

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-111-118>

ტრანსმისიური თბოდანაკარგები შენობათა არაერთგვაროვანი შემომზღულდი კონსტრუქციებიდან

მამული გრძელიშვილი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო E-mail: mamuligrdzelishvili@gtu.ge
ალექსი კოპალიანი	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი. საქართველო E-mail: kopianialeksi01@gtu.ge
რამაზ მუსერიძე	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ასისტენტ პროფესორი. საქართველო E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

რეცენზენტები:

შ. მესტირიშვილი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: mestvirishvilishota01@gtu.ge

ვ. ბოკერია, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

ანოტაცია. შენობათა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემების დაპროექტებისას საკვანძო საკითხია შენობის თბური დატვირთვების განსაზღვრა, რომლის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილი ტრანსმისიური თბოდანაკარგებია, ანუ სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც სათავსიდან გაედინება გარემოში გარე შემომზღულდი კონსტრუქციების თბოგადაცემით. შემომზღულდი კონსტრუქციები შენობის გარსის კონსტრუქციული თავისებურებების გამო ქმნის სხვადასხვა სახის არაერთგვაროვან ელე-

მენტებს, რომლებიც ძირითადად წრფივი ხასიათისაა (გარე კედლების შიგა და გარე კუთხეები, გარე კედლების მიერთება შიგა კედლებთან, სახურავთან, სარდაფისა და სართულშუა გადახურვებთან და სხვ.). შემომზღულდი კონსტრუქციებში მოწყობილი სხვადასხვა სახის არაერთგვაროვანი თბოგამტარი ჩანართები, რომლებიც თბური ხიდების სახელითაა ცნობილი, იწვევს ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გაზრდას. მათი მნიშვნელობა შემომზღულდი კონსტრუქციების ბრტყელი ზედაპირებიდან თბოდანაკარგების თანაზომადია. ენერგოდამზოგი

სახლებისათვის ეს სიდიდე 40-100%-ის ფარგლებშია. იმის გამო, რომ თანამედროვე შენობებს ენერგოდაზოგვისა და ენერგოეფექტურობის გაზრდის მიზნით მკაცრი მოთხოვნები წაყენება, ბუნებრივია, ისმის მოხმარებული ენერჯის სწორი შეფასებისა და გამოთვლის საკითხი. სამშენებლო სექტორი თბური ენერჯის ყველაზე დიდი მომხმარებელია, ამიტომ შენობების თბოდანაკარგების შემცირება მნიშველოვანია შენობის თბოდაცვითი გარსის მოწყობის დროს. ამ მიზნით დამუშავებულია ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლის მეთოდიკა არაერთგვაროვანი შემომზადებული კონსტრუქციების მქონე შენობებისათვის თანამედროვე სამშენებლო ნორმებთან შესაბამისობაში, რომელიც გამოიყენება შენობების თბური დაცვისა და ენერგოეფექტურობის დაპროექტების დროს.

საკვანძო სიტყვები: თბური დატვირთვები; თბური დაცვა; თერმიული წინააღმდეგობა; თბოგადაცემა; თბოგამტარი ჩანართები; თბური ხიდები; ტრანსმისიური თბოდანაკარგები.

შესავალი

შენობათა თბური დატვირთვის განსაზღვრისას ერთ-ერთი მნიშველოვანი სიდიდეა შენობის ტრანსმისიური თბოდანაკარგები, იმ სითბოს რაოდენობა, რომელსაც შენობა შემომზადებული კონსტრუქციების მეშვეობით კარგავს გარემოში, როდესაც ტემპერატურა შენობის შიგნით (t_{in}) მეტია ტემპერატურაზე (t_{out}) შენობის გარეთ

$$t_{in} > t_{out} \quad (1)$$

ტრანსმისიური სითბოს რაოდენობის გამოსათვლელად გათბობისა და ვენტილაციის ტექნიკაში XX საუკუნის განმავლობაში და დღესაც ფართოდ გამოიყენება ფორმულა

$$Q = kF(t_{in} - t_{out})n \quad \text{ვტ}, \quad (2)$$

სადაც t_{in} და t_{out} არის სათავსის და გარე ჰაერის ტემპერატურები.

