

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ხელნაწერის უფლებით

ირაკლი მარდიშვილი

შენობათა თბოდაცვის ტექნოლოგიების დამუშავება საერთაშორისო ნორმატიული
დოკუმენტების მოთხოვნათა საფუძველზე, საქართველოს პირობებისათვის

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეზიუმე

სადოქტორო პროგრამა „მშენებლობა“
შიფრი - 0406

თბილისი

2019 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ირაკლი მარდიშვილი

შენობათა თბოდაცვის ტექნოლოგიების დამუშავება საერთაშორისო ნორმატიული
დოკუმენტების მოთხოვნათა საფუძველზე, საქართველოს პირობებისათვის

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა “მშენებლობა”

შიფრი - 0406

თბილისი

2019 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში
სამშენებლო ფაკულტეტზე
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის ტექნოლოგიების და საშენი
მასალების დეპარტამენტში

ხელმძღვანელი: პროფესორი შახი ბაქანიძე
თანახელმძღვანელი: პროფესორი მამული გძელიშვილი

რეცენზენტები: ტ.მ.დ. მერაბ ნიკოლეიშვილი
პროფესორი ოთარ გიორგობიანი

დაცვა შედგება 2019 წლის 3 ივლისს, 14 საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე კორპუსი I, აუდიტორია -----
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

სადისერტაციო კოლეგიის
სწავლული მდივანი:

პროფესორი დ.ტაბატაძე

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა: ენერგოდაზოგვა ყოველწლიურად სულ უფრო აქტუალური პრობლემა ხდება მთელ მსოფლიოში. ენერგეტიკული რესურსების შეზღუდულობა, ენერჯის მაღალი ღირებულება, ნეგატიური ზემოქმედება გარე-სამყაროზე, რომელიც მის წარმოებასთანაა დაკავშირებული - ყველა ამ ფაქტორს მივყავართ მოსაზრებაზე, რომ უფრო მისაღებია ენერჯის მოხმარების შემცირება, ვიდრე მისი წარმოების განუწყვეტელი ზრდა

მთელს მსოფლიოში უკვე კარგა ხანია მიმდინარეობს ენერჯის მოხმარების შემცირების გზების ძიება, მისი რაციონალურად გამოყენების გზით. მრავალ ქვეყანაში უკვე ფორმირებულია ისეთი გაგება, როგორცაა ენერგოდაზოგვი პოლიტიკა.

ცნობილია, რომ ენერჯის ერთ-ერთი აქტიური მომხმარებელია სამშენებლო კომპლექსი. როგორც გამოცდილება გვიჩვენებს, აღნიშნულ სფეროში ენერჯის ეკონომიის შესაძლებლობები უამრავია. მათ შორის ერთ-ერთი ყველაზე ქმედითია მშენებლობაში ენერგოდაზოგვი ტექნოლოგიების დამუშავება

ენერჯის ერთ-ერთ მომხმარებელს წარმოადგენს საცხოვრებელი სექტორი, რომელიც მოიხმარს მთლიანი წარმოებული ენერჯის 50%-ს, ამიტომ მატერიალური და ენერგეტიკული რესურსების მდგრადი განვითარების, რაციონალური გამოყენების და საცხოვრებელი მშენებლობის ეფექტურობის სტრატეგიის თვალსაზრისით, აუცილებელია ენერგოდაზოგვის სტრატეგიის შესაბამისი ეკონომიკური დასაბუთების განხორციელება, აგრეთვე ენერგოეფექტური შენობების დაპროექტების თანამედროვე სამეცნიერო-ნორმატიული ბაზის დამუშავება, არსებული საცხოვრებელი ფონდის თერმომოდერნიზაციის განხორციელება, მშენებლობის, ტექნოლოგიებისა და მასალების თანამედროვე ინოვაციური სისტემების შექმნა.

ევროკავშირის განვითარებული ქვეყნების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ

ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, შენობებში სითბოს დანაკარგები შეიძლება შემცირდეს 4-5-ჯერ, რაც მიუთითებს ენერგოდაზოგვის მნიშვნელოვან რეზერვებზე. პრობლემის მიმართ სისტემური მიდგომის პირობებში იგი შეიძლება გადაწყდეს ერთდროულად ორ სიბრტყეში: ახალი მშენებლობა და რეკონსტრუქცია.

წარმოდგენილი ნაშრომი ეძღვნება შენობების თბოდაცვის ტექნოლოგიების დამუშავებას საერთაშორისო ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნათა საფუძველზე საქართველოს პირობებში, რომელიც ეფუძნება, ზოგადად, სამშენებლო სექტორის მიმართ წაყენებულ ზემოაღნიშნულ მოთხოვნებს, ამდენად, სადისერტაციო ნაშრომში განხილული საკითხი ძალზე აქტუალურია.

დისერტაციის მიზანია: შენობა-ნაგებობათა თბოტექნიკური გაანგარიშება საერთაშორისო ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნათა საფუძველზე და საქართველოს სხვადასხვა კლიმატური რეგიონებისათვის შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების, როგორც წესი, მრავალშრიანის, ისეთი კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების დამუშავება, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათ მაქსიმალურ თბოდაცვით უნარს.

გარდა ამისა, დისერტაციის მიზანია შენობა-ნაგებობათა თბოდაცვითი სამუშაოების ეფექტური ტექნოლოგიების დამუშავება საქართველოს ტერიტორიაზე მათი დანერგვის მიზნით.

მეცნიერული სიახლე: ნაშრომში, თბოგაანგარიშების თანამედროვე მეთოდების საფუძველზე, შედგენილია კომპლექსური კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა ჩატარდეს სრულფასოვანი თბოტექნიკური გაანგარიშება საქართველოს სხვადასხვა კლიმატურ რეგიონში ასაშენებელი კონკრეტული შენობებისთვის.

გარდა ამისა, დამუშავებულია შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების თბოგადაცემის წინააღმდეგობის მიახლოებითი

მნიშვნელობის განსაზღვრის მეთოდის არაბრტყელზედაპირიანი შრეების შემთხვევაში, შენობათა ვარიანტული დაპროექტების სტადიაზე.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება: ნაშრომში დამუშავებული თბოტექნიკური გაანგარიშების კომპლექსური პროგრამით და შემომფარგლავი კონსტრუქციების თბოგამტარობის წინააღმდეგობის მიახლოებითი მნიშვნელობის გასაზღვრის მეთოდით სარგებლობა შეეძლება როგორც მშენებლობის დამკვეთებს, ასევე საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციებს.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: სადისერტაციო ნაშრომის, როგორც ცალკეული, ისე ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ ორ სემინარზე და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. გარდა ამისა, სადისერტაციო ნაშრომის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებულია 6 სამეცნიერო შრომა.


ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ექვსი თავის, ლიტერატურის მიმოხილვის, ძირითადი დასკვნების, გამოყენებული ლიტერატურის და დანართებისგან. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 165 გვერდისგან, გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა შეიცავს 71 დასახელებას.

ნაშრომის შინაარსი


შესავალში წარმოდგენილია თემის აქტუალობა, დისერტაციის მიზანი, მეცნიერული სიახლე და მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენება.

ნაშრომის პირველ თავში მოცემულია შენობა-ნაგებობათა თბოდაცვის არსებული ტექნოლოგიური გადაწყვეტების მიმოხილვა. მოგვაქვს შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების და, მათ შორის, კედლების მსოფლიო მოწინავე სამშენებლო ფირმების მიერ შესრულებული კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური გადაწყვეტების რამდენიმე მაგალითი

PARTIAL CAVITY WALL STANDARD



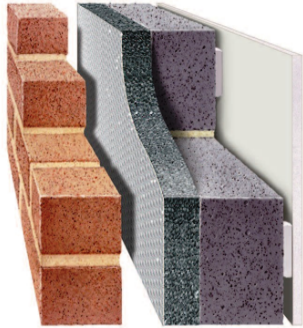
Partial fill cavity wall insulation



A cost effective solution for Part L 2013 & Section 6 2015 compliance

alreflex Platinum provides an extremely cost effective alternative to PIR & EIR insulation boards with equivalent thermal performance.

- BBA Certified insulation & cavity rain barrier.
- Used by major UK House builders.
- Suitable for use in all exposure areas with standard 50mm cavity.
- Environmentally friendly: No CFC's or HCFC's used in production.
- ODP = Zero
- GWP = Less than 5




u-Value examples Building regulations require new build walls to achieve the following area weighted averages:
 approved Doc. Part L 2013 (england) - 0.30w/m²K
 technical handbook section 6 2015 (scotland) - 0.22w/m²K
 approved Doc. Part I 2014 (wales) - 0.21w/m²K


Block K-value (W/mK)	Alreflex Platinum thickness (mm)					
	50	60	70	80	90	100
1.13	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0
0.49	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0
0.25	0.30	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20
0.19	0.29	0.27	0.25	0.23	0	0.20
0.11	0.27	0.25	0.23	0	0.20	9

wall Build-up:
102mm Brick
50mm Cavity
alreflex Platinum as listed
100mm Block as listed
12.5mm Plasterboard on dabs


- England only- Meets minimum requirement of A.D. Part L 2013
- England & Scotland- Meets minimum requirements of A.D. Part L 2013 (England) & Section 6 2015 (Scotland).
- All of UK- Meets minimum requirements of all building regulations across the UK.



PARTIAL CAVITY WALL STANDARD



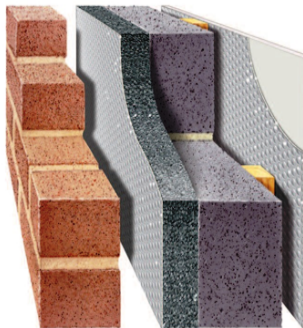
Partial fill cavity wall insulation with Dry Lining



A cost effective solution for exceeding the requirements of Part L 2013 & Section 6 2015

alreflex Platinum with alreflex 111 dry lining provides an extremely cost effective method of achieving very low u-values without increasing cavity sizes.

- BBA Certified insulation and cavity rain barrier and dry lining.
- alreflex 111 dry lining vastly improves air tightness.
- Used by major UK House Builders with minimum 6 million sq metres being installed successfully.
- Suitable for use in all exposure areas.
- Environmentally friendly: No CFC's or HCFC's used in production.
- ODP = Zero
- GWP = Less than 5




u-Value examples Building regulations require new build walls to achieve the following area weighted averages:
 approved Doc. Part L 2013 (england) - 0.30w/m²K
 technical handbook section 6 2015 (scotland) - 0.22w/m²K
 approved Doc. Part I 2014 (wales) - 0.21w/m²K

Block K-value (W/mK)	Alreflex Platinum Thickness (mm)					
	50	60	70	80	90	100
1.13	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	9
0.49	0.28	0.25	0.23	0	9	8
0.25	0.26	0.24	0.22	0	9	8
0.19	0.24	0.22	0.20	9	8	7
0.11	0.24	0.22	0.20	9	8	7

wall Build-up:
102mm Brick
50mm Cavity
alreflex Platinum as listed
100mm Block as listed
3mm alreflex 111
25mm Batten
12.5mm Plasterboard

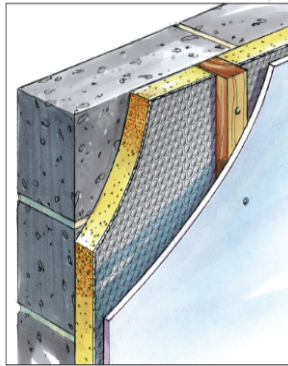
- England only- Meets minimum requirement of A.D. Part L 2013
- England & Scotland- Meets minimum requirements of A.D. Part L 2013 (England) & Section 6 2015 (Scotland).
- All of UK- Meets minimum requirements of all building regulations across the UK.



