

გოჩა ბზეკალავა

**დაბალი და საშუალო სართულიანობის ენერგოეფექტური
საცხოვრებელი შენობების დაპროექტების პრინციპები**

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის

მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა-არქიტექტურა

შიფრი-1101

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

2015 წ.

© საავტორო უფლება გოჩა ბზეკალავა 2015 წ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

არქიტექტურის, ურბანისტიკის და დიზაინის ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გოჩა ბზეკალავას მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „დაბალი და საშუალო სართულიანობის ენერგოეფექტური საცხოვრებელი შენობების დაპროექტების პრინციპები“ და ვამღებთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის არქიტექტურის, ურბანისტიკის და დიზაინის ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

19.06.2015

ხელმძღვანელი: ლევან ბერიძე,
არქიტექტურის დოქტორი, სრული პროფესორი

რეცენზენტი: ვახტანგ ფირცხალავა,
არქიტექტურის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი

რეცენზენტი: მამუკა სალუქვაძე,
არქიტექტურის დოქტორი,
შ.პ.ს. თბილისის ენერგეტიკის სააგენტოს
გენერალური მენეჯერი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2015 წელი

ავტორი:

გოჩა ბზეკალავა

დასახელება:

„დაბალი და საშუალო

სართულიანობის ენერგოეფექტური საცხოვრებელი შენობების
დაპროექტების პრინციპები“

ფაკულტეტი : არქიტექტურის, ურბანისტიკის და დიზაინის

ფაკულტეტი

აკადემიური ხარისხი: არქიტექტურის დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: 13.07.2015

ინდივიდუალური პროცენტების ან ინსტიტუტების მიერ შემომოყვანილი 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

შენობა-ნაგებობების არქიტექტურულ-მოცულობითი გადაწყვეტა ყოველთვის წარმოადგენდა წინააღმდეგობრივი მოთხოვნების კომპრომისის შედეგს, რომელთა გათვალისწინება სავალდებულოა არქიტექტორისათვის. ეს არის მხატვრული გამოხატვის სივრცითი-მოცულობითი გადაწყვეტა, სიახლის დანერგვა და იმავდროულად შენობების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის ეკონომიურობა, ჩადებული ინვენსტიციების ეფექტურობა, შენობის გამძლეობა და გამოსადეგობა. შენობებისთვის ინდივიდუალურობის მიმნიჭებელი მეთოდებსა და ხერხებს შორის არის მათი ფორმა და ორიენტაცია, ფერი, ექსტერიერის არქიტექტურული დეტალები, ფასადზე მინის ფოლადისა და ბეტონის კომბინაცია. მათზე ოპერირებისას არქიტექტორს უფლება არა აქვს მხედველობიდან გამორჩეს ამ ფაქტორების გავლენა შენობაზე, რამეთუ შენობის ასაშენებლად გაწეულ ხარჯებს ემატება არქიტექტურულ გადაწყვეტებთან დაკავშირებული ექსპლუატაციის დამატებითი ხარჯები.

ნაშრომში განხილულია დაბალი და საშუალო სართულიანობის ენერგოეფექტური შენობების მსოფლიო და სამამულო გამოცდილება.

თბილისის საყოფაცხოვრებო სექტორის შეფასება ენერგოეფექტურობის კუთხით.

მსოფლიოში შექმნილი ეკონომიური და ენერგეტიკული მდგომარეობა.

ახალი მშენებლობებისა და არსებულის რეკონსტრუქციისას დღევანდელი რეალობის გათვალისწინებით, ენერგოდაზოგვის კუთხით საკითხის სხვაგვარი, ახლებური გადაწყვეტის შესაძლებლობები.

ევროპისა და მსოფლიო წამყვანი ქვეყნების საკანონმდებლო ბაზის ზოგადი ასპექტები.

დასახულია ამოცანა არსებული საცხოვრებელი ფონდის ენერგოეფექტურობის ამაღლებისა და ახალ მშენებლობებში ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესების მიზნით ყველა სამეცნიერო კვლევისა

და ნაშრომის გამოყენება და მისთვის სამომხმარებლო უპირატესობის მინიჭება, როგორც მაცხოვრებლებისთვის, ასევე ინვესტორებისთვის.

რეკომენდებულია რიგი ღონისძიებები ახალი მშენებლობებისა და არსებული შენობების ენერგოეფექტურობის ასამაღლებლად. ევროპისა და საქართველოს კლიმატური პირობების შეჯერებითა და გათვალისწინებით მოცემულია საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის **R**-თბოწინაღობის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტი.

დისერტაციის დასასრულს მოცემულია სამეცნიერო ნაშრომის ზოგადი დასკვნები.

Summary

The architectural-capacitive solution was always a result of a compromise on controversial requirements that an architect is obliged to consider. This is a spatial-capacitive solution of artistic expression, introduction of novelty and, at the same time, the cost-effectiveness of construction and usage, the efficiency of investment, as well as the stability and usefulness of a building. Among the methods giving individual appearance to buildings are: a form and orientation, a color, architectural details of exterior, a combination of glass, steel and concrete on a façade. An architect will not be allowed to miss the impact these factors will have on a building, as additional expenses of usage related to architectural solutions will be added to the costs required for the construction of a building.

The work reviews the international and domestic experience of the energy efficiency of buildings of low and medium height.

The assessment of Tbilisi household sector in regard to the energy efficiency.

The economic and energy condition (situation) in the world.

The new and diverse opportunities for resolving the energy efficiency issues taking into account a current reality of new constructions and existing reconstructions.

The general aspects of a legislative base of countries of Europe and the world.

There is established a goal to use every scientific research and work for the enhancement of energy efficiency of existing housing stock and the improvement of energy efficiency in new constructions, as well as to give consumer preference to such researches and works for both residents and investors.

A set of measures are recommended for the enhancement of energy efficiency of new constructions and existing buildings. By collating and considering the climatic conditions of Europe and Georgia, the future R-value (thermal resistance coefficient) is recommended for cities and towns of Georgia.

At the end of the thesis, there are given the general conclusions of the scientific work.

შინაარსი

შესავალი	9
1. თემის აქტუალობა	9
2. ენერგოეფექტური შენობების ცნების განსაზღვრა, „ენერგოეფექტური შენობების“ არსი	15
თავი I. ენერგოეფექტური შენობების პროექტირების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციის მსოფლიო და სამამულო გამოცდილება	19
I.1 კლიმატისა და ენერგოდაზოგვის გათვალისწინება მსოფლიო ხალხების მშენებლობის ტრადიციებში	19
I.2. დაბალი და საშუალო სართულიანობის ესს (ენერგოეფექტური საცხოვრებელი სახლები) პროექტირებისა და მშენებლობის უცხო ქვეყნების თანამედროვე გამოცდილება	25
I.3 საქართველოში დაბალი და საშუალო სართულიანობის შენობების პროექტირებისა და მშენებლობისას ენერგოდაზოგვის ტენდეციების ევოლუცია, ეკონომიური ასპექტები და ენერგოდაზოგვის ტენდეციებს თანამედროვე გამოცდილება	38
თავი II. ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) სფეროში მსოფლიო და სამამულო ნორმატიული პოლიტიკის ანალიზი	53
II.1. ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) ნორმატიული პოლიტიკა მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში	53
II.2. ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) ნორმატიული პოლიტიკა საქართველოში	61
თავი III. თბური წინაღობის რაობა. საამშენებლო მასალების თბოწინაღობის R-რეკომენდირებული სიდიდე და მისი ალტერნატივა მასალის თბოგამტარობის U-კოეფიციენტი. დაბალი და საშუალო სართულიანობის შენობების ენერგოეფექტურობის კონსტრუქციული თავისებურებები და პრინციპები	64
III.1 თბური წინაღობის რაობა. საამშენებლო მასალების თბოწინაღობის R-რეკომენდირებული სიდიდე და მისი ალტერნატივა მასალის თბოგამტარობის U-კოეფიციენტი ევროპის ქვეყნებისა და ქალაქისთვის	64
III.2 დაბალი და საშუალო სართულიანობის შენობების ენერგოეფექტურობის კონსტრუქციული თავისებურებები და პრინციპები და მოსალოდნელი ეკონომიური ეფექტი	71
III.3 დასკვნები და რეკომენდაციები	97
თავი IV. ევროპისა და საქართველოს კლიმატური პირობების გათვალისწინებით R-თბოწინაღობის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტი საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის	101
IV.1 საამშენებლო კლიმატოლოგია	101
IV.2 საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის R-თბოწინაღობის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტი	103
IV.3 ზოგადი დასკვნები და რეკომენდაციები	112
განმარტებები	123
გამოყენებული ლიტერატურა და ინტერნეტრესურსები	124

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. დასავლეთის ქვეყნებში R-თბოწინალობის კოეფიციენტის ცვლილება-----	25
ცხრილი 2. საქართველოში და განვითარებულ ქვეყნებში თბოეფექტურობის არსებული მდგომარეობის შედარება-----	48
ცხრილი 3. შემომზადდავი კონსტრუქციების თბოწინალობის ძველი და ახალი ნორმების შედარება-----	51
ცხრილი 4. 1-2-3 და 3ა ვარიანტების კაპიტალდაბანდების ეკონომია ლარებში და %-ში-----	83-84
ცხრილი 5. 1-2-3 და 3ა ვარიანტ. ბუნებრივი აირის ეკონომია -----	85
ცხრილი 6. ევროპის ქალაქების ჰაერის გარე ტემპერატურა წლის განმავლობაში.-----	102-103
ცხრილი 7. კედლის სახურავისა და ფანჯრის რეკომენდირებული R კოეფიციენტი.-----	104-105-106
ცხრილი 8. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა -----	107
ცხრილი 9. ქარის მახასიათებლები-----	108

Error! Bookmark not defined.

ნახაზების ნუსხა

1. სქემა 1. შენობის საინჟინრო გადაწყვეტების ურთიერთკავშირი-----	16
2. სქემა 2. შენობის სიცოცხლის ციკლი-----	17
3. გრაფიკი 1. სითბოგადაცემის წინალობის ცვლილებები შვედეთსა და საქართველოში-----	50
4. სქემა 3. II-III და IV კლასის შენობ. გეგმების მარტივი კონფიგურაცია----	77
5. სქემა 4. კედლის თბოგამტარობის სქემა თერმული წინარობის მაჩვენებლით-----	78-79
6. სქემა 5. განხილული ვარიანტების შესრულების სქემა-----	82
7. გრაფიკი 2-3-4. ბუნებრივი აირის ეკონომიის ხარჯზე ჩადებული კაპიტალის ამოღების გრაფიკი-----	86
8. სქემა 6. შენობაზე მოქმედი სტატიკური და დინამიური დატვირტვების სქემა-----	89
9. გრაფიკი 5. ინვესტიციის ამოგების გრაფიკი-----	95-96-97

შესავალი

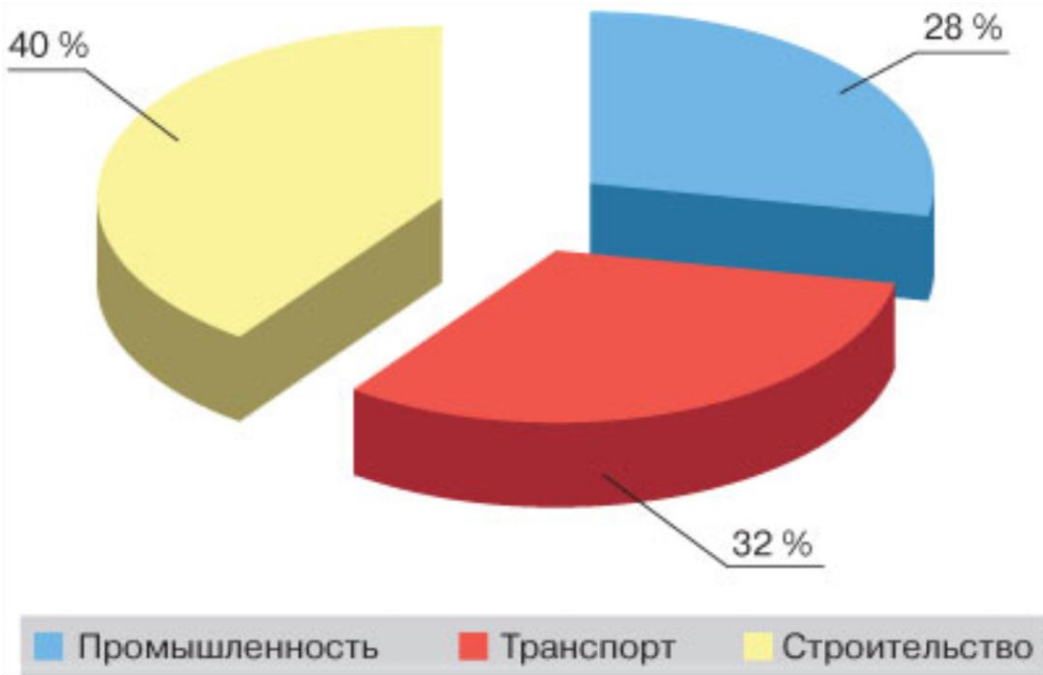
1. თემის აქტუალობა

“თანამედროვე არქიტექტურა” მე-20 საუკუნეში-მშენებლობის ინდუსტრიალიზაციისა და ტემპების დაჩქარების, ახალი მასალებისა და კონსტრუქციების ზეგავლენით ჩამოყალიბდა. მისი მასშტაბები იყო დიდი და მნიშვნელოვანი, მაგრამ ამავე დროს ნათლად ჩანდა შეუსაბამობა საზოგადოების რეალურ მოთხოვნებთან, განსაკუთრებით იქ, სადაც გათვალისწინებული უნდა ყოფილიყო ბუნებრივი, სოციალურ-ფსიქოლოგიური ფაქტორები, როგორცაა ბუნებრივი გარემოს სპეციფიკა და ადგილის თავისებურებანი. ურბანიზაციის ზრდამ ადამიანის ბუნებასთან კონტაქტი დაასუსტა. მის ყოველდღიურობას შეადგენს ქალაქის ხელოვნური გარემო – მრავალსართულიანი სახლებით, ხმაურიანი ქუჩებით, ქვით, ასფალტით, გაჭუჭყიანებული ჰაერით. თანამედროვე ურბანიზებულმა გარემოს მეორადმა ბუნებამ გაანადგურა პირველი, ნამდვილი. მაშინ “ბუნება ქალაქისაგან დაშორებული, მოწყვეტილი, ქუჩებიდან გაგდებული იწყებს აღორძინებას ნაგებობათა შორის. არქიტექტურული პრობლემების ამ მიმართულებით გადაწყვეტის მცდელობა არის ის, რასაც ვუწოდებთ არქიტექტურისადმი ეკოლოგიურ მიდგომას” (ალექსეი გუტნოვი).

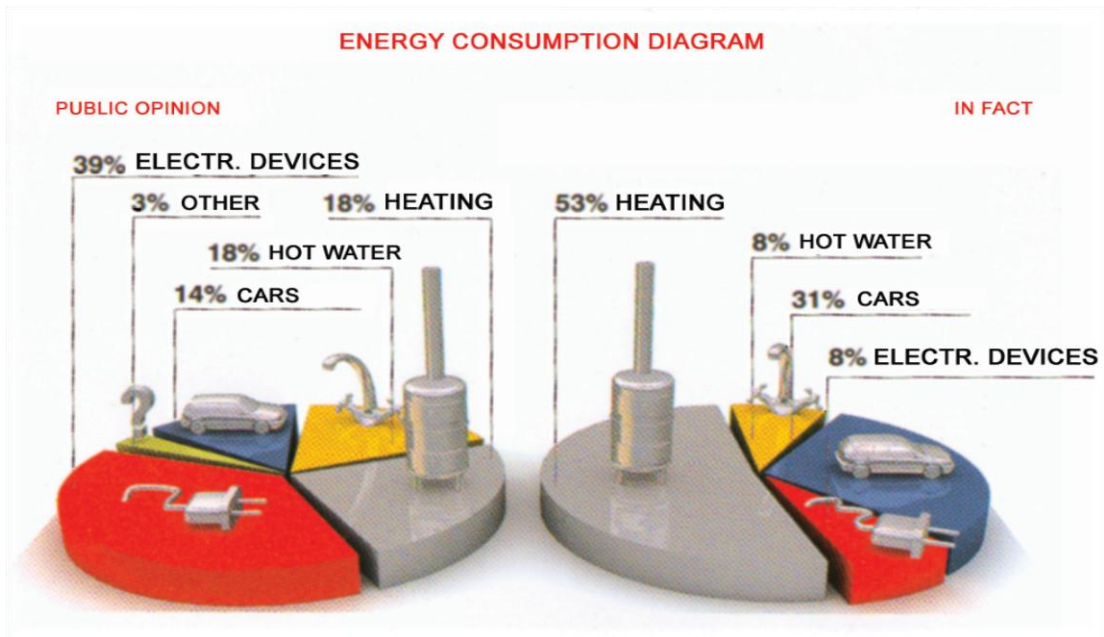
გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას, რომ ენერგეტიკა თანამედროვე კაცობრიობის მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს. ტექნიკის, ეკონომიკის, თუნდაც სოციალური პრობლემების მოგვარება წარმოდგენელია ენერგეტიკული პრობლემების გადაწყვეტის გარეშე. ტრადიციული საწვავი ჯერ-ჯერობით ენერჯის ყველაზე გავრცელებულ, ხელმისაწვდომ წყაროს წარმოადგენს, მაგრამ შორს არ არის ის დრო, როცა ულვეი ენერგეტიკული რესურსების შესახებ მითი იქცევა რეალობად. აუცილებელი გახდა ტრადიციული წყაროების ჩანაცვლება განახლებადი ალტერნატიული ენერჯიებით. თბო-ენერგო რესურსები (თერ) თანამედროვე ცივილიზაციის

არსებობის მთავარ პირობას წარმოადგენს. მსოფლიოში შექმნილი ეკონომიური და ენერგეტიკული მდგომარეობა, ახალი მშენებლობებისა და არსებულის რეკონსტრუქციისას ენერგოდაზოგვის პრობლემა, დღევანდელი რეალობის გათვალისწინებით მოითხოვს საკითხის სხვაგვარ, ახლებურ მიდგომას. დასახულია ამოცანა არსებული საცხოვრებელი ფონდის ენერგოეფექტურობის ამაღლებისა და ახალ მშენებლობებში ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესების მიზნით ყველა სამეცნიერო კვლევისა და ნაშრომის გამოყენება და მისთვის სამომხმარებლო უპირატესობის მინიჭება, როგორც მაცხოვრებლებისვის, ასევე ინვესტორებისთვის. მსოფლიო ენერგო რესურსების მარაგისა და მათზე მოთხოვნის ზრდის ტემპების გათვალისწინებით ახლო მომავალში 30-50 წლის შემდეგ მოსალოდნელია ენერგორესურსებზე დეფიციტის წარმოქმნა. აქედან გამომდინარე მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების ერთერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად საამშენებლო ობიექტებზე, ტრანსპორტში და მრეწველობაში ენერგორენტაბელური ტექნოლოგიებისა და მასალების დანერგვის საშუალებით ენერგოეფექტურობის ზრდის ხარჯზე ენერგორესურსებზე მოთხოვნის მზარდი ტემპის შემცირება წარმოადგენს. ენერგოეფექტურობის პრობლემის აქტუალურობა მაღალი ეკონომიკური განვითარების ქვეყნებისთვის განსაკუთრებით მაღალია და პირველ რიგში ევროპის ქვეყნებისთვის, სადაც ენერგომოთხოვნის 70% იმპორტის მეშვეობით ივსება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბოლო წლებში მსოფლიოში ენერგოეფექტური საცხოვრებელი შენობების მშენებლობა ქალაქის მესვეურებისა და ინვესტორების სულ უფრო მეტ ყურადღებას იპყრობს. ინვესტორს შესაძლებლობა ეძლევა გაზარდოს შენობის სამომხმარებლო თვისებების კონკურეტუნარიანობა, ამასთან შენობის საძირკველზე კვადრატული მეტრების გაზრდა მომგებიანია და უპირატესობას ანიჭებს ენერგოეფექტური მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლების მშენებლობას.



ილ. 1. ევროპაში თბური-ენერგეტიკული რესურსების მოხმარების სტრუქტურა დიაგრამიდან ნათლად რომ (თერ) თბური-ენერგეტიკული რესურსის დაახლოებით 40% გამოიყენება მშენებლობაში. ამდენად ენერგოეფექტურობის პროგრამების განხორციელების კუთხით ეკონომიკის ამ სექტორს უდიდესი პოტენციალი გააჩნია. საზოგადოებას პოსტ-საბჭოთა ქვეყნებში განსხვავებული წარმოდგენა აქვს ენერჯის მოხმარებაზე.



ილ. 2. კომპანია “Rockwool”-ის კვლევის მონაცემები

კომპანია “Rockwool”-ის მონაცემებით მოსახლეობის აზრით დახარჯული ენერჯის უდიდესი ნაწილი მოდის ელ. მოწყობილობებზე, მაშინ როდესაც სინამდვილეში ენერჯის 53% გათბობაზე იხარჯება.

მულტიკომფორტული სახლი, ეროვნული ტრადიციებისა და გეოგრაფიული ადგილმდებარეობის გათვალისწინებით შენობის პროექტირების დიდ შესაძლებლობებს იძლევა, მაგრამ ჩვეულებრივი მშენებლობისგან ფუნდამენტალურად არაფრით განსხვავდება. ეკონომიურობის თვალსაზისრით ასეთი სახლის მშენებლობისთვის ხარჯი 5-8%-ით იზრდება, თუმცა ამ ინვესტიციების ამოიღება ენერჯის ეკონომიით და შესაბამისად შენობის კომფორტული საცხოვრებელი პირობების უზრუნველყოფისთვის დანახარჯების შემცირებითაა შესაძლებელი;

ცხელი ქვეყნებისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ზაფხულის სეზონს ეთმობა, ცივი ქვეყნებისთვის კი შენობის ვენტილაციასა და გერმეტიულობას. ამრიგად მულტიკომფორტული სახლი ყველა კლიმატური ზონისთვისაა შესაფერისი. ევროპულ შენობებში ენერჯის საშუალო მოხმარება 200-300კვ.სთ/(კვ.მ.წელიწადი) შეადგენს. ენერგომოხმარების სტრუქტურის ანალიზი აჩვენებს, რომ ძველ ნაგებობებში ენერჯის 70-80% იხარჯება გათბობაზე და 10-12% ცხელ წყალსა და ელექტროენერჯიაზე. თბოდაცვის ძველი ნორმებით აშენებული ნაგებობების ენერგომოხმარების ხარჯვის საშუალო დონის 70-75%-მდე შეიძლება იქნეს შემცირებული შენობის შემომსაზღვრელი ელემენტების ეფექტური თბური იზოლაციით. ევროპაში მოქმედი საამშენებლო ნორმები მოხმარებულ ენერჯიას 80-100კვტ.სთ/(კვ.მ.წელი) ზღვარზე აყენებს. ახალი კონცეფციის შესაბამისად აშენებული ან მშენებარე ახალი თაობის სახლების ენერგომოხმარება არ უნდა აღემატებოდეს 15.სთ/(კვ.მ.წელი). ასეთი ნორმატივის უზრუნველყოფის განმსაზღვრელ ფაქტორს საამშენებლო კონსტრუქციების ეფექტური თბური იზოლაცია წარმოადგენს.

საამშენებლო ინდუსტრიაში ენერგოდამზოგავი ტექნოლოგიების დანერგვის სტრატეგიულ მიზანს შემოთავაზებული კონცეპტუალური, მეთოდური და საპროექტო გადაწყვეტა წარმოადგენს, რომელიც უზრუნველყოფს საცხოვრებელი პირობების გაუმჯობესებას, ეკოლოგიური საკითხების გადაწყვეტას, რესურსებისა და ენერჯის დაზოგვას. მომხმარებლები (ინვესტორები) დახარჯული ენერჯის შესამცირებლად ხშირად კონსულტაციასა და რჩევას ითხოვენ. ენერჯის ეფექტურად გამოყენებისათვის არსებული მრავალი ფაქტორის არსებობის პირობებში, განსაკუთრებით ენერგომატარებლებზე გაზრდილი ფასისა და გარემოზე ჩვენს ცნობიერებაში მზარდი პასუხისმგებლობის გათვალისწინებით, ქცევებზე და მეთოდებზე უდიდეს გავლენის მოხდენა კანონმდებლობას შეუძლია. ნორმან ფოსტერი (Sir Norman Foster) წერს: "არქიტექტორებს არ შეუძლიათ მსოფლიოში ყველა ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა, მაგრამ ჩვენ შეგვიძლია დღეს-დღეისობით გამოყენებული ენერჯის ნაწილის მომხმარებელი შენობების დაპროექტება, გარდა ამისა ადეკვატური ურბანული დაგეგმარების წყალობით ჩვენ შეგვიძლია ზემოქმედება მოვახდინოთ სატრანსპორტო ნაკადებზე. ობიექტების მდებარეობა და ფუნქციური დანიშნულება, მისი კონსტრუქციული მოქნილობა და ტექნოლოგიური რესურსი, ორიენტაცია, ფორმა და კონსტრუქცია, მისი გათბობა-ვენტილაციის სისტემები, მშენებლობის დროს გამოყენებული მასალების მახასიათებლები-ყველაფერი ეს გავლენას ახდენს ენერჯის რაოდენობაზე, რომელიც შენობის აგებაზე, მის ექსპლუატაციასა და ტექნიკურ მომსახურებაზე იხარჯება, ასევე შენობისკენ და შენობიდან მოძრავ ტრანსპორტზე."

დისერტაციის მიზანს და პრაქტიკული გამოყენების საგანს წარმოადგენს:

- . ენერგოეფექტური შენობების არქიტექტურის განვითარების ანალიზი;
- . ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) სფეროში სამამულო და ევროპის ნორმატიული პოლიტიკის ანალიზი;

- ენერგოეფექტური დაბალი და საშუალო სართულიანობის საცხოვრებელი შენობების კონსტრუქციული თავისებურებები და ენერგოეფექტური საამშენებლო მასალის შერჩევის სამეცნიერო პრინციპების დამუშავება;
- ქართულ ბაზარზე არსებული თბოსაიზოლაციო მასალების შეფასება მათი ხარისხის, ენერგოეფექტურობისა და ეკონომიურობის თვალსაზრისით;
- ენერგოდამზოგავი მასალების პოპულარიზაციის გაწევა და საზოგადოების შესაბამისი სექტორის მიერ სწორი არჩევანის გაკეთების გასაადვილებლად წინაპირობების შექმნა;
- ენერგოეფექტური შენობების პროექტირებისა და მშენებლობის, საამშენებლო მასალების R-თბოწინარობის რეკომენდირებული სიდიდისა და მისი ალტერნატივის U-კოეფიციენტის (თბოგამტარობა) სამეცნიერო საფუძვლების შესწავლა და თბოწინალობის $R_{(1)}$ სიდიდისა და $U_{(2)}$ -კოეფიციენტის განსაზღვრა;

კვლევის ძირითადი ამოცანები:

დაბალი და საშუალო სართულიანობის ენერგოეფექტური საცხოვრებელი შენობების არქიტექტურის ფორმირებისთვის სამეცნიერო პრინციპების დამუშავება და ძირითადი მოთხოვნების განსაზღვრა;

ნაშრომის სიახლე და სამეცნიერო-პრაქტიკული ღირებულება:

ჩატარებული კვლევის მეცნიერული ღირებულება და სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ თეორიული კვლევების სისტემატიზაციის საფუძველზე ევროპისა და საქართველოს ქალაქების კლიმატური პირობების გათვალისწინებით, წლის მინიმალური, მაქსიმალური და წლის საშუალო ტემპერატურების შეჯერებითა და მისადაგებით საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის განისაზღვრა კედლების, სახურავისა და ფანჯრების R-თბოწინალობის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტი.

თბური წინალობა (R) არის მაჩვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს შემომზღუდავი კონსტრუქციის სისქისა და კონსტრუქციაში გამოყენებული

მასალების თბოგამტარობის კოეფიციენტების ჯამის დამოკიდებულებას. იმ შემთხვევაში, თუ ვიცით სასურველი ან დაგეგმილი საანგარიშო თბური წინაღობა, შესაძლოა მის შესაბამისად კედლის შემადგენელი ფენების სისქისა და თბური მახასიათებლების განსაზღვრა, შესაბამისად დავითვლით შენობის მიერ დახარჯული ენერგიის რაოდენობას, რომელიც საჭიროა მასში კომფორტული ტემპერატურის შესანარჩუნებლად.

2. ენერგოეფექტური შენობების მცნების განსაზღვრება, „ენერგოეფექტური შენობების“ არსი.

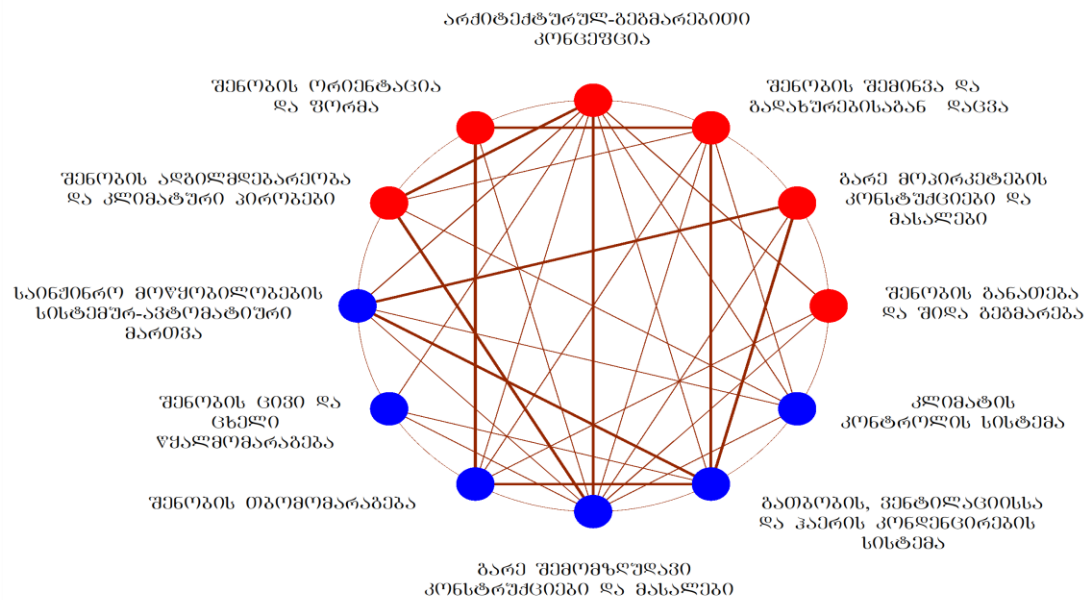
მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლები ენერგოდაზოგვის გაზრდის მრავალ შესაძლებლობას იძლევა. პირველ რიგში ეს დაკავშირებულია ბინების კომპაქტურ დაგეგმარებასთან, საზოგადოებრივი სივრცის რაციონალურ გამოყენებასთან (ზამთრის ბაღების მოწყობის შესაძლებლობა). განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ ამ ტიპის შენობებში შესაძლებელია მაქსიმალურად ეფექტურად იქნეს გამოყენებული დახურული (ჩაკეტილი) თერმული გარსი (თბოიზოლაცია). ამგვარი გარსის მოწყობა გულისხმობს კედლების თბოიზოლაციის გაუმჯობესებას, სარდაფის სახურავის დათბუნებას და სხვა ღონისძიებების გატარებას შენობის უწყვეტი თბური გარსის შესაქმნელად.

დაბალი საშუალო სართულიანობის საცხოვრებელ სახლებში სამხრეთით და სამხრეთ-აღმოსავლეთით ორიენტირებული ფანჯრის ღიობების რაოდენობისა და ზომების სწორი თანაფარდობის ხარჯზე შესაძლებელია შენობის მზით პასიური გათბობა იქნეს მიღწეული. ასევე ეფექტურია სამმაგი მინიანი, ან ინერტული გაზით შევსებული ფანჯრების გამოყენება, გაერთიანებული ბუნებრივი კონდენცირებასა და ვენტილაციის სისტემებთან ერთად. ასეთ შენობები რეალურად წარმოადგენენ ენერგოეფექტურ შენობებს. შენობის ენერგო მაჩვენებლების კვლევისა და პროექტირებისას კომპლექსური მიდგომა, ასევე მათი მეტი ენერგოეფექტურობისათვის ოპტიმიზაციის სწორი გადაწყვეტების ძებნა

რთული ურთიერთდაკავშირებული ამოცანების გადაწყვეტას განსაზღვრავს, რომელებიც მოიცავენ სამ ძირითად მიმართულებას:

1. შენობის მიკროკლიმატის ორგანიზება;
2. ენერგო დანახარჯების მინიმალიზაცია;
3. შენობის ეკონომიურობა, მატერიალური რესურსების რაციონალური დანახარჯი.

შენობის ოპტიმალური ფორმის არჩევა, მისი ადგილმდებარეობა და ორიენტაცია, ფანჯრის ღიობების მოწყობა და შენობის მიკროკლიმატის მართვა, შენობის თბურ ბალანსზე კლიმატის ნეგატიური ზემოქმედების შემცირების საშუალებას იძლევა.



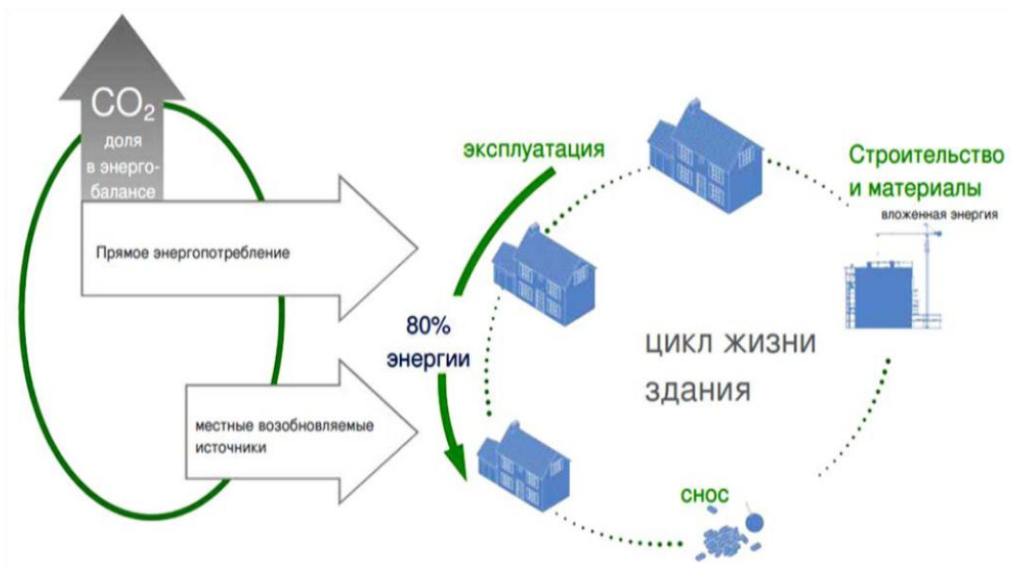
სქემა 1. ენერგოეფექტურ შენობებში არქიტექტურული და საინჟინრო გადაწყვეტების ურთიერთკავშირი

ენერგოეფექტური შენობა მთელი წლის მანძილზე მინიმალური ენერგო დანახარჯებით, ძვირადღირებული ენერგომომარაგების სისტემების გამოყენების გარეშე შენობაში მთელი კომფორტული შიდა კლიმატური პირობების უზრუნველყოფის გარანტიას იძლევა.

ენერგოეფექტური სახლი-ეს არის სახლი რომელიც არა მარტო არ არის დამოკიდებული გარე კომუნიკაციებზე, არამედ თვითონაც შეუძლია იყოს ენერგიის წყარო. ეს შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს სითბოს წყაროს, თვით

შენობისა და მიმდებარე ტერიტორიის ენერჯის რაციონალური გამოყენებით. ენერგოეფექტური შენობის პროექტირება-ეს არის კომპლექსური სამუშაო მრავალასპექტიანი მიდგომების გათვალისწინებით, თერმოსაიზოლაციო მასალების რაციონალური არჩევის, საინჟინრო მოწყობილობების შერჩევისა და განახლებადი ენერჯის წყაროების ეფექტური გამოყენებით. ასეთი სახლის პროექტირებისას ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანეს შემადგენელ ნაწილს შენობის ეფექტური სასიცოცხლო ციკლის, ეკოლოგიის (ბუნების დაცვის) უზრუნველყოფა წარმოადგენს.

ენერგოეფექტური ეწოდება ისეთ შენობებს, რომელთა პროექტირებისას სხვა ჩვეულებრივი (ტიპური) შენობებთან განსხვავებით გათვალისწინებული იქნა არქიტექტურულ-საამშენებლო და საინჟინრო-ტექნიკური ღონისძიებები, რომლებიც ამ შენობების მაღლი კომფორტული მიკროკლიმატის გათვალისწინებით ექსპლუატაციაზე და თბომომარაგებაზე ენერჯის დანახარჯის მნიშვნელოვან შემცირებას უზრუნველყოფს. ამდაგვარი შენობები ექსპლუატაციის გარკვეულ ვადაზე უნდა იქნეს გათვალისწინებული, როდესაც იგი იქნება მაქსიმალურად ენერგოეფექტური და რის შემდეგაც გარემოზე ზიანის მიყენების გარეშე ჩაუტარდება დემონტაჟი. შენობის ექსპლუატაციისას ენერგოეფექტურობა-მისი სასიცოცხლო ციკლის წარმატებული უზრუნველყოფის საწინდარია.



სქემა 2 შენობის სასიცოცხლო ციკლი

ამრიგად შენობის სასიცოცხლო ციკლი თავიდანვეა განსაზღვრული, განგარიშებული და უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ექსპლუატაციის პირობები. საშუალო სართულიანობის შენობების სასიცოცხლო ციკლი 30-40 წელს შეადგენს.

**თავი I. ენერგოეფექტური შენობების პროექტირების,
მშენებლობისა და ექსპლუატაციის მსოფლიო და სამამულო
გამოცდილება.**

I.1 კლიმატისა და ენერგოდაზოგვის გათვალისწინება მსოფლიო ხალხების მშენებლობის ტრადიციებში.

შენობების ენერგოეფექტურობის ამაღლება, კლიმატის თავისებურებების გათვალისწინება და ენერჯის დაზოგვა მარტო თანამედროვეობის პრობლემას არ წარმოადგენს. ადამიანთა საზოგადოების ჯერ კიდევ ადრეულ ეტაპზე არქიტექტურა მჭიდროდ იყო დაკავშირებული კლიმატთან, ბუნებრივ გარემოსთან. ადამიანი სამშენებლო პრობლემებს ადგილის კლიმატური პირობებიდან და ბუნებრივი სამშენებლო მასალიდან გამომდინარე წყვეტდა. უძველესი დროიდანაა მიღებული, რომ რეგიონალური შეგუება არქიტექტურის არსებითი პრინციპი იყო. 2400 წლის წინ სოკრატე წერდა: “ზამთარში სამხრეთით ორიენტირებული სახლების გალერიებში მზის სხივები აღწევენ, ხოლო ზაფხულში მზის გზა ჩვენი თავების ზევით, სახურავებზე მაღლა გადის, ისე რომ ჩნდება ჩრდილი. ზამთარში მეტი მზის სხივის მისაღებად სამხრეთის ფასადი უფრო მაღალი უნდა ავაშენოთ, ხოლო ჩრდილოეთის ფასადი უფრო დაბალი-ზამთრის ცივი ქარებისგან დასაცავად”. სოკრატეს მიერ აღწერილი ბერძნული სახლი, კონვექტიური(3) და რადიაციული დანაკარგების ხარჯზე სითბოს ისევე სწრაფად კარგავდა რა სისწრაფითაც აგროვებდა. რომაელებმა აღმოაჩინეს, რომ თუ პორტიკს (გალერეას) და სამხრეთის ორიენტაციის ფანჯრებს შემინავდნენ, მაშინ მზის ენერჯიას დაიჭერდნენ და მიღებულ სითბოს შეინარჩუნებდნენ მთელი ღამის განმავლობაში. ამ მარტივმა ფენომენმა “სათბურის ეფექტის” სახელწოდება მიიღო. თანამედროვე ენერგოეფექტური შენობების ისტორიული წინამორბედები მრავალი ჩრდილოელი ხალხის ნაციონალური შენობების არქიტექტურაშიც გვხვდება. მაგალითად ჩრდილოეთ ევროპაში და ციმბირში ქოხები იმდაგვარად

შენდებოდა, რომ შენობის გრძელი ფასადი ორიენტირებული იყო სამხრეთით. (სამხრეთის გარე კედელზე უფრო მეტი სარკმელი იყო ვიდრე სხვა მხარეს), ხოლო დანარჩენ კედლებზე (უმეტესად ჩრდილოეთით) მიშენებული იყო დამხმარე სათავსოები. ეს ყველაფერი ერთმანეთთან დაკავშირებული იყო ტამბურით, რომელიც წარმოადგენდა საცხოვრებელი ქობის, დამხმარე სათავსოებისა და ცივ ქუჩიასთან დამაკავშირებელ ბუფერულ ზონას.



ილ 3. მესა ვერდე (Mesa Verde), კოლორადოში.

ბუნებრივი პირობების გამოყენების ნიმუშია ინდიელების დასახლება მესა ვერდე კოლორადოში (მე-VI—XIII ს. ჩვ. წელთაღრიცხვით). ეს დასახლება, ჰორიზონტალურადაა ჩაშენებული სამხრეთის მხარეს გახსნილ კლდეში. იგი ზაფხულში დაცულია მზის სხივებისგან, ზამთარში - პირიქით. მასიურ კლდეში განთავსებული ნაგებობები, უზარმაზარ თერმულ ენერჯიას ფლობენ, რაც “წლის განმავლობაში” უზრუნველყოფს კომფორტულ საცხოვრებელ პირობებს. მესა ვერდეს დასახლებაში გამოქვაბულებისა და შენობების უეთიერთშეთავსება ენერჯიის გარკვეულ კოლექტორს წარმოადგენს. ზამთარში ჩამავალი მზის სხივები ჰორიზონტზე დაბლაა და უკეთესად აღწევს გამოქვაბულში, სითბო გროვდება კლდეში და ნაგებობების აგურის კედლებში. მზის ჩასვლის შემდეგ ეს სითბო ნელა

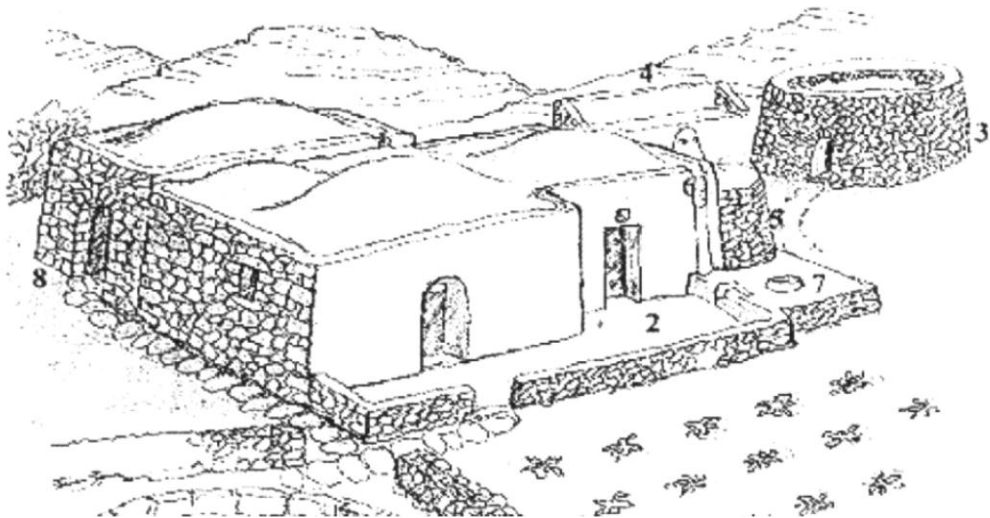
გადაეცემა შიდა სივრცეს. იქმნება ადამიანისთვის ჯანსაღი მიკროკლიმატი. დღის განმავლობაში ინდიელთა ცხოვრება ძირითადად შენობის შიგნით მიმდინარეობდა. ეს არის ჩაშენებული ნაგებობა ცეცხლის კერიით ცენტრში ე.წ. “კივა”(Kiva). აქ ჰაერის ცხელი და ცივი ნაკადების მუდმივი ცვლა ბუნებრივ ვენტილაციას უზრუნველყოფს.



