფექტის მაჩვენებლებით. პროექტით დადგენილი ღირებულებით მაჩვენებლების შედარება ანალოგთან არ მიმაჩნია სწორად [23]. მშენებლობაში საჭიროა შესაძლო რისკების გამოვლენით საექსპლუატაციო ეკონომიკური ეფექტურობის მაჩვენებლებით ხელმძღვანელობა, რაც ხელს შეუწყობს ინვესტორების დარწმუნებას მათ მიერ გამოსაყოფი ფულადი დაბანდებების საიმედოებაში საინვესტიციო რისკის მინიმიზაციის გათვალისწინებით.

ამიტომაც სადისერტაციო ნაშრომში წინ არის წამოწეული ჩემს სახელზე მონიჭებული საპატენტო უფლებით კონსტრუქციული გადაწყვეტილებების შეფასებაში საექსპლუატაციო პერიოდზე გათვლილი ეკონომიკური მაჩვენებლებით ხელმძღვანელობა [23].

სამშენებლო საქმიანობაში იაფად გაკეთებული საქმე ყოველთვის ვერ განსაზღვრავს შენობა-ნაგებობის საიმედოობას საუკუნეებზე გათვლით. ამდენად ინვესტორში საიმედო პარტნიორის იმიჯის დამკვიდრების საჭიროებით დაპროექტებაში საიმედო საინჟინრო გადაწყვეტილებების მიღებასთან ერთად საჭიროა მშენებლობის სრულყოფილად გამხორციელებაც, ვინაიდან წლების შემდეგ ხარვეზების გამოსწორება დიდ ძალისხმევასთან ერთად ფულადი აქტივების დიდი რაოდენობით მოზიდვასაც საჭიროებს.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი საკითხი სადისერტაციო ნაშრომის შემადგენელი ნაწილია, რაზედაც მნიშვნელოვანი გამოკვლევები და ანალიზია ჩატარებული მომდევნო თავებში შესაბამისი დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

1.2. შენობების შემომზღუდავ კედლებზე და სართულშუა გადახურვებზე ატმოსფერული, აგრეთვე ხმაურის შემცველი ზემოქმედების ფაქტორები და მათი გავლენა ბინებში საექსპლუატაციო სიმყუდროვის უზრუნველყოფაზე

მეცხრამეტე და მეოცე საუკუნეებში აგებული საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობები მზიდ კედლებში ძირითად აგურის ან მცირე ბლოკების წყობითაა საქართველოში. ოთხ სართულამდე შენობებში მათი სისქე მიღებული იყო 40 სმ, ხოლო ხუთი სართულის შემთხვევაში პირველი სართულის კედლების სისქედ 50-60 სმ იღებდნენ. 1987 წლამდე საქართველო ძირითადად 7 ბალიანი სეისმურ ზონად განიხილებოდა და ხუთ სართულზე მეტი შენობების აგება იზღუდებოდა.

საქართველოს არსებობის სამი ათასი წლის მანძილზე, ვიდრე მეოცე საუკუნის ოციან წლებამდე, კედლების ამოყვანა ხდებოდა რიყისა და ფლეთილი ქვებით, მოგვიანებით აგურიც გამოიგონეს. კედლის სისქეს

ყოველთვის 60-80 სმ-ის სისქის ფარგლებში იჭერდნენ, რა დროსაც კედლების წყობაში შემკვრელად გამოყენებული იყო თიხის ხსნარების დაბალი შეჭიდულობა, ან ჩამქრალი კირის ხსნარები, რომელთა შეჭიდულობა ცხადია უფრო მაღალი იყო.

კედლების სისქე საქართველოს ყველა კუთხეში რატომღაც 40 სმ-ია მიღებული. ასეთი მიდგომები საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში განსახორციელებულ მშენებლობებზე არასწორად მიგვაჩნია, გვავიწყდება, რომ ჩვენს სამშობლოში, ყველა ბუნებრივ-ეკონომიკურ ზონაში აჭარაში, გურიაში, აფხაზეთში, სამხრეთ ოსეთში, სამეგრელოსა და სვანეთში, ქართლში, კახეთში, მთიანეთში და სხვაგან მნიშვნელოვნად განსხვავებული კლიმატია, რასაც გათვალისწინება ესაჭიროება [17].

კლიმატური პირობების მახასიათებლებით [15,17] საქართველოს ტერიტორია დაყოფილია ექვს ზონად: პირველ ზონას მიეკუთვნება შავიზღვისპირეთი ზამთრის საანგარიშო ტემპერატურით მინუს 2°C, მეორე ზონას დასავლეთ საქართველოს დაბლობი წარმოადგენს, ტემპერატურით მინუს 4°C, მესამე ზონას აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობი, ტემპერატურით მინუს 8°C, მეოთხე ზონას მთისპირა რაიონები ტემპერატურით მინუს 13°C, მეხუთე ზონას სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველო ტემპერატურით მინუს 16°C და მეექვსე ზონას მაღალმთიანი დასახლებული პუნქტები ტემპერატურით მინუს 18°C [15].

ჩრდილოეთის ქვეყნებში უფრო ცივი ზამთრის პირობების გამო კედლების სისქედ მიღებულია 60-100 სმ. აგურის ეკონომიის მიზნით ასევე გამოიყენება კედლების შუაში სიდრუეების დატოვება. კედლის წყობის მდგრადობისა და ერთიანობის შენარჩუნების მიზნით 1,5-2 მეტრ სიგრძეებზე კედლები განივად ასევე აგურის წყობის ჩამატებით იტიხრებოდა, სიცარიელებს ავსებდნენ მიწით, ნახერხით, ნაცრით ან სხვა მასალით. ფანჯრებიც ყველგან ეწყობოდა ორმაგი ალათებით, რაც ასევე აკავებდა ცივი ჰაერის შემოდინებას გამთბარ ბინებში.

ჩემი სამსახურებრივი კარიერის დასაწყისში გასული საუკუნის ოთხმოციან წლებში რუსეთის ფედერაციის პოლარულ რაიონებში მშენებლობის საწარმოებლად ჩამოყალიბდა სამშენებლო ორგანიზაცია „ტიუმენმშენი“. მის მოვალეობას შეადგენდა საცხოვრებელი სახლების მშენებლობა ასაწყობი კონსტრუქციებით. კედლის მსხვილი ბლოკები მსუბუქი ვულკანური წიდის შემავსებლებით მზადდებოდა საქართველოს სახლთმშენებელ კომბინატებში და სატვირთო მატარებლებით მიეწოდებოდა ტიუმენში, მათი სისქე შეადგენდა 80 სმ. ამავე პერიოდში ციმბირში ბამის სარკინიგზო მაგისტრალის მშენებლობის დროს ფუნქციონირებდა სამშენებლო ორგანიზაცია „ნია-გრუზინსკაია“, რომელიც მშენებლობებს აწარმოებდა ციმბირის ცივი კლიმატისა და ნესტიანი გარემო პირობების გათვალისწინებით.

მომავალმა თაობებმა უნდა იცოდნენ ქართველი მშენებლობის მიერ ურთულეს ბუნებრივ-კლიმატურ ზონებში მშენებლობების განხორციელებისას შეტანილი მნიშვნელოვანი წვლილის შესახებ, იმ პრობლემებზე, რომელნიც წარმოიშობოდა მშენებლობის პროცესში და იმ ჭეშმარიტ გადაწყვეტილებებზე, რომელიც მათ მიერ მიიღებოდა ერთი შეხედვით გამოუვალ მდგომარეობაში. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალის „მშენებლობა“ 2013 წლის №4 (31) ნომერში გამოქვეყნებულია მოგონება მშენებელ-ინჟინერ ბატონ მიხეილ ბითაძეზე [13], რომელიც 1937 წელს გადაასახლეს ციმბირის უკიდურესი ჩრდილოეთის პოლარულ ზონაში, ყინულოვანი ოკეანის სანაპიროზე, სადაც შენდებოდა ახალი ქალაქი ნორილსკი.

ამ ქალაქში ახლად აშენებულმა სახლებმა ექსპლუატაციის პირველ წელსვე განიცადეს ჯდენა, კედლები დაიბზარა, იატაკები გადაიხარა, კარ-ფანჯრები გაიჭედა, ბინებში დაირღვა სითბური ბალანსი. მიზეზების გამომკვლევმა სახელმწიფო კომისიამ ბატონ მიხეილის მონაწილეობით დაადგინა, რომ მუდმივი გამყინვარების პირობებში, სადაც გრუნტების ჩაყინვის სიღრმე 3,5 მეტრია, გრუნტზე მდგომი ბინების გათბობა იწვევდა

იატაკებიდან სითბოს გადინების შედეგად ნიადაგის გაღებობას, დარბილებას და სიმძიმისაგან შენობების ჯდენას. [13].

ბატონმა მიხეილმა წამოაყენა წინადადება საცხოვრებელი სახლების მშენებლობები ეწარმოებინათ შენობების გრუნტიდან სიმაღლეზე აწევითა და შენობების ქვეშ საჰაერო სივრცის შექმნით. მეთოდმა გაამართლა ყინულოვანი ოკეანის სანაპიროზე ამჟამად მშენიერი და ყოველმხრივ კეთილმოწყობილი ქალაქი ნორილსკი და სხვა ქალაქები ფუნქციონირებენ.

საქართველოში კარკასული შენობების შემომზღუდავ კედლებში ამჟამად იყენებენ 20-30 სმ სისქის ცივი ბეტონისაგან დამზადებულ ღრუტანიან ბლოკებს, ხვრელებიან აგურს და შესაძლებლად მიაჩნიათ მათი გამოყენებით ბინებში ნორმატიული ტემპერატურული რეჟიმის შენარჩუნება [10,11].

ამ მხრივ ყურადღებას იმსახურებს საქართველოს ენერგოეფექტურობის ცენტრის ენერგომენეჯერის ბიბლიოთეკის მიერ გამოშვებული სახელმძღვანელო „ენერგოდაზოგვა საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში“, თბილისი 2001 წელი [15], ავტორები სტუ-ს პროფესორები, ოთარ ფურცელაძე და გიორგი აბულაშვილი. სახელმძღვანელოს მონაცემებით ზემოთჩამოთვლილ კლიმატურ ზონებში ზამთრის ტემპერატურული სიდიდეები დროში სხვადასხვაა: I ზონაში 110 დღემდეა, VI ზონაში 200 დღემდე.

უკვე 20 წელზე მეტია შავი ზღვისპირეთში და მაღალმთიან რაიონებში მაღალი ტემპით მიმდინარეობს საკურორტო და სამთო-სათხილამურო ობიექტების მშენებლობები. ცხადია აღნიშნული ზონები სეზონურად ხალხმრავლობით გამოირჩევიან. ამავე დროს აჭარის ზღვისპირეთში წლის ნებისმიერ პერიოდებში საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ სხვადასხვა სახის პოლიტიკური ფორუმები, სილამაზისა კონკურსები, კონცერტები, სპორტული შეჯიბრებები და სხვადასხვა სახის სანახაობები იმართება. გარდა ზამთრის საანგარიშო ტემპერატურისა შავი ზღვისპირეთი, დასავლეთ საქართველოს დაბლობი და სხვა ზონებიც, ასევე ქვეყნის ტყიან

მასივებში მოქცეული რეგიონებიც მაღალი ტენიანობით გამოირჩევიან, რაც სინესტეს მიუჩვეველ ადამიანებში დისკომფორტს იწვევს. პრობლემის სიღრმისეული გამოკვლევა ცხადყოფს ყოველივე აღნიშნულის, როგორც სეისმური [8], ასევე კლიმატური ფაქტორების გათვალისწინებას [14] დაპროექტებისა და მშენებლობის ეტაპზე.

გასული საუკუნის ორმოცდაათიანიდან ოთხმოცდაათიან წლებამდე თბილისში, ქუთაისში, რუსთავში, გორში, ხელვაჩაურში, ფოთში, სოხუმსა და გაგრაში ფუნქციონირებდნენ სახლთმშენებელი კომბინატები. მათ მიერ აიგო ათასობით მზიდ-კედლებიანი მსხვილბლოკური ხუთ სართულიანი („ხრუმოვკები“), შემდეგ რვასართულიანი და 9 სართულიანი საცხოვრებელი კორპუსები, სეისმურობით 7 ბალიან რაიონებში 40 სმ სისქის კედლებით, ასევე რკინაბეტონის მსხვილპანელოვანი, რკინაბეტონის 14-16 სართულიანი საცხოვრებელი სახლები კედლების სისქეებით 20-25 სმ. გასული საუკუნის ოთხმოცდაათიან წლებამდე აღნიშნულ საცხოვრებელ კორპუსებში ზამთრის პერიოდში ბინების გათბობა წარმოებდა ცენტრალური საქვაბებიდან უწყვეტი რეჟიმით, რაც ხელს უწყობდა ბინებში სითბური ბალანსის შენარჩუნებას. ოცდაათი წელიწადია ცენტრალური საქვაბები აღარ ფუნქციონირებენ,

მოსახლეობის მცირე ნაწილმა ბინებში ოთახები ინდივიდუალური გათბობის სისტემების დაყენებით დაათბო, მაგრამ გაზსა და ელექტროენერგიაზე დანახარჯების დაზოგვის მიზნით პერიოდულად თიშავენ სისტემას. აღნიშნულის გამო კედლების შიდა ზედაპირზე ჩნდება კონდენსანტი და მათი გამოშრობა ვეღარ ხერხდება. ბინებში დაგროვილი კონდენსანტით ჰაერი იჟღინთება შმორის სუნით. ხის ძველი კარ-ფანჯრების შეცვლაც ორ ალათიანი მეტალოპლასტმასის კარ-ფანჯრებით მთლიანობაში მდგომარეობას უკეთესობისაკენ ვეღარ ცვლის, საჭირო ხდება კედლების დათბუნება შიდა მხრიდანაც, რასაც ცხადია ყველა ოჯახი ვერ ახერხებს. ფასადების კედლების დათბუნება შესაძლებელია მხოლოდ სათანადო საპროექტო დოკუმენტაციის შედგენითა და მის საფუძველზე

არქიტექტურის სამსახურებისაგან მიღებული ნებართვით, რაც ასევე მნიშვნელოვან სირთულეებთან, დროსა და ძნელად მოსაძიებელ ფინანსურ რესურსებთან არის დაკავშირებული.

1.3. თბოსაიზოლაციო მასალებით შევსებული შემოზღუდავი კედლებისა და სართულშუა გადახურვის ფილების გაანგარიშების მეთოდოლოგია შენობებში თბოდანაკარგების გათვალისწინებით

ენერგეტიკული თვალსაზრისით, სამშენებლო მასალებისთვის მეტად მნიშვნელოვანი მახასიათებელია თბოგამტარობის კოეფიციენტი λ ვტ/მ⁰C. რაც უფრო დაბალია მასალის თბოგამტარობის კოეფიციენტი, მით უფრო უკეთესად უზრუნველყოფს მასალა შენობის თერმულ დაცვას. თუ λ ვტ/მ⁰C მაღალია, საჭირო გახდება კედლის სისქის გაზრდა თბური ენერგიის დანაკარგების შესამცირებლად.

თბოსაიზოლაციო მასალების (მაგალითად, პენოპლასტის, ბაზალტის ქვის ბამბა, ბოჭკოვანი მინა) თბოგამტარობის კოეფიციენტი დაახლოებით $\lambda=0.03-0.04$ ვტ/მ⁰C-ს უტოლდება. 100 მმ სისქის პენოპლასტი თბური დაცვის უნარით, შეიძლება შეცვალოს ბეტონის 4750, აგურის 1840 და ხის 380 მმ სისქის ფენები [9,10,17,21].

გთავაზობთ თბოსაიზოლაციო მასალებისაგან წარმოებული შენობების გაანგარიშების შესაძლო ვარიანტებს. ნორმატიული მაჩვენებლები ამოკრებილია მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების II-3-79* კრებულიდან „სამშენებლო თბოტექნიკა“ [9].

სამშენებლო მასალის სისქის (δ მ-ში) შეფარდება ამავე მასალის თბოგამტარობის კოეფიციენტთან λ ვტ/მ⁰C-თან სამშენებლო კონსტრუქციისთვის მეტად მნიშვნელოვანი მახასიათებელია, რომელიც განსაზღვრავს შენობის გარე შემომზღუდავი კონსტრუქციის თერმულ წინაღობას თბური დანაკარგების მიმართ R მ²კ/ვტ. R -ის მაღალი

მნიშვნელობა უზრუნველყოფს შენობის ხარისხიან თერმულ დაცვას. შენობის თერმული წინააღმდეგობის ეფექტური სიდიდე R მ²კ/ვტ. სტანდარტიზებულია ყოველი კლიმატური ზონისათვის [9,10].

სამშენებლო თბოტექნიკის ნორმების მიხედვით ქ. თბილისის კლიმატური ზონისთვის გათბობის სისტემის გარე საანგარიშო ტემპერატურა მინუს 8 °C-ია. გარე მზლუდავი კონსტრუქციების თერმული წინააღმდეგობა R (მ²კ/ვტ) თბური ენერჯის დანაკარგების მიმართ არ უნდა იყოს ნაკლები, გარე კედლისათვის $R=2.1$ მ²კ/ვტ; სახურავისთვის $R =3.2$ მ²კ/ვტ; იატაკისთვის $R =2.8$ მ²კ/ვტ;

საინტერესოა უცხოური ქვეყნების მონაცემებიც [7,15]. ფინეთში კედლებისათვის თერმული წინააღმდეგობა მიღებულია $R=3,44$ მ²კ/ვტ, გადახურვებისათვის 4,3 მ²კ/ვტ. სამომავლოთ დადგენილია ყველა შემომზლუდავი კონსტრუქციის თერმული წინააღმდეგობის გაზრდა 5 მ²კ/ვტ-ამდე. ასევე ფიქრობენ შემინული ზედაპირების თერმული წინააღმდეგობის გაზრდასაც 0,67-დან 0,87 მ²კ/ვტ-მდე. ანალოგიური ვითარება დასტურდება შვეციაშიც, დანიაშიც, დიდ ბრიტანეთშიც და გერმანიაშიც, სადაც თერმული წინააღმდეგობის ნორმები 2001 წლის მონაცემებით 1972 წლიდან 5 წლიანი პერიოდულობით თითქმის 3,5-ჯერ არის გაზრდილი [15].

სამწუხაროდ თბილისში მშენებარე ახალი შენობების გარე შემომზლუდავი კონსტრუქციებს, ძველებზე რომ არაფერი ვთქვათ, ახასიათებთ გაცილებით დაბალი თერმული წინააღმდეგობა, ვიდრე ზემოთ მოყვანილი სიდიდეებია: კედლები $R=0,5$ მ² °C; გადახურვებში $R=0,75$ მ² °C იხილეთ [7], გვ. 12, ცხრილი 2;

ამიტომაც მობინადრები ახალ აშენებულ სახლებში ბინების „თეთრი კარკასის“ მდგომარეობაში მიღების შემდეგ მოსაპირკეთებელი სამუშაოების ჩატარების პერიოდში შემომზლუდავი და სამეზობლო კედლებსაც, ზოგიერთ შემთხვევაში იატაკებსა და ჭერსაც თბოსაიზოლაციო რულონური ან სხვა მასალებით ფუთავენ.

ასევე, მატერიალურად უზრუნველყოფილი ოჯახები, არსებულ საცხოვრებელ სახლებში საყოფაცხოვრებო პირობების გაუმჯობესების მიზნით, შიგთავსის ხმაურისაგან დაცვისა და დათბუნების უზრუნველყოფის საჭიროებით კედლების კონდესატის გაჩენისაგან დაცვისა და სითბოს შენარჩუნების მიზნითაც ათბუნებენ, სამეზობლო ურთიერთობებში ბგერაგაუმტარობის საჭიროებით ბინებს შორის კედლებსაც და იატაკებსაც სითბო და ბგერაგაუმტარი მასალებით ფარავენ.

ამჟამინდელ მშენებლობებში ძირითადად გამოიყენება ღრუტანიანი ბლოკები. ბლოკებში დატოვებული სიღრუეები თბოდაცულობის მაჩვენებლებს ამალავენ, მაგრამ არა იმდენად, რომ ვისაუბროთ მათ ეფექტურ თბოსაიზოლაციო თვისებებზე.

ზემოთ წარმოდგენილი სიდიდეებისაგან მარტივად შეიძლება გაანგარიშებულ იქნეს ახლად აშენებული შენობების გარე კედლების თერმული წინაღობის მიახლოებითი მაჩვენებელი $R=0.4:1.5=0.26 \text{ მ}^2\text{კ/ვტ}$.

ეს სიდიდე 10-ჯერ და მეტად ნაკლებია თბილისის კლიმატური ზონისათვის შენობის გარე კედლების თერმული წინაღობის საჭირო მნიშვნელობასთან შედარებით. აღნიშნული ნიშნავს, რომ ჩვენი ახალი და ძველი შენობებიც გათბობა-კონდიციონირებისას უმიზნოდ კარგავენ უზარმაზარი რაოდენობის ენერგორესურსებს და იკარგება ფულადი სახსრებიც, ბინძურდება გარემოც. აღნიშნული გამოწვეულია იმითაც, რომ ქვეყანაში არ არსებობს სამშენებლო სფეროში ენერჯის დაზოგვის მოთხოვნილებათა შესაბამისი კანონმდებლობა.

აღიარებულია, რომ შენობების შემომზღუდავი კედლების მაღალხარისხიანი თერმული იზოლაცია ხელს უშლის სითბოს გადინებას ზამთარში შენობიდან გარეთ, ზაფხულში კი უზრუნველყოფს ცხელი ჰაერის შეუღწევადობას შენობის შიგნით. ეს ყოველივე უზრუნველყოფს გათბობისა და კონდიციონირების სისტემების ხანგრძლივობის საჭირო ციკლების შემცირებასა და ზოგავს ხარჯებს

შენობის გათბობა-კონდიციონირებისათვის. ამიტომაც სათავსოებში კომფორტი გაცილებით უკეთესი ხდება.

საქართველოში გავრცელებული ბეტონის ბლოკების სისქე ძირითადად შეადგენს $\delta=30-40$ სმ-ს, თბოგამტარობის კოეფიციენტი კი უმეტეს წილად უტოლდება დაახლოებით $\lambda(\text{ბბ}) 1-1.2$ ვტ/მ⁰C.

თბილისის კლიმატური პირობებისთვის თბოსაიზოლაციო მასალის ეფექტურმა სისქემ უნდა უზრუნველყოს ზემოთ მოყვანილი მახასიათებლები. ბეტონის ბლოკების გამოყენებისას გარე კედლის საჭირო თერმული წინაღობა უტოლდება $R=2.1$ R მ²კ/ვტ სიდიდეს.

თუ თბოსაიზოლაციო მასალის (თმ) თბოგამტარობის კოეფიციენტი არის დაახლოებით $\delta(\text{თმ})=0.036$ ვტ/მ⁰C, იმისათვის, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს გარე კედლის საჭირო თერმული წინაღობა, აღნიშნული საიზოლაციო მასალის სისქე δ (თმ) უნდა იყოს:

$$R = \frac{\delta_{\text{ბბ}}}{\lambda_{\text{ბბ}}} + \frac{\delta_{\text{თმ}}}{\lambda_{\text{თმ}}}$$

$$\delta(\text{თმ}) = \lambda \left(R - \frac{\delta_{\text{ბბ}}}{\lambda_{\text{ბბ}}} \right)$$

$$\delta(\text{თმ}) = 0.036 \left(2.1 - \frac{0.4}{1.5} \right) = 0.066 \text{ მ} = 66 \text{ მმ}$$

ანგარიში გვიჩვენებს, რომ შენობის გარე კედლისათვის 0.4 მ სისქის ბეტონის ბლოკისა და $\delta(\text{თმ})=66$ მმ სისქის თბოსაიზოლაციო მასალის გამოყენებისას მიღწეული იქნება შენობის კედლის საჭირო თერმული წინაღობა $R=2.1$ მ²*C/ვტ და მინიმუმამდე შემცირდება ენერგოეფექტურობისა და ფულის უმიზნოდ ფლანგვა. სამწუხაროდ, ჩვენთან ამ მიმართულებით ჯერჯერობით არაფერი კეთდება.

ზემოთ მიღებული შედეგების ანალიზი საშუალებას იძლევა გაკეთდეს სამშენებლო კომპანიებისათვის მეტად მნიშვნელოვანი დასკვნა: შენობის გარე კედლის ძირითადი მასალის (ბეტონის ბლოკის) სისქის შემცირებით და ამავედროულად თბოსაიზოლაციო მასალის

სისქის გაზრდით შეიძლება უზრუნველყოფილ იქნეს გარე კედლის საჭირო თერმული წინაღობა.

თუ ბეტონის ბლოკის სისქე $\delta(ბბ)=0.25$ მ-ია და $\lambda(ბბ)=1.5$ ვტ/მ $^{\circ}\text{C}$, გარე კედლის საჭირო თერმული წინაღობის მისაღწევად, თბოსაიზოლაციო მასალის, მაგალითად, პენოპლასტის

$$\delta(თმ) = 0.036 * (2.1 - \frac{0.25}{1.5}) = 0.07 \text{ მ} = 70 \text{ მმ}.$$

ანგარიში მიუთითებს მშენებლობის ღირებულების შემცირების რეალურ შესაძლებლობაზე, რადგან ბეტონის ბლოკების სისქე 0.40 მ-დან 0.20 მ-დე შემცირება სამშენებლო მასალების ღირებულების შემცირების საკმაოდ მაღალ შესაძლებლობებს შეიცავს. ამგვარად, იმისათვის რომ მიღწეული იქნეს თბური ენერჯისა და შესაბამისად, ფულადი სახსრების უმიზნო ფლანგვის მაქსიმალური შემცირება, შენობის გარე მზლუდავ კონსტრუქციებში დამატებით უნდა განთავსდეს შესაბამისი სისქის თბოსაიზოლაციო მასალის ფენა.

მაღალ სართულიანი შენობების აგება კარკასულ კონსტრუქციებში უნდა განხორციელდეს ასაწყობი ან მონოლითური რკინაბეტონისაგან. აღნიშნულის გამო შემომზლუდავი და შიდა კედლები თვითმზიდია საკუთარ წონაზე მდგრადობის უზრუნველყოფით. გარე კედლებზე, ცხადია ქარის ფაქტორიც ახდენს გავლენას, რის გამოც (აგრეთვე სეისმური ფაქტორის გათვალისწინებითაც) საჭირო ხდება კედლების ჩაანკერება კარკასის სვეტებსა და რიგელებში. ამდენად, კედლებში მაღალი თბოწინაღობისა და დაბალი თბოგამტარობის გარდა, გასათვალისწინებელია ბგერაგაუმტარობის უზრუნველყოფის მაჩვენებლებიც, რომელსაც გამომდინარე მასალის მოცულობითი (კუთრი) წონიდან, მეტნაკლები შესაძლებლობით უზრუნველყოფენ ბინების შემომზლუდავი კონსტრუქციები [21].

ბეტონის საკედლე ბლოკების შექმნის იდეა აგურთან კონკურენციის პირობებში მისი სიმსუბუქე და დაბალი თბოგამტარობის კოეფიციენტი იყო. ერთი ბლოკი ზომით 0.2X0,2 X0.4 მ ფართობით 0.016 მ²-ია და ცვლის

8.2 ცალ სტანდარული ზომის $0.065 \times 0.12 \times 0.25 = 0.00195$ მ² აგურს. ერთი აგურის წონა საშუალოდ 2.8 კგ-ია და გათვლილია მუშის ფიზიკურ უნარზე. ბეტონის საკედლე ბლოკის შემთხვევაში მისი წონა არ უნდა აღემატებოდეს 8-კგ-ს, ანუ მისი მოცულობითი წონაც უნდა იყოს დაბალი, რაც მასალის მოცულობითი წონის 500კგ/მ³-ის ფარგლებშია შესაძლებელი. ფაქტობრივად კი სამშენებლო ბაზარი გაჯერებულია 18 კგ-ზე მეტი წონის ბლოკებით, რაც მეტყველებს მათ მაღალ სიმკვრივეზე. როცა ბლოკები მზადდება სიღრუეებით, ბლოკში ზომით $0.2 \times 0.2 \times 0.4$ მ ბეტონის მასა შემცირებულია საშუალოდ 30%-ით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ერთი ბლოკი შეიცავს $0.016 \times 0.7 = 0.0112$ მ³ ბეტონს. თუ მისი წონა 15 კგ-ია, ბეტონის მოცულობითი წონა შეადგენს 1340კგ/მ³, თუ ბლოკის წონა 20კგ-ია -1786 კგ/მ³. ასეთი ბლოკების თბოგამტარობის კოეფიციენტი 1-1.2 ვტ/მ °C ფარგლებშია [21], რაც მნიშვნელოვნად ნაკლებია ევროსტანდარტებთან შედარებით.

1.4. თბოსაიოზლაციო მასალებით შევსებულ სართულშუა გადახურვის ფილებში ატმოსფერული, აგრეთვე ხმაურის შემცველი ფაქტორები და მათი გავლენა ბინებში საექსპლუატაციო სიმყუდროვის უზრუნველყოფაზე.

როგორც საცხოვრებელ, ასევე საზოგადოებრივ და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში ცხოვრებისა და საქმიანობის კომფორტული გარემოს შექმნის საჭიროებით კედლებთან და ტიხრებთან ერთად სართულშუა გადახურვების კონსტრუქციებში თბოწინალობის, თბო და ბგერაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლების მქონე მასალა-ნაკეთობების გამოყენებაა საჭირო. თვითმზიდი კედლებისა და ტიხრების მოწყობისას სასურველია დაბალი მოცულობითი წონის მასალების მოხმარება, ხოლო სართულშუა გადახურვის რკინაბეტონის კონსტრუქციებში დათბუნების

თანამედროვე სერტიფიცირებული მასალების გამოყენება, რომლებიც ასევე თბო და ბგერაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან.

მრავალსართულიანი შენობების დაპროექტება და მშენებლობაც ძირითადად მონოლითური რკინაბეტონის კარკასულ კონსტრუქციებში ხორციელდება, რაც განპირობებულია მათი მდგრადობისა და ამტანუნარიანობის უზრუნველყოფის საჭიროებით. საქართველოში აღნიშნულ მოთხოვნებს ემატება 8-9 ბალიანი სეისმური პირობების უზრუნველყოფასთან პნ 01.01-09 „სეისმომედეგი მშენებლობა“ [8] დაკავშირებული მოთხოვნები.

რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციებში (სვეტებში, რიგელებში და გადახურვებში) გამოიყენება მძიმე ხრემოვან შემავსებლებზე დამზადებული ბეტონები, რომელთაც მომქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების სნ და წ II-3-79* სამშენებლო თბოტექნიკა“ [9], დანართებში 2 და 3. მოყვანილი მაჩვენებლების მიხედვით ბინებში და საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში ნორმატიული საექსპლოატაციო პირობების შენარჩუნების საჭიროებით აუცილებელი ხდება იატაკების დათბუნება. თუ ზედა და ქვედა ბინებში გათბობის სისტემები ჩართული არ არის თქვენი ბინის გათბობის პირობებში სითბოს დანაკარგები მნიშვნელოვანი იქნება, დაგჭირდებათ უფრო მეტი თბოენერგიის მოხმარება. წინააღმდეგ შემთხვევაში დანესტიანდება ჭერიც და იატაკის შემადგენელი ფენებიც, გაჩნდება კონდენსატი.

აღნიშნული ნორმებისა და მისი 2 და 3 დანართების [9] მიხედვით ბინების ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში ცხრილებში მითითებული ინდექსი ნ-ს შესაბამისობით რკინაბეტონით მოწყობილ სართულშუა გადახურვებში თბოგამტარობის საანგარიშო კოეფიციენტი პუნქტი 1 სვეტი 8 მიხედვით თუ $\lambda=2,04$ ვტ/მ⁰C, ხოლო 24 საათიანი თბოათვისების გათვალისწინებით საანგარიშო კოეფიციენტი სვეტი 10

მიხედვით $S=16.95 \text{ ვტ/მ}^2\text{C}^\circ$ ორივე მაჩვენებელი არასახარბიელოდ ითვლება.

რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციებში გამოიყენება ხრეშოვანი შემავსებელი, მისი მოცულობითი წონა 2000-2200 კგ/მ³-ია, იგი ითვლება ცივ მასალად, რაც ცხადია უარყოფითად აისახება შენობის შიგთავსის თბურ მაჩვენებლებზეც.

რაც უფრო დაბალია თბოგამტარობის კოეფიციენტი სართულშუა გადახურვები უფრო მეტად ბგერაგაუმტარიცაა, რაც მეტად მნიშვნელოვანი ფაქტორია სამეზობლო ურთიერთობებში. ეს ნიშნავს, რომ დამთბარი ბინის იატაკიდან და ჭერიდან ნაკლები სითბო გაედინება ქვედა და ზედა მეზობლების სათავსებში. ასევე თუ კედლებიც საიმედო მასალითაა ამოშენებული ბინა ინარჩუნებს ჩართული გათბობის სისტემით დაგროვილ ტემპერატურას. სხვა შემთხვევაში კედლები, იატაკიც და ჭერიც ნესტიანდება, ასევე ჩნდება კონდენსატი.

შიდა კომფორტის უზრუნველყოფის მიზნით თბოსაიზოლაციო მასალებად სართულშუა გადახურვებში ტრადიციულად გამოიყენება ნაყარი ფოროვანი მასალები. მათ შორისაა ბუნებრივი პემზის ხრეში სხვადასხვა მოცულობითი წონით, რაც უფრო დაბალია მოცულობითი წონები, მით უკეთესია მათი თბო და ბგერასაიზოლაციო მაჩვენებლები [21]. ფოროვანი პემზის შემთხვევაში მოცულობითი წონით 800კგ/მ³ (პუნქტი 166) $\lambda=0,263 \text{ ვტ/მ }^\circ\text{C}$, $S=3,83 \text{ ვტ/მ}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. ხოლო მოცულობითი წონით 400 კგ/მ³ $\lambda=0,16 \text{ ვტ/მ }^\circ\text{C}$, $S=2,12 \text{ ვტ/მ}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. (პუნქტი 168).

სამწუხაროდ პრაქტიკაში მშენებლობებზე საავტორო და ტექნიკური ზედამხედველობის სპეციალისტების უყურადღებობის შედეგად მშენებლები ხრეშოვანი პემზის ნაცვლად უპირატესად იყენებენ ვულკანური წიდის, პემზის, შენობების დემონტაჟისას ნაშალი აგურისაგან დამზადებულ ფხვნილებს, რომლებითაც გაჯერებულია თბილისის, ხაშურისა და სხვა ქალაქების სამშენებლო მასალების

ბაზრები. ასეთი ფხვნილი იყრება გადახურვის ფილაზე, სწორდება 6-8 სმ სისქეზე, ზემოდან 2-3 სმ სისქის ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით ეწყობა მომასწორებელი ფენა, ბოლოს კი იდება სუფთა იატაკი [21].

თბოსაიზოლაციოდ გამოყენებული ფხვნილი ძირეულად ცვლის, პემზის და სხვა ფოროვანი მასალების თბოგამტარობის მაჩვენებლებს, უახლოვდება ქვიშისას მოცულობით წონამდე 1600 კგ/მ^3 (იხ. პუნქტი 174), რაც ორჯერ და მეტად აუარესებს თბოგამტარობისა $\lambda=0,58 \text{ ვტ/მ}^{\circ}\text{C}$ და 24 საათიან პერიოდზე თბოათვისების $S=7,91 \text{ ვტ/მ}^2\text{C}$ საანგარიშო კოეფიციენტების მაჩვენებლებს.

