

## JAKOŚĆ CIEPLNA PREFABRYKOWANYCH BUDYNKÓW WYKONANYCH W TECHNOLOGII LEKKIEGO SZKIELETU DREWNIANEGO

Paweł KRAUSE\*

*Politechnika Śląska, Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli  
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice, e-mail: Pawel.Krause@polsl.pl*

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wybrane wyniki badań termowizyjnych dla budynków wykonanych w technologii lekkiego szkieletu drewnianego. Dokonano analizy istniejących rozwiązań prefabrykowanych przegród zewnętrznych oraz wykonano pomiary termograficzne od strony zewnętrznej i wewnętrznej.

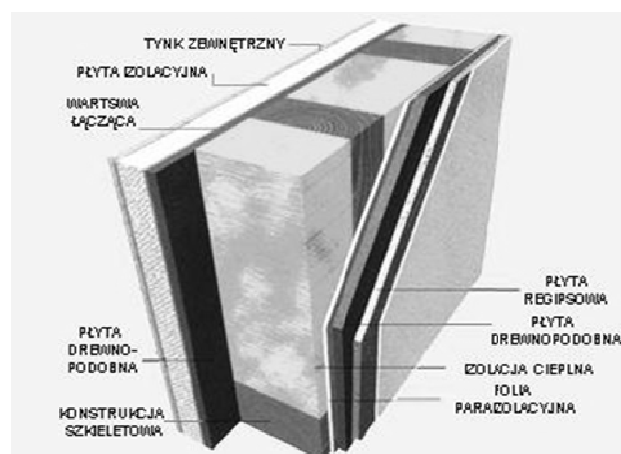
**Słowa kluczowe:** Badania termowizyjne, budynki drewniane, prefabrykacja drewniana.

### 1. WPROWADZENIE.

Większość budynków mieszkalnych realizowanych w naszym kraju wykonuje się w technologii tradycyjnej. Dotyczy to zarówno budownictwa jednorodzinne jak wielorodzinne. Pomimo tego coraz większa liczba inwestorów decyduje się na wykonanie budynku w konstrukcji drewnianej. Mimo dostępności zróżnicowanych technologii budynków drewnianych jedną z najbardziej popularnych jest technologia lekkiego szkieletu drewnianego. W porównaniu do budownictwa tradycyjnego złożone rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne przegród zewnętrznych, na bazie konstrukcji drewnianych, bardzo często powodują znaczną ilość błędów na etapie wykonawstwa. Aby zminimalizować ilość potencjalnych nieprawidłowości oraz przyspieszyć proces realizacji obiektu, coraz większą popularność zyskują prefabrykowane budynki drewniane. W wielu przypadkach budynki te charakteryzują się znacznie lepszą izolacyjnością termiczną przegród zewnętrznych od wymagań zawartych w tzw. „warunkach technicznych”. W niniejszym artykule przedstawiono próbę oceny stanu ochrony cieplnej ścian zewnętrznych na przykładzie wybranych prefabrykowanych budynków mieszkalnych wykonanych w technologii lekkiego szkieletu drewnianego.

### 2. PRZEDMIOT BADAŃ.

Badaniom poddano jednorodzinne budynki mieszkalne wykonane w prefabrykowanej technologii lekkiego szkieletu drewnianego w systemie WOLF. Przedmiotowe budynki, zlokalizowane na terenie Górnego Śląska są budynkami niepodpiwniczonymi. Rozpatrywano budynki parterowe oraz budynki z tzw. poddaszem użytkowym. Ściany zewnętrzne, w rozpatrywanych budynkach, wykonano w postaci przegród oznaczonych jako ściana „Thermo-Wand” lub „Thermo-Mega-Wand”, o współczynnikach przenikania ciepła odpowiednio 0,19 W/m<sup>2</sup>K i 0,16 W/m<sup>2</sup>K. Podłoga na gruncie charakteryzowała się współczynnikami przenikania ciepła wynoszącymi ok. 0,30 W/m<sup>2</sup>K. Konstrukcja dachu ocieplona dwuwarstwowo o współczynniku przenikania ciepła na poziomie 0,18-0,24 W/m<sup>2</sup>K. Schemat przekroju przez ścianę „Thermo-Wand” przedstawiono na rysunku nr 1.