ილ. 4. ქალაქი გარდაია (hardaia) ჩრდილოეთ საჰარაში

ჩრდილოეთ საჰარაში, კლდის ”ხამადა“-ს მაღალ პლატოზე მდებარე გამშრალი მდინარე უედი-ს ხეობაში (ალჟირი), აღმოცენებულია ქალაქთა შორის ყველაზე საინტერესო ქალაქი გარდაია. ისტორია კი ასეთაა: ახალი წელთაღრიცხვით 1000 წ. იბარიტებმა, წარმომავლობით პალესტინიდან, იძულებით დატოვეს თავისი მიწები იქ გაჩაღებული ძმათამკვლელი ომების გამო. ათეული წლების მანძილზე უზარმაზარი შრომით მათ უდაბნოში შექმნეს ხელოვნური ოაზისი, და დღემდე სარგებლობენ ამ გამარჯვებით. სახარაში მათ მიერ შექმნილია ყველაზე დიდი წყლის ნაკადების შეგროვების სისტემა: მთელი რიგი კაშხალები და ხელოვნური ზღუდეები, რომლის მეშვეობით იშვიათად მოსული წვიმის წყლის ნაკადები კლდეში დასერილი სპეციალური არხებით ჩაედინება უძველესი მდინარის კალაპოტების ნიადაგის ქვეშ. ასე გროვდება წყლის მარაგი 30-60 მეტრის სიღრმეზე შექმნილ ხელოვნურ ჭებში. აქ თერმული მერყეობა მაღალია. ტენიანობა მცირე. ხშირია ძლიერი მტვრიანი და ქვიშიანი ქარიშხლები.

იშვიათადაა კოკისპირული წვიმა. ინტენსიურია მზის რადიაციაც. ამ კლიმატურ ზონას “უდაბნოს უდაბნოში” უწოდებენ. შენობები აგებულია ერთმანეთზე მჭიდროდ მიდგმული ქვის ძალიან სქელი კედლებით. შექმნილია დიდი საცხოვრებელი სივრცე, მიმართული მზისაკენ. დღის განმავლობაში სქელი კედელი იკრებს სითბოს მარაგს, დამე კი შენობის შიგნით გასცემს ამ სითბოს. სითბოს კიდევ ერთი წყარო-სამზარეულოა. აქ ორი კერიაა. შიდა კერიაზე ზამთარში საჭმელს ამზადებენ და ამავდროულად ათბობენ შენობას. გარე კერიით კი არეკლავენ მათ. ზამთარში პირიქით, მზის სხივები ჰორიზონტზე დაბლაა და სათავსოებს ავსებენ სითბოთი და სინათლით. საცხოვრებლის ტიპიური ელემენტია - “კიბეკი” ფანჯრის შემცვლელი ერთგვარი ოთხკუთხა ნაწილობრივ დახურული ნახვრეტი ჭერში. ეს ე.წ. სინათლის წყარო ზაფხულში ჰაერის კონდიცირებასაც ახდენს.



ილ. 5. “დამმუზო” (Dammuso) მევენახეთა საცხოვრებელი იტალიაში. კუნძული პანტელერია.

იტალიაში ხმელთაშუა ზღვაში მდებარეობს კუნძული პანტელერია. კუნძული გამოირჩევა ცხელი კლიმატით, ნალექების უმნიშვნელო რაოდენობით და ძალიან ძლიერი ქარებით. ქარისა და მზისგან ადამიანი დასაცავად შექმნილია ნაგებობა სახელად “დამმუზო”, რომელიც მშენებლობის ძირითად ბიოკლიმატურ პრინციპებს პასუხობს. “დამმუზო” როგორც მევენახეთა საცხოვრებელი, ვენახის ტერიტორიაზე შენდებოდა.

კუნძულზე ათასობით “დამმუზოა” გაფანტული. ნაგებობის სახურავი გუმბათის ფორმისაა, წყალგაუმტარია, სახურავიდან გადმოსული წვიმის წყლის მარაგი გროვდება ცისტერნებში. შესასვლელი კარი მხოლოდ ერთია, ფანჯრები საერთოდ არ აქვს, იშვიათად შიდა სივრცის გასანიაველად შეიძლება კედელში მცირე ზომის ღიობი გაიჭრას. ნამდვილი “დამმუზოს” კედლები სისქით 80 სმ-დან 2 მეტრამდეა, აგებულია ორი ფენის მსხვილი ქვებისგან, მშრალი წყობით, მათ შორის ადგილები შევსებულია შედარებით წვრილი ქვებით. შიდა სივრცე საცხოვრებლად იმდენად ხელსაყრელია, რომ თითქმის ორი საუკუნის წინ ეს დროებითი ნაგებობა კუნძულზე მუდმივ საცხოვრებლად გადაიქცა აგვისტოში ტიპიური “დამმუზოს” დღისა და ღამის ტემპერატურა თითქმის უცვლელია.



ილ. 6. “ტრულო” გუმბათოვანი სახლები იტალიის სამხრეთ-აღმოსავლეთით.

აპულია იტალიის სამხრეთ-აღმოსავლეთის რეგიონია. აპულიის ცხელ კლიმატში, ჰაერის კონდიციონისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა თერმულ რეგულირებას ენიჭება, რომლის ფუნქციას ქვის მშრალი წყობის მეთოდით აშენებული ტრადიციული გუმბათიანი სახლები ე.წ. “ტრულო” ასრულებს ილ. 6. ის დღისით შთანთქავს მზის სითბოს, ღამით კი გასცემს მას. ამით არეგულირებს შენობის შიგა ტემპერატურულ რეჟიმს.

უკიდურესი ჩრდილოეთის ძალიან მკაცრი ზამთარი ძლიერი ქარებით, მძიმე თოვლის საფარით, გრძელი პოლარული ღამეებით აიძულებს ადამიანს იცხოვროს უმძიმეს სტრესულ პირობებში, რომლის სოციალური და ფსიქოლოგიური შედეგები ჯერ კიდევ არაა კარგად შესწავლილი. არქიტექტორმა, რომელიც მთლიანად აცნობიერებს თავის ამოცანას, არ შეიძლება არ მიიღოს ეს მხედველობაში.



ილ. 7. რალფ ერსკინი-სუბტროპიკული ქალაქი.

არქიტექტორი რალფ ერსკინი მტრულად განწყობილ გარემოზე გასამარჯვებლად აპროექტებს მთელი ქალაქისოდენა მეგასტრუქტურას-სუბტროპიკულ ქალაქს. ილ. 7. მაკეტში ზუსტათაა გამოყენებული შენობის ორიენტაციის ზოგიერთი თეორიული პრინციპი: ქალაქი განლაგებულია ერთმანეთთან დაკავშირებულ ტერასებზე, რომლებიც ქმნიან დასავლეთისკენ მიმართულ უზარმაზარ ნახევარ წრეს. ჩრდილოეთიდან მას იცავს სხივისებური და წრიული ქუჩებით დასერილი მრავალსართულიანი უწყვეტი შენობების მასივი. ქუჩებში მოძრაობა ხდება ორ დონეზე: ზედა ქუჩებზე –ზაფხულში, ქვედაზე - ზამთარში. ერსკინი აღრმავებს თემის განვითარებას რადიკალური წინადადებით - თავისებური გიგანტური გარსის მშენებლობით, რომლის ქვეშ არქიტექტორი მოიაზრებს ქალაქში ადამიანისათვის ნორმალური საცხოვრებელი პირობების შექმნას, ზომიერი კლიმატის უზრუნველყოფით. არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება

არქიტექტურაში კლიმატის და განსაკუთრებით მისი ცოცხალი ორგანიზმის ფიზიოლოგიაზე მოქმედების უგულვებელყოფა. კლიმატთან არა მხოლოდ მისადაგება, არამედ საჭიროა მისგან ავილოთ ადამიანისთვის ყველა ის სასარგებლო, რაც მასში არსებობს, მითუმეტეს რომ დღეს ცნობილია მრავალი მნიშვნელოვანი კანონზომიერება, სახეზეა მდიდარი ტექნოლოგიები, ტექნიკური საშუალებები და ისტორიული გამოცდილება.

I.2. დაბალი და საშუალო სართულიანობის ეს (ენერგოეფექტური საცხოვრებელი სახლები) პროექტირებისა და მშენებლობის უცხო ქვეყნების თანამედროვე გამოცდილება.

Typical R-values [W/m²K] for components in the building stock

External wall		R
Pre-1918	Clay bricks or coursed random rubble masonry	0.45
	Timber frame with loam infill panels	0.50
1880-1948	Clay brickwork, 250-380 mm	0.58
	Single-leaf masonry, 380-510 mm, or double-leaf	0.71
1949-1968	Lightweight masonry of hollow blocks, perforated bricks, aerated concrete	0.71
	Masonry of solid pumice concrete bricks	1.10
1969-1978	Lightweight perforated clay bricks with normal-weight mortar	1.00
	Precast concrete elements with core insulation or of ltwt. concrete	0.90
	Timber stud walls with 60 mm insulation	1.67
1979-1983	Lightweight/vertically perforated clay bricks with lightweight mortar	1.25
	Masonry of aerated concrete	1.67
	Precast concrete elements with core insulation, or of ltwt. concrete	1.10
	Timber stud walls with 80 mm insulation	2.00
1984-1994	Lightweight/vertically perforated clay bricks with lightweight mortar	1.67
	Masonry of aerated concrete	2.00

დასავლეთის ქვეყნებში საამშენებლო მასალების R-თბოწინარობის სიდიდისა და მისი ალტერნატივის U-კოეფიციენტის სხვადასხვა დროს სხვადასხვა სტანდარტი იყო. დაწყებული XX საუკუნის დასაწყისიდან, როდესაც წინაღობა განისაზღვრებოდა 0.45-ით და დამთავრებული საუკუნის ბოლოთი, როდესაც შემომზღუდავი გარე კედლის მინიმალური მაჩვენებელი გაიზარდა 2.0 მდე. ეს ცვლილებები კლიმატური ცვლილებების და ენერგო გათვლების ტექნოლოგიის დახვეწის ფონზე მოხდა.

ცხრილი 1. R-თბოწინაღობის კოეფიციენტის ცვლილება დასავლეთის ქვეყნებში

პირველი თანამედროვე სადემონსტრაციო ენერგოეფექტური შენობა აშენდა ქალაქ მანჩესტერში, ამერიკის შეერთებულ შტატებში. თავდაპირველად პროექტით 6 სართულიანი შენობის მშენებლობა იყო გათვალისწინებული. თითოეულ სართულზე 1950 კვ.მ ოფისის საერთო სასარგებლო ფართით. დაპროექტებული იყო მიწისქვეშა ავტოსადგომი (3900კვ.მ). შენობას ჰქონდა მერიდიანული ორიენტაცია 2:1 მხარეთა შეფარდებით.



Рис. 1. Восточный фасад первого энергоэффективного высотного здания в Манчестере (США)

ილ. 8. პირველი ენერგოეფექტური შენობა ქ. მანჩესტერში.

ენერჯის დაზოგვის ღონისძიებების გასატერებლად არჩეული იქნა შენობის ფორმა და ორიენტაცია, გაბატონებული ქარების ზემოქმედების ოპტიმიზაცია, გაძლიერებული თბოიზილაცია და გარე საფასადე ელემენტების გაზრდილი თბოაკუმულაციის უნარი, მათში თბოიზოლაციის ფენის გამოყენება, მინისა და მზის დამცავი ელემენტების ფართობის შემცირება, აგრეთვე შენობის გათბობის სისტემაში მზის ენერჯის გამოყენება. დადგინდა, რომ გასაშენებელი ტერიტორიის ზომები და ორიენტაცია ენერგოეფექტურობის თვალსაზრისით ზღუდავს შენობის ოპტიმალურ ფორმასა და ორიენტაციას. გეგმაში მართკუთხა ფორმის შენობა სამხრეთითა და ჩრდილოეთით ორიენტირებული წაგრძელებული

ფასადებით ზაფხულის სეზონში ამცირებს მზის თბური ენერჯის შთანთქმას, ხოლო ზამთრის პერიოდში, როცა მზე დაბლაა ჰორიზონტზე დაწეული შესაძლებელი ხდება შენობის თბომომარაგებაში მზის ენერჯის გამოყენება. შენობის საბოლოო ვარიანტი დაპროექტდა და აშენდა ორდონიანი ავტოფარეხით, შვიდი საოფისე სართულითა და სხვენში ტექნიკური სართულით. ოფისის სართულის ზომა არის 40X33,5 მ, შენობის საერთო ფართობი - 16350 კვ.მ. ქარის ზემოქმედებით გამოწვეული შენობის გარე პერიმეტრიდან ინფილტრაციული (4) თბოდანაკარგები შესაძლებელია შემცირებული იქნეს გასაშენებელი ტერიტორიის თავისებურებებით, (პარამეტრებით) თვით შენობის აეროდინამიკის ოპტიმიზაციით-გაბატონებული ქარების მიმართ ოპტიმალური ფორმის არჩევით, ან ქარდამცავი ბარიერების გამოყენებით და ა.შ. ვენტილიაციაზე დახარჯული ენერჯის ეკონომიის მიზნით გათვალისწინებული იყო შემდეგი რეკომენდაციები: სტანდარტების გადახედვის საშუალებით გარედან მოწოდებული ჰაერის მოცულობის შემცირება, თამბაქოს მოსაწევი ადგილების შექმნაშენობის მკაცრად განსაზღვრულ ადგილებში, მსგავსი ფუნქციის მქონე სივრცეების ერთად დაჯგუფება, გარედან მოწოდებული ჰაერის შეცვლა შთანთქმის სისტემით გასუფთავებული (გაფილტრული) რეციკულაციურით, აგრეთვე დახარჯული ჰაერის მოცულობის შესამცირებლად მისი განაწილების სწორი ორგანიზება. სითბოს რეკუპერატორის(5) გამოყენებით ჰაერის გათბობასა და გაგრილებაზე დახარჯული ენერჯია მცირდება 60-75%. მზის ენერჯია აღიქმება როგორც "ენერგოეფექტურობის მაქსიმალური უზრუნველყოფის" საშუალება. გარდა ამისა, მიზნად დასახული იყო ამერიკის შეერთებული შტატების ჩრდილოეთ განედებზე მზის ენერჯის გამოსაყენებლად ტექნიკური და ეკონომიკური შესაძლებლობების შესწავლა. განათებაზე დახარჯული ენერჯის შესამცირებლად რეკომენდირებული იყო ბუნებრივი განათებულობის ინტენსივობაზე დამოკიდებული ხელოვნური განათების მართვის სისტემა, (ექსპერიმენტის სახით მხოლოდ ერთ სართულზე იყო

დამონტაჟებული). დიდ განათებულობას ნათელ ფერში შეღებილი იატაკები, ჭერები და კედლები ჰქმნიდა, რაც მათ ზედაპირებიზე სინათლის დიდი ოდენობით ურთიერთარეკვლის შედეგია. შერჩევითი "მუშა განათება" ისეთ ადგილებში, სადაც ეს უფრო საჭიროა ნაკლებ ინტენსიურთან ერთად, სადაც ნაკლებ მნიშვნელოვანია (სასტუმრო ოთახი, კორიდორები, გასასვლელები, დამხმარე სათავსები), უფრო ეფექტურია ვიდრე ტრადიციული უწყვეტი, ერთგვაროვანი განათება. შენობის შიდა დიდი ღია სივრცეები ე.წ. "ღია გეგმარება" სითბოსა და სინათლის თანაბარი განაწილების საშუალებას იძლევა. უფრო მეტიც, ასეთი ინტერიერი კონდეცირებული ჰაერის უფრო ეფექტურად გამოყენების საშუალებას იძლევა რეციკულიაციამდე მისი ერთი ადგილიდან მეორეზე შეუფერხებლად გადაადგილების გზით.



ილ. 9. შენობა "EKONO-house " (ოტანიემი, ფინეთი)

შენობა "EKONO-house" აშენდა ოტანიემში (Otaniemi), ჰელსინკის მახლობლად. პროექტის ავტორები - არქიტექტორ ჰეიმო კაუტონენას (Heimo Kautonen) ხელმძღვანელობით მომუშავე საინჟინრო ფირმები. ენერგოეფექტური გადაწყვეტილებები შესთავაზებული იქნა ნიჭიერი ფინელი მეცნიერის ჟუჰა გაბრიელსსონის (Juha Gabrielsson) მიერ. საუკეთესო ოპტიმალური ენერგოეფექტური გადაწყვეტილებების და პარამეტრების ასარჩევად "EKONO-house" შენობის შემქმნელებმა გამოიყენეს ა.შ.შ-ს ენერგეტიკის დეპარტამენტის (US Department of Energy, DOE). მიერ დამუშავებული კომპიუტერული მოდელირებისთვის შექმნილი

პროგრამული პაკეტი "DOE". გათვლები განხორციელდა სატელიტური კომუნიკაციების გამოყენებით, და კომპანია "EKONO" -ს მნიშვნელოვანი თანხა (დაახლოებით ერთი მილიონი დოლარი) დაუჯდა.

"EKONO-house" -ს ძირითადი ინოვაციური ენერგოეფექტური

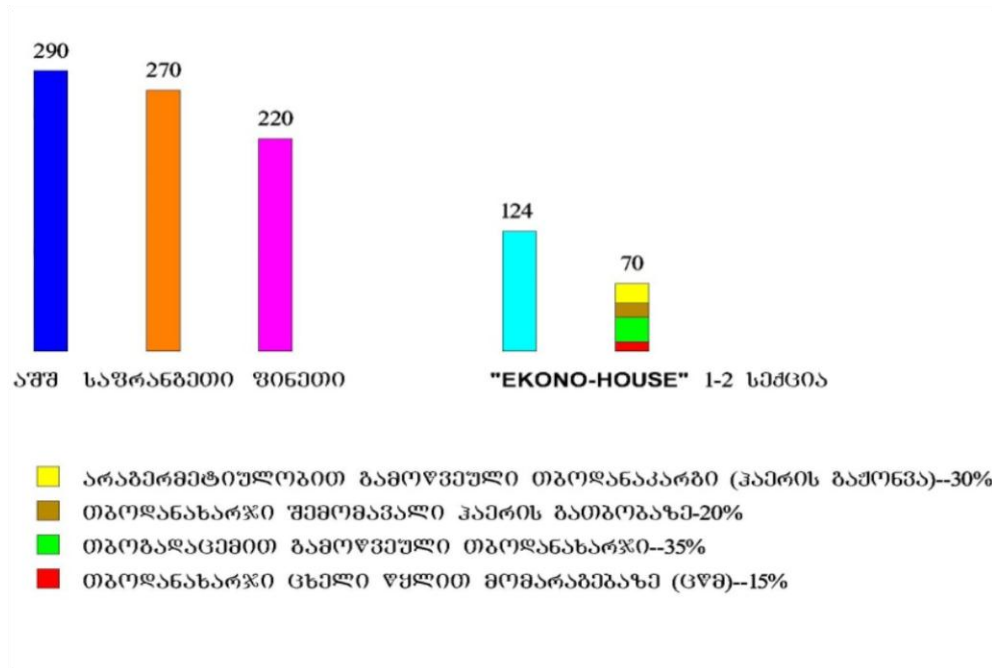
გადაწყვეტები:

- შენობის შიდა მოცულობის ეფექტური გამოყენება შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების (გარე კედლების) ფართობის მინიმიზაციით და მათგან თბოდანაკარგის შემცირება;
- სითბური დანაკარგების შესამცირებლად შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების ეფექტური თბოიზოლაცია;
- შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების დიდი თბოტევადობა სითბოს დასაგროვებლად და შენობის თბომედეგობის ასამაღლებლად;
- მზის სითბური რადიაციის აკუმულირება შენობის გათბობის სისტემაზე დატვირთვის შესამცირებლად;
- ვენტილირებადი ფანჯრების გამოყენება ზაფხულში სითბოს შემოსვლის და ზამთარში თბოდანაკარგის შესამცირებლად;
- ჰაერის მინიმალური გაჟონვა (შენობის ჰერმეტიულობა) და ვენტილაციის სისტემაში სუფთა ჰაერის მცირედი მოხმარება, შენობის გათბობაზე ენერჯის ხარჯის შემცისამცირებლად;
- ელექტროენერჯის ხარჯის შესამცირებლად განათების ეფექტური სისტემა;
- ელექტროენერჯის ხარჯვის ოპტიმიზაციისათვის კლიმატიზაციისა და განათების მოწყობილობათა ავტონომიური მართვის სისტემა;

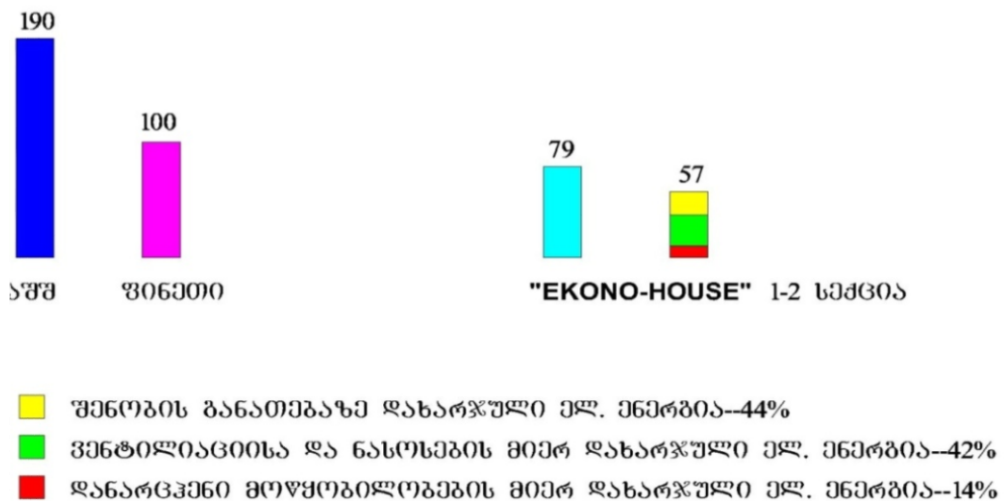
"EKONO-house" -ის თბოენერგოდანახარჯები:

"EKONO-house"-ის პირველი სექციის ყოველწლიურმა თბოდანახარჯმა 124 კვტ.სთ/კვ.მ შეადგინა. ეს იმ დროისთვის ფინეთში აშენებული სხვა ადნინისტრაციული შენობების თბოდანახარჯზე 50%-ით ნაკლები იყო. აშშ-ში მსგავს შენობებს კიდევ უფრო მეტი თბოდანახარჯი ჰქონდათ. პირველი სექციის ელექტრომოხმარებამ 124კვტ.სთ/კვ.მ შეადგინა, რაც აგრეთვე

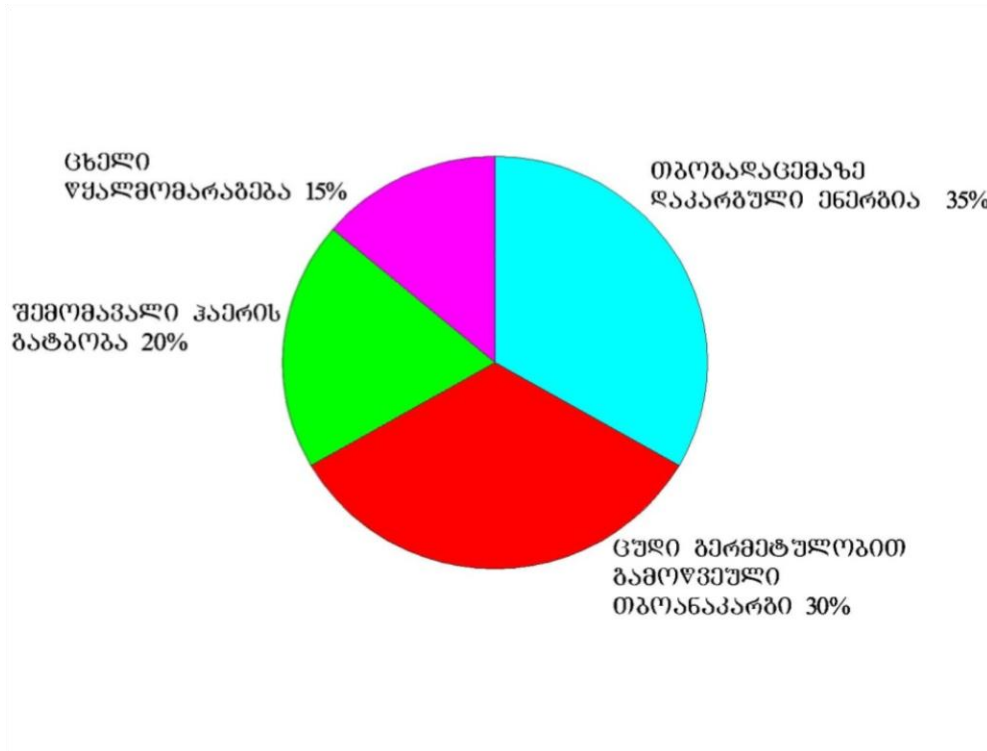
მნიშვნელოვნად ნაკლები იყო ვიდრე მსგავსი შენობების ელექტროენერჯის დანახარჯი ფინეთსა და აშშ-ში.



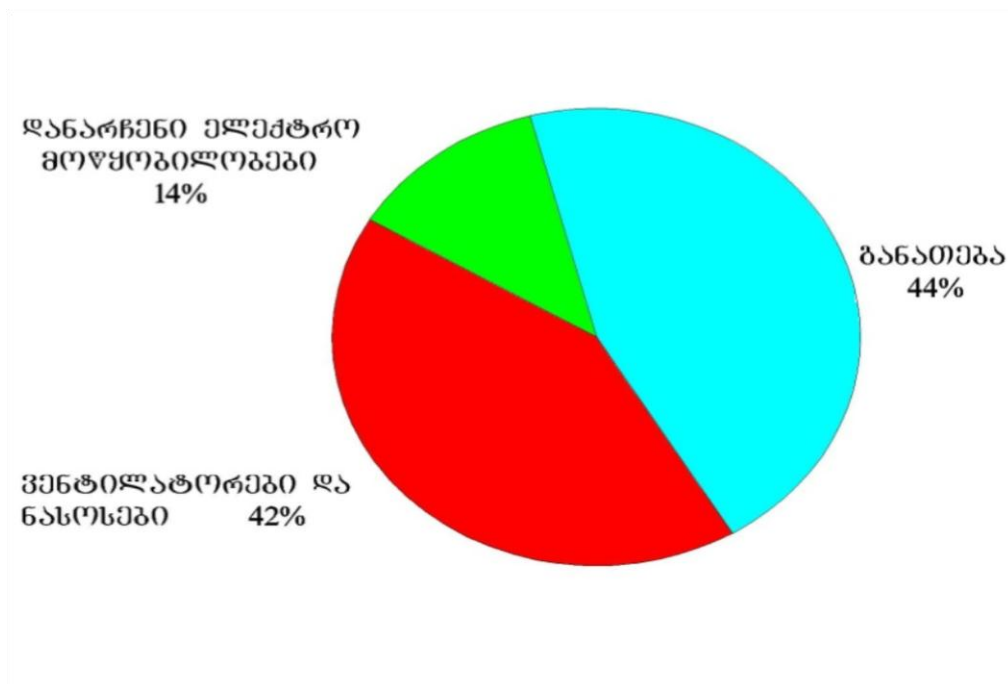
ილ. 10. "EKONO-house"-ის ყოველწლიური ენერჯოდასახარჯის შედარება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის ადმინისტრაციულ შენობებთან. კვტ.სთ/კვ.მ.



ილ. 11. "EKONO-house"-ის ყოველწლიური ელ. ენერჯის ხარჯის შედარება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის ადმინისტრაციულ შენობებთან. კვტ.სთ/კვ.მ.



ილ. 12. "EKONO-house"-ის მეორე სექციის თბოდანახარჯის სტრუქტურა.



ილ. 13. "EKONO-house"-ის მეორე სექციის ელ. ენერჯის ხარჯის სტრუქტურა.

"EKONO-house"-ის შენობის მეორე სექციის ყოველწლიური სითბოს მოხმარებამ 70 კვტ.სთ/კვ.მ შეადგინა, ხოლო ელექტროენერჯისამ- 57კვტ.სთ/კვ.მ, რაც ანალოგიური შენობების ტრადიციული ენერგომოხმარების ერთ მესამედს შეადგენს.



ილ. 14. "kommerzbank" კომერცბანკი (ფრანკფურტი. გერმანია)

კომერცბანკის (ფრანკფურტი. გერმანია)-ევროპის ამ მაღალი (259 მ, ანტენით - 300მ) ნაგებობის მშენებლობა 1997 წლის მაისში დასრულდა. პროექტი დამუშავებულია ბრიტანელი არქიტექტორის, სერ ნორმან ფოსტერისა და მისი სტუდია "Sir Norman Foster and Partners" (ლონდონი) მიერ. მასში რადიკალურადაა შეცვლილი ადრე არსებული ცათამბჯენების მშენებლობის კონცეფცია. მათი უმრავლესობა აშენებულია ტრადიციული მოდელით: შენობის სრული კონდენცირება, ბუნებრივი განათებულობის უმნიშვნელო არსებობა. "kommerzbank"-ის შენობის ცენტრალური ორგანიზებული წყობა და ნაგებობის იდენტური სართულები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ამ სქემიდან: მასში ძირითადად გამოყენებულია ბუნებრივი განათებულობა და ბუნებრივი ვენტილაცია. შენობაში მიწის დონიდან ბოლო სართულამდე მოწყობილია ატრიუმი, ყველა ოფისიდან იხსნება ხედი ქალაქზე. მთელი შენობის გასწვრივ სპირალურად განთავსებული ზამთრის ბალები აუმჯობესებენ მიკროკლიმატს და ჰქმნიან სასიამოვნო სამუშაო გარემოს. შენობის ცენტრალურ ნაწილში სადაც ჩვეულებრივ ლიფტის შახტებია მოწყობილი განთავსებულია უზარმაზარი სამკუთხა ატრიუმი, რომელიც შენობის მთელ სიმაღლეზეა გაჭიმული და წარმოადგენს შენობის ბუნებრივი ვენტილაციის არხს. თითოეულ სართულზე არის სამი ფრთა: ორიში განთავსებულია ოფისები, ხოლო მესამე წარმოადგენს ერთ-ერთი ოთხსართულიანი ზამთრის ბალის ნაწილს.

შენობის “მწვანე ფილტვები”, რომელიც სამკუთხა ფორმის ნაგებობაზე სპირალურადაა განთავსებული ყოველი იარუსიდან მწვანე ნარგავებზე ხედს უზრუნველყოფს, ჰქმნის რა სივრცის შეგრძნებას, ამასთანავე წარმოადგენს ბუნებრივი ვენტილაციის რთული სისტემის ნაწილს. შესანიშნავი ზამთრის ბალები ნორმან ფოსტერის კონცეფციის ფუნდამენტალურ ელემენტს წარმოადგენენ. დედამიწის სამ მხარეს მიმართული ბალები ბოტანიკის გეოგრაფიულ ასპექტს გამოხატავენ: აღმოსავლეთით-აზიის მცენარეები, სამხრეთით-ხმელთაშუა ზღვის, ხოლო დასავლეთით - ჩრდილოეთ ამერიკის. ოთხი სართულის სიმაღლის ღია ბალები შიდა საოფისე სივრცეს საკმარისი დღის სინათლით უზრუნველყოფს, ამასთან იქ მომუშავე პერსონალი ბალებს დასასვენებლად და ურთიერთობისათვის იყენებს. შენობის კონდეცირებაზე დახარჯული ენერჯის შესამცირებლად, აგრეთვე ოფისების ბუნებრივი ვენტილაციის ორგანიზებისათვის გამოყენებულია ორფენოვანი სინსთლის გამტარი (გამჭირვალე) ტიხარი (ფანჯრები), რაც თანამედროვე მაღლივი მშენებლობების უნიკალური მიგნებაა. გარე გარსს (პირველი ფენა) აქვს ხვრელები რომლის საშუალებითაც გარედან ჰაერი ხვდება ფენებს შორის ღრუში. ფანჯრები, მათ შორის მაღლივ სართულებზეც შესაძლებელია იყოს გაღებული, რაც 50 სართულამდე ბუნებრივ ვენტილაციას უზრუნველყოფს, აგრეთვე შესაძლებელია ატრიუმში გამავალი ფანჯრების გაღებაც. ღამე ზამთრის პერიოდში ფასადის გარე და შიგა ფენებს შორის არსებული სივრცე გერმეტიულად იხურება და ქმნის მაღალი თბოიზოლაციური მახასიათებლების მქონე ჰაერის შრეს. მზის ენერჯის სითბოს აკუმულირების ხარჯზე ზამთრის ბალები უზრუნველყოფენ დამატებით თბურ ენერჯიას.

მაღლივი შენობა სიმაღლის მიხედვით იყოფა ოთხ 12 სართულიან მოდულად ე.წ. “სოფლებად”. თითოეულს აქვს ოთხი სამსართულიანი ზამთრის ბაღი, რომლების ბუნებრივი ვენტილაციის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით დაკავშირებულია ცენტრალურ ვერტიკალურ

ატრიუმთან. მოდული კონტროლირდება საკუთარი, დამოუკიდებელი კლიმატიზაციის დანადგარით. ყოველი 12 სართულის შემდეგ მოდულის საზღვარზე წნევის დაბალანსებისა და კვამლის გავრცელების შესაფერხების მიზნით ატრიუმი ჰორიზონტალურადაა გადატიხრული. ბაღები, ატრიუმი და საოფისე სივრცე აღჭურვილია ფანჯრებით, რომლებითაც ყველაზე ხშირად საოფისე სივრცის ვენტილიაცია ხორციელდება. ვენტილაციის პროექტის დამუშავებისას ატრიუმში ჰაერის ნაკადებისა და შენობაზე ქარის ზეწოლის შესასწავლად გამოყენებული იქნა აეროდინამიკური კვლევა და კომპიუტერული მოდელირების მეთოდები. გაბატონებული ქარების მიმართ ობიექტის ორიენტაციამ უზრუნველყო შენობის სათანადო ბუნებრივი ვენტილიაცია. წლიდან 9 თვის განმავლობაში ბანკის თანამშრომლებს შესაძლებლობა აქვთ ფანჯრების გაღებით უზრუნველყონ შენობის განიავება-ვენტილაცია. მხოლოდ ცუდი ამინდის შემთხვევაში ამოქმედდება ვენტილაციის მექანიკური სისტემა. ამ სქემის დამსახურებით "kommerzbank"-ის შენობაში ენერჯის მოხმარება 30% -ით ნაკლებია, ვიდრე სხვა იგივე გაბარიტების ტრადიციულ კათამბჯენებში. შენობის ტემპერატურა რეგულირდება ნაგებობის პერიმეტრზე განლაგებული გათბობის სისტემით რომელიც გრილდება გადახურვის ფილაში დამონტაჟებული მილსადენებით. ღამით გარე ჰაერი აგრილებს შენობის გადახურებულ ნაწილებს, ხოლო მილსადენ-ჩამონტაჟებული გადახურვის ფილები გამოანთავისუფლებენ ჭარბ თბოენერჯას. ამის შედეგად დაახლოებით ტერიტორიის ნახევარი, მეორე დღეს ჰაერის კონდენცირების გარეშე უზრუნველყოფილია გაგრილებული ჰაერით.

ბუნებრივი განათება არა მარტო მნიშვნელოვნად ამცირებს დანახარჯებს, არამედ აუმჯობესებს შენობაში მყოფი ადამიანების ფსიქოლოგიურ განწყობას. ყოველ სართულზე სამკუთხა სექციიდან ერთ-ერთი გახსნილია და ზამთრის ბალის ნაწილს წარმოადგენს, რის შედეგადაც ყოველ ოფისს ეხსნება ხედი ან ქალაქზე, ან ატრიუმსა და ბაღზე.

ენერგოეფექტური ნაგებობების განსაკუთრებით საინტერესო მაგალითები შეიძლება ნაპოვნი იქნეს გერმანიაში, დიდ ბრიტანეთში, აშშ-ში, ჩინეთში და არაბეთის გაერთიანებულ საემიროებში. მაგალითად შეიძლება განხილულ იქნეს დიდ ბრიტანეთში, ველლინგტონში BedZED-ის კვარტალი. (არქიტექტურული ფირმა ZEDfactory Ltd). და ახალი ქალაქის დონგტანის (Dongtan) პროექტი ჩინეთში დეველოპერული კომპანია ARUP.

„S&B Industrial Minerals“-ის სათაო ოფისის შენობა, რომელიც საბერძნეთში ერთ-ერთ ყველაზე თანამედროვე და ენერგო ეფექტურ შენობად ითვლება. მიზანი, მსგავსი შენობის შექმნის მიზანშეწონილობის გარკვევას წარმოადგენდა.



ილ. 15. „S&B Industrial Minerals“-ის სათაო ოფისის შენობა საბერძნეთში.

შენობაში განხორციელებულია შემდეგი ენერგოეფექტური ღონისძიებები: ბიოკლიმატური და ენერგოეფექტური დიზაინი თბოიზოლაციის ჩათვლით, პასიური განათებისა და გაგრილების, გათბობის, ვენტილაციისა და კონდიციონერების მაღალეფექტური სისტემებით. ყველა ძრავი აღჭურვილია სიჩქარის მარეგულირებლებით, შენობაში ენერგოეფექტურ განათებასთან ერთად დამონტაჟებულია შენობის მართვის სისტემა. შენობის მაღალი ენერგოეფექტურობა ძირითადად გამოწვეულია კონსტრუქციის დახვეწილი დიზაინით. შენობა აგებულია

იმგვარად, რომ მაქსიმალურად იქნას გამოყენებული დღის შუქი და შესაბამისად ხელოვნური განათების აუცილებლობა მინიმუმამდეა დაყვანილი. გარდა ამისა, შენობის გარშემო არსებული მწვანე საფარი შენობის ზედაპირს გადახურებისაგან იცავს. შენობის ეზოში დამონტაჟებული საჩრდილობლები-ქოლგები ორიენტირებულია სამხრეთის მიმართულებით და ამავე დროს გათვლისწინებულია 1 მგვტ სიმძლავრის დადგმული მზის ფოტოვოლტაიკური სისტემის დამონტაჟება. შენობის ფასადს გააჩნია კარგი თბოიზოლაცია. 2010 წლამდე საბერძნეთში მოთხოვნები კედლების მაქსიმალურ U კოეფიციენტთან დაკავშირებით (შენობების ენერგოეფექტურობის ეროვნული კოდექსის მიხედვით) იყო $0.7W/m^2K$. ამჟამად ეს ლიმიტი შეადგენს $0.5W/m^2K$, რომლის მიღწევაც 5 სმ-იანი მინერალური ბამბითაა შესაძლებელი. აღნიშნულ შენობას გააჩნია 10 სმ-იანი სისქის მინერალური ბამბის თბოიზოლაცია, რაც თითქმის $0.3W/m^2K$ კოეფიციენტის მიღწევას საშუალებას იძლევა. მთელს შენობაში განლაგებულია მონაცემთა მიღების წერტილები, რომლებიც ინტეგრირებულია შენობის მართვის სისტემაში და აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე ცენტრალური კომპიუტერი ახდენს განათების, გათბობის, ვენტილაციის და ოფისებში ნახშირორჟანგის (CO_2) კონტროლს. ამ მონაცემთა საფუძველზე და შენობაში არსებულ პერსონალის რაოდენობაზე დაყრდნობით ხდება ვენტილაციის სისტემაში სუფთა ჰაერის მიწოდება, რაც ზოგავს ენერგიას. აღრიცხული მონაცემების საფუძველზე კომპანიის ენერგო მენეჯერი ახდენს ენერგიის მოხმარების ანალიზს და შესაბამისად ხდება ყოველთვიური მიზნების მიღწევის შეფასება. მშენებლობის ღირებულებამ დაახლოებით 1,000 ევრო/მ² შეადგინა. აღნიშნულ თანხაში შედის შენობაში დამონტაჟებული ენერგოეფექტური ელექტრო-მექანიკური მოწყობილობის ღირებულებაც (დაახლოებით 370 ევრო/მ²). აღნიშნული ღირებულება საშუალოდ 20% მეტია იმავე ფართის ჩვეულებრივ მოთხოვნილ სტანდარტებთან საჭირო დანახარჯებთან შედარებით და ასევე მოიცავს შენობის მართვის თანამედროვე სისტემის

ღირებულებას (170,000 ევრო). აღნიშნული ენერგოეფექტური შენობა მოიხმარს 65 კვტს/მ2, რაც შეადგენს სტანდარტული შენობის ენერგო მოხმარების (150 კვტს/მ2) მხოლოდ მესამედს. კომპანიას იმედი აქვს, რომ განხორციელებული ენერგოეფექტური ღონისძიებების შედეგად მისი ენერგო დანაზოგები სტანდარტულ შენობებთან შედარებით დაახლოებით 50% შეადგენს და ინვესტიციის უკუგების პერიოდი ყველა ღონისძიების ჩათვლით იქნება 5 წელი. ამ მაგალითიდან ნათლად ჩანს, რომ შენობის მშენებლობის ხარჯის გაორმაგების გარეშე, რასაც საქართველოში ხშირად აღნიშნავენ, შესაძლებელია უდიდესი ენერჯის დაზოგვა. ასევე კომპანიები ცდილობენ სხვებთან მიმართებაში მოიპოვონ მარკეტინგული უპირატესობები საკუთარ ოფისებში ენერგოეფექტური ღონისძიებების დანერგვით და ჩვენებით.

მინერალური იზოლაციის მსოფლიო ლიდერის SAINT-GOBAIN ISOVER კომპანიის მიერ დამუშავებული იქნა ენერგოეფექტური სახლის ახალი კონცეფცია, რომლის წლიური ენერგომოთხოვნა 15კვტ.სთ/კვ.მ შეადგენს. პროექტის რეალიზაცია ერთდროულად უზრუნველყოფს როგორც საცხოვრებელი პირობების კომფორტულობის ამაღლებას, ასევე ენერგორესურსების ეკონომიას. აღნიშნული კონცეფციის საფუძველზე უკვე აშენდა და შენდება შენობათა მთელი რიგი გერმანიაში, დანიაში და სხვა ქვეყნებში. კონცეფცია ექსპლუატირებულ შენობებზე ექსპერიმენტალური კვლევებისა და თბოგადაცემის პროცესების მათემატიკური მოდელირების მეთოდების საფუძველზე, ინფრაწითელი თერმოგრაფიის(6) მეთოდებისა და კონსტრუქციების კვლევების გამოყენებით დამუშავდა. დამუშავებული კონცეფციის შესაბამისად ენერგოეფექტური შენობების პროექტირებისას, ენერგოეფექტურობის ამაღლების თვალსაზრისით დაცული უნდა იქნეს რამდენიმე ძირითადი არქიტექტურული და საამშენებლო პრინციპები:

1 ქარის შესაძლო ზემოქმედების გათვალისწინებით შენობის არქიტექტურული ფორმების ოპტიმიზაცია;

2 მზის მიმართ შენობის ოპტიმალური ორიენტირება, რაც მზის ენერჯის მაქსიმალური გამოყენების შესაძლებლობას უზრუნველყოფს;

3 გარე, შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების თბოიზოლაციის თბოწინააღმდეგობის გაზრდა (გარე კედლები, გადახურვა, დაუთბუნებელი სარდაფის თავზე არსებული იატაკი) ტექნიკურად მაქსიმალურ შესაძლებლობამდე;

4 კონსტრუქციებში არსებული თბური ხიდების (ა), თბური კვანძებისა და თბოგაყვანილობების სიგრძის მინიმუმამდე დაყვანა თბოდანაკარგების შემცირების მიზნით;

5 გამჭირვალე შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების (შემინვის) თბოწინააღმდეგობის მაქსიმალურად გაზრდა;

6 სუფთა ჰაერის მისაწოდებელი სავენტილაციო სისტემის შექმნა, ნამუშევარი, მოხმარებული ჰაერის გამოდენვა, შენობაში სითბოს განაწილება და სავენტილაციო ჰაერის სითბოს რეგენერაციის (აღდგენის) ორგანიზება;

ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორების ერთობლიობა შენობის ენერჯის მინიმალურ მოთხოვნას უზრუნველყოფს, ამასთან ენერგოეფექტურობის გაზრდის ძირითად ფაქტორს შენობის შემომსაზღვრელი ელემენტების თერმული წინააღმდეგობის გაზრდა და თბური ხიდების რაოდენობის შემცირება წარმოადგენს.

I.3 საქართველოში დაბალი და საშუალო სართულიანობის შენობების პროექტირებისა და მშენებლობისას ენერგოდაზოგვის ტენდეციების ევოლუცია, ეკონომიური ასპექტები და ენერგოდაზოგვის ტენდეციებს თანამედროვე გამოცდილება.

