

## WPLYW RAMKI DYSTANSOWEJ NA ROZKŁAD TEMPERATURY NA POWIERZCHNI SZYBY ZESPOLONEJ W ŚWIETLE BADAŃ TERMOWIZYJNYCH

Lech LICHOLAŃ\*, Aleksander STARAKIEWICZ\*,  
Paweł MURIAS\*, Jerzy SZYSZKA\*

\* Politechnika Rzeszowska, Zakład Budownictwa Ogólnego  
ul. Poznańska 2 35-959 Rzeszów, e-mail: Lech.Licholai@prz.edu.pl

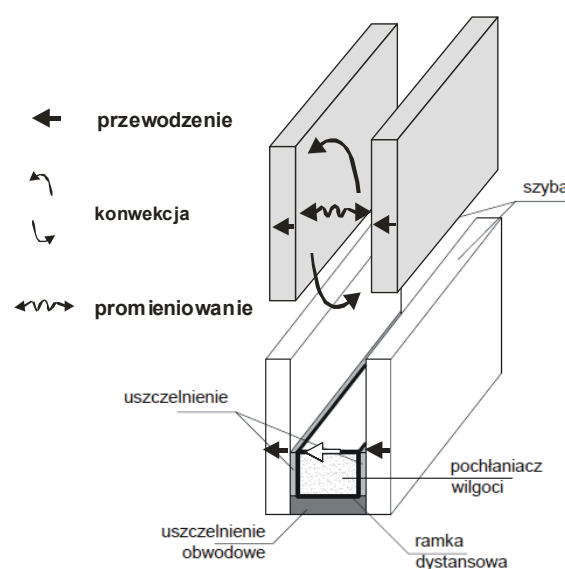
**Streszczenie:** Przegrody przezroczyste są integralną częścią budynku. Ich rodzaj i jakość wpływa na wewnętrzny komfort użytkowy, a także na bilans cieplny całego obiektu. Poszczególne elementy zestawów szybowych mają znaczenie dla ogólnej charakterystyki termicznej konkretnego rozwiązania okiennego. W niniejszej pracy zamieszczono wyniki badań termowizyjnych różnorodnych zespołów szybowych. Analizie poddano wpływ zastosowanych ramek dystansowych na rozkład temperatury powierzchni szyby w okolicach jej obrzeża, a w konsekwencji na wartość współczynnika przenikania ciepła szyby  $U_g$ .

**Słowa kluczowe:** przegrody przezroczyste, ramka dystansowa, przenikanie ciepła, badania termowizyjne,

### 1. WPROWADZENIE

Przegrody transparentne jako nieodłączny element obiektów budowlanych mają istotny wpływ na ich bilans energetyczny [1,2]. Udział powierzchni okien w powierzchni ścian zewnętrznych reguluje „Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie”, określając stosunek ich powierzchni do powierzchni podłogi, w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi, na poziomie nie mniejszym niż 1:8. W związku z rosnącymi wymaganiami termoizolacyjnymi jakie powinny spełniać budynki, istotny jest świadomy i przemyślany dobór stolarki okiennej w zależności od warunków klimatycznych oraz usytuowania względem stron świata. Na bilans cieplny tego typu przegród, obok rodzaju zastosowanych powłok niskoemisyjnych oraz wewnętrznego gazu, może mieć wpływ rodzaj materiału, z którego wykonano ramki dystansowe. Obrzeże szyby charakteryzuje przepływ ciepła

związany ze zjawiskiem przewodzenia wzdłuż grubości tafli szkła i ramki dystansowej. Towarzyszy mu przepływ ciepła o większej intensywności w stosunku do centralnej części szyby, gdzie przepływ ciepła ograniczony jest koniecznością wymiany radiacyjno-konwekcyjnej między szybami [5,6]. Zasięg strefy przykrawędziowej obejmuje pas o szerokości w przedziale od 0,063 – 0,07 metra od obrzeża szyby [1,2,3,7].

