BALKONY I LOGGIE A STRATY CIEPŁA PRZEZ ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

STEIDL Tomasz [1]
KRAUSE Paweł [2]
[1,2] *Zakład Podstaw Budownictwa Ekologicznego, Katedra Procesów Budowlanych, Politechnika Śląska*

HEAT LOSSES IN EXTERNAL WALLS CAUSED BY BALCONIES AND LOGGIES

The above paper presents influence of balconies and loggies on thermal bridges and heat losses caused by them in external walls of multi-flat buildings.

STRESZCZENIE

W referacie przedstawiono wpływ ocieplenia balkonów i loggi w wielorodzinnych budynkach mieszkalnych poddanych termomodernizacji na straty ciepła przez ściany zewnętrzne.

1. WSTĘP

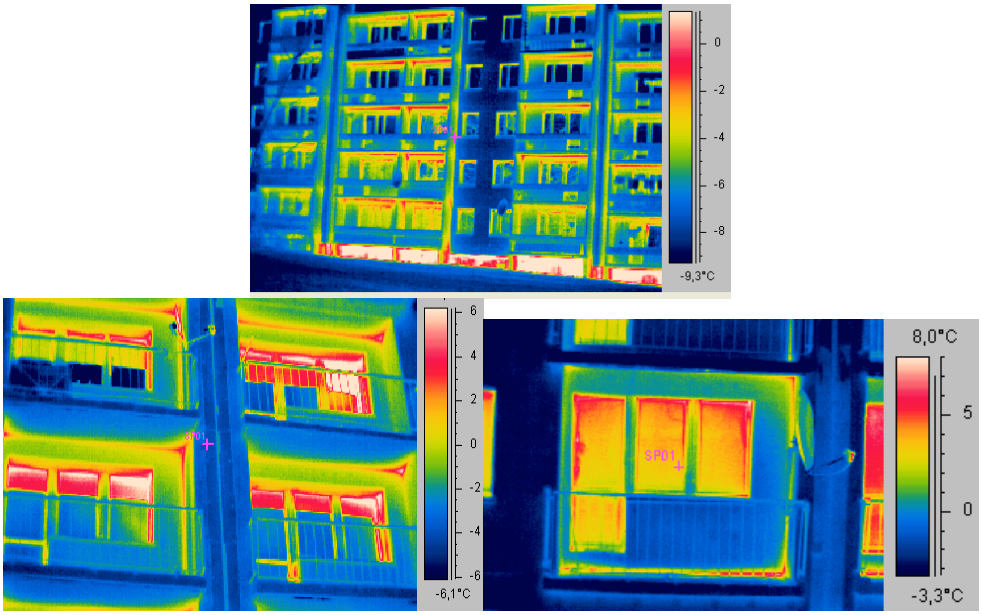
Przeprowadzając ocenę stanu ochrony cieplnej budynków mieszkalnych, poddanych w latach 90-tych XX w. termomodernizacji, można stwierdzić cyklicznie powtarzające się nieprawidłowości. Związane są one z brakiem odpowiedniego zabezpieczenia miejsc określanych jako mostki termiczne. Stan ochrony cieplnej przegród zewnętrznych budynków mieszkalnych jest nie tylko jednym z podstawowych zagadnień związanych z oszczędnością energii, ale wiąże się również z komfortem cieplnym pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi. W wielorodzinnych budynkach mieszkalnych realizowanych metodami uprzemysłowionymi napotyka się na zróżnicowanie przegród zewnętrznych zarówno pod kątem rozwiązań materiałowych jak i geometrycznych. Na podstawie danych literaturowych oraz badań własnych można stwierdzić, że najczęściej popełniane błędy związane są z ochrona cieplną płyt wspornikowych balkonów oraz loggi [1,2,3,4,5,6]. Główną przyczyną takiego stanu rzeczy jest brak świadomości wagi problemu grupy osób odpowiedzialnych za przebieg procesu termomodernizacyjnego tj. administratora lub zarządcy budynku, projektanta, kierownika budowy, inspektora nadzoru oraz nierzadko „eksperta" opracowującego wytyczne prowadzenia prac termomodernizacyjnych w postaci ekspertyzy lub opinii technicznej [1]. W niniejszym referacie przedstawiono doświadczenia związane ze zużyciem ciepła przez ściany zewnętrzne w zależności od stanu ochrony cieplnej balkonów i loggii.