ნახ. 1.7. ALREFLEX PLATINIUM-ის აგურის კედლის დათბუნება ჰაერის შრის გამოყენებით და შიდა მხრიდან დამატებითი ორთქლის ბარიერის მქონე მასალით მოწყობის ტექნოლოგია

ALREFLEX[®] ULTRA THERM

DRY LINING INSULATION SYSTEM FOR NEWBUILD AND REFURBISHMENT OF SOLID MASONRY WALLS



- Achieves compliance with 2006 Part L in 50 mm thickness.
- Highest performance of any rigid insulation board.
- Integral vapour control layer.
- Detail shown with aircrete block achieves u-value=0.23 w/m²·K.

Installation

Install 75mm deep battens at suitable centres depending on plasterboard thickness (typically 600mm centres for 12.5mm wall board)

Fit 50mm Ultratherm between battens, pushing it hard up to the masonry. ENSURE FOIL-BUBBLE SURFACE FACES INTO THE BUILDING AND TAPE ALL JOINTS WITH ALREFLEX 50MM FOIL TAPE.

Then fit the plaster board

N.B The 25mm cavity between plasterboard and Ultratherm may be used for services.

Typical u-values (50mm Ultratherm)

	100mm brick	225mm brick	100mm dense block	140mm airocrete block
Orange walls	0.32	0.30	0.33	0.23
External Walls	0.38	0.35	0.39	0.26

Thermal Economics Ltd Thermal House 8 Cardiff Road Luton Bedfordshire LU1 9PP
Tel:01582 459814 Fax:01582 429355 E-mail:info@thermal-economics.co.uk
Web:www.thermal-economics.co.uk



ALREFLEX[®] Platinum

Cavity wall insulation and cavity rain barrier

INSTALLATION GUIDE



Construct walls in conventional masonry, with correct courses of the new and old brick.

Ensure that Thermal Economics clips are used. The 175 range of clips include a dimension that is locked against the brick, ensuring that the clip is correctly positioned in the external cavity.

Sealing strips is correct. Fit the end of boards with the top up in the bottom. Ensure that the boards are closely but joined. Cut boards with a fine toothed saw or snips with where required.

Fit Beading Clips onto wall fins to hold boards in place.

Ensure that continuity of insulation is maintained at corners.

Seal around edges with TC Air Tape.

Ensure that continuity of insulation is maintained at corners.

Clips around with with TC Air Tape.

Install the insulation in the same manner as the foil, ensure that the foil is in the bottom of the cavity. Cut the top of wall fins and press finish against the board.

Ensure that corners are back finished and all vertical joints are staggered.

Where required use Reflex Fixing Clips to hold the boards tight against the bricks and prevent mortar from being pulled into the boards. Clips should be removed before next lift of bricks is constructed.

Reflex Beading Clips

NO TOP BOARD ON CORNER TO BUTTRESS BLOCK BOND

CONTINUES OVERLEAF

ნახ. 1.8. ALREFLEX ULTRA TERM-ის გაზობლოვის კედლის დათბუნება და კვანძების დამუშავების ტექნოლოგია



THERMAL GROUND FLOOR INSULATION



- Approved Document Part L 2013 Solutions
- Technical Handbook Section 6 2015 Solutions
- Approved Document Part L 2014 Solutions

BBA certified thermal insulation and floor systems

- In situ Concrete Floors
- Beam & Block Floors
- Beam & Insulated Block Floors
- Timber Floors
- Floating Floors / Existing Floors
- Edge Insulation



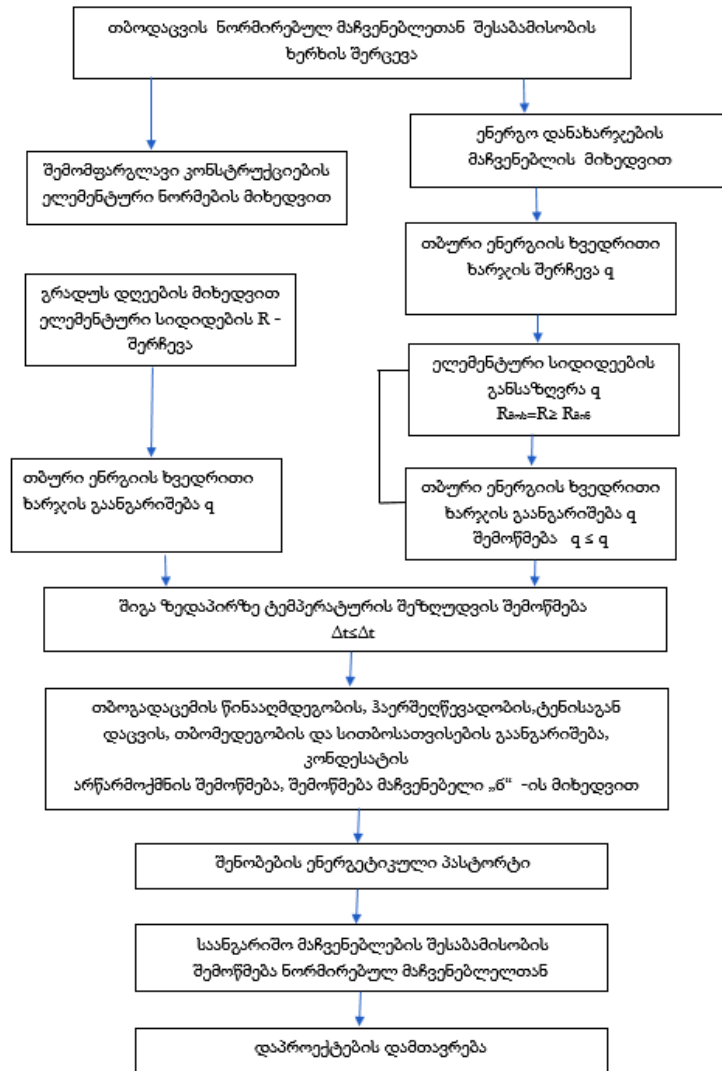
For help choosing the right product for your project please contact Thermal Economics Technical Department on 01582 544255
For all our Acoustic & Thermal Insulation products visit: www.thermal-economics.co.uk

ნახ. 1.9. Thermal economics-ის იატაკის დათბუნების ტექნოლოგია

პირველ თავში მოცემულია აგრეთვე შენობა-ნაგებობათა თბოტექნიკური გაანგარიშების არსებული მეთოდების მიმოხილვა.

შენობა-ნაგებობათა დაპროექტება უნდა განხორციელდეს შემომზღუდავი კონსტრუქციების და გაანგარიშების მიმართ,

მეორე თავში მოცემულია საქართველოს სხვადასხვა რეგიონისთვის შენობის კომპიუტერული თბოტექნიკური გაანგარიშების შემოთავაზებული მეთოდიკა, რომელიც ითვალისწინებს შემომფარგლავი კონსტრუქციების როგორც თერმოწინააღმდეგობის, ასევე თბოდაცვის გაანგარიშებებს, რის საფუძველზეც შემოთავაზებულია კომპლექსური პროგრამა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებისთვის შენობების კომპიუტერული თბოტექნიკური გაანგარიშებისათვის, რომლის ბლოკ-სქემა მოცემულია ნახ-ზე 2.0



ნახ. 2.0 თბოტექნიკური გაანგარიშების ბლოკ-სქემა

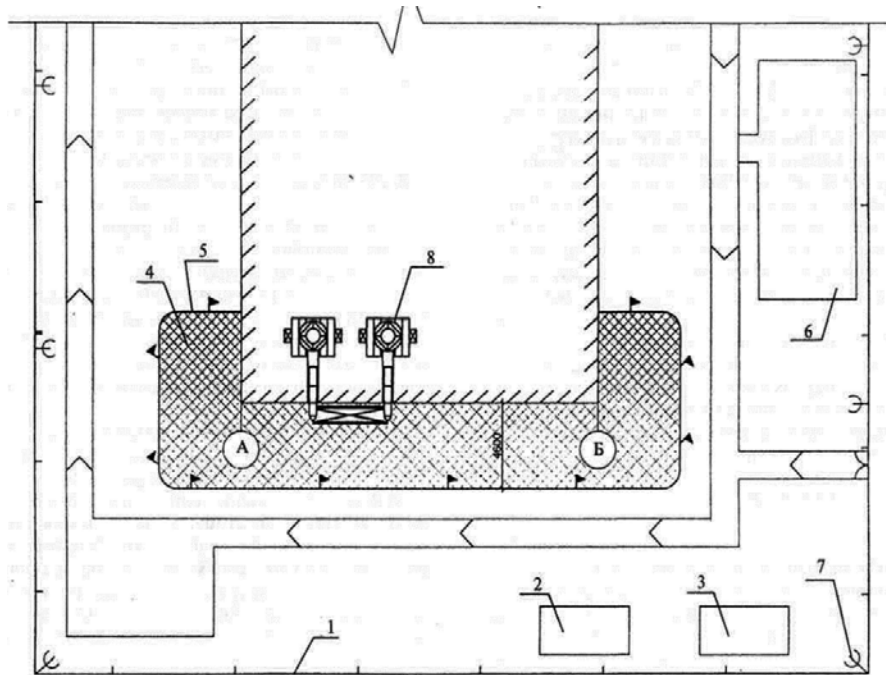
მესამე თავში მოცემულია თბოსაიზოლაციო სამუშაოების სხვადასხვა მეთოდებით წარმოების ტექნოლოგიები.

ჩვენს მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიები ეფუძნება თანამედროვე ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნების მიხედვით შედგენილ ტიპურ ტექნოლოგიურ რუკებს .

დღეს ძირითადად გამოიყენება თბოსაიზოლაციო სამუშაოების წარმოების ორი მეთოდი: მშრალი და სველი.

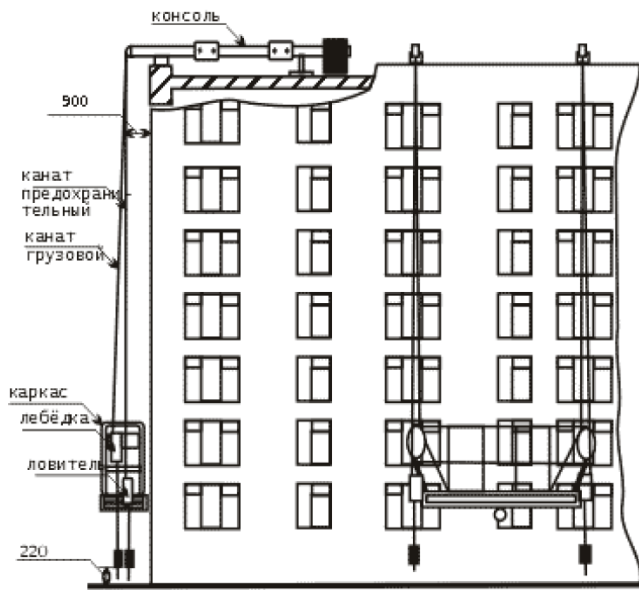
მშრალი მეთოდი გამოიყენება ვინტილირებადფასადიანი შენობების აგებისას, ხოლო სველი - ჩვეულებრივი ფასადის შემთხვევაში.

მოგვაქვს ტექნოლოგიური რუკა შენობის ფასადის დათბუნების მოწყობაზე „სველი ფასადის ტექნოლოგიით“, შემოკლებით.