F – შემომზადებული კონსტრუქციის ფართობი, საიდანაც ხდება სითბოს

კარგვა, მ²;

K – შემომზადებული კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტი ვტ/მ²,⁰C

ამ ფორმულით გამოთვლილ თბოდანაკარგებს ეწოდება ნორმალური. გარკვეული მოსაზრებებით ნორმალურ თბოდანაკარგებზე კეთდება კიდევ სხვადასხვა სახის დანამატები (ქარზე, ორიენტაციაზე, კუთხის სათავსებზე და სხვ.)

XX საუკუნის 20-იან წლებში შემოთავაზებული ფორმულა (2) არაერთი წლის განმავლობაში შეტანილი იყო გათბობისა და ვენტილაციის საპროექტო ნორმატიულ დოკუმენტაციაში (СНиП), რაც ავადებულეზდა დამპროექტებელს ტრანსმისიური თბოდანაკარგები გამოეთვალა ამ მარტივი, რეალურ პირობებს მოკლებული გამოსახულებით.

(2) ფორმულა ასახავს სითბოს გადაცემის პროცესს ერთგვაროვან კედელში, რაც დამახასიათებელი იყო XX საუკუნის პირველი ნახევრის შენობებისთვის. სინამდვილეში შენობათა შემომზადებული კონსტრუქციები მოიცავს არაერთ თბოგამტარ ჩანართს და თბოტექნიკური თვალსაზრისით ისეთ არაერთგვაროვან ელემენტებს როგორცაა შენობის შიგა და გარე კუთხეები, კედლების შეერთება

სართულშია თუ სარდაფის გადახურვასთან, შენობის სახურავთან, პანელებს შორის პირაპირები, დიობების დახრილობები და სხვ. ყველა ეს ელემენტი სამშენებლო ფიზიკაში ცნობილია თბური ხიდების სახელით. ამ თბური ხიდების გავლით შენობიდან ხდება სითბოს ინტენსიური გადინება გარემოში, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის თბოდანაკარგებს. თბური ხიდებიდან სითბოს გადინება უნდა განვიხილოთ ორი და ხშირად სამგანზომილებიანი ტემპერატურული ველის შესწავლისა და ანალიზის საფუძველზე, რაც ზემოთ მოყვანილი (2) ფორმულით შეუძლებელია. ამიტომ სამშენებლო ნორმებიდან (СНиП) ტრანსმისიური თბოდანაკარგების დათვლის ასეთი მიდგომა ამოღებულია.

ძირითადი ნაწილი

თუ (2) ფორმულაში შემომზღუდი კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტის ნაცვლად ჩავსვამთ შემომზღუდი კონსტრუქციის i-ური ფრაგმენტის თბოგადაცემის კოეფიციენტს

$$K_{i,i} = 1/R_{0,i} \quad (3)$$

სადაც $R_{0,i}$ შენობის გარსის განსახილველი სათავსის i-ური ფრაგმენტის დაყვანილი თერმული წინააღმდეგობაა და [Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. (2024)] თანახმად იგი ტოლია

$$R_{0,i} = (1/(1/R_{0,i}^{30}) + \sum L_j \Psi_j + \sum n_k X_k) = 1/(\sum \alpha_i U_i + \sum L_j \Psi_j + \sum n_k X_k), \quad (4)$$

მივიღებთ ნებისმიერი n-ური სათავსის ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოსათვლელ გამოსახულებას:

$$Q_{ტრანს} = (t_a - t_b) [\sum_i (n_{t,i} \cdot A_i \cdot U_i) + \sum_j (n_{t,j} \cdot L_j \cdot \Psi_j) + \sum_k (n_{t,k} \cdot N_k \cdot X_k)], \quad (5)$$

სადაც:

t_a არის სათავსის ჰაერის ტემპერატურა, °C;

t_b – გარე ჰაერის ტემპერატურა, °C;

A_i –i-ური შემომზღუდი კონსტრუქციის ფართობი, მ²;

$n_{t,i}$ –შესწორების კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გარე ჰაერის მიმართ შემომზღუდი კონსტრუქციის განლაგებას;