2. CHARAKTERYSTYKA BUDYNKÓW

Przedmiotem badań były wielorodzinne budynki mieszkalne realizowane w technologiach uprzemysłowionych (zasadniczo w technologii wielkopłytowej – Wk-70). Poszczególne obiekty są budynkami podpiwniczonymi, wielokondygnacyjnymi, wielosegmentowymi. W latach 90-tych XX w. Budynki zostały poddane termomodernizacji, polegającej na ociepleniu ścian zewnętrznych i stropodachów. Ocieplenie ścian zewnętrznych budynków zostało wykonane w technologii Bezspoinowego Systemu Ocieplania na bazie styropianu. Na podstawie badań makroskopowych oraz danych uzyskanych od administratorów obiektów stwierdzono zastosowanie BSO o następującej charakterystyce: tynk akrylowy/mineralny, warstwa zbrojąca, warstwa klejowa, płyty styropianowe. Grubość termoizolacji na ścianach zewnętrznych nie przekraczała 10 cm.

3. BADANIA TERMOWIZYJNE

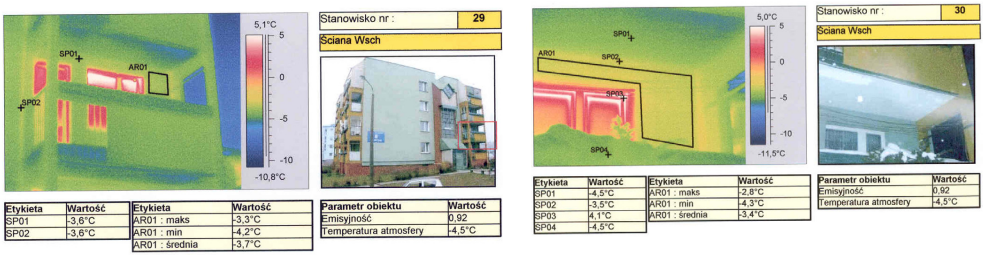
W celu określenia stanu ochrony cieplnej przedmiotowych budynków przeprowadzono badania termowizyjne, przedstawiające wizualizację różnicy temperatury na badanych powierzchniach przegród zewnętrznych. W trakcie prowadzenia badań wykonano pomiary temperatury powietrza środowiska zewnętrznego (-6,6^{o}C÷-0,4^{o}C) oraz powietrza wewnątrz badanych budynków, w losowo wybranych mieszkaniach (22,8^{o}C÷17,4^{o}C). Pomiary termowizyjne wykonano przy minimalnej różnicy temperatury 17,8K.



Rys. 1. Mostki termiczne na połączeniu płyty balkonowej i ściany zewnętrznej [3].

Zasada diagnozowania izolacyjności termicznej ścian zewnętrznych polegała na określeniu rzeczywistego rozkładu temperatury na badanych powierzchniach przegrody oraz ustaleniu czy rozkład temperatury jest prawidłowy, czy też identyfikuje anomalie termiczne Prawidłowość badanych rozkładów temperatury na powierzchniach przegród określano na podstawie porównania uzyskanych z badań termogramów, z termogramami uznanymi za wzorcowe, uzyskanymi z badań dla identycznej przegrody w podobnych warunkach badawczych oraz porównaniu termogramów z przewidywanym rozkładem temperatury, uzyskanym innymi metodami np. metodami numerycznymi.

Analiza wyników badań polegała na wyodrębnieniu miejsc o różnym stopniu jasności obrazu, co odpowiadało zmiennej izolacyjności termicznej przegrody. Anomalie termiczne nie dające się wytłumaczyć się na podstawie analizy geometrycznej, analizy konstrukcji przegrody lub innych czynników mogących wpłynąć na wynik pomiaru, traktowano jako odchylenie od wymogów projektowych (defekty termiczne) i przedstawiono na rys 1.
Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono występowanie mostków termicznych na połączeniu balkonowych płyt wspornikowych (zarówno od strony górnej jak i dolnej powierzchni płyt) oraz ścianek loggi ze ścianą zewnętrzną w przeważającej większości badanych budynków. Tylko w jednym budynku mieszkalnym (na ok. 40) poprawnie rozwiązano oraz wykonano ocieplenie płyt balkonowych oraz ścianek loggi – rys 2.



Rys. 2. Poprawne ocieplenie płyty balkonowej [2].