ნახ.3.1. სამშენებლო მოედნის ორგანიზების სქემა

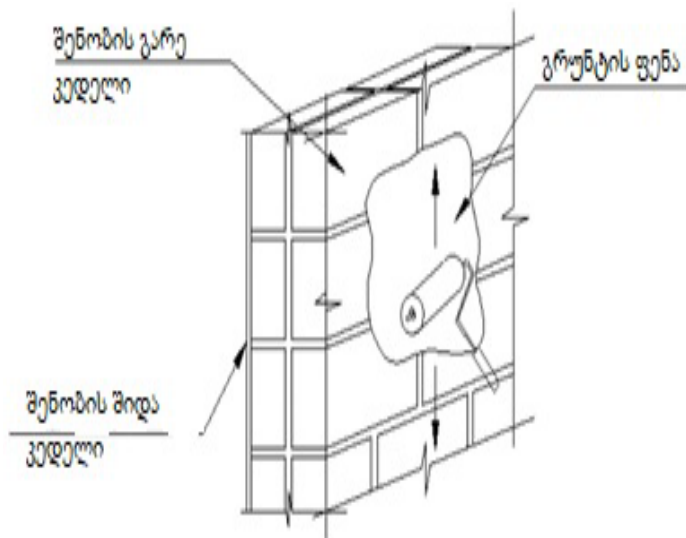
- 1- სამშენებლო მოედნის შემოფარგვლა; 2 - სახელოსნო; 3 - მატერიალურ-ტექნიკური საწყობი; 4 - სამუშაო ზონა; 5 - საშიში ზონის ზღვარი;
- 6 -სამშენებლო კონსტრუქციების და მასალების დასაწყობების ღია მოედანი;
- 7 - განათების ანძა; 8 - საფასადე ამწევი (შევიდული საკიდელი, სამშენებლო ხარაჩოები)



ნახ. 3.7. სახურავზე სამშენებლო საკიდელის დამაგრების სქემა



ნახ.3.14. გამათბობელ ფილაზე წებოვანი ნარევის დატანა



ნახ. 3.8. კედლის გარე ზედაპირზე მოგრუნტის დატანა



ნახ. 3.15. მათბუნებლის მიწებება კედელზე

შრომის ხარჯის კალკულაცია

№	ტექნოლოგიური ოპერაციების დასახელება	საბუნებისმეტყველო ფუნქციონირება	სამუშაო მოცულობა	დაახლოება (EHip)	დროის ნორმ.		შრომბატედადობა		რეალის მუდგენლობა
					მუშების (კაც/სმ)	მანქანების (მანქ/სმ)	მუშების (კაც/სმ)	მანქანების (მანქ/სმ)	
1	კიბლეთის გაწმენდა მტერიდან მტკნარბურბული მყოფით	100 მ ²	1,0	E 11 -7e 1 N61e	0,78	-	0,78	-	მუშათქმუები 2 მ - 1
2	კიბლეთის ზედპირების მოგრუნება	100 მ ²	1	E 8 -1-18 2 N61e	3,7	-	3,7	-	მუშათქმუები 3 მ - 2
3	თხორბოლითის ზედპირზე წმენდი ხნარის დატანა, ეოლეთის დაწმენდა	1 მ ²	100,0	E 8 -1-38	1,3	-	130	-	მომარკეობეული 4მ - 2 3მ - 1
4	დამბრუნეული ეოლეთის დამგრება დოქეებით	1 მ ²	100	E 8 -3-15 N62	0,56	-	56	-	მომარკეობეული 4მ - 1 3მ - 1
5	თხორბოლითი ეოლეთზე დუღბის 1- შრის დატანა	100 მ ²	1	E 8 -1-2 ცხ.13	25,6	3,3	25,6	3,3	მუშათქმუ 4მ-2 3მ-2 2მ-1 ტრუნბის მუგნქმუ 3მ-1
6	მინბბბბბბბბ დაბბბბბბ	1 მ ²	100,0	E 8 -1-1 ცხ.3 N61a	49	-	49	-	მუშათქმუები 3მ - 2 2მ 1
7	მინბბბბბბბბ დუღბბბბ II შრის დატანა	100 მ ²	1	E 8 -1-2 N61a	17,9	3,3	17,9	3,3	მუშათქმუ 4მ-2 3მ-2 2მ-1 ტრუნბის მუგნქმუ 3მ-1
8	მობბბბბბბბბბბბბბბბბბ	100 მ ²	1	E 8 -1-18 ცხ.3 N61a	3,7	-	3,7	-	მუშათქმუ3მ-2 3მ-1
9	ზედპირებზე დეკორბბბბბბბბბბბბბბბ	100 მ ²	1	E 8 -1-2 ცხ.4 N61a	123	-	123	-	მუშათქმუ 5მ-1 4მ-1 3მ-1

მეთხე თავში მოცემულია შენობა-ნაგებობათა თბოდაცვის რიცხვითი გაანგარიშებები საქართველოს სხვადასხვა კლიმატური რეგიონებისათვის.

რიცხვითი გაანგარიშებები შესრულებული გვაქვს ორი ტიპის შენობის პროექტისათვის: 2-სართულიანი სააგარაკე სახლის და მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსისათვის. გაანგარიშების მიზანია აღნიშნული შენობების შემომფარგლავი კონსტრუქციების თბოგადაცემის წინააღმდეგობების დადგენა, მათი შედარება ნორმატიულ წინააღმდეგობასთან და მათი დაუკმაყოფილებლობის შემთხვევაში-სათანადო საჭირო ღონისძიებების გატარება

2-სართულიანი შენობის თბოტექნიკური გაანგარიშება შესრულებული გვაქვს ევროპული სტანდარტების მოთხოვნების საფუძველზე არსებული მეთოდით, ხოლო მრავალსართულიანი შენობის - ჩვენს მიერ შემოთავაზებული კომპლექსური კომპიუტერული პროგრამით.

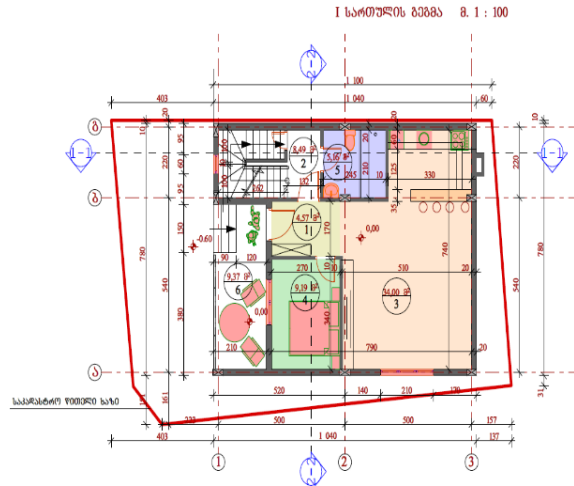
1. ორსართულიანი სარდაფიანი სააგარაკე სახლის არსებული პროექტის თბოტექნიკური გაანგარიშება.

საწყისი მონაცემები გაანგარიშებისათვის

- შენობის არქიტექტურული პროექტი მოცემულია 4.1...4.5 ნახაზებზე;
- შენობის სათავსოების ტენობრივი რეჟიმი - ნორმალური;
- შენობის ექსპლუატაციის პირობა - კლასი B;
- შენობის სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოყენებული მასალები:
- მზიდი შემომფარგლავი კედლები-კერამიკული აგური სისქით 0,38მ; კედლების მოპირკეთება: შიგნიდან-ქვიშაცემენტის, გარედან-რთული დულაბი;



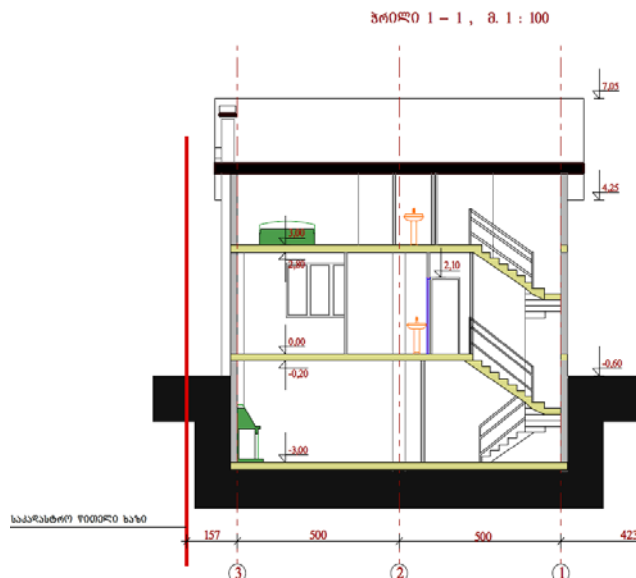
ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლი



ნახ. 4.1. II -სართულიანი სახლის რენდერი

ნახ. 4.3. I სართულის გეგმა

- სარდაფის კედლები - მონილითური რკინაბეტონი; სისქით 0,4 მ;
- სარდაფის იატაკი და სართულშუა გადახურვები: მონოლითური რკინაბეტონის ფილა;
- სახურავი -თუნუქი შეფიცვრაზე. მზიდი კონსტრუქცია- ხის ნივნივები; დათბუნება- ქვაბამბის ფილები; მოპირკეთება თაბაშირმუყაოს ფილები;
- ფანჯრები და კარები- მეტალოპლასტმასი.



ნახ. 4.5. კრილი 1-1

უშუალოდ გაანგარიშება ავტორეფერატში არ მოგვაქვს, ცხრილი 4.1 მოტანილია გაანგარიშების შედეგები.

ცხრილი 4.1. $R_0^{მოთხ}$ -ის და $R_{ფაქტ}$ -ის მიღებული მნიშვნელობები

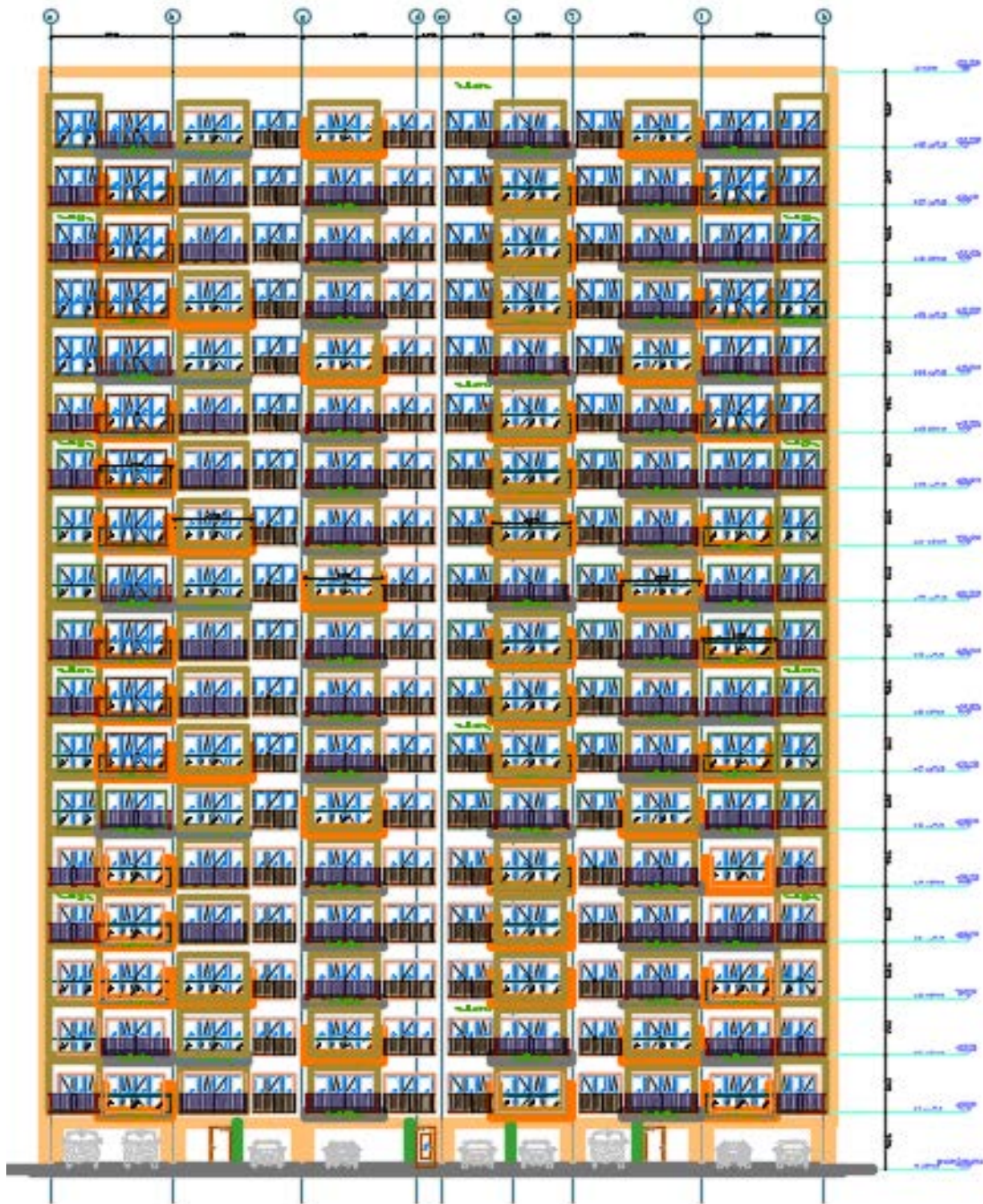
№	კონსტრუქციული ელემენტი	$R_0^{მოთხ}$ მ ² °C/ვტ;	$R_{ფაქტ}$ მ ² °C/ვტ;	$R_0^{მოთხ}$ და $R_{ფაქტ}$ ურთიერთ შედარდება
1	შემომფარგლავი კედელი	2,07	0,7	$R_{ფაქტ} < R_0^{მოთხ}$
3	სარდაფის გახურვა	2,77	0,51	$R_{ფაქტ} < R_0^{მოთხ}$
4	სახურავი	3,16	1,314	$R_{ფაქტ} < R_0^{მოთხ}$
5	ფანჯრები და აივნის კარები	0,3	0,3	$R_{ფაქტ} = R_0^{მოთხ}$