მე-19 საუკუნეში თბილისში და საქართველოს სხვა ქალაქებში კაპიტალური შენობები ძირითადად ევროპული განათლების არქიტექტორების პროექტებით შენდებოდა. თბილისის შემთხვევაში ძველი ქალაქის დიდი ისტორიული ცენტრი ძირითადად 1917 წლამდე აშენებული სახლებისგან შედგება, რომლებიც მთელი ქალაქის

საცხოვრებელი შენობების დაახლოებით 10-12% მოიცავს. ეს შენობები უმეტესად არაუმეტეს სამსართულიან, (ხშირად ადგილობრივი სახეობის, კვადრატული ან ბრტყელი) აგურით ნაშენ ნაგებობებს წარმოადგენს. მათ ფანჯრებს ხშირად ერთმაგი შემინვა და ხის ჩარჩოები აქვთ და სარემონტოა. თავად მობინადრეები იშვიათ შემთხვევაში ცვლიან ფანჯრებს მეტალო-პლასტმასის თანამედროვე ფანჯრებით. კომპაქტურობის თვალსაზრისით, ამ შენობების საცხოვრებელი ფართის შემოწმების შედეგები გვიჩვენებს, რომ შენობათა უმრავლესობა კარგად არის დაპროექტებული. მათი შემზღუდავი კარკასის ზედაპირის მოცულობასთან შეფარდების კოეფიციენტი მაღალი არ არის, შესაბამისად მათი თბოდანაკარგებიც არ არის დიდი და თავისი თბოტექნიკური მაჩვენებლებით შეესაბამებოდნენ იმდროინდელ საუკეთესო ევროპულ დონეს. შენობების კედლები აგურისაა, მათი სისქე საშუალოდ 80 სმ და ზოგ შემთხვევაში 100 სმ და მეტსაც აღწევს. ასეთი კედლები ხშირად დამატბუნებელი ჩანაყარით დამატებით იყო თბოიზოლირებული. მაგალითად, ასე იყო თბოიზოლირებული ამჟამინდელი განათლების სამინისტროს შენობის კედლები. ზოგჯერ გამოიყენებოდა ორმაგი ფანჯრები. სართულშუა გადახურვებს გააჩნდათ თბო და ბგერასაიზოლაციო ფენილები. ასევე თბოიზოლირებული იყო სასხვენე გადახურვები. კიბის უჯრედები იყო დახურული და დამატებითი თბოიზოლაციისთვის მათ გააჩნდათ ტამბურები. ღუმელები განლაგებული იყო ისე, რომ ერთდროულად თბებოდა რამდენიმე ოთახი. კედლების მაღალი სითბური ინერციის გამო, ბინის გასათბობად საკმარისი იყო მათი გახურება 3-5 დღეში ერთხელ. ამ შენობების ენერგოეფექტურობა უფრო მაღალია, ვიდრე საბჭოთა პერიოდში აგებული შენობებისა, როცა კანონმდებლობით ენერგოეფექტურობის მოთხოვნები საინჟინრო კოდექსში ასახული არ იყო. მიახლოებით ამ კედლების სითბური წინაღობა შეიძლება შეფასდეს როგორც: $R=1.0-1.5 \text{ მ}^2 \text{ C/W}$.

ექსპერტების შეფასების თანახმად, ძველი შენობების სითბური წინაღობის კოეფიციენტი 2-3-ჯერ აღემატება საბჭოთა პერიოდში

აშენებული შენობების კოეფიციენტს, მიუხედავად იმისა, რომ დროთა განმავლობაში კედლების თბოგამძლეობა კლებულობს.



ილ. 16. ძველი შენობა თბილისის ცენტრალურ ისტორიულ ნაწილში

უნდა აღინიშნოს, რომ ამ შენობების კარკასი საკმაოდ დაზიანებულია და აუცილებელია ძველი თბილისის საცხოვრებელი შენობების დეტალური შეფასება, რათა განსაზღვრულ იქნას რომელი შენობის შეკეთება და რომლის დანგრევა იქნება უმჯობესი. ძველი საცხოვრებელი სახლების სახურავები დაპროექტებულია სხვენით, ამიტომ გადაწყვეტილება სახურავს თბოიზოლაციის შესახებ ყველა შენობის შემთხვევაში უნდა იქნას მიღებული სარეაბილიტაციო სამუშაოების დროს.

მე-20 საუკუნის 20-იანი წლებიდან კომუნისტური წყობის დროს ენერგორესურსებზე დაწესებული იქნა ხელოვნურად დაბალი სახელმწიფო ფასები. ენერგიაზე დაბალმა ფასებმა და პრაქტიკულად შეუზღუდავმა რაოდენობამ განაპირობა ახალი მიდგომები, რაც აისახა სამშენებლო ნორმატიულ დოკუმენტაციაში. საბჭოთა ნორმებით აშენებული შენობების

გათბობა გათვლილი იყო დღე და ღამ განუწყვეტლივ მოქმედ გამათბობელ სისტემებზე. ქალაქებში ასეთი გათბობა ხორციელდებოდა გათბობის ცენტრალური საქვაბეებით. გახშირდა ერთფენოვანი ბეტონის კედლების გამოყენება. კედლების სისქე განისაზღვრებოდა ტექნოლოგიისა და სტრუქტურულ, და არა თბოინჟინრულ მოთხოვნებზე დაყრდნობით. ტექნოლოგიური და სტრუქტურული მოთხოვნებით ერთიდაიგივე კლიმატურ პირობებში კედლების სისქე განისაზღვრებოდა შემდეგნაირად: ბლოკის კედლები – 40სმ, ფილის კედლები – 30 სმ, კარკასის ფილის კედლები – 25 სმ. ფანჯრები ძირითადად ერთმაგად იყო შემინული. ეს ნიშნავს, რომ თბილისში, 60-იანი წლების შემდგომი პერიოდის შენობების უმეტესობა ზამთარში 24 საათის განმავლობაში მომუშავე ცენტრალური გათბობის საქვაბიდან ზედმეტი სითბოს მიწოდებაზე იყო გათვლილი. ამ შენობების სახურავები უმეტესწილად ბრტყელია, წყალგამძლე საიზოლაციო მასალა გათვალისწინებული იყო პროექტშიც და გამოიყენებოდა მშენებლობის დროსაც, თუმცა დროთა განმავლობაში ამორტიზაცია განიცადა, რადგანაც 30 წლის შემდეგ მას ექსპლუატაციის ვადა ამოეწურა. შემცირებული იქნა მოთხოვნები შენობების თბოსაიზოლაციო თვისებებისადმი, შესაბამისად კედლების სისქე 2-4-ჯერ იქნა შემცირებული. საცხოვრებელი კომფორტის კრიტერიუმები დაყვანილი იქნა სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების ქვედა ზღვრამდე. არც ისე იშვიათად ბეტონის კედლებში შეიმჩნეოდა კონდენსაციით გამოწვეული დანესტიანება, ხავსი და სოკოები. კიბის უჯრედები და სასხვენე გადახურვები იყო ღია და ა.შ. ენერჯის გადაჭარბებული ხარჯვა სამშენებლო მასალების ეკონომიის და სათანადოდ მშენებლობის მოცულობის გაზრდის საშუალებას იძლეოდა. ენერჯის დაბალი ფასების პირობებში ასეთი მშენებლობა ეკონომიკურად გამართლებულად გამოიყურებოდა. საბჭოთა პერიოდში აშენებული შენობების უმრავლესობისთვის დაბალი თბოდაცვითი მახასიათებლების გამო დამახასიათებელია მაღალი თბოდანაკარგები. ენერჯის კარგვა

ძირითადად გამოწვეულია ცუდი დიზაინით, არაადეკვატური ტექნოლოგიებითა და მოსახლეობის არასწორი ქცევით. იმ დროს მიღებულ კრიტერიუმებში არ იყო გათვალისწინებული ენერგეტიკული საკითხები. ენერგია იყო იაფი და თბოდაცვითი მახასიათებლების დაპროექტება ენერგოეფექტურობის მინიმალური მოთხოვნების გათვალისწინებით წარმოებდა. როგორც შენობის გარე მახასიათებლების ანალიზში უკვე აღინიშნა, მათი დაპროექტება ხდებოდა ისეთი გათბობის სისტემების შესაბამისად, რომლებიც სახლებში კომფორტული ცხოვრების პირობების შექმნისთვის განსაზღვრული იყო ძალიან დიდი თბოდანაკარების შესავსებად. აგრეთვე უნდა აღინიშნოს, რომ წლების განმავლობაში ამ შენობების თბოდაცვითი მახასიათებლები კიდევ უფრო გაუარესდა. ეს ნიშნავს, რომ საწყისი სავალდებულო თბოდაცვითი დონის პარამეტრებმა კიდევ დაიწია და ამ შენობების გასათბობად კიდევ უფრო მეტი ენერჯის მოხმარება გახდა საჭირო, რომელიც უკვე აღარ არის იაფი. შესაბამისად, თბილისის მოსახლეობის მნიშვნელოვანი ნაწილის საცხოვრებელი პირობები კომფორტის დონეზე ბევრად დაბალია, რადგან იგი უბრალოდ ვერ იხდის გადასახადს. გათბობის სეზონის განმავლობაში თბილისის მოსახლეობა გასათბობად ძირითადად ბუნებრივი აირის მოხმარებაზე გადადის და უმეტესწილად იყენებს სხვადასხვა სახის გაზის გამათბობლებს, აგრეთვე, ელექტროგამათბობლებს. გაზის გამათბობლები ხშირად ვერ უზრუნველყოფენ გათბობისთვის აუცილებელ საბაზისო პირობებს, თუმცა მრიცხველები მაღალ ენერგომოხმარებას აჩვენებენ. საქართველოს საბჭოთა კავშირიდან მემკვიდრეობით დარჩა შენობები, კვარტალები და ქალაქები გათვლილი შეუზღუდავი რაოდენობის დაბალი ფასის ენერჯის მოხმარებაზე, რაც მძიმე ტვირთად ადევს ქვეყანას და სრულ წინააღმდეგობაშია საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებთან.

სამწუხაროდ, საქართველოს ჯერ არ მიუღია სამშენებლო კოდექსი, რომელიც შენობებში ენერგოეფექტურობის ზომების დაცვას ითვალისწინებს. ცხადია, რომ საკანონმდებლო ჩარჩოების გარეშე,

ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმის სტრატეგია ვერ ასახვს საქმიანობას, რომელიც მუნიციპალიტეტის იურისდიქციაში არ შედის. მუნიციპალური პოლიტიკა შეიძლება ითვალისწინებდეს ახალი შენობების ენერგოეფექტურობის საკითხებს, როგორც “რბილ იარაღს”, რომელიც მხოლოდ საინფორმაციო კამპანიით შემოიფარგლება. ამდენად, სტრატეგია ფოკუსირებული უნდა იყოს არსებულ შენობებზე და კონკრეტულ, რეალისტურ და ეკონომიკურად ეფექტიან ღონისძიებებზე ქალაქისთვის დამახასიათებელი ნიშნების გათვალისწინებით. იგი უნდა ემყარებოდეს მუნიციპალიტეტის პრიორიტეტულ მიზნებს სოციალური და ფინანსური პრობლემების გადასაწყვეტად, რომლებიც მიღწეულ უნდა იქნას 2020 წლამდე სათბურის გაზების ემისიის ვალდებულებით ნაკისრ დონემდე შემცირების გათვალისწინებით.

**შენობების მიერ ენერჯის მოხმარებისა და შენობათა თბოდაცვითი
მახასიათებლების ანალიზი**

თბილისის მუნიციპალური შენობები შეიძლება დაიყოს 4 კატეგორიად:

- კატეგორია 1–სასწავლო-საგანმანათლებლო და კულტურული დაწესებულებები;
- კატეგორია 2 - სპორტული ობიექტები;
- კატეგორია 3 - ჯანდაცვის სისტემის დაწესებულებები;
- კატეგორია 4 – ადმინისტრაციული შენობები და სხვ.

მუნიციპალური შენობების უმეტესობა საბჭოთა პერიოდშია აშენებული; მათი ნაწილი გარემონტდა, მაგრამ ენერგოეფექტურობის მოთხოვნათა გათვალისწინების გარეშე. ენერგოეფექტურობის ერთადერთი საკითხი, რაც გათვალისწინებულ იქნა ამ შენობების რემონტისას, იყო ორმაგი შემინვის მეტალო-პლასტმასის ფანჯრების დამონტაჟება.

თბილისის საყოფაცხოვრებო სექტორის საერთო ფართობი 37 მილიონ კვადრატულ მეტრს შეადგენს. შენობების მიერ მოხმარებული ენერჯის სითბური მახასიათებლების ანალიზი მოიცავს: შენობის კომპაქტურობის მოთხოვნებს (გეომეტრიული ფორმა), რაც გულისხმობს

შენობის შემზღუდავი კონსტრუქციის ზედაპირის ფართობის მის მოცულობასთან შეფადრების კოეფიციენტის, ექსპლუატაციის ვადის, სამშენებლო მასალის და აგრეთვე შემინვის პრაქტიკის შეფასებას. საცხოვრებელი სახლების 65% წარმოადგენს 60-იანი წლების შემდეგ აშენებულ, მაღალსართულიან საცხოვრებელ კორპუსებს. 1960-იანი წლების დასაწყისში უმეტესად შენდებოდა 5-სართულიანი მრავალბინიანი კორპუსები ე.წ. “ხრუმჩოვკები”. მათი საინჟინრო და სამშენებლო კრიტერიუმები გამომდინარეობდა იმდროინდელი მთავრობის პოლიტიკიდან, რომელიც მიზნად ისახავდა მოსახლეობის ცხოვრების პირობების მინიმალური მოთხოვნების დაკმაყოფილებას. ხრუმჩოვის პერიოდის შენობების საექსპლუატაციო ვადა 25 წელი იყო.

ამ სახლების უმრავლესობა 50 წლის წინ აშენდა. ყველაზე გავრცელებული პროექტი იყო: N 1-319C, N 1-450C, N 1-464AC. ამ პროექტის თითოეული ტიპი დაპროექტებული იყო სხვადასხვა სამშენებლო მასალით 7-ბალიანი მიძისძვრის გამძლეობით. ეს სახლები პირველად ჩვეულებრივ აგურით შენდებოდა, რომელიც შემდგომ ჩანაცვლეს დიდი სამშენებლო ბლოკებითა და პანელებით. მოგვიანებით დაიწყო ასეთი პროექტებით 8 სართულიანი კორპუსების მშენებლობა. იმ პერიოდში აგებული შენობების თერმული წინაღობა დაბალი იყო, რადგან კომფორტისა და სანიტარულ-ჰიგიენური კრიტერიუმები იყო მინიმალური. მათი სითბური გამძლეობა აკმაყოფილებდა სავალდებულო სტანდარტს, რაც საინჟინრო კოდექსის მიხედვით არ აღემატებოდა: $R=0.575 \text{ მ}_{20}\text{C}/\text{W}$.

უნდა აღინიშნოს, რომ კოდექსი დროთა განმავლობაში იცვლებოდა, მაგრამ ზემოთ აღნიშნული სავალდებულო კრიტერიუმი ყველაზე მაღალია საბჭოთა პერიოდის საინჟინრო პრაქტიკაში.

თბილისის საყოფაცხოვრებო სექტორი აგრეთვე აერთიანებს კერძო სახლების კომპონენტს, სადაც ერთი ან ორი ოჯახი ცხოვრობს. ეს სახლებიც საბჭოთა პერიოდშია აშენებული და უმეტესად მშენებლობის იმ დროს გავრცელებულ პრაქტიკას შეესაბამება. მათ ძირითადად აშენებდნენ

აგურით ან ცემენტის ბლოკებით. კედლების სითბური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი ძირითადად სავალდებულო კოეფიციენტის დონეზეა ($R=0.575 \text{ m}^2\text{C/W}$), რაც შენობის გათბობისთვის აქაც ზედმეტი სითბოს მიწოდების საჭიროების მაჩვენებელია.



ილ. 17. საბჭოთა პერიოდის მრავალსართულიანი შენობა

თბილისში შენობები მთელი დახარჯული ენერჯის დაახლოებით 40% მოიხმარენ. საყოფაცხოვრებო სექტორის შენობათა მთლიანი ფართობი თბილისში 37 მილიონ კვ.მ-ს შეადგენს და იგი სამ ქვესექტორად იყოფა: უპირველეს ყოვლისა მრავალბინიანი შენობები (60-65%), რომლებიც საბჭოთა პერიოდში აშენდა, კემო სახლები (20-25%) და შერეული ტიპის ბინები (10-12%). გათბობის სეზონი თბილისში 146 დღე გრძელდება. ცენტრალური გათბობის სისტემები საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ მოიშალა, რადგანაც ისინი მუშაობდნენ როგორც ცენტრალური ჰიდრავლიკური გათბობის სისტემის ნაწილები და 1991 წლის შემდეგ შეუძლებელი გახდა მათი მორგება კერძო ბინების საჭიროებათა დასაკმაყოფილებლად. ამ სისტემების აღდგენა შეუძლებელია, მათი ძირითადი შემადგენელი ნაწილები უკვე აღარ არსებობს (მობინადრეებმა დაშალეს და ჯართად ჩააბარეს რადიატორები და მილები). დღეს-დღეისობით თბილისის მოსახლეობას ზამთარში გათბობის პრობლემა აქვს. არ არსებობს სახელმწიფო დაფინანსება ამ საკითხის გადასაწყვეტად, ყველა

ოჯახმა ინდივიდუალურად უნდა გადაწყვიტოს ეს პრობლემა თავისი საკუთარი ფინანსური და ორგანიზაციული ძალისხმევის საშუალებით.

თბილისში აგრეთვე გამოიყენება განახლებადი ენერჯის წყარო-გეოთერმული ცხელი წყლს სახით, რომელიც საბურთალოს რაიონის ერთ-ერთ ნაწილს მიეწოდება. ამჟამად გეოთერმული წყლებით მარაგდება 78 შენობა (ძირითადად ცხელი წყლით მომარაგებაში გამოიყენება). უნდა აღინიშნოს, რომ გეოთერმული წყლების პოტენციალის მოხმარების გასაზრდელად აუცილებელია ტექნიკური გადაწყვეტილებების მიღება და თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება, ვინაიდან დღეს-დღეობით წყლის მიწოდება არ არის უწყვეტი, წყლის გამანაწილებელი სისტემის მილსადენებს არ გააჩნიათ იზოლაცია და ჭაბურღილიდან მიღებული გეოთერმული წყალი აღარ ბრუნდება ჭაბურღილში, ხშირად წყდება, არ არსებობს წყლის მრიცხველები, ამიტომ წყალზე დაწესებულია სულადობრივი გადასახადი – ოჯახიდან 3 ლარი თვეში. ცხელი წყლის მიწოდება მხოლოდ რამდენიმე საათით ხორციელდება, ხშირად ყოველგვარი გრაფიკის გარეშე. წყლის რაოდენობაც, განსაკუთრებით ზამთარში, დაბალი წნევის გამო ძალიან მცირეა. უნდა დაიწყოს საპილოტო პროექტის განხორციელება, რათა განისაზღვროს თერმული წყლების პოტენციალის გამოყენების ტექნიკური საშუალებები.

დამოუკიდებლობის გამოცხადების შემდგომ პერიოდში საქართველოში ეკონომიკური თვალსაზრისით ერთ-ერთი ყველაზე აქტიური მშენებლობის სექტორი გახდა. საქართველოში და უმთავრესად თბილისში მასობრივად შენდება ახალი საცხოვრებელი სახლები. ძირითადად ეს არის რკინაბეტონის კარკასული შენობები, რომელთა საკედლე შემავსებელს ბეტონის ღრუტანიანი ბლოკები წარმოადგენს. ასეთ სახლებში კედლების ფუნქციებს აგრეთვე რკინაბეტონის სვეტები, რიგელები და გადახურვები ასრულებენ, რომელთა კიდეები გარე ჰაერთანაა კონტაქტში. დღევანდელი მშენებლობა ორიენტიებულია სამშენებლო თბოტექნიკის ძველ საბჭოთა ნორმებზე და ხშირად ეს

ნორმებიც არ არის დაცული. რა რაოდენობის ენერჯია არის საჭირო დღევანდელი შენობების გათბობა-გაგრილებაზე და რა შესაბამისობაშია ამ შენობების ენერგომომხმარება თანამედროვე ევროპულ სტანდარტებთან, სამთავრობო სტრუქტურებში დღემდე არ არის განხილული და პრაქტიკულად იგნორირებულია. ახალი შენობების დაპროექტებისას ითვალისწინებდნენ მხოლოდ ორ საკითხს:

- სტატიკურ სტაბილურობას.
- ჰიდროგეოლოგიურ შეფასებას.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ დევლოპერებმა მხოლოდ ორი საბჭოთა ნორმის მიხედვით დაიწყეს მშენებლობა და სხვა ნორმების დაცვა აღარ იყო სავალდებულო. ამდენად, ბევრ შემთხვევაში ისინი უგულებელყოფილი იყო, მათ შორის, თერმული წინააღმდეგობის სავალდებულო ნორმაც. ახალი მშენებლობის თბოინჟინრული ნორმების დამტკიცება ბევრჯერ გადაიდო. სამშენებლო სექტორში, კარკასის შენების მეთოდად მიღებულ იქნა მეთოდი, რომელიც აკმაყოფილებდა სტატიკური სტაბილურობის კრიტერიუმს, მაგრამ მშენებლობის ეს პროცესი სრულიად განსხვავებულია საბჭოთა პერიოდის კარკასის მშენებლობის პრაქტიკისგან. საბჭოთა პერიოდში კარკასის მშენებლობის ელემენტები დაფარული იყო გარე ფილებით, ხოლო დღევანდელი პრაქტიკით შენობების კედლების ბლოკები განთავსებულია კარკასის ელემენტებს შორის, რაც ქმნის სითბურ ხიდებს.

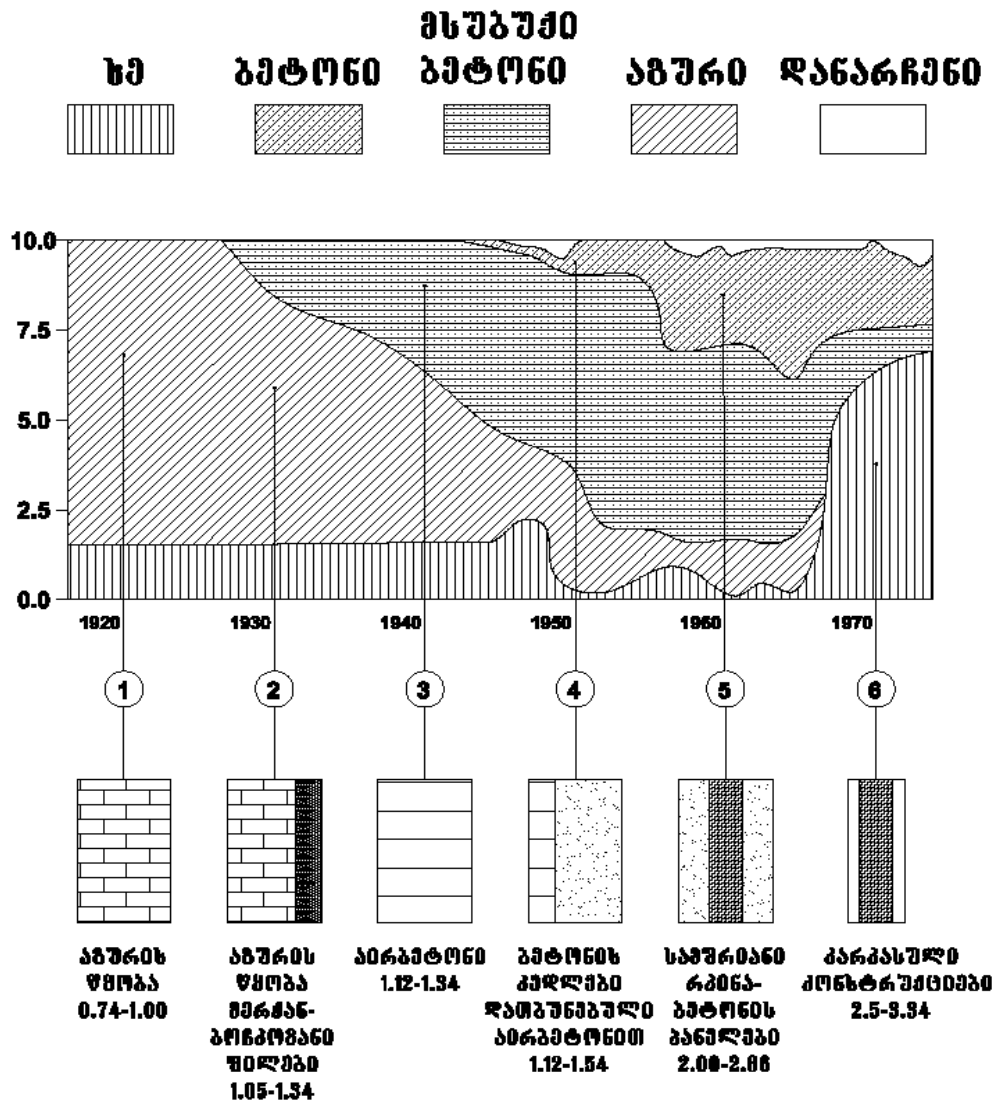
ახალ შენობებში ფართოდ გამოიყენება ორმაგი შემინვის მეტალო-პლასტმასის ფანჯრები, რომლებიც მზადდება საქართველოში წარმოებული ჩარჩოთი და იმპორტირებული შუშით, მაგრამ საბოლოო პროდუქტის სერტიფიკაცია არ არის სავალდებულო, აქედან გამომდინარე ორმაგი შემინვის ფანჯრების თბოგამძლეობა შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს. ახალი შენობების შეფასებამ გვიჩვენა, რომ მიუხედავად ორმაგი ფანჯრებისა ისინი არ მოიხმარენ ნაკლებ ენერჯიას, რადგან ამ შენობების სითბური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი, ექსტერიერის დაბალი თბოდაცვითი მახასიათებლების გამო დაბალია და საუკეთესო შემთხვევაში

აკმაყოფილებს მხოლოდ საბჭოთა პერიოდისდროინდელ სავალდებულო კრიტერიუმს. ვინაიდან შენობების საექსპლუატაციო ვადა შედარებით დიდია, კაპიტალური სარემონტო სამუშაოები უნდა შესრულდეს მათი ექსპლუატაციაში შესვლიდან დაახლოებით ყოველ 30-40 წელიწადში ერთხელ. ეს აუცილებელია, რადგან შენობის ძირითადი ნაწილები და დანადგარები ცვდება, მწყობრიდან გამოვდის და მოითხოვს გამოცვლას თანამედროვე საზოგადოების ცხოვრების პირობებისა და კომფორტის მოთხოვნების სწრაფი ზრდის გამო. სავალდებულო რემონტისა და მოწყობილობის შეცვლისას შესაძლებელია შენობის ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესებაც. ამ დროს ენერჯის დაზოგვის მიღწევა შესაძლებელია ნაკლები ხარჯით. ზოგ შემთხვევაში, ენერგოეფექტურობის გასაზრდელად დაფინანსება ან საერთოდ არ არის საჭირო, ან ძალიან მცირეა საკმარისი. საქართველოში და განვითარებულ ქვეყნებში არსებული მდგომარეობის შედარებისათვის ცხრილ 2-ში მოყვანილია შენობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების ნორმებით დადგენილი თბოტექნიკური მაჩვენებლები.

საცხოვრებელი შენობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების სითბოგადაცემის საჭირო წინაღობა R_{int} , მ ² ·0C / ვტ		
ქვეყანა	კედლები	გადახურვები
გერმანია	2,0 - 2,5	3,0 - 3,6
დანია	3,3 - 5,0	5,0 - 7,0
ნორვეგია	4,0	4,35
რუსეთი	2,1 - 5,6	2,8 - 7,3
შვედეთი	3,3 - 4,0	5,0 - 5,9
საქართველო	0,5	0,75

ცხრილი 2. თბოტექნიკური მაჩვენებლები საქართველოში და ევროპის ქვეყნებში

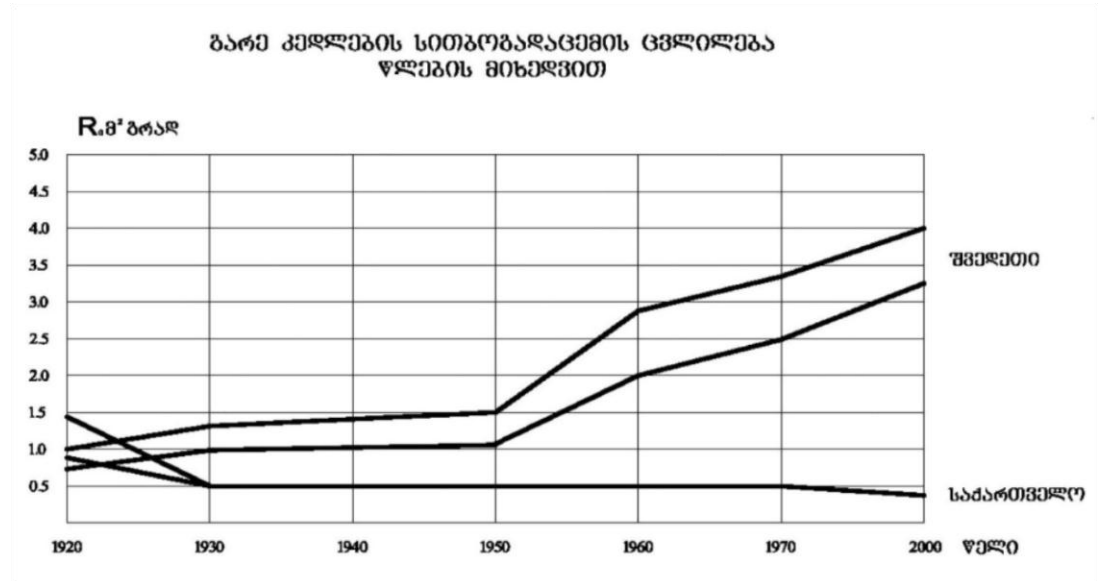
ერთი შეხედვით შეიძლება შეიქმნას შთაბეჭდილება, რომ განსხვავებები სითბოგადაცემის საჭირო წინაღობათა შორის გამოწვეულია მხოლოდ კლიმატის სხვაობით. ამის გასარკვევად შევადარათ საქართველოში არსებული მდგომარეობა ევროპის განვითარებულ ქვეყნებთან მიმართებაში, თუ როგორ იცვლებოდა წლების მანძილზე მასალები, კონსტრუქციები და თბოტექნიკური მაჩვენებლები.



ილ. 18. საცხ. სახლებში გამოყენებული ძირითადი საშუალებები, კედლების კონსტრუქციები და თერმული წინააღობის მაჩვენებლები (R მ²-გრად/ვტ)

როგორც დიაგრამიდან ჩანს მე-20 საუკუნის დასაწყისში შვედეთში, ისევე როგორც საქართველოში, საკედლე მასალად გამოიყენებოდა აგური, შემდეგ აგურის კედლები შეიცვალა მსუბუქი უჯრედოვანი ბეტონის კედლებით, შემდეგ ორშრიანი კედლებით, ამის შემდეგ უფრო ეფექტური სამშრიაანი კონსტრუქციებით და ა.შ. კონსტრუქციების ცვლილებასთან ერთად იცვლებოდა მასალების ნომენკლატურა და მათი გამოყენების მოცულობები. ერთშრიანი მსუბუქი ბეტონის კედლები გამოიყენებოდა დაახლოებით 20 წლის ინტერვალში, რომლის შემდეგ გამოიყენება მრავალშრიანი კედლები უფრო მაღალი ხარისხის თბოიზოლაციით.

საქართველოში 30-ანი წლებიდან მოყოლებული დღემდე გამოიყენება მხოლოდ ერთშრიანი კედლები, უმთავრესად მსუბუქი ბეტონისაგან. შვედეთში კონსტრუქციების და მასალების ცვლილებასთან ერთად განუწყვეტლივ იზრდებოდა გარე კედლების სითბოგადაცემის წინააღმდეგობა. საქართველოში კი საქმე ვითარდებოდა საწინააღმდეგო მიმართულებით. გრაფიკი 1-ზე ნაჩვენებია, თუ როგორ იცვლებოდა საუკუნის მანძილზე კედლების სითბოგადაცემის წინააღმდეგობა შვედეთში და საქართველოში.



გრაფიკი 1. კედლების თბოწინააღმდეგობის ცვლილება შვედეთში და საქართველოში.

გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ მე-20 საუკუნის დასაწყისში საქართველოში კედლების სითბოგადაცემის წინააღმდეგობა იყო ისეთივე და ზოგ შემთხვევებში უკეთესი ვიდრე შვედეთში. 80 წლის განმავლობაში შვედეთში კედლების სითბოგადაცემის წინააღმდეგობა გაიზარდა 3-ჯერ და მეტად, ხოლო საქართველოში შემცირდა 2-ჯერ. შედეგად მივიღეთ, რომ საქართველოში სითბოდანაკარგები კედლებიდან 6-ჯერ და მეტად უფრო დიდია ვიდრე შვედეთში. აღნიშნულ დროში კლიმატის მაჩვენებლების შეფარდება არ შეცვლილა. შეიცვალა მხოლოდ დამოკიდებულება ენერგომომხმარებასთან. საქართველოში მშენებლობა კვლავ საბჭოთა ნორმებზე ორიენტაციით გრძელდება, ისე თითქოს საქმე გვაქვს შეუზღუდავი რაოდენობის დაბალი ფასების საწვავთან. დღევანდელი მშენებლობა წინააღმდეგებაშია საბაზრო ეკონომიკის პრინციპებთან, რაც ენერგოკრიზისის და სოციალური

დაძაბულობის საწინდარია. ახალი სამშენებლო ნორმებით, რომელიც ჩაბარდა ეკონომიკის განვითარების სამინისტროს, გათვალისწინებულია შენობების შემომზღუდავი კონსტრუქციების სითბოგადაცემის წინააღმდეგობის გაზრდა და მათი მიახლოება თანამედროვე მოთხოვნებთან. კლიმატური პირობების გათვალისწინებით ძველი და ახალი ნორმებით შემომზღუდავი კონსტრუქციების წინააღმდეგობის შეფარდება გამოიყურება შემდეგნაირად.

შემომზღუდავი კონსტრუქციები	სითბოგადაცემის საჭირო წინააღმდეგობა, R _{სითბოგადაცემა}		ახალი და ძველი ნორმების მოთხოვნათა თანაფარდობა
	CH ₂ II-3-79 ^შ	ახალი სს და ს (პროექტი)	
1. კედლები	0,5	2,1	4,2
2. ფენილები და სასაფრე გადახურვები	0,75	2,8	3,7
3. ცივ სარდაფებზე და იატაკებზე გახურვები	1,34	2,8	1,5
4. შუტგამტარი კონსტრუქციები	0,18	0,35	1,9

ცხრილი 3. შემომზღუდავი კონსტრუქციების წინააღმდეგობის შეფარდება

გათვლები გვიჩვენებს, რომ ახალი ნორმებით აშენებულ შენობებში საშუალოდ 64%-ით მცირდება გათბობისათვის საჭირო ენერჯის რაოდენობა. ხოლო საქართველოს კლიმატური პირობების, კერძოდ ფანჯრებიდან შემოსული მზის რადიაციის ენერჯის გათვალისწინებით, შენობების გასათბობად საკმარისი იქნება 18% იმ ენერჯისა, რომელიც საჭიროა დღევანდელი შენობებისათვის. მაშინ როდესაც განვითარებული ქვეყნების მშენებლობა მიმართულია ენერგოეფექტური სახლების მშენებლობისაკენ, საქართველოში მიმდინარეობს არაენერგოეფექტური სახლების მშენებლობა, რომლებიც საჭიროებენ დიდი რაოდენობის ენერჯიას ზამთარში გათბობისათვის და ზაფხულში გაგრილებისათვის.

ძველ ნორმატივებზე ორიენტირებული მშენებლობა ზრდის საქართველოს დამოკიდებულებას ენერჯის ექსპორტზე, რაც მომავალი ათეული წლების მანძილზე უფრო გაიზრდება. საქართველომ რაც შეიძლება

სწრაფად უნდა მიიღოს ახალი, ევროპულ ნორმებთან შესაბამისობაში მოყვანილი ნორმები და განავითაროს თანამედროვე ენერგოეფექტური სახლების მშენებლობა. კვლევით მიღებული შედეგების მიხედვით, გარდა შენობის ენერგოეფექტურობის გაზრდისა (50%-მდე) შენობების დათბუნებას ბევრი დადებითი მხარე აქვს მაგ: დამატებითი ფართობის მიღება და შენობის შემსუბუქების შედეგად მასალების ეკონომია. თუ ამ ყველა ფაქტორს გავითვალისწინებთ შესაძლოა დავასკვნათ, რომ შენობის დათბუნება მომგებიანია. შენობა-ნაგებობების დათბუნებას ცივილიზებულ სამყაროში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. გარდა ენერჯის მნიშვნელოვანი დაზოგვისა, მცირდება მავნე ნივთიერებების გამოყოფა. გარდა ამისა, სწორედ დაგეგმარებული ენერგოეფექტური შენობა სხვა უპირატესობებსაც იძლევა, რომლებიც ქვემოთ იქნება განხილული.

თავი II. ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) სფეროში მსოფლიო და სამამულო ნორმატიული პოლიტიკის ანალიზი;

II.1. ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) ნორმატიული პოლიტიკა მსოფლიოს განვითარებულ ქვეყნებში.

1993 წელს ბერლინში 30 არქიტექტორის მიერ (მათ შორის ნორმან ფოსტერის, რიჩარდ როჯერსის, ნიკოლას გრიმშოუსი და სხვა...) ხელმოწერილი იყო ევროპის ქარტია მზის არქიტექტურის შესახებ.....“ European Charter for Solar Energy in Architecture and Urban Planning ” ქარტიაში ნათქვამია, რომ განვითარებულ ქვეყნებში გამოყენებული ენერგიის ნახევარი სამშენებლო მასალების წარმოებასა და შენობათა ექსპლოატაციაზე იხარჯება. ვინაიდან შენობა ბუნებრივი რესურსების აქტიური მომხმარებელია, დიდი რაოდენობით გამოყოფს ქიმიურად აქტიურ ნივთიერებებს და აბინძურებს ატმოსფეროს, ამდენად არქიტექტორებს დიდი პასუხისმგებლობა აკისრიათ.

სხვადასხვა ქვეყნის მთავრობებმა მიზნად დაისახეს ენერგოეფექტურობა შესაბამისი ინსტრუქციებით უზრუნველყონ. კიოტოში 1997 წლის უმაღლესი დონის შეხვედრაზე მთავარ გლობალურ მიზანს დედამიწაზე სასათბურე გაზების შემცირება წარმოადგენდა, რაც საბოლოოდ 2006 წლის დეკემბერში 169 ქვეყნის მიერ იქნა რატიფიცირებული. მხარეები 2008-2012 წლებში ატმოსფეროში სასათბურე გაზების გამოფრქვევაზე 1990 წელთან შედარებით 5.2%-ით შემცირებაზე შეთანხმდნენ. ევროპის ქვეყნების ერთ-ერთ მიზანს 2020 წლისთვის CO₂-ის 20% შემცირებას წარმოადგენს. იმის გათვალისწინებით, რომ გამოფრქვეული CO₂-ის 20% ტრასპორტზე მოდის, 16% საცხოვრებელ სახლებზე, 8% მომსახურეობის სფეროზე, 49% კი მრეწველობაზე, გამოფრქვევის 50% შესაძლებელია საცხოვრებელი და კომერციული შენობების ენერგომომხმარებას მიეწეროს. გარდა ამისა საყოფაცხოვრებო და სხვა ელექტრომომწოდებლობების გამოყენებისას, ისეთები როგორცაა

ვენტილიაცია და კონდიციონირება, მოხმარებული ენერჯის რაოდენობა უფრო სწრაფად იზრდება ვიდრე ენერჯის სხვა ფორმები. ამ ფონზე 2020 წლისთვის მოხმარებული ელ. ენერჯის 20%-ით შესამცირებლად დაკმაყოფილებული უნდა იქნეს შემდეგი პირობები:

ყოველმა ახლადაგებული შენობამ უნდა მოიხმაროს 50%-ით ნაკლები ენერჯია. ყოველმა მე-10 არსებულმა შენობამ ყოველ წელიწადს ენერჯის ხარჯი უნდა შეამციროს 30%-ით. რამდენათაც ეს ქვეყნების უმრავლესობას შეეხო, ნათელია რომ შენობების 80% რომლებიც 2020 წელს იდგება უკვე აშენებულია. ძალიან მნიშვნელოვანია არსებული ინვენტარისა და საშენი მასალის მარაგების აღდგენა და ენერჯის მართვის გაუმჯობესება სითბოს გამოფრქვევის შემცირების მისაღწევად.

დასავლეთის ქვეყნებში შენობების უმრავლესობას უკვე ჩაუტარდა მოდერნიზაცია თერმული ეფექტურობის კუთხით. კედლების ღრუების, სხვენისა და კარებების იზოლაცია და ორმაგი ჩარჩოები დახარჯული ენერჯის დაზოგვის ერთ-ერთი საშუალებაა. დასახული მიზნის მისაღწევად უახლოეს მომავალში ალბათ სავალდებულო გახდება არსებული შენობების თბოიზოლაცია. მეტად ეფექტურია მრავალ დონეზე სხვა ენერგორესურსების უფრო ეფექტური გამოყენება და მოხმარებული ელექტროენერჯის შემცირება. ამბიციური მარეგულირებელი ზომები შესაძლოა საჭირო იყოს იმის უზრუნველსაყოფად, რომ სასწრაფოდ იქნეს მიღებული ეს ტექნოლოგიები, რათა 2020 წლისთვის მიღწეული იქნეს დასახული მიზანი.

საზოგადოების განვითარების ისეთი სისტემა, რომელიც საზოგადოების ეკონომიკური განვითარებისა და გარემოს დაცვის ინტერესების გათვალისწინებით უზრუნველყოფს ადამიანის კეთილდღეობას, ცხოვრების დონის ხარისხის ზრდას და მომავალი თაობების უფლებას ისარგებლონ შექცევადი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებისაგან მაქსიმალურად დაცული ბუნებრივი რესურსებითა და გარემოთი, მდგრადი განვითარების ერთ-ერთ პრინციპს წარმოადგენს ტრადიციული ენერგორესურსების ნაცვლად განახლებადი

ენერგო რესურსებით ჩანაცვლება შესაბამისი ტექნოლოგიების განვითარების გზით.

ევროპაში ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) პოლიტიკას პრაქტიკულად უზრუნველყოფს ევროპარლამენტისა ევროსაბჭოს მიერ 2002 წელს მიღებული 2002/91/EC (ევროკავშირი) Energy Performance of Building» (EPBD) დირექტივა. დირექტივის მიხედვით მნიშვნელოვნად მკაცრდება შენობებში ენერჯის დაზოგვის კონტროლი. EPBD დირექტივა ევროკავშირის წევრი ქვეყნების ერთობლივი გადაწყვეტილებების მიღებას ითვალისწინებს, რაც გულისხმობს:

1. ენერგოეფექტურობის თვალსაზრისით შენობათა ენერგომოხმარების ანგარიშის ერთნაირ მეთოდოლოგიას;
2. ყველა ტიპის ახალი და ძველი, ახლად გარემონტებული დიდი შენობებისათვის მოხმარებული ენერჯის მინიმალურ სტანდარტებს;
3. მოხმარებული ენერჯის, ანუ შესაბამისად შენობათა ენერგოეფექტურობის მიხედვით ნაგებობათა ერთიანი სერთიფიცირების სისტემას;

აშშ-ში შენობების ენერგოეფექტურობას არეგულირებს ენერგო დაზოგვის საერთაშორისო კოდეზი (International Energy Conservation Code). მისი საშუალებით შენობები იმგვარად პროექტდება და შენდება, რომ ენერჯია მაქსიმალურად ეფექტიანად იქნეს გამოყენებული. მისი მიზანია უზრუნველყოს მოქნილობა, რათა შესაძლებელი გახდეს ახლებური მიდგომებისა და მეთოდების გამოყენება, რაც ენერჯის ეფექტიანი გამოყენების საშუალებას მოგვცემს. ეს რეგლამენტები არ ზღუდავს უსაფრთხოებასთან, ჯანმრთელობასთან ან გარემოს დაცვასთან დაკავშირებულ მოთხოვნებს, რომლებიც სხვა რეგლამენტებსა თუ ბრძანებულებებშია წარმოდგენილი.