4. SYMULACJE NUMERYCZNE

W celu uwzględnienia wpływu mostków termicznych na izolacyjność cieplną ścian zewnętrznych, dla przyjętego na podstawie badań termowizyjnych miejsca zwiększonych strat ciepła (połączenie płyty balkonowej ze ścianą) wykonano obliczeni z uwzględnieniem dwuwymiarowego przepływu ciepła. Obliczenia przeprowadzono w programie KL. Przyjęto temperaturę zewnętrzną na poziomie temperatury panującej w trakcie prowadzenia pomiarów termowizyjnych a temperaturę wewnętrzną równą 20^{o}C. Przeprowadzono symulacje rozkładu temperatury w miejscach styku płyty balkonowej, ściany zewnętrznej i stropu międzykondygnacyjnego, przy zmiennych temperaturach zewnętrznych i wewnętrznych. Wyniki obliczeń zestawiono w tab. 1.

TABELA 1. Temperatury w narożach A i B w zależności od t_e i t_i.

L.p.	$t_e\ ^oC$	$t_i\ ^oC$	$\upsilon_A\ ^oC$	$\upsilon_B\ ^oC$
1.	5	+ 20/18	18,4/17,3	19,4/17,8
2.	0	+ 20/18	17,8/17,1	17,8/16,6
3.	- 4	+ 20/18	16,8/16,2	17,2/16,5
4.	- 10	+ 20/18	15,6/15,0	16,6/15,8
5.	-20	+ 20/18	14,5/13,8	15,2/14,8

Współczynnik przenikania ciepła U_k z uwzględnieniem mostków termicznych obliczono wg wzoru.

$$U_k = U_c + \sum \frac{\psi_i L_i}{A}$$

gdzie

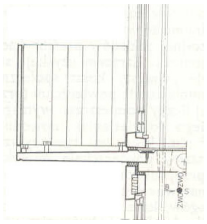
L_i – długość mostka liniowego,

A – powierzchnia przegrody bez powierzchni okien i drzwi balkonowych,

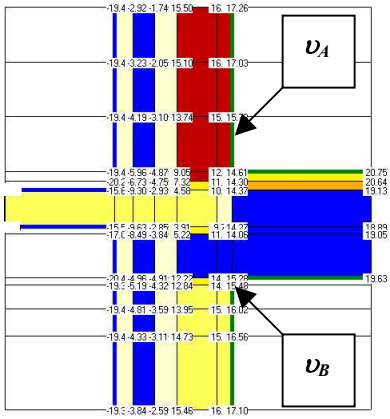
ψ – wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła obliczana za pomocą metod numerycznych - programu KL.

Współczynnik przenikania ciepła U_c dla ściany bez mostków cieplnych obliczono wg Normy PN-EN - ISO 6946.

Schemat mostka liniowego opracowano na podstawie rys. 3 - zamocowania płyt balkonowych jak dla systemu budownictwa wielkopłytowego Wk-70. Ponadto dla przybliżonych obliczeń strat ciepłą przyjęto następujące dane: długość płyty balkonowej L=4,5m, wysokość kondygnacji H=3m, powierzchnia okna i drzwi balkonowych A_o=3,7m^2, powierzchnia ściany całkowita A_c=13,5m^2, powierzchnia ściany z potrąceniem okna A=9,8m^2.



Rys. 3. Zamocowanie płyty balkonowej dla systemu Wk-70



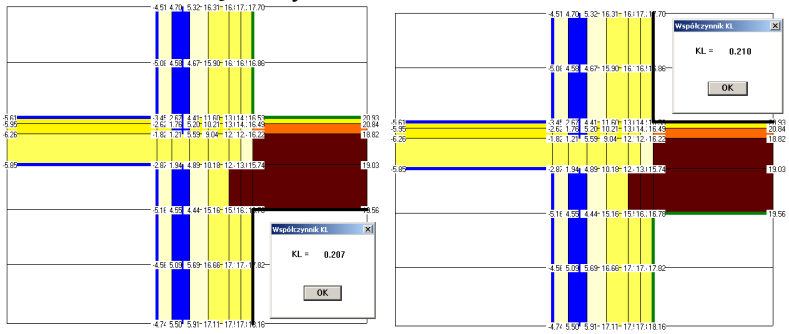
Rys. 4. Model połączenia płyty balkonowej i ściany zewnętrznej ocieplonej styropianem gr. 5 cm dla t_i=+20^{o}C, t_e=-20^{o}C.