დასკვნა: როგორც ვხედავთ, შენობის ვერცერთი შემომფარგლავი კონსტრუქცია ვერ აკმაყოფილებს თბოგამტარობის საჭირო წინააღმდეგობას. ამიტომ საჭიროა სათანადო ღონისძიებების გატარება.

2. მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსის პროექტის თბოტექნიკური გაანგარიშება

საწყისი მონაცემები გაანგარიშებისათვის

- შენობის არქიტექტურული პროექტი მოცემულია 4.15...4.19 ნახაზებზე;
- შენობის სათავსოების ტენობრივი რეჟიმი - ნორმალური;
- შენობის ექსპუატაციის პირობა - კლასი B;
- შენობის სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოყენებული მასალები:
- ბეტონის ბლოკის კედლები, კედლების მოპირკეთება: გაჯით, გარედან 5 სმ-იანი ქვაბამბით და ბათქაშის ფენით;
- პირველი სართულის გადახურვები: მონოლითური რკინაბეტონის ფილა დათბუნებული ქვაბამბით, ასევე მოჭიმვით;
- სახურავი ბრტყელი გადახურვა, მონოლითური ფილა, ქვაბამბის დათბუნება, წვრილი ფრაქციის ქვიშა და მოჭიმვით;
- ფანჯრები და კარები - მეტალოპლასტმასი.



ნახ.4.18. მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსის მთავარი ფასადი

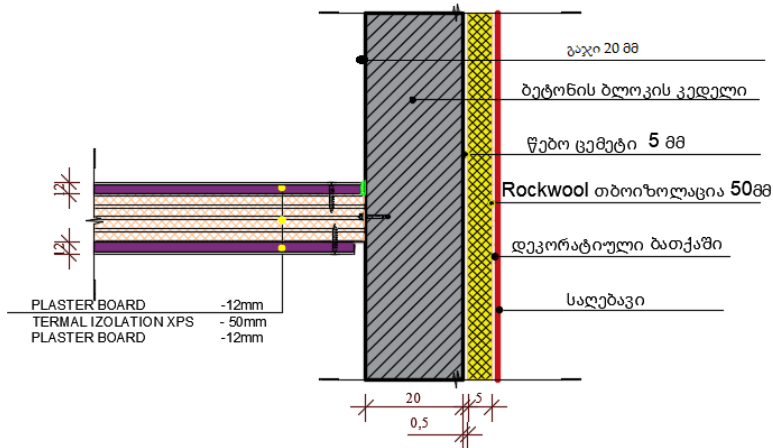
4.3.2. შემომფარგლავი კონსტრუქციების გაანგარიშება

შემომფარგლავი კედლების გაანგარიშება

ბათქაში გაჯი: $\gamma=1000 \text{ კგ/მ}^3$ $\lambda = 0,810 \text{ ვტ/ მ}^2 \cdot \text{C}$; $\delta=0,02 \text{ მ}$

ბეტონის ბლოკის კედელი: $\gamma=2000 \text{ კგ/მ}^3$ $\lambda = 2,04 \text{ ვტ/ მ}^2 \cdot \text{C}$; $\delta=0,2 \text{ მ}$

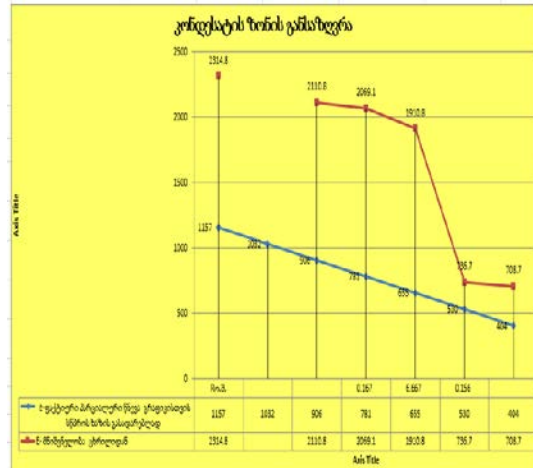
ქვაბაბმის ფილა: $\gamma=80-125 \text{ კგ/მ}^3$; $\lambda = 0,045 \text{ ვტ/ მ}^2 \cdot \text{C}$; $\delta=0,05 \text{ მ}$

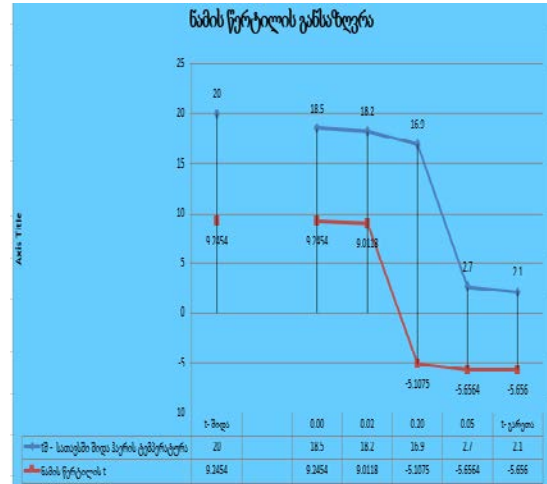
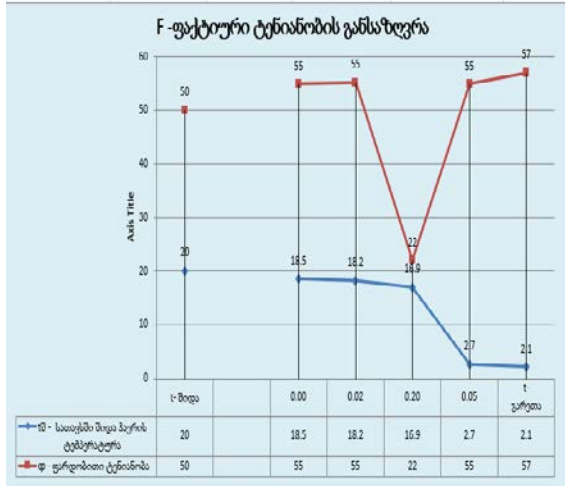


ნახ. 4.21. მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსის შემომფარგლავი კედელი

$$R_{\text{გაქტ}} = 1/8,7 + 0,02/0,810 + 0,2/2,04 + 0,05/0,045 + 1/23,3 = 1,39 \text{ მ}^2 \cdot \text{C/ვტ};$$

$$R_{\text{გაქტ}} = 1,39 < R_{\text{მოთ}} = 2,07 \text{ მ}^2 \cdot \text{C/ვტ};$$





ნახ. 4.22. გრაფიკები გაანგარიშებისათვის

ანალოგიურად გვაქვს გაანგარიშებული სხვა შემომფარგლავი კონსტრუქციებიც.

ცხრილი 4.2. $R_{0\text{მოთ}}$ -ის და $R_{\text{ფაქტ}}$ -ის მიღებული მნიშვნელობები

№	კონსტრუქციული ელემენტი	$R_{0\text{მოთ}}$ მ ² °C/ვტ;	$R_{\text{ფაქტ}}$ მ ² °C/ვტ;	$R_{0\text{მოთ}}$ და $R_{\text{ფაქტ}}$ ურთიერთ შედარდება
1	შემომფარგლავი კედელი	2,07	1,39	$R_{\text{ფაქტ}} < R_{0\text{მოთ}}$
3	სახურავის ბურული	3,16	3,01	$R_{\text{ფაქტ}} < R_{0\text{მოთ}}$
4	სართულშუა გადახურვა	3,16	1,43	$R_{\text{ფაქტ}} < R_{0\text{მოთ}}$
5	ფანჯრები და აივნის კარები	0,3	0,3	$R_{\text{ფაქტ}} = R_{0\text{მოთ}}$

დასკვნა: რადგან განხილული მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლის შემომფარგლავი კონსტრუქციების ფაქტორი თერმიული წინააღმდეგობები მნიშვნელოვნად ნაკლებია მოთხოვნილ თერმიულ წინააღმდეგობებზე, საჭიროა ზემოაღნიშნული კონსტრუქციების დამატებითი დათბუნება.