ენერგოეფექტურობის მოთხოვნები არ ეხება არც ერთ შენობასა თუ ნაგებობას, რომელიც შესულია ისტორიული მემკვიდრეობის სახელმწიფო ან ეროვნულ ნუსხაში და მინიჭებული აქვს ისტორიული ძეგლის სტატუსი.

სერთიფიცირებულია, როგორც ეროვნულ რეესტრში ჩამოთვლილი შენობა-ნაგებობების შემადგენელი ნაწილები ან ადგილობრივად აღიარებული ისტორიული უბნები; საკუთრება, რომელიც ისტორიული ძეგლების დაცვის სახელმწიფო მოხელის ან ისტორიული ადგილების ეროვნული რეესტრის მწარმოებლის მიერ ჩათვლილია ან სერთიფიცირებულია, როგორც ინდივიდუალურად ან ისტორიული უბნის სხვა შენობების შემადგენელ ნაწილად ისტორიული ადგილების ეროვნულ ან სახელმწიფო რეესტრში შესატანი. არსებულ შენობაზე, შენობის სისტემაზე ან მათ ნაწილებზე განხორციელებული მიშენებები, გადაკეთებები, აღდგენები ან შეკეთებები უნდა შეესაბამებოდეს ამ რეგლამენტების დებულებებს, ვინაიდან ისინი დაკავშირებულია ახალ მშენებლობასთან, თუმცა ამ რეგლამენტების დებულებები არ ეხება არსებული შენობის ან შენობის სისტემის გადაუკეთებელ ნაწილ(ებ)ს. მიშენებამ, გადაკეთებამ, აღდგენამ ან შეკეთებამ არ უნდა შექმნას საშიში ან საფრთხის შემცველი პირობები, ასევე, არ უნდა გამოიწვიოს არსებული შენობის სისტემის გადატვირთვა.

ამ რეგლამენტებთან შესაბამისობა არ არის აუცილებელი, თუ რეკონსტრუქციის (რემონტის) დროს არ იზრდება შენობის მიერ გამოყენებული ენერჯის რაოდენობა. შენობები, რომელთა გამოყენების ფუნქცია იცვლება, რის შედეგადაც გაიზრდება საწვავის ან ელექტროენერჯის მოხმარება, უნდა შეესაბამებოდეს ამ რეგლამენტებს.

თუ შენობა მოიცავს როგორც საცხოვრებელი, ისე კომერციული სარგებლობის ფართობებს, თითოეული სარგებლობის ფართობი ცალ-ცალკე უნდა იქნას განხილული და თითოეული მათგანი უნდა აკმაყოფილებდეს შესაბამის დებულებებს.

ქვემოთ ჩამოთვლილი შენობები ან მათი ნაწილები, რომლებიც მცირე რაოდენობის ენერჯიას მოიხმარენ და შენობის დანარჩენი ნაწილისგან გამოყოფილია ამ რეგლამენტების შენობის შესაბამისი საამშენებლო თერმული გარსით (შეფუთვით), ამოღებული უნდა იქნას იმ დებულებებიდან რომლებიც ეხება შენობის თერმულ შეფუთვას:

1. შენობები, რომელთა პროექტში გათვალისწინებული კონდიციონერებისათვის მოხმარებული ენერჯის მაქსიმალური კოეფიციენტი ნაკლებია 3.4 ბრიტ. თბ. ერთეული/სთ • ფუტი²-ზე (10.7 W/მ²-ზე) ან 1.0 ვატი/ფუტი²-ზე (10.7 W/მ²-ზე).

2. შენობები, სადაც არ არის კონდიციონერული სივრცეები.

გამოყენებულ მასალებს, სისტემებსა და დანადგარებს უნდა ჰქონდეს ისეთი საცნობი ნიშნები (ეტიკეტები), რომელთა საშუალებითაც დადგინდება მათი შესაბამისობა ამ რეგლამენტების სათანადო დებულებებთან.

მწარმოებელმა შენობის თერმული გარსის იზოლაციის ყველა დეტალზე უნდა დააკრას R-სიდიდის 30სმ ან უფრო განიერი საცნობი ნიშანი (ეტიკეტი). თავის მხრივ, იზოლაციის დამმონტაჟებლებმა უნდა წარადგინონ სერთიფიკატი, სადაც მოცემულია ინფორმაცია შენობის თერმული კონვერტის (გარსის) თითოეულ დეტალში დამონტაჟებული იზოლაციის ტიპის, მწარმოებლისა და R-სიდიდის შესახებ. დაკრული ან შეშხეფებული იზოლაციის (მინა-ბოჭკო ან ცელულოზა) შემთხვევაში, საწყისი დამონტაჟების სისქე, მუდმივი სისქე (settled thickness) მუდმივი R-სიდიდე, დამონტაჟების სიმჭიდროვე, საფარის ფართობი და დამონტაჟებული პარკების რაოდენობა მოცემული უნდა იყოს სერთიფიკატში. შესაშხეფებელი პოლიურეტანის ქაფის (SPF) იზოლაციის გამოყენების შემთხვევაში, დაფარული ფართობების დამონტაჟებული სისქე და დამონტაჟებული სისქის R-სიდიდე მოცემული უნდა იყოს სერთიფიკატში. იზოლაციის დამმონტაჟებელი ხელს აწერს, ათარიღებს და ათავსებს სერთიფიკატს სამშენებლო მოედანზე თვალსაჩინო ადგილას.

სახურავზე, ჭერზე დასაკრავი ან შესაშხეფებელი იზოლაციის (მინა-ბოჭკო ან ცელულოზა) სისქე უნდა ეწეროს მარკერებზე და მოცემული უნდა იყოს დიუმებში/მილიმეტრებში, რომლებიც მონტაჟდება მთელ სხვენის სივრცეში ყოველ 30 მ²-ზე მინიმუმ ერთი მაინც. შესაშხურებელი პოლიურეტანის ქაფის სისქე და დამონტაჟებული იზოლაციის R-სიდიდე

მოცემული უნდა იყოს იზოლაციის დამმონტაჟებლის მიერ წარდგენილ სერთიფიკატში. საიზოლაციო მასალები ისე უნდა დამონტაჟდეს, რომ მწარმოებლის მიერ დაკრული R-სიდიდის ნიშანი შემოწმების დროს ადვილად იყოს დასაწახი.

ლიობების (ფანჯრები, კარებები და შუშის ჭერები) U-კოეფიციენტები (თბოგადაცემის კოეფიციენტები) (U-ფაქტორს) უნდა განისაზღვროს NFRC 10-ის შესაბამისად, აკრედიტებული, დამოუკიდებელი ლაბორატორიის მიერ და ეტიკეტირებული და სერთიფიცირებული უნდა იქნას მწარმოებლის მიერ. U-კოეფიციენტის ეტიკეტის არმქონე პროდუქციას ავტომატურად ენიჭება U-კოეფიციენტი შესაბამისი ცხრილიდან. შემინული ლიობების (ფანჯრები, კარებები და შუშის ჭერები) მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტი უნდა განისაზღვროს NFRC 200-ის შესაბამისად, აკრედიტებული, დამოუკიდებელი ლაბორატორიის მიერ და ეტიკეტირებული და სერთიფიცირებული უნდა იქნას მწარმოებლის მიერ. მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტის ეტიკეტის არმქონე პროდუქციას ავტომატურად ენიჭება მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტი. ყველა მასალა, სისტემა და დანადგარები უნდა დამონტაჟდეს მწარმოებლის სამონტაჟო ინსტრუქციებისა და საერთაშორისო სამშენებლო-ტექნიკური რეგლამენტების შესაბამისად.

მიწისპირა სართულის გარე კედლების, საძრომი სივრცეების კედლებისა და გრუნტზე განთავსებული იატაკის ფილის პერიმეტრი დაფარული უნდა იყოს მაგარი, გაუმჟვრვალე და ატმოსფერული ზემოქმედებისგან დამცავი საფარით, რათა არ შემცირდეს იზოლაციის თბური მახასიათებლები. დამცავი საფარი უნდა განთავსდეს ზემოქმედების ქვეშ მყოფ გარე იზოლაციაზე და უნდა ვრცელდებოდეს ნიშნულს ქვემოთ მინიმუმ 15 სმ-ზე.

მოვლა-შენარჩუნება.

დანადგარებსა და სისტემებს უნდა ახლდეს მოვლა-შენარჩუნების ინსტრუქციები. რეგულარული მოვლა-შენარჩუნებისათვის აუცილებელი

ზომები წარმოდგენილი უნდა იყოს იოლად მისადგომ ადგილას განთავსებულ ეტიკეტზე. ეტიკეტზე მოცემული უნდა იყოს კონკრეტულად იმ მოდელის ან ტიპისთვის გამოშვებული პროდუქციის ექსპლუატაციისა და მოვლის ინსტრუქციების სათაური ან გამოცემის ნომერი.

დაპროექტების პირობები

გათბობისა და გაგრილების დატვირთვის გამოსათვლელად ინტერიერის გამოყენებული საპროექტო ტემპერატურები უნდა იყოს მაქსიმუმ 22°C გათბობისთვის და მინიმუმ 24°C გაგრილებისთვის.

R-სიდიდის გამოთვლა.

ფენებში გამოყენებული საიზოლაციო მასალის, კერძოდ, ჩარჩოს ღრმულის იზოლაციისა და საიზოლაციო ფიცარფენილის R-სიდიდეები უნდა შეჯამდეს, რათა გამოითვალოს კომპონენტის R-სიდიდე. მისაკვრელი იზოლაციის შემთხვევაში გამოყენებულ უნდა იქნას მწარმოებლის მიერ მოცემული R-სიდიდე.

სპეციალური მოთხოვნები იზოლაციის მიმართ.

მასიური კედლებად უნდა ჩაითვალოს ბეტონის ბლოკით, ბეტონით, იზოლაციის მქონე ბეტონის ყალიბით, ღრუტანიანი ქვის მასალით, აგურით (არა მოსაპირკეთებელი აგური), მიწით (ალიზი, დაპრესილი მიწის ბლოკები, დატკეპნილი მიწა) და მთლიანი მორებით აგებული კედლები. მასიური კედლებისთვის განსაზღვრული დებულებები გამოიყენება, როცა R-სიდიდის მქონე აუცილებელი იზოლაციის მინიმუმ 50% კედლის გარეთა მხარესაა ან მასშია ჩამონტაჟებული. კედლები, რომლებიც არ აკმაყოფილებს ამ კრიტერიუმს იზოლაციის მდებარეობის თვალსაზრისით, უნდა შეესაბამებოდეს ხის ჩალანგარის კედლის იზოლაციასთან დაკავშირებულ დებულებებს. ფოლადის კარკასიანი კონვერტის კონსტრუქციის U თბოგამტარობის კოეფიციენტი უნდა გამოითვალოს თანმიმდევრულ-პარალელური გამოთვლის მეთოდით. იატაკის იზოლაცია ისე უნდა დამონტაჟდეს, რომ მუდმივ შეხებაში იყოს შავი იატაკის ფენილის ქვედა მხარესთან. კედლები, რომლებიც დაკავშირებულია კონდიციონერულ

მიწისპირა სართულთან, იზოლირებული უნდა იყოს მიწისპირა სართულის კედლის თავიდან ნიშნულის ქვემოთ 305 სმ-მდე. არაკონდიციონირებულ მიწისპირა სართულთან დაკავშირებული კედლები უნდა აკმაყოფილებდეს ამ მოთხოვნას, თუ მის თავზე მდებარე იატაკი იზოლირებულია.

ფანჯრები და კარბები, რომლებიც შუშაბანდს მიჯნავს კონდიციონირებული სივრცისგან, უნდა აკმაყოფილებდეს შენობის თერმულ კონვერტთან დაკავშირებულ მოთხოვნებს. თუ იცვლება არსებული ღიობის რომელიმე ან ყველა ერთეული ღიობის ახალი პროდუქტით, ალათებისა და მინის ჩათვლით, ღიობის ერთეულის შეცვლა უნდა განხორციელდეს U - კოეფიციენტისა და მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტისთვის ნაწილში განსაზღვრული მოთხოვნების შესაბამისად.

შენობის თერმული კონვერტი საიმედოდ უნდა იყოს დაგმანული, რათა შეიზღუდოს ინფილტრაცია. განსხვავებული მასალების დაბეჭდვის მეთოდები უნდა ითვალისწინებდეს გაფართოებასა და შეკუმშვას შორის სხვაობას. ქვემოთ მოცემული დეტალები შეიძლება დაიგმანოს ჰაერგაუმტარი მასალის, შესაფერისი ლენტის ან მყარი მასალის საშუალებით.

ფანჯრების, გამჭვირვალე ჭერებისა და სასრიალო მინის კარბებისათვის ჰაერის ინფილტრაციის კოეფიციენტი არ უნდა აღემატებოდეს 1,5 L/s/m²-ს, ხოლო ორმხრივი მიმართულებით მოძრავი კარბებისთვის (swinging doors) – 2,6 L/s/m²-ს. რაც მოწმდება აკრედიტებული, დამოუკიდებელი ლაბორატორიის მიერ და კლასიფიცირებული და ეტიკეტირებულია მწარმოებლის მიერ. შენობის თერმულ კონვერტში ჩადგმული განათებები ისე უნდა დაიგმანოს, რომ შეიზღუდოს ჰაერის მოძრაობა კონდიციონირებულ და არაკონდიციონირებულ სივრცეებს შორის. შენობის პროექტი არ უნდა იწვევდეს პირობების გაუარესების დაჩაქარებას, ტენის კონდიციონირების გამო. ნიშნულს ზემოთ ჩაღანგარის კედლები, იატაკები და ჭერები, რომლებიც არ ნიავდება და ტენი არ განიდევენება, უზრუნველყოფილი უნდა იქნას სათანადო ორთქლის

შემკავებლით. ორთქლის შემკავებელი უნდა დამონტაჟდეს თერმული იზოლაციის ზამთარში თბილი მხარეს. გამჭვირვალე საფარი უნდა განისაზღვროს, როგორც მზის სინათლის გამტარი ფანჯარა, ალათის, ან ჩარჩოს სხვა დეტალების ჩათვლით, რომელიც შემოზღუდავს კონდიციონერულ სივრცეს. გამჭვირვალე საფარში შედის კონდიციონერული მიწისპირა სართულების მოსაზღვრე კედლებში დატანებული მზის სინათლის გამტარი ფანჯრის კონსტრუქციების ფართობი.

კარებები, სადაც მზის სინათლის გამტარი ღიობები კარის ფართობის 50%-ზე ნაკლებია, გამჭვირვალე საფარის ფართობი არის მზის სინათლის გამტარი ღიობის ფართობი. ყველა სხვა კარისთვის, გამჭვირვალე საფარის ფართობი არის ჩარჩოიანი ღიობის ფართობი, რომელიც მოიცავს კარსა და ჩარჩოსაც.

გამათბობელი/გამაგრილებელი სისტემის ზონირება, შენობაში დამონტაჟებული თითოეული მოწყობილობის ორიენტაცია, იატაკების რაოდენობა და სტანდარტული პროექტის კონვერტის საერთო ფართობი უნდა იყოს შემოთავაზებული პროექტის იდენტური.

სტანდარტულ პროექტში ფანჯრის ფართობი უნდა იყოს ისეთივე, როგორც შემოთავაზებულ პროექტში ან ნიშნულს ზემოთ მდებარე კედლის ფართობის 35%, რომელიც უმცირესია, და უნდა გადანაწილდეს თანაბრად და ერთგვაროვნად შენობის ყველა ფასადზე.

გამჭვირვალე ჭერის ფართობი უნდა იყოს არაუმეტეს სახურავის კონსტრუქციის მთლიანი ფართობის 3%-ისა.

II.2. ენერგოდაზოგვის (ენერგოეფექტურობის) ნორმატიული პოლიტიკა საქართველოში.

საქართველოში კედლის, ფანჯრისა და სახურავის თბოწინაღობის რეკომენდირებული R სიდიდე განისაზღვრებოდა საბჭოთა ნორმატივების მიხედვით, რომლებიც თავის მხრივ იცვლებოდნენ არა თბოტექნიკის მოთხოვნების შესაბამისად, არამედ ქვეყნის

პრიორიტეტების მიხედვით. მაგალითად, თუ 50-იან წლებში მოქმედი ნორმატივები მეტ ნაკლებად პასუხობდნენ თბოტექნიკის მოთხოვნებს, 70-80 წლებში მასიური, იაფი მშენებლობის ფონზე ეს მონაცემები იმ მინიმალურ სანიტარულ მოთხოვნებს გაუტოლდა, რომლებიც საჭირო იყო მხოლოდ ელემენტარული მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. რა თქმა უნდა აქ ლაპარაკი არ იყო რაიმე ენერგოდამზოგავი და ეკოლოგიური მოთხოვნების დაკმაყოფილებაზე.

მოთხოვნები, რომლებითაც დღეს-დღეისობით ხელმძღვანელობენ თბოტექნიკოსები შენობის ენერგომომხმარების გაანგარიშებისას, წარმოადგენენ ზემოთხსენებული საბჭოთა ნორმების მემკვიდრეობას (ამ მონაცემებით თბური წინაღობის მაჩვენებელი R სიდიდე თბილისისთვის განისაზღვრება 0.57-ით) და არაფერი აქვთ საერთო თანამედროვე დასავლური მიდგომებთან. ამას თუ დაუმატებთ იმასაც, რომ ეს ნორმებიც კი დღეს საქართველოში სავალდებულო არ არის, ნათლად დავინახავთ როგორი ჩამოუყალიბებელი სიტუაციაა დღეს ამ კუთხით საქართველოში.

არსებული საცხოვრებელი სახლების შეფასებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ:

1. არ აკმაყოფილებს დღევანდელი მოთხოვნებს ენერგოდამზოგვის კუთხით;
2. არსებულ საცხოვრებელ კორპუსებს ენერგოეფექტურობის გაზრდის დიდი პოტენციალი აქვთ;
3. ენერგოეფექტურობის მოთხოვნა აუცილებლად უნდა იქნეს შეტანილი საამშენებლო ნორმებში;
4. მნიშვნელოვანია ენერგოაუდიტების ჩატარება ხარჯების შემცირების ღონისძიებათა განსაზღვრის მიზნით;

ენერგოეფექტურობის ღონისძიებები თავად შენობებში ორ კატეგორიად შეიძლება დაიყოს:

1. თბოდაცვითი მახასიათებლების გაზრდა;

2. საბოლოო მოხმარების ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა;

ენერჯის დაზოგვის მხრივ კარგი შედეგის მისაღებად მხოლოდ ერთი ეკონომიკურად მომგებიანი ღონისძიების განხორციელება არ არის საკმარისი, მაგ. საბოლოო მოხმარების ტექნოლოგიების გაუმჯობესება (ელექტრომოწყობილობების ეკონომიურობა). პროექტებს, რომლებიც აერთიანებენ შენობის ექსტერიერის კომპონენტების თბოიზოლაციას, ენერჯის დაზოგვის მეტი პოტენციალი გააჩნია, თუმცა ასეთი პროექტების საინვესტიციო ხარჯიც უფრო მაღალია. ენერგოეფექტურობის პროექტები უნდა შეესაბამებოდეს ქალაქის მთლიან ენერგოეფექტურობის სტრატეგიას.

ენერჯის დაზოგვის ღონისძიებებში, ენერგოეფექტურობის და განახლებადი ენერჯის გამოყენებაში მოსახლეობის აქტიურად ჩართვის მიზნით, აუცილებელია საზოგადოების ინფორმირებულობის გაზრდა და შემეცნების დონის ამაღლება. ენერგოეფექტურობის გაზრდისა და ენერჯის განახლებადი წყაროების ათვისების მიზნით პირველ რიგში სახელმწიფოს მხრიდან უნდა გატარდეს პროტექციონისტური პოლიტიკა, ამისათვის კი აუცილებელია სპეციალური კანონმდებლობის შექმნა. საქართველომ უნდა მიიღოს საამშენებლი კოდექსი, რომელიც შენობების ენერგოეფექტურობის ზომების დაცვას ითვალისწინებს. უნდა ამაღლდეს ენერგოეფექტურობის და განახლებადი ენერჯის გამოყენებაში მოსახლეობის ინფორმირებულობისა და მონაწილეობის დონე. უნდა ჩამოყალიბდეს სპეციალიზებული ენერგოსერვისკომპანიები, რომლებიც პრაქტიკულად განახორციელებენ ამგვარ პროექტებს. ისინი უნდა სარგებლობდნენ შეღავათიანი სესხებით და ხელშემწყობი საგადასახადო რეჟიმით. ენერგოაუდიტი მსოფლიოში იმდენად განვითარებულია, რომ ამ ცოდნისა და გამოცდილების გამოყენებაზე უარის თქმა დიდი შეცდომა იქნებოდა. რა თქმა უნდა, ჩვენ უნდა გამოვიყენოთ თანამედროვე მეთოდები და ტექნოლოგიები, რომლებსაც მოვარგებთ საქართველოს კლიმატურ პირობებს, შენობა-ნაგებობათა თავისებურებებს, ცხოვრების წესს და სხვა, ჩვენი ქვეყნისთვის დამახასიათებელ ფაქტორებს.

თავი III. საამშენებლო მასალების თბოწინაღობის R-რეკომენდირებული სიდიდე და მისი ალტერნატივა მასალის თბოგამტარობის U-კოეფიციენტი. დაბალი და საშუალო სართულიანობის შენობების ენერგოეფექტურობის კონსტრუქციული თავისებურებები და პრინციპები

III.1 საამშენებლო მასალების თბოწინაღობის R-რეკომენდირებული სიდიდე და მისი ალტერნატივა მასალის თბოგამტარობის U-კოეფიციენტი ევროპის ქვეყნებისა და ქალაქებისთვის.

შენობის საამშენებლო მასალის ენერგოეფექტურობის ძირითად განმსაზღვრელ მაჩვენებელს საამშენებლო მასალების R თბოწინაღობის რეკომენდირებული სიდიდე და მისი ალტერნატივა მასალის თბოგამტარობის U-კოეფიციენტი წარმოადგენს. რაც ურო დიდია R-ის მნიშვნელობა მით უფრო მაღალია თბოიზოლაციური თვისებები, რომლებიც რეკომენდირებულია ჭერისთვის, იატაკებისა და კედლებისათვის. თერმული წინაღობა-თბური წინაღობა, ეს არის სხეულის, ნივთიერების (მისი ზედაპირის ან რომელიმე ფენის, შრის) მოლეკულების სითბური მოძრაობის გავრცელების წინააღმდეგობის გაწვევის უნარი. თერმული წინაღობა-თბური წინაღობა (R) არის მაჩვენებელი, რომელიც განსაზღვრავს შემომზღუდავი კონსტრუქციის სისქისა და კონსტრუქციაში გამოყენებული მასალების თბოგამტარობის კოეფიციენტების ჯამის დამოკიდებულებას. იმ შემთხვევაში, თუ ვიცით სასურველი ან დაგეგმილი საანგარიშო თბური წინაღობა, შესაძლოა მის შესაბამისად კედლის შემადგენელი ფენების სისქისა და თბური მახასიათებლების განსაზღვრა და შესაბამისად დავითვლით შენობაში კომფორტული ტემპერატურის შესანარჩუნებლად საჭირო ენერჯის რაოდენობას. კედლის რთული (არაერთგვაროვანი) სისტემის თერმული წინაღობა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

საერთო ფორმულა: $R_t=(T_2-T_1):P$ სადაც: R_t -თბური ჯაჭვის თბური წინაღობა K/Bt ;

T_2 -ტემპერატურა მონაკვეთის დასაწყისში.

T_1 -ტემპერატურა მონაკვეთის ბოლოს.

P - საანგარიშო მონაკვეთში გამავალი თბური ნაკადი, Bt .დ

საანგარიშო მონაკვეთის სექციაში თბური წინამდევობა : $R_t=L/US$ სადაც:

- R_t - საანგარიშო მონაკვეთის სექციაში თბური წინამდევობა
- L -საანგარიშო მონაკვეთის სიგრძე. მ
- U -მასალის თბოგამტარობის კოეფიციენტი $Bt/(m K)$
- S -საანგარიშო მონაკვეთის განივი კვეთის ფართობი m^2

$$R_{\kappa}= R_1+R_2+R_3.....R_n$$

შენობის გარე შემომზღუდავი კონსტრუქციის სისქის განსაზღვრად აუცილებელია ვიცოდეთ მათი შემადგენელი ფენების თბოგამტარობის კოეფიციენტი U და სასურველი თბური წინაღობა.

თბომდევობა R თბოგამტარობის საპირისპირო მოვლენა, რომელიც ტოლია კომპონენტის თითოეული შრის, როგორებიცაა: ჰაერთან შეხებაში მყოფი ზედაპირები, თბოიზოლაცია, ჩარჩოები და გამჭვირვალე საფარები, R -სიდიდეების შეწონილი ჯამისა.

• $R = K/W$ ყოველ m^2 -ზე.

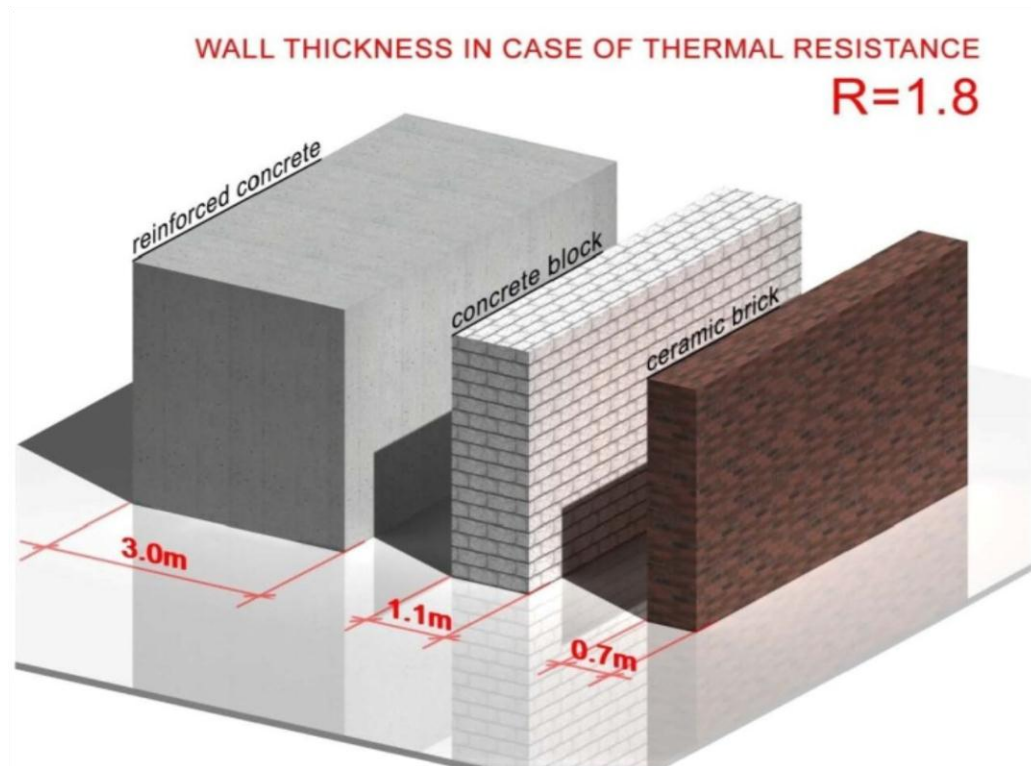
$$(თბოგადაცემა) \cdot U = W / (m^2 \cdot K).$$

თბოგამტარობა (U) მოცემული მასალის ერთეულ ფართობში სითბოს ნაკადის გატარების დრო, რომელიც გამოიხატება სტაბილურ პირობებში ორ ზედაპირს შორის ტემპერატურის ცვლილების ერთეულით.

სხვადასხვა მასალის კედელს, წინასწარ განსაზღვრული R თბური წინაღობით შესაბამისი სისქე აქვს. ილ.18

თბოგადაცემა (U) შენობის კომპონენტის ან აწყობილი სისტემის გავლით გადაცემული სითბოს (ჰაერიდან ჰაერზე) კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია სითბოს ნაკადის სიჩქარისა ერთეულ ფართობზე და ჰაერთან

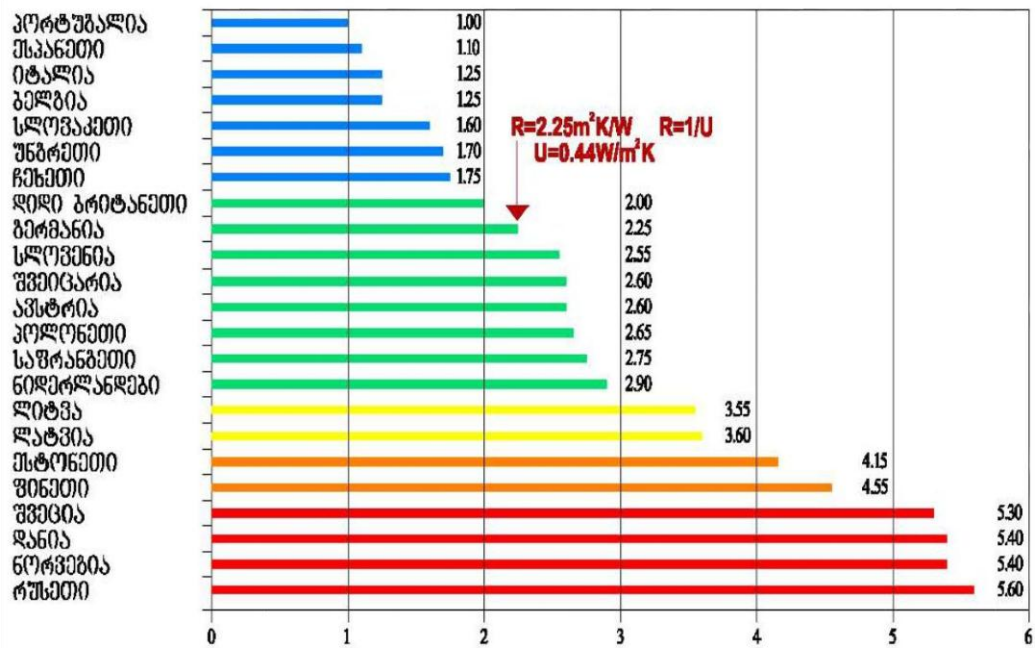
შეხებაში მყოფი ზედაპირების თბილ და ცივ მხარეებს შორის ტემპერატურის ცვლილების ერთეულის. მსგავსია თბოგამტარობისა და, არსებითად, ტოლია შებრუნებული R თბომდეგობისა. $R=1/U$



ილ.19 განსაზღვრული R თბოწინაღობის შესაბამისი სხვადასხვა მასალის კედლის სისქე.

დასავლეთის ქვეყნებში სხვადასხვა დროს ამ მაჩვენებლის სხვადასხვა სტანდარტი იყო. XX საუკუნის დასაწყისიდან დაწყებული, როდესაც წინაღობა განისაზღვრებოდა 0.45-ით და დამთავრებული საუკუნის ბოლოთი, როდესაც შემომზღუდავი გარე კედლის მინიმალური მაჩვენებელი გაიზარდა 2.0 მდე. ეს ცვლილებები კლიმატური ცვლილებების და ენერგო გათვლების ტექნოლოგიის დახვეწის ფონზე მოხდა.

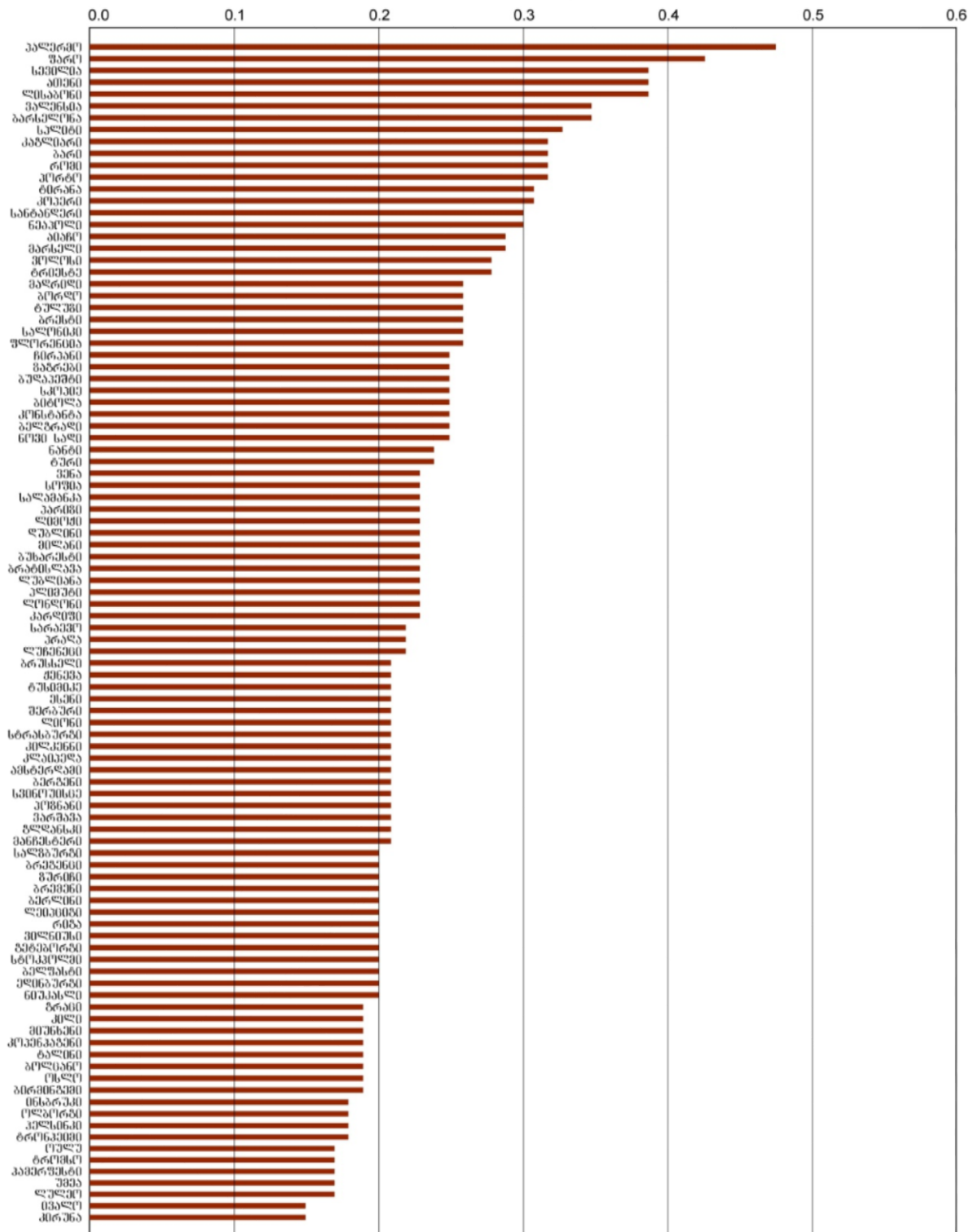
ამჟამად კანონით დარეგულირებული გარე კედლების თერმული წინაღობის მაჩვენებლები ($m^2 \cdot C/W$) ევროპის ზოგიერთი ქვეყნისათვის მოცემულია ილ. 19



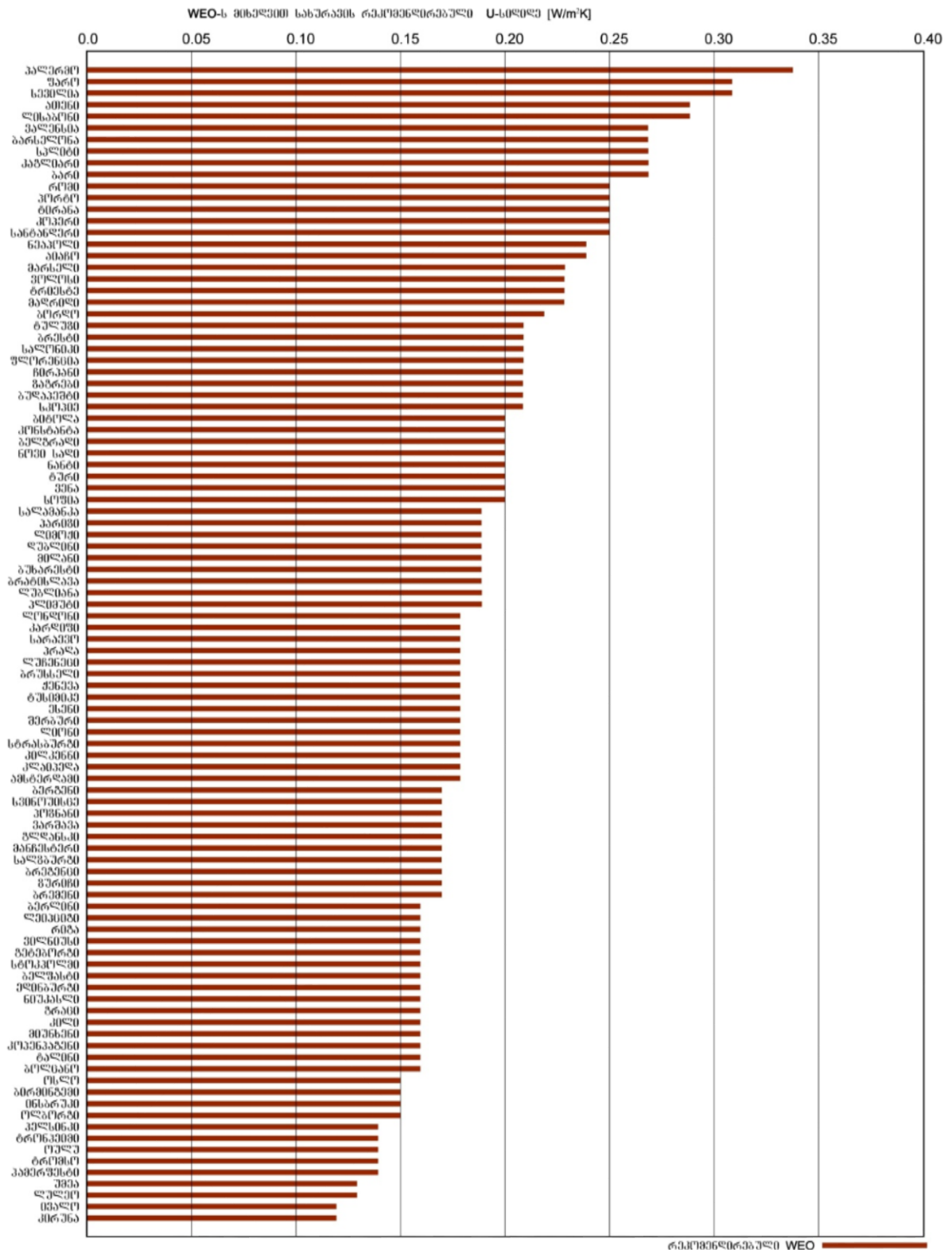
ილ.20 ევროპის ქვეყნებში კოდექსით გათვალისწინებული გარე კედლების თბური წინაღობა (m²·C/W)

ხოლო ილ. 21 ილ. 22 და ილ. 23 გვიჩვენებს კედლის, ფანჯრისა და სახურავის თბოწინაღობის რეკომენდირებულ კოეფიციენტს ევროპის 100 ქალაქისათვის.

WEO-ს მიხედვით ბარა კელვინების რეკომენდებული S-სიდიდე [W/m²]



ილ. 21 კედლის თბოგამტარობის რეკომენდირებული S სიდიდე ევროპის 100 ქალაქისათვის.



ილ. 23 სახურავის თბოგამტარობის რეკომენდირებული U სიდიდე ევროპის 100 ქალაქისათვის.

III.2 დაბალი და საშუალო სართულიანობის შენობების ენერგოეფექტურობის კონსტრუქციული თავისებურებები და პრინციპები და მოსალოდნელი ეკონომიური ეფექტი.

გამოყენებული მასალების მოკლე აღწერა:

ბეტონის ბლოკი. ეს სამშენებლო მასალა ყველაზე მეტადაა გავრცელებული საქართველოს სამშენებლო ბაზარზე, როგორც კედლების შემავსებელი. მრავალსართულიანი შენობების დიდ ნაწილში სწორედ ბეტონის ბლოკი გამოიყენება. ბლოკის ყველაზე გავრცელებული პარამეტრებია 40X20X20სმ. მისი წარმოება ხდება საქართველოში, უმეტესად კუსტარულ საწარმოებში, ამიტომ ძალზე ძნელია მისი ხარისხის და მონაცემების კონტროლი, როგორც სიმტკიცის ასევე თბოგამტარობის კუთხით.

შენობის თბოიზოლაცია სხვადასხვა როგორც საყოფაცხოვრებო (ქვიშა, ჩალა, ნაჭრები, გაზეთი, გოფირებული მუყაოს ქაღალდი, ნახერხი, ბამბა და ა.შ.) ასევე სამრეწველო (მინერალური ბამბა, ბოჭკოვანი მინა, პენოპლასტი, პერლიტი, კორპი, თექის ლაიბები) მასალითაა შესაძლებელი.

ბუნებრივი კორპის თბოიზოლაციური მასალა შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც შენობის გარე კონსტრუქციებისათვის (კედლებზე ბათქაშის ქვეშ და სახურავებზე ბიტუმის ქვეშ) ასევე გამოიყენება როგორც შემავსებელი ტიხრებში და იატაკის დასათბუნებლად. 3 სმ სისქის კორპის ფილა თავისი თბოიზოლაციუტი თვისებებით უტოლდება 150 სმ სისქის ბეტონს, 40 სმ აგურს, 15 სმ მუხას და 3.5 სმ მინერალურ ბამბას.

პერლიტი-ვულკანური წარმოების მინერალი, ეგრეთ წოდებული ვულკანური მინა, რომელიც წარმოიქმნება ბუნებრივი გზით. პერლიტის გამანსხვავებელი თვისება სხვა ვულკანური მინებისგან არის ის, რომ მისი გარკვეულ ტემპერატურამდე გაცხელების შედეგად იგი ფუჭდება და ხდება მის პირვანდელ მოცულობაზე 4-20 ჯერ უფრო დიდი მოცულობის. სწორედ ამ თვისების გამო, ის წარმოადგენს კარგ

თბოიზოლაციას. პერლიტისა და ბეტონის ნარევი იწარმოება პერლიტის ბლოკი და ფილები. ბეტონის წილის გაზრდით მისი თბოეფექტურობა მცირდება, ხოლო დაკლებით კი ბლოკის სასურველი სიმტკიცე მცირდება. პერლიტის ბლოკი ეკოლოგიურად სუფთაა და ხანძარმედეგია. პერლიტ-ცემენტის, პერლიტ-გაჯის და ა.შ. ხსნარებით კი შესაძლებელია კარგი თბოსაიზოლაციო მახასიათებლის მქონე გასალესი მასალის მიღება.

მშენებლობაში პერლიტობეტონის გამოყენების მიზანშეწონილობა თეორიულად და პრაქტიკულად დადასტურებულია. თბოსაიზოლაციო პერლიტური საშენი მასალების გამოყენების უპირატესობა მდგომარეობს შემდეგში:

- 80%-დე ამცირებს სითბოს დანაკარგებს კედლებიდან;
- უზრუნველყოფს კედლის სინესტის და ტემპერატურის ოპტიმალურ რეჟიმს;
- იცავს კედლის არსებულ კონსტრუქციებს (არსებული შენობებისათვის) ტემპერატურის მავნე მერყეობისა და სიცივის ზემოქმედებისგან;
- სინესტის რაოდენობა კედელში იკლებს რამდენჯერმე, რის შედეგადაც შესაბამისად იზრდება კედლის თბური წინააღმდეგობა და ჩერდება მისი ნგრევის პროცესი. საქართველოში ხდება პერლიტის მოპოვება და ასევე პერლიტობეტონის ბლოკის წარმოება.

მინერალური ბამბა – არაჩვეულებრივი თბო და ხმაურის იზოლაციური. მისი თბოგამტარობა 40 ჯერ მცირეა, ვიდრე ბეტონის და 10 ჯერ ნაკლებია ვიდრე აგურის. ამის შედეგად მას უჭირავს თბოიზოლაციური ნაწარმის ბაზრის დაახლოებით 80%. მინერალური ბამბა არის მტვერევადი და მისი დაგების დროს წარმოიქმნება ბევრი მტვერი, ამიტომ მას აქცევენ გრანულებად. მას გამოიყენებენ ღრუიანი კედლების ამოსავსებად და აგრეთვე გადახურვებში.