W celu dokonania analizy zużycia ciepła przez ścianę zewnętrzną przeprowadzono obliczenia dla 3 wariantów: płyty balkonowej nieocieplonej, płyty balkonowej ocieplonej styropianem gr. 5 cm od dołu oraz płyty balkonowej ocieplonej obustronnie styropianem gr. 5 cm. Ilość ciepła tracona przez przegrodę obliczono wg uproszczonego wzoru:

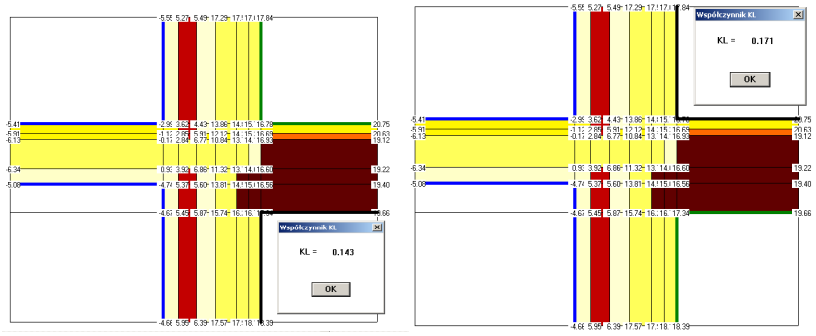
$$Q_k(m) = 864000*10^{-5}\ U_k A_k[(t_{ij}-t_{(m)}]Ld(m)$$

gdzie

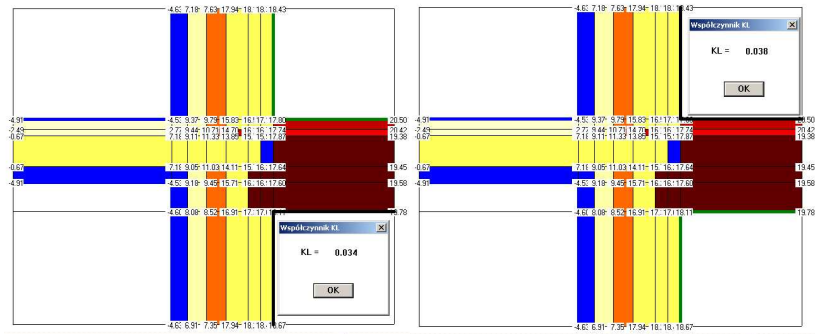
U_k - współczynnik przenikania ciepła z uwzględnieniem mostków termicznych
A_k - pole powierzchni k- tej przegrody w świetle przegród do niej prostopadłych
t_{ij} - obliczeniowa temperatura powietrza wewnętrznego w j-tej strefie budynku
$T_{(m)}$ - obliczeniowa średnia temperatura powietrza zewnętrznego w m tym miesiącu
Ld(m) - liczba dni w miesiącu m-tym



Rys. 5. Wpływ mostka liniowego – płyty balkonowej nieocieplonej - mieszkanie dolne i górne



Rys. 6. Wpływ mostka liniowego – płyty balkonowej ocieplonej dołem styropianem gr. 5 cm - mieszkanie dolne i górne

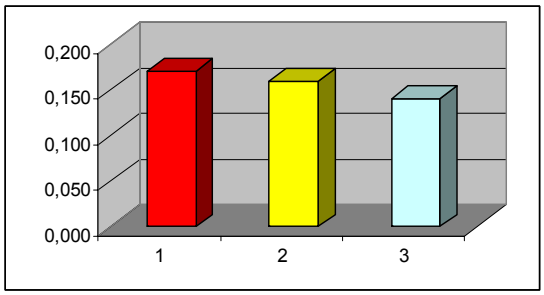


Rys. 7. Wpływ mostka liniowego – płyty balkonowej ocieplonej obustronnie styropianem gr. 5 cm - mieszkanie dolne i górne

Zestawienie wyników obliczeń szacunkowych strat ciepła przez ścianę zewnętrzną przedstawiono w tab. 2 oraz na rys 8. Obliczenia wykonano dla ściany bez otworu okiennego w zależności od stanu ochrony cieplnej płyty balkonowej (nieocieplona, ocieplona dołem, ocieplona obustronnie). Uzyskane wyniki mogą ulegać zmianom w zależności od rzeczywistej temperatury i czasu trwania sezonu grzewczego

TABELA 2. Straty ciepła przez ścianę w zależności od ocieplenia płyty balkonowej.