უფრო მნიშვნელოვანია თბოგამტარობის მაჩვენებლები, რომელიც დანართი 3 მიხედვით, იხილეთ პოზიციები 142-149, პოლიმერული მასალების გამოყენების შემთხვევაში შეადგენს: პენოპოლისტიროლზე სამი სტანდარტის მიხედვით $\lambda=0,05-0,06 \text{ ვტ/მ}^{\circ}\text{C}$; პენოპლასტის ორ სტანდარტზე $\lambda=0,052-0,064 \text{ ვტ/მ}^{\circ}\text{C}$; პენოპოლიურეტანის სამ სტანდარტზე $\lambda=0,04-0,05 \text{ ვტ/მ}^{\circ}\text{C}$ [9].

აღნიშნულ მონაცემებს ფხვნილოვან წიდასთან შედარებით $\lambda=0,58 \text{ ვტ/მ}^{\circ}\text{C}$ ათჯერ უკეთესი თბოგამტარობის მაჩვენებლები გააჩნია და რაც მთავარია მისი დაყრა იატაკზე აღარ იქნება საჭირო, ანუ გადახურვებისაგან 1 მ^2 ფართობზეც მცირდება დატვირთვები $1 \times 1 \times 0,08 \times 1,6 = 0,13$ ტონით, სვეტების 6×6 მეტრ ბადეზე $0,13 \times 6 \times 6 = 4,68$ ტონით, რაც შუა სვეტზე გადატანილი დატვირთვის ტოლფასია.

ცხადია თბოგამტარობის კოეფიციენტის სიდიდის დადგენაზე მნიშვნელოვნად ზემოქმედებს დამატბუნებელი მასალის სისქეც, მაგრამ ჩვენს შემთხვევაში ყველა მათგანი თანაბარ პირობებშია განხილული.

მსუბუქი მასალების გამოყენებით ასევე მიიღწევა ბგერაგამტარობის შემცირების ეფექტიც. ორივე თბოგამტარობისა და ბგერაგამტარობის მაჩვენებლების გაუმჯობესება სამეზობლო თანაცხოვრებაში სოციალური პირობების გაუმჯობესებასაც შეუწყობს ხელს – აღარ ან ნაკლებად შემაწუხებელი გახდება ხმაურის ფონი.

1.5. დასკვნები პირველ თავზე

შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს სამშენებლო სექტორში ჩატარებული გრძელვადიანი, 2030 წლამდე ენერგოეფექტურობის ღონისძიებათა შემუშავება ევროგაერთიანების მოთხოვნებთან შესაბამისობაში მოყვანის მიზნით [7] უაღრესად ნელი ტემპით მიმდინარეობს. აღნიშნულ დოკუმენტში გვერდი 12-13 მოცემული მონაცემების მიხედვით, იხილეთ გრაფიკი 1 კედლების თბოწინალობის ცვლილებები შვედეთსა და საქართველოში 1920-2000 წლებში საქართველოში 1920-30 წლებში კედლების თბოწინალობა (R) 1,5-დან 0,5 მ²/ვტ-მდე შემცირდა, რაც გაგრძელდა 2000 წლამდე და ამჟამად იგივე დონეზეა. შვედეთში პირიქით, აღნიშნული მაჩვენებელი 1920-50 წლებში 1-დან 1,5 მ²/ვტ-მდე, 1950-60 წლებში 2,8 მ²/ვტ-მდე, 1960-2000 წლებში 2,8-დან 4,0 მ²/ვტ-მდე არის გაზრდილი.

აღნიშნული დოკუმენტი [7] შედგენილია 2015 წელს გვ. 12-ზე წარმოდგენილი ცხრილის მიხედვით ევროპის მოწინავე ქვეყნებში შემომზადებული კონსტრუქციებისათვის დადგენილიცაა და უკვე მიღწეულიც თბოგადაცემის საჭირო წინალობის (R₀, საჭ. მ² °C/ვატი) მაჩვენებელი.

ცხრილი 1.5.1.

№	ქვეყანა	კედლები	გადახურვები
1	გერმანია	2-2,5	3-3,6
2	დანია	3,3-5	5-7
3	ნორვეგია	4	4,35
4	რუსეთი	0,1-5,6	2,8-7,3
5	შვედეთი	3,3-4	5-5,9
6	საქართველო	0,5	0,75

იმავე [7] დოკუმენტის გვერდი 40–დან საქართველოს ხელისუფლებამ ევროგაერთიანებასთან გაფორმებული ხელშეკრულებით ივალდებულა მათი რეგულაციებით ახალი ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების დანერგვა, რითაც შესაძლებელი გახდება ქვეყნის საერთო ენერგომომხმარების 25%-მდე შემცირება, ენერგოუსაფრთხოების დონის გაზრდა, ათეული და ასეული მილიონი დოლარის გასაწევი ხარჯების დაზოგვა მოხმარებულ ენერგო რესურსებსა და ინფრასტრუქტურული პროექტების განხორციელებაზე. ცხადია ენერგოეფექტური ღონისძიებების გატარება მომგებიანია არამარტო ეკონომიკური, არამედ სოციალური თვალსაზრისითაც. ამავე დროს მეცნიერული კვლევებით დადგენილია, რომ სამშენებლო ბიზნესს საქართველოში საკმაოდ დიდი პოტენციალი გაჩნია თბოსაიზოლაციო მასალების საწარმოებლად, როგორცაა პენოპლასტი, მინაბამბა, ბაზალტის ბამბა და პოლიესტრიტი, რაც ქვეყანაში ევრო გაერთიანების რეკომენდაციების გატარებასთან ერთად, ხელს შეუწყობს მოსახლეობის დასაქმებასაც.

ჩემი შრომითი მოღვაწეობის დასაწყისში აღნიშნული საკითხები საკანონმდებლო დონეზე საერთოდ არ განიხილებოდა, თუმცა მოქმედი სამშენებლო ნორმებითა და წესებით ყოველთვის გათვალისწინებული იყო. სათავსებში ნორმატიული ტემპერატურა მიიღწეოდა ინდივიდუალური გათბობით, დიდ ქალაქებში კი საქვაბეებიდან მოწოდებული ცხელი წყლის მეშვეობით. ამჟამად ასეთი მიდგომები შეცვლილია, გამკაცრებულია მოთხოვნილებებიც. აუცილებელი ხდება შენობების შემომზღუდავი კედლებისა და გადახურვების მოწყობაზე მიმართული ღონისძიებების საპროექტო დოკუმენტებში ასახვა. როგორ აპირებს საქართველოს მთავრობა 2030 წლისათვის ევროგაერთიანების წინაშე ხელმოწერილი ვალდებულებების შესრულებას, ამ ეტაპზე ჩემთვის კვლავაც უცნობი რჩება.

**თავი 2. ენერგოეფექტური და ინოვაციური
კონსტრუქციული გადაწყვეტილებები კარკასული შენობების
სართულშუა გადახურვებში აგრეთვე თვითმზიდ შემომზლუდავ
კედლებში**

2.1. საერთო ნაწილი

ჩემი საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციებში საქმიანობის 35 წლიან პერიოდში ყოველთვის ვცდილობდი ინოვაციური საპროექტო გადაწყვეტილებების მიღებას და მშენებლობაში მათ განხორციელებას. გასული საუკუნის ოთხმოცდაათიან წლებამდე კარკასული შენობების მზიდი კონსტრუქციების სვეტების, რიგელების, გადახურვის ფილებისა და თვითმზიდი კედლების ამოყვანა უპირატესად ასაწყობი რკინაბეტონის ბეტონის კონსტრუქციებით ხორციელდებოდა, რომელთა დამზადებასაც საქართველოში 40-მდე რკინაბეტონის ქარხანა და სახლთმშენებელი კომბინატი ემსახურებოდა. მშენებლობებიც ძირითადად ტიპური საპროექტო-სახარჯთაღრიცხვო დოკუმენტაციებით ხორციელდებოდა.

უკვე 30 წელიწადზე მეტია შენობების, მზიდი კონსტრუქციების ამოყვანა მონოლითური რკინაბეტონისა და ბეტონის კონსტრუქციებით წარმოებს. კონსტრუქციული გაანგარიშებებით ისინი საჭიროებენ მძიმე ბეტონების გამოყენებას. კარკასული ტიპის შენობებში რკინაბეტონის სვეტები კონსტრუქციული აღნაგობით ხასიათდებიან გრძივი ღუნვით, რიგელებსა და გადახურვის ფილებში საყრდენების სიახლოვეს გაჭიმვის, ხოლო შუა ნაწილებში ღუნვითი ძალები მოქმედებენ.

მათი სიდიდეები ცხადია დამოკიდებულია დატვირთვებზე, სვეტებს შორის ძალების სიდიდეზე, ასევე მნიშვნელოვანია თოვლის, ქარისა და სეისმური დატვირთვებისაგან შეკრებილი ზემოქმედებები [8, 14, 16] მძიმე ბეტონები სიმტკიცის მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან, მათი დამზადება წარმოებს მდინარის ბალასტისაგან დაქუცმაცებულ ღორღისა და ქვიშის ნარევისაგან მიღებულ ხრეშზე. სამწუხაროდ დაბალია მათი

თბოტექნიკური მაჩვენებლები, რის გამოც ისინი „ცივ“ კონსტრუქციებად იწოდებიან [9].

აღნიშნულის გამო, მშენებლობის დასრულების შემდეგ სართულშია გადახურვებში, ასევე კედლებშიც საჭირო ხდება თერმული წინაღობების მქონე მასალების გამოყენება [9]. სართულშია გადახურვების ფილაზე იყრება ფოროვანი მასალები, ხოლო კედლები იფუთება თბოსაიზოლაციო მასალით, ფანჯრებიც ეწყობა ორმაგი ალათებით. ასეთი ღონისძიებების გატარებით ასევე ხელი ეწყობა შიდა სათავსების დაცვას გარედან ხმაურის შეუღწევადობაზე, ხოლო სამეზობლო ურთიერთობაში ბინებშიც კედლები და ჭერი ბგერაგაუმტარი ხდება.

ჩემს სახელზე გაცემული ხუთი პატენტიდან „ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა“ [1], „არმატურის კარკასი თბოიზოლორებული გადახურვის ფილისათვის“ [2], და „სიხარულიძის კედელი“ [3] შინაარსობრივად გამოირჩევიან მაღალი ეკონომიკური ეფექტურობით, როგორც მშენებლობის, ასევე შენობების საექსპლუატაციო პირობებით.

კონსტრუქციული ნაკეთობების დანერგვისა და მათი ინდუსტრიული წესით წარმოების გაადვილების მიზნით ჩემს მიერ შეიქმნა ორი დანადგარი „გლინულას სალუნი მოწყობილობა“ [4] და „მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად“ [5].

გამოგონების არსი, მათი შედარებები მსოფლიოში ცნობილ და ანალოგიურ კონსტრუქციებთან და ტექნოლოგიურ მოწყობილობებთან აღწერილი და გაანალიზებულია ჩემზე გაცემულ საპატენტო აღწერილობაში, რეფერატებში და სასარგებლო მოდელის ფორმულებში. ჩემი გამოგონებების აღწერილობები მოიცავს მათი გამოყენებისას კონსტრუქციული, ტექნიკური და ეკონომიკური უპირატესობების გამოვლენას მსოფლიო ანალოგებთან შედარებით.

სადისერტაციო ნაშრომის მომდევნო ნაწილში ყურადღება გამახვილებულია ჩემი გამოგონებების ტექნიკურ, კონსტრუქციულ და ეკონომიკურ დასაბუთებებზე არა იმავდროული, არამედ საექსპლუატაციო

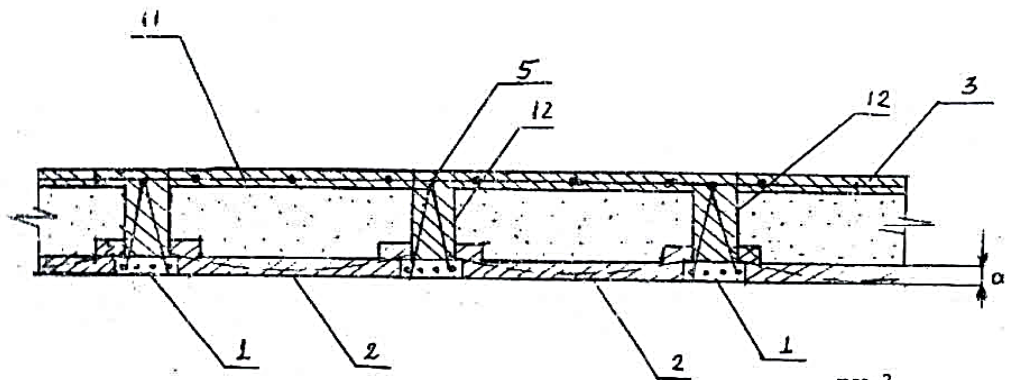
ეკონომიკური მაჩვენებლებით. რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობა-ნაგებობის ექსპლუატაციაში მიღების შემდეგ ხანგრძლივი ათეული წლების განმავლობაში მესაკუთრეს დამატებით საექსპლუატაციო ხარჯების გაწევა აღარ უნდა დასჭირდეს.

რკინაბეტონში და ბეტონის მზიდი კარკასული კონსტრუქციებით აგებული შენობების ხანმედეგობა 175 წელია, ხოლო არამზიდი კონსტრუქციებისა ნაკლები [19, 12, 41]. აღნიშნულის გამო არამზიდი კონსტრუქციების შეცვლა კარკასულ შენობებში ნებისმიერ პერიოდში ნებადართულია, ხოლო მზიდი კონსტრუქციების შეცვლა საჭიროებს საპროექტო დოკუმენტაციის შედგენასა და დამტკიცებას ქალაქის არქიტექტურის სამსახურის მიერ.

2.2. ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა პატენტი GEU 2014 1836Y



პატენტის აღწერილობა. გადახურვა შეიცავს ერთმანეთის მიმართ ბიჯით განლაგებულ რკინაბეტონის ძელებს 1, ძელებს შორის განლაგებულ შევსების ელემენტებს 2 და მათ გამაერთიანებელ მონოლითურ ბეტონს 3. რკინაბეტონის ძელები აღჭურვილია დამატებით არმატურის კარკასით 4. თითოეული შევსების ელემენტი შესრულებულია ორნაწილიანი ბლოკის სახით, რომლის ქვედა ნაწილი 8 დამზადებულია ბეტონისაგან, ხოლო ზედა ნაწილი – პენოპლასტისაგან 9.



ნახაზი 2.2.1 ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა

სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება მშენებლობას, კერძოდ ასაწყობ-მონოლითურ გადახურვებს, რომლებიც წარმოადგენს ასაწყობი ნაკეთობების რაციონალურ გაერთიანებას მონოლითურ არმირებულ ბეტონთან, და შეიძლება გამოყენებული იქნეს საცხოვრებელი, საზოგადოებრივი ან საწარმოო შენობების სართულშუა და ჭერის გადახურვის სახით.

სხვა ანალოგები. სამშენებლო პრაქტიკაში ინტენსიურად გამოიყენება ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა, რომელიც შეიცავს წინასწარ დამაბულ რკინაბეტონის ძელებს, ძელებს შორის განთავსებულ შევსების ელემენტებს, შესრულებულს ხის დაფების ფენილის სახით, ორთქლიზოლიაციას და არმატურას, გაერთიანებულს მონოლითური ბეტონით.

მოყვანილი კონსტრუქციის უარყოფითი მხარეა ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების მონტაჟის საკმაოდ შრომატევადი ტექნოლოგია, რაც ძირითადად განპირობებულია ხის დაფების ფენილის და

მის ზემოდან ორთქლსაიზოლაციო ფენის მოწყობის აუცილებლობებით. ასეთი ტექნოლოგია საკმაოდ ზრდის დანახარჯებს გადახურვის მოწყობაზე, რადგან ზემოთ მოყვანილ პროცესთან ერთად იგი მოითხოვს მონოლითური ბეტონის მასიურ ფენას. გარდა ამისა, ასეთი კონსტრუქციის გადახურვის მედეგობა და სასარგებლო ზიდვის უნარი საკმაოდ დაბალია.

სამშენებლო პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებული ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის უარყოფითი მხარეები აღმოფხვრილია სასარგებლო მოდელში აღწერილი ასაწყობ-მონოლითური გადახურვით, რომლის ტექნიკური შედეგია ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების მონტაჟის სიმარტივე, მასალატევადობის შემცირება და მედეგობისა და სასარგებლო ზიდვის უნარის ამაღლება.

ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების მონტაჟის სიმარტივე მიიღწევა იმით, რომ იგი შეიცავს რკინაბეტონის ძელებს, ძელებს შორის განლაგებულ შევსების ელემენტებს და მათ გამაერთიანებელ მონოლითურ არმირებულ ბეტონს. ამ კონსტრუქციაში თითოეული შევსების ელემენტი შესრულებულია ორნაწილიანი ბლოკის სახით, რომლის ქვედა ნაწილი დამზადებულია ბეტონისაგან, ხოლო ზედა ნაწილი კი – პენოპლასტისაგან, მათი ასეთი სახით შესრულება კი გამორიცხავს ორთქლსაიზოლაციო ან სხვა ფენის მონტაჟისათვის აუცილებელ მოქმედებათა ერთობლიობის ჩატარების აუცილებლობას.

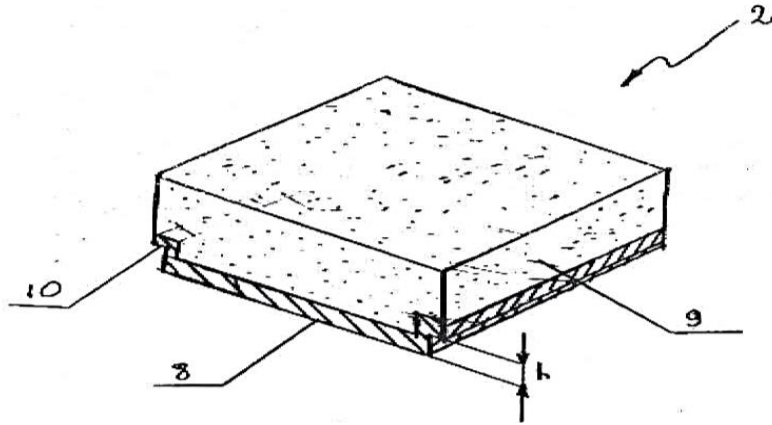
მასალატევადობის შემცირებას განსაზღვრავს მონოლითური ბეტონის შედარებით მცირე ფენა, რითაც ამავე დროს მთლიანობაში მცირდება კონსტრუქციის მასა.

მედეგობისა და სასარგებლო ზიდვის უნარის ამაღლება მიიღწევა იმით, რომ რკინაბეტონის ყოველი ძელი აღჭურვილია დამატებითი არმატურის კარკასით, რომელიც მიერთებულია მონოლითური ბეტონის მარმირებელ ლითონის ბადესთან, ძელების გასწვრივ წარმოქმნილია კოჭები გადახურვის მდგომარეობის და ზიდვის უნარის ასამაღლებლად. დამატებითი არმატურის კარკასი განლაგებულია ისე, რომ ძელის ორივე

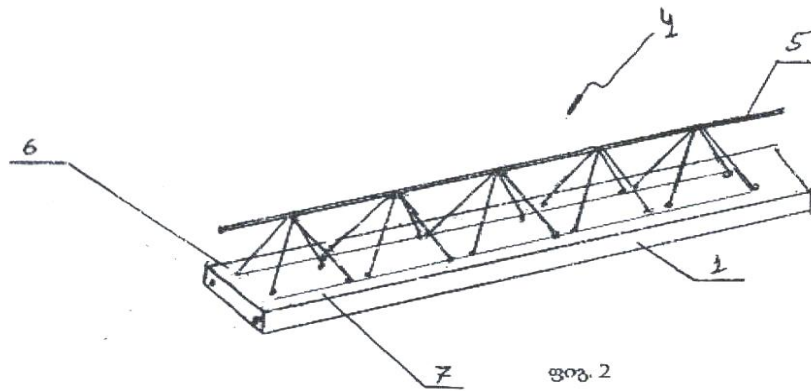
მხრიდან მთელ სიგრძეზე ფორმირებულია საყრდენი ზედაპირები შევსების ელემენტებისათვის და თითოეული შევსების ელემენტის ქვედა ნაწილის ურთიერთსაპირისპირო მხარეებზე შესრულებულია საფეხურები ძელზე საბჯენი ზედაპირების ფორმირებისათვის.

გადახურვის ელემენტების დაბეტონების შემდეგ რკინაბეტონის ძელების დამატებითი არმატურის კარკასითა და მონოლითური ბეტონით გადახურვაში მიიღება სიხისტის კოჭები, რომელიც ხელს უწყობს კონსტრუქციაში დატვირთვების თანაბარ გადანაწილებას და ამით ხელს უშლის ბზარების წარმოქმნას, მათ შორის ფუნდამენტის არათანაბარი ჯდომის პირობებშიც. გადახურვის ასეთი კონსტრუქცია, ამავე დროს შესაძლებლობას იძლევა დაბალი ზიდვის უნარის მქონე მასალებით აგებული კედლების შემთხვევაში უარი ითქვას ცალკეული მონოლითური სარტყელის მოწყობაზე.

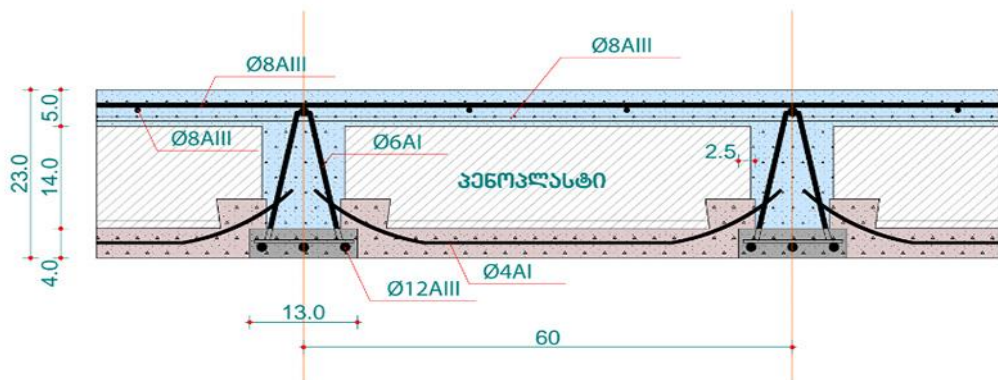
ძელების განლაგების ბიჯი შეიძლება იყოს სხვადასხვა გადახურვის ფუნქციის, დანიშნულებისა და ზიდვის უნარიდან გამომდინარე. სასარგებლო მოდელის განხორციელების ამ ვარიანტში იგი შეადგენს 630 მმ, განხორციელების ამ ვარიანტში შევსების ელემენტებს განივ კვეთში აქვს კვატრატის ფორმა, რომლის გვერდის სიგანე შეადგენს 500 მმ, სიმაღლე 200 მმ-ს. მოყვანილ კონკრეტულ მაგალითში რკინაბეტონის ძელების სიგანე 130 მმ-ია, ხოლო შევსების ელემენტებზე შესრულებული საფეხურის სიმაღლე 40 მმ. რკინაბეტონის ძელებზე შესრულებული დამატებითი კარკასის ფუძის სიგანე ისეთია, რომ შესაძლებელია დაახლოებით 90 მმ-იანი სისქის სიხისტის კოჭის ფორმირება. ასეთი კონსტრუქციული ზომების მქონე ელემენტებით ფორმირებული გადახურვის სიმაღლე შესაძლოა შეადგენდეს 240 მმ-ს, რაც მთლიანობაში იძლევა სამშენებლო რესურსებზე დანახარჯების მნიშვნელოვან შემცირებას ანალოგიური პარამეტრების მქონე სხვა კონსტრუქციის გადახურვასთან შედარებით.



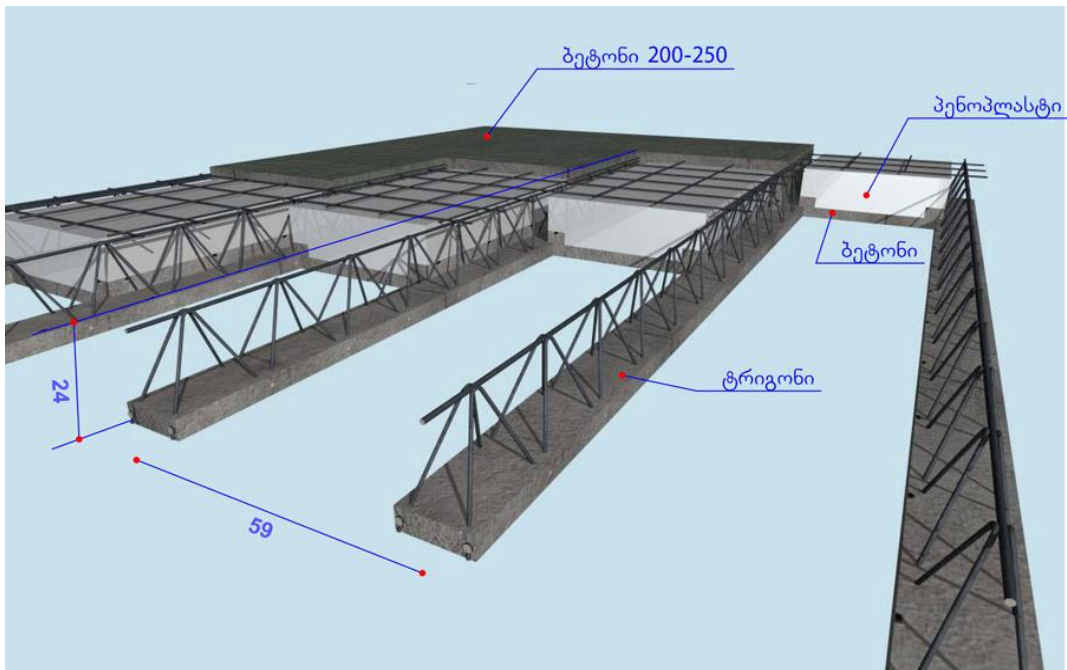
ნახ. 2.2.2 პენოპლასტის ბლოკი



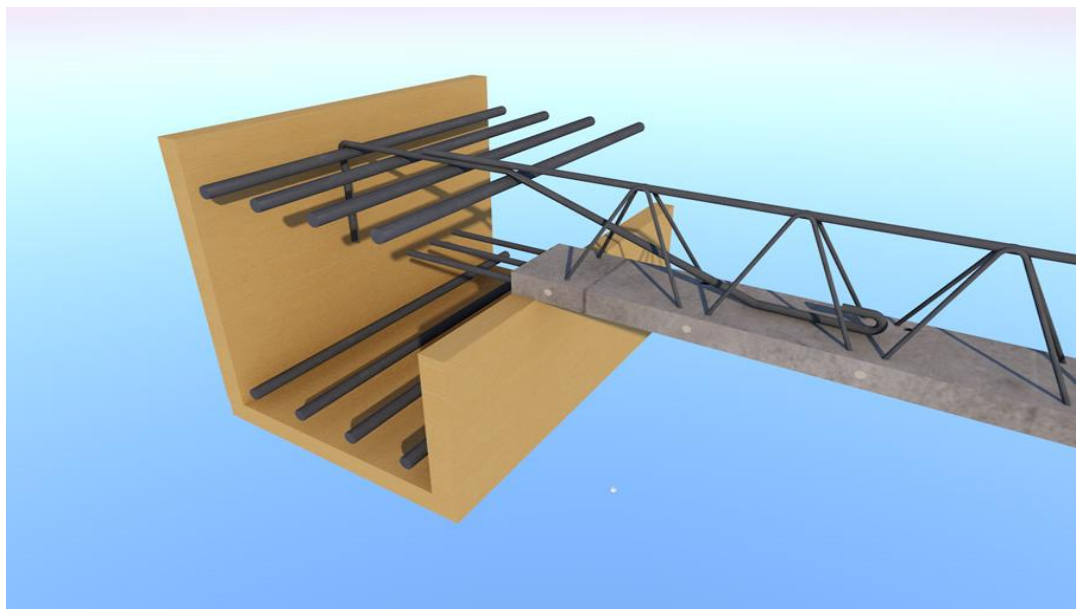
ნახ.2.2.3 რკინაბეტონის კო (ნი)



ნახ. 2.2.4 ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის კრილი



ნახ. 2.2.5 ასაწყობ მონოლითური გადახურვა

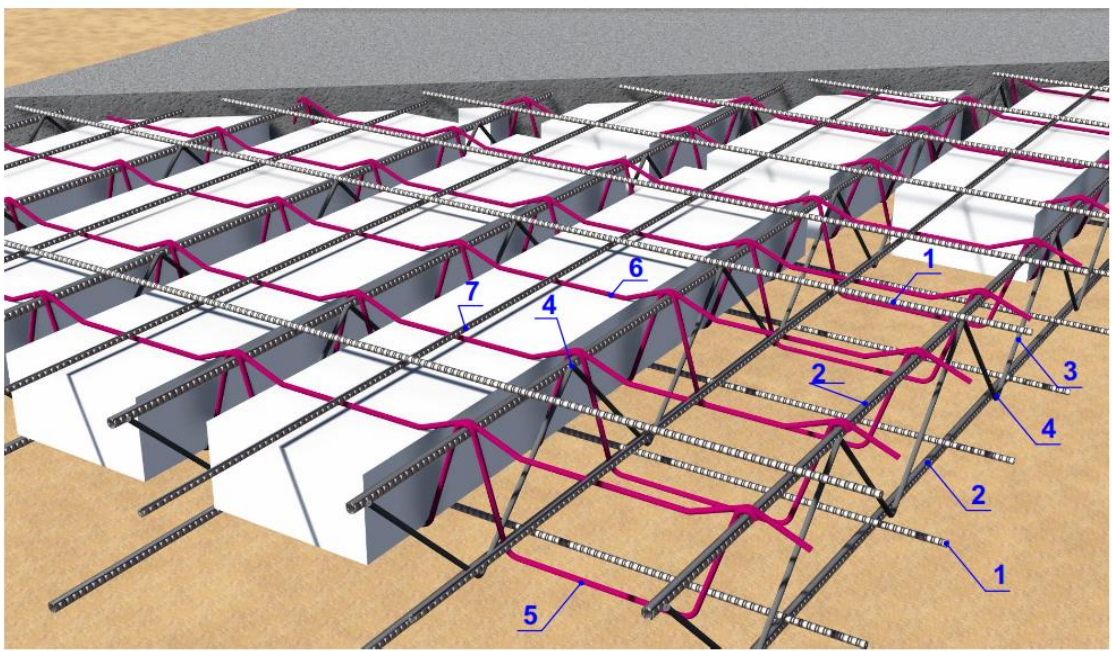


ნახ. 2.2.6 რიგელისა და რკინაბეტონის ძელის დაკავშირება

2.3. არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის
ფილისათვის პატენტი – GEU 2019/2016 Y



პატენტის აღწერილობა. არმატურის სივრცითი კარკასი შესრულებული ღეროვანი ფერმის სახით, აღჭურვილია საკიდი სისტემით, რომლის პირველი ნაწილი 5 შესრულებულია კარკასის შიგნით, ბრტყელ ელემენტებს შორის თბოსაიოზოლაციო ბლოკების განთავსების შესაძლებლობით, ხოლო მეორე ნაწილი 6 – ხსენებული ბრტყელი ელემენტების პარალელურად, მათ ზედა სარტყლებს შორის სივრცის ცენტრალურ ნაწილში გამავალი დამატებითი არმატურის ღეროების 7 შეკავების შესაძლებლობით. საკიდი სისტემის თითოეული ნაწილისათვის საყრდენს წარმოადგენს ღეროვანი ფერმის ზედა სარტყელი და თითოეული ნაწილი გადის ბრტყელი ელემენტების განივ რიგებად.



ნახაზი 2.3.1. არმატურის სივრცითი კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისათვის

სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება მშენებლობას, კერძოდ არმატურის კონსტრუქციებს, რომლებიც გამოიყენება რკინაბეტონის თბოიზოლირებული გადახურვის ფილების დამზადების პროცესში მისი არმირების უზრუნველსაყოფად და შესაძლოა ასევე გამოყენებული იყოს მონოლითურ უკოჭო გადახურვებში.

სხვა ანალოგები. ვიდრე ვიმსჯელებთ ჩემს მიერ გამოგონებული თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის ძირითად მახასიათებლებზე, განვიხილოთ პრაქტიკაში მიღებული სხვა სახის კონსტრუქციული ელემენტებით განხორციელებული ასაწყობ-მონოლითური გადახურვები:

ცნობილია რკინაბეტონის კუმშვაზე მომუშავე ელემენტი - არმატურის კარკასი, რომელიც შედგება არმატურის ღეროებისაგან, ერთმანეთთან დაკავშირებული საკიდების მეშვეობით, და ამ ელემენტის მთელ სიგრძეზე ერთმანეთისაგან დაშორებით პარალელურად განლაგებული ჯვრისებრი ფორმის არმატურის ბრტყელი ელემენტებისაგან, რომლებიც ცენტრალური ნაწილით დაკავშირებულია შვეულ არმატურასთან (GE 2476).

მიუხედავად იმისა, რომ ხსენებული ბრტყელი ელემენტები განლაგებულია ადგილებში, სადაც ნორმალურმა ძაბვებმა შესაძლოა მიიღონ მაქსიმალური მნიშვნელობა და განკუთვნილი არიან ბზარების მოსალოდნელი წარმოქმნის ადგილების წინასწარ გასაძლიერებლად, კარკასი მთლიანობაში რთული კონსტრუქციისაა, რამეთუ შედგება ძირითადად არმატურის ღეროებისაგან დამზადებული ელემენტებისაგან, სხვადასხვა სახის საკიდებისა თუ შვეული არმატურისაგან, რაც არამარტო ზრდის დანახარჯებს მის დამზადებაზე, არამედ ართულებს თვით მონტაჟის პროცესს, რადგან გრძივი არმატურის ღეროებისგან კარკასის ერთი ნაწილის ფორმირების შემდეგ ხდება მის ცენტრალურ ნაწილში ჯვრისებრი ფორმის ბრტყელი კარკასის მეორე ნაწილის ჩადგმა. კარკასის აწყობისა თუ ფორმირების ასეთი მექანიზმი ხშირ შემთხვევაში შეუძლებელს ხდის მიღწეული იქნეს საპროექტო მდგომარეობა (მახასიათებლები), რამაც თავის მხრივ შესაძლოა მიგვიყვანოს უარყოფით შედეგებამდე, ზოგადად რკინაბეტონის ელემენტის ხანგამძლეობისა თუ მუშაუნარიანობის თვალსაზრისით.

ცნობილია, ასევე, არმატურის კარკასი, რომელსაც იყენებენ რკინაბეტონის კონსტრუქციის წარმოებისას. არმატურის კარკასი შეიცავს გრძივ ღეროებსა და მასთან მიერთებულ განივ არმატურას ღია

ცალუღლეღბის სახით, რომელთაც გააჩნიათ ნადუღები შტოღბის წვეროღბზე. გარდა ამისა, ნადუღები შესრულეღბულია ტალღისეღბურად და ორიენტირეღბულია ცალუღლის გარეთ ან შიგნით. ცალუღლეღბი დაყენეღბულია მიმდევერობით სხვადასხვა მიმართუღლეღბით ნადუღეღბით და ხისტად არიან შეერთეღბული კონტურის გარშემო გრძივ და დამატეღბით ღეროღბთან (RU2388877).