ბოჭკოვან მინას ახასიათებს მაღალი თერმული წინააღმდეგობა. ამ მასალისგან დამზადებული მატები და რულონები არის თერმო და ხმაურ

მდეგები ენერგოეფექტური კონსტრუქციებისთვის. იგი ადვილად გასაკრავია. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნებისმიერი სახის შენობაში ხისა და მეტალის ჩარჩოებისთვის. აგრეთვე არსებობს ალუმინიუმის ფოლგით დაფარული ბოჭკოვანი მინა.

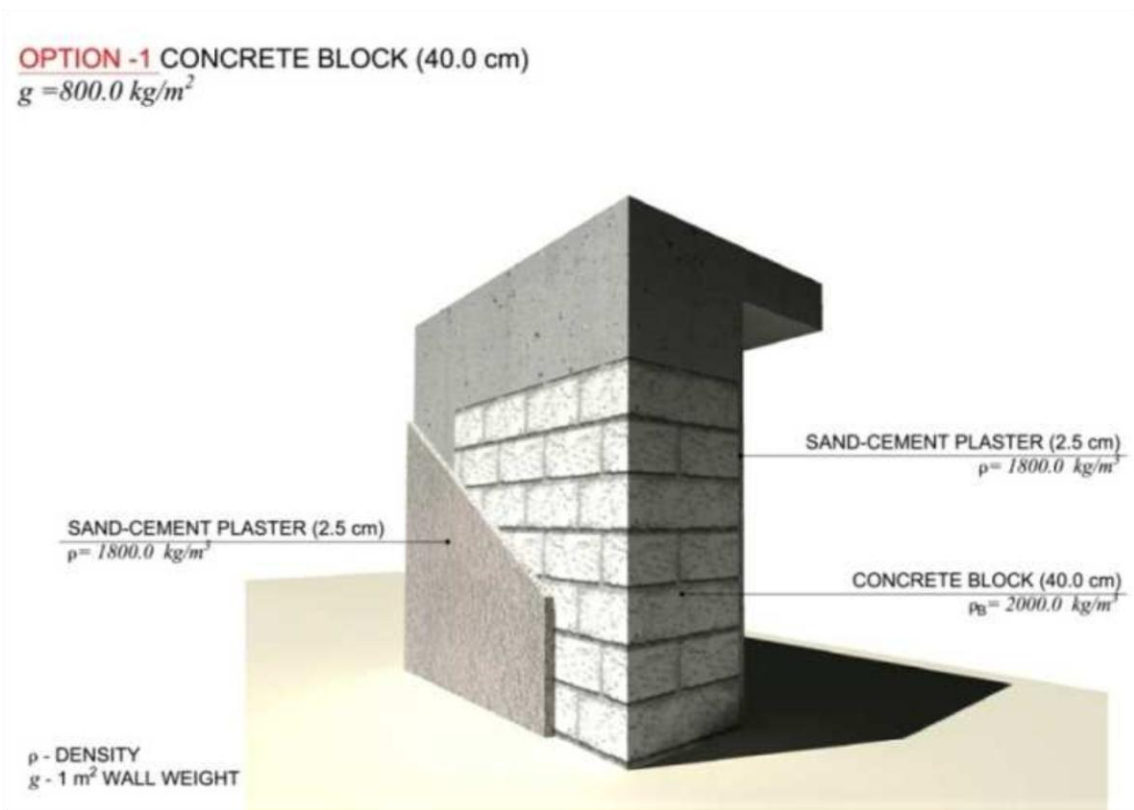
პოლიურეტანის 40 მმ სისქის ფილა თავისი თერმული თვისებებით ექვივალენტურია = 134 მმ სისქის ხის კოჭის = 2080 მმ სისქის ბეტონის ფილას. ტრადიციულთან შედარებით, შენობის მდგრადი დიზაინი და ენერგოეფექტური სამშენებლო მასალების გამოყენება ენერგომომხარების მნიშვნელოვნად შემცირების საშუალებას იძლევა.

კვლევაში განხილულია შენობების თბოიზოლაციის მაგალითები პერლიტისა და ბაზალტის ბოჭკოს ბაზაზე დამზადებული დამათბუნებლის გამოყენებით. ასევე განსაზღვრულია, საქართველოს პირობებისთვის შესაბამისი თერმული წინაღობის მაჩვენებელი, რაც ნებისმიერი შენობის ენერგოეფექტურობის გაანგარიშების ძირითადი წინაპირობაა.

“ქვაბამბა” (ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალის ბაზაზე დამზადებული თბოიზოლაცია) მიიღება ბაზალტის ნატეხების დნობით მიღებული ბოჭკოვანი მასალის დამუშავებით. ის დასავლეთის ქვეყნებში საკმაოდ ფართოდ მოხმარებად იზოლატორს წარმოადგენს. მისი თბოგამტარობის კოეფიციენტი საკმაოდ მაღალია. ის ასევე ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტია და აქვს ხანძარმედეგობის მაღალი მაჩვენებელი.

“ქვაბამბა” კლასიკური სახით საქართველოში არ იწარმოება, თუმცა რიგი კომპანიები ეწევიან მის ექსპორტს სხვადასხვა ქვეყნებიდან. გამომდინარე იქიდან, რომ საქართველოში მის დასამზადებლად საჭირო ნედლეული საკმარისი რაოდენობით მოიპოვება, სასურველია რეკომენდაცია გაუწიოს ადგილობრივ კომპანიებს, რათა გააფართოვონ თავიანთი საქმიანობა და აწარმოონ მაღალი ენერგომაჩვენებლების პროდუქცია.

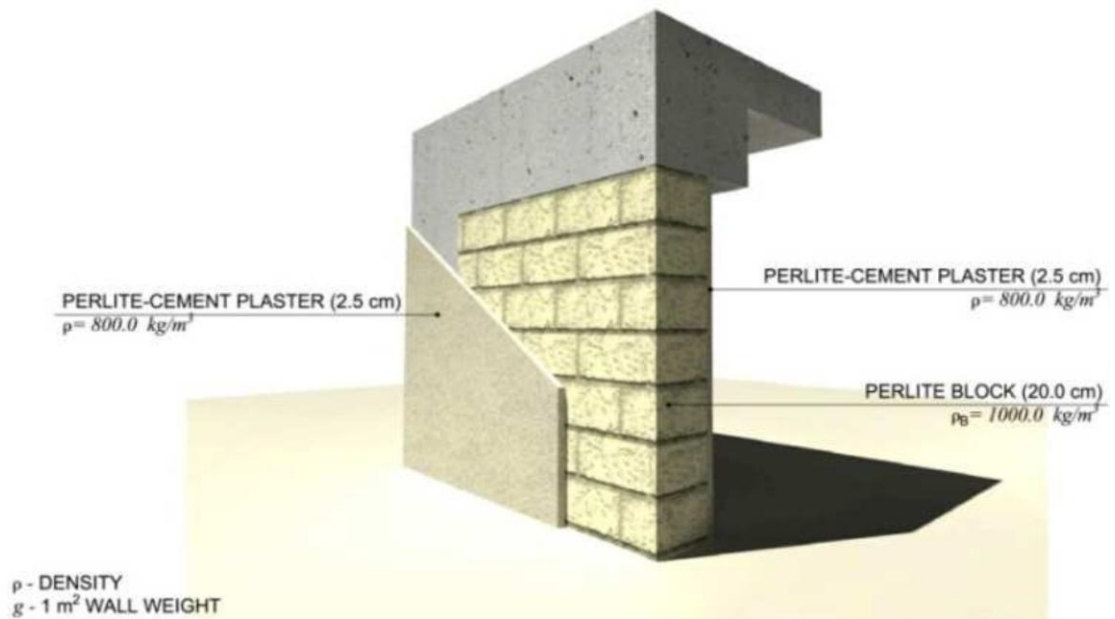
კვლევაში ჩვენს მიერ განსაზღვრული სასურველი წინააღმდეგობის მაჩვენებელი არ წარმოადგენს მეცნიერული კვლევის შედეგად მიღებულ მონაცემს. ის მოცემულია ზოგადი გამოცდილების, დასავლეთის ქვეყნების მონაცემების შეჯერების და საქართველოში მოღვაწე სპეციალისტების მიერ გამოქვეყნებული რეკომენდაციების საფუძველზე (იხ. ჟურნალი ენერჯია №6 გვ. ო. კირურაძე ს. ბარამიძე) ამ მონაცემებზე დაყრდნობით სარეკომენდაციო საშუალო თერმული წინააღმდეგობა ქ. თბილისისათვის განისაზღვრება $R=1.6-1.8 \text{ m}^2\text{K/W}$. მომავალში ეს მონაცემი საჭიროებს შესაბამის მეცნიერულ დასაბუთებას საქართველოს ბუნებრივ-კლიმატური მოთხოვნების შესაბამისად. ასევე აუცილებელია მისი სტანდარტად ან სავალდებულო ნორმად ქცევა. კვლევაში განხილულია კედლის ტიპის ოთხი ვარიანტი - 1,2,3 და 3ა.



ილ. 24 ვარიანტი №1 ბეტონის ბკოლის წყობა სისქით 40სმ.

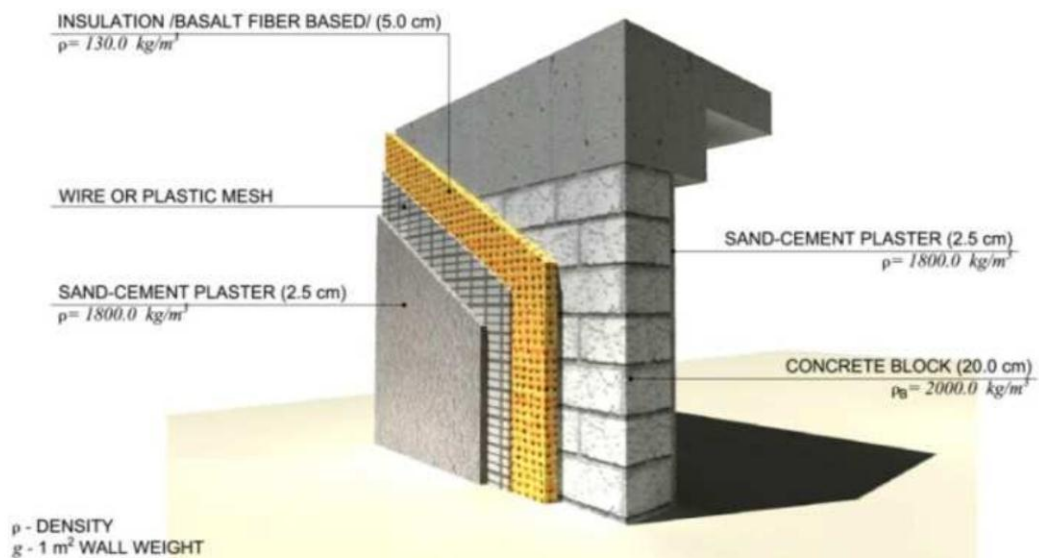
ვარიანტი №1 წარმოადგენს საქართველოს სამშენებლო ბაზარზე ყველაზე მეტად გავრცელებულ კედლის ტიპს: ბეტონის ბკოლის წყობა სისქით 40სმ. გალესილი ქვიშა-ცემენტის ხსნარით ორივე მხრიდან.

OPTION -2 PERLITE BLOCK (20.0 cm)
 $g = 200.0 \text{ kg/m}^2$



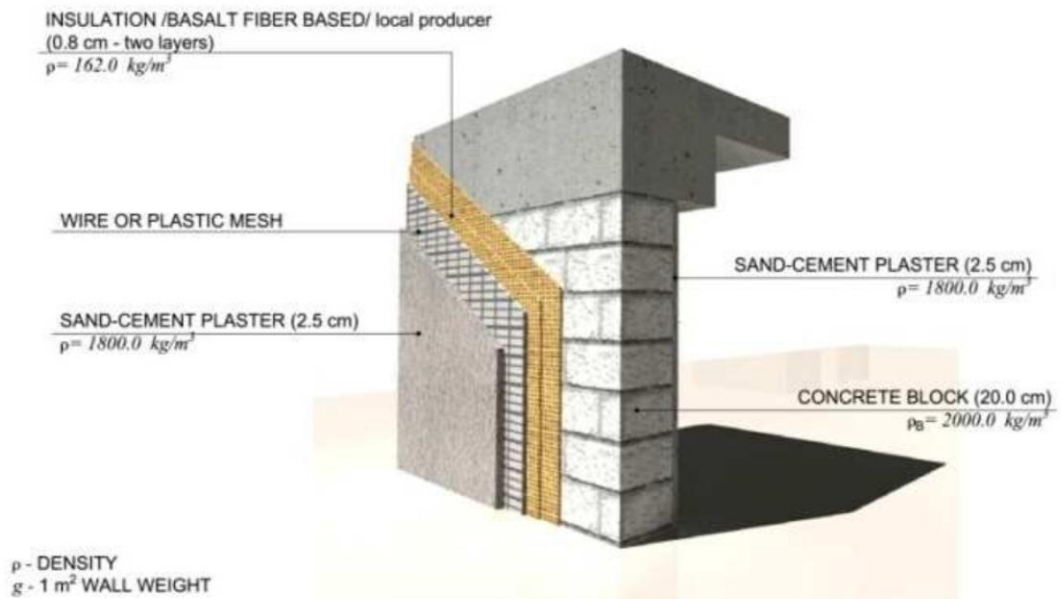
ილ. 25 ვარიანტი №2 პერლიტის ბლოკის წყობა სისქით 20სმ. გალესილი პერლიტ-ცემენტის ხსნარით ორივე მხრიდან.

OPTION -3 CONCRETE BLOCK (20.0 cm) + INSULATION /BASALT FIBER BASED/ (5.0 cm)
 $g = 410.0 \text{ kg/m}^2$



ილ. 26 ვარიანტი №3 – ბეტონის ბლოკის წყობა სისქით 20სმ. გალესილი შიგნიდან ქვიშა-ცემენტის ხსნარით, გარედან დათბუნებული ბაზალტის ბოჭკოვანი მასალის ბაზაზე დამზადებული თბოსაიზოლაციო შრით 5სმ. (“ქვაბამბა”), გარედან შელესილი შესაბამისი მეთოდით.

OPTION -3.a CONCRETE BLOCK (20.0 cm) + INSULATION /BASALT FIBER BASED/ local producer (0.8 cm - two layers)
 $g = 405.2 \text{ kg/m}^2$



ილ. 27 ვარიანტი №3ა – იგივე რაც ვარიანტი N 3 იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში დამატებულად გამოყენებულია ბაზალტის ბოჭკოვანი ქეჩა (8მმ. სისქით) ორი შრე.

აღსანიშნავია, რომ ვარიანტი №3 (“ქვაბამბა” 5სმ.) საქართველოში არ იწარმოება. ხოლო ვარიანტი №3ა-ში გამოყენებული მასალა წარმოადგენს მსგავს პროდუქტს, რომლის წარმოება საქართველოშია, კერძოდ ქ. რუსთავში სამრეწველო წარმოების ტერიტორიაზე.

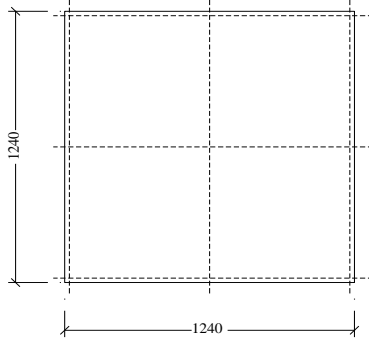
კვლევაში ვარიანტები №2, 3 და 3ა შედარებულია ვარიანტ №1-ის მონაცემებს, რაც უფრო ნათელ სურათს გვაძლევს მათი მახასიათებლების შესახებ.

ჩვენს მიერ განხილული ვარიანტები წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ და მარტივ გადაწყვეტებს. რა თქმა უნდა შესაძლებელია ზემოთ აღნიშნული ან სხვა ტიპის დამატებელი მასალების კომბინაციით მრავალი ტიპის კედლის მიღება განსხვავებული თბოეფექტურობით;

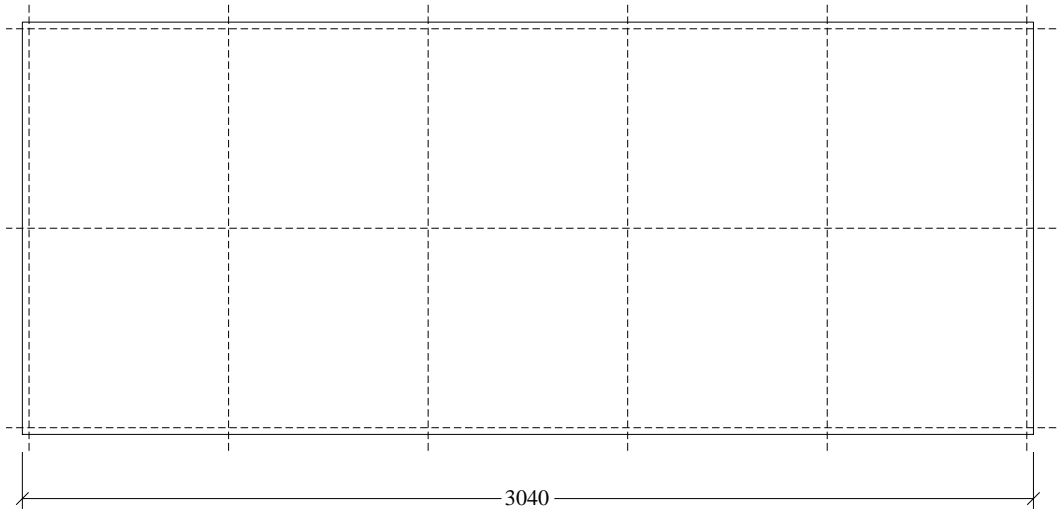
თითოეული ვარიანტი განხილულია საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობით განსაზღვრული II, III და IV კლასის შენობისათვის.

შენობები კვლევაში მოცემულია პირობითი სახით, ყველაზე მარტივი კონფიგურაციით.

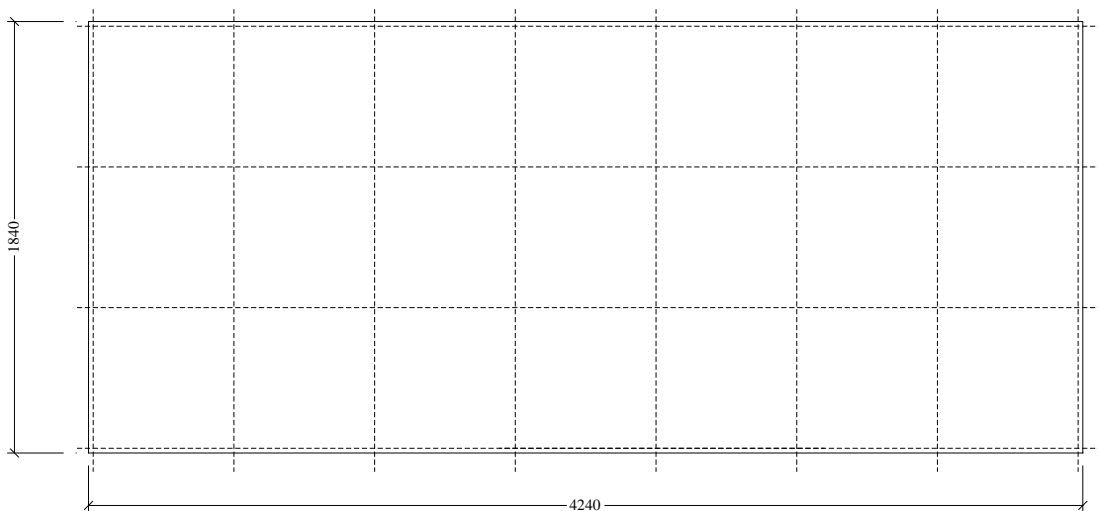
II კლასის შენობა 2 სართული – 300მ²



III კლასის შენობა 8 სართული - 3015მ²

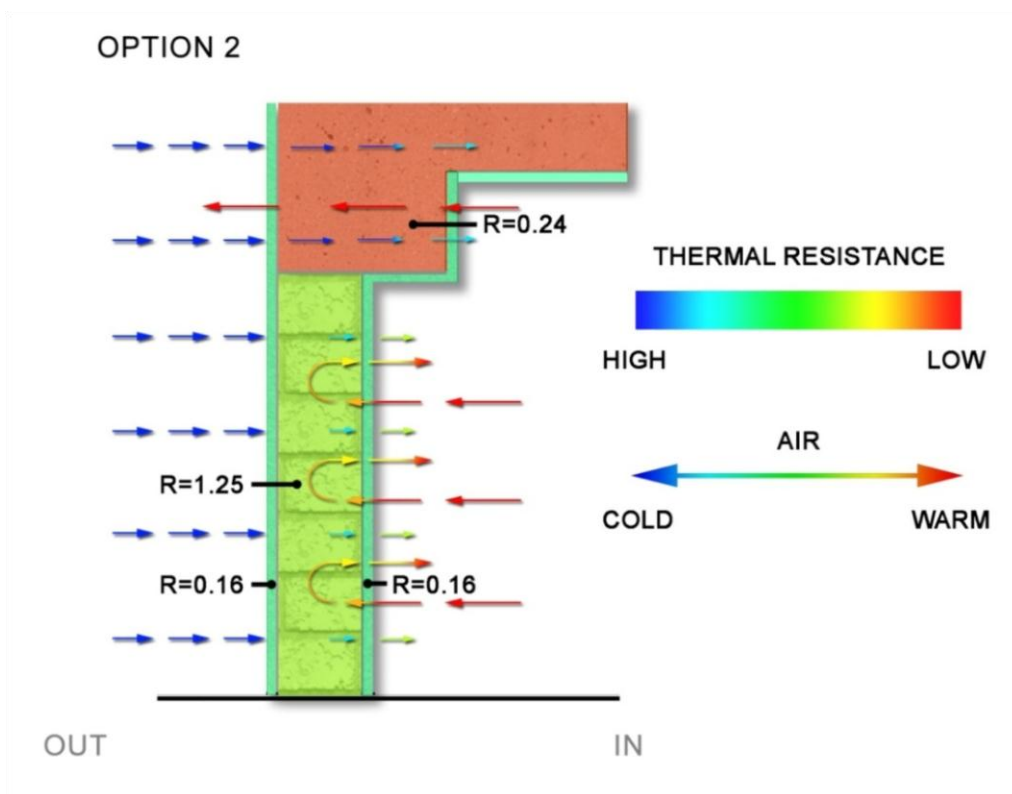
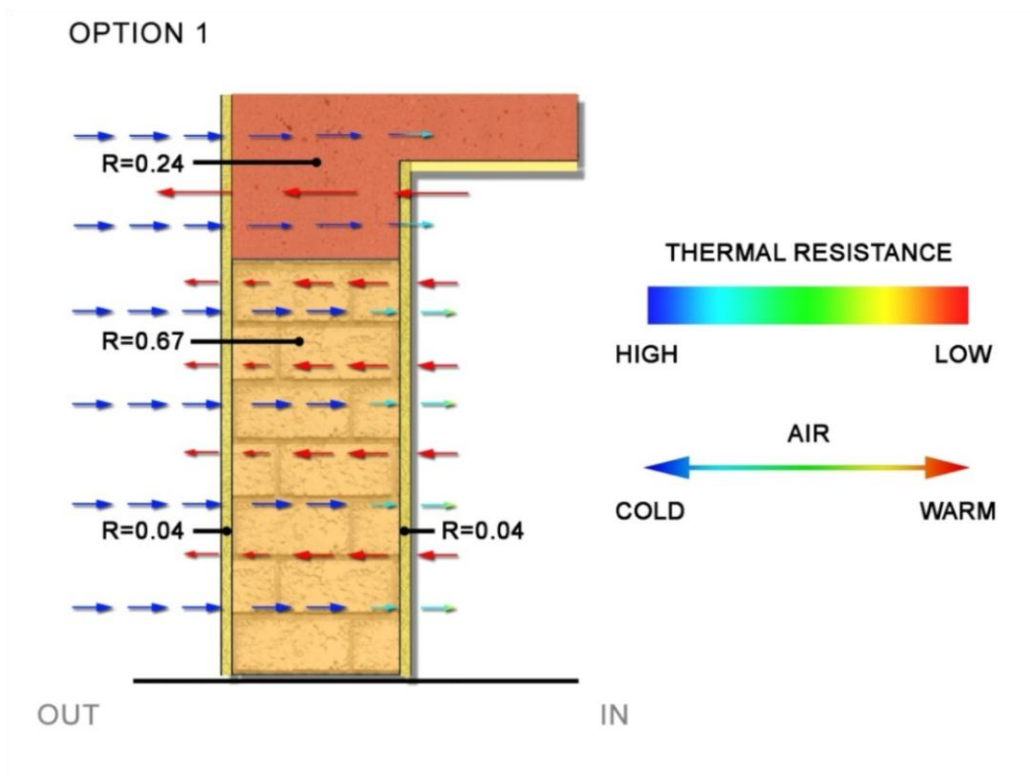


IV კლასის შენობა 18 სართული - 14040 მ²

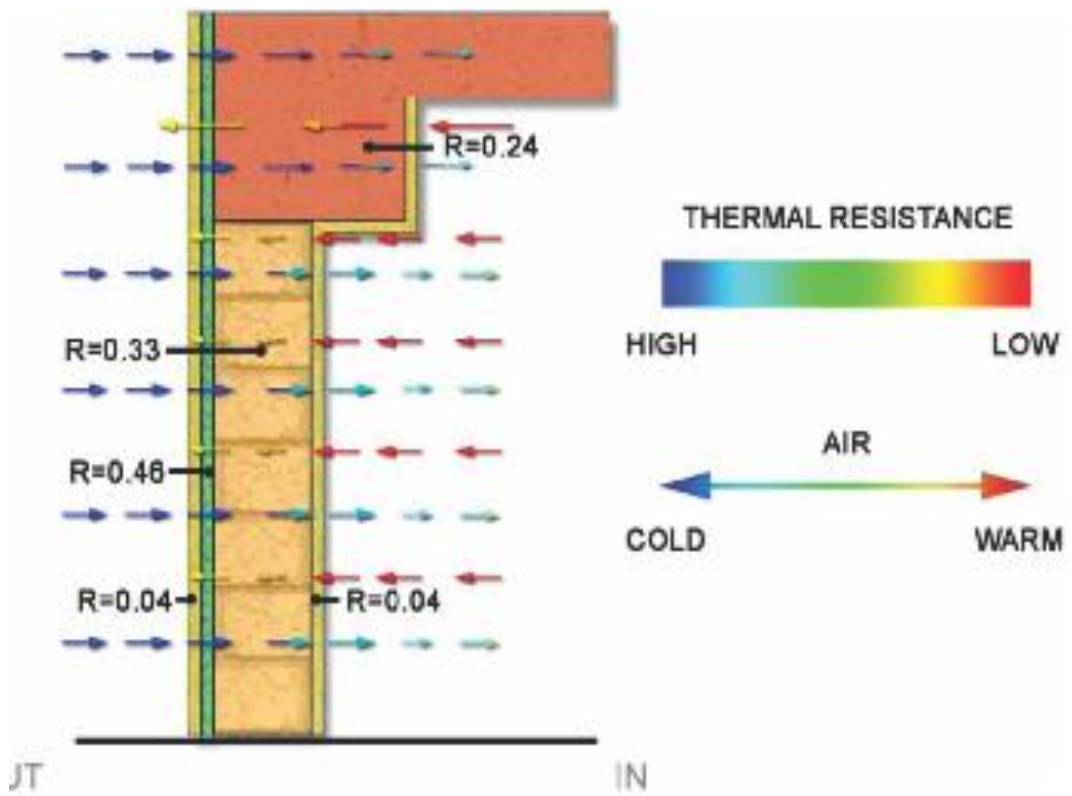
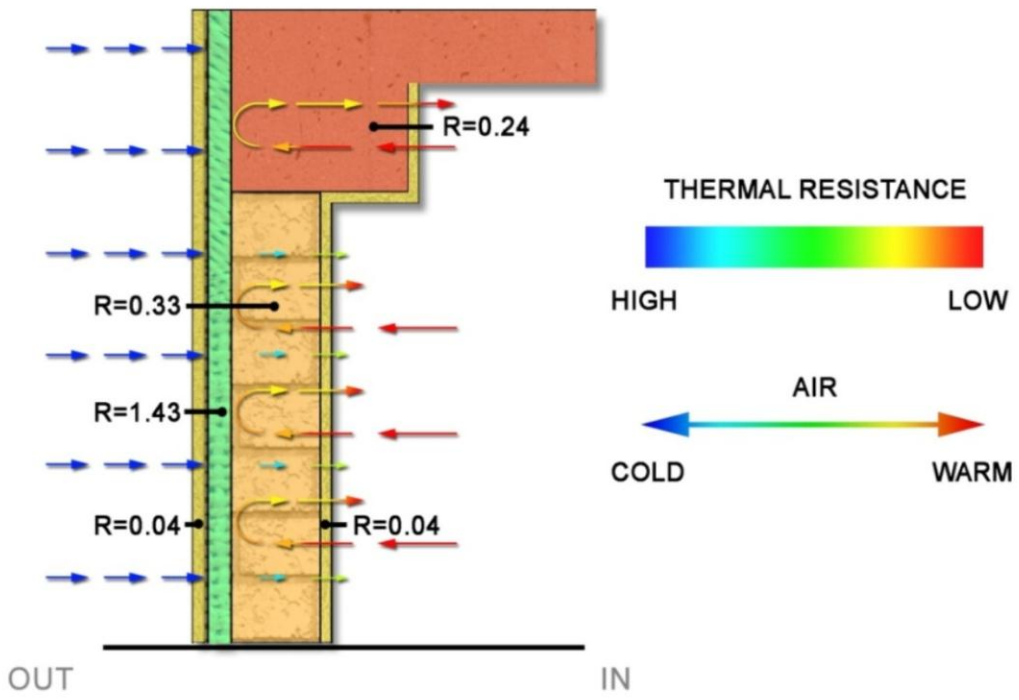


სქემა 3. II-III და IV კლასის შენობ. გეგმების მარტივი კონფიგურაცია

განხილული კედლის ვარიანტების თბოგამტარობის სქემა ფენების თერმული წინააღობის მაჩვენებლებით ნაჩვენებია სქემა 4



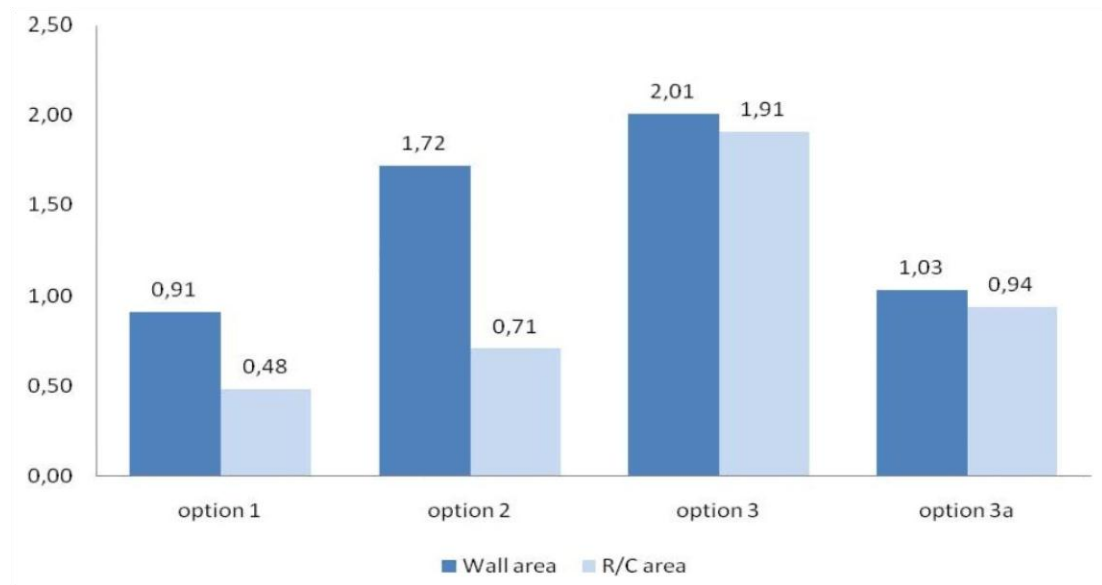
OPTION 3



სქემა 4. ვარიანტ №1, 2, 3 და 3ა-სთვის კედლის თბოგამტარობის სქემა თერმული წინარობის მაჩვენებლით

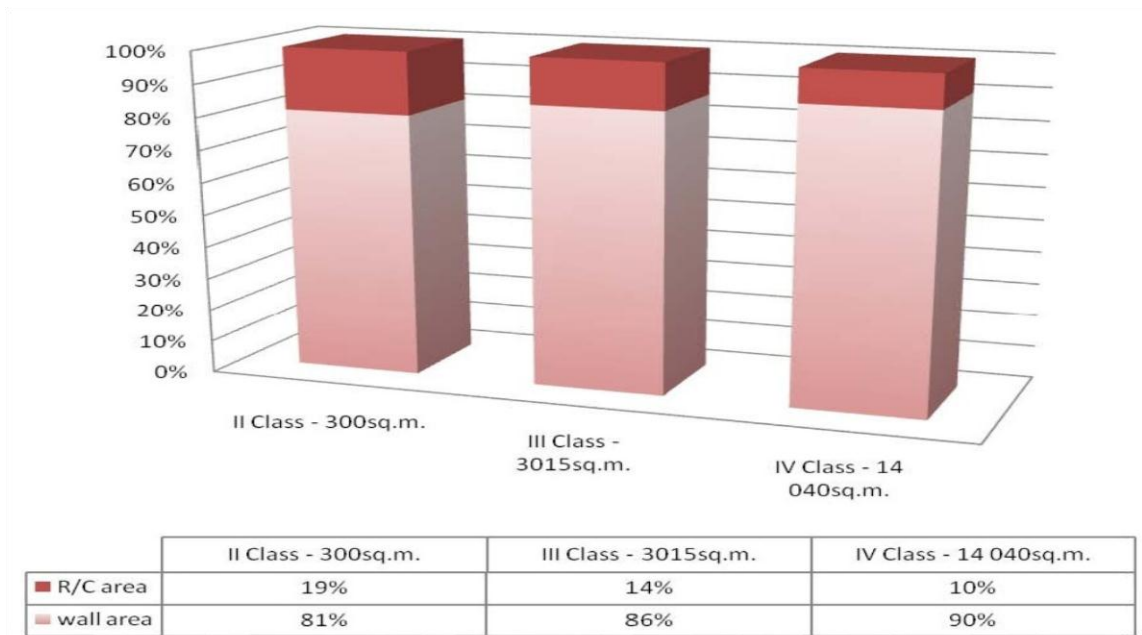
სქემებიდან ნათლად ჩანს, რომ ვარიანტი №1-ის ჯამური თერმული წინაღობა მხოლოდ საბჭოთა ნორმების მინიმალურ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს. №2 და №3 ვარიანტები თანამედროვე ნორმების ფარგლებშია, ხოლო ვარიანტი №3ა-ს სასურველზე დაბალი მაჩვენებელი აქვს, რაც გამოწვეულია მისი მცირე სისქით.

კარკასული შენობის შემთხვევაში თბოდანაკარგების ანგარიშისას გასათვალისწინებელია, რომ რკინა-ბეტონი (სვეტები და რიგელები) ძალზედ კარგი გამტარია (შესაბამისად მას ცუდი თერმული წინაღობა გააჩნია), ამიტომ შენობის შემომზღუდავი კონსტრუქციის იმ ნაწილებში სადაც რკინა-ბეტონის ელემენტები გვხვდება, უფრო დაბალ R მაჩვენებელს ვიღებთ, ვიდრე დანარჩენ ადგილებში, რომლებიც შემავსებელი მასალითაა აშენებული.



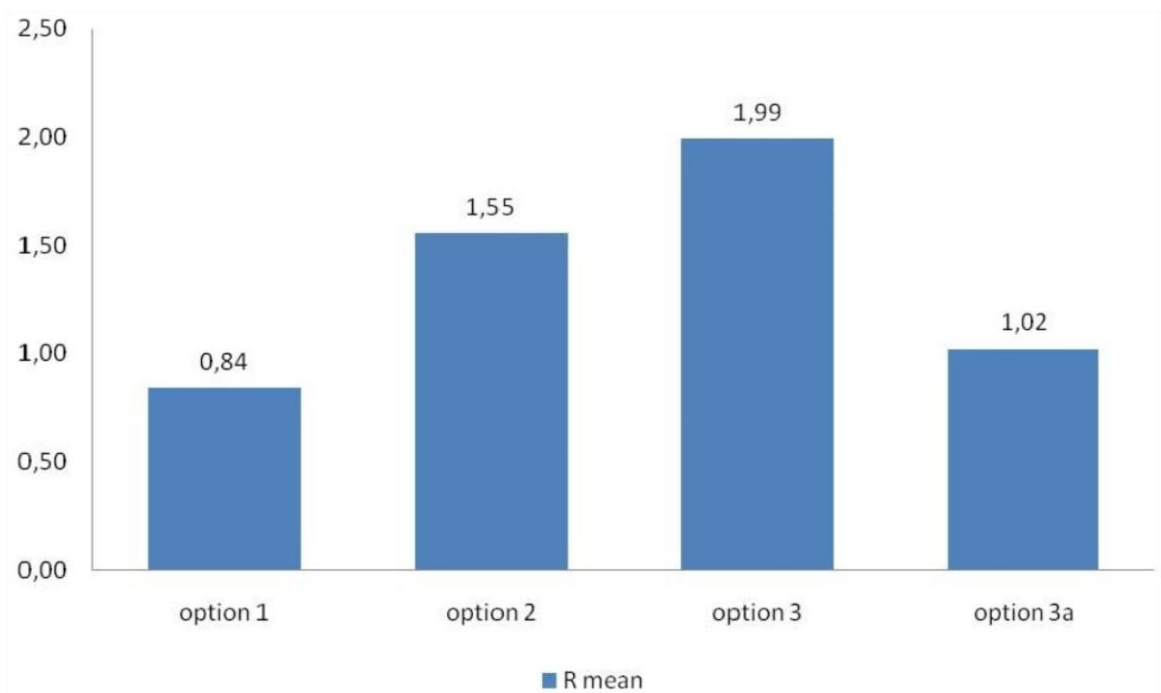
ილ. 28 შემომზღუდავი კონსტრუქციის R მაჩვენებელი

რკინა-ბეტონის ელემენტებისა და ასეთი ადგილების პროცენტული წილი სხვადასხვა კლასის შენობებში ნაჩვენებია ილ.27 კვლევის თბოდანაკარგების ანგარიშებში ეს ფაქტორი გათვალისწინებულია.



ილ. 29 რკინა-ბეტონის ელემენტების პროცენტული წილი სხვადასხვა კლასის შენობებში

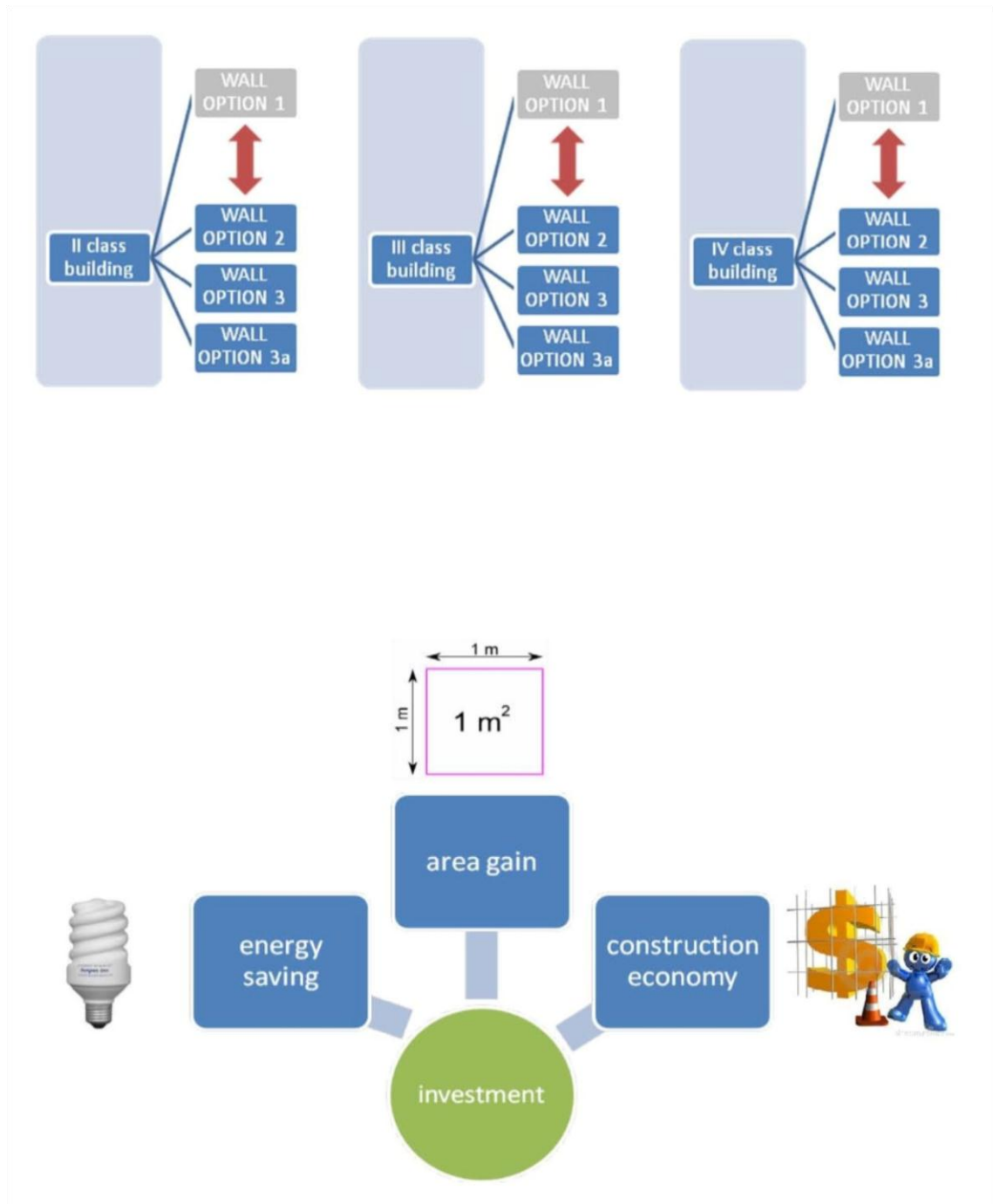
სამივე კლასის პირობითი შენობისათვის ჩატარდა კვლევა თითოეული კედლის ვარიანტის გამოყენებით. შემდეგ მოხდა 2, 3 და 3ა ვარიანტების შედარება პირველ ვარიანტთან, რის საფუძველზეც მივიღეთ საბოლოო შედეგები.



ილ. 30 სამივე კლასის შენობის საშუალო R კოეფიციენტი

თითოეული განხილული ვარიანტი შესრულდა სქემა 5-ის მიხედვით.

ჩადებული ინვესტიცია წაროდგენს თანხის სხვაობას პირველ ვარიანტთან შედარებით, რომელიც საჭიროა კონკრეტული ვარიანტისთვის (№2, 3 ან 3ა)



სქემა 5. განხილული ვარიანტების შესრულების სქემა

სურათიდან ჩანს, თითოეულ ვარიანტზე ინვესტიციისთვის დახარჯული თანხის ამოგების სამი სხვადასხვა საშუალება არსებობს.

1. კედლის სისქის შემცირების ხარჯზე მოგებული ფართობი.

2. შემავსებელი მასალის შემსუბუქების ხარჯზე, შენობის მზიდ კარკასში მასალების ეკონომია.

3. გათბობაზე დახარჯული ენერჯის ეკონომია.