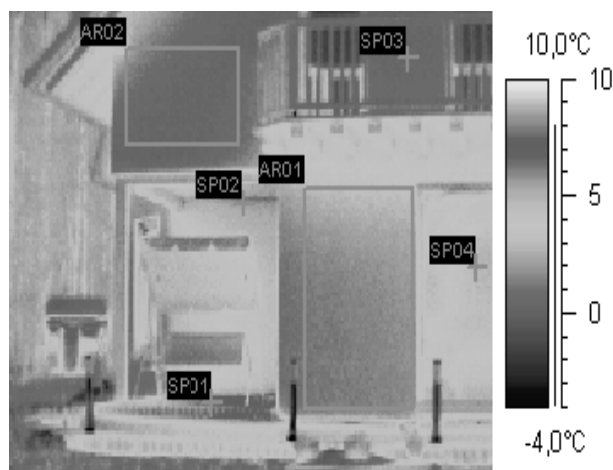
Rys.1.Przekrój przez ścianę zewnętrzną [4].  
Fig.1.The example image of external wall [4].

Od strony wewnętrznej ściana zbudowana jest z następujących warstw [4]:

- płyta gipsowa 12,5 mm
- płyta drewnopodobna 16 mm
- folia paroizolacyjna B2
- wełna mineralna 160 mm (wypełnienie)
- szkielet drewniany 160 mm
- wodoodporna płyta drewnopodobna V100
- masa klejowa 3mm
- polistyren EPS 50 mm
- tynk cienkowarstwowy systemowy

### 3. BADANIA IN-SITU.

W celu oceny jakościowej izolacyjności termicznej ścian zewnętrznych wykonano badania termowizyjne budynków. Głównym celem przeprowadzonych badań była ocena jednorodności izolacyjności cieplnej ścian zewnętrznych oraz dodatkowo jakość cieplna połączeń poszczególnych prefabrykowanych elementów ściennych. Wiąże się to z zastosowanymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi tzn. występowaniem lekkiego szkieletu drewnianego z wypełnieniem wełną mineralną. Warstwę fakturową ścian zewnętrznych stanowi w większości tynk cienkowarstwowy, wykonany w systemie ECITS, z izolacją termiczną w postaci styropianu różnicowanej grubości.



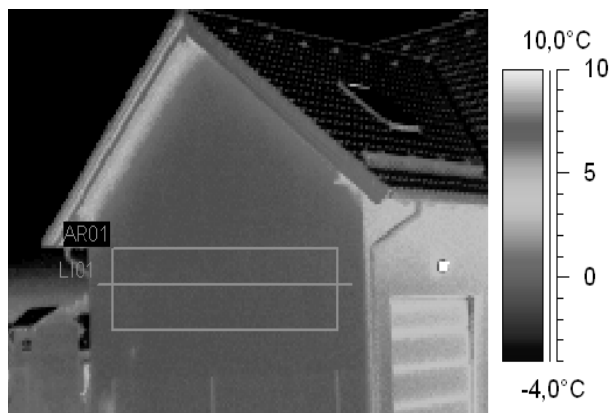
Label	Value
SP01	6,5°C
SP02	5,9°C
SP03	0,4°C
SP04	4,8°C

Rys.2.Przykładowy termogram ściany (I).  
Fig.2.The example thermogram image of external wall (I).

Pomiary termowizyjne wykonano przy minimalnej różnicy temperatury wynoszącej 15 K. Badania przeprowadzono od strony wewnętrznej i zewnętrznej. Termogram ściany ze-

wewnętrznej, z przykładowymi punktowymi wartościami temperatury, przedstawiono poniżej.