U_i –შემომზღუდი კონსტრუქციის ფრაგმენტის ერთგვაროვანი ნაწილის თბოგადაცემის კოეფიციენტი, ვტ/მ²,°C;

L_j –სათავსის წრფივი თბოგამტარი ჩანართის სიგრძე, მ;

N_k –სათავსის k-ური წერტილოვანი თბოგამტარი ჩანართის რაოდენობა, ცალი;

Ψ_j –j-ური არაერთგვაროვანი ელემენტის სითბოს ხვედრითი დანაკარგები ვტ/მ,°C;

X_k –k-ური არაერთგვაროვანი წერტილოვანი ელემენტის სითბოს ხვედრითი დანაკარგები, ვტ/მ,°C;

(5) ფორმულა შენობის გარსის ნებისმიერი ფრაგმენტიდან ტრანსმისიური თბოდანაკარგების სიდიდეა და შედგება სამი ძირითადი მდგენელისაგან:

ფრაგმენტის ბრტყელი ზედაპირიდან დაკარგული სითბო და თბოგამტარი ჩანართებიდან (წრფივი და წერტილოვანი) დაკარგული სითბოს რაოდენობები.

თუ თბოგამტარი ჩანართებიდან (თბური ხიდიდან) გადინებულ სითბოს რაოდენობას აღვნიშნავთ $\Delta U_{თბ.ხ}$ მაშინ (5) ფორმულა შეგვიძლია ასე გადავწეროთ

$$Q_{ტრანს} = \sum n_{t,i} A_i U_i + \Delta U_{თბ.ხ} \cdot A \quad (6)$$

ე.ი. ტრანსმისიით დაკარგული სითბოს რაოდენობა ტოლია შენობის გარსის ფრაგმენტიდან ან

სათავსის შემომზადებული კონსტრუქციიდან დაკარგული სითბოს რაოდენობისა, თბურ ხიდებზე დანამატების გათვალისწინებით.

(6) ფორმულაში A სიდიდე არის შენობის ფრაგმენტში შემავალი შემომზადებული კონსტრუქციის (გარე კედელი, ფანჯარა, იატაკი, და ა.შ) ის ფართობი, საიდანაც იკარგება სითბო.

(6) ფორმულა, თბოდანაკარგების გამოსათვლელი კარგად ცნობილი (1) ფორმულის ანალოგიურია. განსხვავება ისაა, რომ თუ (1) ფორმულის შემთხვევაში ნორმალურ თბოდანაკარგებზე დანამატებს ვითვალისწინებდით ქვეყნის მხარეების მიმართ ორიენტაციაზე, ქარზე, კუთხის სათავსებზე და ა.შ. (6) ფორმულის მიხედვით ნებისმიერი შემომზადებული კონსტრუქციიდან ნორმალურ (ძირითად) თბოდანაკარგებზე დანამატებს ვიღებთ ამ შემომზადებულ კონსტრუქციაში არსებული თბური ხიდების მიხედვით. ეს დანამატები ძირითადი თბოდანაკარგების თანაზომადია და შესაძლებელია იგი ძირითად თბოდანაკარგებზე მეტიც იყოს.

თბურ ხიდებზე დანამატების გათვალისწინების რამდენიმე გზა არსებობს:

- როდესაც თბური ხიდების შესახებ მონაცემები არ გაგვაჩნია უპირობოდ უნდა ავიღოთ $\Delta U_{თ.ხ.} = 0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$;
- თუ გარე კედლის 50% დაფარულია შიგა თბოიზოლაციით და ინტეგრირებული ბრტყელი გადახურვით $\Delta U_{თ.ხ.} = 0,15 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$;
- თუ შენობა ენერგოეფექტურობის სტანდარტით [German Institute for Standardization. (n.d.)] გათვალისწინებულ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს $\Delta U_{თ.ხ.} = 0,035 \div 0,025 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$;

- დანამატები თბურ ხიდებზე ინდივიდუალური ანგარიშით განისაზღვრება.