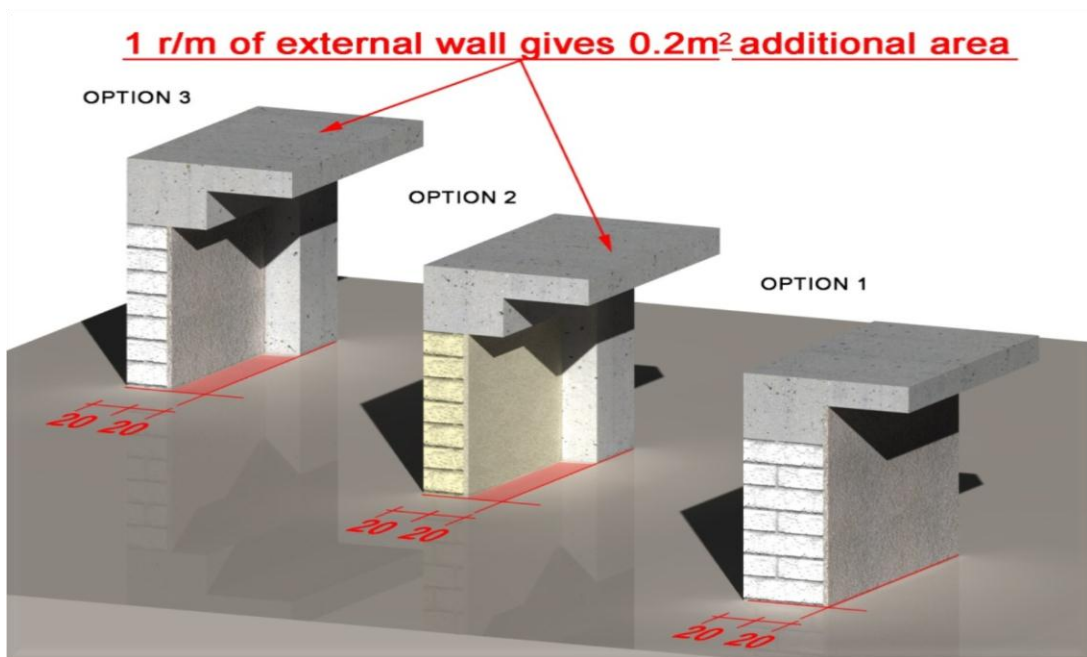
პირველი და მეორე პუნქტი შედეგს გვაძლევს მომენტალურად, მშენებლობის დამთავრებისთანავე, ხოლო დახარჯული ენერჯის ეკონომიით კაპიტალდაბანდების თანხის ამოღება ხდება გრძელვადიანად, დამატბუნებლის ხარისხის და ფასის შესაბამისად.

გათბობაზე გაკეთებული ეკონომიის მისაღებად თითოეულ ვარიანტზე ჩატარდა თბოდანაკარგების ანგარიში. საწვავ მასალად ნაგულისხმევია ბუნებრივი აირი. 1 კვ.მ. კედლის დასათბუნებლად. კაპიტალდაბანდების განსასაზღვრად თითოეული კედლის ვარიანტისათვის დაანგარიშებულ იქნა კედლის შემადგენელი შრეების საშუალო საბაზრო ღირებულება. ინვესტიციის საბოლოო ოდენობა მივიღეთ ამ მაჩვენებლების შესაბამისი კლასის შენობების კონკრეტულ ფართობებზე გამრავლებით. ცხრილ 4-ში მოცემულია ოთხივე ვარიანტის კაპიტალდაბანდების ეკონომია ლარებში და %-ში, ხოლო ილ. 28-ში ნაჩვენებია ფართობის ეკონომია №2, 3 და 3a ვარიანტებისათვის №1 ვარიანტთან შედარებით.

	საინვესტიციო თანხა ლარში. (ფასის სხვაობა 1 ვარიანტთან შედარებით)		
	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი
ვარიანტი 1	0	0	0
ვარიანტი 2	-1312	-12285	-29889
ვარიანტი 3	-10388	-92430	-215578
ვარიანტი 3a	-5483	-47205	-106888

	სინვესტიციო % (პროცენტული) სხვაობა 1 ვარიანტთან შედარებით		
	2 კლასი	3 კლასი	4 კლასი
ვარიანტი 1	0	0	0
ვარიანტი 2	7	6	6
ვარიანტი 3	52	48	45
ვარიანტი 3a	27	25	23

ცხრილი 4 .1-2-3 და 3a ვარიანტების კაპიტალდაზანდების ეკონომია ლარებში და %-ში



ილ. 31 ფართობის ეკონომია №2, 3 და 3a ვარიანტებისათვის №1 ვარიანტთან შედარებით. გათვლილი ეკონომიის მისაღებად თითოეულ ვარიანტზე ჩატარდა თბოდაზანდების ანგარიში. საწვავ მასალად ნაგლისხმევი ბუნებრივი აირი. ცხრილი 5-დან ნათლად ჩანს გაზის მოხმარება და ეკონომია I ვარიანტთან შედარებით;

	2 კლასი	3 კლასი	4კლასი
	სეზ. დახარჯ. ბუნ. აირის რაოდენობა მ3		
ვარიანტი 1	4971,2	28180,1	85793,6
ვარიანტი 2	3310,7	16717,8	49273,9
ვარიანტი 3	2888,1	13800,098	39978,0
ვარიანტი3a	4337,2	23803,6	71849,7

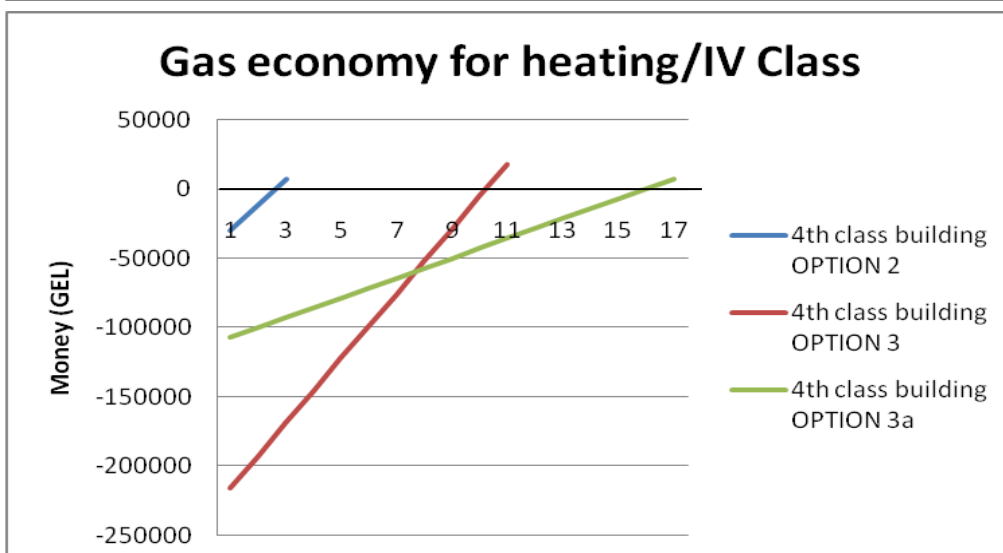
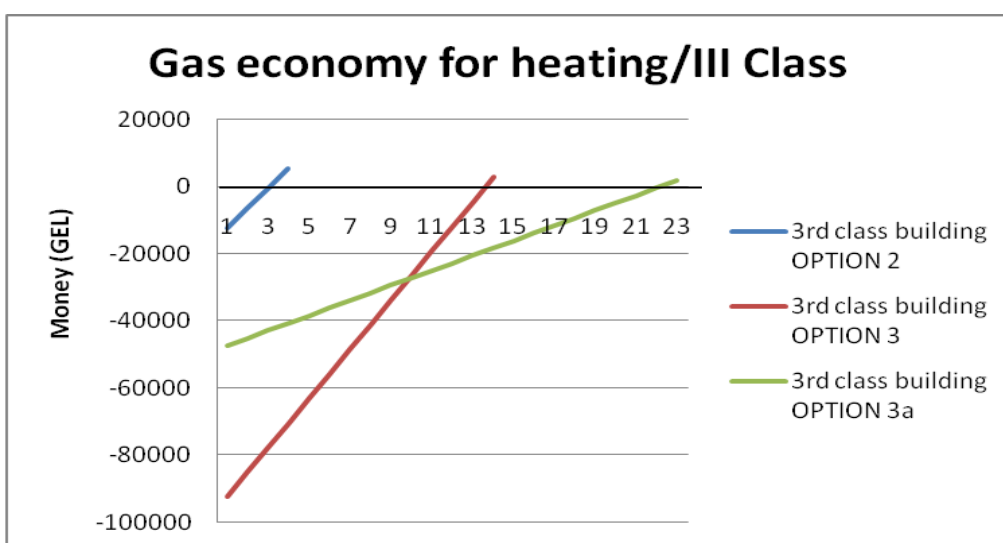
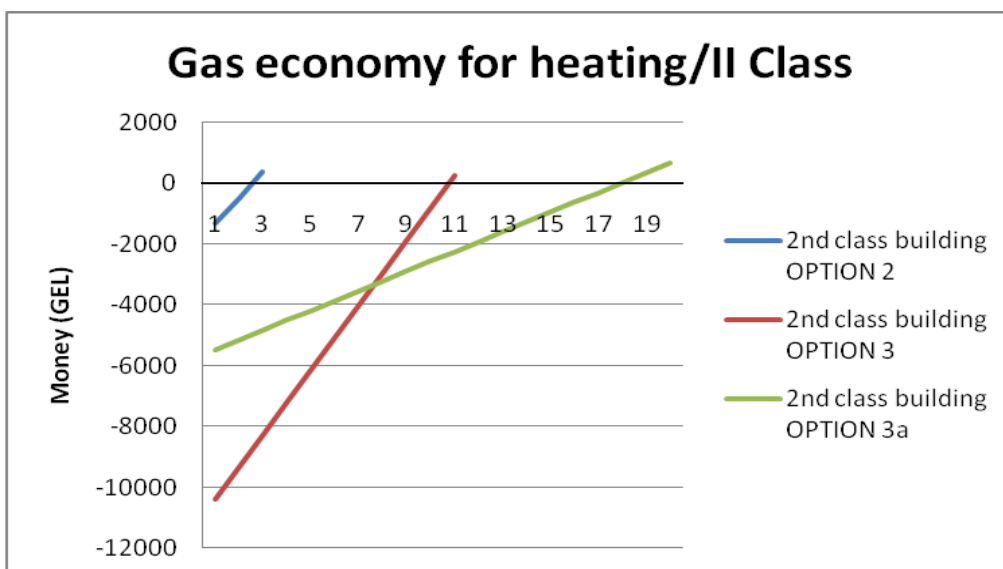
	2 კლასი	3 კლასი	4კლასი
	ბუნ. აირის ეკონომია სეზონზე მ3		
ვარიანტი 1	0	0	0
ვარიანტი 2	1660	11462	36520
ვარიანტი 3	2083	14380	45816
ვარიანტი3a	634	4377	13944

	2 კლასი	3 კლასი	4კლასი
	ბუნ. აირის ეკონომია სეზონზე %		
ვარიანტი 1	0	0	0
ვარიანტი 2	33	41	43
ვარიანტი 3	42	51	53
ვარიანტი3a	13	16	16

	2 კლასი	3 კლასი	4კლასი
	ბუნ. აირის საფასურის ეკონომია (ლარი)		
ვარიანტი 1	0	0	0
ვარიანტი 2	847	5846	18625
ვარიანტი 3	1062	7334	23366
ვარიანტი3a	323	2232	7111

ცხრილი 5. 1-2-3 და 3a ვარიანტ. ბუნებრივი აირის ეკონომია მ3-ში, ლარებში და %-ში

ხოლო გრაფიკები 2-3-4 ასახავენ გათბობისთვის დახარჯული გაზის ეკონომიის ხარჯზე ჩადებული კაპიტალდაბანდების ამოგების დროს. იმ შემთხვევაში, თუ ანგარიშებში გაგრილების ფაქტორსაც გავითვალისწიებთ, ინვესტიციის ამოგების პერიოდი შემცირდება.



გრაფიკი 2-3-4. ბუნებრივი აირის ეკონომიის ხარჯზე ჩადებული კაპიტალის ამოღების გრაფიკი

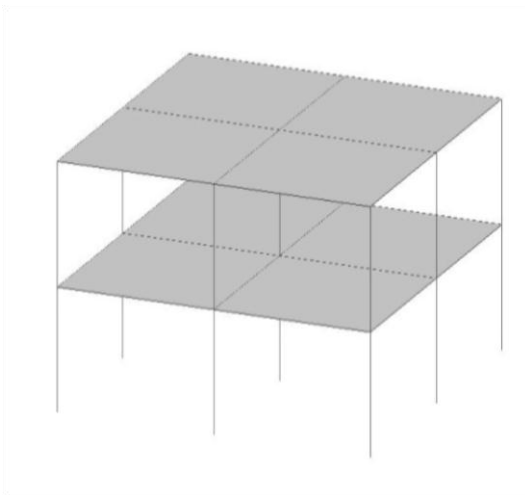
გრაფიკებიდან ნათლად ჩანს, რომ ყველაზე იაფ და მოკლევადიან ინვესტიციას მეორე ვარიანტის - პერლიტის ბლოკების შემთხვევაში ვიღებთ, თუმცა ენერგოდამზოგავი მაჩვენებლებით ის ოდნავ ჩამოუვარდება მესამე ვარიანტს (“ქვაბამბა”). აქვე უნდა ითქვას ისიც, რომ მხოლოდ პერლიტის ბლოკებისა და ლესვის გამოყენებით პრობლემატური რჩება ე.წ. თერმული ხიდების დათბუნების საკითხი. (თერმული ხიდები წარმოადგენენ ადგილებს შენობის შემომზღუდავ კონსტრუქციაში, სადაც ვერ ხერხდება მათი დათბუნება და საიდანაც ხდება ენერგიის დაკარგვა. მაგალითად ასეთი ადგილებია კონსოლური აივნები და ერკერების ძირები, ასევე სვეტები და რიგელები რაც ზემოთ იქნა განხილული და ა.შ. აღსანიშნავია, რომ “ქვაბამბის” ტიპის დამათბუნებლის შემთხვევაში შესაძლებელია თერმული ხიდების დათბუნება). რაც შეეხება მესამე ვარიანტს, რომელიც წარმოადგენს იმპორტირებულ პროდუქტს, მისი მაღალი ფასის გამო დროში გაწელილია ინვესტიციის ამოგების პროცესი. შესაბამისად ნათლად ჩანს აუცილებლობა მსგავსი მასალის ადგილობრივად წარმოებისა, ან არსებული ტექნოლოგიების გაუმჯობესებისა რადგან ბოლო ვარიანტის (3ა) თერმული პარამეტრები არ იძლევა მასში ჩადებული კაპიტალდაბანდების სწრაფად ამოგების საშუალებას. შენობის კარკასში გაკეთებული მასალების ეკონომიის დასათვლელად, ჩატარებულ იქნა განხილული შენობის ტიპების კონსტრუქციული ანგარიში თითოეული შემავსებლის ვარიანტისათვის.

II კლასის 2 სართულიანი შენობა ღერძებში ზომით 12.0X12.0 მ;

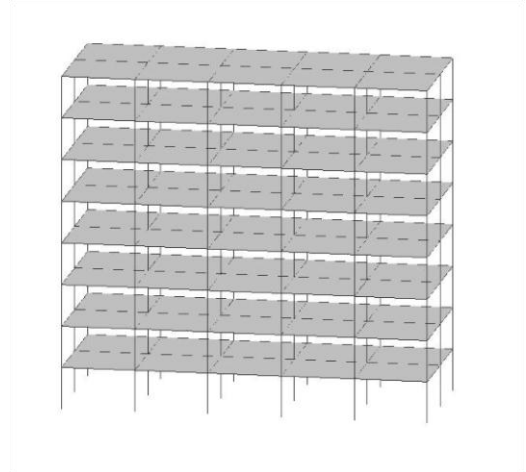
III კლასის 8 სართულიანი შენობა ღერძებში ზომით 30.0X12.0 მ;

IV კლასის 18 სართულიანი შენობა ღერძებში ზომით 42.0X18.0 მ.

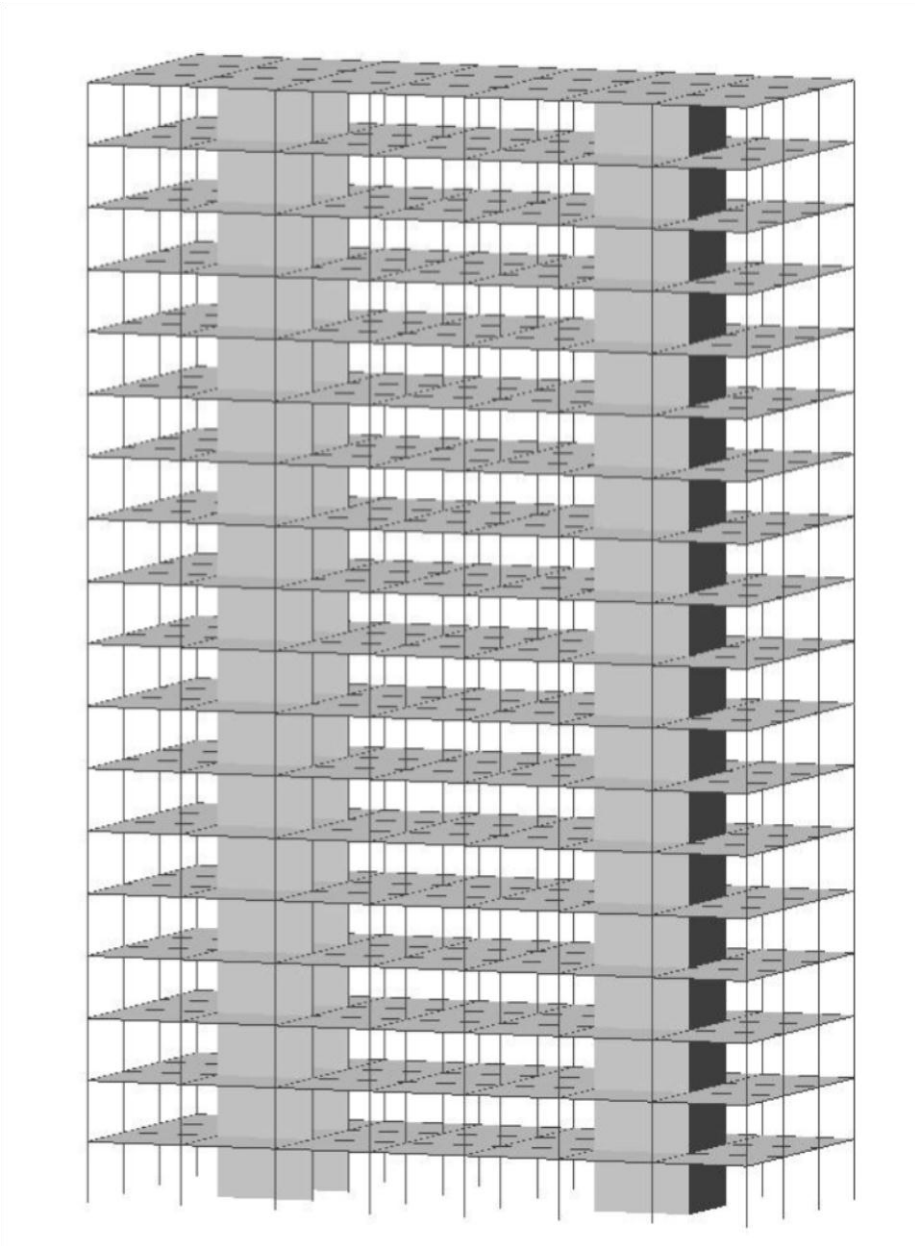
ორივე შენობა გეგმაში არის მარტივი, მართკუთხა ფორმის, 3.3 მ სართულის სიმაღლით. კონსტრუქციული გადაწყვეტით სამივე შენობა შესრულებულია მონოლითურ რკინაბეტონის კარკასში.



ილ. 32 II კლასის შენობა



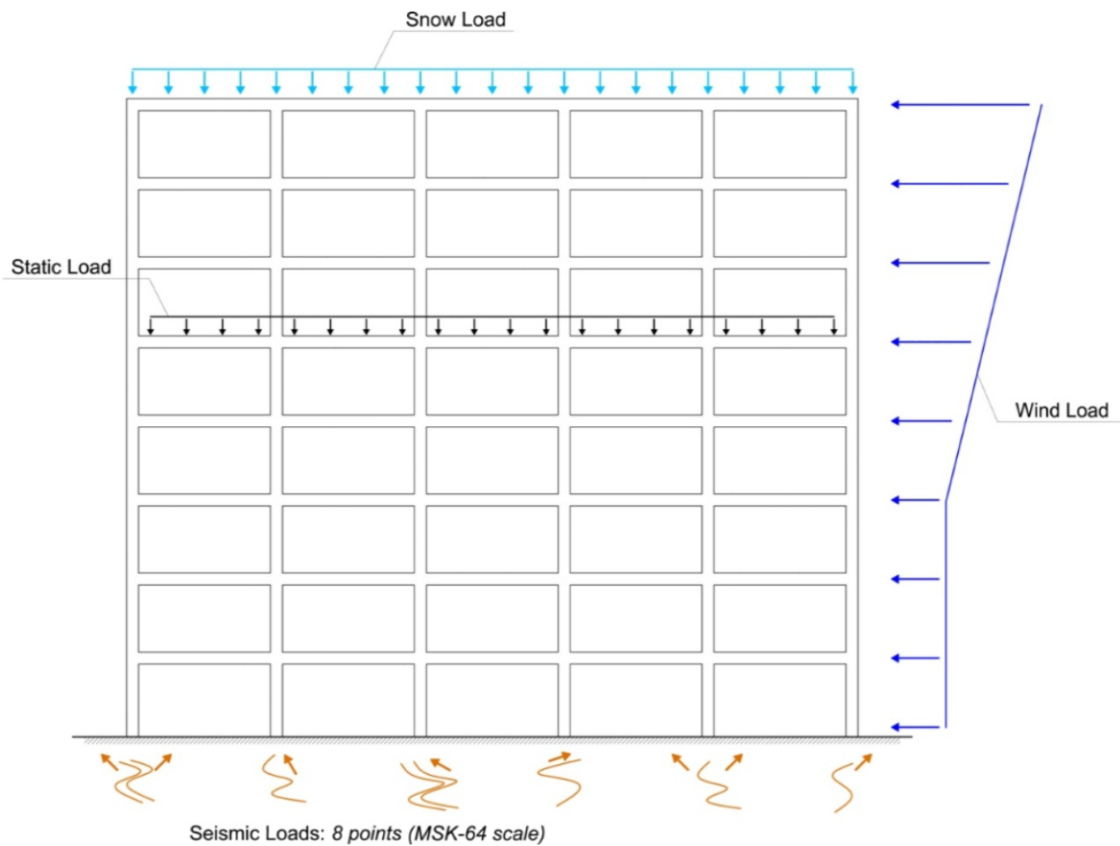
ილ. 33 III კლასის შენობა



ილ. 34 IV კლასის შენობა

შენობების შენობების გაანგარიშება შესრულებულია საქართველოში მოქმედი სამშენებლო ნორმატიული დოკუმენტაციის მიხედვით.

ზოგადად შენობაზე მოქმედებს სტატიკური და დინამიური სახის დატვირთვები, რომლებიც თავის მხრივ ჯგუფდება მუდმივ, დროებით და განსაკუთრებული სახის დატვირთვებად. მუდმივ დატვირთვებში შესულია შენობის უძრავი ნაწილების წონა (კარკასის მზიდი ელემენტები, გარე შემავსებელი კედლები, შიდა ტიხრები, მოპირკეთებები და სხვ.); დროებითში – თოვლის და ქარის დატვირთვა, აგრეთვე მსუბუქი მოწყობილობების და შენობის იმ ნაწილების წონა რომელთა მდებარეობაც იშვიათად იცვლება (დროებითი ტიხრები, სტაციონარული დანადგარები და სხვ.); განსაკუთრებულ დატვირთვებში შესულია სეისმური ზემოქმედებით გამოწვეული დატვირთვები.



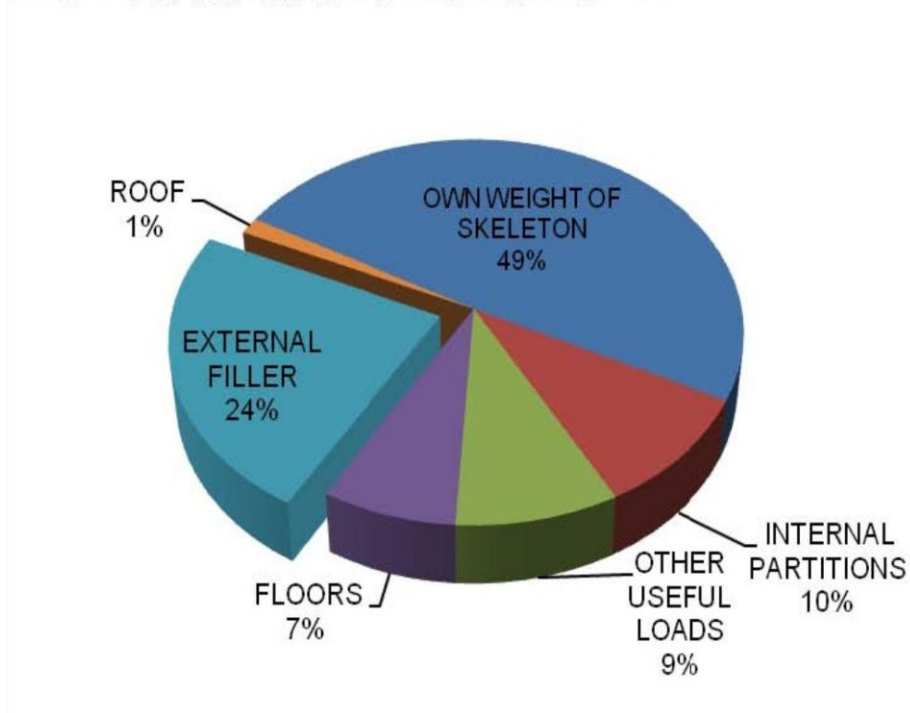
სქემა 6. შენობაზე მოქმედი სტატიკური და დინამიკური დატვირთვების სქემა

იმის გამო რომ ანგარიშის მიზანს წარმოადგენს თუ რა ეკონომიურ ეფექტს იძლევა შენობებში გარე შემავსებლის წონის შემცირება, საბოლოო შედეგების ანალიზის გასამარტივებლად საანგარიშო სქემები შესრულდა შემდეგნაირად: ერთნაირი კლასის შენობებისათვის აღებულია ერთიდაიგივე კარკასი-მზიდი ელემენტების განივკვეთები და საანგარიშო სქემა უცვლელია და ცვალებადია მხოლოდ გარე შემავსებლისგან გამომდინარე დატვირთვის სიდიდე განხილული კედლის ტიპების მიხედვით.

შენიშვნა:

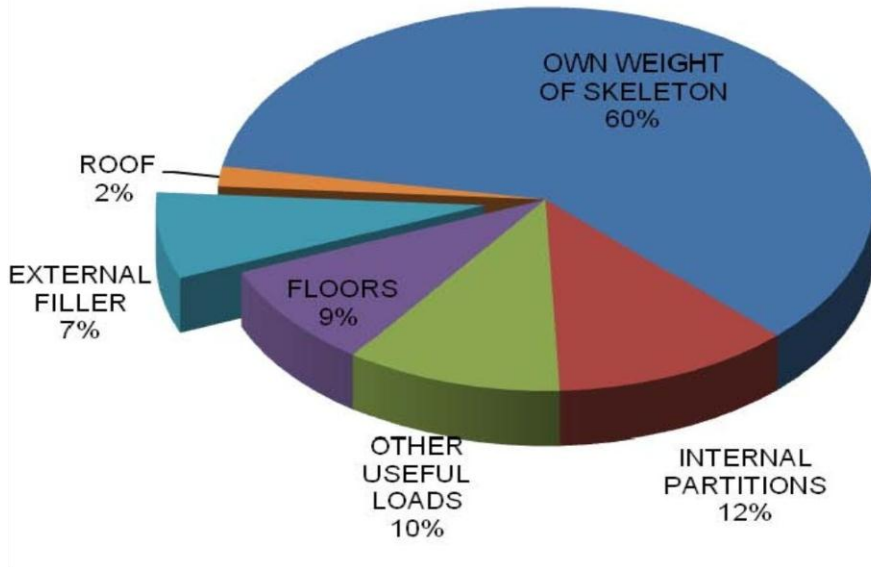
კონსტრუქციული დატვირთვებისათვის ანგარიშისას 3 და 3ა ვარიანტები იდენტური შედეგს გვაძლევს. 31,32 და 33 ილუსტრაციებზე ნაჩვენებია თუ რა წილობრივ მონაწილეობას იღებს გარე შემავსებლის წონა შენობების საერთო წონაში, მაგალითისთვის აღებულია III კლასის (8 სართულიანი) შენობის მონაცემები.

ვარიანტი N1-შემავსებლად გამოყენებულია ბეტონის ბლოკის წყობა სისქით 40 სმ



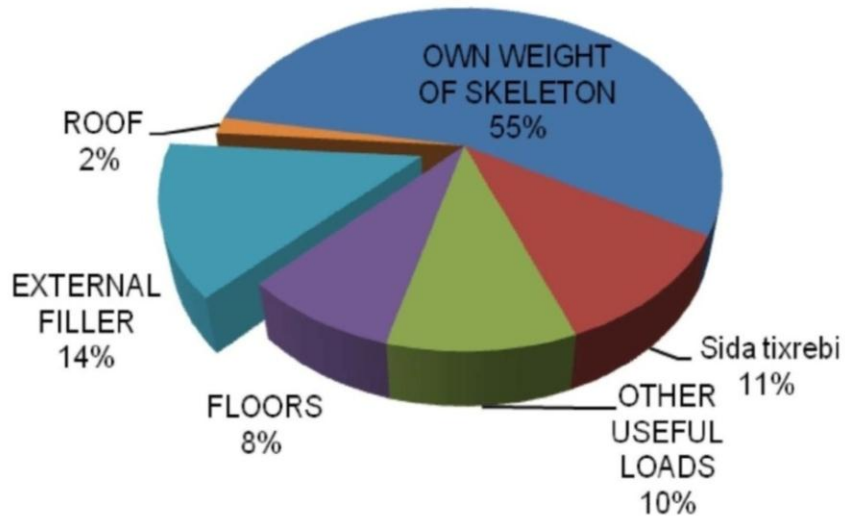
ილ. 35 ვარიანტი N1-შემავსებლად გამოყენებულია ბეტონის ბლოკის წყობა სისქით 40 სმ

ვარიანტი N2-შემავსებლად გამოყენებულია პერლიტის ბლოკის წყობა სისქით 20 სმ



ილ. 36 ვარიანტი №2 – შემავსებლად გამოყენებულია პერლიტის ბლოკის წყობა სისქით 20 სმ ბლოკის წყობა სისქით 20 სმ

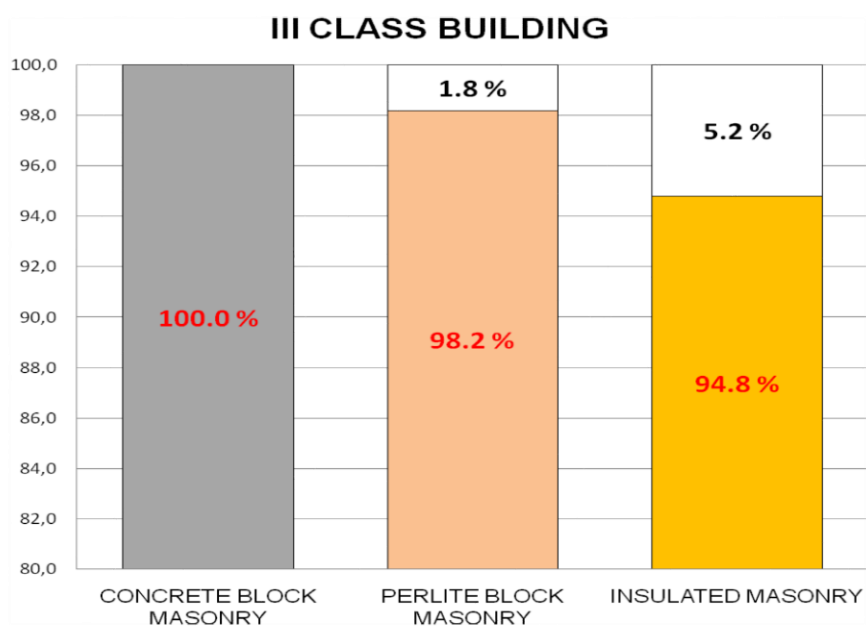
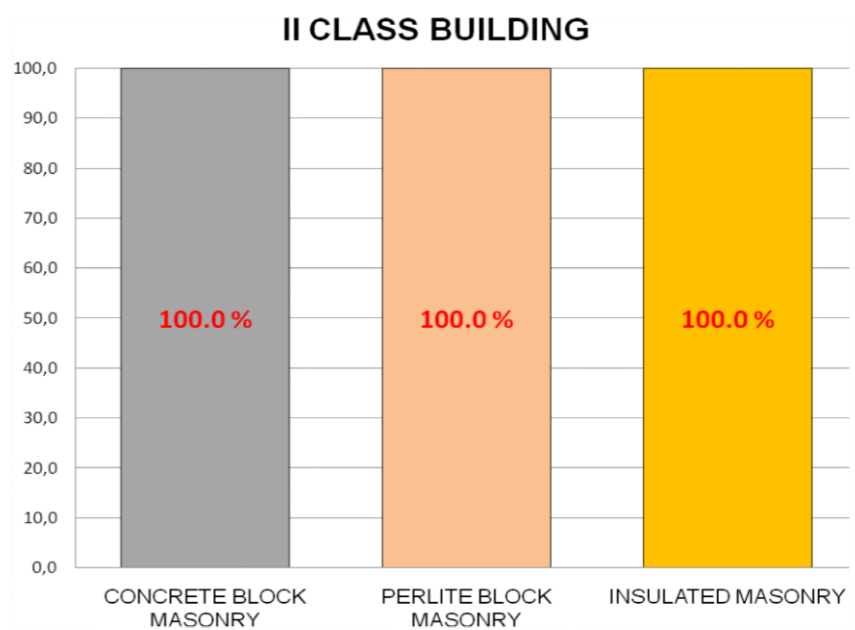
ვარიანტი N3 და N3ა -20 სმ სისქის ბეტონის ბლოკის წყობა გარე დამატბუნებელი ფენის გამოყენებით.

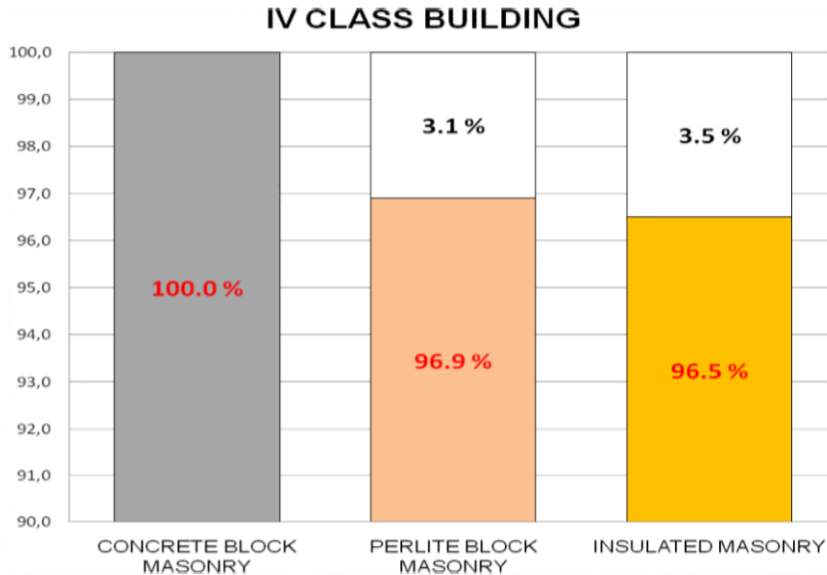


ილ. 37 ვარიანტი №3 და №3ა _ 20 სმ სისქის ბეტონის ბლოკის წყობა გარე დამატბუნებელი ფენის გამოყენებით.

ჩატარებულმა ანგარიშმა მოგვცა ერთიდაიგივე კლასის შენობის კონსტრუქციაში გამოყენებული არმატურის პროცენტული სხვაობა, როდესაც გამოყენებულია სხვადასხვა ტიპის გარე შემავსებელი. ილ. 34

მიღებული შედეგების ანალიზიდან შეიძლება შემდეგი დასკვნის გაკეთება, რომ II კლასის შენობაში არმატურის ხარჯი არ არის დამოკიდებული გარე შემავსებლის ტიპზე, დანახარჯი 1 მ² –ზე სამივე შემთხვევაში ერთნაირია ან ძალიან ახლოსაა ერთმანეთთან; III და IV კლასის შენობაში დახარჯული არმატურის წილი დამოკიდებულია გარე შემავსებელზე და 2-3% -ით ნაკლებია ვარიანტ №1-ზე. კედლის სისქის შემცირების ხარჯზე მიღებული დამატებითი ფართობი გმონგარიშებულ იქნა თითოეული კლასის შენობისათვის.





ილ. 38 ერთიდაიგივე კლასის შენობის კონსტრუქციაში გამოყენებული არმატურის პროცენტული სხვაობა

1 კვადრატული მეტრის ღირებულება განისაზღვრა თბილისში უძრავი ქონების მინიმალური ფასით რაც 700 ლარს შეადგენს. განხილული მასალების ანალიზის შედეგად თითოეული ვარიანტისათვის შედგენილ იქნა ინვესტიცია/ამოგების გრაფიკი 5, რაც ვარიანტების სხვადასხვა კუთხით შეფასების საშუალებას იძლევა, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეების გამოვლენით:

განხილული ვარიანტების დადებითი და უარყოფითი მხარეები:

ვარიანტი №1

დადებითი:

- აკმაყოფილებს მხოლოდ ელემენტარულ სანიტარულ, მოთხოვნებს;
- არის იაფი სხვა ვარიანტებთან შედარებით;

უარყოფითი:

- ვერ მიიღწევა შიდა კომფორტული გარემო მნიშვნელოვანი ენერგოდანახარჯების გარეშე;

ვარიანტი №2 დადებითი:

- ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეული;
- კარგი თბომახასიათებლები;
- ხელმისაწვდომი ფასი (ინვესტიციის ამოგების უმოკლესი პერიოდით)

- ფართობის მოგების შესაძლებლობა;
- შენობის კარკასში მასალების (არმატურის) 2-3%-ით დაზოგვის შესაძლებლობა;

უარყოფითი:

- თერმული ხიდების პრობლემა;
- ხარისხის მუდმივი კონტროლის აუცილებლობა. (მასალის თბოეფექტურობა დიდათაა დამოკიდებული კამზა-ბეტონის ნარევის პროპორციაზე, ბლოკის სიმკვრივეზე და ა.შ.)