Określenie jednorodności cieplnej ścian zewnętrznych wymagało dokonania termicznej analizy otrzymanych termogramów. Istotnym było określenie minimalnej i maksymalnej temperatury dla określonej powierzchni przegrody oraz przedstawienie liniowego rozkładu temperatury (wzdłuż poziomej linii). Przykładowe termogramy dla wybranych ścian zewnętrznych wykonanych jako ściana tzw. „ThermoWand” ( $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) przedstawiono na rysunkach nr 3 i 4. Dodatkowo załączono wartości temperatury zewnętrznej oraz otrzymane wyniki pomiarów. Temperatura powietrza wewnętrznego w przedmiotowym budynku wynosiła  $21^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ .

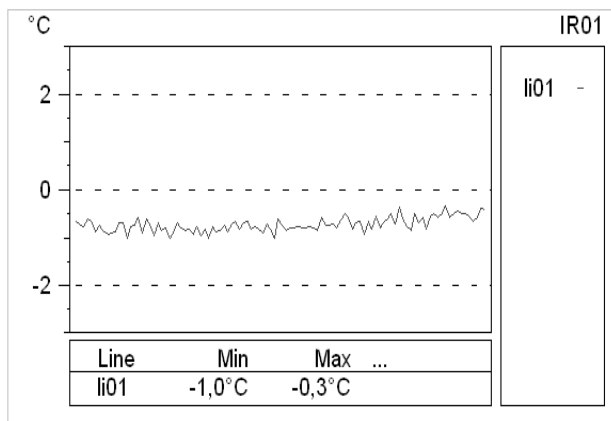


Object parameter	Value
Atmospheric	-2,1°C
Label	Value
LI01 : max	-0,3°C
LI01 : min	-1,0°C
LI01 : stdev	0,2°C
AR01 : max	-0,1°C
AR01 : min	-1,3°C
AR01 : avg	-0,8°C

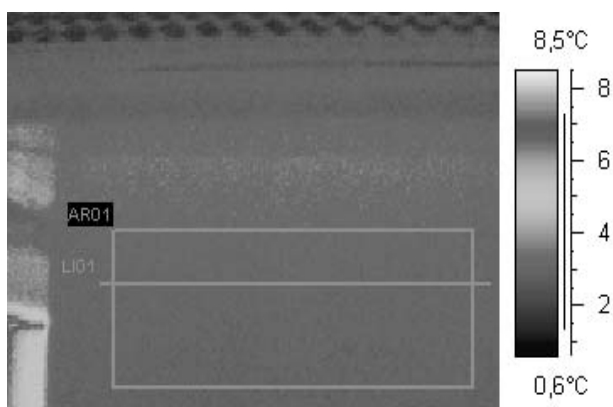
Rys.3.Przykładowy termogram ściany (II).  
Fig.3.The example thermogram image of external wall (II).

Minimalna temperatura powierzchni ściany w rozpatrywanym polu AR01 wynosiła  $-1,3^\circ\text{C}$ , maksymalna  $-0,1^\circ\text{C}$ . Temperatura średnia w polu wyniosła  $-0,8^\circ\text{C}$ . Maksymalna różnica temperatury w polu AR01 wynosiła 1,2 K. Analiza liniowego rozkładu temperatury wzdłuż poziomej linii oznaczonej LI01 wykazała występowanie minimalnej temperatury na poziomie  $-1,0^\circ\text{C}$ , maksymalnej równej  $-0,3^\circ\text{C}$ . Odchylenie standardowe wynosiło  $0,2^\circ\text{C}$ . Maksymalna różnica temperatury dla analizowanej linii wynosi 0,7 K. Rozkład liniowy temperatury przedstawiono na rys. 4.