მოყვანიღლი კონსტრუქციის კარკასის ძირითადი უარყოფითი მხარეა დაბალი მზიდუნარიანობა, ასევე, მის დამზადეღბაზე მაღალი მასალატევეადობა, რაც გამოწვეულია განივი ღეროღბის ჭრის და შედუღლეღბის დიდი მოცუღლობით, მოკლე ღეროღბის გამოჭრის პროცესში გაზრდიღლია ლითონის და მასთან ერთად შესადუღლეღბელი მასალის ხარჯიღ. არმატურის კარკასის ვერტიკალური ღეროღბი, ცალუღლეღბი და სხვა ნაკლეღბად ეფექტურია განივ ძალვასა თუ დეფორმაციეღბზე მუშაობისას.

ცნობიღია, ასევე ასაწყობ-მონოღლითური გადახურვა, რომელიც შეიცავს ერთმანეთის მიმართ გარკვეული ბიჯით განლაგეღბულ რკინაბეტონის ძეღლეღბს და ძეღლეღბს შორის განლაგეღბულ შევსეღბის ეღლეემენტეღბს, რომლეღბიც გაერთიანეღბულია არმირეღბული მონოღლითური ბეტონით. რკინაბეტონის ძეღლეღბი აღჭურვიღლია დამატეღბით არმატურის კარკასით.

დამატეღბითი არმატურის კარკასი წარმოადგენს ღეროღბით შედგენიღლ პირამიდიის ფორმის ეღლეემენტა სიმრავღლეს, რომელთა წვეროღბთან მიერთეღბულია გრძივად განთავსეღბული არმატურის ღერო. რკინაბეტონის ძეღლეზე პირამიდიის ფორმის ეღლეემენტეღბი განლაგეღბულია პერიფერიიდან გარკვეული დაშორეღბით. რადგან ასეთნაირად უზრუნვეღლყოფიღლია შევსეღბის ეღლეემენტეღბისათვის საყრდენი ზედაპირეღბის ფორმირეღბა (GE U 1836).

მიუხედავად იმისა, რომ ამგვარი კონსტრუქციის ასაწყობ მონოღლითურ გადახურვას გააჩნია მთელი რიგი უპირატესოღბეღბი, რაც ძირითადად დაკავშირეღბული მონტაჟის სიმარტივესთან, მის უარყოფით მხარედ შეიძღლეღბა ჩაითვალოს ღუნვეღბისა და ვიბრაციეღბის მიმართ დაბალი

მედეგობა და დამზადებაზე დროისა და მატერიალური რესურსის მაღალი მაჩვენებლები, რაც ძირითადად განპირობებულია შვესების ელემენტებით, მათი განლაგების ფორმით, დამატებითი არმატურის კარკასის დამოუკიდებლად ფორმირების აუცილებლობით, ურთიერთკავშირის მექანიზმით და ა.შ.

გამოგონების უპირატესობები სხვა ანალოგებთან. სასარგებლო მოდელის განხორციელების ჩემს მიერ დაპატენტებულ ვარიანტში ზემოთ აღნიშნული უარყოფითი მხარეები აღმოფხვრილია არმატურის კარკასით თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისათვის, რომელიც შეიცავს გრძივ და განივ ღეროებს და მათ შორის, შესაბამისად, გრძივად ან განივად განლაგებულ ბრტყელ ელემენტებს, ისე, რომ ქმნის სივრცით კარკასს. თითოეული ბრტყელი ელემენტი შესრულებულია ღეროვანი ფერმის სახით და შედგება ზედა და ქვედა სართყლებისა და მათთან მიერთებული ტალღისმაგვარი ან ტეხილი ხაზის კონტურის მქონე ცხაურისაგან. ცხაურა ნაღუნის ადგილებში მიდუღებულია ზედა და ქვედა სართყლებთან. კარკასი დამატებით აღჭურვილია საკიდი სისტემით, სადაც თითოეული საკიდის პირველი ნაწილი შესრულებულია კარკასის შიგნით, ბრტყელ ელემენტებს შორის თბოსაიზოლაციო ბლოკების განთავსების შესაძლებლობით, ხოლო მეორე ნაწილი –ბრტყელი ელემენტების პარალელურად, მათ ზედა სართყლებს შორის სივრცის ცენტრალურ ნაწილში გამავალი, დამატებითი არმატურის ღეროების შეკავების შესაძლებლობებით. საკიდი სისტემა დამზადებულია მავთულის, ან საწნელე ანდა ზოლური მასალისაგან და განლაგებულია ბრტყელი ელემენტების განივად, რიგებად, ამასთან, მისი ორივე ნაწილი დამაგრებულია ბრტყელი ელემენტების ზედა სართყელზე.

სასარგებლო მოდელის ტექნიკური შედეგია არმატურის ხარჯის შემცირება, კარკასის ელემენტებს შორის ძაღვების თანაბარი განაწილება, ჩაღუნვებისა და ვიბრაციების მიმართ მედეგობის ამაღლება, დამზადების

სიმარტივე და შესაბამისად დაამზადებაზე დროისა და მატერიალური რესურსის შემცირება.

საკიდი სისტემის გამოყენება თბოსაიზოლაციო ბლოკებისა და დამატებითი არმატურის ღეროების განლაგების უზრუნველსაყოფად, შესაძლებლობას იძლევა არამარტო შემცირდეს დანახარჯები ფილის საფორმირებლად საჭირო ბეტონის და არმატურის რაოდენობაზე, არამედ გაიზარდოს მედეგობა ღუნვებისა და ვიბარციების მიმართ, რამეთუ ზოგადად საკიდი სისტემის კონფიგურაცია და მისი შემადგენელი ნაწილებისათვის საყრდენის სახით ბრტყელი ელემენტების ზედა სარტყელის გამოყენება უზრუნველყოფს ძაღვების თანაბარ განაწილებას კარკასის ელემენტებს შორის და შედეგად მისი მზიდი შესაძლებლობების ოპტიმიზაციას.

საკიდი სისტემის კონსტრუქცია შესაძლებლობას იძლევა, რომ მონოლითურმა ბეტონმა უზრუნველყოს ჩაკეტილი კონტური ხსენებული საკიდი სისტემისა და თბოსაიზოლაციო ბლოკების გარშემო, რაც ფილას დამატებით ანიჭებს მედეგობას ბზარების წარმოქმნის მიმართ და იმავდროულად ზრდის მის სიხისტეს.

კონსტრუქცია შესაძლებლობას იძლევა ზოგადად შემცირდეს მასალატევადობა, რამეთუ, ფილის საბოლოოდ ფორმირებამდე წინასწარდამაბული კარკასის უზრუნველსაყოფად საჭირო არ არის სხვადასხვა გამბჯენი ელემენტების გამოყენების აუცილებლობა. ამასთან შედუღებით შეერთებები გამოყენებულია მხოლოდ ღეროვანი ფერმის დამზადებისას, რაც არამარტო ამცირებს გამოსაყენებელი შესადუღებელი მასალის რაოდენობას, არამედ მთლიანობაში შესაძლებლობას იძლევა, კარკასი დამზადებული იქნეს შეერთებებზე ზედმეტი შრომატევადობისა და დანახარჯების გარეშე. თვით ღეროვანი ფერმის კონსტრუქცია, შესაძლებლობას იძლევა ბრტყელ ელემენტზე შეიქმნას დიდი ზედაპირი დეფორმაციების, ასევე, გრძივი ღუნვის ძაღვების აღსაქმელად, რომ არ დაუშვას ელემენტის გრეხვა.

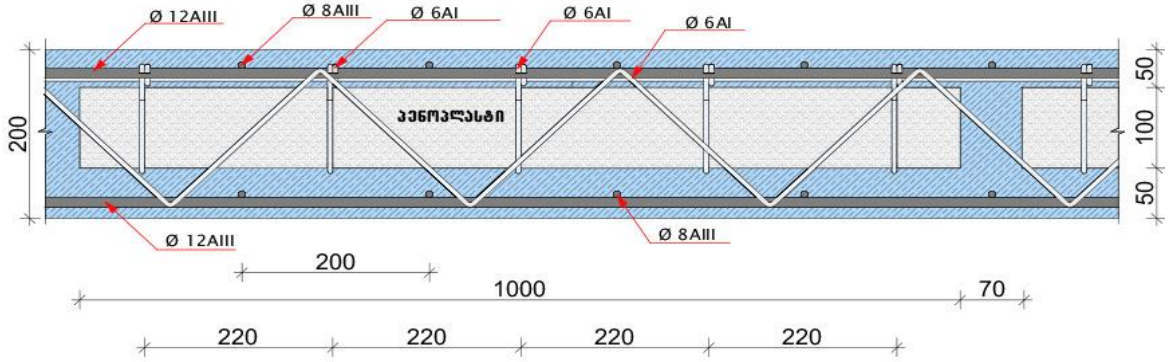
ამგვარად, შეიძლება ითქვას, რომ კარკასის კონსტრუქციაში უზრუნველყოფილია მისი ძირითადი შემადგენელი ელემენტების შესრულების ფორმებისა და კონსტრუქციული მასალების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ეფექტური შეთანწყობა, რასაც მიყვავართ ოპტიმალური კონსტრუქციული სისტემის ჩამოყალიბებამდე მთელი რიგი პარამეტრების მიხედვით.

სასარგებლო მოდელი გახსნილია ნახაზებით: ფიგურა 2.3.4.-ზე წარმოდგენილია არმატურის კარკასიანი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის განივი კვეთის სქემატური გამოსახულება; ფიგურა 2.3.5-ზე წარმოდგენილია არმატურის კარკასიანი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის გრძივი კვეთის სქემატური გამოსახულება.

სივრცითი კარკასის ფორმირება ხდება შემდეგნაირად: თავდაპირველად ამზადებენ ღეროვან ფერმის სახის ბრტყელ ელემენტს, რისთვისაც ღუნავენ მავთულს, იმგვარად რომ ფორმირებული იქნეს ცხაურა, შემდგომ ახდენენ ზედა ქვედა სარტყელზე ცხაურას მიმაგრებას. ცხაურის მიმაგრება ხორციელდება შესაბამის ნალუნის ადგილებში ცხაურას ზედა და ქვედა სარტყელების მიდუღებით. ამის შემდგომ, ხსენებულ ბრტყელ ელემენტებს განლაგებენ განივად ან გრძივად. შემდგომ კი ხდება საკიდი სისტემის ფორმირება.

ამგვარად, ასეთი სახით შესრულებული კარკასი ხასიათდება მისი აგების სიმარტივით, უზრუნველყოფს მაღალ წინააღმდეგობას განივი ძალებებისა და დეფორმაციების მიმართ, არ მოითხოვს სიმაღლეზე საყრდენების თუ სიგანეზე გამბჯენების განლაგების აუცილებლობას, ასევე არ მოითხოვს დამატებით შემაერთებელ ელემენტებს კარკასის ცალკეულ ელემენტებს შორის და ამ ელემენტებს შორის ბმა მოხერხებულად ხორციელდება მათი მონოლითური ბეტონით გაერთიანების შემდგომ.

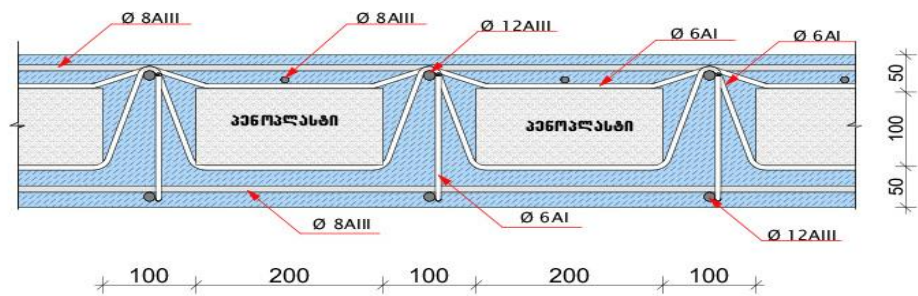
ბრძოვი ჰრილი



შენიშვნა: ზომები მოცემულია მმ-ში

ნახაზი 2.3.2. არმატურის კარკასიანი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის გრძივი კვეთის სქემატური გამოსახულება

ბანოვი ჰრილი



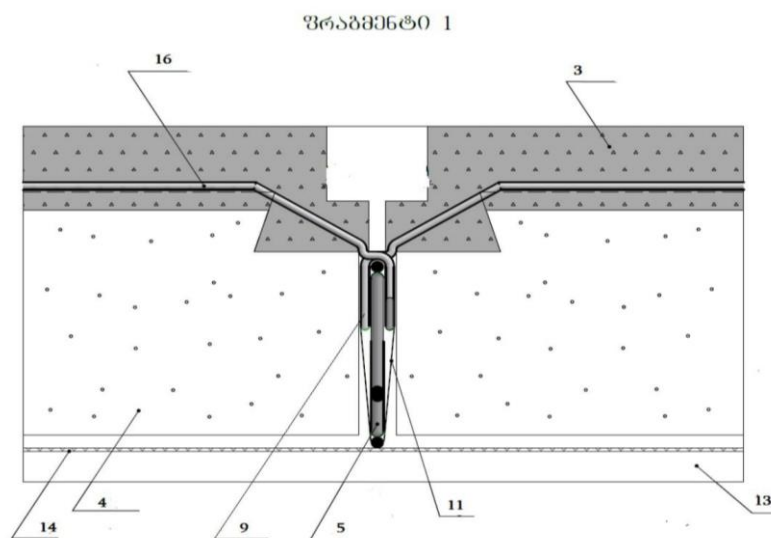
შენიშვნა: ზომები მოცემულია მმ-ში

ნახაზი 2.3.3 არმატურის კარკასიანი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილის განივი კვეთის სქემატური გამოსახულება.

2.4 „სიხარულიძის კედელი“ - პატენტი GE U 2020 2034 Y



პატენტის აღწერილობა. ‘სიხარულიძის კედელი“ შეიცავს ფუნდამენტზე 1 ვერტიკალურ რიგებად განლაგებულ ორფენიან ბლოკებს 2. მომიჯნავე ბლოკების ვერტიკალურ რიგებს შორის განთავსებულია არმატურის ბრტყელი კარკასი 5, რომელიც შედგება არმატურის ორი ვერტიკალური ღეროსა 6 და 7 და მათთან მიერთებული ტალღისმაგვარი ან ტეხილი ხაზის მქონე გლინულასაგან 8, რომელიც ნაღუნი ადგილებით მიდუღებულია ხსენებულ არმატურის ღეროებთან, ბრტყელი კარკასი ბლოკებს შორის განთავსებულია ისე, რომ გასდევს ბლოკების ქაფპლასტის ფენების 4 მოპირდაპირე გვერდით კედლებს. თითოეული ბლოკის გარე, ბეტონის ფენა 3 აღჭურვილია არმატურის ღეროთი 16, რომლის განაპირა უბნები 9 და 10 გადის ხსენებული ბლოკის მოპირდაპირე გვერდით კედლებზე და გადახრილია ბლოკის შიგა, ქაფპლასტის ფენისაკენ, განაპირა უბნების ბოლოები მოღუნულია და მოდებულია მიმდებარე ბრტყელი არმატურის კარკასის ერთ-ერთ ვერტიკალურ ღეროზე, აღნიშნული მოღუნული ბოლოები არმატურის ბრტყელი კარკასის მეორე ვერტიკალურ ღეროსთან მიერთებულია მავთულით. ბლოკების ვერტიკალურ რიგებს შორის სივრცე შევსებულია ბეტონით 12, ბლოკების ქაფპლასტის ფენა დაფარულია ლითონის ზადით 14 და მოპირკეთებულია.



ნახ.2.4.1 სიხარულიძის კედლის კვანძი

სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება მშენებლობას, კერძოდ საცხოვრებელი, საზოგადოებრივი და სამრეწველო შენობების ასაწყობ-მონოლითური კედლის კონსტრუქციებს და შეიძლება გამოყენებული იქნეს მაღალი თბოსაიზოლაციო მახასიათებლების მქონე შენობების ასაგებად.

არსებული ანალოგები. ცნობილია შენობის კედელი (RU 2084593, 20.07.1997), რომელიც შეიცავს გრძივად და ვერტიკალურად წანაცვლებით დაყენებულ, ერთნაირი სისქის განივ ფილებს, განლაგებული რიგებად შიგა და გარე კედლების და მათ შორის სიღრუს წარმოქმნით, რომელიც შევსებულია თბოსაიზოლაციო მასალით. გარად ამისა, ფილებს გააჩნია ფიქსაციის ელემენტები, რომლებიც შესრულებულია ამონაღებებისა და შვერილების სახით. ამასთან, ამონაღებები შესრულებულია გრძივი ფილების ზედა და ქვედა ზედაპირებზე, ხოლო შვერილები – განივი ფილების ვერტიკალურ წახნაგებზე. შვერილების სიგრძე ტოლია გრძივი ფილების სისქისა, ხოლო განივი ფილები დაყენებულია გრძივი ფილების მიმართ ვერიკალურად. ფილები დალაგებულია სამშენებლო დუღაბზე ან წებოვან შემადგენლობაზე და ძირითადი განივი ფილები შესრულებულია გამჭოლი ნახვრეტებით საერთო შიგა სივრცის წარმოქმნის უზრუნველსაყოფად.

მოყვანილი გადაწყვეტილებების უარყოფითი მხარეა კედლის მაღალი შრომატევადობა და დიდი მატერიალური დანახარჯები, რაც, ძირითადად, განპირობებულია ფილების დამზადების და მათი ორ რიგად დაწყობის აუცილებლობით, ასევე, მათ შორის სივრცის თბოსაიზოლაციო მასალით ამოვსებით, რომელიც წარმოადგენს დაწყობის პროცესისაგან განცალკევებულ პროცესს, რაც საბოლოოდ შრომატევადობასთან ერთად მნიშვნელოვნად ზრდის სატრანსპორტო და ენერგეტიკულ დანახარჯებს. გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, განხილული კედლის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს მისი დაბალი მზიდუნარიანობა, ვინაიდან მასში არ არის გათვალისწინებული მარმირებელი არმატურა და, შედეგად, ხასიათდება შეერთების დაბალი ხარისხით, ერთიანი მარმირებელი კონსტრუქციის

არარსებობა ვერ უზრუნველყოფს ვერტიკალური დატვირთვების ერთიან და თანაბარ გადანაწილებას კედლის მთლიან ზედაპირზე.

ცნობილია, ასევე, შენობების გარე კედლების აგების ხერხი (RU 2528758 20.09.2014), რომელიც ითვალისწინებს მრავალფენიანი სამშენებლო ბლოკების დაყენებას ფუნდამენტზე პერიმეტრის გასწვრივ ჰორიზონტალურად ან ვერტიკალურად, სამშენებლო დუღაბის მეშვეობით, მათ ნიველირებას ვერტიკალურად და სამშენებლო დუღაბის შესაბამის სიმტკიცის მიღწევის შემდეგ მრავალფენიან სამშენებლო ბლოკებთან შურუპების მეშვეობით გარე და შიგა მხრიდან ფარების ან ფილების სახით შესრულებული მოსახსნელი ან არამოსახსნელი ყალიბების მიერთებას. შემდგომ ყალიბებს შორის სივრცის შევსებას კაფსულირებულად მარმირებელი ბადეების მეშვეობით, რომელიც დაყენებულია სამშენებლო ბლოკებს შორის ჰორიზონტალურ ნაკერში.

აღნიშნული ხერხით აგებული კედლის მასა არის საკმაოდ დიდი და, აქედან გამომდინარე, დაბალია მისი კონსტრუქციულობის ხარისხის კოეფიციენტი (მზიდი შესაძლებლობის ფარდობა მასასთან), ამასთან, დანახარჯები ასეთი ხერხით აგებულ კედელზე საკამოდ მაღალია და იმავდროულად, საკმაოდ შრომატევადიცაა.

„სიხარულიძის კედლის“ უპირატესობები განხილულ ანალოგებთან. სასარგებლო მოდელის ტექნიკური შედეგია კედლის კონსტრუქციულობის ხარისხის კოეფიციენტის ამაღლება, აგებაზე დანახარჯებისა და შრომატევადობის შემცირება, საექსპლუატაციო მახასიათებლების გაუმჯობესება.

აღნიშნული შედეგი მიიღწევა კედლით, რომელიც შეიცავს ფუნდამენტზე ვერტიკალურ რიგებად განლაგებულ ბლოკებს, სადაც თითოეული ბლოკი ფორმირებულია ორი ფენისაგან, გარე-ბეტონისაგან დამზადებული ფენისაგან და შიგა – ქაფბეტონისაგან დამზადებული ფენისაგან.

ზემოთ მოყვანილი კედლის მზიდუნარიანობა გაზრდილია ბლოკების ვერტიკალურ რიგებს შორის არმატურის ბრტყელი კარკასის განთავსებით, გარად ამისა, ბლოკების ბეტონის ფენის აღჭურვა არმატურის ღეროებით, უზრუნველყოფს კარკასთან ბლოკების ხისტ კავშირს და, შედეგად, შენობაზე ჰორიზონტალური თუ ვერტიკალური დატვირთვების არსებობისას ისინი მუშაობს ერთობლივად და ახდენს მათ ეფექტურად გადანაწილებას, ანუ ზრდის მის საექსპლუატაციო მახასიათებლებს. კედლის შემადგენელი კონსტრუქციული ელემენტების, მათ შორის, ბლოკების კონსტრუქცია, ბრტყელი კარკასის ფორმირების და განთავსების მექანიზმი, შეერთებები და ა.შ., მთლიანობაში მნიშვნელოვნად ამცირებს კედლის მასას, აქედან გამომდინარე გაზრდილი მზიდუნარიანობა და შმცირებული მასას მნიშვნელოვნად ზრდის მის კონსტრუქციულობის ხარისხის კოეფიციენტს.

უზრუნველყოფს კედლის აგებაზე დანახარჯების მნიშვნელოვნად შემცირებას, რადგან ბლოკების სპეციფიკურ კონსტრუქციასთან ერთად, მასში მნიშვნელოვნად შემცირებულია საარმატურე ლითონის ხარჯი, მისი შესრულების ფორმა გამორიცხავს ჭარბი დაარმატურების საჭიროებას, რაც არა მარტო ამცირებს დანახარჯებს კედლის აგებაზე, არამედ მნიშვნელოვნად ამარტივებს კედლის მოწყობის ტექნოლოგიურ პროცესს.

კედლის აგებას ახორციელებენ შემდეგნაირად: შენობის ფუნდამენტზე გარკვეული ბიჯით ათავსებენ წინასწრ დამზადებული არმატურის ბრტყელ კარკასს არმატურის კარკასებს შორის ათავსებენ ორფენიან ბლოკებს ბლოკების განთავსებას ახდენენ იმგვარად, რომ ერთის მხრივ ბეტონის ფენიდან გამომავალი განაპირა უბნები მოდებულნი იქნენ მიმდებარე არმატურის ბრტყელი კარკასის ერთ-ერთ ვერტიკალურ ღეროზე ხოლო, მეორეს მხრივ, მომიჯნავე ბლოკების ვერტიკალურ რიგებს შორის შეიქმნას გარკვეული ღრეჩო მონოლითური ბეტონის განსათავსებლად. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ არმატურის ღეროების მოდება მიმდებარე ბრტყელი კარკასის ვერტიკალური რიგის არმატურის ღეროების ბლოკები შესაბამის

ღეროზე მოდებულია ბლოკების მომიჯნავე ვერტიკალური რიგის მხრიდან. შემდგომ, ხსენებული ბლოკებს აერთებენ ბრტყელი კარკასის მეორე ბოლოსთან მავთულის მეშვეობით. არმატურის კარკასისა და სამშენებლო ბლოკების დაკავშირების შემდეგ ბლოკების ვერტიკალურ რიგებს შორის ღრეჩოს ავსებენ მონოლითური ბეტონით. საბოლოოდ, კედლის მოსაპირკეთებლად, კედლის მთელს სიმაღლეზე, ბლოკების ქაფკლასტის ფენის მხრიდან, განათავსებენ ლითონის ბადეს და მასზე დააქვთ მოსაპირკეთებელი ფენა.

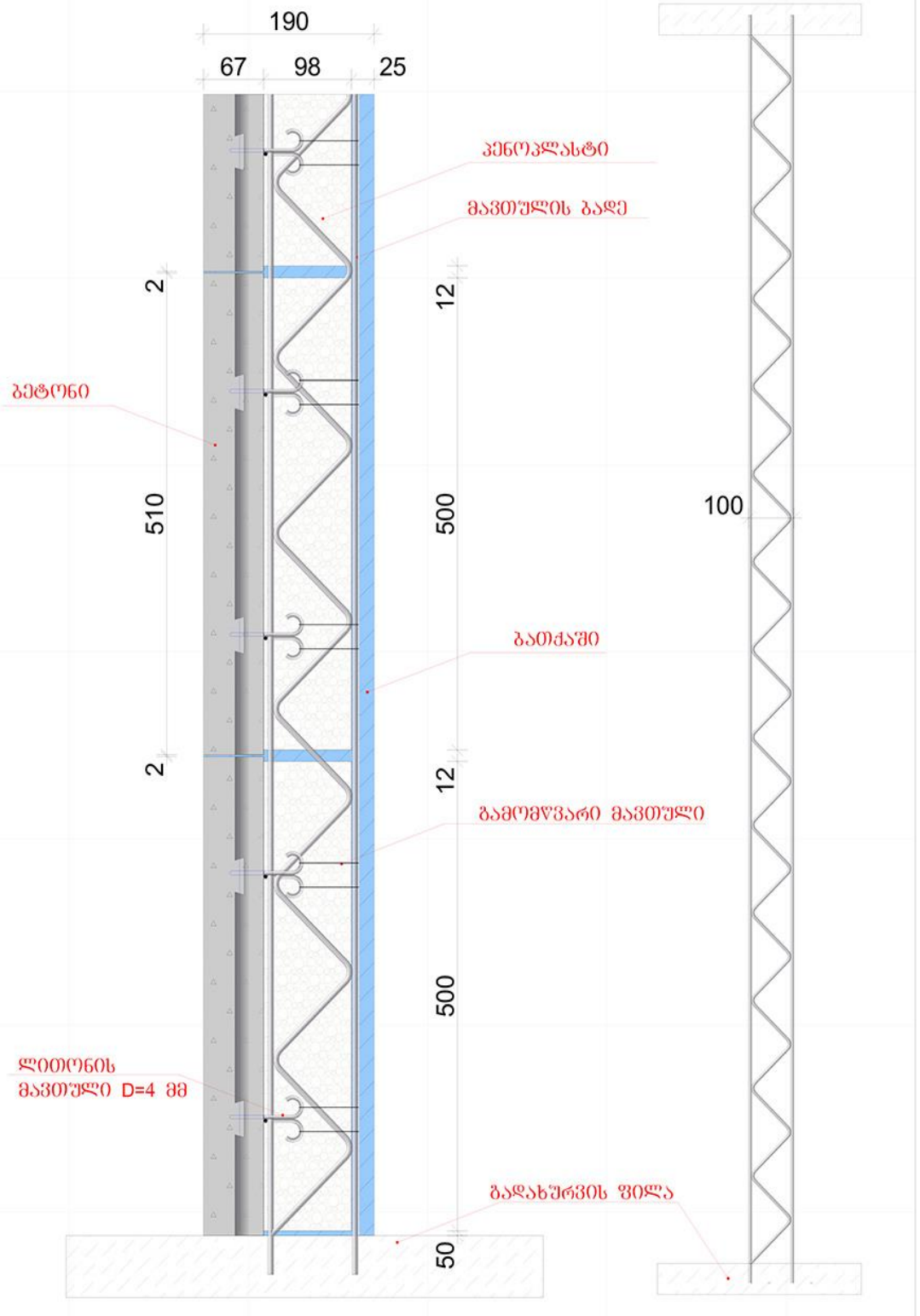
არმატურის ბრტყელი კარკასის განლაგების ბიჯი შეიძლება იყოს სხვადასხვა და იგი დამოკიდებულია სამშენებლო ბლოკების სიგანეზე.

ზემოთ მოყვანილი ნიშნების ერთობლიობა არ გამორიცხავს კედლის კუთხის ფორმირებას კუთხური ბლოკებით იმგვარად, რომ იგი არ გადიოდეს სასარგებლო მოდელის ფორმულის მოცულობის ფარგლებიდან.

სისარულიძის კედელი (ენერგოეფექტური)

ბრძივი ზრდილი

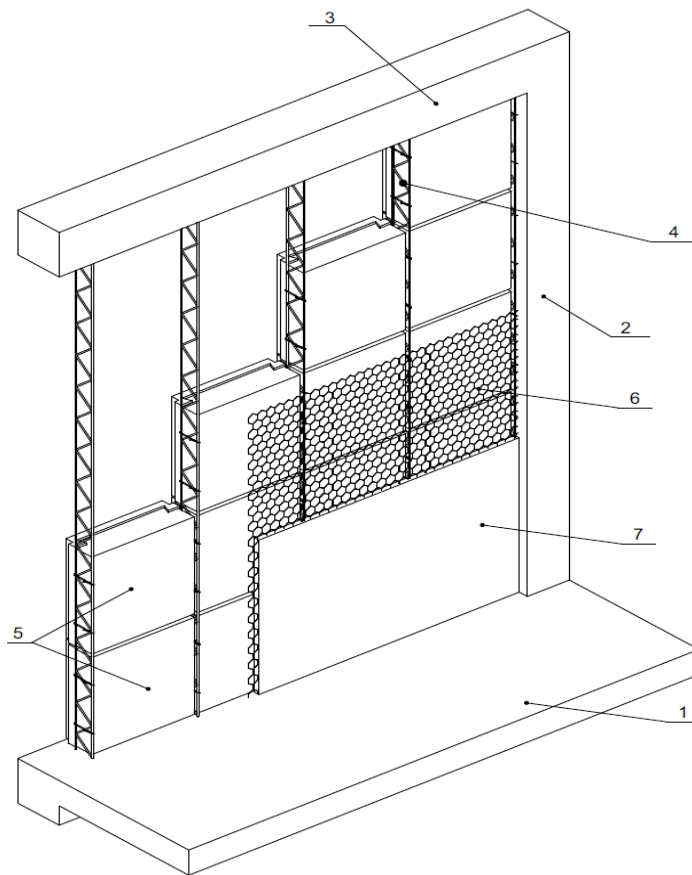
ლითონის კარკასი ბლინულა D=6 მმ



ნახ. 2.4.2 კედლის განივი კვეთი



ნახ. 2.4.5. ბლოკების კარკასთან მიერთების ფრაგმენტი



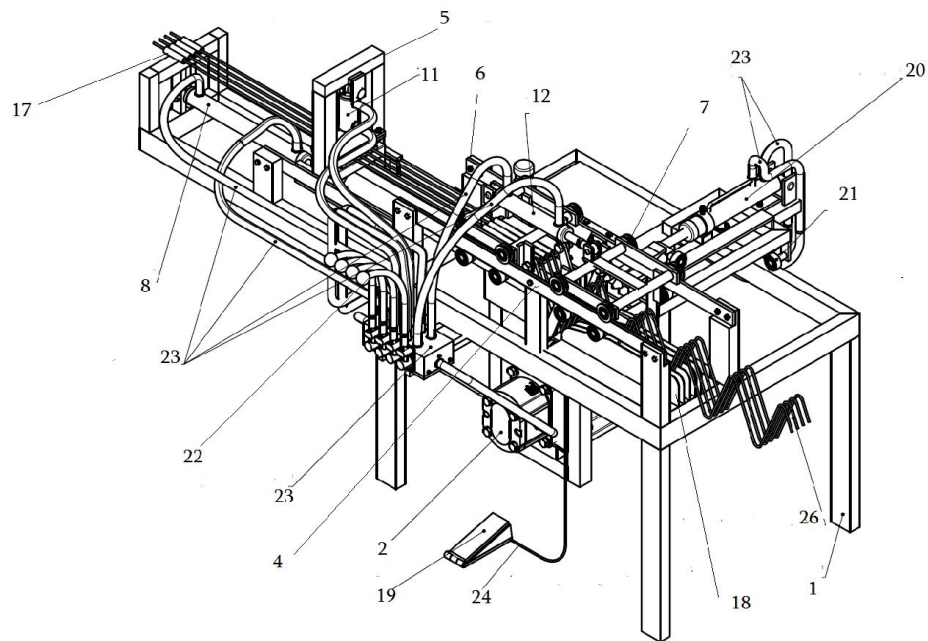
ნახაზი 2.4.6. „სიხარულიძის კედელში” ორ ფენოვანი ბლოკებით კედლის მოწყობის ფრაგმენტი 1. იატაკის ფილა; 2. სვეტი; 3. რიგელი ან ჭერი; 4. 6 მმ დიამეტრის გლინულისაგან დამზადებული ბრტყელი კარკასები, მაგრდებიან იატაკსა და რიგელში ან ჭერში მოწყობილი 2-2 ხვრელში; 5. ორ ფენიანი ასაწყობი ბლოკები – რკინაბეტონის ფილა სისქით 4,5 სმ და პენოპლასტი სისქით 13 სმ; 6. შიდა მხრიდან აკრული რომბისებური ფორმის მავთულოვანი ბადეები დიამეტრით 1 მმ; 7. ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით ნალესი ფენა.

2.5. „გლინულას სალუნი მოწყობილობა“ პატენტი GE U2019
2023Y



გლინულას სალუნი მოწყობილობის აღწერილობა. მოწყობილობა შეიცავს სადგარს, სადგარზე განთავსებულ მიმმართველ ჩარჩოს, გლინულას მიმმართველების სისტემას, ღუნვის მექანიზმს. გლინულას დამჭერ საშუალებას და მართვის მექანიზმს. გარდა ზემოთაღნიშნულისა,

მოწყობილობა, ასევე, შეიცავს ცოციებს, რომელთაგან ერთი შესრულებულია გლინულას ღუნვის ზონაში მიმწოდებელ-საფიქსაციო ცოციას სახით, დანარჩენი ორი შესრულებულია კარეტის სახით, სადაც პირველ მათგანზე დაყენებულია ჰიდროცილინდრების სისტემის მეორე ჰიდროცილინდრი, რომლის კოჭი მიერთებულია მეორე, კარეტის სახით შესრულებულ ცოციასთან. ღუნვის მექანიზმი წარმოადგენს კარეტის სახით შესრულებულ თითოეულ ცოციასთან სახსრულად დაკავშირებულ წყვილ ბერკეტს, რომელთა თავისუფალი ბოლოები, ასევე, სახსრულად დაკავშირებულია ჩარჩოზე შესრულებულ ვერტიკალურ მიმმართველში გადაადგილების შესაძლებლობის მქონე, სულ მცირე, ერთ თითთან.



ნახ. 2.5.1. გლინულას საღუნო მოწყობილობა

სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება მანქანათმშენებლობას და შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს ისეთი დანადგარების პროექტირების, შემუშავებისა თუ დამზადებისათვის, რომლებიც ძირითადად გამოიყენება გლინულას, არმატურის მავთულის ან მსგავსი ნამზადების ღუნვისათვის.

