

dr hab. inż. Magdalena Grudzińska<sup>1\*)</sup>

ORCID: 0000-0001-9271-8797

dr hab. inż. Anna Ostańska, prof. PL<sup>1)</sup>

ORCID: 0000-0002-1789-4288

# Termiczne i architektoniczne aspekty renowacji loggii w budynkach wielorodzinnych

## *Thermal and architectural aspects of the renovation of loggias in multi-family buildings*

DOI: 10.15199/33.2022.11.14

**Streszczenie.** Zabudowa loggii może przynieść wiele korzyści, w tym dotyczących oszczędności energii, walorów użytkowych i bezpieczeństwa. W artykule przedstawiono wyniki monitoringu temperatury w mieszkaniach z loggiami oszklonymi przez lokatorów. Badania pozwoliły na ocenę wpływu zabudowy loggii na temperaturę w ich obszarze i zmniejszenie zużycia energii w mieszkaniach. W artykule opisano także zastosowane rozwiązania architektoniczne, wpływające na komfort użytkowania loggii i poprawę estetyki budynku.

**Słowa kluczowe:** zabudowa loggii; budynki prefabrykowane; monitoring temperatury; zapotrzebowanie na energię.

**Abstract.** Encasing of the loggias may bring many advantages, concerning energy saving, usability, and safety. The paper presents the results of the temperature monitoring in the dwellings with the loggias glazed by the inhabitants. The research allowed to assess the influence of the loggias' encasement on their internal temperature and energy savings in the dwellings. The article also describes architectural solutions, affecting the usability and the overall aesthetics of the buildings.

**Keywords:** loggias' encasement; prefabricated buildings; temperature monitoring; energy demand.

Użytkownicy lokali w budynkach wielorodzinnych często są zainteresowani zabudową loggii. Potwierdzają to liczne przykłady oraz badania ankietowe prowadzone wśród mieszkańców [1]. Zabudowa może przynieść wiele korzyści, zarówno z punktu widzenia oszczędności energii, jak i polepszenia walorów użytkowych mieszkania czy względów bezpieczeństwa. Przykładem kompleksowego podejścia do modernizacji loggii są działania podjęte przez Spółdzielnię Mieszkaniową im. J. Zamojskiego w Zamościu (fotografia). W artykule skupiono się na dwóch 11-kondygnacyjnych budynkach, zrealizowanych w technologii prefabrykowanej (system Wk – 70) z żelbetowych płyt warstwowych, pierwotnie izolowanych styropianem o grubości 12 cm. Podczas kompleksowych prac termomodernizacyjnych, rozpoczętych w pierwszej dekadzie XXI w., ściany zewnętrzne ocieplono dodatkową warstwą grafitowego styropianu o grubości 10 cm w systemie ETICS (mieszkanie nr 1) i wełną mineralną o grubości 8 cm, montowaną pomiędzy rusztem drewnianym i zabezpie-

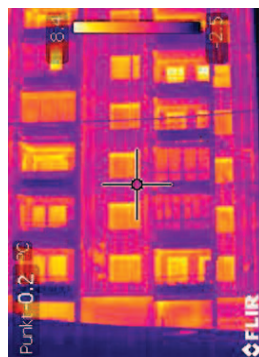


Indywidualnie zabudowane loggie i przykładowe zdjęcie termograficzne

*Loggias enclosed by inhabitants and exemplary thermographic image*

czoną blachą trapezową (mieszkanie nr 2). Współczynnik przenikania ciepła ścian zewnętrznych po termomodernizacji wyniósł odpowiednio 0,19 i 0,21 W/(m<sup>2</sup>·K). W tym czasie docieplono także stropodachy wentylowane, zamontowano kolektory słoneczne i gruntownie zmodernizowano instalacje grzewcze [1].

W analizowanych budynkach płyty loggii o wymiarach 3,10 x 2,40 m (powierzchnia 7,44 m<sup>2</sup>) były oparte na ścianie i słupie. Na całej długości loggii ustawiono donice betonowe o szerokości 0,60 m, co o 25% ograniczyło jej powierzchnię. W założeniu projektowym donice miały pełnić rolę ogrodów, ale w praktyce stały się elementem szpecą-



cym elewację i dociążającym loggie.