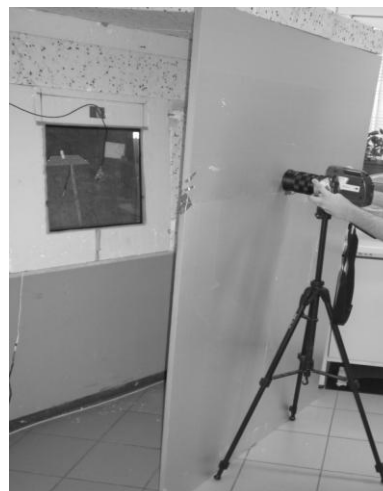


Rys.1. Schemat wymiany ciepła w strefach przeszklenia.  
Fig. 1. Scheme of heat exchange in zones of the glazing.

O gęstości strumienia ciepła, wymianianego w tej strefie decydują obok gradientu temperatury powietrza, właściwości termicznych materiału, z którego zostały wykonane ramki oraz ich grubości, decydują także właściwości termiczne ramy okiennej oraz głębokość osadzenia szyby. Ten aspekt w niniejszej pracy został jednak pominięty. W pracy określono wpływ zastosowanych ramek dystansowych na rozkład temperatury powierzchni szyby w okolicach jej obrzeża, a w konsekwencji na wartość współczynnika przenikania ciepła szyby  $U_g$ .

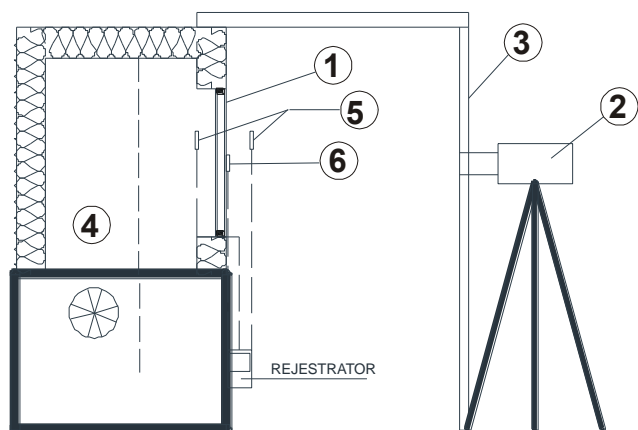
## 2. METODYKA BADAŃ

Badania termowizyjne przegrody transparentnej ze względu na jej refleksyjność jest skomplikowane zaś analiza ilościowa obarczona jest dużym prawdopodobieństwem błędu pomiarowego [4]. Z tego względu badania przeprowadzono z wykorzystaniem specjalnie przygotowanego stanowiska laboratoryjnego ograniczającego możliwość odbicia niepożądanych elementów na powierzchni obserwowanej szyby.



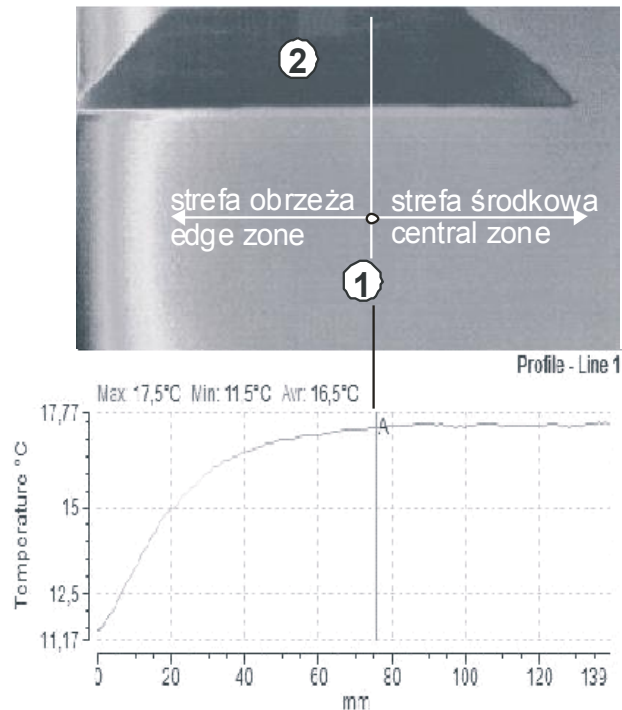
Rys. 3. Stanowisko badawcze.  
Fig.3. The test stand.