4.4. განხილული შენობების თბოდაცვის ამალგებისთვის გასატარებელი ღონისძიებები

4.4.1. ორსართულიანი სარდაფიანი სააგარაკე სახლისთვის

რადგან აღნიშნული ვერცერთი შემომფარგლავი კონსტრუქცია არ აკმაყოფილებდა პირობას $R_{\text{ფაქტ}} = R_{0\text{მოთ}}$ ამიტომ, ვტოვებთ რა უცვლელად

კონსტრუქციული შრეების მასალას და სისქეს, ვანგარიშობთ საჭირო თბოსაიზოლაციო შრის (ქვაბამბა ან ქაფპოლისტიროლი) ფილების სისქეს:

1. შემომფარგლავი კედლებისათვის

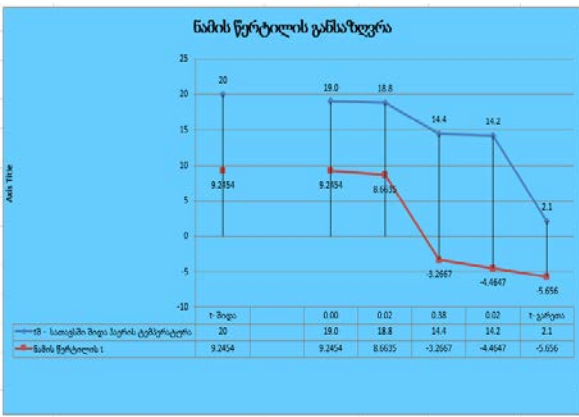
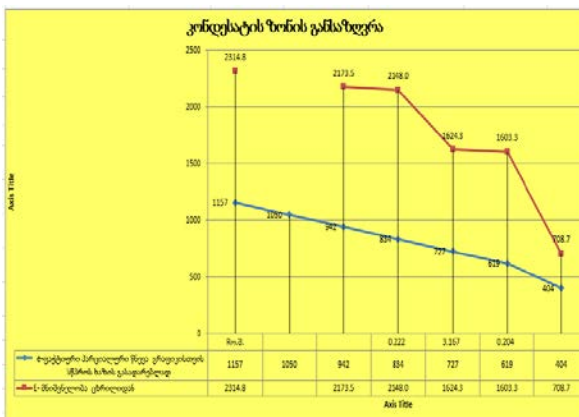
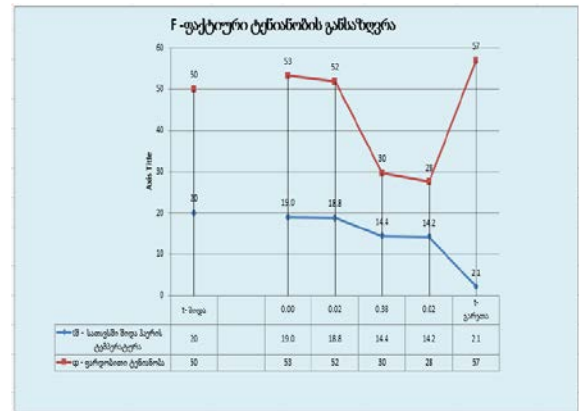
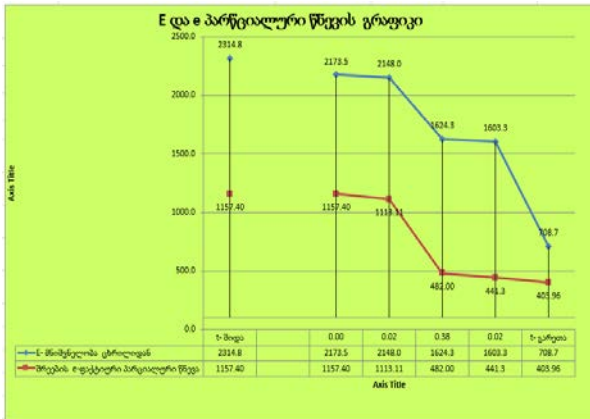
$$R_{გ}=0.7 \quad R^{მოთ}=2,07$$

$$თბოსაიზოლაციო ფილის საჭირო \quad R_{გ}=2,07-0,7=1,37$$

$$გამოსახულებიდან \quad R=\delta/\lambda \quad გვექნება: \quad \delta= R * \lambda$$

$$\delta = 1,37 * 0.045 = 0,062 = 6 \text{ სმ} - \text{არსებულ მასალას დაემატება თბოიზოლაცია.}$$

შემომფარგლავი კედლების მოთხოვნილი დათბუნების დროს თბოანგარიშების გრაფიკები მიიღებს შემდეგ სახეს.



ნახ. 4.27. შემომფარგლავი კედლების გაანგარიშება

ანალოგიურად გვაქვს გაანგარიშებული სხვა კონსტრუქციებიც.

4.4.2. მრავალსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსისთვის

1. შემომფარგლავი კედლებისათვის:

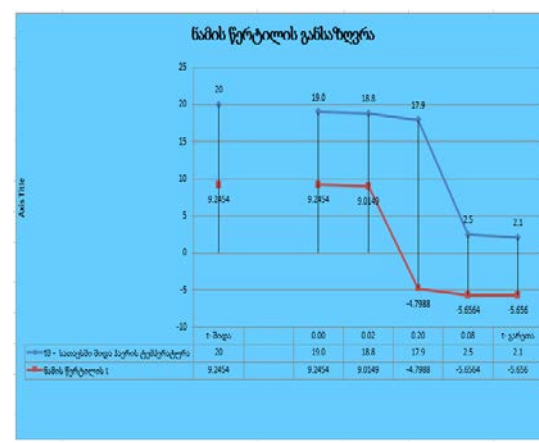
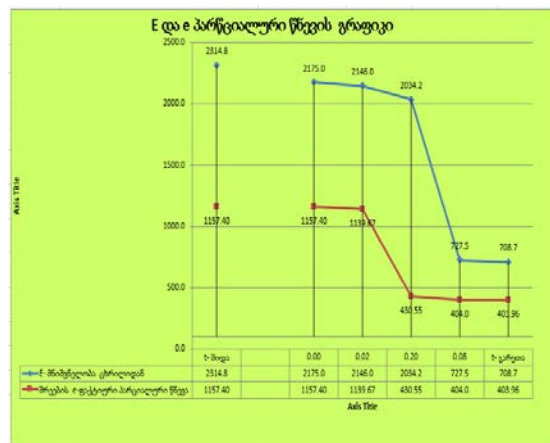
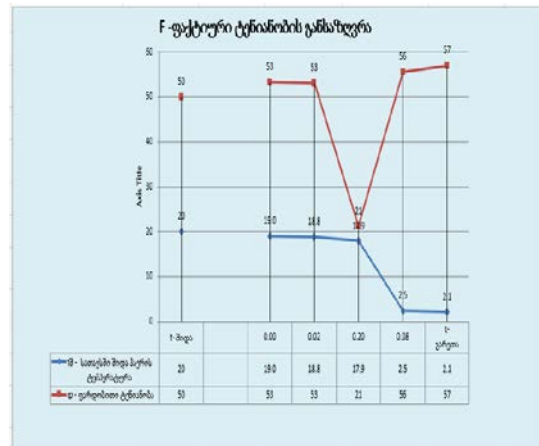
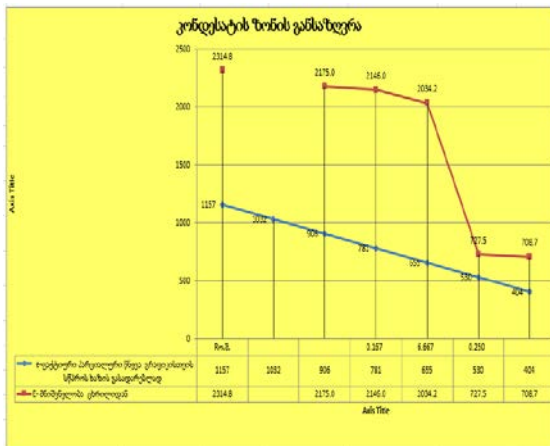
$$R_{ფ}=1,39 \quad R^{მოთ}=2,07$$

$$\text{თბოსაიზოლაციო ფილის საჭირო} \quad R_{ფ}=2,07-1,39=0,68$$

$$\text{გამოსახულებიდან} \quad R=\delta/\lambda \quad \text{გვეყენება:} \quad \delta= R * \lambda$$

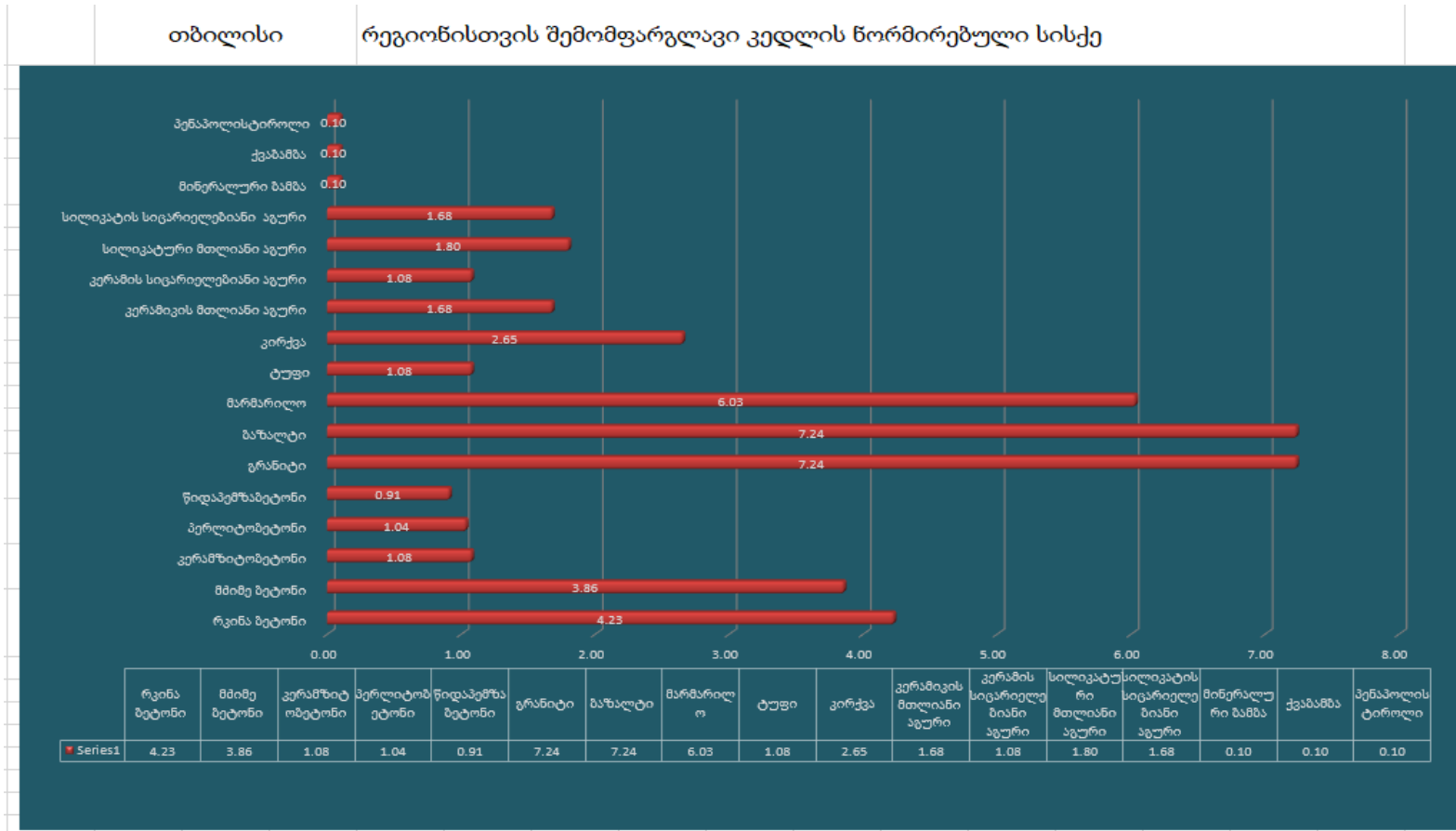
$$\delta = 0,68 * 0,045 = 0,03 = 3 \text{ სმ-არსებულ მასალას დაემატება თბოიზოლაცია.}$$

შემომფარგლავი კედლის მოთხოვნილი დათბუნების დროს თბოანგარიშების გრაფიკები მიიღებს შემდეგ სახეს:



ნახ. 4.30. შემომფარგლავი კედლების გაანგარიშების გრაფიკები. ანალოგიურად გვაქვს გაანგარიშებული სხვა კონსტრუქციებიც.