Podczas termomodernizacji spółdzielnia podjęła decyzję o usunięciu donic. W ramach recyklingu wykorzystano je w osiedlu jako ławki, montując drewniane siedziska. Usunięto też nielegalne zabudowy loggii wykonane przez lokatorów, zamknięto i wyposażono w okno przeszerzeń od słupa do ściany, zamontowano metalowe barierki wypełnione płytami z blachy perforowanej cynkowej galwanicznie. W 2011 r. Spółdzielnia Mieszkaniowa zleciła opracowanie ujednoliconego projektu zabudowy loggii, do indywidualnej realizacji przez lokatorów. Część mieszkańców zdecydowała się na zabudowę, ze względu na możliwość uzyskania dodatkowej powierzchni użytkowej osłoniętej przed warunkami atmosferycznymi i zabezpieczonej przed obecnością ptaków. Zabudowę loggii wykonano w ok. 30% mieszkań.

W dwóch mieszkaniach od lipca 2017 r. do marca 2018 r. monitorowano temperaturę wewnętrzną, w celu ustalenia,

### Metoda badań

W dwóch mieszkaniach od lipca 2017 r. do marca 2018 r. monitorowano temperaturę wewnętrzną, w celu ustalenia,

<sup>1)</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury

<sup>\*)</sup> Adres do korespondencji: m.grudzińska@pollub.pl

jakie warunki panują w przestrzeni loggii oraz przyległych pomieszczeniach mieszkalnych w wybranych miesiącach sezonu grzewczego i lata. Pomiarzy prowadzono w dwóch mieszkaniach, zlokalizowanych na jedenastej kondygnacji dwóch budynków. Powierzchnia mieszkań wynosiła 62,3 m<sup>2</sup> (mieszkanie nr 1) i 35,4 m<sup>2</sup> (mieszkanie nr 2), a podczas sezonu grzewczego zamieszkiwały je odpowiednio trzy osoby i jedna. Loggie o tej samej powierzchni skierowane były na południowy wschód.

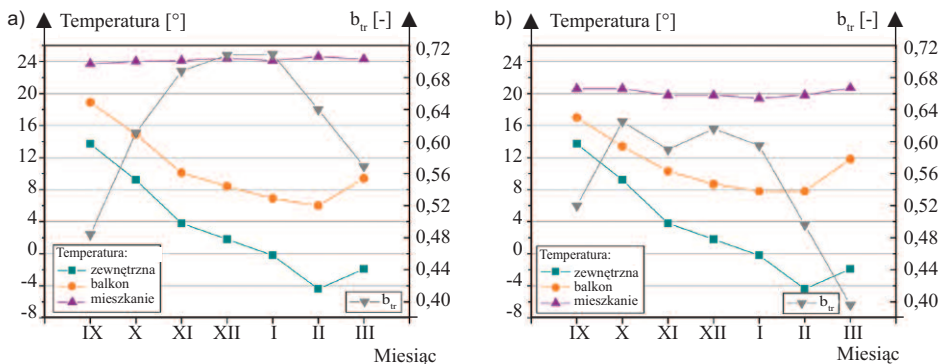
Rejestrację temperatury wykonywano za pomocą pastylkowych rejestratorów typu iButton DS1922L, odczytując temperaturę w loggiach i w wybranych pomieszczeniach mieszkalnych co 30 min.

Temperaturę powietrza zewnętrznego ustalono na podstawie danych ze stacji IMGW – PIB w Zamościu (identyfikator 350230595). Stacja leży na południowym obrzeżu miasta (50°42'N, 23°15'E) na wysokości 212 m n.p.m. [2], w odległości ok. 2,5 km od monitorowanych budynków.

### Wyniki pomiarów

**Temperatura w pomieszczeniach mieszkalnych i strefie loggii.** Podstawowe dane uzyskane z monitoringu podczas sezonu grzewczego zestawiono na rysunku 1. Jeżeli dane miesięczne były niepełne (np. ze względu na czas pomiarów lub eliminację błędnych wyników), wartości uśrednione pochodzą z krótszego okresu.