გლინულას სალუნი მოწყობილობის ანალოგები. ცნობილია ჩარხი (იხ. სსრკ ს.მ. 123932, 1.06.1959) კლაკლინას მაგვარი ბრტყელი ზამბარების დასამზადებლად. ჩარხი შეიცავს გორგოლაჭების წყვილს, მიმმართველების სისტემას მავთულისათვის, სადაც სისტემის ერთი მიმმართველი განლაგებულია გორგოლაჭების წყვილებს შორის, ხოლო დანარჩენი ორი თითოეული წყვილიდან გარეთ. გარდა ზემოთაღნიშნულისა, ჩარხი შეიცავს ბრტყელი ნამზადის კლაკლინას კონფიგურაციით მაფორმირებელ მექანიზმს, რომელიც შესრულებულია პრიზმული მაგიდის ფორმით, რომელსაც გაჩნია ღიობი სიმაღლით ტოლი ნამზადის სისქისა და სიგანით, ტოლი ზამბარის სიგანისა, ამასთან მაგიდის წინ დაყენებულია მაკორექტირებელი ფირფიტა, ხოლო ხსენებული ღიობის ორივე მხრიდან კი სატაცი გორგოლაჭები.

ცნობილია, ასევე, არმატურის მავთულის სალუნი მოწყობილობა (იხ. სსრკ ს.მ. 190176, 16.12.1966). მოწყობილობა შეიცავს სადგარს, სადგარზე განთავსებულ ჩარჩოს მიმმართველებით, ამ უკანასკნელზე ცოციების გადაადგილების უზრუნველსაყოფად. მოწყობილობა, ასევე, შეიცავს ძირითად პნევმოცილინდრს, რომლის ცილინდრი დამაგრებულია სადგარზე, ხოლო ჭოკი კი დაკავშირებულია ორმხარა სახსრულ-ბერკეტულ სისტემასთან, რომლის სახსრებზეც დაყენებულია შაბლონური გორგოლაჭები. გარდა ზემოთაღნიშნულისა, სადგარზე დამონტაჟებულია განივი მიმმართველები მათზე გადაადგილების შეაძლებლობით დასმული ცოციებით, რომელთანაც დაკავშირებულია ხსენებული ორმხარა სახსრულ-ბერკეტული მექანიზმის ბოლოები, ხოლო მისი ცენტრალური ნაწილი ძირითადი პნევმოცილინდრის ჭოკთან.

ცნობილი მოწყობილობების ნაკლია კონსტრუქციის სირთულე და დაბალი მწარმოებლურობა. ასევე, დაბალი ფუნქციური შესაძლებლობები. კონსტრუქციული სირთულე ძირითადად განპირობებულია, მაგალითად, პირველ შემთხვევაში მაფორმირებელი მაგიდისა თუ მიმწოდებელი გორგოლაჭების განლაგებით, ხოლო მეორე შემთხვევაში მიმმართველებისა

და ცოციების რაოდენობითა თუ თვით ღუნვის მაფორმირებელი მექანიზმის კონსტრუქციით. გარდა ზემოთაღნიშნულისა, მოყვანილ კონსტრუქციებს გააჩნიათ დაბალი ფუნქციური შესაძლებლობები, რამეთუ შეუძლებელია მათზე სხვადასხვა ფორმის ან/და ბიჯის კლაკლინას მიღება.

გლინულას საღუნო მოწყობილობის უპირატესობები განხილულ ანალოგებთან. ზემოხენებული უარყოფითი მხარეები აღმოფხვრილია გლინულას საღუნო მოწყობილობით, რომელიც შეიცავს სადგარს, სადგარზე განთავსებულ მიმმართველ ჩარჩოს, ცოციებს, მიმმართველ ჩარჩოზე გადაადგილების უზრუნველსაყოფად, გლინულას მიმმართველობის სისტემას, ამძრავს, ჰიდროცილინრების სისტემის სახით შესრულებულ ღუნვის მექანიზმს.

ამძრავი შესრულებულია ელექტროძრავას, ტუმბოსა და დენადი გარემოს ავზის, სახით, სადაც უკანასკნელი შესაბამის გამანაწილებელიანი მართვის ბლოკისა და მილსადენების სისტემით დაკავშირებულია ჰიდროცილინდრების სისტემასთან.

მარვის მექანიზმი შესრულებულია ხელით მართვის მექანიზმის სახით.

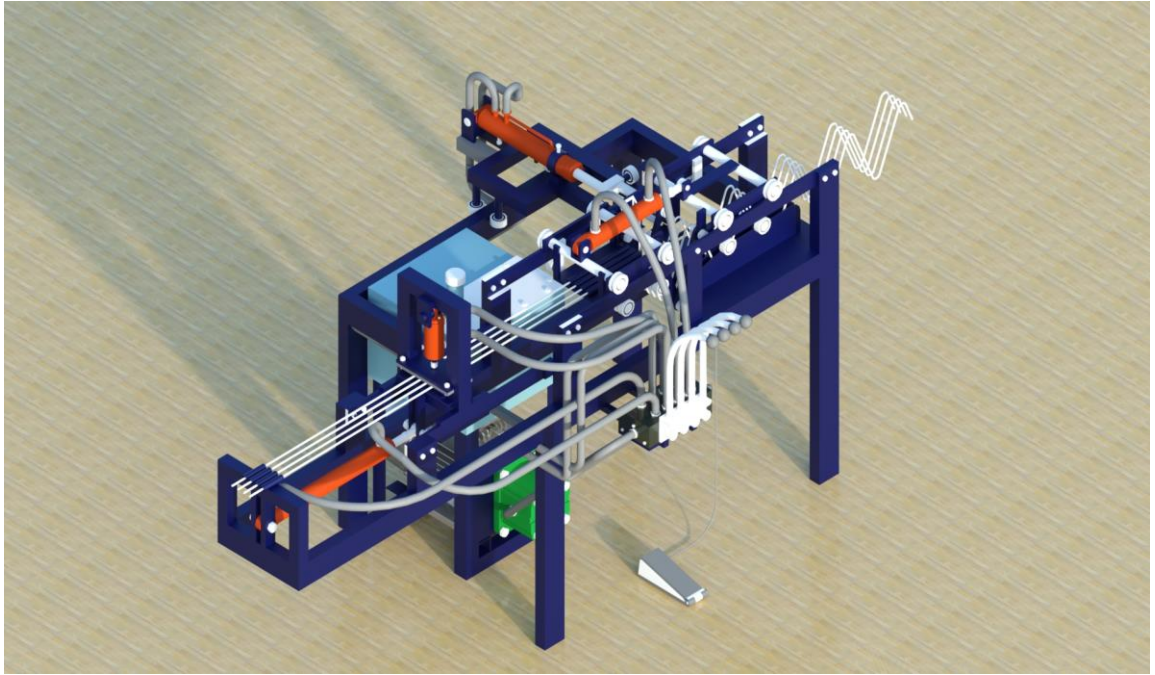
ჩემს მიერ შესრულებული მოდელის ტექნიკური შედეგია კონსტრუქციის სიმარტივე, მაღალი მწარმოებლურობა და ფუნქციური შესაძლებლობების გაფართოება.

კონსტრუქციის სიმარტივე მიღწეულია იმით, რომ კონსტრუქციაში არ არის ჩართული ურტიერთპერპერდიკულარულ სიბრტყეებში, შესაბამის მიმმართველებზე, მოძრავი ცოციები შესაბამისი მექანიზმებით, რაც კონსტრუქციის გართულებასა და გაბარიტული ზომების გაზრდასთან ერთად ითხოვდა რთული მოძრაობების შეთანწყობის კონსტრუქციული კვანძების მოწყობილობის ჩართვის აუცილებლობას. მოცემული სასარგებლო მოდელის ობიექტში, კერძოდ, აქ მოყვანილ კონსტრუქციული შესრულების ფორმაში ცოციებს გააჩნიათ უკუქცევით-წინსვლითი გადაადგილების შესაძლებლობა ერთი სიბრტყის გასწვრივ, რა თქმა უნდა მოძრაობების საჭირო შეთანაწყობით. გარდა აღნიშნულისა, მოწყობილობა

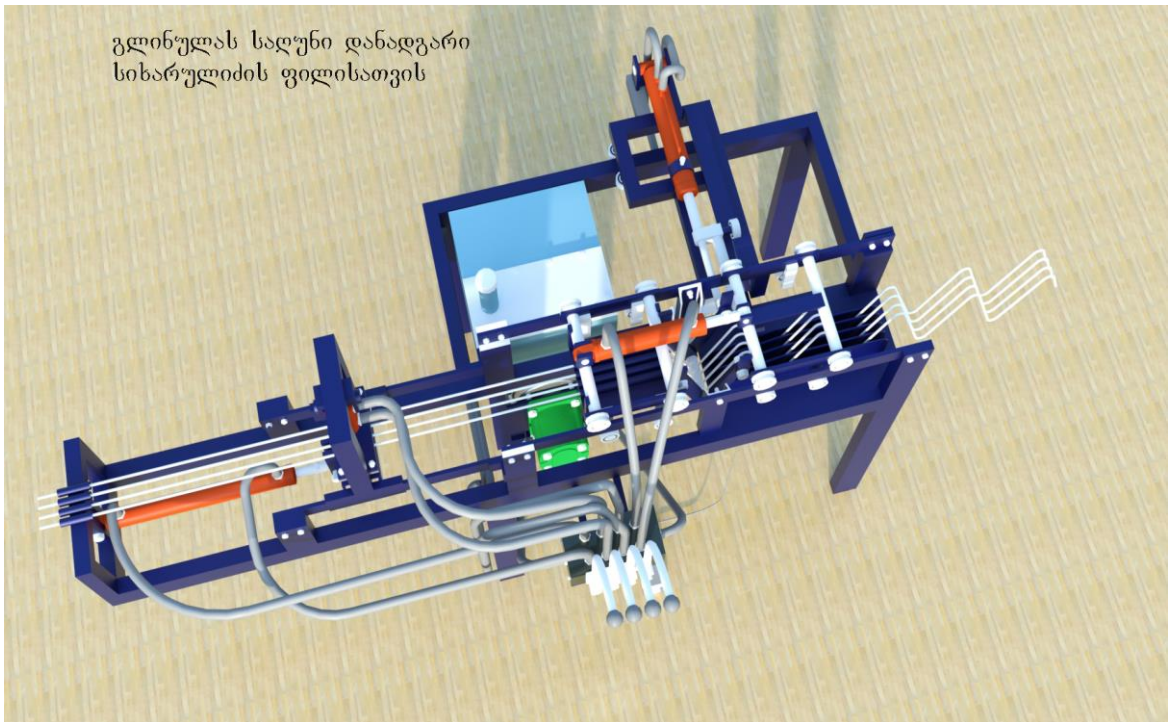
აღჭურვილია გლინულას დამჭერი საშუალებით და ერთ-ერთი ცოცია კონსტრუქციულად ფორმირებულია ორმაგი ფუნქციით, კერძოდ, მიწოდებელ-საფიქსაციო, არამარტო ამარტივებს კონსტრუქციას, არამედ ზოგადად ზრდის მოწყობილობის საიმედობას, იძლევა სასურველი პროფილის მიღების შესაძლებლობას კლაკლინას ფორმირებისას. მიმმართველების სისტემის მოყვანილი კონსტრუქციით ფორმირება უზრუნველყოფს ერთ მუშა სვლაზე ღუნვის ზონაში ერთზე მეტი გლინულას მიწოდების შესაძლებლობას, ეს კი თავის მხრივ უზრუნველყოფს წარმადობის გაზრდას.

სასარგებლო მოდელის - გლინულას საღუნო მოწყობილობა შეიცავს სადგარს, სადგარზე განლაგებულ ამძრავს შესრულებულს ელექტროძრავას (პოზიციით არ არის ნაჩვენები), ტუმბოს და დენად გარემოს ავზის სახით. სადგარზე, ასევე, განთავსებულია მიმმართველი ჩარჩო, რომელიც განკუთვნილია გადაადგილების უზრუნველსაყოფად.

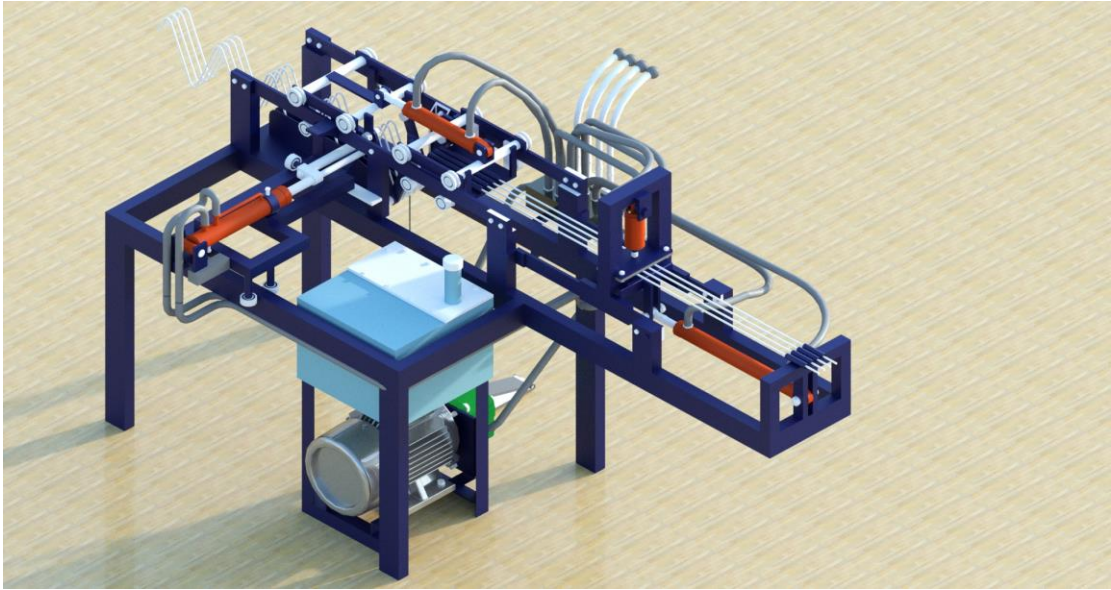
აქვე აუცილებლად უნდა აღინიშნოს ის ფაქტიც, რომ მოწყობილობა შესაძლოა მუშაობდეს წინასწარ შერჩეულ ზომაზე დაჭრილი გლინულების ღუნვისათვის, თუმცა იგი, ასევე, შესაძლოა იყოს აღჭურვილი გადამჭრელი მექანიზმით, მაგალითად მავთულის კასეტაზე დახვეული მავთულის უწყვეტად მიწოდების შემთხვევაში.



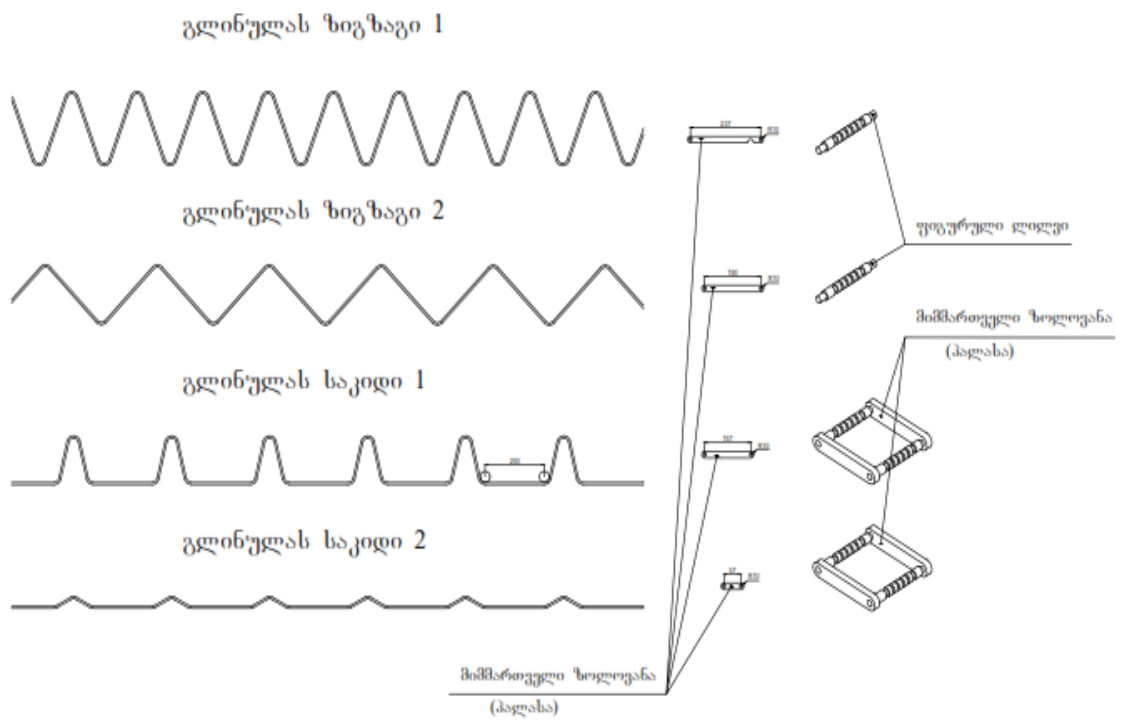
ნახაზი 2.5.2 წარმოდგენილია გლინულას სალუნი დანადგარის პირველი პერსპექტიული ხედი



ნახაზი 2.5.3 წარმოდგენილია გლინულას სალუნი დანადგარის მეორე პერსპექტიული ხედი



ნახაზი 2.5.4 გლინულას სალუნი მოწყობილობა



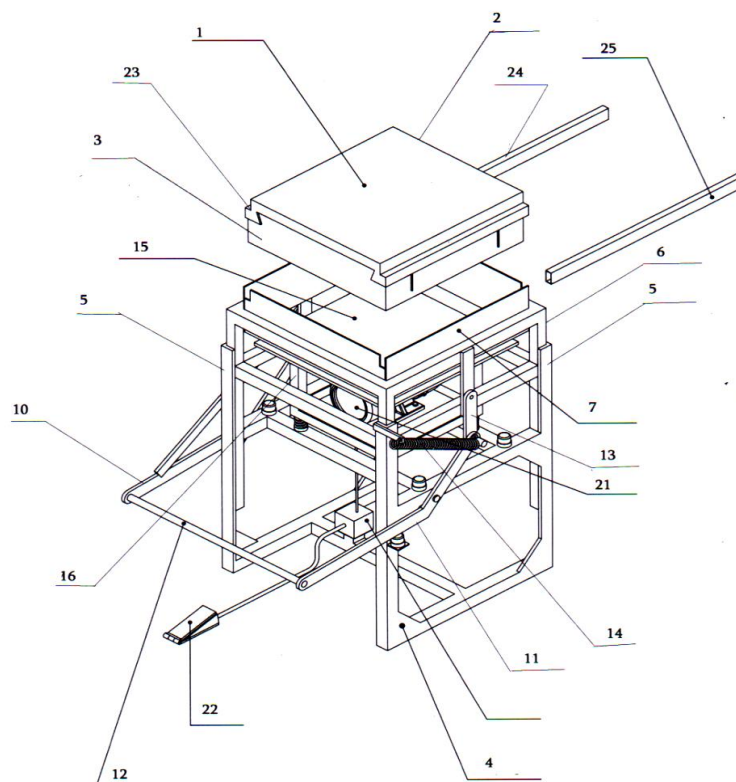
ნახაზი 2.5.5 გლინულას სალუნი მოწყობილობის პროდუქციის ნიმუშები

2.6. „მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად“

პატენტი - GE U 2020 2036



ორფენიანი ბლოკის დასამზადებელი მოწყობილობის აღწერილობა. მოწყობილობა შეიცავს დგარს 4, რომელიც აღჭურვილია ვერტიკალური მიმართველებში 5 ჩასმულია ჩარჩო 6. ამ უკანასკნელზე კი განთავსებულია ყალიბი 7. ყალიბი 7 შესრულებულია უძირო ყალიბის ფორმით, რომელიც შექმნილია ორი გვერდითი და ორი ტორსული ბორტით და გააჩნია ჩარჩოსთან ერთად ვერტიკალურ სიბრტყეში გადაადგილების შესაძლებლობა. გარდა ამისა, მოწყობილობა შეიცავს მაგიდას 15, რომელიც განთავსებულია კარკასზე 16. კარკასი დრეკადი ელემენტებით 17 დაყენებულია დგართან მიერთებულ საყრდენებზე. მაგიდას გააჩნია ზომა, რომელიც უზრუნველყოფს უძირო ყალიბში მისი შესვლისა და გამოსვლის შესაძლებლობას. მოწყობილობა, ასევე, აღჭურვილია ვიბრაციული ამძრავის ჩართვა-გამორთვის სატერფულით 22 და ჩარჩოს ყალიბთან ერთად ხელით გადასადგილებელი მექანიზმით.



ნახ. 2.6.1. ორფენიანი ბლოკის დანადგარი

სასარგებლო მოდელი განეკუთვნება ვიბრაციულ მოწყობილობებს ბეტონისაგან დამზადებული ნაკეთობების შემკვრივების უზრუნველსაყოფად და შესაძლოა გამოყენებული იყოს ორფენიანი საკედლე ბლოკების, გადახურვის ფილებისა და სხვა სამშენებლო ნაკეთობების დასამზადებლად.

ჩემი გამოგონების ანალოგები. ცნობილია მრავალფენიანი სამშენებლო ბლოკის დასამზადებელი მოწყობილობა (რუსეთის პატენტი 2 502 852, 24.05.12), რომელიც შეიცავს მაფორმირებელ ღრუს, გადასახსნელი ბორტების ზედაპირებით, ვიბრომაგიდას, ძალურ ამძრავს. გარდა ამისა, მოწყობილობა აღჭურვილია ზედა მიმჭერი თამასით, თბოსაიზოლაციო ფენების ხისტად დასამაგრებლად ყალიბის მაფორმირებელ ღრუში ბეტონის ჩასხმისას.

მოყვანილი მოწყობილობის უარყოფითი მხარეა დაბალი მწარმოებლურობა, რაც ძირითადად განპირობებულია კონსტრუქციაში ჩართული გადასახსნელი ბორტების გამო, რადგან მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი ყალიბიდან ბლოკის ამოღებისა თუ შემდგომი ბლოკის ფორმირებისათვის ყალიბის გაწყობაზე გაწეული დროის დანახარჯები.

ცნობილია მოწყობილობა ბეტონის ნაკეთობების ფორმირებისათვის (იაპონიის პატენტი JP3184900 2001.07.09). ხსენებული მოწყობილობა შეიცავს მაგიდას, მასზე განთავსებული ყალიბით, სადაც მაგიდა დაყენებულია ოთხ, ვერტიკალურ სიბრტყეში გადახრის შესაძლებლობების მქონე დრეკად ელემენტზე. მოწყობილობა შეიცავს რხევების აღმგზნებს, რომელიც შედგება გადმოტვირთვის ზონაში განთავსებული ამძრავისა და მრუდმხარა-ბარბაცა წყვილისაგან, სადაც ეს უკანასკნელი კინემატიკურად მიერთებულია მაგიდასთან და მასთან ერთად ქმნის მრუდმხარა-მექანიზმს.

მოყვანილი მოწყობილობის უარყოფითი მხარეა დაბალი ფუნქციური შესაძლებლობები, ვინაიდან ამ მოწყობილობაზე შეუძლებელია ორი ან მეტფენიანი სამშენებლო ბლოკის დამზადება, გარდა ამისა, ხსენებულ მოწყობილობას ახასიათებს არამდგრადი მუშაობა, რაც გამოიხატება

ბეტონის შემკვრივებისათვის აუცილებელი ჰირიზონტალური და ვერტიკალური რხევების ურთიერთობაში, რომელსაც განიცდის მაგიდა ყალიბთან ერთად. შეიძლება ითქვას, რომ ასეთი კონსტრუქციის მოწყობილობის მუშაობისას საერთოდ არ ფიგურირებს რხევების ვერტიკალური ძალური მდგენელი, აქედან გამომდინარე, ნაკეთობის ხარისხი დაბალია ბეტონის ნარევის კომპონენტების არათანაბარი განაწილების გამო.

ცნობილია, ასევე, დანადგარი ორფენიანი ბეტონის სამშენებლო ნაკეთობების ფორმირებისათვის (რუსეთი პატენტი 2358863 01.02.2008), აღნიშნული დანადგარი შეიცავს უძრავ დგარს, რომელზედაც დამაგრებულია ვიბრაციული მაგიდა მატრიცით ან მატრიცების ბლოკით, ბუნკერს ბეტონის ნარევისათვის და მის ქვეშ დაყენებულ ბეტონის ნარევის მომწოდებელ ყუთს, მოძრავ პუანსონს ან პუანსონების ბლოკს, ჰიდროცილინრების სისტემას მათი გადაადგილების უზრუნველსაყოფად. გარდა ამისა, დანადგარი შეიცავს მატრიცაში ან მატრიცის ბლოკში დეკორატიული ბეტონის ნარევის მიმწოდებელ მექანიზმს, რომელიც თავის მხრივ შეიცავს მოძრავ დგარს ჰორიზონტალური მიმმართველებით, დამატებით ბუნკერს დეკორატიული ნარევისათვის, ყუთს დეკორატიული ბეტონის ნარევის მიწოდებისათვის.

აღწერილი დანადგარის უარყოფითი მხარეა კონსტრუქციის სირთულე და დიდი გაბარიტული ზომები, რაც ძირითადად განპირობებულია მასში ჩართული მოძრავი თუ უძრავი კვანძების და ელემენტების სიმრავლით, სხვადასხვა ამძრავი საშუალებების დიდი რაოდენობით, მათ შორის ჰიდროცილინდრების, ტუმბოების, მისი მკვებავი მაგისტრალების და ა.შ.

ჩემი გამოგონების - ორფენიანი ბლოკის დასამზადებელი მოწყობილობის სასარგებლო მოდელის უპირატესობა განხილულ ანალოგებთან მის კონსტრუქციულ სიმარტივეშია, ზომებით კომპაქტურია და ექსპლუატაციისათვის მეტად მოხერხებული.

მისი გამოყენებით გაზრდილია მწარმებლურობა, და გამოშვებული ბლოკის ხარისხი.

კონსტრუქციის სიმარტივე და გაბარიტული ზომების შემცირება მიღწეულია იმით, რომ მაგიდას გააჩნია ზომა, რომელიც უზრუნველყოფს ხსენებულ უძირო ყალიბში მისი შესვლისა და გამოსვლის შესაძლებლობას ვერტიკალურ სიბრტყეში, შესაბამისად, ქვევით და ზევით გადაადგილებისას, ვინაიდან მაგიდასა და ყალიბის კონსტრუქცია არამარტო უზრუნველყოფს სამშენებლო ბლოკის ფორმირებას, არამედ მისი გამოთავისუფლების შესაძლებლობასაც ყოველგვარი დამატებითი კონსტრუქციული ელემენტებისა, თუ საშუალებების გარეშე, მხოლოდ და მხოლოდ ყალიბისათვის ვერტიკალურ სიბრტყეში გადაადგილების შესაძლებლობის მინიჭებით.

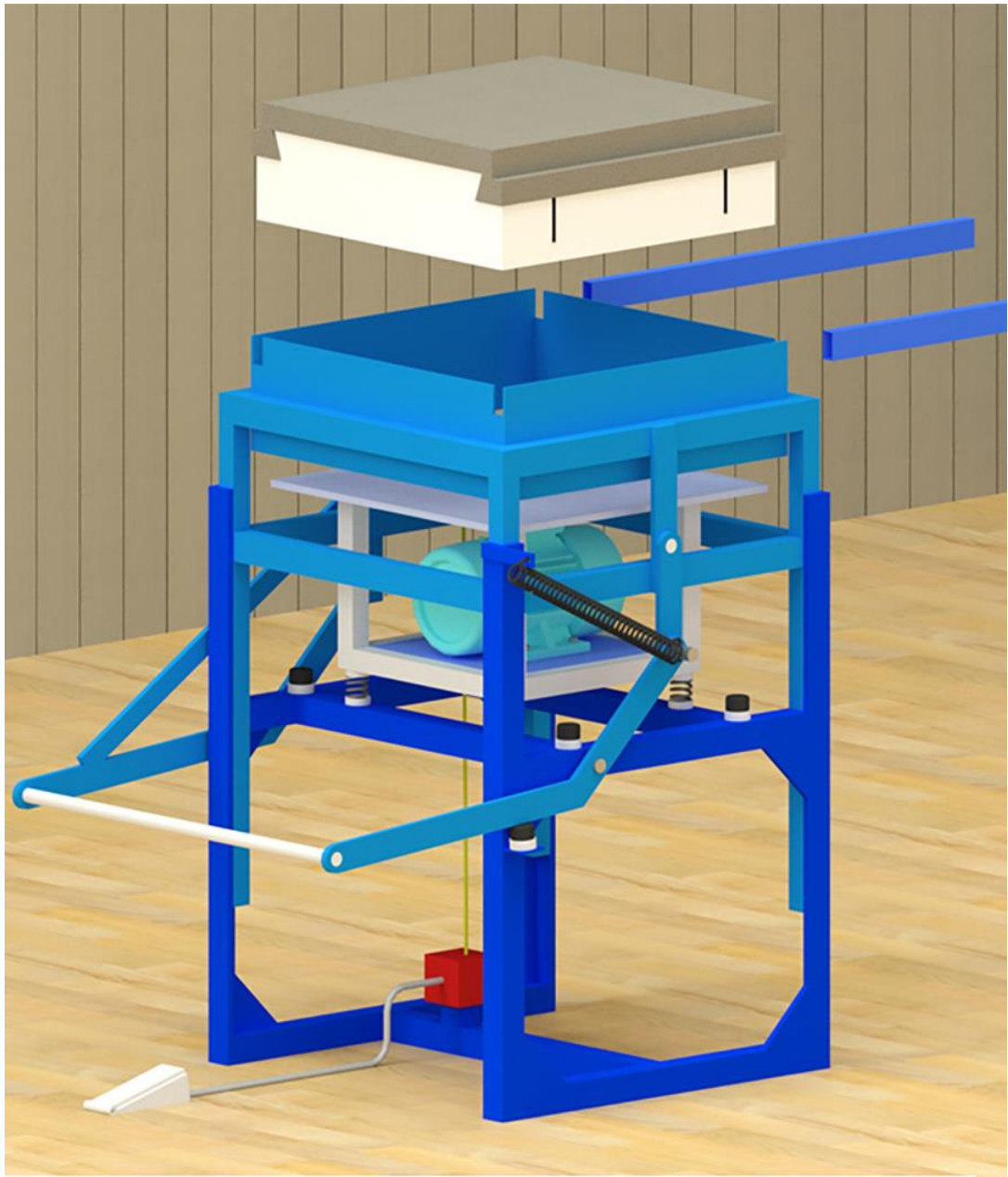
მოყვანილი კონსტრუქციული შესრულების ფორმა არ მოითხოვს ყალიბის გადასახსნელი ბორტებით აღჭურვას, და ბლოკის გამოთავისუფლებისა, თუ მოწყობილობის გაწყობისათვის ხსენებული ბორტების ერთმანეთისაგან განრთვისა, თუ ერთმანეთან მიერთების პროცესების ჩატარებას, მხოლოდ სახელურის საწყის მდებარეობაში დაბრუნებით ხდება ყალიბის საწყის მდებარეობაში დაბრუნება მოწყობილობის შემდგომი ბლოკის დასამზადებლად გაწყობის უზრუნველყოფისათვის, შედეგად მნიშვნელოვნად არის შემცირებული დროის დანახარჯები ბლოკის დამზადებაზე, მის გამოთავისუფლებასა და შემდგომი ბლოკის დამზადების უზრუნველსაყოფად მოწყობილობის გაწყობაზე და გაზრდილია მისი წარმადობა.

დამზადებული ბლოკის ხარისხის გაზრდა მიიღწევა იმით, რომ ასეთი კონსტრუქციული შესრულების ფორმით უზრუნველყოფილია ბეტონის შემკვრივებისათვის აუცილებელი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური რხევების სითანაბრე, რომელსაც განიცდის მაგიდა. გარდა ამისა, რხევებს განიცდის მხოლოდ მაგიდა, ყალიბი ამ შემთხვევაში უძრავია, და მოწყობილობის მუშაობისას ფიგურირებს, როგორც რხევების

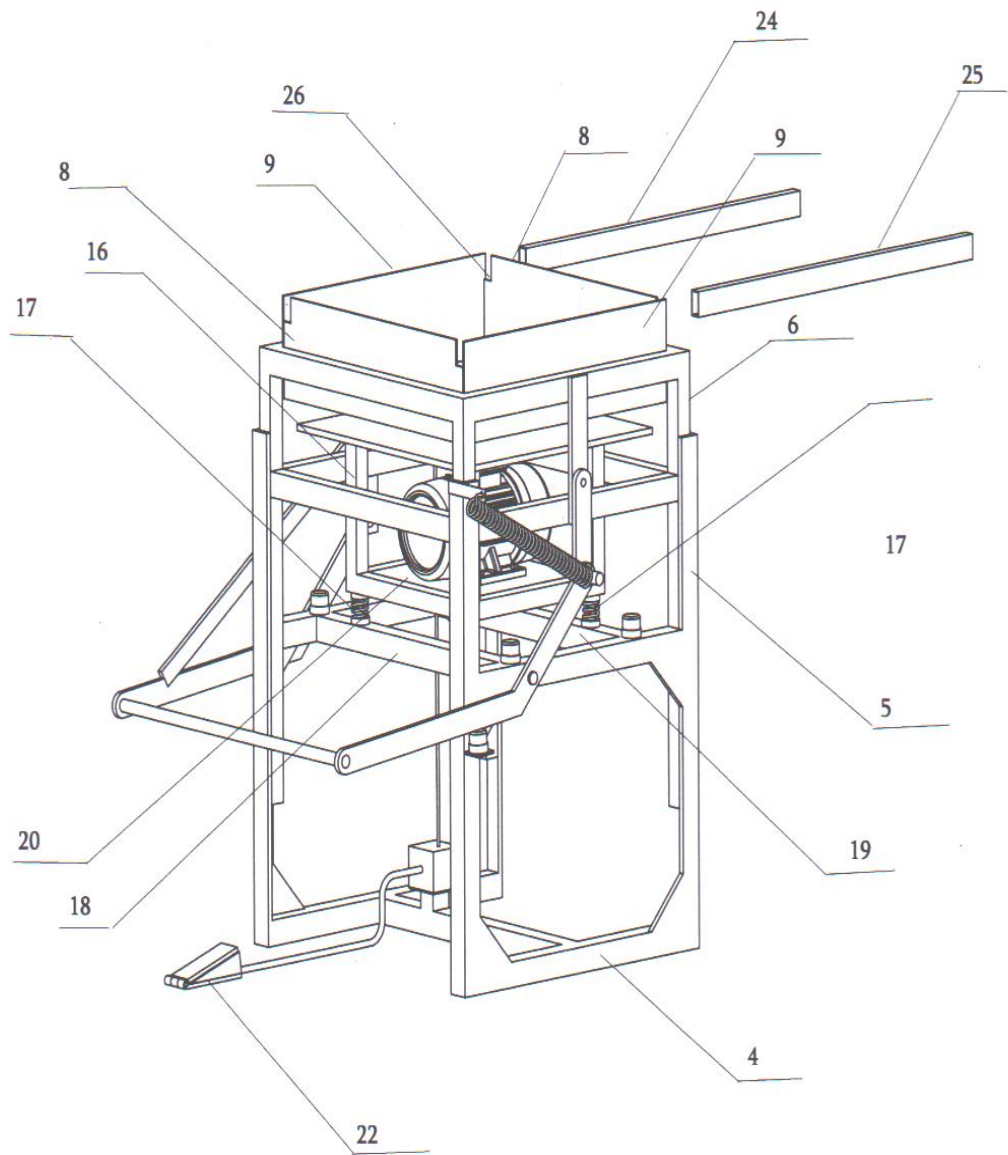
ჰორიზონტალური, ასევე, რხევების ვერტიკალური ძალური მდგენელი. შედეგად ხდება ბეტონის ნარევი კომპონენტების თანაბარი გადანაწილება და მისი შემკვრივების კოეფიციენტის გაზრდა.