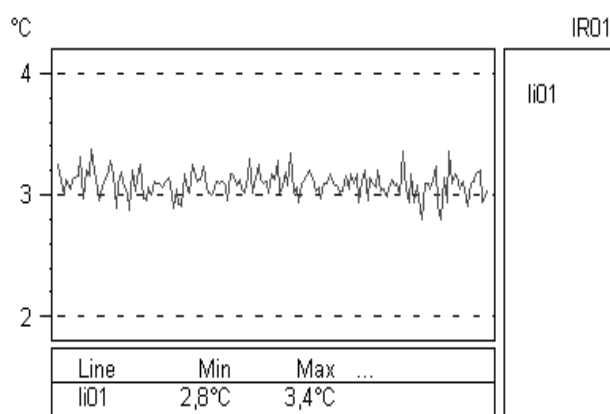
Badania przeprowadzono na pięciu budynkach wykonanych w opisywanej technologii. Przykładowy termogram dla innego budynku przedstawiono na rys 5.



Rys.4.Liniowy rozkład temperatury dla ściany (II).  
Fig.4.Linear thermal distribution of external wall (II).



Rys.5.Przykładowy termogram ściany (III).  
Fig.5.The example thermogram image of external wall (III).



Rys.6.Liniowy rozkład temperatury dla ściany (III).  
Fig.6.Linear thermal distribution of external wall (III).

Temperatura otoczenia podczas badań wynosiła 1,7 °C. Pomiar temperatury wewnątrz budynku wykazał temperaturę na poziomie 22°C ± 1 °C. Ściany zewnętrzne wykonano jako „Thermo-Mega-Wand”. (U=0,16 W/m<sup>2</sup>K). Minimalna temperatura powierzchni ściany w rozpatrywanym polu wynosiła 2,7°C, maksymalna 3,5°C. Temperatura średnia w

polu wyniosła 3,1 °C. Maksymalna różnica temperatury w polu AR01 wynosiła 0,8 K. Analiza liniowego rozkładu temperatury wzdłuż poziomej linii oznaczonej LI01 wykazała występowanie minimalnej temperatury na poziomie 2,8°C, maksymalnej równej 3,4°C. Odchylenie standardowe wynosi 0,1 °C. Maksymalna różnica temperatury dla analizowanej linii wynosi 0,6 K. Rozkład liniowy temperatury przedstawiono na rys. 6.

#### 4. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły na dokonanie wstępnej oceny stanu ochrony cieplnej ścian zewnętrznych, na podstawie badań termowizyjnych. W większości przypadków, w lokalnych warunkach metrologicznych, stwierdzono rozkład temperatury zbliżony do jednorodnego. Maksymalne różnice temperatury w polach analizowanych budynków nie przekraczały 1,5 K. Maksymalne różnice temperatury w linii LI01 nie przekraczały 1 K. Przeprowadzone badania in-situ prefabrykowanych budynków szkieletowych w technologii szkieletu drewnianego wykazały bardzo dobry stan ochrony cieplnej badanych przegród ściennych oraz rozkład temperatury ścian pełnych zbliżony do jednorodnego.

W celu jednoznacznego określenia stanu ochrony cieplnej prefabrykowanych przegród, wykonanych na bazie lekkiego szkieletu drewnianego, w kolejnym etapie badań zostaną wykonane pomiary na stanowisku badawczym.

#### THERMAL QUALITY OF PREFABRICATED BUILDINGS MADE IN LIGHT TIMBER FRAME TECHNOLOGY.

The article described thermal quality of chosen buildings made in light timber frame technology.

#### Literatura

- [1] Krause P., Steidl T. *Badania termowizyjne budynków wykonanych w technologii Wolfsystem. Praca niepublikowana 2009 r.*
- [2] Radoń J., Bieda W. *Opracowanie teoretycznych wytycznych dotyczących budowy budynku pasywnego w technologii prefabrykowanej, drewnianej.* Kraków 2010.
- [3] Schwaner K. *Statusbericht zum aktuellen Stand der Verwendung von Holz und Holzprodukten im Bauwesen und Evaluierung künftiger Entwicklungspotentiale.* Biberach 2009.
- [4] *Holz-Fertighäuser sind Effizienzhäuser.* Bundesverband Deutscher Fertighbau e.V. Bad Honnef 2009.
- [5] *Materiały techniczne: Wolfsystem Polska.*