ინდივიდუალური ანგარიშის დროს გამოვლენილი უნდა იყოს შენობის გარეში განლაგებული ყველა ტიპის თბური ხიდი და შემდგომ ანალიზური გზით შესასწავლია განსახილველი კონსტრუქციის ტემპერატურული ველი ან უკვე ცნობილი ტიპური თბური ხიდის კონსტრუქციის მიხედვით უნდა განისაზღვროს წრფივი თბოგადაცემის კოეფიციენტი (ψ) და (4) ფორმულით დადგინდეს შენობის ფრაგმენტის დაყვანილი თერმული წინააღმდეგობა (შესაბამისად, თბოგადაცემის კოეფიციენტი).

ასეთ გათვლებს უნდა აკეთებდეს სამშენებლო ფიზიკის გამოცდილი ინჟინერ-კონსტრუქტორი.

შენობათა მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემების დაპროექტებისას, თბური დატვირთვის განსაზღვრის მიზნით მიღებულია, რომ თბურ ხიდზე დანამატი ავიღოთ $0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$, რაც იმას ნიშნავს, რომ განსახილველი შემომზადებული კონსტრუქციის თბოგადაცემის კოეფიციენტს დაემატოს 0,1 ანუ

$$U_{საანგ} = U_{შემომზ.კ} + 0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C} \quad (7)$$

დანამატი $0,1 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საერთო თბოდანაკარგების სიდიდეზე. თუ ძველ მასიური კედლების მქონე შენობებში, რომელთა თბური ინერციის მახასიათებელი $D > 7,5$ თბური ხიდების გავლენა უმნიშვნელოა (ძირითადი თბოდანაკარგების დაახლოებით 10%), თანამედროვე ენერგოდამზოგ შენობებში მისი სიდიდე 40–60%-მდეა, ხოლო პასიური და თითქმის ნულოვანი ენერჯის სახლებისათვის ეს სიდიდე 100%-ს აღწევს.

მაგალითად, 40სმ სისქის აგურის კედლისთვის ორმხრივი შელესვით, რომლის თბოგადაცემის კოეფიციენტი $U=1,5 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$ დანამატი თბურ ხიდზე იქნება დაახლოებით 7%, იგივე აგურის კედლისთვის 10სმ სისქის თბოსაიზოლაციო შრით, რომლის თბოგადაცემის სიდიდე $U=0,34 \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$ დანამატი თბურ ხიდზე იქნება დაახლოებით 30%. თუ შემომზღუდი კონსტრუქციის თბოგადაცემა იქნება $U=(0,1-0,15) \text{ ვტ/მ}^2, ^\circ\text{C}$, რაც „თითქმის ნულოვანი

ენერჯის“ სახლების დამახასიათებელია, დანამატები თბურ ხიდებზე (100–67%)–ის ფარგლებში იქნება. ამიტომ მნიშვნელოვანია მათი გათვალისწინება ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლის დროს, ხოლო გათბობის ნულოვანი ენერჯის შენობებისათვის საჭიროა შენობის თბური დაცვის გარეშე თბოგამტარი ჩანართების ანუ თბური ხიდების სრული აღმოფხვრა.

ცხრილი 1

თბოდანაკარგების საანგარიშო ცხრილი

სათავსის დასახელება	ორიენტაცია	შემომზღუდი კონსტრუქცია	სიგანე a, მ	სიგრძე/სიმაღლე b/H, მ	საერთო ფართობი, მ ²	გამსაკლები ფართობი, მ ²	საანგარიშო ფართობი F, მ ²	შიგა ჰაერის ტემპერატურა t _ა , °C	ტემპერატორული სხვაობა t _{შ-ტგ} , °C	თბოგადაცემის კოეფიციენტი U, ვტ/მ ² °C	თბური ხიდების დანამატები ვტ/მ ² °C	საანგარიშო თბოგადაცემის კოეფიციენტი U _ა , ვტ/მ ² °C	ტრანსმისიური თბოდანაკარგები Q=UF(t _{შ-ტგ}), ვტ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
საცხ. ოთახი	ჩ	გ.კ.	6	3	18.00	4.4	13.60	20	28	0.38	0.1	0.48	183
	ჩ	ფანჯარა	2.2	2	4.40		4.40	20	28	1.8	0.1	1.9	234
	ა	გ.კ.	4	3	12.00	4.4	7.60	20	28	0.38	0.1	0.48	102
	ა	ფანჯარა	2.2	2	4.40		4.40	20	28	1.8	0.1	1.9	234
		იატაკი	6	4	24.00		24.00	20	28	0.45		0.45	302
		ჭერი	6	4	24.00		24.00	20	28	0.3		0.3	201.6
												ΣQ=1257 ვტ	