ექსპლუატაციის მოხერხებულობა მიიღწევა არა მარტო მოწყობილობის ძირითადი კვანძების კონსტრუქციული შესრულების ფორმით, არამედ ხსენებული კვანძების შემადგენელი დეტალების კონკრეტული შესრულების ფორმებითაც, რომლებიც მთლიანობაში უზრუნველყოფენ არამარტო მოწყობილობასთან მუშაობის გაიოლებას, არამედ მის ადვილად გადატანას და მოწყობას სასურველ სამშენებლო მოედანზე. გარდა ამისა, ექსპლუატაციის მოხერხებულობის ამაღლება მიიღწევა მოძრავი კვანძების რაოდენობის შემცირებაშიც, რაიმე კვანძის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში მისი ადვილად შეკეთების თუ გამოცვლის შესაძლებლობაშიც.

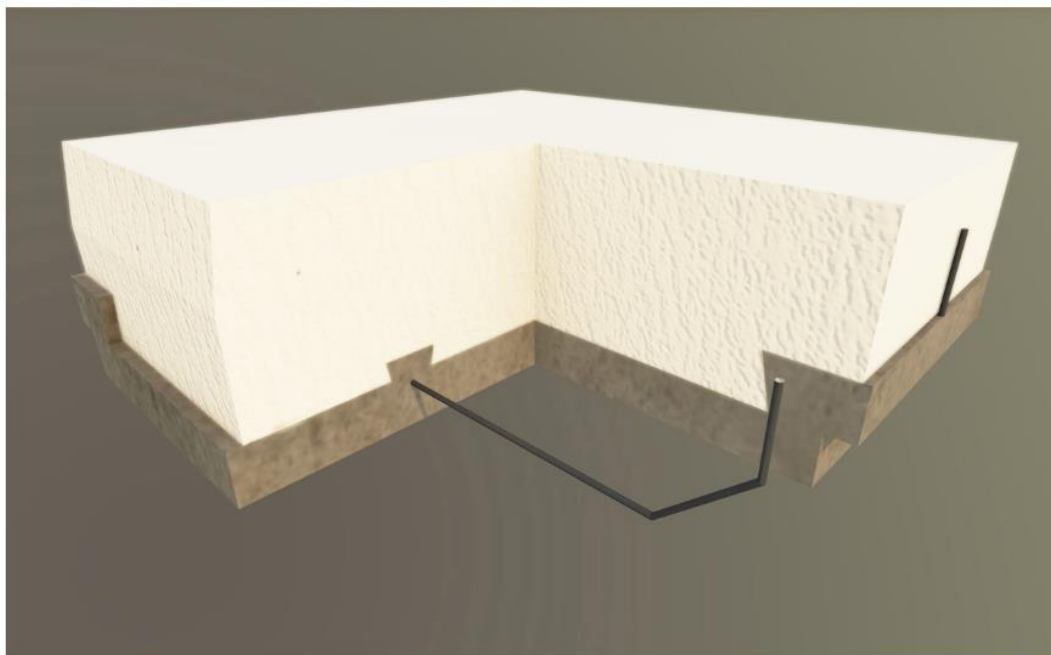
სასარგებლო მოდელის სივრცული სქემატური გამოსახულება იხილეთ ქვემოთ მოცემული 2.6.1-2.6.2 და 2.6.3 ნახაზების სახით.



ნახაზი 2.6.2 მოწყობილობის და ბლოკის სივრცული სქემატური
გამოსახულება



ნახაზი 2.6.3 მოწყობილობის და ბლოკის სივრცული სქემატური
გამოსახულება ბლოკის გარეშე



სურათი 2.6.4 ორფენიანი ბლოკი ჭრილში

**თავი 3. ტრადიციული შენობების, ენერგოეფექტური
რკინაბეტონის სართულშუა გადახურვებითა და
თბოიზოლირებული ბლოკებით აგებული შენობების
ვარიანტული გაანგარიშება და მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური
ეფექტურობის შედარებითი მაჩვენებლების ანალიზი**

3.1. საერთო მოსაზრებები

სადისერტაციო ნაშრომის წინა თავში განხილული სამფენოვანი სართულშუა გადახურვის ფილებისა და ორფენა საკედლე ბლოკების გამოყენებით აგებულ შენობებში იქმნება მყუდრო საცხოვრებელი გარემო, რაც ტრადიციული სრულ მონოლითური გადახურვებისა და 40 სმ სისქის კედლებში ბეტონის მცირე ბლოკებთან შედარებით აუმჯობესებს შენობის ცალკეული მზიდი კონსტრუქციების მდგრადობასა და ამტანუნარიანობას, აგრეთვე მთლიანად შენობის სეისმომედეგობის მაჩვენებელსაც.

გაცემულ საპატენტო დოკუმენტებთან თანდართულ განმარტებებში ჩემს კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებში სიახლეებთან ერთად განხილულია უცხოელი მკვლევარების ანალოგიურ ნაშრომებთან შედარებით განსხვავებულობაცა და ორიგინალობაც.

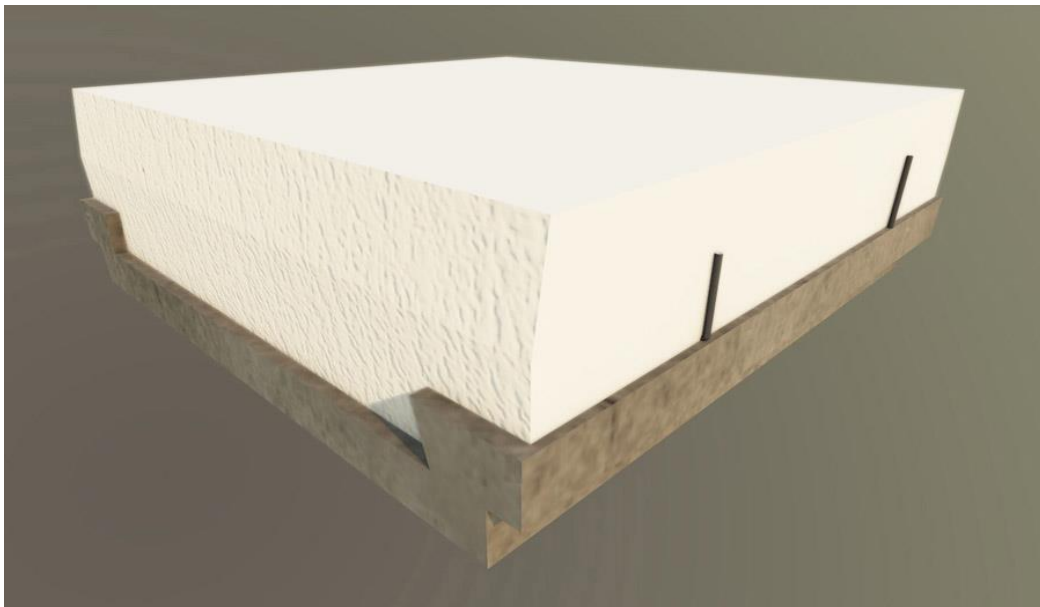
სამფენა სართულშუა გადახურვების ფილებისა და ორფენა საკედლე ბლოკების გამოყენებით კონსტრუქციულ სიახლეებთან ერთად მშენებლობაში დადგენილია ძირითად სამშენებლო მასალებზე ბეტონსა და არმატურაზე მოთხოვნილებების შემცირება, მათთან ერთად მცირდება მშენებლობის ღირებულებაც, იხილეთ პარაგრაფები 3.2.2. და 3.2.3.

მომდევნო პარაგრაფებში განსხვავებული კონსტრუქციული ენერგოეფექტური სართულშუა გადახურვებითა და თბოიზოლირებული ბლოკებით დაპროექტებული შენობებისათვის შედგენილი დოკუმენტაციის მიხედვით, აგრეთვე კომპიუტერული გაანგარიშებების შედეგად

დამუშავებული კონსტრუქციული ნახაზების საფუძველზე ვარიანტების შედარებით გაანალიზებულია მათი ტექნიკური და ეკონომიკური მაჩვენებლები. შედეგად დადგენილია სიხარულიძის სართულშუა გადახურვის ფილებისა და თბოიზოლირებული ბლოკების გამოყენებით ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა და საექსპლუატაციო უპირატესობები ტრადიციული მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციებით კარკასის ამოყვანისა და მცირე ბეტონის ბლოკებით კედლების ამოყვანასთან შედარებით.

პირველი პატენტის უპირატესობა ტრადიციულ ფილასთან შედარებით არის ის, რომ ენერგოეფექტური და ბგერაგაუმტარი თვისებების გარდა მსუბუქია, რაც იძლევა ეკონომიას ბეტონისა და არმატურის რაოდენობის შემცირებით.

„ასაწყობ მონოლითური გადახურვის“ ენერგოეფექტური ფილის მონტაჟისათვის საკმარისია საყალიბე ინვენტარის 30%-ზე ნაკლები რაოდენობა ტრადიციულ ფილასთან შედარებით, რაც იძლევა ხე-ტყის დაზოგვისა და კონსტრუქციული ელემენტის თვითღირებულების შემცირების შესაძლებლობას.



ნახ. 3.1.1 ენერგოეფექტური პენოპლასტის ბლოკი



005110716

ექპერტის დასკვნა № 005110716

გაფრთხილება

კორიაც ზაფრიცის სამშენებლო მექანიკის, სეისმოინჟინერინგის და საინჟინრო ექპერტიზის ცენტრი ს(დეპარტამენტი) უფროსის მიერ განმუშავებული ექპერტის უფლება-მოვალეობები, რაც გათვალისწინებულია საქართველოს სამოხელაქო საპროცესო კოდექსის 168-ე და საქართველოს სისხლის სამართლის საპროცესო კოდექსის 51-ე და 52-ე მუხლებით. ამასთან, ცრუ ჩვენების, ყალბი დასკვნის, საექსპერტო კვლევის ობიექტის დაუცველობისათვის სისხლისსამართლებრივი პასუხისმგებლობის შესახებ გაფრთხილებული ვარ საქართველოს სისხლის სამართლის კოდექსის 370-ე მუხლის შესაბამისად.

ექპერტიზის ჩატარების საფუძველი

ექპერტიზის სახეობა:

დამნიშნავი:

ორგანიზაცია: შპს ეკო თბილისში

თანამდებობა: დირექტორი

მისამართი: საქართველო, თბილისი, ვლადანი-მასალაძევის რაიონი, ტყეშელის ქ. N 16

სახელი და გვარი: რევაზ სიხარულიძე

საფუძველი: განცხადება

შენარულებული ექსპერტები:

ლუნიდ ოკუჯავა / კორიაც ზაფრიცის სამშენებლო მექანიკის, სეისმოინჟინერინგის და საინჟინრო ექპერტიზის ცენტრი (დეპარტამენტი)ს ნორმატიული, ტექნიკური და ექსპერიმენტალური კვლევების სამსახურელოს ექსპერტი, სპეციალობით მუშაობის 34 წლის სტაჟით ექსპერტი სამშენებლო პროდუქციის და სამუნი მასალების შესაბამისობის შეფასების სფეროში. სერტიფიკატი №CE-009-10

ექსპერტიზის წინაშე დასმული კითხვები

გთხოვთ მომეცთ დასკვნა პერნოლასტის ზლოკის თბოგამტარობაზე

შემოსვლის თარიღი: 25.07.2016წ.

გასვლის თარიღი: 26.08.2016წ

დასკვნა

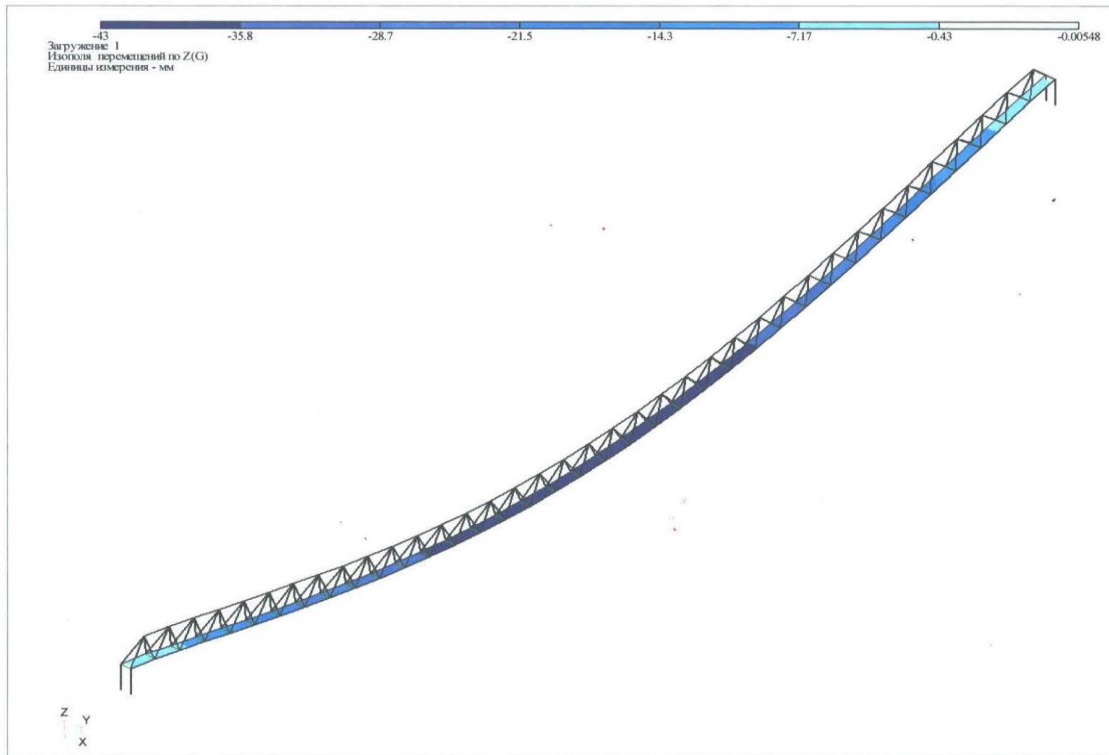
შპს „ეკოთბილისში“-ს მიერ წარმოდგენილი ზეტონისა და პერნოლასტის ზლოკის თბოგამტარობის განსაზღვრის მიზნით ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ მთლიანი ზლოკის თბოგამტარობა ტოლია $R_{\Sigma} = 0,0298 + 3,17 - 3,20$ მ²კვატი, ხოლო მთლიანი ზლოკის თბოგამტარობის კოეფიციენტი კი $\lambda_{\Sigma} = 1/3,20 = 0,31$ ვატი/მ²კ (იხ.გამოკვლევა)

ლუნიდ ოკუჯავა

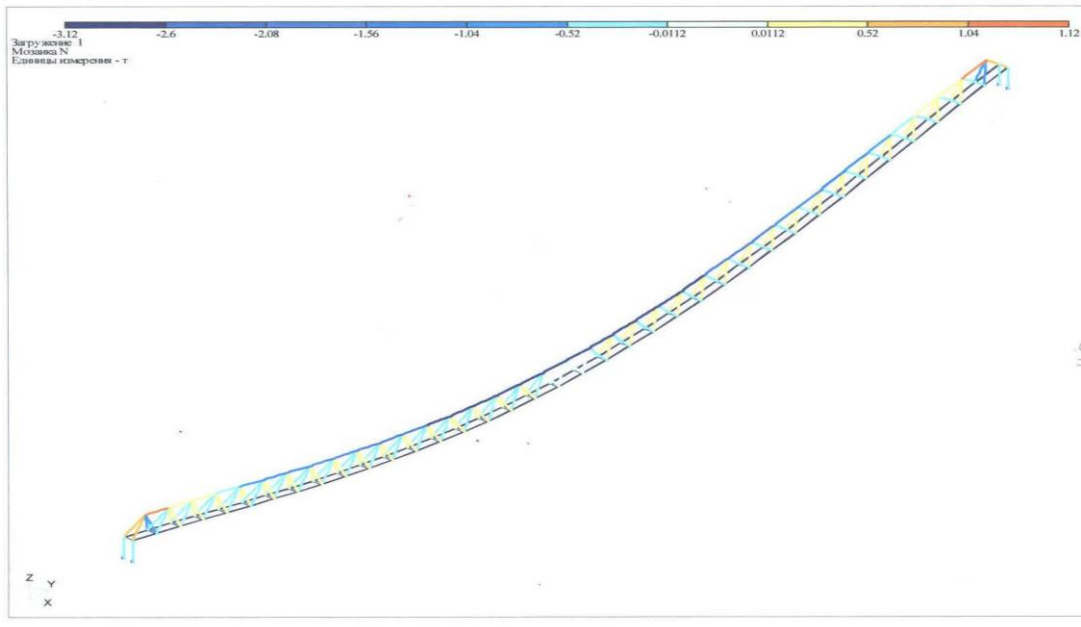
გამოკვლევა

გამოკვლევა ჩატარდა შპს „ეკოთბილისში“-ს მომართვის საფუძველზე (პ/რ N 10055758316) მათ მიერ წარმოდგენილი ზეტონისა და პერნოლასტის ზლოკის თბოგამტარობის განსაზღვრის მიზნით.

თბოგამტარობის გამოკვლევის საფუძველად დაედო დოკუმენტი CHuII 23-02 (სამშენებლო მასალების საანგარიშო თბოტექნიკური მასხაითვლები).



ნახ. 3.1.2 რკინაბეტონის კოჭი (ტრიგონი)



ნახ. 3.1.3 რკინაბეტონის კოჭი (ტრიგონი)



006171616

ექსპერტის დასკვნა № 006171616

ფოტოილუსტრაცია



ნახ. 3.1.4 რკინაბეტონის კოჭის ტრიგონის ფრაგმენტის ღუნუნვაზე გამოცდა



006171616

ექსპერტის დასკვნა № 006171616

გაფრთხილება

კორიკ ზაფრევის სამშენებლო მექანიკის, სეისმოინჟინერინგის და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი (დედპარტამენტი) უფროსის მიერ განმუხრატა ექსპერტის უფლება-მოვალეობები, რაც გათვალისწინებულია საქართველოს სამოცლიკო საპროცესო კოდექსის 168-ე და საქართველოს სისხლის სამართლის საპროცესო კოდექსის 51-ე და 52-ე მუხლებით. ამასთან, ცრუ ჩვენების, ყალბი დასკვნის, საექსპერტო კვლევის ინტექტის დაუცველობისათვის სისხლისსამართლებრივი პასუხისმგებლობის შესახებ გაფრთხილებული ვარ საქართველოს სისხლის სამართლის კოდექსის 370-ე მუხლის შესაბამისად.

ექსპერტიზის ჩატარების საფუძველი

ექსპერტიზის სახეობა:

დამნიშნავი:

ორგანიზაცია: შპს ეკო თბილისი

თანამდებობა: დირექტორი

მისამართი: საქართველო, თბილისი, ვლადიკავკასიის რაიონი, ტყეშელის ქ. N 16

სახელი და გვარი: რევაზ სისარულიძე

საფუძველი: განცხადება

შესარულებელი ექსპერტები:

ლუონიდ იკუცევა / კორიკ ზაფრევის სამშენებლო მექანიკის, სეისმოინჟინერინგის და საინჟინრო ექსპერტიზის ცენტრი (დედპარტამენტის ნორმატიული, ტექნიკური და ექსპერიმენტალური კვლევების სამსახურის ექსპერტი, სპეციალობით მუშაობის 34 წლის სტაჟით ექსპერტი სამშენებლო პროექტების და სამუნი მასალების შესაბამისობის შეფასების ხეობაში სერტიფიკატი NICE-009-10

ექსპერტიზის წინაშე დასმული კითხვები

გაბიფი, გამოფიყადიფი ჩქქქს მიერ წარმოდგენილი კოქის (ტრიფინის) ფრეგმენტი ღუნვაზე

შქქსიფელის თარიღი: 30.08.2016წ

გაქვლის თარიღი: 18.10.2016წ

დასკვნა

შპს „ეკოთბილისი“-ს მიმართვის შესაბამისად (მარ N1006744516), შაი მიერ წარმოდგენილი რკონსტრუქციის კოქის (ტრიფინის) ფრეგმენტის (კოქის სიგრძე -150 სმ, სიგანე 22 სმ და სისაღლე 23სმ, ზეტონის კლასი S22.5) ღუნვაზე ჩატარებული გამოფიფი დაფიყნდა, რომ ფრთხილით კოქს მითავსებულს ირ უბრავე საკრეფეზე, საანგარიშო მალის სიგრძით 120 სმ. მის შუა ნაწილზე, მოდებულ დატეირიფი, პირველი მზარი გაქქნდა მოდებულ დატეირიფის ქვედა მზარეს გაქქილ ზონაში 6200 კგ დატეირიფაზე, ხოლო 9900კგ დატეირიფაზე კოქი გატყდა, მზარები გაქქნდა დატეირიფის მოდების აფიფიფის, როფორე ზედა ირ ქვედა ნაწილში ხოლო მქქიმაღლური ჩაღუნვა დაფიფიფიფა 1,8 სმ.

ლუონიდ იკუცევა

გამოკვლევა

გამოკვლევა ჩატარდა შპს ეკოთბილისი“-ს მიმართვის შესაბამისად (მარ N1006744516), შაი მიერ წარმოდგენილი რკონსტრუქციის კოქის (ტრიფინის) ფრეგმენტის ღუნვაზე გამოფიფის მიშქით.

3.2. ტრადიციულ შენობების შედარება თბოიზოლირებული ფილებით და ორფენა ბლოკებით აგებულ შენობებთან შედარება, კომპიუტერული გაანგარიშებები და მიღებული შედეგების ანალიზი

ჩემზე მონიჭებული საპატენტო უფლებით სამფენოვანი გადახურვის ფილების სამშენებლო საქმიანობაში გამოყენება დაიწყო მათი კონსტრუქციული და ეკონომიკური დასაბუთებების, საქპატენტისა და ლევან სამხარაულის სასამართლო ექსპერტიზის და სხვათა საექსპერტო ტრადიციულ კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებთან შედარებით მათ უპირატესობაში დასკვნების დადებისა და ინვესტორების დარწმუნების შემდეგ. გაანგარიშებებში გამოიყენებოდა იმ წლებისათვის მიღებული კომპიუტერული პროგრამები. წლებთან ერთად მათი ტექნიკური შესაძლებლობები სულ უფრო და უფრო იხვეწებოდა. ამიტომაც სადისერტაციო ნაშრომში განვიხილავ ახალ მაგალითებს თანაბარი პარამეტრების მქონე შენობების მონოლითური რკინაბეტონის კარკასების მოწყობის ორი ვარიანტის მიხედვით:

1. სრულ მონოლითურ ტრადიციულ კარკასს შედგენილს რკინაბეტონის კონსტრუქციებისაგან დაფუძნებულს საძირკვლის ფილაზე, ამოყვანილს სვეტებზე განივი და გრძივი რიგელებით, სართულშუა ფილებიც რკინაბეტონისაა სისქით 18 სმ. შენობის კონტურზე 40 სმ სისქის კედლების ამოყვანა გათვალისწინებულია ბეტონის ბლოკებით ზომით 19X19X39 სმ;
2. სრულ მონოლითურ კარკასს შედგენილს რკინაბეტონის კონსტრუქციებისაგან დაფუძნებულს საძირკვლის ფილაზე, ამოყვანილს სვეტებზე განივი და გრძივი რიგელებით, სართულშუა სამფენოვანი გადახურვის ფილებით შუა პენოპლასტის ფენით, კედლების ამოყვანა გათვალისწინებულია 17 სმ სისქის ორფენა ბლოკებით ზომით 51X40 სმ; საკედლე ბლოკების საფასადაე მხარე არმირებული ბეტონის ფილაა სისქით 4 სმ, შემდეგ მოდის მასზე დაკრული პენოპლასტი სისქით 13 სმ.

კედლების ამოყვანის შემდეგ კედლის შიდა მხარეზე კარკასებზე მაგრდება მავთულისაგან მოქსოვილი რომბისებური ბადეები და კედელი ილესება ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით. კედლის მთლიანი სისქე გალესვის შემდგომ გამოდის 20 სმ.

სართულშუა გადახურვის ფილის კონსტრუქციული აღნაგობა ვარიანტულ გაანგარიშებაში პატენტის GEU 2019 2016 Y „არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული ფილისათვის“ მოდელიდანაა მიღებული, ხოლო ორფენა საკედლე ბლოკებისა პატენტიდან „სიხარულიძის კედელი“,

სადისერტაციო ნაშრომისათვის დაპროექტებულ ორივე ვარიანტში შენობები სწორკუთხა მოხაზულობისაა ზომებით გეგმაში 21X34,5 მეტრი, განივი მიმართულებით 3 მალის 3X7=21 მეტრი, გრძივი მიმართულებით ხუთი მალი 5X6,9=34,5 მეტრი.

კონსტრუქციული თვალსაზრისით ორივე შენობა გადაწყვეტილია როგორც ჩარჩოსებრ-კავშირებიანი კარკასულ-მონოლითური რკინაბეტონის სისტემა შვიდი სართულით, მათ შორის ერთი სართული სარდაფი მიწაშია ჩაღმავებული. მისი სიმაღლე 3 მეტრია, I სართულისა 4 მეტრი, ზედა ხუთისა 3,3-3,3 მეტრი. მთლიანი კონსტრუქციული სიმაღლე 23,5 მეტრია, მიწისზედა ნაწილისა 20,5 მეტრი. მომქმედი სამშენებლო ნორმებით [8] სეისმომდეგობაზე მიწისზედა 6 სართულამდე კარკასული შენობების შემთხვევაში 8 ბალიანი სეისმური პირობების მქონე შენობებში დიაფრაგმული კედლების გათვალისწინება აუცილებელი არ არის. ასევე ვარიანტული შედარებისას არ არის აუცილებელი კიბის უჯრედში შემავალ კიბის მარშებსა და ბაქნებზე (ისინი ცხადია ანალოგიური იქნებიან) დანახარჯების დაზუსტებაც.

კონსტრუქციული გადაწყვეტის კომპიუტერული გაანგარიშებისას დამატებით შემდეგი მონაცემებია გათვალისწინებული: სეისმურობა 8 ბალი, საშიშროების ზონა M5K64 სკალის მიხედვით $A=0,17$, [8] ქარის ნორმატიული ზემოქმედება 15 წლიანი განმეორებადობის პერიოდით 60 კგმ/მ², თოვლის საფარის ნორმატიული დატვირთვა 50 კგმ/მ² [16,17],

გრუნტის კატეგორია სეისმური თვისებების მიხედვით II. შენობის ფუძედ მიღებულია თიხნარი გრუნტი პირობით საანგარიშო წინააღმდეგობით $R_0=2$ კგ/სმ², შენობის ქვეშ ფუძედ ორივე ვარიანტისათვის ეწყობა რკინაბეტონის მონოლითური ფილა სისქით 60 სმ.

ორივე ვარიანტში შენობებისა და მათი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების, როგორც ერთიანი სივრცითი სისტემის გაანგარიშება მუდმივ (საკუთარი წონები), დროებით (თოვლის) და ჰორიზონტალურ 0,17g აჩქარების (1,67 მ/წმ²) შესაბამის სეისმურ ზემოქმედებებზე ჩატარდა სერტიფიცირებულ და ლიცენზირებულ კომპიუტერულ კომპლექსზე LIRA-SAPR-R3-ის გამოყენებით.

საანგარიშო სქემაში მიღებულია მუდმივი და დროებითი მოქმედების დატვირთვები, ასევე სეისმური ზემოქმედებებზეც 8 ბალიან სეისმურ პირობებზე შენობის საკუთარი რხევის ათი ფორმით როგორც X ასევე Y ღერძების მიმართულებით, რომელთა მიხედვითაც შეირჩა შენობის კარკასის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების კვეთები, ბეტონისა და არმატურის კლასები.

კონსტრუქციული ნახაზების შედგენისას ორივე ვარიანტში მიზნად დავისახე სვეტების, გრძივი და განივი რიგელების კვეთების შენარჩუნება, რათა გადახურვის ფილების კონსტრუქციული განსხვავებულობის გამო პირველ რიგში გამოკვეთილიყო არმატურის მოთხოვნილებაზე მიღწეული ეკონომია. ცხადია შემომზადდავი კედლების განსხვავებულობამაც განაპირობა არმატურის ხარჯის შემცირება.

ორივე ვარიანტისათვის საძირკვლის ფილის სისქე 60 სმ-ია [18], სვეტების კვეთი 40X80 სმ, რიგელებისა 40X60 სმ. პირველ ვარიანტში ტრადიციული სრულ მონოლითური კვეთის მქონე კონსტრუქციულ ელემენტებში გადახურვის ფილების სისქე 18 სმ-ია, ხოლო მეორე ვარიანტის გადახურვებში გამოყენებული მონოლითური რკინაბეტონის ფილები სამფენოვანია, ძირი რკინაბეტონისაა სისქე 5 სმ, შუა ფენა წარმოადგენს პენოპლასტს სისქით 10 სმ და სიგანით 20 სმ, ზედა ფენა კვლავ

რკინაბეტონი სისქით 5 სმ. ფილებში კონსტრუქციული სიმტკიცე მიიღწევა პენოპლასტებს შორის 20-20 სმ შუაში 10 სმ სიგანის და 20 სმ სიმაღლის რკინაბეტონის ზოლებით შევსებული და სამფენოვანი გადახურვების კონსტრუქციულად ერთიან ტანად გამაერთიანებელი ჩანართებით, რომლებიც შენობის კარკასს სივრცით სიხისტესთან ერთად ანიჭებენ სიმტკიცეს ღუნვაზე, ასევე მატებენ მდგრადობასა და ამტანუნარიანობასაც.

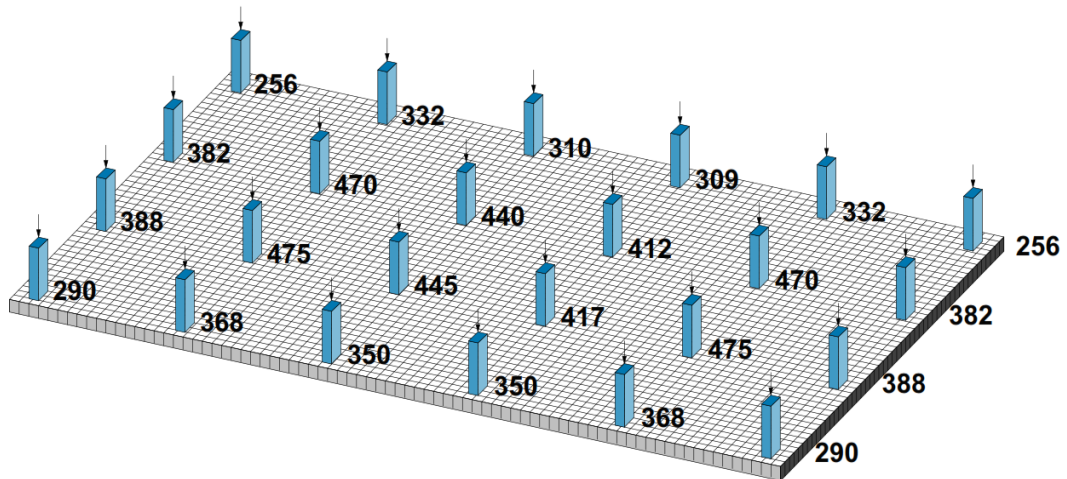
კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებში გამოყენებულია პატენტი GEU 2019 2016 Y „არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისათვის“.

სამფენოვან გადახურვებში საკუთარი მუდმივი წონითი დატვირთვები იანგარიშება ბეტონის დაყვანილი სისქის მიხედვით, რომელიც შეადგენს 14 სმ. 1 მ² ფართობზე მისი საკუთარი წონა იქნება 0,14X2,2=0,308 ტ/მ².

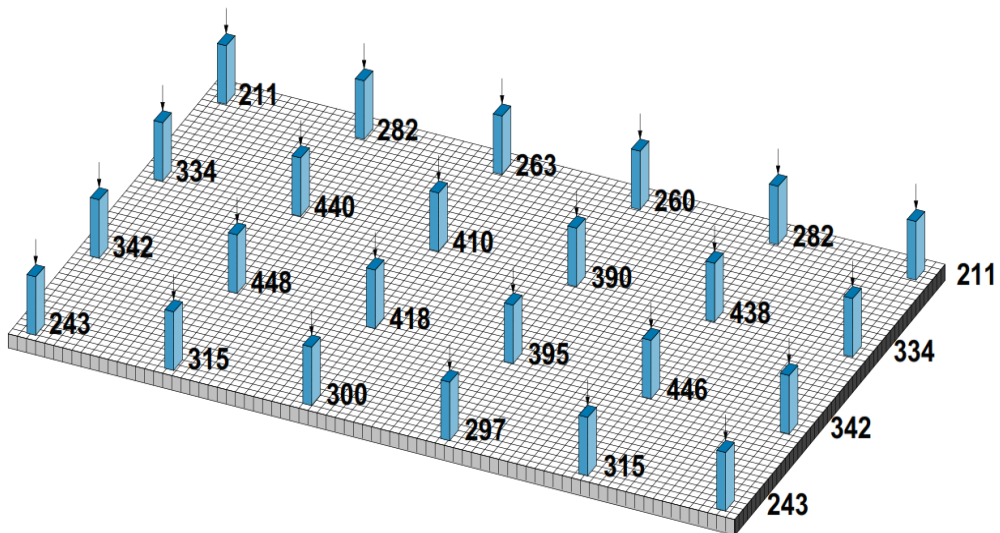
ტრადიციულ ვარიანტში კონტურული კედლების გასწვრივ კედლების ამოყვანა გათვალისწინებულია ბეტონის მცირე ბლოკებით 19X19X39 სმ. მათი მოცულობითი წონა მიღებულია 1,2 ტ/მ³-ზე. ამ პირობით, რიგელის ერთ მეტრ სიგრძეზე კედლისაგან წონითი დატვირთვა მიღებულია 1X0,4X1,2=0,48 ტ/მ².

მეორე ვარიანტში ორფენოვან კედლის ბლოკში რკინაბეტონის გარე ნაწილის სისქე 4 სმ-ია, პენოპლასტისა 13 სმ, ხოლო საბათქაშო ფენა 3 სმ. საბათქაშოს გათვალისწინება აუცილებელი არ არის, ვინაიდან ბლოკებით შევსებული კედლებიც ბათქაშდება, როგორც გარე, ასევე შიდა მხრიდანაც. აღნიშნულიდან გამომდინარე საკედლე ბლოკების დატვირთვა რიგელების ზედაპირის ერთ მეტრ სიგანეზე შეადგენს 1X0,04X1X2,2=0,088 ტ/მ, რაც ხუთჯერ ნაკლებია ბეტონის ბლოკებით ამოყვანილ კედლებზე.