Stanowisko umożliwiło przeprowadzenie badań dla gradientu temperatury powietrza na poziomie 10 – 25°K. Warunkiem wykonania termogramu przy założonym gradientie temperatury była stabilizacja gęstości strumienia ciepła mierzonego w centralnej części badanej szyby.



Rys. 2. Schemat stanowiska badawczego: 1. badana szyba, 2. kamera termowizyjna, 3. osłona przeciwlrefleksyjna, 4. komora chłodnicza, 5. sensory temperatury, 6. sensor gęstości strumienia ciepła.

Fig.2. Scheme of the test stand: 1. tested glass, 2. infrared camera, 3. antireflection cover, 4. refrigeration chamber, 5. temperature sensors, 6. sensor of heat flow.



Rys.4. Termogram oraz linia profilowa temperatury przykładowej próbki: 1. próbka, 2. znacznik dystansu.

Fig.4. Thermogram and temperature profile-line of the tested sample: 1. sample, 2. marker of distance.

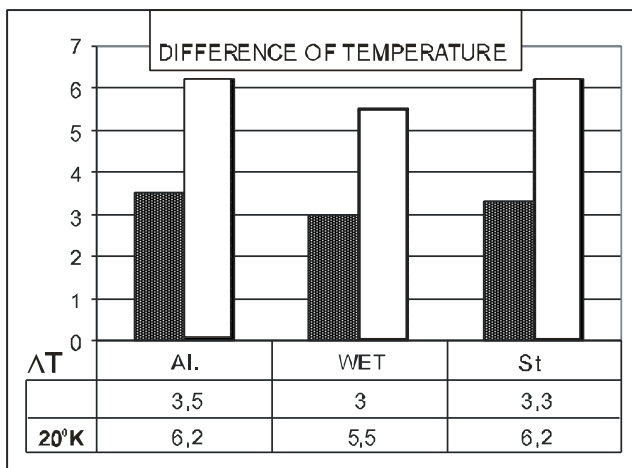
Badania wykonano dla trzech rodzajów materiału ramki dystansowej; aluminium, stal nierdzewna oraz tworzywo sztuczne WET (*ang. Warm Edge Technology*). Rozpatrzono zespolenia szybowe jedno i dwukomorowe o odstępach między szybami 12, 16 i 18 mm.

### 3. WYNIKI

Na podstawie analizy badań termowizyjnych przeprowadzonych dla poszczególnych zespołów szybowych określono różnicę temperatur na ich powierzchni, mierzonej od strony cieplej, pomiędzy częścią centralną oraz obrzeżem.

#### 3.1. Zespolenie szybowe jednokomorowe

Badania przeprowadzone na zespoleniach szybowych jednokomorowych nie wykazały istotnej różnicy w zmianie temperatury części centralnej szyby w stosunku do obrzeża dla zespołów wykonanych na bazie ramek z aluminium i stali nierdzewnej. Różnice zaobserwowano natomiast pomiędzy ramkami metalowymi i ramką ciepłą WET. Wahalała się ona w przedziale od 9% do blisko 14% w zależności od rozważanego gradientu temperatury.



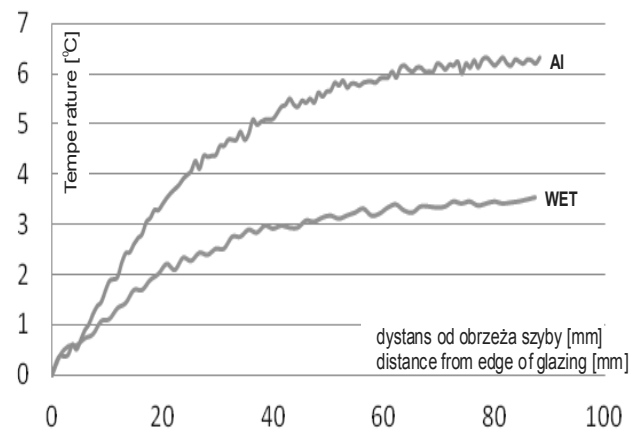
Rys. 5. Różnice temperatury części centralnej i obrzeża szyby jednokomorowej.