ასეთი მიდგომით ტრანსმისიური თბოდანაკარგები უნდა გამოითვალოს შენობის ყველა სათავსისათვის, რაც მოსახერხებელია, გამოვსახოთ თბოდანაკარგების საანგარიშო ცნობილი ცხრილის

სახით (ცხრ.1). ამ ცხრილის მიხედვით უნდა მოხდეს შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებლის შეფასება, რომელიც წარმოადგენს იმ სით-

ბოს რაოდენობას, რომელსაც შენობის 1კუბ.მ მოცულობა შემომზღულდი კონსტრუქციებიდან კარგავს გარემოში 1სთ-ის განმავლობაში, როდესაც ტემპერატურული სხვაობა შიგა და გარე ჰაერს შორის 1°C-ის ტოლია. ეს სიდიდე შენობის თბური დაცვის სამი ძირითადი მოთხოვნიდან (საჭირო თერმული წინააღმდეგობა, ხვედრითი თბური დაცვა და ნორმირებული ტემპერატურული სხვაობა $\Delta t^{(ნორმ)}$) ერთ-ერთია. იგი არის შენობის თბური დაცვის კომპლექსური მოთხოვნა, რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებელი უნდა იყოს არაუმეტეს ნორმირებული სიდიდისა (German Institute for Standardization).

ნააღმდეგობა, ხვედრითი თბური დაცვა და ნორმირებული ტემპერატურული სხვაობა $\Delta t^{(ნორმ)}$ ერთ-ერთია. იგი არის შენობის თბური დაცვის კომპლექსური მოთხოვნა, რაც იმას ნიშნავს, რომ შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებელი უნდა იყოს არაუმეტეს ნორმირებული სიდიდისა (German Institute for Standardization).

ცხრილი 2

შენობის თბური დაცვის ხვედრითი მახასიათებლის ნორმირებული მნიშვნელობები

შენობის გასათბობი მოცულობა $V_{გათ}$, მ3	$K_{ბგ}^{საჭ}$ ვტ/(მ3 · °C) მნიშვნელობები, გრად.დღეების (°C · დღ)/წელ, მიხედვით				
	1000	3000	5000	8000	12000
150	1,206	0,892	0,708	0,541	0,411
300	0,957	0,708	0,562	0,429	0,326
600	0,759	0,562	0,446	0,341	0,259
1200	0,606	0,449	0,356	0,272	0,207
2500	0,486	0,360	0,286	0,218	0,166
6000	0,391	0,289	0,229	0,175	0,133
15 000	0,327	0,242	0,192	0,146	0,111
50 000	0,277	0,205	0,162	0,124	0,094
200 000	0,246	0,182	0,145	0,111	0,084

შენიშვნა

1. შენობათა მოცულობის და გრად.დღ შუალედური მნიშვნელობებისთვის, აგრეთვე შენობებისთვის, რომელთა მოცულობაც 200 000 მ3 მეტია $K_{ბგ}^{საჭ}$ გამოითვლება ფორმულებით:

$$K_{ბგ}^{საჭ} = \begin{cases} \frac{4.74}{0.00013 \cdot \text{გრად.დღ} + 0.61} \cdot \frac{1}{\sqrt[3]{V_{გათ}}} V_{გათ} \leq 960 \\ \frac{0.16 + \frac{10}{\sqrt{V_{გათ}}}}{0.00013 \cdot \text{გრად.დღ} + 0.61} V_{გათ} > 960 \end{cases} \quad (1)$$

$$K_{ბგ}^{საჭ} = \frac{8.5}{\sqrt{\text{გრად.დღ}}} \quad (2)$$

2. თუ (1) ფორმულით გამოთვლილი სიდიდე (2) ფორმულით გამოთვლილ სიდიდეზე ნაკლები გამოვა, მაშინ საანგარიშოდ ვტოვებთ (2) ფორმულით გამოთვლილ სიდიდეს

მე-2 ცხრილში ნაჩვენებია შენობის ხვედრითი თბური დაცვის მახასიათებლების ნორმირებული მნიშვნელობები გასათბობი შენობის მოცულობისა და გრად-დღეების მიხედვით. ამ ცხრილის მონაცემებით შესაძლებელია აგრეთვე შენობის ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლა ისე, რომ არ ჩავატაროთ ზემოთ განხილული დაწვრილებითი ანგარიშები.