ზემოთ მოყვანილი მსჯელობის დასადასტურებლად მოყვანილია საძირკვლის ფილაზე შეკრებილი სტატისტიკური მუდმივი და დროებითი დატვირთვები ტრადიციული კარკასისა და კარკასში გამოყენებული სიხარულიძის ფილებით შენობის აგების შემთხვევაში, იხილეთ ნახაზები 3.2.1 და 3.2.2

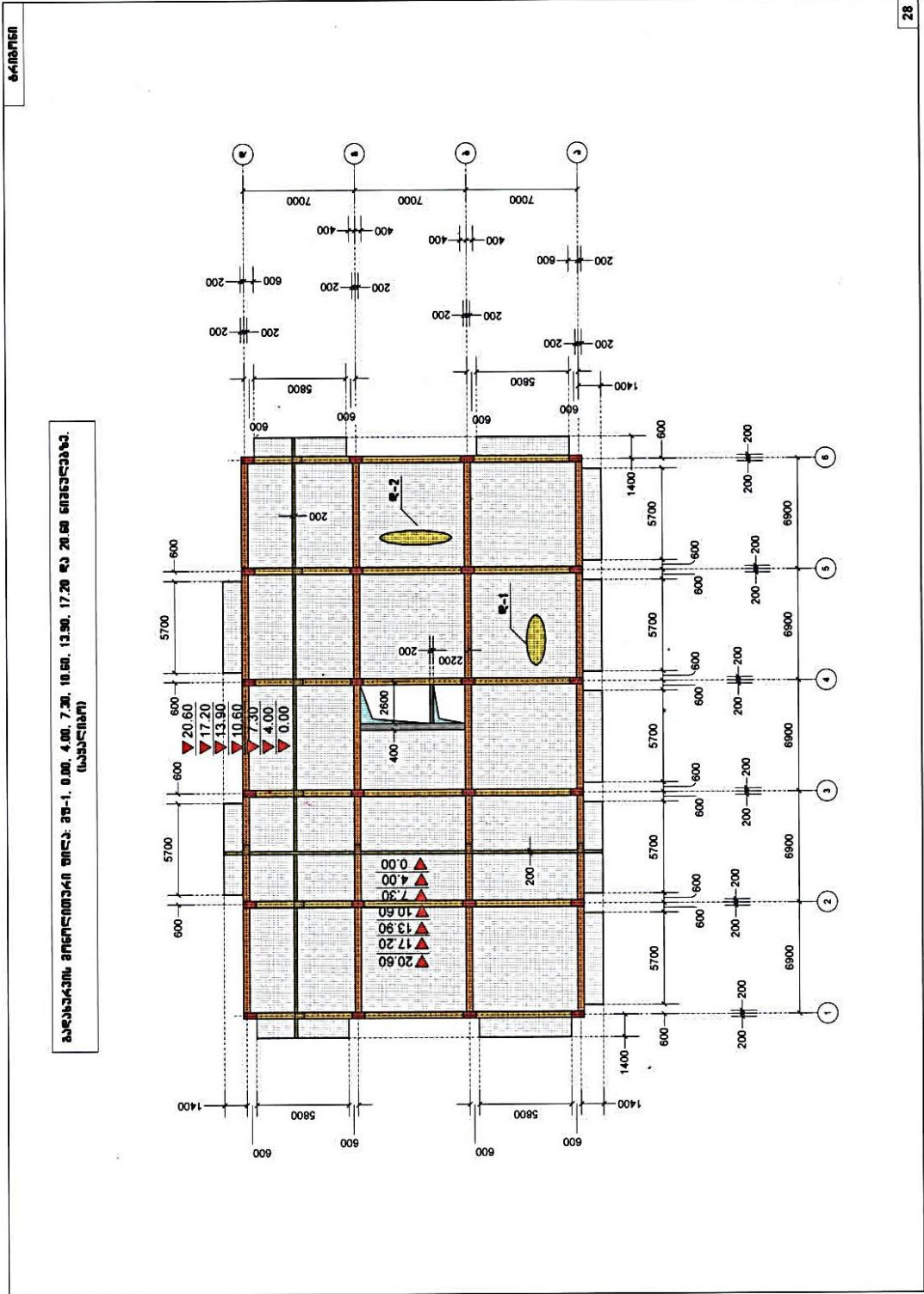


ნახაზი 3.2.1 ტრადიციული კარკასი, გრძივი ძალები (N, ტ) საძირკვლის ფილის ზედაპირის ნიშნულზე მინუს 3 მეტრი, სტატიკური დატვირთვებისაგან (მუდმივი+დროებითი)

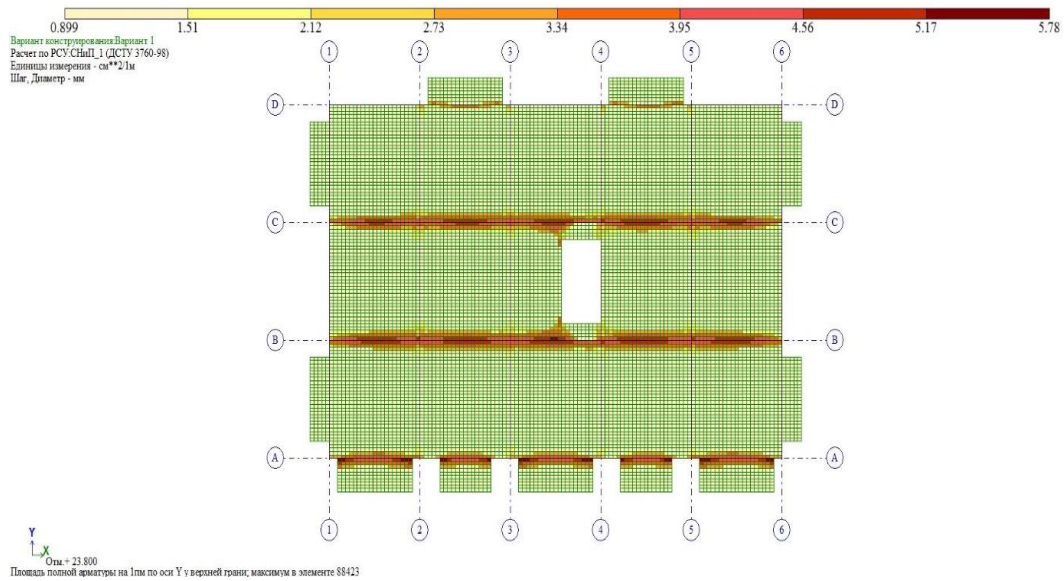


ნახაზი 3.2.2 სიხარულიძის კარკასი, გრძივი ძალები (N, ტ) საძირკვლის ფილის ზედაპირის ნიშნულზე მინუს 3 მეტრი, სტატიკური დატვირთვებისაგან (მუდმივი + დროებითი)

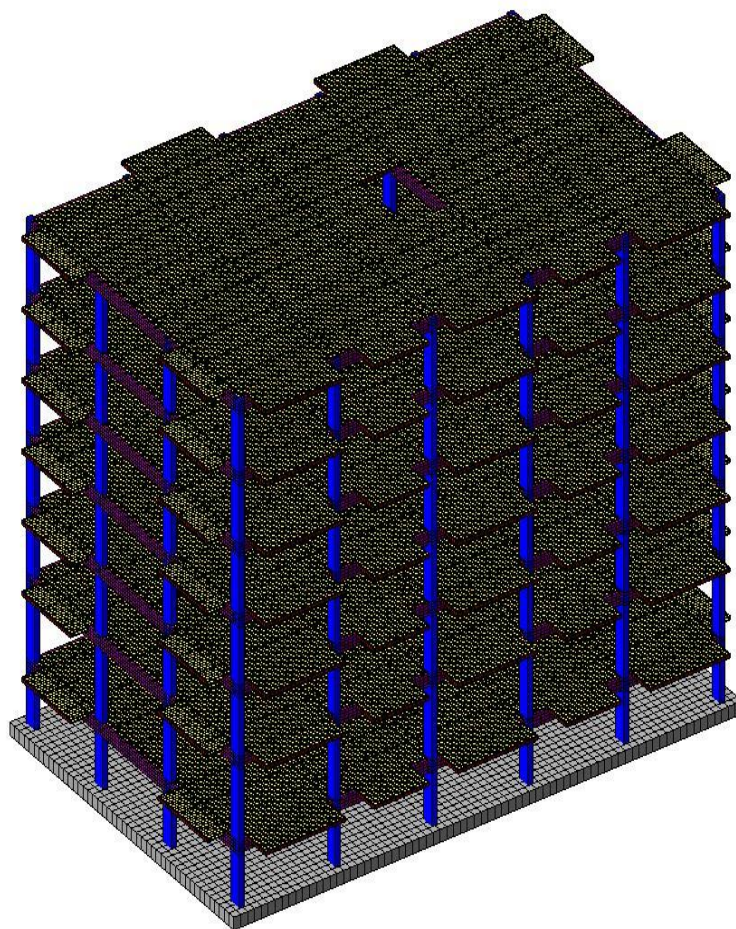
კომპიუტერული გათვლების შესაბამისობით შედგენილი კონსტრუქციული ნახაზების სპეციფიკაციებიდან I და II ვარიანტებისათვის ამოკრებილია მოთხოვნილებები ბეტონზე და არმატურაზე. ჯამური სიდიდეები შეყვანილია ცხრილში 3.2.1.



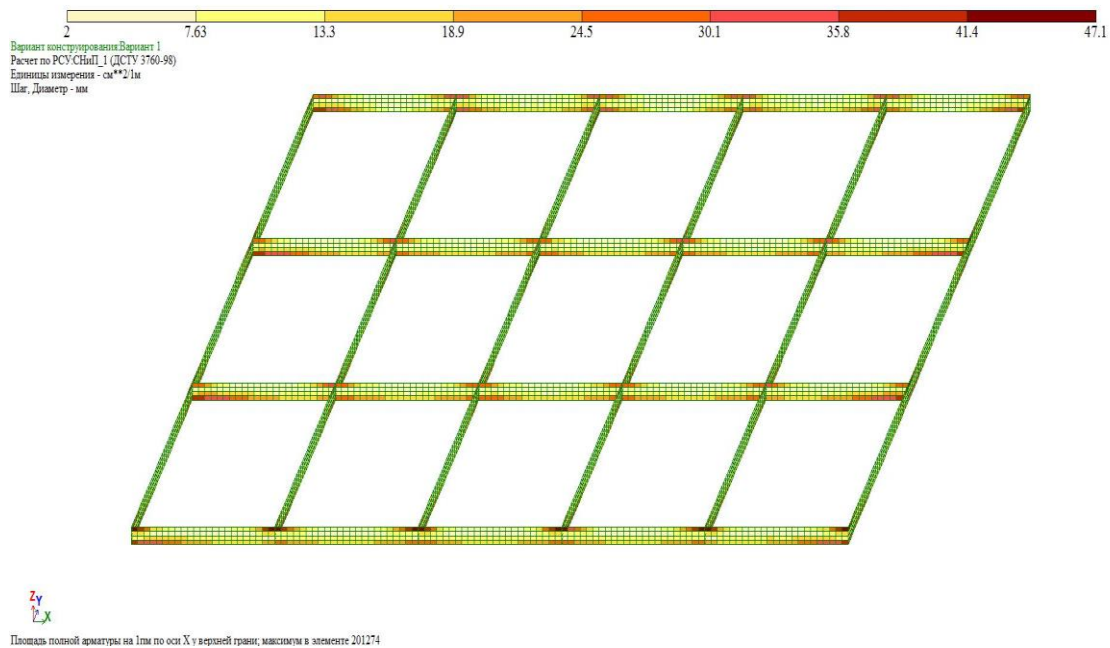
ნახაზი 3.2.4



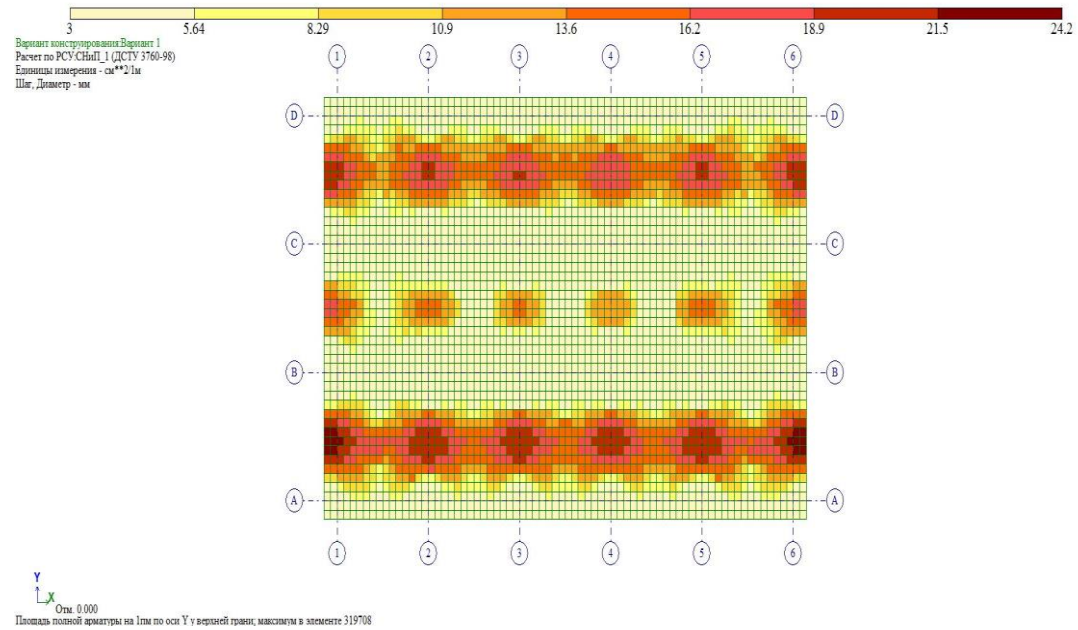
ნახაზი 3.2.5



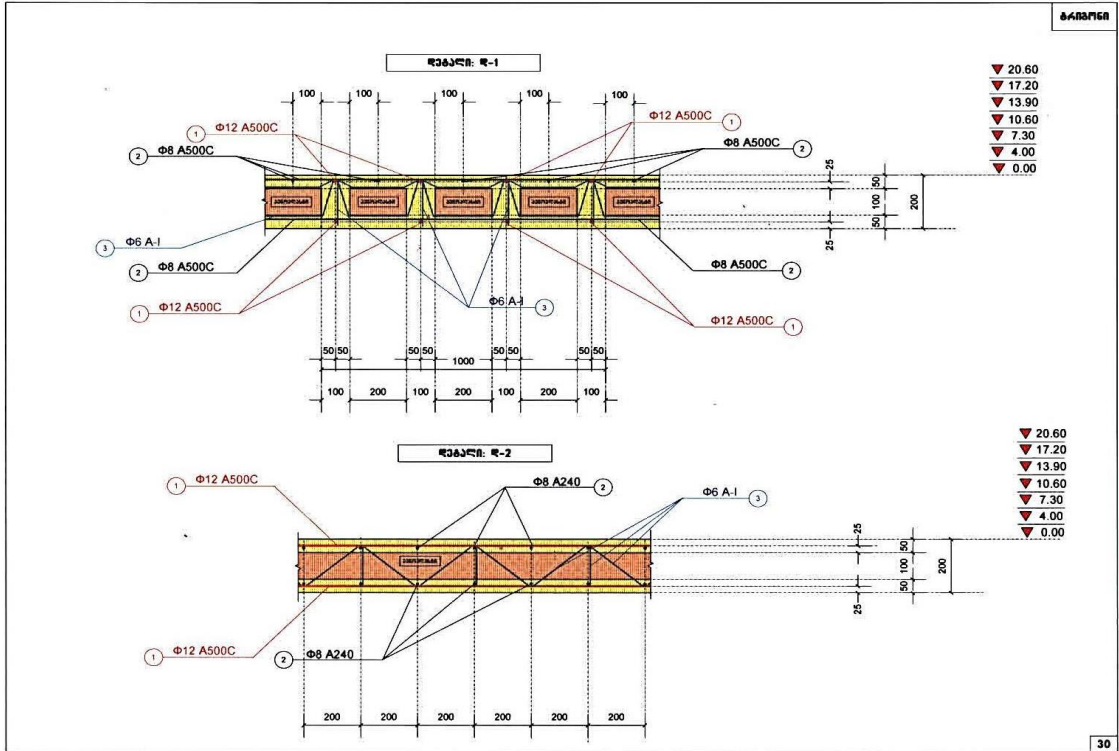
ნახაზი 3.2.6 კომპიუტერული გაანგარიშების მოდელი



ნახაზი 3.2.7



ნახაზი 3.2.8



ნახაზი 3.2.9

ნახაზის საფუძვლის სპეციფიკაცია										
პროექტის ნომერი	ფურცლის ნომერი	შენიშვნა	საფუძვლის ნაწილი			საფუძვლის ნაწილი			საფუძვლის ნაწილი	საფუძვლის ნაწილი
			საფუძვლის ნაწილი	საფუძვლის ნაწილი	საფუძვლის ნაწილი	საფუძვლის ნაწილი	საფუძვლის ნაწილი	საფუძვლის ნაწილი		
1	1	საფუძვლის ნაწილი	12A500C	—	5430,0	12A500C	5430,0	—	4932,7	
2	2	საფუძვლის ნაწილი	8A500C	—	10945,0	8A500C	10945,0	—	4323,3	
3	3	საფუძვლის ნაწილი	6A-I	—	17263,0	6A-I	17263,0	3936,8	—	
			ჯამი			3936,8			9156,0	
			პროექტის B 25 V=			118,0				
			7			28867,6			64091,6	806,0

საფუძვლის სპეციფიკაცია		
A240	A500C	V
45474,9	214649,2	2077,3

საფუძვლის ღირებულება	
6600,0	

კომპანია: კავკასიის ტელეკომუნიკაციები
 თბილისი (11 3365666)

კომპანია: კავკასიის
 კომუნიკაციები: 16%
 კავკასიის
 კომუნიკაციები: 10%

ნახაზი 3.2.10

მასალებზე – ბეტონზე და არმატურაზე მოთხოვნების უწყისი ვარიანტების მიხედვით

ცხრილი 3.2.1

№	კონსტრუქციული ელემენტი	ვარიანტი	ბეტონი კლასი B25 გ	არმატურა კგ			სხვაობა ვარიანტებს შორის	ბეტონის ეკონომია გ	არმატურის ეკონომია კგ
				კლასი A240	კლასი A500c	სულ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	B10 კლასის ბეტონით მომსწორებელი ფენის მოწყობა სისქით 10 სმ	I,II	B10 კლასი 85 მ²	-	-	-	-	-	-
2	მონოლითური რკინაბეტონის საძირკვლის ფილა არმატურის ნაშვერებით სვეტებისა და მიწაში ჩაღრმავებული კედლებისათვის	I	504	192	92460	92652	-	-	-
		II	504	192	72265	72457	I-II	0	20195
3	მონოლითური რკინაბეტონის სვეტები ღერძი „1“	I	183	4979	22525	27504	-	-	-
		II	183	4979	20945	25924	I-II	0	1580
4	ღერძი „1“ 3X7=21 მეტრი ღერძი „ა“ 5X6,9=34,5 მეტრი	I	446	13379	60738	74117	-	-	-
		II	446	13379	52265	65644	I-II	0	8473

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	მონოლითური რკინაბეტონის ფილები სისქით 18 სმ	I	1036	1329	108883	110212	-	-	-
	მონოლითური რკინაბეტონის ფილები შუაში პენოპლასტის ფენით	II	805	26857	64092	90949	I-II	231	19263
6	მიწაში ჩაღმავებული რკინაბეტონის კედლები ორივე ვარიანტში ერთნაირია ეწყობა სარდაფის სვეტებთან ერთად	I,II	55	68	5082	5150	-	-	-
7	მთლიანი ხარჯი კარკასის მოწყობაზე 2-7 პოზიციების მიხედვით ორივე ვარიანტში ბეტონის მომწოდებელი ფენა B10 კლასის ბეტონით 85მ ³	I	2224	19947	289687	309635	-	-	-
		II	1993	45475	214649	260124	I-II	231	49511

ნახაზიდან 3.2.1 კარგად აღიქმევა სიხარულიძის ფილისა და მისი საკედლე ბლოკების გამოყენებით პენოპლასტის შუალედური ფენით (ვარიანტი II) ტრადიციულ რკინაბეტონის სრულ მონოლითურ კარკასულ კონსტრუქციებთან შედარებით ეკონომიკური ეფექტი. მცირდება B25 კლასის ბეტონის ხარჯი 231 მ³-ით ანუ 10,3%, ხოლო მოთხოვნილება A240C და A500C კლასების არმატურაზე 49,51 ტონით ანუ 16,0%-ით.

ყველაზე დიდი ეკონომია დატვირთვების შემცირებისგან აღინიშნება საძირკვლის ფილაში $92651,1 - 72256,6 = 20194,5$ კგ, ანუ მოთხოვნა არმატურაზე შემცირებულია 21,8 პროცენტით ($20194,5 : 92652 \times 100 = 21,8\%$).

ცხრილებიდან ამოკრებილი მონაცემების მიხედვით პარაგრაფ 3.3.-ში წარმოდგენილია ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიწვევები დაყვანილი ხარჯების მიხედვით (საძირკვლის ფილა, მიწაში ჩაღრმავებული კედლები, სვეტები, რიგელები და გადახურვის ფილები) და მათი შედარებითი ანალიზის საფუძველზე შემოთავაზებულია რეკომენდაციები მათი გამოყენების უპირატესობაზე ევროგაერთიანების მოთხოვნების რეალიზაციასთან მიმართებაში.

3.3. გადახურვებში ენეროეფექტური „სიხარულიძის სართულშუა გადახურვის ფილის“ გამოყენებით მიღწეული სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტი

მრავალსართულიან მონოლითურ რკინაბეტონის კარკასულ შენობებში ორ ვარიანტად შედგენილი კონსტრუქციული დოკუმენტაციის გაანალიზების საფუძველზე ცხრილში 2.2.1 მოყვანილი ბეტონისა და არმატურის დანახარჯების მიხედვით შედგა ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიწვევები. ხარჯთაღიწვევების შედგენას საფუძვლად დაედო საქართველოში მოქმედი სახარჯთაღიწვევო ნორმები 1984 წლის ნორმატივებისა და მშენებლობის შემფასებელთა კავშირის მიერ 2019 წლის IV კვარტალის დონეზე დადგენილი სამშენებლო რესურსების ფასები.

სახარჯთაღიციხო ნორმატივები 35 წლის განვლილი პერიოდით თარიღდება და ეკონომიკის სამინისტროს ნებართვით დღესაც დაშვებულია გამოსაყენებლად.

ნორმატივებით ხელმძღვანელობისას საბაზრო ეკონომიკური ურთიერთობებიდან გამომდინარე იცვლება მხოლოდ მასალა-ნაკეთობათა ფასები, რომლებსაც მიმდინარე, პერიოდისათვის მათზე დაკვირვებისა და ანალიზის შედეგად ადგენს შემფასებელთა კავშირი, მონაცემებს წინასწარ ათანხმებს საქართველოს ეკონომიკისა და იუსტიციის სამინისტროებთან და გამოსაყენებლად ყოველკვარტალურად უშვებს კრებულების სახით.

ლოკალურ-რესურსულ ხარჯთაღიციხოებში პირველ პუნქტად ვიყენებთ და შეფასებულია საყალიბე კოჭების, ფიცრების, ფანერების, ლითონის დომკრატული დგარების, სხვა მაკომპლექტებელი მასალებისა და ინვენტარის შეძენა კარკასის ორი სართულის ამოყვანაზე გათვლით. ვარიანტულად განხილული შენობები შვიდსართულიანია შვიდი გადახურვით საერთო ფართობით 6600 კვადრატული მეტრი, სართულზე საჭიროა 850 მ²-ია, ორ სართულზე მარაგისა და ცვეთის გათვალისწინებით საჭიროდ მივიჩნევ აღნიშნული მასალების 2000 მ²-ზე გათვლით შეძენას. ლოკალურ-რესურსულ ხარჯთაღიციხოებში პირდაპირ დანახარჯებზე დარიციხულია ზედნადები ხარჯები 10%, სახარჯთაღიციხო მოგება 8% და დამატებითი ღირებულების გადასახადი 18%-ის ოდენობით.

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიციხოვა (ლ.რ.ხ.) №1 და №2 თითოეული ვარიანტის მიხედვით იხილეთ ქვემოთ:

ლოკალურ-რესურსული ხაჯთაღიჯვა №1

შვიდსართულიანი შენობის მონოლითური რკინაბეტონის ტრადიციული სქემის მქონე კარკასის კონსტრუქციების მოწყობაზე
(I ვარიანტი)

სახარჯთაღიჯვო ღირებულება - 1185,73 ათასი ლარი

დამატებითი ღირებულების გადასახადი 180,87 ათასი ლარი

შენობის სამშენებლო ფართობი შვიდივე სართულზე სახურავის ფილის ჩათვლით 5975 მ²

კარკასის ამოყვანაზე 1 მ²-ის ღირებულება 198,84 ლარი

საფუძველი კონსტრუქციული ნახაზების I ვარიანტი

შედგენილია: 1984 წლის სახარჯთაღიჯვო ნორმატივებისა და მშენებლობის შემფასებელთა კავშირის მიერ 2019 წლის IV კვარტალის დონეზე დადგენილი სამშენებლო რესურსების ფასების მიხედვით (ღირებულება, ლარი).

№	ნორმატივის წომერი და შიფრი	სამუშაოებისა და დანახარჯების დასახელება	ზომის ერთეული	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმატივით ერთეულზე	საპროექტო მონაცემებით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	განმარტ. ბარათი	ინვენტარული საყალიბე კოჭების ფიცრების, ფანერების, დომკრატული ტელესკოპური დგარების და სხვათა შემენა ორ სართულზე	მ ²	-	2000	5	<u>10000</u>

		900X2=1800მ ² გათვლით, მარაგით 2000მ ²					
2	6-1-1	სადირკვლის ფილის ქვეშ მომსწორებელი ფენის მოწყობა B10 კლასის ბეტონით 10 სმ სისქეზე	ასი მ ³	-	0,85	-	<u>12228,92</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ ³	100	85	40	3400
		- მანქანები	ლარი	28,3	24,05	3,2	76,98
	თ.4.1.3.33	- ბეტონი კლასი B10	მ ³	102	86,7	99	8583,3
		- სხვა მასალები	ლარი	62	52,7	3,2	168,64
3.	6-1-17	მონოლითური რკინაბეტონის სადირკვლის ფილის მოწყობა სისქით 60 სმ	ასი მ ³	-	5,04	-	<u>200121,25</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ ³	100	504	50	25200
		- მანქანები	ლარი	108	544,32	3,2	1741,82
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ ³	101,5	511,56	113	57806,28
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	0,19	1585	301,15
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	92,46	1513	139891,98
		- სხვა მასალები	ლარი	22	110,88	3,2	354,82
4.	6-11-3	მიწაში ჩაღრმავებული სართულის მონოლითური რკინაბეტონის კედლების მოწყობა	ასი მ ³	-	0,55	-	<u>18453,91</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ ³	100	55	70	3850
		- მანქანები	ლარი	110	60,5	3,2	193,6
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ ³	101,5	55,83	113	6308,23
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	0,07	1585	110,95
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	5,09	1513	7701,17
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები Ե-42	კგ	100	55	3,8	209,0

		- სხვა მასალები	ლარი	46	25,3	3,2	80,96
5.	6-12-8	მონოლითური რკინაბეტონის სვეტების მოწყობა ყველა სართულზე	ასი მ³	-	1,83	-	<u>79084,87</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	183	70	12810
		- მანქანები	ლარი	240	439,2	3,2	1405,44
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ³	101,5	185,75	113	20989,19
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	4,98	1585	7893,3
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	22,52	1513	34072,76
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები 3-42	კგ	250	457,5	3,8	1738,5
		- სხვა მასალები	ლარი	30	54,9	3,2	175,68
6.	6-15-3	განივი და გრძივი მონოლითური რკინაბეტონის რიგელების მოწყობა კვეთით 40X60, აგრეთვე კიბის უჯრედის და ლიფტის შემომზადები კოჭებისა და კვეთით 40X40 ყველა სართულზე	ასი მ³	-	4,46	-	<u>202904,56</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	446	70	31220
		- მანქანები	ლარი	118	526,28	3,2	1684,10
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ³	100	446	113	50398,0
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	13,38	1585	21207,3
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	60,74	1513	91899,62
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები 3-42	კგ	310	1382,6	3,8	5253,08
		- სხვა მასალები	ლარი	87	388,02	3,2	1241,66

7.	6-6-5	რკინბეტონის გადახურვის ფილების მოწყობა სისქით 18 სმ ყველა სართულზე	ასი მ ³	-	7,76	-	323041,8
		- შრომის დანახარჯი	მ ³	100	776	70	54320
		- მანქანები	ლარი	128	933,28	3,2	3178,5
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ ³	101,5	787,64	113	89003,35
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	1,33	1585	2108,05
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	108,89	1513	164750,57
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები \varnothing -42	კგ	250	1940	3,8	7372
		- სხვა მასალები	ლარი	93	721,68	3,2	2309,38
		1- 7 კოზიციების ჯამი					84535,31
		ზედნადები ხარჯები 10%					84583,53
		ჯამი					930418,84
		სახარჯთაღიცივო მოგება 8%					74433,54
		ჯამი					1004852,3
		დამატებითი ღირებულების გადასახადი (დღგ) 18%					180873,41
		კარკასის მოწყობის მთლიანი ღირებულება					1185725,5
		კარკასის ფართობის 1 მ ² ღირებულება					1185725,5:5975 =198,44 ლარი/მ ²

ლოკალურ-რესურსული ხაჯთაღიჯვა №2

შვიდსართულიანი შენობის მონოლითური რკინაბეტონის კარკასის კონსტრუქციების მოწყობაზე სართულშუა გადახურვებში ენერგოეფექტური სიხარულიძის სამფენოვანი ფილებით (II ვარიანტი)

სახარჯთაღიჯვო ღირებულება - 1082,57 ათასი ლარი

მატ შორის დღგ – 165,14 ათასი ლარი

შენობის სამშენებლო ფართობი შვიდივე სართულზე სახურავის ჩათვლით 5975 მ²

კარკასის მოწყობაზე 1 მ²-ის ღირებულებაა 181,18 ლარი

საფუძველი კონსტრუქციული ნახაზების II ვარიანტი

შედგენილია: 1984 წლის სახარჯთაღიჯვო ნორმატივებისა და მშენებლობის შემფასებელთა კავშირის მიერ 2019 წლის IV კვარტალის დონეზე დადგენილი სამშენებლო რესურსების ფასების მიხედვით (ღირებულება, ლარი).

№	ნორმატივის წომერი და შიფრი	სამუშაოებისა და დანახარჯების დასახელება	ზომის ერთეული	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმატივით ერთეულზე	საპროექტო მონაცემებით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	განმარტ. ბარათი	ინვენტარული საყალიბე კოჭების ფიცრების, ფანერების, დომკრაული დგარების და სხვათა შექმნა ორ სართულზე 900X2=1800მ ² გათვლით	მ ²	-	2000	5	<u>10000</u>

2	6-1-1	საძირკვლის ფილის ქვეშ მომსწორებელი ფენის მოწყობა B10 კლასის ბეტონით 10 სმ სისქეზე	ასი მ³	-	0,85	-	<u>12228,92</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	85	40	3400
		- მანქანები	ლარი	28,3	24,05	3,2	76,98
	თ.4.1.3.33	- ბეტონი კლასი B10	მ³	102	86,7	99	8583,3
		- სხვა მასალები	ლარი	62	52,7	3,2	168,64
3.	6-1-17	მონოლითური რკინაბეტონის საძირკვლის ფილის მოწყობა სისქით 60 სმ	ასი მ³	-	5,04	-	<u>216977,5</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	504	50	25200
		- მანქანები	ლარი	108	544,32	3,2	1741,82
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ³	101,5	511,56	113	57806,28
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	0,19	1585	301,15
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	72,27	1513	109344,51
		- სხვა მასალები	ლარი	22	110,88	3,2	354,82
4.	6-11-3	მიწაში ჩაღრმავებული მონოლითური რკინაბეტონის კედლის მოწყობა	ასი მ³	-	0,55	-	<u>18453,91</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	55	70	3850
		- მანქანები	ლარი	110	60,5	3,2	193,6
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ³	101,5	55,83	113	6308,23
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	0,07	1585	110,95
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	5,09	1513	7701,17
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები მ-42	კვ	100	55	3,8	209,0

		- სხვა მასალები	ლარი	46	25,3	3,2	80,96
5.	6-12-8	მონოლითური რკინაბეტონის სვეტების მოწყობა ყველა სართულზე	ასი მ³	-	1,83	-	76709,46
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	183	70	12810
		- მანქანები	ლარი	240	439,2	3,2	1405,44
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ³	101,5	185,75	113	20989,19
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	4,98	1585	7893,3
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	20,95	1513	31697,35
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები 3-42	კგ	250	457,5	3,8	1738,5
		- სხვა მასალები	ლარი	30	54,9	3,2	175,68
6.	6-15-5	განვი და გრძივი მონოლითური რკინაბეტონის რიგელების მოწყობა კვეთით 40X60 აგრეთვე კიბის უჯრედისა და ლიფტის შახტის შემომზღუდავი კოჭების კვეთით 40X40სმ ყველა სართულზე	ასი მ³	-	4,46	-	190074,32
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	446	70	31220
		- მანქანები	ლარი	118	526,28	3,2	1684,10
	თ.4.1.3.339	- ბეტონის კლასი B25	მ³	100	446	113	50398,0
	თ.1.1.3.43	- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	513,38	1585	21207,3
	თ.1.1.3.25	- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	52,26	1543	79069,38
	თ.1.50.3.15	- ელექტროდები 3-42	კგ	310	1382,6	3,8	5253,08
		- სხვა მასალები	ლარი	87	388,02	3,2	1241,66
7.	6-6-5	მონოლითური რკინაბეტონის სამფენოვანი ფილების მოწყობა პენოპლასტის ფენებით სისქით 10 სმ ყველა სართულზე	ასი მ³	-	5,72	-	270033,62

		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	732,16	70	2342,91
		- მანქანები	ლარი	128	1030,4	3,2	65605,54
თ.4.1.3.339		- ბეტონის კლასი B25	მ³	101,5	817,08	113	92329,48
თ.1.1.3.43		- არმატურა კლასი B25	ტ	-	1,33	1585	2108,05
საბაზრო პრესკ		გადახურვებში პენოპლატის შუა ფენა სისქით 10სმ, ჯამურიფართობი 2047მ². მოცულობა 10სმ სისქეზე იქნება 204,7მ³	მ³	-	204,7	75	15352,5
თ.1.1.3.43		- არმატურა კლასი A240C	ტ	-	26,86	1585	42573,1
თ.1.1.3.25		- არმატურა უკრაინის კლასი A500C	ტ	-	64,1	1513	96983,3
თ.1.50.3.15		- ელექტროდები 3-42	კვ	250	1430	3,8	5434
		- სხვა მასალები	ლარი	93	531,96	3,2	1702,27
		1-5 პოზიციების ჯამი					775548,81
		ზედნადები ხარჯები 10%					88224,88
		ჯამი					849473,69
		სახარჯთაღიციხვო მოგება 8%					67957,9
		ჯამი					917431,57
		დამატებითი ღირებულების გადასახადი (დღგ) 18%					165137,67
		მთლიანი ღირებულება					1082569,2
		კარკასის ფართობის 1 მ² ღირებულება					1082569,2:5975 =181,18 ლარი

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვებით დადგენილი ღირებულებებითი მაჩვენებლები დაყვანილი ხარჯების მიხედვით ორივე ვარიანტისათვის შენობების 6 სართულის სამშენებლო ფართობია 5975 მ²

ცხრილი 3.3.2

ვარიანტი	ვარიანტების დასახელება	სამშენებლო სამუშაოთა ღირებულება ათასი ლარი	კარკასის ფართობი ს 1 მ ² ღირებულება ლარი/მ ²	ეკონომია		
				ვარიანტებისა	თანხა ათასი ლარი	%
I	შვიდსართულიანი მონოლითური ტრადიციული კონსტრუქციების მოწყობაზე შენობის კარკასის	1185,73	198,44	-	-	-
II	შვიდსართულიანი მონოლითური კარკასის კონსტრუქციების მოწყობაზე სართულშუა გადახურვებში ენერგოეფექტური სიხარულიძის სამფენოვანი გადახურვის ფილების გამოყენებით	1082,57	181,18	I-II	103,16	8,7

საპროექტო გადაწვეტილებების ვარიანტების შედარება ტექნიკურთან ეკონომიკური ღირებულებითი კომპონენტის უპირატესობების განსაზღვრით წარმოებს დაყვანილი ხარჯების მეთოდით, რომელიც გულისხმობს საპროექტო დოკუმენტაციიდან შესადარებელი

კონსტრუქციული ელემენტებისათვის ღირებულებითი მაჩვენებლების ცალ-ცალკე დადგენას და მათზე მსჯელობას.