Zabudowa loggii spowodowała wzrost temperatury w oszklonej przestrzeni, średnio o 7,5 i 7,8°C w porównaniu z temperaturą zewnętrzną (odpowiednio w mieszkaniach nr 1 i 2), a największe różnice zaobserwowano w lutym i marcu (rysunek 1). Temperatura w mieszkaniu nr 1 podczas sezonu grzewczego była średnio o 4,1°C wyższa niż w mieszkaniu nr 2, co wynikało z indywidualnych preferencji. Temperatura w zabudowanej przestrzeni loggii we wrześniu i październiku była średnio o 1,7°C wyższa w mieszkaniu nr 1, a w pozostałych miesiącach o 1,1°C wyższa w mieszkaniu nr 2. Różnice te mogły wynikać z częstotliwości otwierania oszkleń loggii i drzwi pomiędzy loggią a częścią mieszkalną.



Oznaczenie:  $b_{tr}$  [-] – współczynnik korekty temperatury

Rys. 1. Średnia temperatura: a) mieszkanie nr 1; b) mieszkanie nr 2

Fig. 1. Average temperature: a) dwelling no 1; b) dwelling no 2

Skuteczność systemu szklarniowego w pozyskiwaniu energii słonecznej jest powiązana ze współczynnikiem korekty temperatury  $b_{tr}$ . Zależy on od wzrostu temperatury w szklarni ponad temperaturę powietrza zewnętrznego, czyli odzwierciedla efekt buforowy nieklimatyzowanej przestrzeni oszklonej i możliwość zmniejszenia strat ciepła przez przegrodę pomiędzy szklarnią a strefą ogrzewaną [3]. Na podstawie wyników monitoringu obliczono miesięczne współczynniki korekty temperatury jako:

$$b_{tr} = \frac{\theta_i - \theta_s}{\theta_i - \theta_e} \quad (1)$$

gdzie:

$\theta_i$  – średnia temperatura wewnętrzna w pomieszczeniu mieszkalnym sąsiadującym z loggią w danym kroku obliczeniowym [°C];

$\theta_e$  – średnia temperatura zewnętrzna w danym kroku obliczeniowym [°C];

$\theta_s$  – średnia temperatura wewnętrzna w przestrzeni słonecznej w danym kroku obliczeniowym [°C].

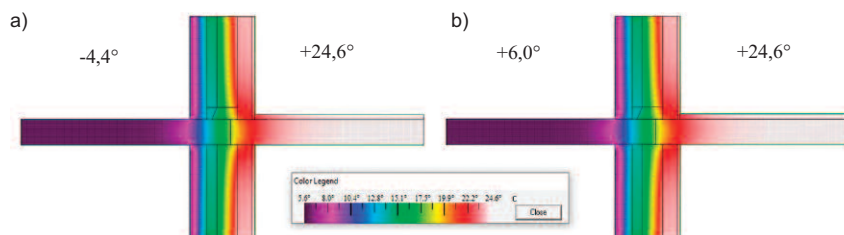
Współczynniki  $b_{tr}$  rosną w kolejnych miesiącach sezonu grzewczego (poczynając od września), osiągają największą wartość od października do stycznia i stopniowo maleją w lutym i marcu. W mieszkaniu nr 2 czynnik korekty temperatury jest na ogół mniejszy, co świadczy o lepszym wykorzystaniu promieniowania słonecznego.

**Promiennik ciepła przez mostek termiczny w miejscu osadzenia płyty loggii.** Połączenie płyty loggii ze ścianą w systemie Wk – 70 stanowi typowy w przypadku tego systemu mostek termiczny. Lokalne zwiększenie przepływu ciepła przyczynia się do zwiększenia zapotrzebowania na energię w pomieszczeniach ogrzewanym [4 – 6]. Oprócz tego, wewnętrzne powierzchnie mostków ter-

micznych mają w sezonie grzewczym niższą temperaturę niż otaczające je przegrody [7 – 9]. Może to zwiększać ryzyko kondensacji wilgoci i pogorszyć komfort termiczny w pomieszczeniach, a w skrajnych przypadkach spowodować rozwój grzybów lub pleśni, tworząc zagrożenie dla zdrowia ich użytkowników.