დასკვნა

შენობის მიკროკლიმატის უზრუნველყოფის სისტემის დაპროექტებისას ერთ-ერთი საკვანძო სა-

კითხია შენობის გარსიდან ტრანსმისიური თბოდანაკარგების ანგარიში, რომელიც განისაზღვრება შემომზღუდი კონსტრუქციების თბოფიზიკური მახასიათებლებით და მისი ელემენტების კონსტრუქციული თავისებურებებით. გაანალიზებულია, თბოფიზიკური თვალსაზრისით, არაერთგვაროვანი შემომზღუდი კონსტრუქციებიდან სითბოს კარგვის პროცესი და რეკომენდებულია ტრანსმისიური თბოდანაკარგების გამოთვლის მეთოდიკა კონსტრუქციებში სახვადასხვა სახის თბოგამტარი ჩანართების (თბური ხიდების) არსებობისას.

ლიტერატურა

1. Soviet State Committee for Construction. (1962). *SNiP II-G.7-62: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
2. Soviet State Committee for Construction. (1975). *SNiP II-33-75: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
3. State Committee for Construction of the Russian Federation. (2003). *SNiP 41-01-2003: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
4. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. (2024). *SP 60.13330.2024: Heating, ventilation and air conditioning*. Moscow.
5. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. (2024). *SP 50.13330.2024: Thermal protection of buildings*. Moscow.
6. German Institute for Standardization. (n.d.). *DIN 4108-4: Thermal protection and energy efficiency in buildings*. Berlin.

UDC 692.233

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2026-1-111-118>

Transmission Heat Losses from Non-Uniform Enclosing Structures of Buildings

- Mamuli Grdzelishvili** Georgian Technical University. Faculty of Civil Engineering, Professor, Georgia
E-mail: mamuligrdzelishvili@gtu.ge
- Alex Kopaliani** Georgian Technical University. Faculty of Civil Engineering, Professor, Georgia
E-mail: kopalianialexi01@gtu.ge
- Ramaz Museridze** Georgian Technical University Faculty of Civil Engineering, Assistant Professor, Georgia
E-mail: museridzeramaz01@gtu.ge

Reviewers:

- Sh. Mestvirishvili**, Georgian Technical University Professor, Faculty of Civil Engineering Professor
E-mail: mestvirishvilishota01@gtu.ge
- V. Bokeria**, Georgian Technical University Professor, Faculty of Civil Engineering Professor
E-mail: bokeriavladimeri01@gtu.ge

Abstract. The main key issue when designing building microclimate systems is the determination of the building's thermal loads, one of the components of which is the transmission heat loss, i.e. the amount of heat that flows from the premises to the environment through the heat transfer of external enclosing structures. Due to the structural features of the building envelope, enclosing structures form various types of non-uniform elements, which are mainly linear in nature (internal and external corners of external walls, connections of external walls to internal walls, roof, basement and interfloor overlaps, etc.). Various types of non-uniform heat-conducting inserts arranged in enclosing structures, known as thermal bridges, cause an increase in transmission heat loss. Their value is proportional to the heat loss from the enclosing structures. For energy-saving houses, this value is within 40-100%. Due to the fact that modern buildings are subject to strict requirements for energy saving and increasing energy efficiency, the question of the correct assessment and calculation of the energy consumed naturally arises. The construction sector is the largest consumer of thermal energy, therefore, reducing the heat loss of buildings is important when arranging the thermal envelope of a building. For this purpose, a methodology for calculating transmission heat loss for buildings with non-uniform enclosing structures in accordance with modern construction standards has been developed

Keywords: heat transfer; thermal bridges; thermal loads; thermal protection; thermal resistance; thermally conductive inserts; transmission heat losses.

განხილვის თარიღი 23.01.2026

შემოსვლის თარიღი 09.02.2026

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2026