ჩვენს მაგალითში I ვარიანტი სრულმონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციებისაგან შედგენილ კარკასზე დადგენილი მოთხოვნილებების ანალიზით ბეტონზე და არმატურაზე და მეორე ვარიანტის მიხედვით (იხილეთ ცხრილი 3.2.1) შედგენილი ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ სართულშუა გადახურვებში ენერგოეფექტური „სიხარულიძის ფილის“ გამოყენება შუაში პენოპლასტის ფენით იძლევა 8,7% ეკონომიას მშენებლობის ღირებულებით მაჩვენებლებში. „სიხარულიძის ფილით“ პროექტის განხორციელების შემთხვევაში დაყვანილი ხარჯები 1 კვ.მ. ე.წ. „შავი“ კარკასის მოწყობაზე ნაცვლად 198,44 ლარისა (I ვარიანტი - სრულმონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციებისაგან შედგენილი კარკასისა) შეადგენს 181,18 ლარს, ანუ შემცირებულია 17,26 ლარით.

ენერგოეფექტური ფილების გამოყენება ამცირებს შენობის კონსტრუქციულ ელემენტებზე საკუთარ წონებს, რაც აისახება კიდევაც ბეტონის მოცულობასა და არმატურის მოთხოვნილებაზე მასალების ეკონომიით, ამავე დროს ვიღებთ დათბუნებულ იატაკსა და ჭერს, რომელთაც დამატებით ბგერაგაუმტარობისა და ხმაურისაგან დაცულობის მაღალი მაჩვენებლები გააჩნიათ.

აღნიშნული დასტურდება ლევან სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ეროვნული ბიუროს საექსპერტო დასკვნითაც. სამხარაულის სამფენოვანი ფილისათვის გამოკვლევის შედეგებით ბლოკის თბომედეგობა ტოლია $R=3,2 \text{ მ}^2\text{კ/ვატი}$, რაც უახლოვდება ფინეთის, დანიის, დიდი ბრიტანეთისა და გერმანიის ნორმატიულ მონაცემებს.

3.4. ენერგოეფექტური „სიხარულიძის საკედლე ორფენა ბლოკების“ კედლების წყობაში გამოყენებით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი

„სიხარულიძის საკედლე ორფენა ბლოკების“ გამოყენება რეკომენდებულია კარკასული ტიპის შენობებში თვითმზიდი კედლების დანიშნულებით. მათი აღწერილობა განხილულია პარაგრაფში 2.4. მისი ზომებია 51X40 სმ, შედგება არმირებული ბეტონის ფილისა (სისქით 4 სმ) და მასზე მიკრული პენოპლასტის ფენისაგან სისქით 13 სმ. მისი დამზადება შესაძლებელია როგორც საწარმოში, ასევე უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე. დადგენილია მისი თბომედეგობა $R=3,2$ მ²კ/ვატი. ცვლის 40 სმ სისქის ბეტონის მცირე ბლოკებით (ზომით 19X19X39 სმ) ამოყვანილ კედლებს, სადაც ინერტულ მასალებად ძირითადად იყენებენ ხრემსა და ვულკანურ წიდას, რომელთა მოცულობითი წონებიც ხშირად აღემატება 1500 კგ/მ³, მძიმეა და არც აკმაყოფილებს თერმული წინააღმდეგობის ნორმატიულ მაჩვენებლებს.

წინა პარაგრაფში განხილულ მაგალითში შვიდსართულიანი შენობა გეგმაში სწორკუთხა ფორმისაა ზომებით გეგმაში 21,4X34,9 მიწისზედა 6 სართულის სიმაღლეა 20,5 მეტრი. პერიმეტრი შეადგენს $(21,4+34,9) \times 2 = 112,6$ გრძივ მეტრს, კედლების ფართობი შენობის გარე კონტურზე $112,6 \times 20,5 (\text{მ}) = 2308,3$ მ². მაგალითის განხილვის პირობებით მივიღოთ კედლების ფართობი მისი 70%-ის ოდენობით, ხოლო 30% დავუთმოთ კარებისა და ფანჯრების ღიობებს. შენობის კონტურზე ამოსაყვანი კედლების ფართობი 70%-ის ოდენობით იქნება $2308,6 \times 0,7 = 1616$ მ².

განვიხილავთ კედლების წყობის 2 ვარიანტს:

1. კედლების მოწყობისას ბეტონის მცირე ბლოკებით 40 სმ სისქეზე საჭირო გახდება $1616 \times 0,4 = 646$ მ³ მოცულობის მქონე ბლოკების შექმნა, რაც შეესაბამება $646 : (0,2 \times 0,2 \times 0,4) = 40375$ ცალ ბლოკს. ბლოკის ზომა 19X19X39 სმ-ია, მაგრამ გაანგარიშებაში მიიღება

20X20X40სმ, ვინაიდან რაოდენობის დადგენაში იგულისხმება მათ წყობაში ხსნარით შევსებაც.

2. კედლების წყობაში ორფენოვანი რკინაბეტონის ბლოკების გამოყენებისას სისქით 4 სმ, ზომით 51X40 სმ მასზე დაკრული 13 სმ სისქის პენოპლასტის ფენით შესაძენი იქნება $1616:(0,51X0,40)=7921$ ცალი ორფენა – ბლოკი, რაც 5-ჯერ ნაკლებია ბეტონის მცირე ბლოკების რაოდენობაზე. კედლების ამოყვანის შემდეგ სართულ-სართულ შიდა მხრიდან კედელზე უნდა აიკრას რომბისებური ბადე და შეიღესოს ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით 30 მმ სისქეზე. შიდა მხრიდან სვეტებს შორის. გარე მხრიდანაც საპროექტო გადაწყვეტილებების შესაბამისობით ფასადები შეიძლება შეიღესოს ან მოპირკეთდეს.

ორივე ვარიანტის მიხედვით შედგენილი ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვები №4 და 5 წარმოდგენილია მომდევნო გვერდებზე, ხოლო მიღებული შედეგების ანალიზი წარმოდგენილია ცხრილში 3.2.2.

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიფხვა №4

კარკასის შემომზღუდავი კედლების ამოყვანა ბეტონის მცირე ბლოკებით 40 სმ სისქეზე (I ვარიანტი)

სახარჯთაღიფხვო ღირებულება - 103,99 ათასი ლარი

მათ შორის დღგ – 15,86 ათასი ლარი

შემომზღუდავი კედლების ფართობია 1616მ²

კარკასის მოწყობაზე 1 მ²-ის ღირებულებაა 64,35 ლარი/მ²

საფუძველი საპროექტო კონსტრუქციული ნახაზების მიხედვით

შედგენილია: 1984 წლის სახარჯთაღიფხვო ნორმატივებისა და მშენებლობის შემფასებელთა კავშირის მიერ 2019 წლის IV კვარტალის დონეზე დადგენილი სამშენებლო რესურსების ფასების მიხედვით (ღირებულება, ლარი).

№	ნორმატივის ნომერი და შიფრი	სამუშაოებისა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთეული	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმატივით ერთეულზე	საპროექტო მონაცემებით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	8-15-2	შენობის გარე კონსტრუქციაზე ბეტონის მცირე ბლოკებით 19X19X39 კარკასის შემომზღუდავი კედლების ამოყვანა 1616მ ² ფართობზე 1616X0,4=646,4მ ³ ,რაოდენობა 646:(0,2X0,2X0,4)=40400 ცალი	მ ³	-	646,4	-	87055,24

		- შრომის დანახარჯი	ცალი	62,5	40400	0,5	20200
		- მანქანები	ლარი	0,92	594,69	3,2	1903,0
	თ.4.1.3.335	- ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარი მ-100	მ³	0,11	71,1	88	6256,8
		- ბეტონის ბლოკები ზომით 19X19X39 სმ	ცალი	62,46	440375	1,20	48450
		- კედლის წყობის სვეტებთან ჩაანკერებაზე არმატურა კლასით A240C	ტ	0,01	6,46	1585	10245,44
		- სხვა მასალები	ლარი	0,16	103,42	3,2	330,96
2.	15-52-1	ფასადების მაღალ ხარისხოვანი შელესვა ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით 1:2	ასი მ³	-	16,6	-	<u>12452,29</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	1616	5	8080
		- მანქანები	ლარი	2,1	33,94	3,2	108,6
	თ.4.1.3.374	- ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარი 1:3	მ³	2,55	41,20	103	4243,6
		- სხვა მასალები	ლარი	0,4	6,46	3,2	20,68
3.	15-55-1	შიდა მხრიდან კედლების შელესვა ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით	ასი მ³	-	16,16	-	<u>10672,97</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ³	100	1616	5	8080
		- მანქანები	ლარი	1,5	24,24	3,2	75,57
	თ.4.1.3.374	- ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარი 1:3	მ³	1,5	24,24	93,0	2496,72
		- სხვა მასალები	ლარი	0,4	6,46	3,2	20,68
		1,2 და 3 პოზიციების ჯამი					110180,5

		ზედნადები ხარჯები 10%					11018,05
		ჯამი					121198,55
		სახარჯთაღიცივო მოგება 8%					9695,88
		ჯამი					130894,43
		დამატებითი ღირებულების გადასახადი (დღგ) 18%					23560,99
		მთლიანი ღირებულება					154455,42
		შემომზღუდავი კედლების ამოყვანაზე და შელესვაზე 1 მ ² ღირებულება					154455,42:1616=95,58 ლარი

ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღიფხვა №5

კარკასის შემომზღუდავი კედლების ამოყვანა-ენერგოეფექტური სიხარულიძის ორფენა ბლოკებით სისიქით 19 სმ (II ვარიანტი)

სახარჯთაღიფხვო ღირებულება - 96,98 ათასი ლარი

მათ შორის დღგ - 14,79 ათასი ლარი

შემომზღუდავი კედლების ფართობია - 1616 მ²

1 მ²-ის ღირებულებაა 60,01 ლარი/მ²

საფუძველი არიქტეტურულ-კონსტრუქციული ნახაზების მეორე ვარიანტი

შედგენილია: 1984 წლის სახარჯთაღიფხვო ნორმატივებისა და მშენებლობის შემფასებელთა კავშირის მიერ 2019 წლის IV კვარტალის დონეზე დადგენილი სამშენებლო რესურსების ფასების მიხედვით (ღირებულება, ლარი).

№	ნორმატივის ნომერი და შიფრი	სამუშაოებისა და დანახარჯების დასახელება	საზომი ერთეული	რაოდენობა		ღირებულება, ლარი	
				ნორმატივით ერთეულზე	საპროექტო მონაცემებით	ერთეულზე	სულ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	8-5-8	51X40 ზომის 4 სისიქის რკინაბეტონის ფილაზე დაკრული 13სმ პენოპლასტის ფენიანი ბლოკებით თვითმზიდი კედლების ამოყვანა $1616:(0,51X0,40)=7921$ ცალი	მ ³	-	16,16	-	<u>46046,62</u>
		- შრომის დანახარჯი	ცალი	390,02	6310	1,4	8834,0

		- მანქანები	ლარი	7,7	124,43	3,2	398,18
თ.4.1.3.364		- ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარი მ-50	მ³	1,2	19,39	83	1609,54
		- ენერგოეფექტურისხარულიძის ორფენოვანი ბლოკები პენოპლასტის ფენასთან ერთად	ასი ცალი	384,46	7921	3,92	31065
თ.1.1.3.45		- კედლის წყობაში ჭერთან და იატაკთან ბლოკების სამაგრი არმატურის კარკასები კლასით A240C	ტ	0,15	2,43	1585	3842,04
		- სხვა მასალები	ლარი	5,76	93,08	3,2	397,86
2.	15-55-1	შიდა მხრიდან კედლებზე რობისებრი მავთულოვანი ბადეების აკვრა და კედლების შელესვა ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით	ასი მ²	-	16,6	-	<u>10672,97</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ²	100	1616	5	8080
		- მანქანები	ლარი	1,5	24,24	3,2	75,57
თ.4.1.3.374		- ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარი 1:3	მ³	1,4	24,24	103	2496,72
		- სხვა მასალები	ლარი	0,4	6,46	3,2	20,68
3.	15-52-1	ფასადების მაღალხარისხოვანი შელესვა ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარით	ასი მ²	-	16,16	-	<u>12452,29</u>
		- შრომის დანახარჯი	მ²	100	1616	7,0	8080
		- მანქანები	ლარი	2,1	33,94	3,2	108,6
თ.4.1.3.374		- ცემენტ-ქვიშოვანი ხსნარი 1:3	მ³	2,55	41,20	103	4243,6
		1,2 და 3 პოზიციების ჯამი					69179,77

		ზედნადები ხარჯები 10%					69171,88
		ჯამი					76089,07
		სახარჯთაღიცივო მოგება 8%					6087,13
		ჯამი					82176,19
		დამატებითი ღირებულების გადასახადი (დღგ) 18%					14791,72
		მთლიანი ღირებულება					796967,91
		კარკასის შემომზადავი კედლების ამოყვანაზე და შელესვაზე 1მ ² ღირებულება					96967,91;1616=60,00 ლარი

**№4 და №5 ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების მიხედვით
ბეტონის მცირე ბლოკებითა და ენერგოეფექტური სიხარულიძის
ორფენოვანი ბლოკებით ამოყვანილი კარკასის შემომზადდავი კედლების
ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები**

ცხრილი 3.4.1

№	მაჩვენებლის დასახელება	საბაზრო ერთეული	ბეტონის მცირე ბლოკებით	ენერგოეფექ ტური სიხარულიძ ის ბლოკებით	ეკონომია %-ში
1	მიწიზედა სართულების რაოდენობა	სართ	6	6	
2	შენობის გარე კონტურზე ამოსაყვანი კედლების ფართობი	მ ²	1616	1616	
3	კედლების ამოყვანაზე სამშენებლო სამუშაოთა ღირებულება	ათასი ლარი	154,46	95,58	38,1
4	ეკონომიკური ღირებულებითი ეფექტი	ათასი ლარი	–	58,88	38,1
8	დატვირთვები რიგელების გრძივად რიგელებზე ერთმეტრ სიგრძეზე 0,4X2,7(h)X1,2=1,3ტ/მ 0,045X2,7(h)X2,2=0,27ტ/ მ	ტ	1,3	0,27	4,8-ჯერ ნაკლები დატვირთ ვა

ენერგოეფექტური „სიხარულიძის კედელი“ წონისა და ბგერაიზოლაციის უპირატესი მახასიათებლების გარდა შესაძლებელს ხდის მთლიანი სასარგებლო ფართი გაიზარდოს 3%-ით.

აქვე დავაზუსტებთ, რომ თბოტექნიკის ნორმების მიხედვით [2] ქ. თბილისი კლიმატური ზონისათვის გარე მზლუდავი კონსტრუქციების თერმული წინაღობა თბური ენერგიის დანაკარგების მიმართ გარე კედლებისათვის არ უნდა იყოს ნაკლები $R=2,1 \text{ მ}^2\text{კ/ვატ-ზე}$.

ბლოკის წონა – $0.51 \text{ მ} \times 0.4 \text{ მ} \times 0.04 \text{ მ} \times 2200 \text{ კგ}=18 \text{ კგ}$ -ია და მისი აწევა გადადგილება და კედლის ზოლში ჩაწყობა ერთი ხელოსნისათვის სირთულეს არ წარმოადგენს. საყურადღებოა ასევე, რომ „სიხარულიძის კედელში“ შემავალი ბლოკი ზომით $51 \times 40 \text{ სმ}$, 40 სმ სისქის კედელში ცვლის 5.5 ც ბეტონის ბლოკს ზომით $19 \times 19 \times 39$ და გამოირჩევა თბოგამტარობის მაღლი მაჩვენებლებით.

საინჟინრო-კონსტრუქციული გაანგარიშებებისა და ობიექტების ანალიზის საფუძველზე დგინდება, რომ წარმოდგენილი ასაწყობი საკედლე ბლოკებით კედლების მოწყობისას შენობებში და შესაბამისად ბინებშიც მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ბგერა და თბოსაიზოლაციო მაჩვენებლები, რაც დადებითად აისახება მრავალსართულიან შენობებში მოსახლეობის სამეზობლო კეთილგანწყობაზეც უხმაურო გარემოში ცხოვრების პირობების უზრუნველყოფით.

ასევე კედლების წყობისას ორფენოვანი ბლოკებით სისქით 20 სმ ბეტონის მცირე ბლოკებით მოწყობილ 40 სმ სისქის კედლებთან შედარებით 50% -მდე მცირდება ძირითადი სამშენებლო მასალების არმატურისა და ბეტონის შესასყიდი ხარჯები, შესაბამისად შრომითი დანახარჯებიც მათ ამოყვანაზე.

მნიშვნელოვნად კლებულობს შენობის საკუთარი წონაც და შესაბამისად გრუნტზე დაწოლის სიდიდეც, რაც ასევე დადებითად აისახება მზიდი სამშენებლო კონსტრუქციების მოწყობის ღირებულებაზე.

ცხრილში შეყვანილი მაჩვენებლების ყველა პუნქტით ვრწმუნდებით ენერგოეფექტური სიხარულიძის ბლოკებით ამოყვანილი კედლების, ბეტონის ბლოკებთან უპირატესობაში. ამასთანავე „სიხარულიძის საკედლე ორფენა ბლოკებით“ ამოყვანილი კედლები შენობის კონსტრუქციულად არამზიდ, მაგრამ საიმედო ნაწილად გვევლინება როგორც მდგრადობისა და სეისმომდეგობის, ასევე ბგერაგაუმტარობის, ქუჩიდან ხმაურის შეუღწევადობისა და ბინებში შიგთავსის თბოდაცულობის მაჩვენებლებითაც.

3.5 დასკვნები

განხილული საკითხები თანხვედრაშია საქართველოს სამშენებლო სფეროში 2030 წლამდე საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში ენერგოდამზოგველობის საჭიროებით ევროგაერთიანების მოთხოვნებთან [7].

საინჟინრო-კონსტრუქციული გაანგარიშებებითა და ასაგები ობიექტების კონსტრუქციული დოკუმენტებით ვარიანტული შედარების საფუძველზე დგინდება ძირითადი სამშენებლო მასალების ბეტონისა და არმატურის ეკონომია, ასევე სამფენოვანი გადახურვებითა და ორფენოვანი საკედლე ბლოკებით აგებული შენობების მშენებლობის ეტაპზე მიღებული ეკონომიკური და შენობათა საექსპლოატაციო პერიოდზე გათვლილი სოციალური ეფექტი. შენობაში და ცალკეულ ბინებშიც მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ბგერა და თბოსაიზოლაციო მაჩვენებლები, რაც დადებითად აისახება [9,10,11,12] მრავალსართულიან შენობებში მოსახლეობის სამეზობლო კეთილგანწყობაზე უხმაურო გარემოში ცხოვრების პირობების უზრუნველყოფით [9,10,11,12,13,14].

თავი 4. მშენებლობის მენეჯმენტი და სამშენებლო სამუშაოთა წარმართვის სტრატეგია

4.1. მენეჯერული აზროვნების ჩამოყალიბება

1984 წელს დავამთავრე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არქიტექტურის ფაკულტეტი, მუშაობა დავიწყე საპროექტო ინსტიტუტში, შემდეგ გავაგრძელე სამშენებლო ორგანიზაცია - „თბილრემშენში“. დავოსტატდი სამშენებლო საქმიანობის სტრატეგიისა და მენეჯმენტის საკითხებში. ჩემი სპეციალისტად ჩამოყალიბება დაემთხვა ჩვენს ქვეყანაში გარდაქმნის (პერესტროიკა) პერიოდს, როდესაც პოლარულად იცვლებოდა მეურნეობრიობის მართვისადმი დამოკიდებულების სტილი. პრაქტიკული საქმიანობა მიბიძგებდა სამუშაოთა მაღალ ინჟინერულ დონეზე შესრულებისაკენ. ვსაქმიანობდი ახალ მშენებლობებზე, სარეკონსტრუქციო და სარეაბილიტაციო სამუშაოებზე. ცალკეული დავალებების შესრულების პროცესში სულ უფრო მეტად მიყალიბდებოდა ჩემი შეხედულებები და მიდგომები ექსპლოატაციაში გადასაცემ ობიექტებში საცხოვრებელი გარემოს გაუმჯობესების მიმართულებით. სულ უფრო მეტად ჩემს გატაცებად იქცა მშენებლობებზე ახალი კონსტრუქციული ელემენტების ჩანაცვლების გზით მეტი კომფორტული გარემოს შექმნა მათში მაცხოვრებელთათვის.

ქართული სახელმწიფოს მიერ ეკონომიკის დირექტიული ფორმის, საბაზრო ურთიერთობებით ჩანაცვლებაზე გაკეთებულმა არჩევანმა შესაძლებელი გახადა საკუთარი ინტელექტუალური რესურსების მაქსიმალური კონცენტრაციის პირობებში მომეხდინა ჩემი გატაცებების პრაქტიკული რეალიზაცია.

ამჟამინდელ საბაზრო ურთიერთობების პირობებში კერძო სექტორი დომინირებს, ყველა მონაწილე თვითონ გეგმავს და განსაზღვრავს თავისი საქმიანობის სფეროს. წარმატებას აღწევენ მენეჯმენტური უნარ-ჩვევებით

დაჯილდოვებული პიროვნებები, რომელთაც შესწევთ უნარი თავიდანვე განსაზღვრონ ნებისმიერი სამუშაოს წარმართვის სტრატეგია და შემჭიდროებულ ვადებში დაგეგმონ მათი მიღწევის ცალკეული ეტაპები.

ეკონომიკური განმარტებით მენეჯმენტი სამუშაო პროცესია, რომელიც შვიდი ძირითადი ფუნქციისაგან შედგება - დაგეგმვის, მოტივაციის, ორგანიზების, კოორდინაციის, თანამშრომელთა შერჩევის, მართვისა და კონტროლისაგან, ხოლო მენეჯერი წარმოადგენს მმართველს, რომლის ფუნქციაც არა მარტო მმართველობითი გადაწყვეტილებების მიღებაა, არამედ მისდამი დაქვემდებარებულ შემსრულებელამდე დავალებების დაყვანაც და შესრულებული სამუშაოების ხარისხზე კონტროლის განხორციელებაც ზემოქმედების სხვადასხვა სამართლებლივი მეთოდების გამოყენებით.

ამიტომაც დღევანდელი კერძო საკუთრებისა და საბაზრო ეკონომიკის პირობებში სახელმწიფო მეურნეობის ნებისიერი დარგის განვითარება და სრულყოფა მთლიანად ეფუძნება მენეჯმენტურ აზროვნებას, დასახული ამოცანების, მიმართულებების განსაზღვრასა და პრობლემების წარმოჩენას, ღრმა და ყოვლისმომცველი ანალიზის საფუძველზე, პირადი ან ქვეყნის ინტერესებიდან გამომდინარე, მოსალოდნელ საზოგადოებრივ და სოციალურ-ეკონომიკურ ეფექტთან დაკავშირებულ გათვლებს.

მშენებლობა სახელმწიფო მეურნეობის ყველა დარგისაგან განსხვავებით ერთ-ერთი ყველაზე რთული დარგია. ქვეყნის ყველა სახის წარმოება დახურულ სივრცეში ანუ საწარმოო შენობებშია შეტანილი, ხოლო სამშენებლო საქმიანობა გარე სივრცეში ვითარდება როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებით.

მშენებლობის წარმართვის საკითხები მხოლოდ სამშენებლო მოედანზე არ წყდება. მშენებლობის წარმოებისას მასში ასობით ორგანიზაციულ-ტექნიკური, საპროექტო და წარმოებითი ხასიათის საკითხების გადაწყვეტა ხდება.

თუ შენობა ბარდება „თეთრი კარკასის“ დონეზე, ცხადია მისი მდგომარეობა უნდა ინარჩუნებდეს თბილი ჰაერის გაუმტარობის, გარედან ცივი ჰაერის შემოუღწევადობისა და ხმაურისაგან დაცულობის, ხოლო სამეზობლო ურთიერთობაში ბგერადაცულობის მოთხოვნილებებს. აღნიშნული საკითხები წინა თავებშია განხილული და მათზე აღარ შევჩერდები.

პრაქტიკულ საქმიანობაში აუცილებელია მუდმივად ერთმანეთისაგან, როგორც შინაარსობრივად, ასევე სტრუქტურულად სრულიად განსხვავებულ ამოცანათა გადაწყვეტა, რომლებიც ეხება დაფინანსებას, მასალა-ნაკეთობათა დამზადებასა და მათ საპროექტო მდგომარეობაში მოყვანას.

თვით სამშენებლო საქმიანობაში გადაჯაჭვული ფუნქციური დამოკიდებულებებით, ტექნოლოგიურად ასზე მეტი, ერთმანეთისაგან განსხვავებული სამუშაო პროცესია მიბმული – მიწის სამუშაოებიდან დაწყებული სართულების ამოყვანითა და მოპირკეთებით დამთავრებული. ამიტომაც სამშენებლო პროცესებზე მნიშვნელოვანწილად გავლენას ახდენს მუდმივად ცვალებადი კლიმატური პირობები, მოსალოდნელი ფორსმაჟორული გამოვლინებები - მიწისძვრები, წყალდიდობები, ღვარცოფები და სხვა მოვლენებიც.

სამშენებლო ორგანიზაციებში მეცნიერულ და მაღალ საინჟინრო დონეზე წარმართული მენეჯმენტური საქმიანობა წინასწარი განჭვრეტით არეგულირებს მოსალოდნელ გართულებებს მშენებლობის წარმართვის პერიოდშივე და შეფერხებებთან დაკავშირებული ხარვეზებიც ადვილად გამოსწორებადი ხდება.

მენეჯმენტი მეცნიერებისა და ტექნიკის ნებისმიერ სფეროში ჯერ შეისწავლის, შემდეგ ასახავს ცალკეული საწარმოო დარგების განვითარებისა და დაგეგმვის საკითხებს, მათ დაფინანსებას, დაკრედიტებას, მენეჯმენტურ და მარკეტინგულ საქმიანობას. არ უნდა გვავიწყდებოდეს, რომ მათემატიკური მოდელირებით სამშენებლო

საქმიანობა საწარმოო დანიშნულებისა და მრეწველობის უმეტესი დარგების მენეჯმენტისაგან განსხვავებით მრავალცვლად და მრავალფუნქციურ კორელაციურ და რეგრესიულ სისტემაში განიხილება. შესაბამისად მისი მენეჯმენტიც მარკეტინგთან ერთად საკმაოდ რთული საკითხების გადაწვეტას საჭიროებს.

ამავე დროს შენობა-ნაგებობა კოლექტიური შრომით შექმნილი პროდუქტია. მათ შექმნაზე ფიქრს იწყებენ ამ საქმიანობაში დახელოვნებული და განსწავლული მენეჯერები. არქიტექტორები, აგრძელებენ ტოპოგრაფები, ინჟინერ-გეოლოგები, კონსტრუქტორები, სანტექნიკოსები, თბოტექნიკოსები, ხარჯთაღმრიცხველები, ტექნოლოგები და სხვა მომიჯნავე დარგების სპეციალისტებიც. სამშენებლო პროდუქტს ანუ შენობა-ნაგებობას ქმნიან მაღალი საინჟინრო ცოდნისა და გამოცდილების მქონე მშენებლები კვალიფიკაციურ ხელოსნებთან და დამხმარე მუშა პერსონალთან ერთად. ზემოთ აღნიშნული როგორც დაპროექტების, ასევე მშენებლობისა და ინვესტირების, ასევე დაკრედიტება-დაფინანსების პერიოდშიც საკმაოდ რთული საკითხების გადაწვეტას საჭიროებს მენეჯმენტური სამსახურების მხრიდან, რის გამოც ტექნოლოგიურად, არქიტექტურულად და საპროექტო დოკუმენტაციაში მშენებლობის წარმართვაზე პროფესიონალურად დახვეწილი და დამუშავებული საკითხები განსაზღვრავენ ასაგები ობიექტის ვარგისიანობას, მშენებლობის განხორციელების სტრატეგიას და მის მომავალსაც ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პირობებში.

2000 წლიდან ჩემი ინოვაციების წარდგინებით ინტერესი გამოიჩინეს დეველოპერული კომპანიების დამფუძნებლებმა. კონსტრუქტორებთან ენერგოეფექტური სართულშუა გადახურვების მოწყობის თაობაზე, ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის კონსტრუქციულ თავისებურებებზე და მათი გამოყენებით კონსტრუქციული ვარიანტების დამუშავება და შემდეგ განხილვა სხვადასხვა მშენებარე ობიექტებისათვის.

მე, როგორც პროფესიით არქიტექტორმა კონსტრუქტორებთან ერთობლივად განვიხილეთ მშენებლობაში მყოფი და თბილისის მუნიციპალიტეტის მიერ დამტკიცებული ობიექტები, არქიტექტურულ-კონსტრუქციული ნახაზები, მოვიყვანეთ ჩემს კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებთან შესაბამისობაში, მოხდა მათი კომპიუტერული პროგრამით გადაანგარიშებები, შედგა კორექტირებული არქიტექტურულ-კონსტრუქციული დოკუმენტაცია და სხვადასხვა კომპანიებთან წარვდექით ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებებით და გავაცანი უპირატესობები.

სართულშუა გადახურვების ფილები, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კონსტრუქციული ელემენტებია სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობაში. კარკასულ რკინაბეტონის შენობებში ბეტონისა და არმატურის ხარჯების 60-70% ფილაზე მოდის.

მნიშვნელოვანი უპირატესობა ტრადიციულ ფილასთან შედარებით მიიღწევა პირველი ორი პატენტისა – „ასაწყობ მონოლითური გადახურვა“ და „არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული ფილისათვის“. იმ შედეგით რითაც ფილის ვიბრირების მინიმიზაციას ვაღწევთ, რომელსაც კონსტრუქციულ ნაკეთობათა სქემა უზრუნველყოფს, ერთ შემთხვევაში ტრიგონი, ხოლო მეორე შემთხვევაში არმატურის კარკასი.

ასევე რკინაბეტონის სართულშუა გადახურვის მთავარ პრობლემად რჩება ფილის ჩაღუნვა, რისგანაც დაცულია ჩვენს შემთხვევაში ორივე სახის ფილა, პირველ შემთხვევაში რკინაბეტონის სამკუთხა კოჭი „ტრიგონი“-ს მეშვეობით, რომელიც პირამიდებისაგან შემდგარ კონსტრუქციას წარმოადგენს, ხოლო მეორე შემთხვევაში სამკუთხედებისაგან რომელიც ყველაზე ხისტი ფორმის გეომეტრიული ფიგურაა.

მათი დამზადება ხდება საწარმოში ან სამშენებლო ობიექტის პირველ სართულზე, რაც აუმჯობესებს მუშათა შრომის ნაყოფიერებას და ზრდის წარმადობას რასაც უზრუნველყოფს მე-4 და მე-5 პატენტი – „გლინულას

საღუნი მოწყობილობა“ და „მოწყობილობა“ ორფენა ბლოკის დასამზადებლად“.

რკინაბეტონის კარკასის სვეტებისა და რიგელების მონტაჟის პარალელურად ხდება ფილის კონსტრუქციების დამზადება და შემდეგ მიწოდება ნაკეთობების სახით. იგივე პირობებში მზადდება „ასაწყობ მონოლითური გადახურვის“ თბოიზოლირებული ორფენა ბლოკები, რომლებიც ამავე დროს გამოიყენება მესამე პატენტის „სიხარულიძის კედელი“ ენერგოეფექტური კედლებისათვის. რომელთა კარკასის დასამზადებელი კლაკლინა საღუნი დანადგარის საშუალებით, რაც მნიშვნელოვნად აჩქარებს მაღალ სართულებზე სამონტჟო სამუშაოებს.

ფილის ყალიბის მოხსნა 28 დღის ნაცვლად რაც მისი სრული კრისტალიზაციისათვის არის საჭირო ჩვენს შემთხვევაში 10 დღე საკმარისია ყალიბის მოსახსნელად, რომელიც ბევრად უფრო მოსახერხებელია ჩვეულებრივი ყალიბის გამოხსნასთან შედარებით.

სამშენებლო ნორმებისა და წესების შენარჩუნებით შემომზღუდავი კედლები და სართულშუა გადახურვის ფილები ზამთრის და ზაფხულის პერიოდში გარე საანგარიშო ტემპერატურაზე გავლით, შიგნიდან თბილი ჰაერის გადინებისა და გარედან ცივი ჰაერის შემოდინების საწინააღმდეგოდ უნდა აკმაყოფილებდნენ ბინებში სითბოს შენარჩუნების მოთხოვნებს.

ცხადია ამით დაკმაყოფილებული იქნება კონსდიციონერების მოხმარებისას გაგრილების მაჩვენებლების შენარჩუნების პირობებიც, მთლიანობაში კი ხმაურისაგან ბგერადაცულობაც.

სამივე საკითხი: თბოდაცულობის, გაგრილების მაჩვენებლების შენარჩუნებისა და ბგერაგამტარობის დამოკიდებულია, როგორც სართულშუა გადახურვის ფილების ენერგოეფექტურობის ასევე კედლების თბოიზოლირებულობის მახასიათებლებზე.

წინადადებები მოიწონეს და დაიწყო სამშენებლო სამუშაოებიც ჩემი ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის კონსტრუქციების გამოყენებით, რომელზედაც 2014 წელს გაიცა პატენტი [1].

უშუალოდ ჩემი ხელმძღვანელობით დავიწყე, მარიჯანის, ყიფშიძის, გელოვანის, კრწანისის ქუჩების და სხვადასხვა მუნიციპალიტეტში საცხოვრებელი სახლების სართულშუა გადახურვების სამუშაოები. მოგვიანებით აღნიშნულმა პროცესებმა მოიცვა სხვა ობიექტებიც, დაიწყო ჩემი დამაბული ინჟინრული, მენეჯმენტური და მარკეტინგული საქმიანობა.