Negatywne zjawiska wywoływane przez mostki termiczne mogą być ograniczone dzięki oddzieleniu ich od powietrza zewnętrznego o niskiej temperaturze. Praktyczne rozwiązania sprzyjające takiej separacji polegają na wykonaniu nieogrzewanych przestrzeni buforowych, oddzielających elewację budynku od środowiska zewnętrznego. Zaliczyć można do nich przestrzenie oszklone, np. wentylowane podwójne fasady, ogrody zimowe lub zabudowane przeziernie czy oszklone balkony lub loggie.

Podczas badań wyznaczono rozkład temperatury w miejscu połączenia loggii ze ścianą zewnętrzną, zakładając, że loggia jest otwarta lub zabudowana (rysunki 2a i 2b). Analizy wykonano dla mieszkania nr 1, przyjmując średnie temperatury w lutym (ze względu na najniższą temperaturę w obszarze zabudowanej loggii). Różnice w rozkładzie temperatury pomiędzy dwoma rozwiązaniami nie są zbyt widoczne. W wariancie z oszkloną loggią można jednak zaobserwować wzrost temperatury w narożu stropu i ściany z 21,0 na 22,3°C, na skutek podwyższenia temperatury po stronie wewnętrznej przegrody. Dzięki zabudowie loggii strumień ciepła przepływającego przez 1 m złącza zmniejszył się podczas okresu pomiarów o 35,7% (mieszkanie nr 1) i o 46,1% (mieszkanie nr 2).



**Rys. 2.** Temperatura w węzle połączenia loggii i ściany, mieszkanie nr 1: a) loggia otwarta (na wyższej i niższej kondygnacji); b) loggia zabudowana (na wyższej i niższej kondygnacji)

*Fig. 2.* Temperature in the connection of the loggia and the façade wall, dwelling no 1: a) open loggia (in the upper and lower dwelling); b) enclosed loggia (in the upper and lower dwelling)

**Redukcja strat ciepła w części mieszkalnej.** W monitorowanych mieszkaniach obliczono także straty ciepła przez obudowę w miesiącach zaliczanych do sezonu grzewczego. Metodę obliczeń przyjęto zgodnie z [7], posługując się wyznaczonymi doświadczalnie współczynnikami redukcji temperatury  $b_{tr}$ . Współczynnik strat ciepła  $H_{tr}$  pomiędzy pomieszczeniem ogrzewanym a nieogrzewaną przestrzenią obliczono jako:

$$H_{tr} = b_{tr} \cdot H_{ib} \quad (2)$$

gdzie:

$H_{tr}$  – współczynnik strat ciepła pomiędzy pomieszczeniem ogrzewanym a środowiskiem zewnętrznym [W/K];

$H_{ib}$  – współczynnik strat ciepła między pomieszczeniem ogrzewanym a nieogrzewanym [W/K].

Wyniki przedstawiono na rysunku 3. Zmniejszenie strat ciepła widoczne jest podczas wszystkich analizowanych miesięcy (rysunek 3). Redukcja strat jest najmniejsza w październiku i grudniu (mieszkanie nr 1) oraz w grudniu i styczniu (mieszkanie nr 2). Oszczędności wynikające z zabudowy loggii są nieco większe w mieszkaniu nr 2 i wynoszą w sumie 749,6 kWh oraz 783,2 kWh (odpowiednio w mieszkaniu nr 1 i 2).

Różnice procentowe są znacznie większe, ze względu na większą powierzchnię przegród oddających ciepło w mieszkaniu nr 1.

## Wnioski

Na podstawie badań stwierdzono, że przezierna zabudowa loggii przyniosła pozytywne efekty dotyczące oszczędności energii i zwiększyła wartość użytkową mieszkań oraz bezpieczeństwo użytkownika. Dzięki zabudowie temperatura w obszarze loggii i w węzłach łączących płyty loggii ze ścianami konstrukcyjnymi wzrosła, ograniczono także straty ciepła przez przegrody zewnętrzne. Wyniki sugerują, że skuteczność pasywnych systemów szklarniowych może być większa w mniejszych mieszkaniach o mniejszej kubaturze i powierzchni przegród oddających ciepło. Efekty te mogą być uzależnione od zachowania użytkowników, czego w przeprowadzonych badaniach szczegółowo nie analizowano.