4.4.3. სხვადასხვა რეგიონისთვის სხვადასხვა მასალის საჭირო სისქეების ანოლოგიური გაანგარიშებები
ცხრილი 4.5. ქ. თბილისი



შესრულებული გვაქვს ანალოგიური გაანგარიშებები სხვა რეგიონებისთვისაც

4.4.4. განხილული შენობების შემომფარგლავი მრავალშრიანი კონსტრუქციების თბოსაიზოლაციო შრის სისქის განსაზღვრა საქართველოს რეგიონებისათვის

აღნიშნულ მონაცემებს ვიღებთ კომპიუტერული გაანგარიშებით ჩვენს მიერ შედგენილი კომპლექსური პროგრამის მიხედვით (ცხრილი 4.8)

ცხრილი 4.8. თბოსაიზოლაციო შრის სისქის დადგენა

შენობის დასახელება	შემომფარგლავი კონსტრუქცია	თბოსაიზოლაციო შრის სისქე კლიმატური რეგიონებისათვის									
		თბილისი		ბათუმი		თელავი		ყაზბეგი		ფოთი	
		მასალის სისქე, სმ	R _{შობ}	მასალის სისქე, სმ	R _{შობ}	მასალის სისქე, სმ	R _{შობ}	მასალის სისქე, სმ	R _{შობ}	მასალის სისქე, სმ	R _{შობ}
ორ-სართულიანი	კედელი	7	2.07	5	1.68	7	2.17	18	4.68	7	2.15
	სარდაფის გადახურვა	13	3.16	10	2.61	13	3.3	30	6.89	13	3.27
	სახურავი მანსარდი	12	2.77	10	2.27	12	2.89	27	6.12	12	2.87
	კარები და ფანჯრები		0.3		0.27		0.3		0.48		0.3
მრავალ-სართულიანი	კედელი	8	2.07	7	1.68	9	2.17	20	4.68	9	2.15
	სართულშუა გადახურვა	13	3.16	11	2.61	14	3.3	30	6.89	14	3.27
	სახურავის ბურული	9	2.77	7	2.27	9	2.89	20	6.12	9	2.87
	კარები და ფანჯრები		0.3		0.27		0.3		0.48		0.3

4.4.5. განხილული შენობებისათვის თბოდანაკარგების გაანგარიშება

ცნობილია, რომ შენობის თბოდანაკარგები იანგარიშება გამოსახულებით $Q_x = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n$. სადაც: Q_1, Q_2, Q_3 - არის თბოდანაკარგები თითოეული შემომფარგლავი შრის კონსტრუქციიდან, რომლებიც გამოითვლება გამოსახულებით

$$Q_i = K \cdot (t_a + t_b) \cdot F$$

სადაც: K არის თბოგაცემის კოეფიციენტი; t_a - სათავსის შიგა ტემპერატურა; t_b - გარე ჰაერის ყველაზე ცივი 5 დღიუ ტემპერატურა

ცხრილი 4.9. თბოდანაკარგების გაანგარიშება ერთ სეზონში საქართველოს სხვადასხვა რეგიონებისთვის

შენობის დასახელება	შემომფარგლავი კონსტრუქცია	Q-თბოდანაკარგი ერთ სეზონში კლიმატური რეგიონისთვის (კვტ)					
		თბილისი			ბათუმი		
		I ვარიანტი	II ვარიანტი	სხვაობა	I ვარიანტი	II ვარიანტი	სხვაობა
ორსართულიანი	კედელი	20445076.84	6359729.361	14085347.48	8110443.705	3141172.579	4969271.126
	სარდაფის გადახურვა	9502273.3	1557011	7945262.3	3769496.9	7746194	-3976697.1
	სახურავი მანსარდი	5515311.9	2474298.4	3041013.5	2187892.3	1165082.5	1022809.8
	ფანჯრები და კარები	4487063.461	4487063.461	0	1962900.266	1962900.266	0
Q ჯამი		39949725.5	14878102.22	25071623.28	16030733.17	14015349.35	2015383.826
მრავალ-სართულიანი	კედელი	416462473.7	281578201.8	134884271.9	165208254.0	125219143.1	39989110.98
	სართულშუა გადახ.	41786583.18	18595984.7	23190598.48	16576495.81	8565306.939	8011188.867
	სახურავის ბურული	19767091.02	17855752.28	1911338.741	7841490.651	8781490.409	-939999.758
	ფანჯრები და კარები	772811440.6	772811440.6	0	338072281.7	338072281.7	0
Q ჯამი		1250827588.5	1090841379.3	159986209.2	527698522.2	480638222.1	47060300.1

ანალოგიურად გვაქვს გაანგარიშებული თბოდანაკარგები სხვა რეგიონებისთვისაც

მეხუთე თავიში მოცემულია ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშებები

5.1. საწყისი მონაცემები გაანგარიშებისათვის

გაანგარიშებას ვაწარმოებთ მე-4 თავში მოცემული შენობების პროექტების თბოტექნიკური გაანგარიშების შედეგებიდან გამომდინარე. ვიხილავთ ორ ვარიანტს ორივე ტიპის შენობისათვის:

ვარიანტი I - პროექტებში მიღებული გამათბობელი შრის სისქით 5 სმ;

ვარიანტი II - გამათბობელი შრის სისქით, რომელიც მიღებულია პირობიდან $R_{\text{ფ}}=R^{\text{ნორ}}$, რასაც შეესაბამება $\delta=10$ სმ.

ტექნიკურ-ეკონომიკურ გაანგარიშებებს ვაწარმოებთ ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვების საფუძველზე. (ავტორეფერატში არ მოგვაქვს).

გვექნება 2 ხარჯთაღრიცხვა:

1. ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №1 მრავალსართულიანი საცხოვრებელი შენობის შემომფარგლავი კედლების თბოსაიზოლაციო შრის მოწყობაზე სისქით 5 სმ;
2. ლოკალურ-რესურსული ხარჯთაღრიცხვა №2 მრავალსართულიანი საცხოვრებელი შენობის შემომფარგლავი კედლების თბოსაიზოლაციო შრის მოწყობაზე სისქით 10 სმ;

გარდა ზემოაღნიშნულისა, გაანგარიშებული გვაქვს სეზონური დანახარჯები შენობათა გათბობაზე ორივე ვარიანტისთვის და გამოთვლილი გვაქვს II ვარიანტში გამათბობელი შრის მოწყობაზე დანახარჯების ამოგების ვადები I ვარიანტთან შედარებით.

5.3. დანახარჯების გაანგარიშება სეზონურ გათბობაზე

მრავალსართულიანი კორპუსის

I ვარიანტზე:

- ჯამური თბოდანაკარგი მცირედი დათბუნებით $Q_1=1250827.5$ კვტ.

II ვარიანტზე:

- ჯამური თბოდანაკარგი ნორმირებული დათბუნებით $Q_2=1090841,4$ კ.კვტ

- სხვაობა თბოდანაკერგებს შორის $Q_{\text{ს}} = 159986,2$ კ.ვტ
- 1მ^3 გაზის თბოტევადობა 10 კ.ვტ
- 1მ^3 გაზის ღირებულება $0,46$ ლარი

გაზით გათბობაზე ერთ სეზონში დახარჯული თანხა

$$\text{ღირებულება } C = (Q_{\text{ს}} * 0.64) * 10$$

$$C = (159986 * 0,46) / 10 = 7359 \text{ ლარი}$$

5.4. მრავალსართულიანი კორპუსისთვის დახარჯული თანხის ამოგების პერიოდი

მრავალსართულიანი სახლების

- შენობის დამატებით დათბუნებაზე დახარჯული თანხა 43767 ლარი

გაზის მოხმარების შემცირებით ხარჯების ამოგების სეზონების რაოდენობის დადგენა
 $43767 / 7359 = 5,9 = 6$ სეზონი

მეექვსე თავში მოცემლია შენობა- ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების თბოგამტარობის წინააღმდეგობის ამარლების შესაძლებლობის გამოკვლევა მათი არატრადიციული კონსტრუქციული გადაწყვეტისას.

ცნობილია, რომ თბოგამტარობის პროცესების ყველა თეორიული და ექპერიმენტული გამოკვლევის საფუძველს წარმოადგენს თბოგამტარობის ძირითადი კანონი - ფურიეს კანონი [38], რომელიც მათემატიკურად ასე გამოისახება:

$$\vec{q} = -\lambda \text{grad } t \quad (6.2)$$

სადაც $\text{grad } t$ არის ტემპერატურის გრადიენტი ($^{\circ}\text{C}/\text{მ}$) და წარმოადგენს ვექტორს, რომელიც მიმართულია იზოთერმული ზედაპირის მართობულად, ტემპერატურის ზრდის მიმართულებით:

$$\text{grad } t = \lim_{\Delta n \rightarrow 0} \Delta t / \Delta n = \partial t / \partial n = \nabla t \quad (6.3)$$

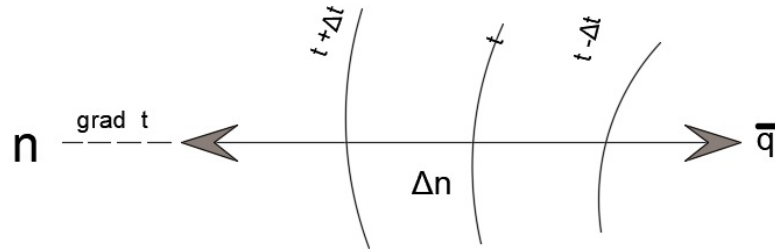
ცნობილია აგრეთვე, რომ სითბოს ნაკადი გადაადგილდება მაღალი ტემპერატურიდან დაბალი ტემპერატურისკენ.

სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც გადაიტანება რომელიმე იზოთერმული ზედაპირის გავლით დროის ერთეულში, არის სითბური ნაკადი Q , ხოლო მისი ფარდობა იზოთერმული ზედაპირის ფართობთან, არის სითბური ნაკადის

სიმკვრივე:

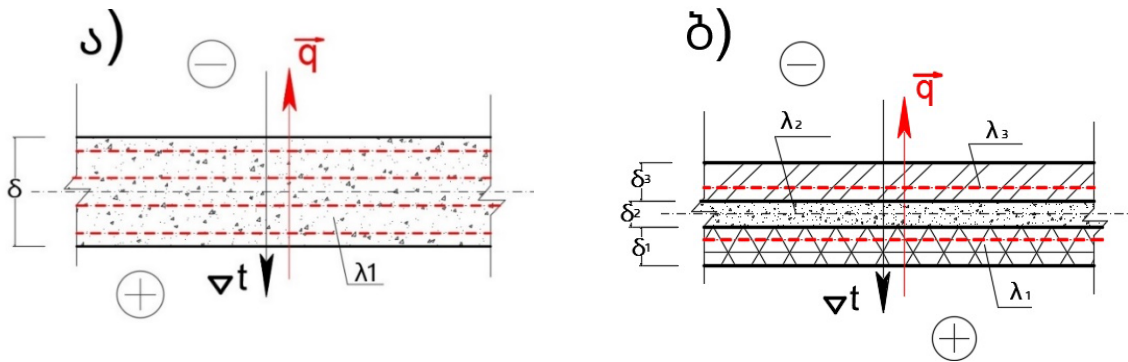
$$\vec{q} = \frac{q}{s} \quad (6.4)$$

\vec{q} არის ვექტორი, რომლის მიმართულება ემთხვევა მოცემულ წერტილში სითბოს გავრცელების მიმართულებას და მიმართულია ტემპერატურული გრადიენტის ვექტორის საწინააღმდეგოდ (ნახ. 6.2).