4.2 მრავალფუნქციური საცხოვრებელი კომპლექსის №1 და №2 სახლების მშენებლობა კრწანისში

საცხოვრებელი კომპლექსი მდებარეობს კრწანისში თვალის კლინიკისა და კრწანისის 2 ჩიხს შორის მიმდებარე ტერიტორიაზე.

საცხოვრებელი სახლი №1 კონსტრუქციული სქემით ათსართულიანია, მათ შორის ორი სართული მიწაშია ჩადმავებული, მიწისზედა რვა სართული საცხოვრებელი დანიშნულებისაა.

კონსტრუქციულად შენობა გადაწვეტილია რკინაბეტონის მონოლითურ კარკასში დიაფრაგმული კედლების ჩართვით. სართულის სიმაღლე 3,5 მეტრია, შენობის კონსტრუქციული სიმაღლე 31,8 მეტრი, მიწისზედა სართულებისა 27, 72 მეტრი.

მიწისზედა სართულები ნიშნულებიდან 3,23 მეტრი გეგმაში „I“- სებრი ფორმისაა, ა-გ და 1-7 ღერძებში მისი ზომებია გეგმაში 12,6X39,8 მეტრია, 5-7 და გ-დ ღერძებში 18,9 მეტრი. სვეტების გრძივი და განივი ბიჯი ორივე მიმართულებით 6,3X6,3 მეტრია ერთი სართულის სამშენებლო ფართობია 780 მ².

სვეტები სართულების მიხედვით სხვადასხვა კვეთებისაა, გრძივი და განივი რიგელების კვეთი 40X45 (ჩ) სმ-ია, გადახურვის ფილებისა ადრინდელი პროექტის მიხედვით შეადგენდა 20 სმ.

კონტურული კედლების შევსება ჩემი მშენებლობაში ჩართვამდე გათვალისწინებული იყო ბეტონის წვრილი ბლოკებით 19X19X39 სმ 40 სმ სისქეზე.

საძირკვლის ფუძედ მიღებული იყო მუქი ყავისფერი თიხა თაბაშირის მარილებით 5-10% ხვინჭის ჩანართებით, პირობით საანგარიშო წინაღობა $R=2,5$ კგ/სმ².

საძირკვლები მოეწყო რკინაბეტონის მონოლითურ ფილაზე მაღლივი ნაწილებისათვის სისქით 80 სმ, რელიეფიდან მიწაში ჩადმავებული სართულებისათვის სისქით 60 სმ. სამუშაოები განხორციელდა სართულშუა გადახურვებზე ჩემი ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის [1] კონსტრუქციების გამოყენებით.

საცხოვრებელი სახლი №2 განივი ფასადებით გეგმაში წაკვეთილი სამკუთხედიანია. მისი შუა ნაწილის ზომებია გეგმაში ა-გ და 3-8 ღერძებში 14X19,8 მეტრი. სართულის სამშენებლო ფართობი 700 მ²-ია. კონსტრუქციული სქემით შენობა 15 სართულიანია, მათ შორის 2 სართული მიწაშია ჩადრმავებული, 13 მიწისზედა საცხოვრებელი სართულებია. სარდაფის სართულების სიმაღლეები 3-3 მეტრია, მიწისზედა სართულებისა 3,5-3,5 მეტრია, მათ შორის მიწისზედა ნაწილისა 45,5 მეტრი.

სვეტების გრძივი და განივი ბიჯი ყველგან 7-7 მეტრია. საინჟინრო-გეოლოგიური პირობები იგივეა, საძირკვლები რკინაბეტონის მონოლითური ფილაა სისქით 80 სმ, გრძივი და განივი რიგელების კვეთები 40X50; სვეტები 40X80 ხოლო სარდაფში ნიშნულზე მინუს 3 მეტრი 40X150 სმ-ია.



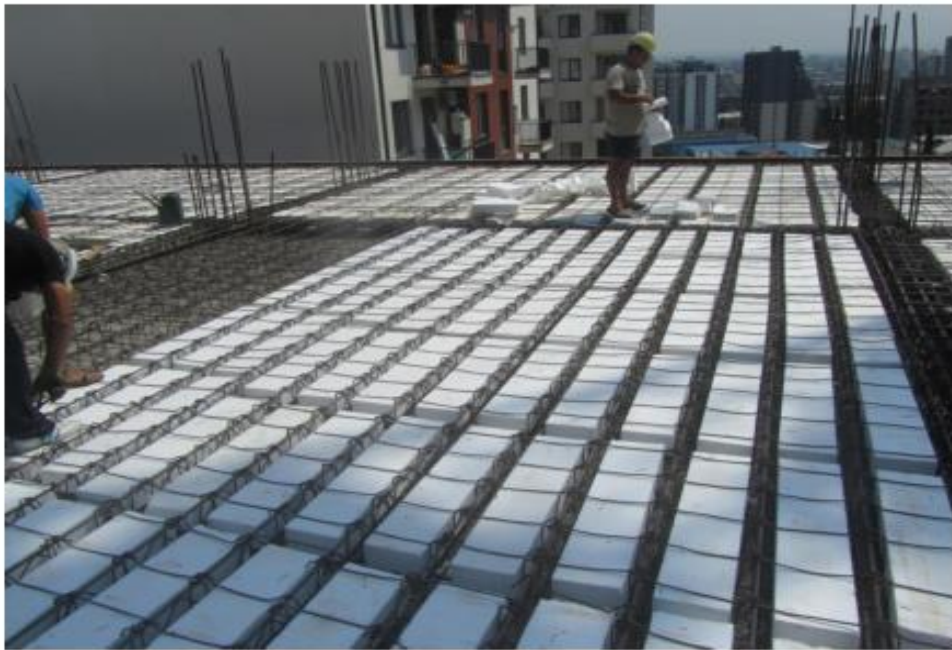
სურათი 4.2.1. ასაწყობი მონოლითური გადახურვა, კრწანისი



სურათი. 3.4.2.2 საცხოვრებელი სახლი №2 „პომპის“ მუშაობის პროცესი დაბეტონებაზე



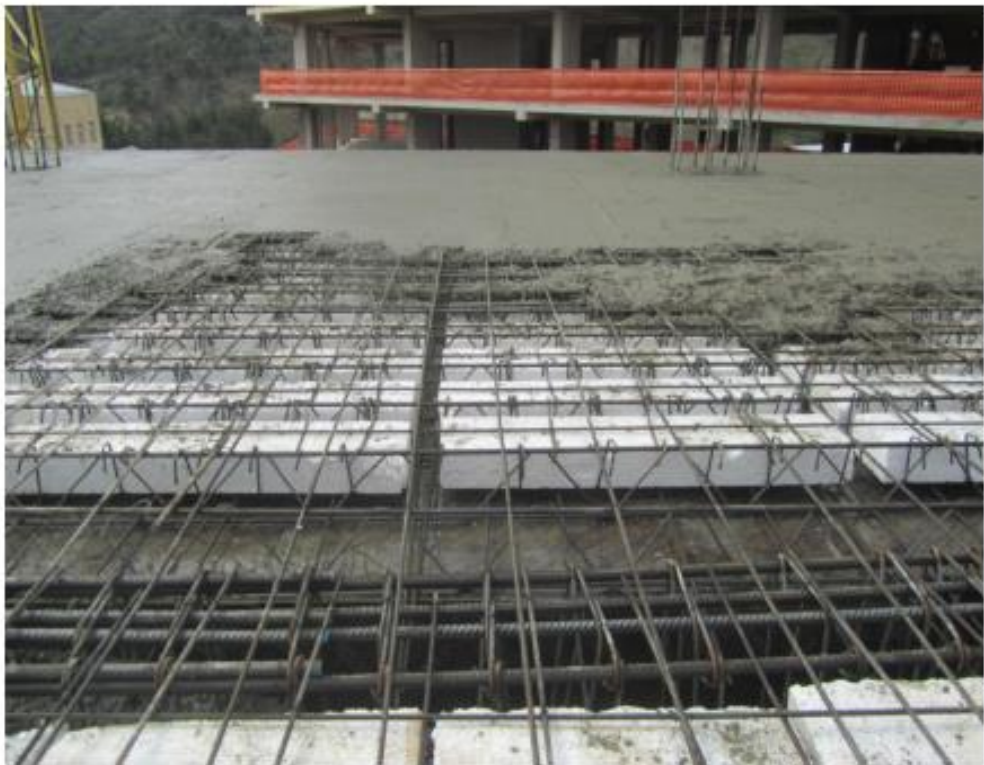
არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული ფილისტონის, კრწანისი



ნახ. 4.2.3



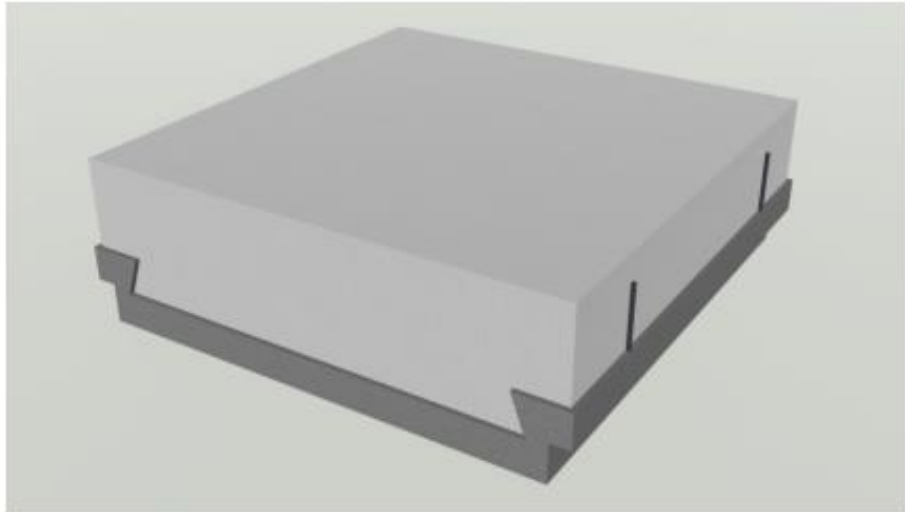
არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული ფილისთვის, კრანისი



ნახ. 4.2.4



бсб. 4.2.5.



бсб. 4.2.6



თბოიზოლირებული კედელი, კრანისი



ნახ. 4.2.7

4.3. სასტუმროს ტიპის საცხოვრებელი კომპლექსი დაბა ბაკურიანში დიდველის ტერიტორიაზე დავით აღმაშენებლის ქუჩის მიმდებარედ

კონსტრუქციული პროექტი წარმოდგენილია დანართში 8. საცხოვრებელი სახლი ორსართულიანი გეგმაში „II“¹-ეზური ფორმისაა, 1-3, 6-7 და A-F ღერძებში განთავსებული განთავსებული ნაწილების ზომებია გეგმაში 7,35X16,7 მეტრი, გრძივი მიმართულებით სვეტების ბიჯით 3,7+4,2+5,1+3,7=16,7 მეტრი. შუა ფრთების გამაერთიანებელი ნაწილის ზომებია გეგმაში D-F და 2,6 ღერძებს შორის 6,2X16,2 მეტრი. სვეტების ბიჯი გრძივი მიმართულებით 2,5+3,7=6,2 მეტრია, ხოლო გრძივი მიმართულებით 4+4,1+4,1+4=16,2 მეტრი.

საინჟინრო-გეოლოგიური დასკვნით ფუძე-გრუნტები ყავისფერი პლასტიკური თიხნარია პირობით საანგარიშო წინააღმდეგობით $R_0=2,1$ კგ/სმ², საძირკველი მოეწყო ფილაზე სისქით 40 სმ, სვეტების კვეთებია 40X40 სმ, რიგელებისა 40X40 სმ, გადახურვის ფილები სიხარულიძის სამფენოვანი ასაწყობ-მონოლითური [1] აწყობილი რიგელების არმატურის კარკასში ჩაწყობილ რკინაბეტონის ძელები (ტრიგონები), იხილეთ ნახაზები წარმოდგენილია დანართში 8.

შენობა აიგო 2018 წელს, დაიხარჯა B20 კლასის ბეტონი მოცულობით 441,20 მ³, A240C და A500C კლასის არმატურები - 43840,5 კგ, არმატურის შეცულობა 1 მ³ ბეტონში 43840,5:441,2=99,37 კგ/მ³-ია.

ნაკეთობებში - ტრიგონები, ორფენა თბოიზოლაციის ბლოკები დამზადდა თბილისში, მოხდა მათი ტრანსპორტირება ბაკურიანში. მომდევნო გვერდებზე წარმოდგენილია ფოტო-მასალა სამშენებლო სამუშაოთა წარმართვაზე.



ასანყოზ მონოლითური გადახურვა, ბაკურიანი



ნახ. 4.3.3



თბოიზოლირებული კედელი, ბაკურიანი



თბოიზოლირებული კედელი, კრწანისი

ნახ. 4.3.4

**4.4. ქ. თბილისში მარშალ გელოვანის გამზირზე №4
არსებული 5 სართულიან საცხოვრებელ სახლზე დაშენება
ლითონის კონსტრუქციებით და მისი დახურვა სიხარულიძის
ასაწყობ-მონოლითური გადახურვით**

სამუშაოები მთლიანად განხორცილდა აღნიშნულ მისამართზე ბოლო სართულშუა გადახურვის ფილაზე, ლითონის შველერებითა და ორტესებრი კოჭებით დამონტაჟდა კარკასი და მასზე მოეწყო ასაწყობ-მონოლითური ენერგოეფექტური ფილა.

წარმოდგენილ ფოტოსურათებზე განაპირა რიგის შველერებზე და შუა რიგის ორტესებრი კოჭებზე (ბალკა) ასახულია მათზე ზემოდან დაწყობილი რკინაბეტონის (ტრიგონები) და მის თაროებზე ორფენა გადახურვის თბოიზოლირებული ბლოკების დაწყობის პროცესის თანმიმდევრობა



საჩთულის დაგეგმვა, გელოვანის ქ. №4



ნახ. 4.4.1

ძირითადი დასკვნები

1. სახელმწიფო განვითარების მრავალეტაპიანი პროგრამა, რომელიც მოიცავს სამშენებლო სფეროში ენერგოდამზოგველობაზე მოთხოვნილი ყველა ევროპული სტანდარტის გათვალისწინებას, 2021 წლიდან ქვეყნის სამშენებლო კომპლექსის მონაწილე სუბიექტებს ვალდებულს ხდის ახლად ასაშენებელი ობიექტების პროექტირებისა თუ ექსპლოატაციაში გადაცემის პროცესში იხელმძღვანელონ ზემოაღნიშნული სტანდარტებით. ახლად აშენებულ საცხოვრისში თბური რეჟიმის შენარჩუნება და ქუჩიდან ხმაურის შეუღწევადობა მიღწეული უნდა იქნეს მშენებლობაში ახალი, პროგრესული კონსტრუქციული ელემენტების შექმნითა და გამოყენებით. აღნიშნული პერიოდიდან მთლიანად უნდა იქნეს აღმოფხვრილი შენობებში ნორმატიული ტემპერატურული რეჟიმის შესანარჩუნებლად ჭარბი ენერჯის მოხმარება.
2. წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომი თავისი აქტუალობით, მთლიანად ეხმაურება და ითავისებს ქართულ სამშენებლო სივრცეში ენერგოდამზოგველი ღონისძიებების გატარებასთან დაკავშირებული მოთხოვნების შესრულებას. ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე და მიღწეული შედეგები სრულ შესაბამისობაშია ევროკავშირის ზემოაღნიშნულ სტანდარტებთან მიმართებაში.
3. ჩემი შრომითი ბიორგაფიის უკანასკნელი 20 წლის მანძილზე შევქმენი ქვეყნის სამშენებლო სექტორისათვის მეტად მნიშვნელოვანი თბოეფექტური და ბგერაგაუმტარი კონსტრუქციული ელემენტები - „ასაწყობ-მონოლითური გადახურვის ფილა“, „არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისთვის“ და „სიხარულიძის კედელი“, რომელნიც მთლიანად პასუხობს ევროსტანდარტებით განსაზღვრულ მოთხოვნებს.
4. შემოთავაზებული ახალი პროგრესული თბოეფექტური და ბგერაგაუმტარი კონსტრუქციული ელემენტებისადმი წაყენებული მოთხოვნები გამყარებულია საქართველოს ინტელექტუალური საკითხების

ეროვნული ცენტრის „საქპატენტის“ მიერ რევაზ სიხარულიძის სახელზე 2014-2020 წლებში ენერგოდამზოგავი ასაწყობ-მონოლითური გადახურვებისა და კედლების მოწყობაზე შუა პენოპლასტიტ ფენით, გაცემული სამი პატენტით. ამასთან, აღიარებული გამოგონებების ორფენა ბლოკის თბოტექნიკური მახასიათებლები და რკინაბეტონის კოჭის (ტრიგონის) ფრაგმენტის გამოცდა ღუნვაზე გამოკვლეულია ლევან სამხარაულის სახელობის სასამართლო ექსპერტიზის ბიუროს მიერ და გაცემულია შესაბამისი დასკვნები:

- პირველი- ორფენა ბლოკის (ბეტონი და პენოპლასტი) თბოგამტარობის განსაზღვრის მიზნით ჩატარებული კვლევებით დადგენილია, რომ მთლიანი ბლოკის თბომედეგობა ტოლია $R_{\text{ბლ}}=0,0298+3,17=3,20\text{მ}^2\text{კ/ვატი}$. ხოლო მთლიანი ბლოკის თბოგამტარობის კოეფიციენტი $\kappa_{\text{ბლ}}=1/3,20=0,31\text{ ვატი/მ}^2\text{კ}$.

- მეორე- რკინაბეტონის კოჭის (ტრიგონის) ფრაგმენტის (კოჭის სიგრძე-150 სმ, სიგანე 22 სმ და სიმაღლე 21სმ. ბეტონის კლასი B22,5), ღუნვაზე ჩატარებული გამოცდით დადგენილია, რომ ერთმალთან კოჭს მოთავსებულს ორ უძრავ საყრდენზე, საანგარიშო მალის სიგრძით 120 სმ., მის შუა ნაწილზე მოდებული დატვირთვით, პირველი ბზარი გაუჩნდა მოდებული დატვირთვის ქვედა მხარეს გაჭიმულ ზონაში 6200 კგ დატვირთვაზე, 9900კგ დატვირთვაზე- კოჭი გატყდა, ბზარები გაჩნდა დატვირთვის მოდების ადგილას, როგორც ზედა ისე ქვედა ნაწილში. ხოლო მაქსიმალური ჩაღუნვა დაფიქსირდა 1.8სმ.

5. შედეგები შთამბეჭდავია, თბომედეგობის დადგენილი R მაჩვენებელი უახლოვდება ჩრდილოეთის ქვეყნების ფინეთის, შვეციის, დანიის, გერმანიისა და ინგლისის საანგარიშო პარამეტრებს, ზემოაღნიშნული კონსტრუქციული ელემენტები მთლიანად პასუხობს მასზედ წაყენებულ მოთხოვნებს და მიზანშეწონილად არის მიჩნეული მათი ინტენსიური გამოყენება საქართველოს ექვსივე კლიმატურ ზონაში განსახორციელებელ ყველა დანიშნულების მშენებლობებზე.

6. ტრადიციული რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებითა და საკედლე ბლოკებით მიღებულ საპროექტო გადაწყვეტებთან შედარებით, ახლად შექმნილი თბოეფექტური და ბგერაგაუმტარი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებით მიღწეული უპირატესობების გამოვლენის მიზნით, ვარიანტული დაპროექტების საფუძველზე თანაბარი გაბარიტული ზომების ორი შენობისათვის ჩატარებულია კომპიუტერულ-კონსტრუქციული გაანგარიშებები და ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზი.

7. კომპიუტერულ-კონსტრუქციული გაანგარიშებებით მიღებულია, რომ შემოთავაზებული გადახურვისა და საკედლე კონსტრუქციების გამოყენების შემთხვევაში, ტრადიციულ ვარიანტთან შედარებით მნიშვნელოვნად არის შემცირებული შენობების მზიდ კონსტრუქციებზე (სვეტებზე, რიგელებზე და საძირკვლებზე) მოსალოდნელი დატვირთვები.

8. რესურსულ-სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშებებით დადგენილია, რომ ჩემს მიერ შექმნილი თბოეფექტური და ბგერაგაუმტარი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებით მშენებლობებზე მიიღწევა მნიშვნელოვანი იმავდროული და საექსპლოატაციო ეტაპზე გათვლილი ეკონომიკური და სოციალური ეფექტი - ნაკეთობების დამზადებაზე მნიშვნელოვნად მცირდება შრომატევადობის მაჩვენებლები, 10 პროცენტით არის შემცირებული სასაქონლო ბეტონის და 16 პროცენტით არმატურის ხარჯები, ექსპლუატაციის პროცესში მკვეთრად არის გაუმჯობესებული ენერგომოწყობილობებიდან გამომუშავებული სითბოს ან გაგრილების ნორმატიული ტემპერატურული ბალანსის შენარჩუნების პროცესი, ამასთანავე ბგერადაცულობის თვალსაზრისით შენობებში შექმნილია ცხოვრებისა და მუშაობის მყუდრო გარემო.

9. ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების მიხედვით სართულშუა გადახურვებში ენერგოეფექტური „სიხარულიძის ფილის“ გამოყენება შუაში პენოპლასტის ფენით იძლევა 8,7% ეკონომიას მშენებლობის ღირებულებით მაჩვენებლებში. დაყვანილი ხარჯები ერთ კვ.მ. ე.წ. „შავი“ კარკასის მოწყობაზე, ნაცვლად 198,44 ლარისა (სრულმონოლითური რკინაბეტონის

კონსტრუქციებისაგან შედგენილი კარკასის გამოყენების შემთხვევაში), „სიხარულიძის ფილით“ პროექტის განხორციელების შემთხვევაში შეადგენს 181,18 ლარს, ანუ შემცირებულია 17,26 ლარით.

10. „საქპატენტის“ მიერ რევაზ სიხარულიძის სახელზე 2019-2020 წლებში გაცემული ორი პატენტი „გლინულის საღვინო მოწყობილობა“, პატენტი - (GE U 2019 2023 Y) და „მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად“. პატენტი - (GE U 2020 2036 Y) ემსახურება ერთიან მიზანს: მიღწეულია ახალი თბოეფექტური კონსტრუქციული ელემენტების ინდუსტრიული მეთოდებით დამზადებისა და მშენებლობებზე მათი გამოყენების სრული ციკლი. აღნიშნული მოწყობილობების გამოყენებით მიღწეულია სიმარტივე მათი გამოყენების პროცესში, მაღალი მწარმოებლურობა, მაღალი მობილობა და ფუნქციური შესაძლებლობების ფართო სპექტრი.

რეკომენდაციები

1. საქართველოს ევროკავშირთან ასოცირების საერთაშორისო ხელშეკრულება გვავალდებულებს ქვეყანაში გატარებული რეფორმების პროცესში, იქნება ეს დასაქმების, სოციალური პოლიტიკის, მშენებლობის, ენერგეტიკისა თუ გარემოს დაცვის სფერო, გავითვალისწინოთ ის აუცილებელი რეკომენდაციები, რომელიც შეუქცევადს და მაღალ შედეგებზე ორიენტირებულ გახდის ჩვენს ქვეყანას.
2. აღნიშნული კონსტრუქციული ელემენტების შეთავაზება ქვეყნის სამშენებლო კომპლექსისათვის დიდი პატივია ავტორისათვის და ამასთან ერთად უზარმაზარი პასუხისმგებლობაა მომავალი მომხმარებლების წინაშე.
3. სადისერტაციო შრომის შედეგები სარეკომენდაციო მიზნით ფართო სპექტრით არის წარმოდგენილი სხვადასხვა მშენებლობებზე. ახალი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენებით აგებულია შენობები ქ. თბილისში, ბაკურიანში, თელეთში, ჭიათურაში და სხვაგან. დიდია მსხვილი სამშენებლო კომპანიებისა და ცალკეული ინვესტორების დაინტერესება აღნიშნული გამოგონებების მიმართ.
4. სადისერტაციო ნაშრომი მთლიანად ეძღვნება ჩემი გამოგონებების სამშენებლო პრაქტიკაში აღიარებას. ამავდროულად წარმოჩენილი სიახლეების განსაკუთრებული აქტუალობიდან გამომდინარე, დიდია მოლოდინი ქვეყნის აღმასრულებელი ხელისუფლების მხრიდან აღნიშნული სიახლისადმი მნიშვნელოვანი მხარდაჭერის, მათი ქართულ სამშენებლო სივრცეში ფართომასშტაბიანი დანერგვის თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. რ. სიხარულიძე. „ასაწყობ-მონოლითური გადახურვა“. პატენტი - GE U 2014 1836 Y (გაცემის თარიღი 27.10.2014წ.);
2. რ. სიხარულიძე. „არმატურის კარკასი თბოიზოლირებული გადახურვის ფილისთვის“. პატენტი- GE U 2019 2016 Y (გაცემის თარიღი 24.07.2019წ.);
3. რ. სიხარულიძე. „გლინულის საღუნი მოწყობილობა“. პატენტი - GE U 2019 2023 Y (გაცემის თარიღი 05.11.2019წ.);
4. რ. სიხარულიძე. „სიხარულიძის კედელი“. პატენტი - GE U 2020 2034 Y (გაცემის თარიღი 06.03.2020წ.);
5. რ. სიხარულიძე. „მოწყობილობა ორფენიანი ბლოკის დასამზადებლად“. პატენტი - GE U 2020 2036 Y (გაცემის თარიღი 03.04.2020წ.).
6. ენერგოეფექტურობის პირველი ეროვნული სამოქმედო გეგმა (ეესგ)(2019-2020) საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტრო <http://www.economy.ge/uploads/files/2017/energy/samoq>
7. „საქართველოს სამშენებლო სექტორში ჩასატარებელი გრძელვადიანი (2030 წლამდე) ენერგოეფექტურობის ღონისძიებების შემუშავება ევროგაერთიანების მოთხოვნებთან შესაბამისობაში მოყვანის მიზნით“. (ქვეყნის საპროგრამო დოკუმენტის ჩარჩო პირობები). შედგენილია ექსპერტების ზაალ ხელაძის და არჩილ პაპავას ავტორობით. <http://ntc.ge/HVACprogram2030.pdf> , 120 გვ.
8. პს 01.01.09 ”სეისმომედეგი მშენებლობა“. თბილისი, 2009 წ.
9. სნ და წ II 3-79 „სამშენებლო თბოტექნიკა“. მოსკოვი, 1984 წ.
10. ნ. ვერულავა, რ. მახვილაძე. „საქართველოში მშენებლობის სფეროში ენერგოდამზოგველობის ამალღების პრობლემების მოკლე ანალიზი (მოსაზრებები და წინადადებები)“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „ენერჯია“ №3-46 2007 წელი.
11. რ.მახვილაძე, რ.სიხარულიძე, ლ.ჯოგლიძე, ბ.სიხარულიძე. „შენობათა სართულშუა გადახურვის ფილებში სითბო და ბგერაგაუმტარობის მაღალი მაჩვენებლების უზრუნველყოფის გზები და მათი სოციალ-ეკონომიკური

ეფექტურობა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2 (45), თბილისი 2017წ., 6 გვ.

12. რ. სიხარულიძე. „მრავალსართულიანი რკინაბეტონის კარკასული შენობების შემომზადდავი კედლების შევსება ორფენიანი ბლოკებით და მათი ტექნიკურ ეკონომიკური ეფექტურობა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3 (52), 2019 წ., 9 გვ.

13 რევაზ მახვილაძე. მიხეილ ალექსის ძე ბითაძე 1903-1983 წლიში. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. №4 (31), თბილისი 2013წ.

14. პნ 01.05.-08 „სამშენებლო კლიმატოლოგია“. დაპროექტების ნორმები. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების მინისტრის ბრძანება №1-1/1743, 2008 წლის 25 აგვისტო.

15. ო. ფურცელაძე, გ. აბულაშვილი. „ენერგოდაზოგვა საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობებში“ გამომცემლობა „საქართველოს ენერგოეფექტურობის ცენტრი“, თბილისი, 2001წ.

16. სნ. სნ და წ. 2.01.07-85 „დატვირთვები და ზემოქმედებები“, მოსკოვი, 1986წ.

17. რ. მახვილაძე. „შენობა-ნაგებობათა შეფასების კრიტერიუმები და აუდიტი“. სახელმძღვანელო, თბილისი, სტუ, 2010წ;

18. რ. მახვილაძე, ნ. ქარქაშაძე. „საქალაქო მეურნეობის ეკონომიკა და მენეჯმენტი“, სახელმძღვანელო, თბილისი სტუ, 2007წ,

19. ბახტურიძე ხ. – „საიმედო მშენებლობა“ 23.12.2016

<https://buildgeo.ge/statiebi/article/20709-khathuna-bakhturidze>

20. საქართველოს კანონი „ინოვაციების შესახებ“. მიღებული საქართველოს პარლამენტის მიერ 12.07.2016 წ. N 5501-IIIს

21. საქართველოს კანონი „სტანდარტიზაციის შესახებ“. 1999 წლის 25 ივნისი. N2197-IIIს

<http://www.economy.ge/uploads/kanonmdebloba/standartebi/standartizaciis.pdf>

22. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №439 ტექნიკური რეგლამენტის - „სამშენებლო სამუშაოების ხარჯთაღრიცხვის ფასწარმოქმნის ადეკვატურობის დადგენის მეთოდოლოგია“ დამტკიცების თაობაზე. თბილისი, 2017 წლის 26

სექტემბერი

http://procurement.gov.ge/getattachment/ELibrary/LegalActs/faswarmoqmnis_adekvaturobis_dadgenis_meTofika.pdf.aspx

23. ჩიტაია მ. „სამშენებლო მასალები“. თბილისი, 2018

http://resonancedaily.com/index.php/index.php?id_rub=3&id_artc=24042

24. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №41 ტექნიკური რეგლამენტის „შენობა ნაგებობების უსაფრთხოების წესების“ დამტკიცების თაობაზე. თბილისი, 2016 წლის 28 იანვარი

25. ბირგიტ დ. მაიერ-ვ., ხათუნა სიჭინავა, თომას დუცია და სხვები „ენერგოეფექტურობა მშენებლობაში“ თბილისი, 2017 263 გვ.

26. სამშენებლო ნორმები და წესები - „ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ (პნ 03.01-09).

27. რ.სიხარულიძე. „გლინულასაგან (კატანკა) კლაკნილი ფორმის დამამზადებელი ნაკეთობის საღუნო მოწყობილობა“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი №1 (50), 2019, 4 გვ.

28. მ.ბაქრაძე, დ.ზაქაშვილი, რ.მახვილაძე, რ.სიხარულიძე. „თბოსაიზოლაციო მასალებში შევსებული შემომზღუდავი კედლებისა და გადახურვის გაანგარიშების მეთოდის შენობაში თბოდანაკარგების გათვალისწინებით“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი №1 (50), 2019, 6 გვ.

29. მ.ბაქრაძე, რ.მახვილაძე, რ.სიხარულიძე, დ.ზაქაშვილი. „შენობების სერთიფიცირება და გამკაცრებული მოთხოვნები დაპროექტებისა და ექსპლუატაციაში მიღებისას“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი №3 (52), 2019. 4 გვ.

30. რ. სიხარულიძე. „შუა დამათბუნებელი პენოპლასტის ენერგოეფექტური სართულშუა გადახურვებითა და თბოიზოლირებული ბლოკებით ასაგები შენობებისათვის კარკასის კონსტრუქციების ვარიანტული გაანგარიშება და მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზი“. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4 (53), 2019.

31. (The Energy Performance of Buildings Directive)

32. International Building Code .

33. საქართველოს მთავრობის 2017 წლის 15 აგვისტოს №398 დადგენილება, „საცხოვრებელი სახლებისა და საზოგადოებრივი/საჯარო დაწესებულებების შენობების სათავსებში და ტერიტორიებზე აკუსტიკური ხმაურის ნორმების შესახებ.
34. საქართველოს მთავრობის 2019 წლის 31 მაისის №255 დადგენილება, „მშენებლობის ნებართვის გაცემისა და შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციაში მიღების წესისა და პირობების შესახებ“.
35. რ.სიხარულიძე. „სართულშუა გადახურვები ასაწყობ-მონოლითური რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებით და მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტთა 86-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თეზისების კრებული. თბ. 2019 წ., გვ. 56
36. რ.სიხარულიძე. „მრავალსართულიანი შენობებისათვის ენერგოეფექტური სამფენიანი სართულშუა გადახურვის ფილების ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა“. აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. ნიკო ნიკოლაძის 175 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი სტუდენტთა საუნივერსიტეტოშორისო კონფერენციის მასალები. ქ. ქუთაისი, 8-9 დეკემბერი, 2018 წ. გვ. 252-259.
37. თრონდ დაჰლსვენი, გიორგი აბულაშვილი, ხათუნა სიჭინავა „შენობების ენერგოაუდიტი ENSI –ის მეთოდები და ინსტრუმენტები“. გამომცემლობა უნივერსალი, 2010. 291 გვ.
41. საქართველოს კანონი „არქიტექტურული საქმიანობის შესახებ“ თბილისი, 1998 წლის 14 აპრილი. №1355-III
<http://www.parliament.ge/uploads/other/39/39937.pdf>
42. საქართველოს კანონი „შენობების ენერგოეფექტურობის შესახებ“. მიღებულია საქართველოს პარლამენტის მიერ 21 მაისი, 2020 წ. დოკუმენტის ნომერი 5900-სს
<https://www.matsne.gov.ge/ka/document/view/4873932?publication=0>
43. „არქიტექტურული და სამშენებლო საქმიანობის კოდექსი“. ქუთაისი, 20 ივლისი, 2018 წ. N3213-რს

44. საქართველოს კანონი მეწარმეთა შესახებ. 1999 წლის ივნისის ცვლილებებითა და დამატებით. თბილისი, 1999წ.
<http://napr.gov.ge/source/sakanonmdeblo%20aqtebi/ivlisi2017/mecarm.pdf>
45. ბაქანიძე შ., მახვილაძე რ. “შენობა-ნაგებობების ტექნოლოგიური გადაწყვეტა” თბილისი, სტუ 2009
46. “მშენებლობის ფილოსოფია და თანამედროვე გამოწვევები “
<https://commerciant.ge/ge/post/msheneblobis-filosofia-da-tanamedrove-gamowvevebi>
47. “სამშენებლო კონსტრუქციების მემონტაჟი” - განათლების ხარისხის განვითარების და ეროვნული ცენტრი. 2017წელი; 2-11 გვ.
48. მახარაშვილი ი., ბარათაშვილი ავგ. - „მენეჯმენტის ინტეგრირებული სისტემები“ გამომცემლობა „უნივერსალი“ თბილისი, 2018
49. ღვედაშვილი ქ. - „უსაფრთხოა თუ არა სახლი, სადაც ვცხოვრობთ“ 31.03 2017
<http://liberali.ge/articles/view/28544/usaftrkhoa-tu-ara-sakhli-sadats-vtskhovrobt>
50. „სამოქალაქო და ინდუსტრიული მშენებლობა“ -
<http://logisticssolutions.ge/geo/static/169/industries-served/civil-construction-and-industrial-manufacturing>
51. საქართველოს სტატისტიკური წელიწდეული 2017. სტატისტიკის დეპარტამენტი. თბილისი, 2017 წ.