ვარიანტი №3 დადებითი:

- ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეული;
- კარგი თბომახასიათებლები;
- შენობის სრულად დათბუნების მარტივი საშუალება (თერმული ხიდების ჩათვლით);
- ფართობის მოგების შესაძლებლობა;
- შენობის კარკასში მასალების (არმატურის) 4-5%-ით დაზოგვის შესაძლებლობა;

უარყოფითი:

- შედარებით მაღალი ღირებულება;
- საქართველოში კვალიფიციური მემონტაჟების სიმცირე;

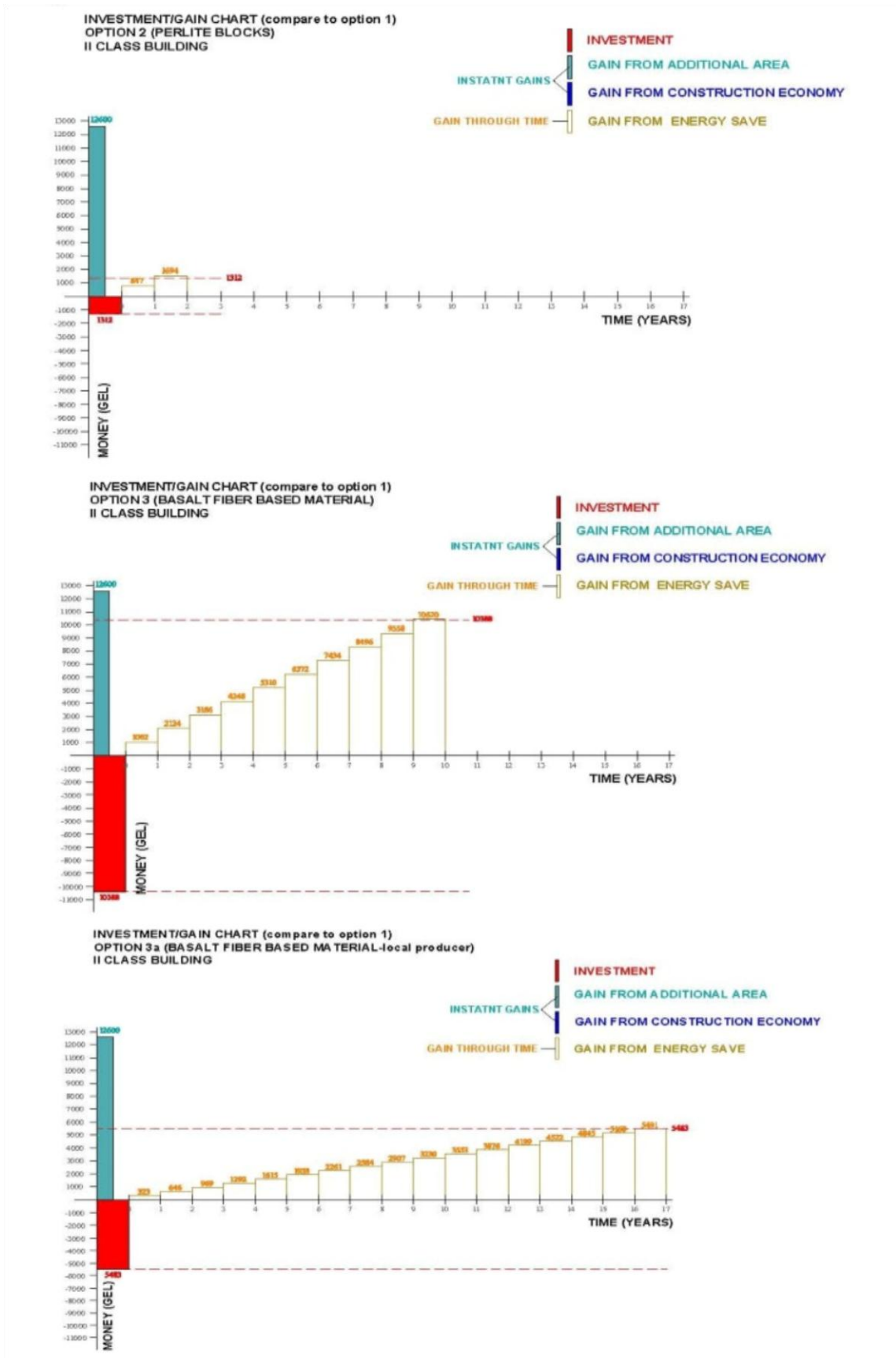
ვარიანტი № 3ა დადებითი:

- ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეული;
- ადგილობრივი წარმოება;
- ფართობის მოგების შესაძლებლობა;
- შენობის კარკასში მასალების (არმატურის) 4-5%-ით დაზოგვის შესაძლებლობა;

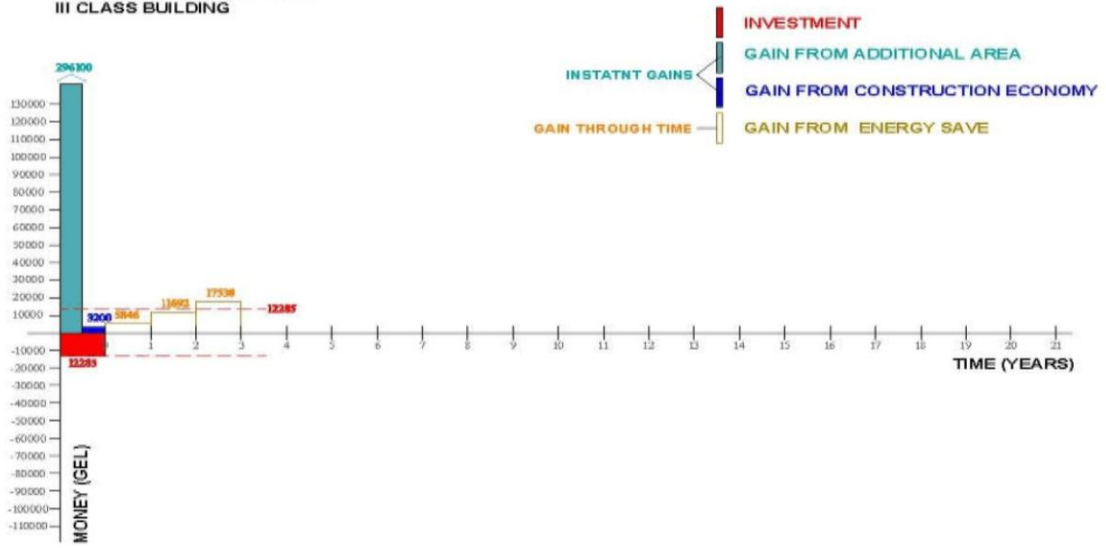
უარყოფითი:

- წარმოებული პროდუქციის (და არა ნედლეულის) არასაკმარისად მაღალი თბომახასიათებლები სისქის გამო;

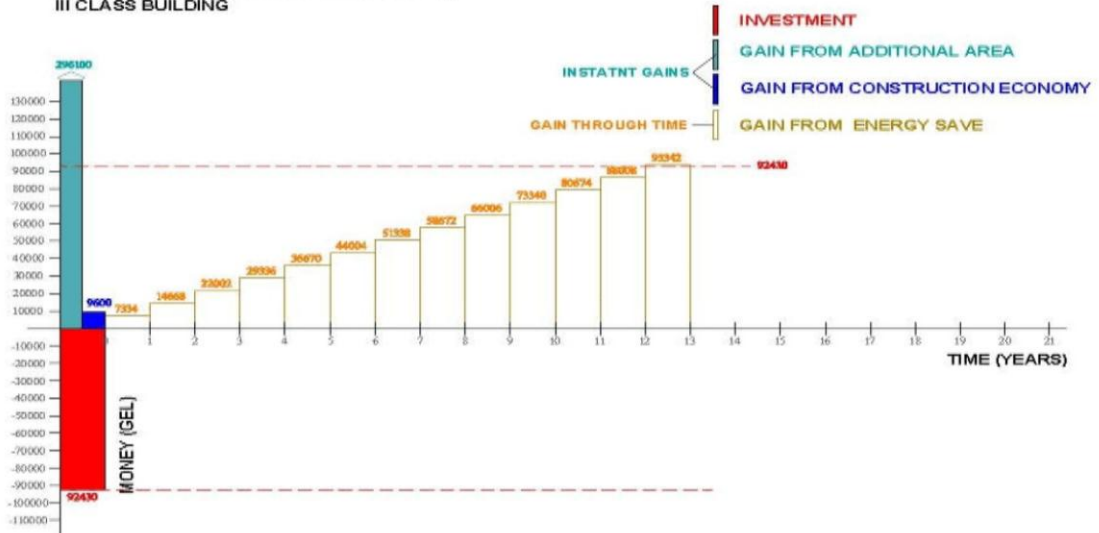
- ხარისხთან შედარებით მაღალი ფასი (ჩადებული ინვესტიციის ყველაზე ხანგრძლივი ამოგების პერიოდი);



INVESTMENT/GAIN CHART (compare to option 1)
 OPTION 2 (PERLITE BLOCKS)
 III CLASS BUILDING

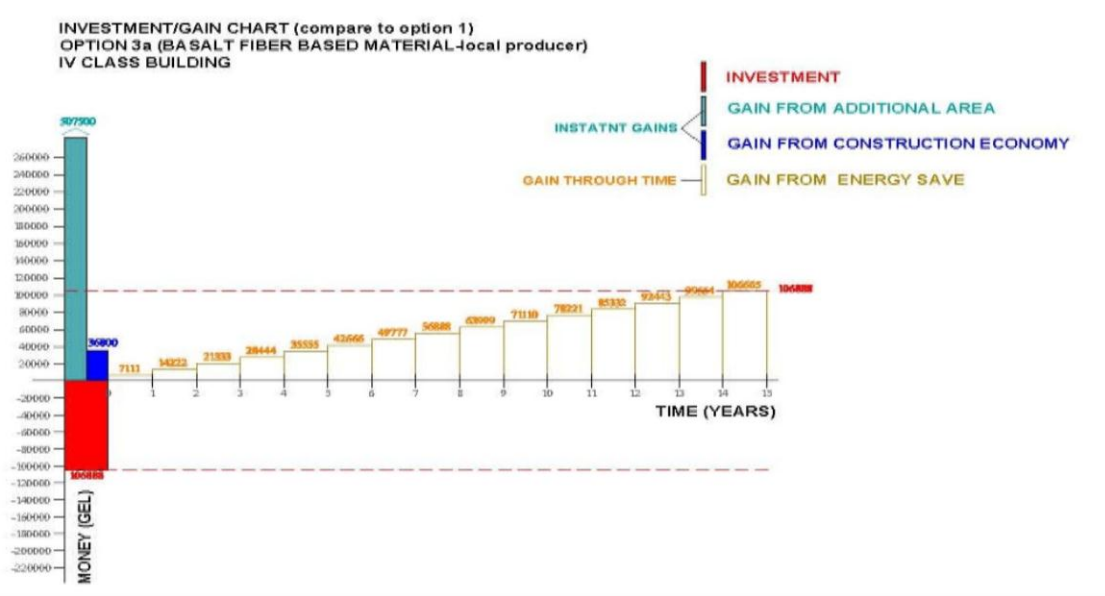
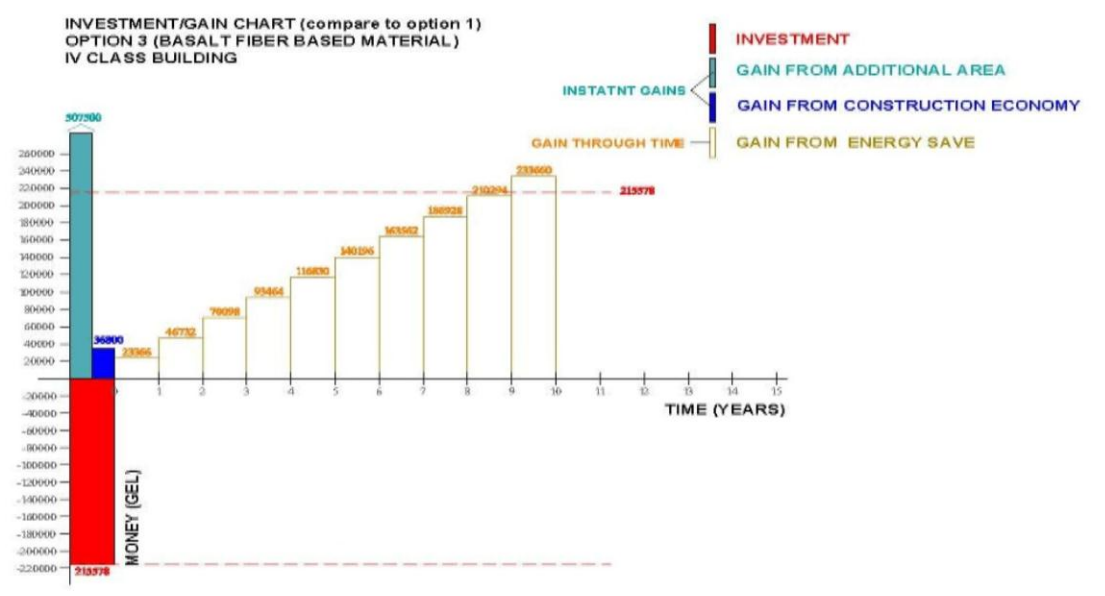
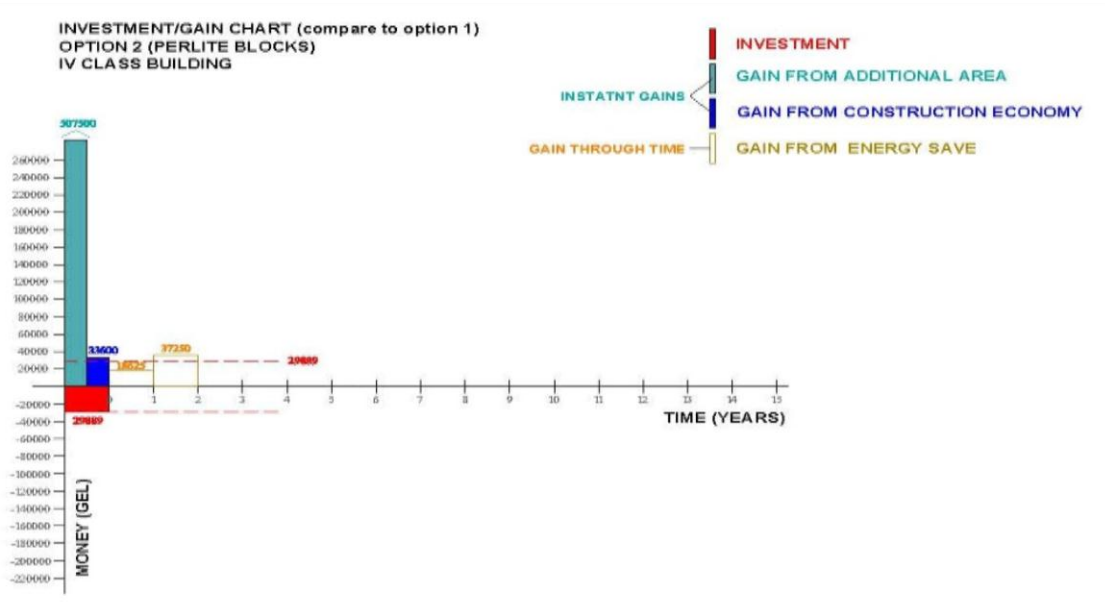


INVESTMENT/GAIN CHART (compare to option 1)
 OPTION 3 (BASALT FIBER BASED MATERIAL)
 III CLASS BUILDING



INVESTMENT/GAIN CHART (compare to option 1)
 OPTION 3a (BASALT FIBER BASED MATERIAL-local producer)
 III CLASS BUILDING





გრაფიკი 5. ინვესტიციის ამოგების გრაფიკი

როგორც გრაფიკი 5-დან ჩანს, შენობის დათბუნება შესაძლოა მომგებიანიც კი იყოს ინვესტორისათვის. იმ შემთხვევაშიც კი, თუ მის პირდაპირ კომერციულ ინტერესებში არ შედის ენერჯის დაზოგვა, მხოლოდ გაზრდილი ფართობით მიღებული მოგება რამდენჯერმე აღემატება ჩადებულ კაპიტალდაბანდებას. ზოგ შემთხვევაში მშენებლობისას გაკეთებული ეკონომიაც იძლევა გარკვეულ შეღავათს. ხოლო ენერგოეფექტური შენობა თავისთავად საუკეთესო რეკლამაა ნებისმიერი გასაყიდი ფართისათვის.

III.3 დასკვნები და რეკომენდაციები

1. ენერგოეფექტური შენობა გარანტიანაა იმისა, რომ შენობაში კომფორტული შიდა კლიმატური პირობები უზრუნველყოფილი იქნება მთელი წლის მანძილზე მინიმალური ენერგო დანახარჯებით, ძვირადღირებული ენერგომომარაგების სისტემების გამოყენების გარეშე.
2. საცხოვრებელი, საოფისე თუ კომერციული შენობების მშენებლობისას, გარე შემავსებლად გამოყენებული ბეტონის ბლოკი (40სმ-იანი წყობით) დამატებითი დათბუნების გარეშე ვერ უზრუნველყოფს ენერგოეფექტური გარემოს შექმნას, ანუ გათბობისათვის კომფორტული შიდა ტემპერატურა ვერ მიიღწევა ენერჯის დიდი დანახარჯების გარეშე.
3. ამჟამად არსებული შენობები, აშენებული ბეტონის ბლოკის გამოყენებით, აკმაყოფილებენ მხოლოდ ელემენტარულ სანიტარულ ნორმებს, რის გამოც შიდა და გარე ტემპერატურული სხვაობის შემთხვევაში კედლების შიდა ზედაპირი არ სველდება.
4. გარე შემავსებლად პერლიტის სრულტანიანი ბლოკის (20სმ-იანი წყობით და სასურველი პერლიტის და ბეტონის პროპორციით) გამოყენების შემთხვევაში, გათბობისათვის საჭირო ენერჯის მოხმარება მცირდება 33%-დან 43%-მდე (ბეტონის ბლოკთან შედარებით) სხვადასხვა გაბარიტების შენობებში. ამ ვარიანტს ასევე

კაპიტალდაბანდების საუკეთესო ამოგების პერიოდი აქვს მოყვანილ მაგალითებს შორის, რადგან პერლიტის და ბეტონის ბლოკის ფასი და წყობაში გამოყენებული რაოდენობა ფაქტობრივად აბალანსებს ერთმანეთს. ასე რომ 20 სმ-იანი პერლიტის ბლოკის წყობა წარმატებით ცვლის 40 სმ-იან ბეტონის ბლოკის წყობას ბევრად უკეთესი თბომარევენებლებით და ფასთა სხვაობით მხოლოდ 6-7%.

5. პერლიტის ბლოკის კედლის სისქის გაზრდის შემთხვევაში, საგრძნობლად მოიმატებს მისი თბოეფექტურობა. მაგ: პერლიტის კედლის სისქის 30სმ-მდე გაზრდით შენობის ენერგოეკონომია 55%-მდე გაიზრდება ბეტონის ბლოკთან შედარებით, ხოლო კაპიტალდაბანდება დაახლ. 30%-ით მეტი დაჯდება იგივე ბეტონის ბლოკთან შედარებით.

6. იმპორტირებულ “ქვაბამბას” (ვარიანტი 3) საუკეთესო ენერგომარევენებლები გააჩნია კვლევაში განხილულ ვარიანტებთან შედარებით, თუმცა მისი მაღალი ფასი განაპირობებს ინვესტიციის ამოგების გრძელ ვადას. ხოლო საქართველოში წარმოებული ბაზალტის ქეჩა სტრუქტურის დაბალი სიმკვრივისა და საქონლის არასაკმარისი სისქის გამო (პროდუქტის სისქე 0.8სმ-ია. კვლევაში მეტი ეფექტის მისაღებად აღებულია ორი ფენა, ანუ 1.6 სმ. ბაზალტის ქეჩა) ვერ უწევს სათანადო კონკურენციას განხილულ სხვა ვარიანტებს.

7. შენობის კარკასში გაკეთებული მასალების ეკონომია სხვადასხვა ვარიანტებში კაპიტალდაბანდების საშუალოდ 20-25% შეადგენს, გარდა II კლასის შენობებისა (ინდივიდუალური საცხ. სახლები) სადაც ამ სეგმენტში ეკონომია ნულის ტოლია.

8. შემავსებლის სისქის შემცირებით, დამატებითი ფართის რეალიზაციის ყველაზე მოკრძალებულ შემთხვევაშიც კი მიღებული შემოსავალი რამდენჯერმე აღემატება ჩადებულ ინვესტიციას. განსაკუთრებით ეფექტურ შედეგს პერლიტის შემავსებლის შემთხვევა გვაძლევს.

9. საქართველოში მიმდინარე სამშენებლო კანონმდებლობის დახვეწის პროცესის ფონზე, საყურადღებოა მშენებლობაში ენერგოდამზოგავი

რეგულაციების სავალდებულო ხარისხში აყვანის საკითხი. კვლევაში მოცემულია თერმული წინაღობის მაჩვენებელი, რომლის თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად ადაპტაცია და შემდგომ ეტაპზე საკანონმდებლო დონეზე განხილვა აუცილებელია.

თავი IV. საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის R-თბოწინაღობვის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტი ევროპისა და საქართველოს კლიმატური პირობების ურთიერთ შეჯერებით.

IV.1 საამშენებლო კლიმატოლოგია

„სამშენებლო კლიმატოლოგია“ – მოიცავს კლიმატურ პარამეტრებს რომელთა გათვალისწინება სავალდებულოა ფართო სპექტრის სამშენებლო საქმიანობაში. საქართველოს დასახლებული პუნქტების კლიმატური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილებში. დასახლებული პუნქტებისათვის, რომელთათვისაც ცხრილში კლიმატური მახასიათებლები არ არის მოცემული, მათი განსაზღვრა წარმოებს რუკა-სქემების გათვალისწინებით და ცხრილში მოყვანილი უახლოესი მანძილით დაშორებული პუნქტების მახასიათებლების ინტერპოლაციით.

კლიმატური მახასიათებლები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას საქართველოს ტერიტორიაზე ქალაქების და დასახლებული პუნქტების გენერალური გეგმების შედგენისას, შენობების დაგეგმარებისა და ადგილზე განლაგების განსაზღვრისას, გათბობის, ვენტილაციისა და კონდიციონერების სისტემების დაპროექტებისას, შენობების მდგრადობის და დეფორმაციულობის, აგრეთვე შემომზღუდავი კონსტრუქციების თბოტექნიკური მაჩვენებლების გაანგარიშებისას, სამშენებლო მასალების და ნაკეთობების ხანმედეგობის დადგენისას და მშენებლობასთან დაკავშირებული სხვა საკითხების გადაწყვეტის დროს.

ცხრილი 6-ში მოცემულია ევროპის ქალაქების ჰაერის გარე ტემპერატურა წლის განმავლობაში.

ევროპის ქალაქების ჰაერის გარე ტემპერატურა წლის განმავლობაში

ჩრდილოეთ ევროპა		იან.	თებერ	მარტი	აპრ.	მაისი	ივნის.	ივლს	აგვ.	სექტ.	ოქტ.	ნოემბ.	დეკ.	წლიური
ბერგენი 21 მ (ნორ)	⁰ C	1	1	2	6	9	13	14	14	11	7	4	2	7
ვარდე 10 მ (ნორ)	⁰ C	-6	-6	-5	-2	2	6	9	9	6	2	-2	-4	1
კირუნა 505 მ (შვეც.)	⁰ C	-13	-12	-9	-4	3	8	11	9	4	-3	-8	-12	-2
ლულეო 6 მ (შვეც)	⁰ C	-10	-10	-6	0	7	12	16	14	9	3	-3	-6	2
ნარვიკი 32მ (შვეც)	⁰ C	-4	-4	-3	1	6	10	14	13	9	4	0	-2	4
რეიკიავიკი 5 მ (ისლ)	⁰ C	-1	-1	-1	2	6	9	11	10	8	4	1	-1	4
სტოგჰოლმი 44მ(შვე)	⁰ C	-3	-3	-1	3	9	14	17	15	12	6	2	-2	6
ჰელსინკი 12 მ (ფინ)	⁰ C	-6	-6	-3	2	8	13	17	15	10	6	1	-4	4
ცენტრ. ევროპა		იან.	თებერ	მარტი	აპრ.	მაისი	ივნის.	ივლს	აგვ.	სექტ.	ოქტ.	ნოემბ.	დეკ.	წლიური
ბერლინი 57 მ (გერ)	⁰ C	-1	0	3	8	13	16	18	17	14	8	4	1	8
ვარშავა 121 მ (პოლ)	⁰ C	-3	-3	1	7	13	17	19	18	13	8	2	-3	7
კუნძ.ვვალენსია 9მ(ირლ)	⁰ C	7	7	7	9	11	14	15	15	14	11	9	8	10
ჰამბურგი 29 მ (გერ)	⁰ C	0	1	4	8	12	15	17	16	14	9	4	2	9
ჰანოვერი 53 მ (გერ)	⁰ C	0	1	4	8	13	16	17	17	14	9	5	2	9
გარმიშ-პარტენკირხენი (გერ) 715მ	⁰ C	-3	-1	3	7	11	14	15	15	12	7	2	-2	7
დავოსი 1561მ (შვეიც)	⁰ C	-7	-6	-2	2	7	10	12	11	8	4	-2	-5	3
კარლსრუე 115მ (გერ)	⁰ C	1	2	6	10	14	18	20	19	15	10	5	2	10
კიოლნი 56 მ (გერ)	⁰ C	2	3	6	9	14	17	18	18	15	10	6	3	10
ლონდონი 36მ (ბრიტ)	⁰ C	3	4	6	9	12	16	17	17	14	10	6	4	10
მიუნჰენი 529მ (გერ)	⁰ C	-2	-1	3	7	12	15	17	16	13	7	3	-1	7
პარიზი 50 მ (საფრ)	⁰ C	2	4	6	10	13	17	18	18	15	10	6	3	10
ფრანკფურტი103მ (გერ)	⁰ C	1	2	5	9	14	17	19	18	14	9	5	2	10
შტუტგარდი259მ (გერ)	⁰ C	1	2	6	10	14	18	19	19	16	10	6	2	10
ედმენი 3 მ(ჩრ.ზღვის სანაპირო.გერ.)	⁰ C	1	2	3	7	12	15	17	16	13	9	4	2	8

სამხრეთ ევროპა		იან.	თებერ	მარტი	აპრ.	მაისი	ივნის.	ივლს	აგვ.	სექტ.	ოქტ.	ნოემბ.	დეკ.	წლიური
ათენი 105 მ (საბერძ)	⁰ C	9	10	11	15	19	23	27	26	23	19	14	11	17
ბარსელონა 42მ (ესპ)	⁰ C	9	10	12	14	17	21	23	24	21	18	13	11	16
ვალენსია 59 მ (ესპ)	⁰ C	10	12	13	15	18	21	25	26	22	19	14	10	17
ლისსაბონი 96მ (პორტ)	⁰ C	10	11	13	14	17	19	21	22	20	17	14	11	16
მადრიდი 667 მ (ესპ)	⁰ C	5	6	9	11	16	20	23	24	19	13	8	5	13
მარსელი 75 მ (საფრ)	⁰ C	6	7	9	13	16	20	22	22	19	15	10	7	14
მილანი 145 მ (იტალია)	⁰ C	2	4	8	13	18	23	25	24	20	13	7	2	13
ნეაპოლი 149მ (იტალ)	⁰ C	9	9	11	14	18	22	25	25	22	18	14	10	16
პალერმო 70მ(სიც. იტ.)	⁰ C	10	11	13	15	18	22	24	25	23	19	15	12	17
რომი 46 მ (იტალია)	⁰ C	7	8	11	14	18	23	26	26	22	18	13	9	16

ცხრილი 6 ევროპის ქალაქების ჰაერის გარე ტემპერატურა წლის განმავლობაში.

IV.2 საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის R-თბოწინალობის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტი

ევროპისა და საქართველოს კლიმატური პირობების გათვალისწინებით, წლის მინიმალური, მაქსიმალური და წლის საშუალო ტემპერატურების შეჯერებით შესაძლებელია ევროპის 100 ქალაქისთვის კედლების, სახურავისა და ფანჯრების R-თბოწინალობის სამომავლო რეკომენდირებული კოეფიციენტის მისადაგება და გამოყენება საქართველოს ქალაქებისა და დაბებისათვის.

კედლის, სახურავისა და ფანჯრის რეკომენდირებული R კოეფიციენტი

№	პუნქტის დასახელება	თვის საშუალო												წლის საშუალო	ეგვიპის ქალაქი	MIN	MAX	წლის საშუალო	კედლის Rკოეფიციენტი	ფანჯრის Rკოეფიციენტი	სახურავი Rკოეფიციენტი
		იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	აბასთუმანი	-5,4	-3,6	0,2	5,8	11,0	14,2	17,2	18,3	13,2	7,8	2,2	-2,7	6,4	დავოსი(შვეიცარ)	-7	12	4,3	5,4	4,8	7,1
2	აბაშა	4,9	5,5	8,5	12,5	17,5	20,7	22,9	23,1	19,7	15,8	10,7	6,6	14,0	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
3	აგარა	-1,4	0,1	4,3	10,0	15,3	18,7	21,8	27,7	17,8	12,0	5,7	0,7	10,5	ბერლინი	-1	18	8	5,0	4,3	5,8
4	ადიგენი	-4,1	-2,6	1,8	7,6	12,5	15,3	18,7	19,0	15,0	9,8	3,9	-1,2	8,0	ვარშავა	-3	19	7	5,2	3,3	5,9
5	ამბროლაური	-0,3	1,1	5,4	10,9	15,9	19,2	21,9	22,1	17,9	12,5	6,7	1,4	11,2	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3,8	2,2	4,1
6	ასპინძა	-2,2	-0,6	3,4	9,0	13,6	17,0	20,0	20,3	16,2	10,6	4,9	0,2	9,4	მიუნჰენი	-2	17	7	5,2	4,0	6,3
7	ახალგორი	-1,6	-0,4	3,8	8,9	14,0	17,3	20,0	20,1	15,9	10,6	5,0	-0,3	9,4	ვროცლავი (პოლ)	-2	19	9	5,1	4,4	5,9
8	ახალი ათონი	6,4	6,8	9,0	12,3	16,5	20,5	23,3	23,8	20,9	17,1	12,4	9,0	14,8	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
9	ახალქალაქი	-7,3	-6,1	2,2	4,4	9,6	12,6	15,4	16,0	12,0	6,9	1,4	-4,2	4,9	დავოსი (შვეიცარ)	-7	12	4,3	5,4	4,8	7,1
10	ახალციხე	-3,8	-1,9	3,2	9,0	14,0	17,2	20,4	20,5	16,3	10,4	4,1	-1,2	9,0	გარმიშ-პარტენკ-ირხენი (გერ)	-3	15	7	5,3	4,1	6,4
11	ახმეტა	0,5	1,8	5,7	11,0	15,8	19,3	22,4	28,2	18,8	13,0	7,1	2,5	11,6	მილანი	2	25	13	4,3	3,4	5,3
12	ბათუმი	7,1	7,2	8,4	11,5	15,8	20,0	22,8	23,2	20,3	16,6	12,0	8,6	14,5	რომი	7	26	16	3,0	2,4	4,0
13	ბაკურიანი	-6,2	-5,5	-2,4	3,2	8,5	11,6	14,4	14,6	10,8	6,0	0,9	-3,4	4,4	ჰელსინკი	-6	17	4,5	5,3	4,7	7,0
14	ბაღდადი	4,4	5,0	7,9	12,6	17,6	20,7	23,0	23,3	20,0	15,7	10,7	6,6	14,0	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
15	ბახმარო	-5,8	-4,6	-2,3	2,5	7,3	10,4	13,4	13,5	9,6	4,8	-1,0	-1,4	2,5	დავოსი (შვეიცარ)	-7	12	4,3	5,3	4,8	7,1
16	ბიჭვინთა	6,2	6,4	8,5	11,7	16,2	20,5	23,6	24,0	20,5	16,4	12,0	8,6	14,6	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,3
17	ბოლნისი	0,3	2,0	5,9	11,3	16,4	20,2	23,6	23,3	18,8	13,3	7,0	2,3	12,0	შტუდგარდი	1	19	10	4,8	3,8	5,6
18	ბორჯომი	-2,1	-0,3	3,0	8,4	13,6	16,8	19,8	20,1	15,8	10,2	4,5	0,0	9,1	მიუნჰენი	-2	17	7	5,2	4,0	6,3
19	გაგრა	6,2	6,5	8,6	11,6	15,9	19,8	22,6	23,0	19,6	13,5	11,4	8,2	14,1	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
20	გალი	4,5	5,5	8,5	12,4	16,8	20,2	22,8	22,8	19,3	15,0	10,2	6,4	13,7	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
21	გარდაბანი	0,3	2,4	6,7	12,1	17,8	21,9	25,3	25,0	20,1	14,0	7,4	2,3	12,9	მილანი	2	25	13	4,3	3,4	5,3
22	გომბორი	-2,6	-1,7	1,7	7,1	12,1	15,7	18,3	18,6	14,3	9,6	4,0	-0,1	8,1	ვარშავა	-3	19	7	5,2	3,3	5,9
23	გორი	-1,2	0,2	4,8	10,3	15,7	19,1	22,2	22,3	18,0	12,3	6,0	0,9	10,9	ვროცლავი (პოლ.)	-2	19	9	5,1	4,4	5,9
24	გუდაუთა	5,6	6,0	8,6	12,2	16,8	20,4	23,0	23,2	20,0	16,0	11,6	8,0	14,3	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
25	გუდაური	-6,7	-6,1	-2,6	2,0	6,8	10,5	13,2	13,3	9,3	5,2	-4,4	-4,4	3,3	დავოსი (შვეიცარ)	-7	12	4,3	5,4	4,8	7,1
26	გულრიში	6,2	6,3	8,9	12,3	16,7	20,3	22,9	23,2	20,1	16,9	11,9	8,3	14,5	მარსელი	6	22	14	3,5	2,0	4,2
27	გურჯაანი	0,9	2,5	6,5	11,8	16,8	20,5	23,6	23,6	19,0	13,5	7,6	2,7	12,4	მილანი	2	25	13	4,3	3,4	5,3
28	ცხინვალი	-1,8	-1,0	3,2	8,7	13,9	17,3	20,3	20,5	16,3	11,1	5,1	0,6	9,5	ვროცლავი(პოლ.)	-2	19	9	5,1	4,4	5,9

№	პუნქტის დასახელება	თვის საშუალო												წლის საშუალო	ევროპის ქალაქი	MIN	MAX	წლის საშუალო	კეილის რკოფიცინტი	ფაჩურის რკოფიცინტი	სახურავის რკოფიცინტი
		იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
29	დედოფ.წყარო	-1,5	0,1	3,2	9,1	11,9	18,3	21,7	21,7	17,0	11,3	5,0	0,5	10,1	ვროცლავი(პოლ.)	-2	19	9	5.1	4.4	5.9
30	დმანისი	-2,7	-1,7	1,8	6,9	11,9	15,1	18,2	18,1	14,0	9,4	-3,6	-0,4	7,8	ვარშავა	-3	19	7	5.2	3.3	5.9
31	დუშეთი	-1,4	-0,5	3,6	8,9	13,9	17,2	20,2	20,4	16,3	11,2	5,5	0,8	9,7	მიუნჰენი	-2	17	7	5.2	4.0	6.3
32	ვანი	4,1	4,8	8,2	12,6	17,6	20,7	23,0	23,4	20,0	15,6	10,8	6,3	13,9	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
33	ზესტაფონი	3,7	4,5	7,8	12,8	18,0	21,2	23,5	23,9	20,3	15,5	10,1	5,7	13,9	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
34	ზუგდიდი	4,9	5,5	8,2	12,3	17,0	20,3	22,6	22,7	19,2	15,1	10,5	6,7	13,8	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
35	თბილისი	0,7	2,4	6,3	11,7	17,1	20,9	24,3	24,4	19,6	13,8	7,5	2,7	12,6	მილანი	2	25	13	4.3	3.4	5.3
36	თელავი	0,5	1,9	5,7	11,1	16,0	19,6	22,9	23,0	18,8	13,1	7,0	2,5	11,8	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.8	2.2	4.1
37	თეთრიწყარო	-1,9	-1,1	2,3	7,4	12,6	16,2	19,5	18,9	14,9	9,9	4,2	0,2	8,6	ვროცლავი(პოლ.)	-2	19	9	5.1	4.4	5.9
38	თერჯოლა	3,8	4,6	7,9	12,9	17,9	21,0	23,2	23,5	20,2	15,3	10,3	5,8	13,9	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
39	კასპი	-0,5	0,6	5,4	10,7	15,8	19,7	23,1	23,2	18,9	13,0	6,4	0,7	11,4	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.8	2.2	4.1
40	ლაგოდეხი	0,9	2,7	6,5	11,8	16,1	20,7	21,1	24,1	19,5	13,8	7,5	2,7	12,6	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.8	2.2	4.1
41	ლანჩხუთი	4,2	5,2	8,2	12,2	17,2	20,5	23,0	23,1	19,8	15,5	10,8	6,3	13,8	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
42	ლენტეხი	-1,8	-0,3	3,5	8,9	14,3	17,3	20,0	20,1	15,9	10,6	5,0	-0,3	9,4	მიუნჰენი	-2	17	7	5.2	4.0	6.3
43	ლესელიძე	5,5	5,7	7,9	11,4	16,1	20,2	23,2	23,4	19,5	15,2	10,0	7,6	13,9	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.3
44	მარნეული	0,0	1,9	6,0	11,5	16,8	20,6	23,9	23,5	19,0	13,4	7,0	1,9	12,1	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.8	2.2	4.1
45	მარტვილი	4,4	5,3	8,1	12,4	17,1	20,2	22,1	22,5	19,3	15,5	10,9	7,2	13,8	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.3
46	მესტია	-6,0	-4,6	-0,5	5,2	11,0	14,0	16,4	16,3	12,0	7,1	1,6	4,1	5,7	დავოსი შვეიც.	-7	12	4.3	5.4	4.8	7.1
47	მცხეთა	-0,3	2,0	5,7	11,2	16,4	20,8	23,2	23,1	18,7	13,1	7,0	2,4	11,9	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.8	2.2	4.1
48	ოზურგეთი	4,8	5,4	8,0	12,0	16,6	20,0	22,3	22,6	19,4	15,4	10,4	6,9	13,6	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
49	ონი	-1,0	0,3	4,0	9,5	14,5	17,6	20,4	20,5	16,4	11,2	5,8	-0,8	10,0	ბერლინი	-1	18	8	5.0	4.3	5.8
50	ოჩამჩირე	4,5	5,5	8,1	11,5	15,8	21,1	22,9	23,0	19,5	15,0	10,1	6,6	13,6	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
51	რუსთავი	0,8	2,6	6,6	11,9	17,5	21,6	25,0	25,0	20,3	14,4	7,7	2,6	13,0	მილანი	2	25	13	4.3	3.4	5.3
52	საგარეჯო	-0,1	1,1	4,6	10,1	15,4	19,0	22,0	21,8	17,3	12,1	6,3	2,0	11,0	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.7	2.2	4.1
53	სამტრედია	4,7	5,6	8,8	13,0	18,0	21,0	23,2	23,5	20,4	16,2	11,2	7,0	14,4	მარსელი	6	22	14	3.4	2.0	4.2
54	საჩხერე	0,4	1,4	5,7	11,1	16,6	19,7	22,3	22,6	18,6	13,3	7,2	1,9	11,7	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3.7	2.2	4.1

№	პუნქტის დასახელება	თვის საშუალო												წლის საშუალო	ვერობის ქალაქი	MIN	MAX	წლის საშუალო	კედლის Rკოეფიციენტი	ფანჯრის Rკოეფიციენტი	სახურავის Rკოეფიციენტი
		იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
55	სენაკი	5,4	6,2	9,0	12,8	17,6	20,8	22,8	23,2	20,1	16,4	12,2	7,6	14,5	მარსელი	6	22	14	3,4	2,0	4,2
56	სიღნაღი	0,2	1,3	4,2	9,9	15,1	19,0	22,3	22,5	17,9	12,4	6,1	2,5	11,1	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3,8	2,2	4,1
57	სოხუმი	6,1	6,7	9,2	12,8	17,2	21,2	24,1	24,5	21,0	17,1	12,0	8,2	15,0	მარსელი	6	22	14	3,4	2,0	4,2
58	სტეფანწმინდა	-5,2	-4,7	-1,5	4,0	9,0	11,8	14,4	14,4	10,6	6,6	1,5	-2,6	4,9	დავოსი (შვეიც.)	-7	12	4,3	5,4	4,8	7,1
59	ტყვარჩელი	2,1	3,1	0,3	10,2	15,0	20,0	20,7	20,9	17,2	12,7	7,6	3,7	11,5	კოლნი	2	18	10	5,2	4,5	6,3
60	ტყიბული	2,6	3,1	5,8	10,8	16,0	18,7	21,0	21,6	18,3	14,1	9,2	4,9	12,2	კოლნი	2	18	10	5,2	4,5	6,3
61	ურეკი	5,8	6,4	8,6	11,8	16,2	20,3	22,6	23,0	20,0	16,4	12,3	8,1	14,3	მარსელი	6	22	14	3,4	2,0	4,2
62	ფასანაური	-4,1	-2,6	1,9	7,4	12,4	15,6	18,5	18,5	14,4	9,4	3,7	-1,6	7,8	გარმიშ-პარტენკ-ირხენი (გერ)	-3	15	7	5,3	3,3	6,1
63	ფოთი	5,2	5,8	8,7	12,0	16,6	20,3	22,9	23,0	19,8	15,9	11,8	7,1	13,0	მადრიდი	5	22	14	3,7	2,4	4,3
64	ქარელი	-1,3	0,0	4,6	10,0	15,4	18,9	21,9	22,0	17,9	12,1	5,8	10,8	10,7	ბერლინი	-1	18	8	5,0	4,3	5,8
65	ქედა	3,1	4,0	7,4	12,1	16,1	19,1	21,3	21,5	18,4	14,2	9,8	5,3	12,7	მილანი	2	25	13	4,3	3,4	5,3
66	ქობულეთი	4,8	5,5	7,6	10,9	15,4	19,5	22,4	22,6	19,5	15,4	10,7	6,7	13,4	მარსელი	6	22	14	3,4	2,0	4,2
67	ქუთაისი	5,2	5,8	8,7	13,0	17,8	20,7	23,0	23,6	20,0	16,6	11,4	7,2	14,5	მარსელი	6	22	14	3,4	2,0	4,2
68	ყვარელი	1,0	2,7	6,6	11,9	17,0	20,9	23,6	23,6	19,2	13,8	7,6	2,9	12,5	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3,8	2,2	4,1
69	შოვი	-5,6	-4,6	-1,2	3,8	9,6	12,8	15,6	15,6	11,4	6,6	1,4	-3,4	5,2	დავოსი (შვეიც.)	-7	12	4,3	5,4	4,8	7,1
70	ხობი	6,6	7,0	9,1	12,7	17,2	20,4	22,8	23,1	20,1	16,7	12,4	8,4	14,7	მარსელი	6	22	14	3,4	2,0	4,2
71	ხონი	5,0	5,7	8,6	12,9	17,8	20,9	23,0	23,4	20,2	16,1	11,2	7,1	14,3	მადრიდი	5	22	14	3,7	2,4	4,3
72	ხულო	0,9	1,7	4,6	9,4	14,2	15,5	18,6	19,4	16,2	13,3	7,8	3,6	10,4	კარლსრუე (გერ)	1	20	10	3,7	2,2	4,1
73	ჯავა	-3,9	-2,4	1,6	7,1	12,0	15,1	18,1	18,3	14,3	9,4	4,0	-0,5	7,8	ვარშავა	-3	19	7	5,2	3,3	5,9

ცხრილი 7. კედლის სახურავისა და ფანჯრის რეკომენდირებული R კოეფიციენტი.

უფრო დეტალური ანალიზისთვის ტემპერატურის მაჩვენებლების შედარებითი დახასიათებასთან ერთად მოვახდინოთ საქართველოს დიდი ქალაქების, თბილისის, ქუთაისისა და ბათუმის წლიური ორი ძირითადი კლიმატური მახასიათებლების (ფარდოვითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე) შეჯერება მსგავსი ტემპერატურის მაჩვენებლების მქონე ევროპის ქალაქების: მილანის, მარსელისა და რომის შესაბამის მაჩვენებლებთან.