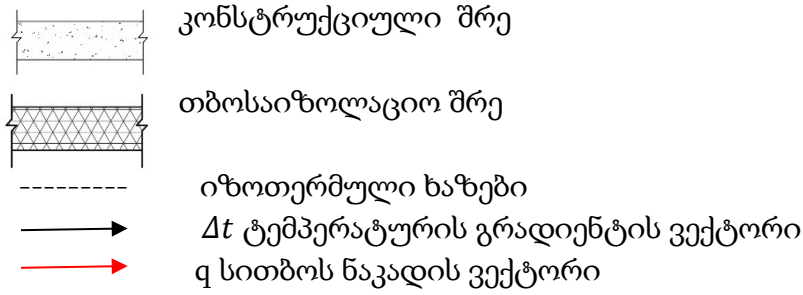


ნახ. 6.2. ფურიეს კანონი

ბრტყელი შემომფარგლავი კონსტრუქციის (ერთშრიანიც და მრავალშრიანიც) სითბური ნაკადის სიმკვრივის გაანგარიშებისას, იზოთერმული ზედაპირის ფართობი (S), ცხადია, კონსტრუქციის (შრის) ზედაპირის გეომეტრიული ფართობის ტოლია, ხოლო კონსტრუქციის (შრის) თერმიული წინააღმდეგობის გაანგარიშებისას - δ_i კონსტრუქციის (შრის) გეომეტრიული სისქის ტოლია (ნახ. 6.3) სადაც მოცემულია შემომფარგლავი კონსტრუქციის გეგმის ფრაგმენტები).



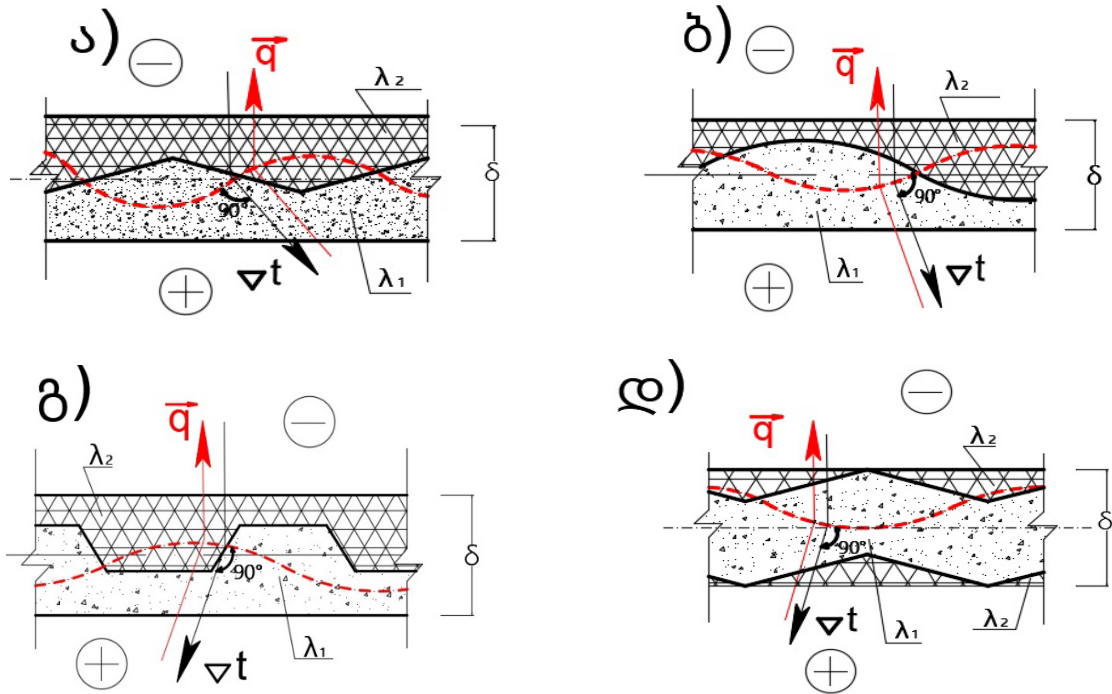
პირობითი აღნიშვნები:

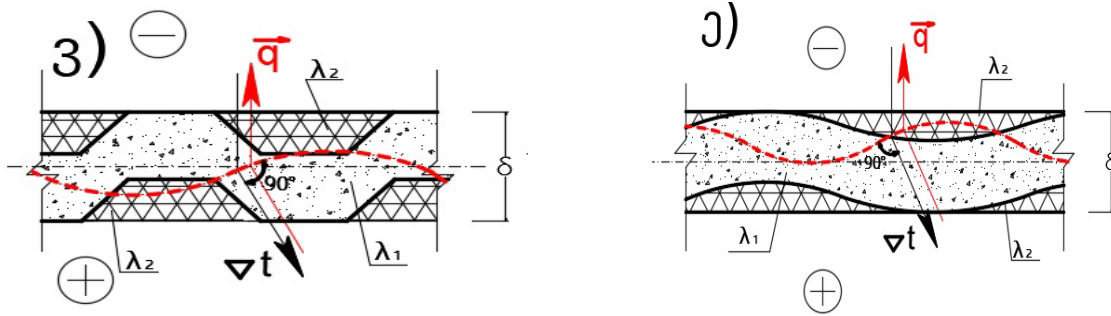


ნახ. 6.3 . ტემპერატურული გრადიენტის და სითბოს ნაკადის მიმართულებები შემომფარგლავ კონსტრუქციებში ბრტყელზედაპირიანი შრეებით:
 ა) ერთშრიანი, ბ) მრავალშრიანი

ზემოაღნიშნულიდან ცხადია, რომ შემომფარგლავი კონსტრუქციის (შრის) თერმიული წინააღმდეგობის ამალღების მიზნით მიზანშეწონილი იქნება ან იზოთერმული ზედაპირების ფართობების გაზრდა (q -ს შემცირების მიზნით), ან შემომფარგლავი კონსტრუქციის (შრის) სისქის გაზრდა.

ზემოაღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია შემოთავაზებული არაბრტყელზედაპირიან შრეებიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციების გამოყენებით (ნახ. 6.4.),



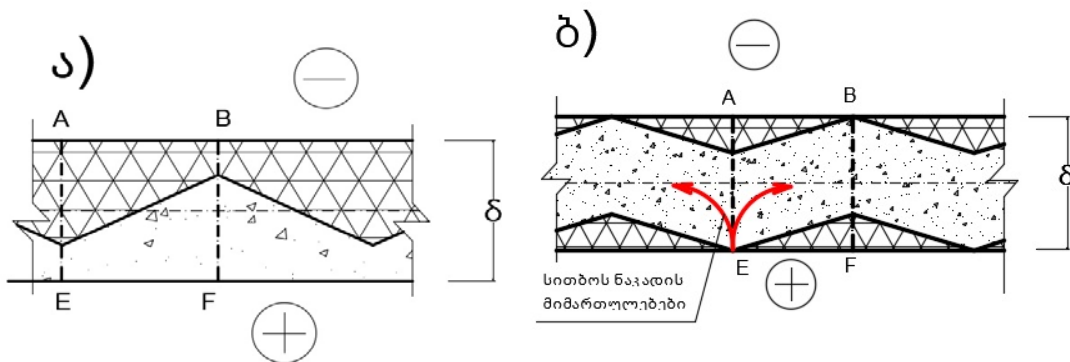


ნახ. 6.4. შემოთავაზებულ არაბრტყელზედაპირიან შრეებიან შემომფარგლავი კონსტრუქციის i - ურ კვეთში იზოთერმული ხაზის, ტემპერატურის გრადიენტის ვექტორის და სითბური ნაკადის ვექტორის მიმართულებები:

- ა) ორშრიანი ტეხილზედაპირიანი; ბ) იგივე, კლაკნილზედაპირიანი; გ) იგივე, გოფირებულზედაპირიანი; დ) სამშრიანი, ტეხილზედაპირიანი; ე) იგივე, კლაკნილზედაპირიანი; ვ) იგივე, გოფირებულზედაპირიანი

რადგან შემოთავაზებული მრავალშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციები გეგმაში (ჰორიზონტალურ ჭრილში) შედგებიან ერთნაირი (განმეორებადი) ფიგურებისაგან (ფრაგმენტებისაგან), საკმარისი იქნება მხოლოდ ერთი ფიგურის თერმიული წინააღმდეგობის გაანგარიშება.

2-შრიანი და 3-შრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციისათვის გაანგარიშებას ვაწარმოებთ კონსტრუქციის ნაწილისათვის ABEF მართკუთხედის ფარგლებში (ნახ. 6.5);



ნახ. 6.5. მრავალშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციების გეგმის ფრაგმენტები შემომფარგლავი კედლების თერმიული წინააღმდეგობის გაანგარიშებისთვის:

- ა) ორშრიანი; ბ) სამშრიანი

წარმოვადგენთ მათი კონსტრუქციული გადაწყვეტის მხოლოდ ერთ ტიპს: ტეხილზედაპირიანს. სხვაგვარი კონსტრუქციული გადაწყვეტის შემთხვევაში

(კლავნილი, გოფირებული და სხვ.) გაანგარიშება წარიმართება ანალოგიურად.
 აღნიშნული ფრაგმენტების თბოტექნიკური გაანგარიშება მდგომარეობს შემდეგში:

I. ორშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქცია (ნახ. 6.6)

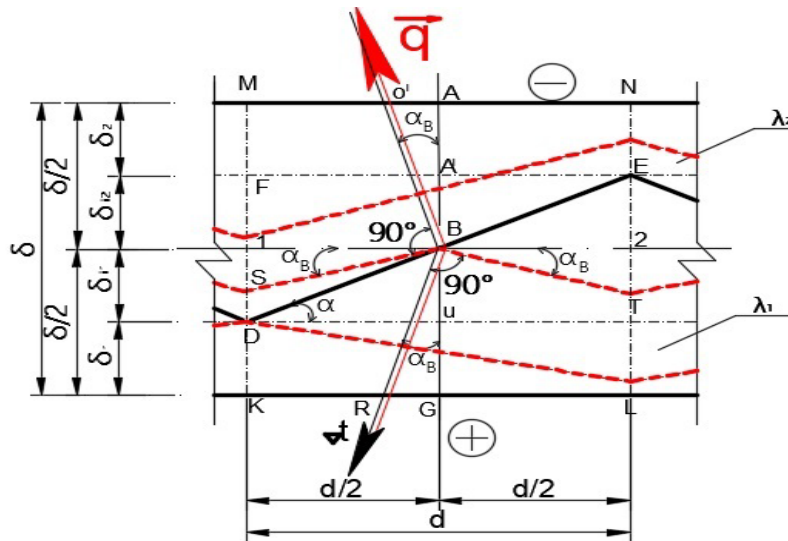
იზოთერმული ხაზები, პირობითად, მრუდის ნაცვლად, მოცემულია ტეხილი ხაზებით.

1. ვსაზღვრავთ კონსტრუქციის სისქის ტეხილხაზიანი ნაწილისათვის თერმიული წინააღმდეგობებს ტეხილი ხაზის თავში, ბოლოსა და შუაში, როგორც ბრტყელშრიანი კონსტრუქციის შემთხვევაში, ცნობილი ხერხით:

$$R_{FD} = \frac{l_{FD}}{\lambda_2} \tag{6.5}$$

$$R_{Ej} = \frac{l_{Ej}}{\lambda_1} \tag{6.6}$$

$$R_{\vartheta} = R_{A'U} = \frac{l_{BU}}{\lambda_1} + \frac{l_{A'B}}{\lambda_2} \tag{6.7}$$



ნახ. 6.6. ორშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქცია

2. ვსაზღვრავთ ფრაგმენტის შუაში (წერტილი B) გამავალი იზოთერმული ხაზის დახრის კუთხეს შემომფარგლავი კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული გამოსახულებით:

$$\alpha_B = \alpha \left(1 - \frac{R_{\text{მინ}}}{R_{\vartheta}} \right) \tag{6.8}$$

სადაც: α არის შემოფარგლავი კონსტრუქციის მზიდი შრის დახრის კუთხე გეგმაში კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ;

$R_{\partial\partial\partial}$ - მინიმალური მნიშვნელობა განაპირა კვეთების (FD და Ej) თერმიულ წინააღმდეგობათა შორის (თუ $\lambda_1 > \lambda_2$, მაშინ $R_{\partial\partial\partial} = R_{Ej}$).