Lp	Schemat	υ_A °C	υ_B °C	/KL = ψ_i/		U_c W/m^{2}K	U_k W/m^{2}K	Straty ciepła GJ/ rok
				A	B			
1.	Balkon nieocieplony	16,50	16,78	0,210	0,207	0,363	0,46	0,170
2.	j.w. + dodatkowo 5 cm styropianu od dołu	16,70	17,34	0,171	0,143	0,363	0,43	0,159
3.	j.w. + dodatkowo 5 cm styropianu od góry	17,80	18,11	0,038	0,034	0,363	0,38	0,140



Rys. 8. Szacunkowe straty ciepła dla ściany w zależności od sposobu ocieplenia płyty balkonowej 1- płyta nieocieplona; 2 płyta ocieplona dołem 5 cm styropianu; 3 – płyta ocieplona obustronnie 5 cm styropianu

5. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz ich analiz można przedstawić następujące wnioski:

- Występowanie liniowych mostków cieplnych na skutek braku dostatecznej izolacyjności termicznej w miejscach naroży pomiędzy płytami balkonowymi (loggi) oraz ściankami loggi a ścianami zewnętrznymi, jest rzeczą powszechną w budynkach poddanych termomodernizacji.
- Ze względu na występujący mostek cieplny, dodatkowe ocieplenie płyt balkonów/logii od dołu powoduje niewielki wzrost temperatury na wewnętrznej powierzchni ściany wpływając nieznacznie na izolacyjność cieplną ściany, a w rezultacie na zmniejszenie strat ciepła przez przegrodę, na poziomie 6,5% w odniesieniu do płyty nieocieplonej).
- Ocieplenie płyty balkonowej z obu stron powoduje istotny wzrost temperatury na wewnętrznej powierzchni ścian zewnętrznych, powodując zmniejszenie strat ciepła do otoczenia przez ścianę zewnętrzną, na poziome 17% w odniesieniu do płyty nieocieplonej.
- Większość zidentyfikowanych defektów termicznych wynika z braku zaprojektowania dodatkowego ocieplenia balkonu/loggi
- W przypadku występowania niskiej temperatury otoczenia (dla balkonów i loggi nieocieplonych) mogą powstawać sprzyjające warunki dla wystąpienia kondensacji wilgoci na wewnętrznych powierzchniach przegrody w miejscu połączenia płyty stropowej i ściany , prowadzącej w następstwie do powstawania zagrzybień i pleśni.
- Prawidłowe ocieplenie płyt balkonowych daje wymierne korzyści nie tylko w postaci zapewnienia odpowiedniego komfortu cieplnego pomieszczeń (unikanie zagrzybienia), ale także zapewnia wymierne korzyści związane z obniżeniem strat ciepła poprzez zewnętrzną ścianę z balkonem lub loggią.

6. LITERATURA

[1] KERSCHBERGER A. „Modelhafte Sanierung von typenbauten". TÜV-Verlag. Köln 1998.

[2] STEIDL T. KRAUSE P. STEIDL M. „Ocena stanu ochrony cieplnej budynków mieszkalnych zlokalizowanych w Tychach na podstawie badań termowizyjnych". Praca niepublikowana. Mikołów 2003.

[3] STEIDL T. KRAUSE P. STEIDL M. „Ocena stanu ochrony cieplnej przegród zewnętrznych w 4 budynkach mieszkalnych zlokalizowanych w Katowicach na podstawie badań termowizyjnych.". Praca niepublikowana. Mikołów 2005.

[4] STEIDL T. KRAUSE P. STEIDL M. „Ocena stanu ochrony cieplnej 5 budynków zlokalizowanych w Bielsku-Białej na podstawie badań termowizyjnych". Praca niepublikowana. Mikołów 2005.

[5] STEIDL T. KRAUSE P. STEIDL M. „Ocena stanu ochrony cieplnej 10 budynków mieszkalnych zlokalizowanych w Rudzie Śl. na podstawie badań termowizyjnych". Praca niepublikowana. Mikołów 2004.

[6] VOGDT F. HELMSTÄDTER E. „Sanierung von Wohngebauden in Russland – TACIS-Projekt in Moskau". IEMB. Berlin 2001.

dr inż. – adiunkt w Zakładzie Podstaw Budownictwa Ekologicznego Katedry Procesów Budowlanych Politechniki Śląskiej w Gliwicach,
Tematyka zainteresowań: diagnostyka cieplna budynków, audyt energetyczny w budownictwie termowizja, przepływ ciepła i masy przez przegrody budowlane.
Adres e-mail: tomfiz@interia.pl

mgr inż. – doktorant w Zakładzie Podstaw Budownictwa Ekologicznego Katedry Procesów Budowlanych Politechniki Śląskiej w Gliwicach,
Tematyka zainteresowań: ochrona cieplna w budownictwie, termowizja.
Adres e-mail: p.krause@wp.pl