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა

#	პუნქტების დასახელება	საშ. ფარდ. ტენიანობა 13 საათზე													საშ. ფარდ. ტენიანობა 13 საათზე		ფარდ. ტენიანობის საშ. დღეღამური ამპლიტუდა	
		იანვარი	თებერვალი	მარტი	აპრილი	მაისი	ივნისი	ივლისი	აგვისტო	სექტემბერი	ოქტომბერი	ნოემბერი	დეკემბერი	წლის საშუალო	ყველაზე ცივი თვის	ველაზე ცხელი თვის	ყველაზე ცივი თვის	ყველაზე ცხელი თვის
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	ბათ.აეროპორტი	67	71	75	77	79	78	80	81	82	78	70	64	75	62	74	9	12
2	ბათ.მწ.კონც.ზედა	73	72	75	76	80	81	82	83	83	80	75	69	77	71	77	10	13
3	ბათ.მწ.კონც.ქვედა	73	75	77	78	80	80	80	81	82	82	76	70	78	70	75	10	13
4	ბათუმი, ქალაქი	76	78	80	81	82	80	81	83	85	86	83	77	81	70	73	9	12
5	ბათუმი, შუქურა	74	77	80	80	81	78	78	80	82	83	80	73	79	68	71	9	17
6	თბ., ავჭალა	73	70	68	65	65	61	58	56	63	70	75	75	67	61	44	25	30
7	თბ., აეროპორტი	73	70	68	65	65	61	58	56	63	70	75	75	67	61	44	19	26
8	თბ., ბოტ.ბაღი	72	70	67	65	65	61	58	56	63	70	75	75	67	61	44	20	25
9	თბ., გლდანის	73	71	68	65	66	61	58	56	64	72	76	76	67	60	40	13	27
10	თბ., დიდი დიღომი	73	70	66	62	64	60	56	57	64	73	77	76	66	60	40	20	30
11	თბ., დიდუბე	73	69	66	62	64	60	56	57	64	73	77	76	66	60	40	25	30
12	თბ., დიღომი	73	69	66	62	64	60	56	57	64	73	77	76	66	60	40	25	30
13	თბ., ვაკე	73	69	66	62	64	60	56	57	64	73	76	76	66	60	40	25	30
14	თბ., ვარკეთილი	73	71	68	65	66	61	58	56	64	72	76	76	67	60	40	20	30
15	თბ., ლილო	74	72	68	66	66	62	60	56	64	72	76	76	67	65	45	21	25
16	თბ., აეროპორტი	73	70	68	65	65	61	58	56	63	70	75	75	67	61	44	19	26
17	თბ., მთაწმინდა	74	72	68	66	68	62	59	57	65	73	77	75	68	68	43	11	26
18	თბ., ობსერვატორია	73	69	66	62	64	60	56	57	64	73	77	76	66	39	39	25	35
19	თბ., საბურთალო	73	70	68	65	65	60	53	56	63	70	75	75	67	61	45	25	30
20	თბ., ფონიჭალა	73	70	66	62	65	61	56	56	63	72	76	75	66	60	40	25	30
21	თბ., ღრმაღელე	73	71	68	65	66	61	58	56	64	72	76	76	67	60	40	13	27
22	ქუთაისი, აეროპორტი	68	68	68	65	69	72	76	75	74	71	64	63	70	60	58	11	29
23	ქუთაისი, ქალაქი	68	68	69	66	69	72	76	75	74	71	65	64	70	60	58	11	29

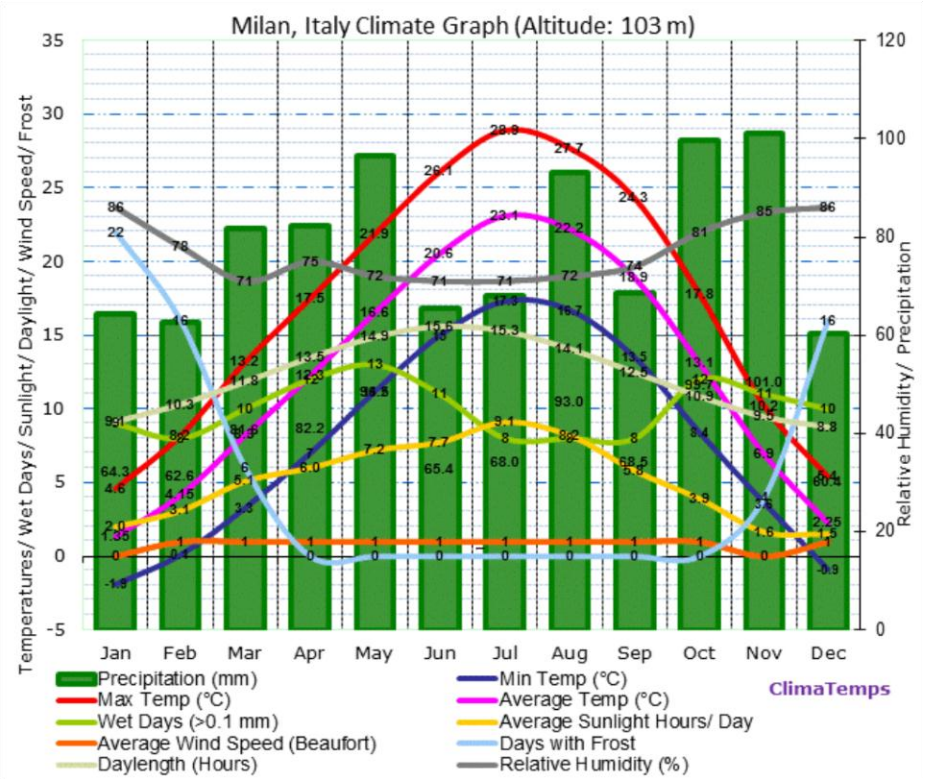
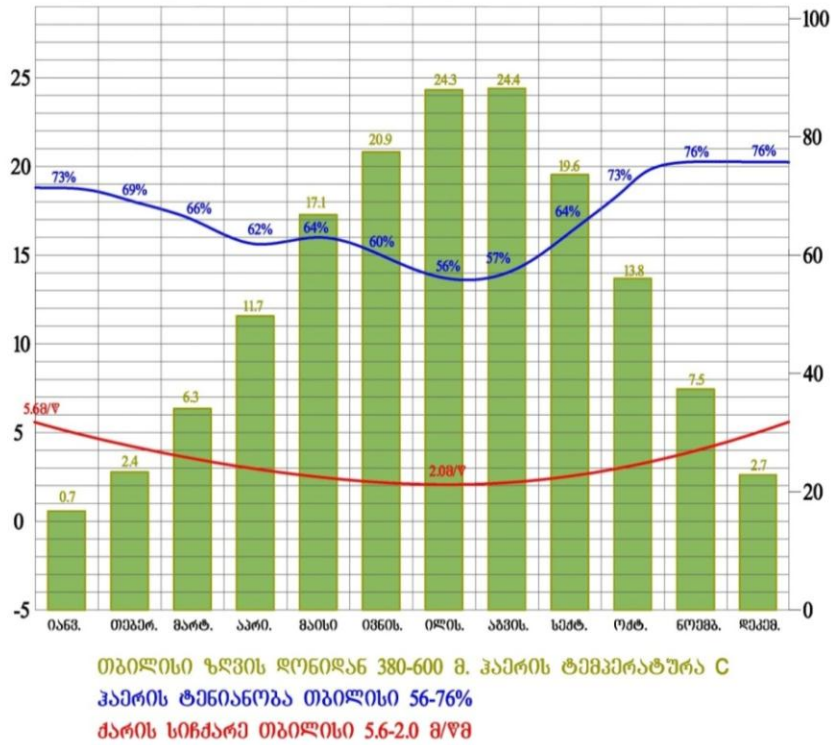
ცხრილი 8. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა

ქარის მახასიათებლები

№	პუნქტების დასახელება	ქარის უდიდესი სიჩქარე შესაძლებელი 1,5,10,15,20 წელიწადში ერთხელ, მ/წმ					ქარის მიმართულების განმეორებადობა (%) იანვარი, ივლისი										ქარის საშუალო უდიდესი და უმცირესი სიჩქარე, მ/წმ		ქარის მიმართულებისა და შტილის განმეორებადობა (%) წელიწადში									
		1	5	10	15	20	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	იანვარი	ივლისი	ჩ	ჩა	ა	სა	ს	სდ	დ	ჩდ	შტილი			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
1	ბათ.,აეროპორტი	23	27	28	29	30	2/1	1/0	2/2	73/50	2/3	14/20	4/16	2/8	9,0/3,6	5,6/2,2	4	1	3	54	2	20	11	5	19			
2	ბათ.მწკონც.ზ.	19	21	22	23	24	1/1	3/1	15/8	19/13	24/17	15/11	17/40	6/9	2,5/0,5	2,2/0,5	2	3	15	16	19	11	26	8	48			
3	ბათ.მწკონც.ქ.	19	21	22	23	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
4	ბათუმი, ქალაქი	19	24	26	27	28	6/5	6/3	10/3	18/6	14/15	33/33	8/20	5/15	3,8/1,0	2,2/0,8	9	7	8	11	14	31	12	8	43			
5	ბათუმი, შუქურა	17	22	24	25	26	9/5	12/3	17/7	21/9	13/14	19/26	6/22	3/14	3,6/1,4	2,3/1,3	9	8	11	13	12	24	14	9	18			
6	თბ., ავჭალა	28	33	35	36	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
7	თბ.აეროპორტი	33	41	45	47	48	1/1	3/4	3/8	5/13	2/7	1/2	5/3	80/62	10,0/2,2	10,6/3,5	1	4	6	12	6	2	3	66	37			
8	თბ., ბოტ.ბაღი	17	21	23	24	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
9	თბ., გლდანის	28	33	35	36	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
10	თბ., დ. დილომი	28	33	35	36	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
11	თბ., დიდუბე	24	28	30	32	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
12	თბ., დილომი	21	26	29	30	31	38/4	6/8	4/2	5/7	5/13	2/3	10/3	30/20	2,1/0,1	2,0/0,7	36	6	3	10	14	3	5	23	73			
13	თბ., ვაკე	21	24	26	27	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
14	თბ.ვარკეთილი	28	33	35	36	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
16	თბ., ლილო	36	44	47	48	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
17	თბ., მთაწმინდა	21	23	27	28	29	10/18	1/2	1/4	22/27	5/6	7/3	5/2	49/38	5,6/1,7	6,7/2,7	10	1	3	32	7	5	3	39	22			
18	თბ., ობსერ,	19	24	27	28	30	27/32	3/4	3/4	23/18	5/9	2/2	6/2	31/29	4,8/0,5	4,6/1,0	26	3	4	25	8	2	4	28	33			
19	თბ.საბურთალო	28	33	35	36	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
20	თბ., ფონიჭალა	24	28	30	32	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
21	თბ., ღრმაღელე	24	28	30	32	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
22	ქუთაისი, აეროპ.	31	35	37	38	39	1/2	4/1	75/24	1/1	0/1	2/5	16/62	1/4	15,9/3,2	7,0/2,0	1	3	53	2	1	3	35	2	27			
23	ქუთაისი, ქალ.	31	35	37	38	39	10/8	19/4	25/10	18/4	2/2	5/9	14/54	7/9	7,4/1,7	3,6/1,1	9	13	21	10	3	5	29	10	13			

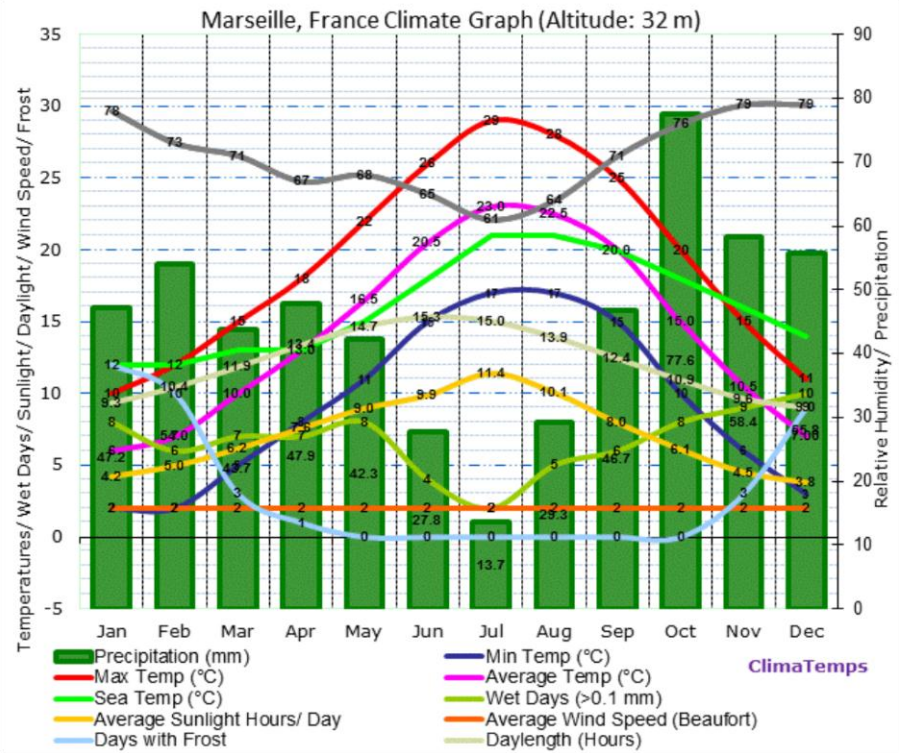
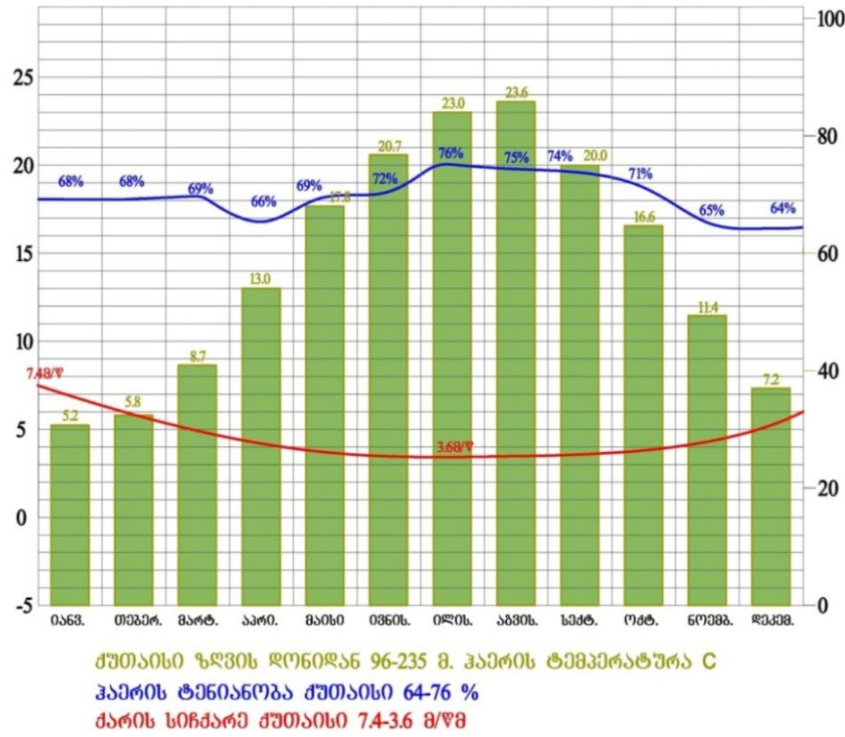
ცხრილი 9. ქარის მახასიათებლები

Error! Bookmark not defined.



ილ. 39 თბილისისა და მილანის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და ქარის სიჩქარის დიაგრამა.

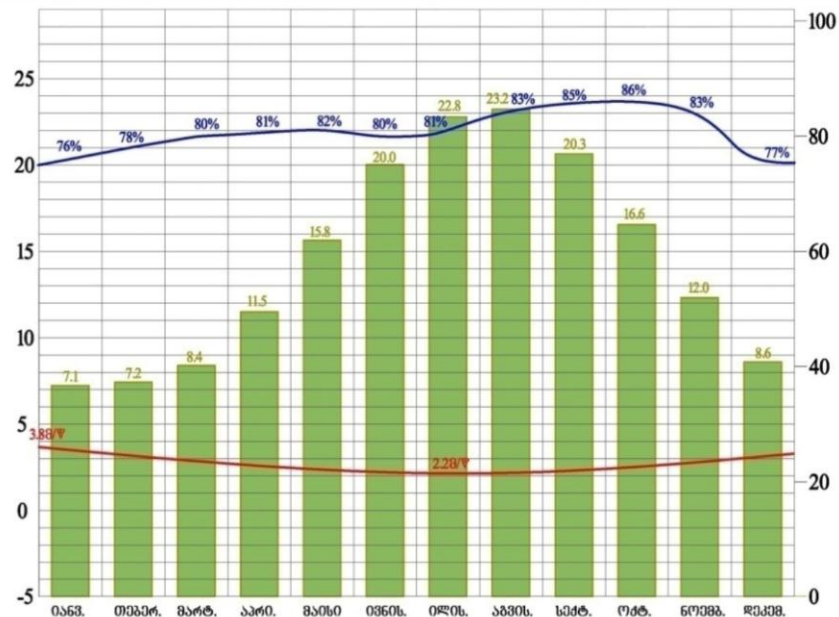
თბილისი-ფარდობითი ტენიანობა: min.56% max. 76%; ქარის სიჩქარე: min.2,0 მ/წმ max.5,6 მ/წმ -10მ/წმ.
 მილანი-ფარდობითი ტენიანობა: min.71% max. 86%; ქარის სიჩქარე: min.1,1 მ/წმ max.4,4 მ/წმ .



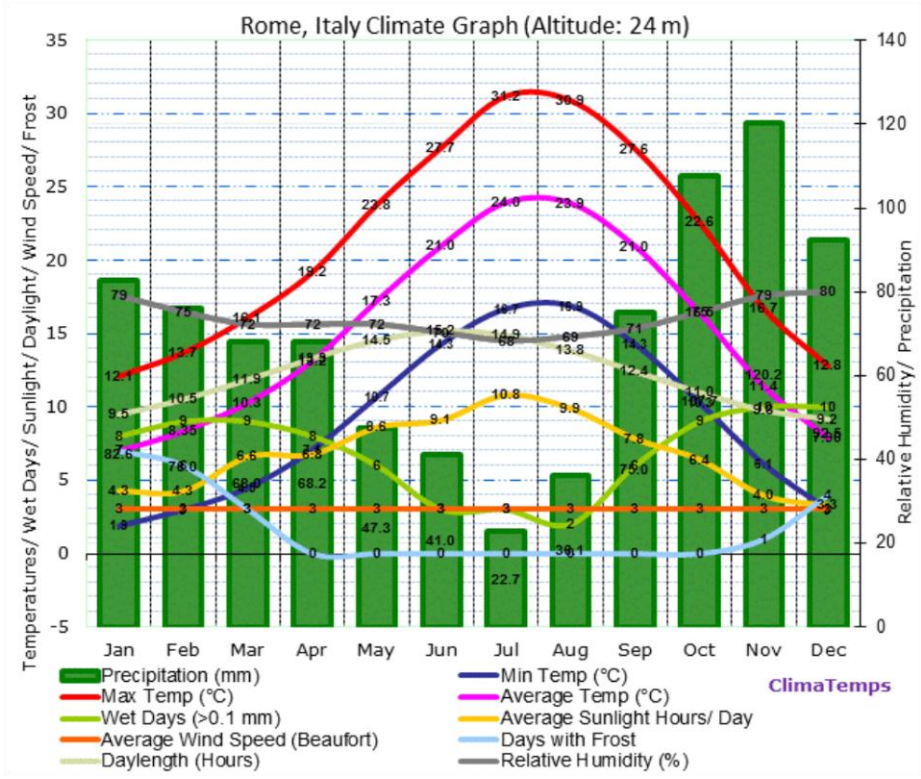
ილ. 40 ქუთაისისა და მარსელის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და ქარის სიჩქარის დიაგრამა.

ქუთაისი-ფარდობითი ტენიანობა: min.64% max. 76%; ქარის სიჩქარე: min.3,6 მ/წმ max.7,4 მ/წმ

მარსელი-ფარდობითი ტენიანობა: min.78% max. 79%; ქარის სიჩქარე: min.4.0 მ/წმ max.6.0 მ/წმ



ბათუმი ზღვის დონიდან 2-5 მ. ჰაერის ტემპერატურა C
 ჰაერის ტენიანობა ბათუმი 76-86 %
 ქარის სიჩქარე ბათუმი 3.8-2.2 მ/წმ



ილ. 41 ბათუმის და რომის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და ქარის სიჩქარის დიაგრამა

ბათუმი-ფარდობითი ტენიანობა: min.76% max. 86%; ქარის სიჩქარე: min.2,2 მ/წმ max.3,8 მ/წმ

რომი-ფარდობითი ტენიანობა: min.79% max. 86%; ქარის სიჩქარე: min.2,5 მ/წმ max.4.4 მ/წმ

გრაფიკებიდან ნათლად ჩანს, რომ მიუხედავად ზღვის დონიდან მათი მდებარეობის სხვაობისა, თბილისის ბათუმისა და ქუთაისის შემთხვევაში კლიმატური მაჩვენებლები მარსელთან, მილანთან და რომთან შედარებით მცირედითაა განსხვავებული, რაც საამშენებლო მასალის R თბოწინალობის კოეფიციენტსა და შენობის ენერგოეფექტურობის U სიდიდეზე მნიშვნელოვან გავლენას ვერ მოახდენს.

IV.3 ზოგადი დასკვნები და რეკომენდაციები

შენობის კომფორტის თანამედროვე კონცეფცია თავისთავში მოიცავს:

1. შენობაში ადამიანისთვის ოპტიმალურ თბურ რეჟიმს-შენობის შიგნით;
2. ჰაერის ოპტიმალური ტემპერატურა;
3. შენობის შიდა ჰაერისა და შენობის ინტერიერის ზედაპირებს შორის ტემპერატურის სხვაობის მინიმალიზაცია, (“ცივი” კედლების შემთხვევაში იზრდება ურთიერთსითბოსგადაცემის ინტენსივობა კედლებსა და ადამიანის სხეულს შორის);
4. შენობაში კონვენციური (არათანაბრად გამთბარი ჰაერის ნაკადები) ჰაერის ნაკადების არარსებობა, რომლებიც აღიქმება როგორც “ორპირი ქარები”;
5. შენობაში ჰაერის ოპტიმალური ტენიანობის უზრუნველყოფა (შენობაში ჰაერის მაღალი ტენიანობის შემთხვევაში იზრდება ადამიანის სხეულიდან ჰაერზე თბოგადაცემის კოეფიციენტი, რაც აღიქმება როგორც დისკომფორტი);
6. შენობაში ჰაერის ოპტიმალური შემადგენლობა, ჟანგბადის საკმარისი რაოდენობა, არასასიამოვნო სუნებისა და ადამიანის ჯანმრთელობისთვის მავნე ნარეგების არარსებობა (სუფთა ჰაერი).

ამჟამად არსებული ბეტონის ბლოკის გამოყენებით აშენებული შენობები, აკმაყოფილებენ მხოლოდ ელემენტარულ სანიტარულ ნორმებს,

რის გამოც შიდა და გარე ტემპერატურული სხვაობის შემთხვევაში კედლების შიდა ზედაპირი არ სველდება.

საქართველოში მიმდინარე სამშენებლო კანონმდებლობის დახვეწის პროცესის ფონზე, საყურადღებოა მშენებლობაში ენერგოდამზოგავი რეგულაციების სავალდებულო ხარისხში აყვანის საკითხი. კვლევაში მოცემულია თერმული წინაღობის მაჩვენებელი, რომლის თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად ადაპტაცია და შემდგომ ეტაპზე საკანონმდებლო დონეზე განხილვა აუცილებელია. ენერგოეფექტური ტექნოლოგიების ფართოდ გავრცელებასა და დანერგვასთან ერთად, იზრდება ენერგოაუდიტის საჭიროებაც. ექსპერტები პროგნოზირებენ, რომ ენერგოაუდიტებზე მოთხოვნა კიდევ უფრო გაიზრდება. ორგანიზაციის "მსოფლიო გამოცდილება საქართველოსთვის" ექსპერტი პაატა ცინცაძე "24 საათთან" საუბრისას აღნიშნავს, რომ საქართველოში კვალიფიციური ენერგოაუდიტორების დეფიციტია.

ორგანიზაციის "მსოფლიო გამოცდილება საქართველოსთვის" ექსპერტი პაატა ცინცაძე: "ზოგადად, ენერგოაუდიტი საქართველოსთვის ახალი არ არის. ის ჯერ კიდევ საბჭოთა პერიოდში არსებობდა, მაგრამ მაშინ მას სხვა აზრი და დანიშნულება ჰქონდა. დღეს ენერგოაუდიტს სულ სხვა დატვირთვა და მიზნები აქვს. მთავარია ის, რომ ენერგოაუდიტი არის ნებაყოფლობითი და ენერგიის ნებისმიერ მომხმარებელს - საწარმოს, ორგანიზაციას თუ ოჯახს - აძლევს საშუალებას დაადგინონ, რამდენად ეფექტურად იყენებენ (მოიხმარენ) ამა თუ იმ სახის ენერგიას (ელექტროენერგია, ბუნებრივი აირი, და ა.შ.), სად არის მისი დაზოგვის პოტენციალი, რა დაუჯდებათ ენერგოდამზოგავი ღონისძიებების ჩატარება და ამით რა ფინანსურ მოგებას მიიღებენ.

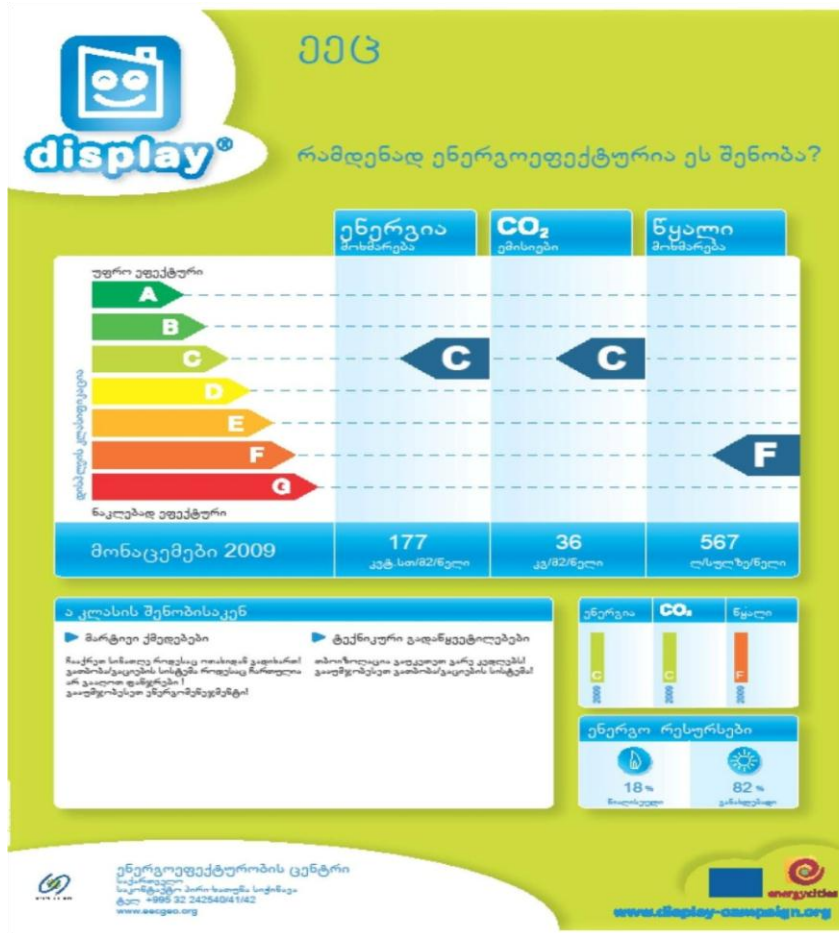
USAID-ის პროექტმა "თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების ინიციატივა" ორი სერიოზული ობიექტის - ლუდუშაურის კლინიკისა და ტექნიკური უნივერსიტეტის - რამდენიმე კორპუსის ენერგოაუდიტი უკვე დაასრულა და საქართველოში კვლავ ახორციელებს

ფართო მასშტაბის ენერგოაუდიტებს. აღნიშნული პროექტი მნიშვნელოვანია იმითაც, რომ პროექტის ხელმძღვანელებმა საქართველოში მოქმედი თითქმის ყველა სპეციალისტი და ორგანიზაცია შემოიკრიბეს. "თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების ინიციატივა"-ს ორმხრივი დატვირთვა აქვს. პირველი - დაწესებულებებში და მრავალსართულიან საცხოვრებელ სახლებში თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით ტარდება ენერგოაუდიტი, რომლის შედეგებიც ამ ორგანიზაციებს და მოსახლეობას უსასყიდლოდ გადაეცემა. მეორეა ის, რომ თავად აუდიტორები იძენენ ამ საქმისთვის საჭირო ცოდნას და გამოცდილებას, რომელსაც მომავალში დამოუკიდებლადაც გამოიყენებენ.

სავალდებულოა შენობებს ჰქონდეთ შენობის პასპორტი, სადაც დისფლემის პლაკატი (ილ. 42) გვიჩვენებს თუ რამდენად ენერგოეფექტურია შენობა. მასზე წარმოდგენილია თუ რა რაოდენობის ელ. ენერგიას, ბუნებრივ აირს და წყალს მოიხმარს შენობა და ასევე ამ მოხმარების შედეგად გამოფრქვეული ემისიების რაოდენობა.

ენერგორესურსების მოხმარების მიხედვით ხდება შენობების კლასიფიკაცია A-დან G-კლასის ჩათვლით. A კლასის შენობა ნიშნავს ენერგოეფექტურ შენობას, ხოლო G-კლასის კი არაეფექტურ შენობას. პოსტერზე ასევე მითითებულია ტექნიკური ღონისძიებები და მარტივი ქმედებები, რისი გათვალისწინებისა და დანერგვის შედეგადაც შენობა შეამცირებს ენერგორესურსების მოხმარებას და CO₂ გამოფრქვევას ატმოსფეროში.

ასევე სავალდებულოა გამოყენებულ მასალებს, სისტემებსა და დანადგარებს უნდა ჰქონდეს ისეთი საცნობი ნიშნები (ეტიკეტები), სადაც მოცემული იქნება მათი მოხმარებული ენერგიის რაოდენობა და თბური მახასიათებლები.



ილ. 42 შენობის ენერგოეფექტურობის დისფლემის პლაკატი

შენობის თერმული გარსის იზოლაციის ყველა დეტალზე მწარმოებელმა უნდა დააკრას R-სიდიდის (R-value) 300 მმ ან უფრო განიერი საცნობი ნიშანი (ეტიკეტი). თავის მხრივ, იზოლაციის დამონტაჟებლებმა უნდა წარადგინონ სერთიფიკატი, სადაც მოცემულია ინფორმაცია შენობის თერმული კონვერტის თითოეულ დეტალში დამონტაჟებული იზოლაციის ტიპის, მწარმოებლისა და R-სიდიდის (R-value) შესახებ. დაკრული (blown) ან შეშხეფებული (sprayed) იზოლაციის (მინა-ბოჭკო ან ცელულოზა) შემთხვევაში, საწყისი დამონტაჟების სისქე, მუდმივი სისქე (mina-boWko an celuloza), მუდმივი R-სიდიდე, დამონტაჟების სიმჭიდროვე, საფარის ფართობი და დამონტაჟებული პარკების (bags) რაოდენობა მოცემული უნდა იყოს სერთიფიკატში. შესაშხეფებელი პოლიურეტანის ქაფის (SPF) იზოლაციის გამოყენების შემთხვევაში, დაფარული ფართობების დამონტაჟებული სისქე და დამონტაჟებული სისქის R-სიდიდე მოცემული

უნდა იყოს სერთიფიკატში. იზოლაციის დამმონტაჟებელი ხელს აწერს, ათარიღებს და ათავსებს სერთიფიკატს სამშენებლო მოედანზე თვალსაჩინო ადგილას.

სახურავი/ჭერის დასაკვრელი ან შესაშხეფებელი იზოლაციის (მინა-ბოჭკო ან ცელულოზა) სისქე უნდა ეწეროს მარკერებზე და მოცემული უნდა იყოს დიუმებში/მილიმეტრებში, რომლებიც მონტაჟდება მთელ სხვენის სივრცეში ყოველ 30 მ²-ზე მინიმუმ ერთი მაინც. მარკერები უნდა დაეკრას ფერმებზე ან კოჭებზე და მინიმალური საწყისი დამონტაჟებული სისქის აღნიშვნისათვის გამოყენებული უნდა იყოს მინიმუმ 25 მმ სიმაღლის ციფრები. თითოეული მარკერი უნდა უყურებდეს სხვენში შესასვლელ ღიობს. შესაშხურებელი პოლიურეტინის ქაფის სისქე და დამონტაჟებული R-სიდიდე მოცემული უნდა იყოს იზოლაციის დამმონტაჟებლის მიერ წარდგენილ სერთიფიკატში. საიზოლაციო მასალები ისე უნდა დამონტაჟდეს, რომ მწარმოებლის მიერ დაკრული R-სიდიდის ნიშანი ადვილად დასანახი იყოს შემოწმების დროს.

ღიობების და მისი მასალის (ფანჯრები, კარებები და მინის ჭერები) R-კოეფიციენტები (თბოგადაცემის კოეფიციენტები) (U-ფაქტორი) უნდა განისაზღვროს აკრედიტებული, დამოუკიდებელი ლაბორატორიის მიერ და ეტიკეტირებული და სერთიფიცირებული უნდა იქნას მწარმოებლის მიერ. R -კოეფიციენტის ეტიკეტის არმქონე პროდუქციას ავტომატურად უნდა მიენიჭოს R -კოეფიციენტი შესაბამისი ცხრილიდან. შემინული ღიობების პროდუქტების (ფანჯრები, კარებები და შუშის ჭერები) მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტი უნდა განისაზღვროს აკრედიტებული, დამოუკიდებელი ლაბორატორიის მიერ და ეტიკეტირებული და სერთიფიცირებული უნდა იქნას მწარმოებლის მიერ. მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტის ეტიკეტის არმქონე პროდუქციას ავტომატურად ენიჭება მზის სხივების სითბური ნაკადის კოეფიციენტი შესაბამისი ცხრილიდან.

ენერგოეფექტური სახლის ასაშენებლად საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს შემდეგი პირობები:

1. თბოიზოლაცია სისქით 30-50 მმ
2. ენერგოეფექტური ფანჯრები სამმაგი მინაპაკეტით.
3. ცივი “ზიდების” არ არსებობა.
4. ვენტილაციის კონტროლირებადი და გათბობის ეფექტური სისტემები.
5. ღრეჩოების გულმოდგინედ დაგმინვა.
6. მზის ენერგიის შთანთქმისა და მისგან დაცვის მიზნით შენობის ოპტიმალური ორიენტაცია.
7. ენერგიის დაბალი მოხმარების დანადგარების გამოყენება.

ენერგოეფექტური საცხოვრებელი სახლის მშენებლობისას გასათვალისწინებელია რამდენიმე საკვანძო საკითხი.

არქიტექტურა:

1. მზის ენერგიის მაქსიმალური შთანთქმის მიზნით შენობის ოპტიმალური ორიენტაცია. ცივ რეგიონებში სამხრეთის ფასადზე მიზანშეწონილია მეტი ფანჯრის მოწყობა. ზაფხულის ცხელ დღეებში შენობის გადახურების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია შენობის დაცვა მზის სხივებისგან. მაგალითად გარე ჯიბეები (ლოჯიები) ზამთარში, როცა მზე დაბლაა დაწეული შენობაში სხივების შეღწევის საშუალებას იძლევა და ზაფხულში ქმნის ჩრდილს, როცა მზე მაღლა მდებარეობს. შენობა კომპაქტური უნდა იყოს: რაც ნაკლებია მისი გარე ზედაპირი მით ნაკლებია ენერგოდანაკარგი.
2. გაანგარიშების თანახმად ენერგოეფექტურობის თვალსაზრისით შენობის ოპტიმალური სიმაღლე 16 სართულია. 17-25 სართულიანი საცხოვრებელი სახლები ქარების მნიშვნელოვან დატვირთვებს განიცდის, რაც გაბატონებული ქარების მხარეს განთავსებული სათავსოებიდან დიდი ოდენობით თბოდანაკარგის მიზეზია.

3. ოთახის სიგრძისა და სიგანის ოპტიმალური თანაფარდობაა- 3/2. სათვსოებში, რომლებშიც პროექტირებისას დაცულია ეს პროპორციები გაცილებით სტაბილური ტემპერატურული რეჟიმი შენარჩუნდება.
4. მინის დიდი სიბრტყეები შენობის მნიშვნელოვანი გადახურების ან თბოდანაკარგის მიზეზი შეიძლება გახდეს. ფანჯრების ზომის შერჩევასას სასურველია ამ ფაქტორების გათვალისწინება. СНиП 23-03-2003 (<http://odin.fm/2013/01/22/povyshenie-teplovoj-zashhity/>) თანახმად შემინვის ფართობი მთლიანი შემომსაზღვრელი კედლის 18%-ს არ უნდა აღემატებოდეს. სხვა შემთხვევაში თბოდანაკარგი შეიძლება რამდენჯერმე გაიზარდოს.
5. გამოყენებული საამშენებლო მასალები ცივ რეგიონებში შენობის შიგნით სითბოს, ხოლო ცხელ კლიმატურ პირობებში სიგრილეს უნდა ინარჩუნებდნენ.

თბოიზოლაცია:

მაღალხარისხიანი თბოიზოლაცია-საამშენებლო კონსტრუქციის განუყოფელი ნაწილია. ეს მასალა ენერგოეფექტური შენობის მშენებლობაში საკვანძო ელემენტს წარმოადგენს.

ვენტილაცია:

ენერგოეფექტურ შენობებში სავალდებულოა უზრუნველყოფილი იქნეს კონტროლილებადი და დაბალანსირებული ვენტილაცია. ყველაზე ენერგოეფექტურ გადაწყვეტას წარმოადგენს მექანიკური ვენტილაცია სითბოს რეგენერაციითა და შიდა ტემპერატურის ავტომატური რეგულაციით.

კარ-ფანჯრები:

1. ფანჯრები შედგება ორი-სამი ენერგოეფექტური მინის შრისგან. მინის სპეციალური მეტალის ოქსიდის შრით დაფარვის შედეგად თბური ენერგია შენობის შიგნით აირეკლება;
2. თბოგამტარიანობის შესამცირებლად მინაპაკეტში მინებს შორის სივრცე შევსებულია ინერტული გაზით. (არგონი ან კრიპტონი).

3. ჩარჩოები იმდაგვარადაა დამუშავებული, რომ თბოდანაკარგი ჩარჩოსა და მინის შეერთების ადგილას მინიმუმამდეა დაყვანილი;
4. მინისა და ფანჯრის ჩარჩოს შეერთების ადგილები დამუშავებულია გერმეტიკით;
5. რაც მეტია ჩარჩოს ფართობი, მით მეტია თბოდანაკარგი;
6. დაბალი ენერგომომხმარების შენობებისთვის რეკომენდირებულია ფანჯრები, რომელთა საერთო თბოგამტარიანობა არ აღემატება $0.70-0.85 \text{ ვტ/მ}^2\cdot\text{კ}$ ($0.70-0.85 \text{ Вт/მ}^2\cdot\text{К}$);
7. კარებები, რომლების მინისგან არაა დამზადებული, უნდა იყოს თბოიზოლირებული;

გათბობის სისტემა:

შენობის გათბობის ოპტიმალური სისტემის შერჩევა დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებსა და ხელმისაწვდომი ენერგიის წყაროებზე. სასურველია მაქსიმალურად იქნეს გამოყენებული მზის სხივით გათბობა. ენერგოეკონომიურ შენობებში შესაძლებელია არ იყოს გათბობის ტრადიციული რადიატორული სისტემა. ცენტრალურ ევროპასა და მრავალ სხვა რეგიონებში შენობების გასათბობად გამოიყენება ვენტილაციის სისტემა სითბოს რეგენერაციით. სისტემა იმდაგვარადაა მოწყობილი, რომ გამავალი ჰაერი სითბოს შემოსულ სუფთა ჰაერს გადასცემს.

ჰერმეტიულობა:

ენერგოეფექტური შენობა სრულიად უნდა იქნეს ჰერმეტიზირებული („ცივი ხიდების“- გარემოსთან ინტენსიური სითბოს გადაცემის მონაკვეთების გარეშე) რათა მოხმარებული ენერგია მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი. ამ მიზნის მისაღწევად საჭიროა, რომ შენობის გარე გარსი სრულიად იქნეს გერმეტიზირებული. საამშენებლო გარსში ბზარები და ღრეჩოები ძირითადად შემდეგ ადგილებში ჩნდებიან:

1. ორთქლის საიზოლაციო შრის შეერთების ადგილები;
2. ნახვრეტები საიზოლაციო შრეში;
3. სახურავისა და შენობის შეერთების ადგილები;

4. კარებებსა და ფანჯრების გარშემო შეერთების ადგილები;
5. შეერთების ადგილები ფუნდამენტის, საძირკვლის გარშემო;

ენერგოეფექტურობის გაზრდისა და ენერჯის განახლებადი წყაროების ათვისების მიზნით პირველ რიგში სახელმწიფოს მხრიდან უნდა გატარდეს პროტექციონისტური პოლიტიკა, ამისათვის კი აუცილებელია სპეციალური კანონმდებლობის შექმნა. საქართველომ უნდა მიიღოს საამშენებლო კოდექსი, რომელიც შენობების ენერგოეფექტურობის ზომების დაცვას ითვალისწინებს. უნდა ჩამოყალიბდეს სპეციალიზებული ენერგოსერვისკომპანიები, რომლებიც პრაქტიკულად განახორციელებენ ამგვარ პროექტებს. ისინი უნდა სარგებლობდნენ შეღავათიანი სესხებით და ხელშემწყობი საგადასახადო რეჟიმით. ენერგოაუდიტი მსოფლიოში იმდენად განვითარებულია, რომ ამ ცოდნისა და გამოცდილების გამოყენებაზე უარის თქმა დიდი შეცდომა იქნებოდა. რა თქმა უნდა, ჩვენ უნდა გამოვიყენოთ თანამედროვე მეთოდები და ტექნოლოგიები, რომლებსაც მოვარგებთ საქართველოს კლიმატურ პირობებს, შენობა-ნაგებობათა თავისებურებებს, ცხოვრების წესს და სხვა, ჩვენი ქვეყნისთვის დამახასიათებელ ფაქტორებს.

არსებული საცხოვრებელი სახლების შეფასებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ:

1. ენერგოდაზოგვის კუთხით არ აკმაყოფილებს დღევანდელი მდგომარეობის მოთხოვნებს;
2. არსებულ საცხოვრებელ კორპუსებს ენერგოეფექტურობის გაზრდის დიდი პოტენციალი გააჩნიათ;
3. ენერგოეფექტურობის მოთხოვნა აუცილებლად უნდა იქნეს შეტანილი საამშენებლო ნორმებში;
4. მნიშვნელოვანია ენერგოაუდიტების ჩატარება ხარჯების შემცირების ღონისძიებათა განსაზღვრის მიზნით;

თავად შენობებში ენერგოეფექტურობის ღონისძიებები ორ კატეგორიად შეიძლება დაიყოს:

1. თბოდაცვითი მახასიათებლების გაზრდა;

2. საბოლოო მოხმარების ახალი ტექნოლოგიების დანერგვა;

ენერჯის დაზოგვის მხრივ კარგი შედეგის მისაღებად საკმარისი არ არის მხოლოდ ერთი ეკონომიკურად მომგებიანი ღონისძიების განხორციელება, მაგ. საბოლოო მოხმარების ტექნოლოგიების გაუმჯობესება (ელექტრომოწყობილობების ეკონომიურობა);

პროექტებს, რომლებიც აერთიანებენ შენობის ექსტერიერის კომპონენტების თბოიზოლაციას, ენერჯის დაზოგვის მეტი პოტენციალი გააჩნია, თუმცა ასეთი პროექტების საინვესტიციო ხარჯიც უფრო მაღალია;

ენერგოეფექტურობის პროექტები უნდა შეესაბამებოდეს ქალაქის მთლიან ენერგოეფექტურობის სტრატეგიას;

ენერჯის დაზოგვის ღონისძიებებში, ენერგოეფექტურობის და განახლებადი ენერჯის გამოყენებაში მოსახლეობის აქტიურად ჩართვის მიზნით, აუცილებელია საზოგადოების ინფორმირებულობის გაზრდა და შემეცნების დონის ამაღლება;

განმარტებები:

1. **R-** სიდიდე (თერმომედეგობა) (R-value (thermal resistance)). ნორმატული დროის უკუმაჩვენებელი (inverse of the time rate) სითბოს გავლისას სხეულში მისი ერთ-ერთი მოსაზღვრე ზედაპირიდან სხვა ზედაპირისკენ, როცა მყარი მდგომარეობის პირობებში (steady state conditions), ზედაპირების ტემპერატურული ერთეულები განსხვავებულია ფართობის ყოველ ერთეულზე. $(h \cdot ft^2 \cdot .F/Btu) [(m^2 \cdot K)/W]$.
2. **U-** კოეფიციენტი (თბოგადაცემის კოეფიციენტი) (U-factor (thermal transmittance)). თბოგადაცემის (ჰაერიდან ჰაერზე) კოეფიციენტი შენობის კომპონენტის ან კონსტრუქციის გავლით, რომელიც ერთეულ ფართობზე სითბოს ნაკადის ნორმატულ დროსა და ჰაერის შრის თბილი და ცივი მხარეების ტემპერატურის ერთეულებს შორის განსხვავების ტოლია. $(Btu/h \cdot ft^2 \cdot .F) [W/(m^2 \cdot K)]$.
3. **კონვექტიური-კონვექცია-**(ლათ. Convectio-მოზიდვა, მოტანა) სითხეებსა და აირებში სითბური ენერჯის გავრცელება. როდესაც სითხე ან აირი თბება, სითბოს წყაროსთან ყველაზე ახლომდებარე ნაწილი ფართოვდება და ნაკლებად მკვრივი ნაწილი დაბლა ეშვება. სითხეებსა და აირებში აღძრულ ასეთ მოძრაობას, კონვექციური ნაკადი ეწოდება;
4. **ინფილტრაცია-**გაჟონვა;
5. **რეკუპერაცია-**ტექნოლოგიური პროცესის დროს დახარჯული ნივთიერების ან ენერჯის კვლავ მიღება.
6. **თერმოგრაფია-**დიაგნოსტიკის მეთოდი, რომელიც დამყარებულია სხეულის ზედაპირიდან სითბური გამოსხივების რეგისტრაციაზე.
7. **თბური ხიდები-** ეწოდება შენობის შემომსაზღვრელი კონსტრუქციების (ფასადის) იმ ზონებს, საიდანაც ხდება სითბოს გაზრდილი დანაკარგი, ანუ სითბოს გადინება შენობიდან გარე სივრცეში.

გამოყენებული ლიტერატურა და ინტერნეტრესურსები:

1. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.
2. Моисеев Н. Н. Математические задачи системного анализа. М.: Наука, 1981.
3. Вентцель Е. С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988/
4. Табунщиков Ю. А. Основы математического моделирования теплового режима здания как единой теплоэнергетической системы. Докторская диссертация. М.: НИИСФ, 1983.
5. Табунщиков Ю. А., Хромец Д. Ю., Матросов Ю. А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1986.
6. Tabunschikov Y. Mathematical models of thermal conditions in buildings. CRC Press, USA, 1993.
7. Jurobic S. A. An investigation of the minimization of building energy load through optimization techniques - Los Angeles scientific center, 1MB Corporation, Los Angeles, California.
8. Бродач М. М. Изопериметрическая оптимизация солнечной энергоактивности зданий / Гелиотехника 2. Ташкент, 1990.
9. Бродач М. М. Энергетический паспорт зданий. АВОК, 1993. № 1/2.
10. Klaus Daniels. The Technology of Ecological Building - Birkhauser-Verlag für Architektur. Basel, 1997.
11. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Теплоэнергетические нормативы для теплозащиты зданий. АВОК, 2001, № 4.

Автор: Ю. А. Табунщиков, член-корреспондент РААСН

<http://www.energocredit.ge/ka/node/969>

12. USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE

თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების
ინიციატივა კორპორატიული ხელშეკრულება # 114-A-00-05-00106-00
ენერგეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმა, თბილისი
ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტო

შესრულებულია: „თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების ინიციატივის“ („ნათელი“) მიერ.

13. ASSESSMENT OF THE COSTS AND THERMAL PERFORMANCE OF CONSTRUCTION MATERIALS

FINAL

USAID ECONOMIC PROSPERITY INITIATIVE (EPI)

CONTRACT NUMBER: AID-114-C-10-00004

DELOITTE CONSULTING LLP

USAID/CAUCASUS

FRIDAY, MARCH 23, 2012 Agency for International Development. It was prepared by Del
ECONOMIC PROSPERITY INITIATIVE (EPI)

Author(s): George Sulaberidze, George Makharashvili, Saba Papashvili

Reviewed By: Temur Bolotashvili, Building Codes Manager

David Charkviani, Construction Materials Consultant

Alan Saffery, Manufacturing & Services Component Leader

Name of Component: Manufacturing & Services

Practice Area: Construction Materials

Key Words: thermal insulation, thermal resistance, rock wool, perlite, energy efficiency, encourage local production, profitable insulation

14. ლ. ბერიძე – „არქიტექტურული ფიზიკა“, CD/324, 2010 წ.

15. ლ. ბერიძე- „შენობების ბუნებრივი განათებულობა და ინსოლაცია“.

სამშენებლო ნორმები და წესები. სახელმწიფო სარეგისტრაციო კოდი 330.13
0.000.11.116.004.982. თბილისი, 2001 წელი.

16. Л.Г. Беридзе – «Инсоляция и ее учет в жилых домах Закавказья», М.
ЦНТИ. 1977г.

16. “მწვანე” ენერგოეფექტური შენობების არქიტექტურული პრინციპები

ლ. ღარიბაშვილი, ენერგოეფექტურობის ცენტრი;

17. საცხოვრებელი შენობების შემომზადავი კონსტრუქციების
თბოტექნიკური მაჩვენებლების ანალიზი

მარიკა სადალაშვილი ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდადი,

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორი

18. ენერგოაუდიტები საქართველოში

სალომე ძამამია. 24 საათი 29.05.10

19. <http://www.marseille.climatemps.com/marseille-climate-graph.gif> უკანასკნელად

გადამოწმებულია 18.05.2015

20. <http://www.milan.climatemps.com/milan-climate-graph.gif> უკანასკნელად

გადამოწმებულია 18.05.2015

21. <http://www.rome.climatemps.com/rome-climate-graph.gif> უკანასკნელად

გადამოწმებულია 18.05.2015