რადგან შემოფარგლავი კონსტრუქციის გარე შემომსაზღვრელ სიბრტყეებში (გეგმაში - ხაზებში) იზოთერმული ხაზის დახრის კუთხე კონსტრუქციის ღერძის მიმართ ნულის ტოლია, ამიტომ საანგარიშოდ ვიღებთ $\alpha_B^{საან}$ გასაშუალებულ მნიშვნელობას:

$$\alpha_B^{საან} = \frac{\alpha_B}{2} \quad (6.9)$$

3. შემოფარგლავი 2-შრიანი კონსტრუქციის თერმიული წინააღმდეგობა შუა კვეთისთვის ტოლი იქნება:

$$R_{\sigma} = \frac{l_{RB}}{\lambda_1} + \frac{\delta_{BO'}}{\lambda_2} \quad (6.10)$$

როგორც ნახ. 6.6-დან ცხადია, $l_{RBO'} = \frac{l_{ABG}}{\cos \alpha_B^{საან}}$, რაც ნიშნავს იმას, რომ

$$R_{O'BR} \approx \frac{R_{ABG}}{\cos \alpha_B^{საან}} \quad \text{ანუ} \quad R_{\sigma} \approx \frac{R_{ტრ}}{\cos \alpha_B^{საან}} \quad (6.11)$$

სადაც: R_{σ} არის შემოთავაზებული ხერხით კონსტრუქციის თერმიული წინააღმდეგობა;

$R_{ტრ}$ - ტრადიციული ხერხით განსაზღვრული თერმიული წინააღმდეგობა.

როგორც 6.11 გამოსახულებიდან ირკვევა:

$$R_{\sigma} > R_{ტრ}$$

რაც შეეხება სითბოს ნაკადის ვექტორს, იგი მიმართული იქნება იზოთერმული ხაზების მართობულად (ნახ. 6.6-ზე ვექტორი R B O').

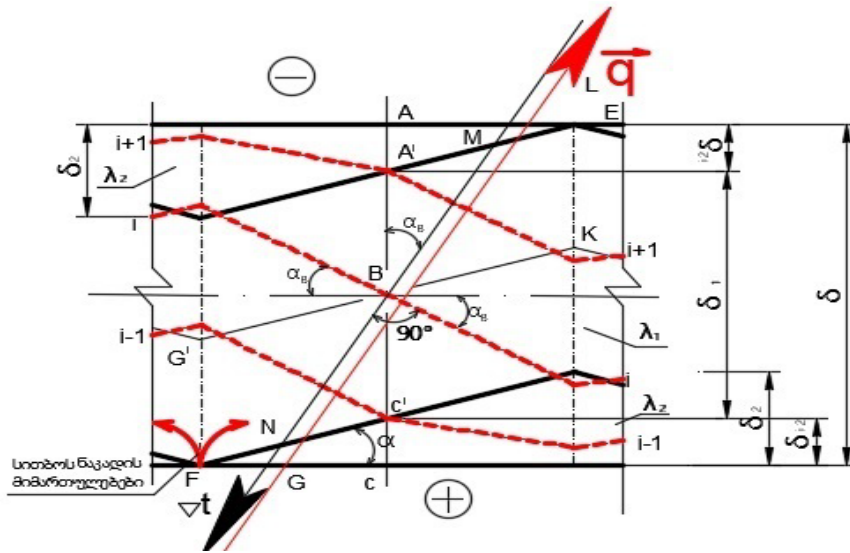
შენიშვნა: 2-შრიანი შემოფარგლავი კონსტრუქციის შუა კვეთში იზოთერმული ხაზის დახრის კუთხის (α_B) განსაზღვრის შემოთავაზებული (6.8) გამოსახულება დასტურდება გეომეტრიული ხერხით მისი განსაზღვრითაც (იხ. დანართი 3).

კონსტრუქციის თბოტექნიკური გაანგარიშების მაგალითი იხ. დანართი 4.

II. სამშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქცია

სქემა მისი თბოტექნიკური გაანგარიშებისათვის მოცემულია ნახ. 6.7-ზე.

თბოტექნიკური გაანგარიშება სრულდება იგივე ხერხით, როგორც 2-შრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციის შემთხვევაში, იმ განსხვავებით, რომ შემომფარგლავი კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ იზოთერმული ხაზის დახრის კუთხე გამოითვლება ჩვეუნიანი შემოთავაზებული გამოსახულებით:



ნახ. 6.7. სამშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქცია

$$\alpha_B = \alpha \left(1 + \frac{R_{გრძ}}{R_{გან}} \right) \quad (6.14)$$

სადაც: α - მზიდი შუა შრის დახრის კუთხე შემომფარგლავი მრავალშრიანი კონსტრუქციის გარე სიბრტყეების მიმართ;

$R_{გრძ}$ - მზიდი შრის თერმიული წინააღმდეგობა შემომფარგლავი კონსტრუქციის გრძივი მიმართულებით, გეგმაში ტეხილი ფორმის მზიდი შრის წვეროდან (წერტილი F) სითბური ნაკადის ორივე მიმართულების მხედველობაში მიღებით.

$R_{გან}$ - მზიდი შრის განივი თბოგამტარობის წინააღმდეგობა:

დაწვრილებით გაანგარიშება ავტორეფერეტში არ მოგვაქვს.

მრავალშრიანი რთულპროფილურზედაპირიანი შრეებით შედგენილი შემომფარგლავი კონსტრუქციების მიახლოებითი თერმიული წინააღმდეგობის

განსაზღვრის შემოთავაზებული მეთოდიკით გაანგარიშების შედეგად, ტრადიციული ხერხით (ბრტყელშრიანი გადაწყვეტისას) გაანგარიშებასთან შედარებით, კონსტრუქციის თერმიული წინააღმდეგობა იზრდება. როგორც გვიჩვენა რიცხვითმა გაანგარიშებებმა, შემომფარგლავი კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ რთულპროფილურზედაპირიანი მზიდი შრის დახრის კუთხის (α) ცვლილების და შრეების მასალების თბოგამტარობის კოეფიციენტების (λ) ურთიერთფარდობის მიხედვით, იზრდება: ორშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციის შემთხვევაში - 10-25 %-ით; სამშრიანი შემომფარგლავი კონსტრუქციის შემთხვევაში - 20-40 %-ით.

ძირითადი დასკვნები

1. წარმოდგენილია შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული გადაწყვეტების, ასევე მათი თბოტექნიკური გაანგარიშების, მსოფლიოს მოწინავე გამოცდილების მიმოხილვა.
2. შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების კომპიუტერული თბოტექნიკური გაანგარიშების არსებული პროგრამების გაანალიზების საფუძველზე შემოთავაზებულია თანამედროვე ნორმატიულ მოთხოვნებზე დაფუძნებული გაანგარიშების კომპლექსური პროგრამა, რომელიც მონაცემთა საკმაოდ მოცულობითი ბაზის საფუძველზე იძლევა საქართველოს სხვადასხვა კლიმატური რეგიონებისათვის შენობა-ნაგებობათა სრული თბოტექნიკური გაანგარიშების შესაძლებლობას.
3. რიცხვითი გაანგარიშებების საფუძველზე ერთმანეთთან შედარებულია სხვადასხვა ხარისხით დათბუნებული შენობები სახსრების ხარჯვის თვალსაზრისით და დასაბუთებულია, რომ შენობა-ნაგებობათა ხელოვნური გათბობის ღირებულების გათვალისწინებით, გაცილებით უფრო ეფექტურია მაღალი ხარისხით დათბუნებული შენობა-ნაგებობები.
4. შემოთავაზებულია შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი მრავალშრიანი კონსტრუქციების დათბუნების სხვადასხვა ხერხით მოწყობის ტექნოლოგიები.
5. შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კონსტრუქციების ვარიანტული ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული დაპროექტების სტადიისათვის შემოთავაზებულია მრავალშრიანი კონსტრუქციების არაბრტყელზედაპირიან შრებიანი კონსტრუქციული გადაწყვეტის შედარება ტრადიციულ, ბრტყელზედაპირიან შრებიან კონსტრუქციულ გადაწყვეტასთან თბოგამტარობის წინააღმდეგობის თვალსაზრისით და დასაბუთებულია, რომ მასალების ერთნაირი ხარჯის პირობებში, არაბრტყელზედაპირიანი ვარიანტის ეფექტურობა ტრადიციულთან მიმართებაში შეადგენს 20-30%-ს. დამუშავებულია შემოთავაზებული ვარიანტისათვის თბოგამტარობის წინააღმდეგობის მიახლოებითი მნიშვნელობის განსაზღვრის ხერხი, რომელზეც „საქპატენტისაგან“ მიღებულია საავტორო მოწმობა

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ შრომებში:

1. შ. ბაქნიძე ლ. სამხარაძე, **ი. მარლიშვილი** - შენობების შემომფარგლავი კონსტრუქციების თბოსაიზოლაციო სისტემების კონსტრუქციული გადაწყვეტები, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(49),2018 გვ. 4
2. შ. ბაქნიძე, ლ. სამხარაძე, **ი. მარლიშვილი** - შენობა-ნაგებობათა შემომფარგლავი კედლების თბოსაიზოლაციო სისტემების მოწყობის ტექნოლოგია, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(49),2018 გვ.6
3. მ.გპელიშვილი ა. კოპალიანი, **ი.მარლიშვილი** - შენობათა ენერგო ეფექტურობის გაზრდა შემომზღუდი კონსტრუქციების ოპტიმალური თბოტექნიკური მახასიათებლების შერჩევით,სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №1(44),2017 გვ. 7
4. მ.გპელიშვილი ა. კოპალიანი, **ი.მარლიშვილი** - ენერგო ეფექტური შენობები და მათი ძირითადი თბოტექნიკური მახასიათებლები,სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(45),2017 გვ. 4
5. **ი.მარლიშვილი** - ინდივიდუალური ორსართულიანი საცხოვრებელი სახლის პროექტის შემოწმება თბოტექნიკური თვალსაზრისით,სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(50),2019 გვ. 4
6. Shakhi Bakanidze, Adam Ujma, Inga Iremashvili,Lela Samkharadz, **i. margishvili**, Method for defining an approximate value of thermal resistance of multi-layer confining structures of buildings and constructions, Construction of Optimized Energy Potential” (CoOEP), Czestochowa University of Technology, ISSN: 2299-8535, e-ISSN 2544-963X, in 2019 pg. 10

ABSTRACT

The energy efficient construction is currently the topical issue that implies minimizing the energy resources spent on the heating of the building and construction of so called "Passive" houses, when only alternative energy resources are used in order to heat up the buildings.

Dissertation work is dedicated to the above mentioned and the very important topic.

In the work is reviewed the world's leading experience as a multi-constructive solution of multi-layer constructions, as well as their implementation technologies and methods of thermal calculation.

On the base of the current computer based thermal calculation programs, in the work is proposed a modern international regulations based comprehensive thermal calculation program, which will able to make above mentioned calculations for various climate regions.

The critical analysis of the constructed, under construction and future projects in Georgia, has been conducted and it is well-founded that money spent on thermal insulation will be paid back in very short period.

The above mentioned opinion is supported by the computational calculation of the the buildings.

In the works is reviewed and the advanced technologies for the construction of the buildings are also proposed.

For the stage of variant design of the buildings, in the work is also proposed comparison of flat and difficult surfaced structures and it is substantiated that the latter are more effective by about 20-30%.

It is proposed the method of calculation of thermal resistance for difficult surfaced structures, which is copyrighted by "Sakpatent".