Lokatorzy byli zadowoleni z poczynionych przez zarządcę zmian i chętniej korzystali z powiększonej (dzięki demontażowi donic) powierzchni loggii. Z przeprowadzonych wywiadów z użyt-

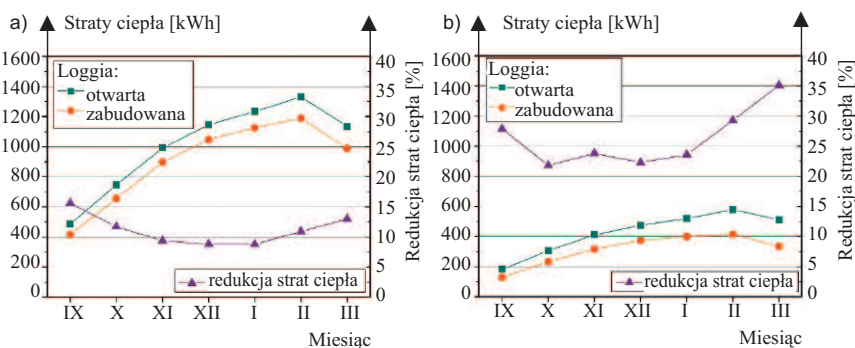
kownikami monitorowanych mieszkań wynikało jednoznacznie, że wykonaną indywidualnie zabudowę loggii również oceniali oni pozytywnie. Jako zjawiska korzystne wymieniano odczuwalną poprawę warunków termicznych w mieszkaniach zimą, osłonę przed wiatrem i możliwość wykorzystania dodatkowej, osłoniętej przestrzeni.

Dzięki przemyślanym działaniom spółdzielni i wykonaniu kompleksowej modernizacji poprawiono estetykę budynków, a także uzyskano oszczędności energetyczne, co potwierdzono badaniami i obliczeniami przedstawionymi w artykule.

## Literatura

- [1] Czarnigowska A, Ostańska A. Solar collectors in a prefabricated housing estate: lessons learnt after four years of operation. Sustainable Built Environment Conference 2016 in Hamburg: Strategies, Stakeholders, Success factors, 7th – 11th March 2016; Conference Proceedings. 2016; 1060–1067
- [2] Samborski AS. Bioklimatyczne warunki Zamieszczony. Acta Agrophysica 2005; 6: 529–536.
- [3] PN-EN ISO 13789:2008. Ciepłone właściwości użytkowe budynków. Współczynniki przeniesienia ciepła przez ogrzewanie i wentylację. Metoda obliczania. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2008.
- [4] Theodosiou TG, Papadopoulos AM. The impact of thermal bridges on the energy demand of buildings with double brick wall constructions. Energy Buildings. 2008; 40: 2083–2089.
- [5] De Freitas JR, da Cunha GE. Thermal bridges modeling in South Brazil climate: Three different approaches. Energy Buildings. 2018; 169: 271–282.
- [6] Ge H, Baba F. Dynamic effect of thermal bridges on the energy performance of a low-rise residential building. Energy Buildings. 2015; 105: 106–118.
- [7] Al-Sanea SA, Zedan MF. Effect of thermal bridges on transmission loads and thermal resistance of building walls under dynamic conditions. Appl Energy. 2012; 98: 584–593.
- [8] Theodosiou TG, Tsikaloudaki AG, Kontoleon KJ, Bikas DK. Thermal bridging analysis on cladding systems for building facades. Energy Buildings. 2015; 109: 377–384.
- [9] Ge H, McClung VR, Zhang S. Impact of balcony thermal bridges on the overall thermal performance of multi-unit residential buildings: A case study. Energy Buildings. 2013; 60: 163 – 173.
- [10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej. Dz. U. 2015 poz. 376.

Przyjęto do druku: 04.10.2022 r.



**Rys. 3.** Straty ciepła w sezonie grzewczym: a) mieszkanie nr 1; b) mieszkanie nr 2

*Fig. 3.* Heat losses during the heating season: a) dwelling no 1; b) dwelling no 2