Fig.5. Difference of temperature for the single-chamber glazing between central and edge zone.

#### 3.2. Zespolenia szybowe dwukomorowe

Zespolenia dwukomorowe cechuje wyższy od jednokomorowych opór termiczny. Wzrost oporu termicznego zespołów dwukomorowych związany jest z ograniczeniem wymiany ciepła przede wszystkim

w części centralnej. W części obrzeżnej szyby ze względu na wymianę ciepła wynikającą z przewodzenia wzdłuż grubości ramek i szyby, przyrost oporu termicznego jest znacznie niższy niż w strefie centralnej. W efekcie, zaobserwowano większe różnice temperatury na powierzchni tego typu szyb pomiędzy strefą środkową i obrzeżną.



Rys. 6. Rozkład temperatury w szybach dwukomorowych 4/16/4/16/4 z ramką WET i aluminiową.

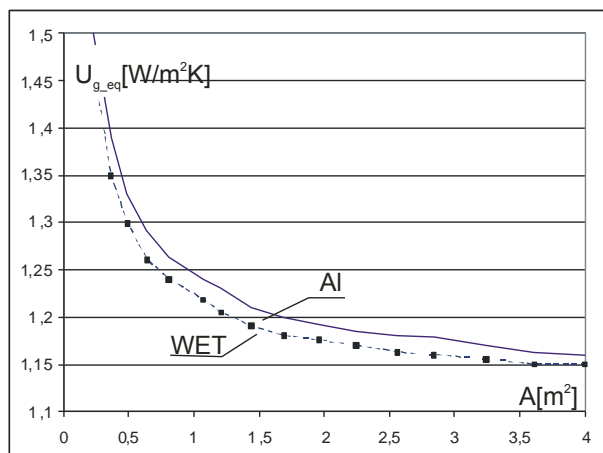
Fig.6. Distribution of temperature for the double-chamber glazing 4/16/4/16/4 with WET and frame spacer.

#### 3.3. Ekwiwalentny współczynnik przenikania ciepła

$$U_{g,eq}$$

Stwierdzone różnice w zakresie rozkładu temperatur części środkowej szyby w stosunku do jej obrzeża oraz różnice temperatury wynikające z rodzaju zastosowanej ramki dystansowej, przekładają się na różnice gęstości strumienia ciepła wymianianego między poszczególnymi strefami szyby i otoczeniem. Aby określić wpływ omawianego zjawiska na wartość współczynnika przenikania ciepła szyby, który deklarowany jest dla strefy centralnej, wykonano obliczenia średnioważonego ekwiwalentnego współczynnika przenikania ciepła  $U_{g,eq}$ . Dla szyby, której współczynnik przenikania ciepła w części centralnej wyniósł  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Z przedstawionego na rysunku 4 wykresu wynika, że wpływ strefy obrzeża na współczynnik przenikania ciepła szyby jest szczególnie istotny dla szyb o małych powierzchniach. Wraz ze wzrostem powierzchni szyby wpływ ten ulega redukcji. W szybach o powierzchni przekraczającej  $3,5 \text{ m}^2$  obserwuje się stabilizację współczynnika przenikania ciepła na poziomie o 4,5 % wyższym od wartości określonej dla strefy centralnej w przypadku ramki WET oraz 6,5% dla ramki aluminiowej.



Rys. 7. Wpływ powierzchni szyby i zastosowanej ramki na ekwiwalentny współczynnik przenikania szyby  $U_{g,eq}$ .  
Fig. 7. Influence of glass area and the used frame for an equivalent heat factor of glazing  $U_{g,eq}$ .

#### 4. WNIOSKI

Różnice w rozkładzie temperatur szyby zespolonej strefy centralnej w stosunku do strefy obrzeża mają wpływ na jej izolacyjność termiczną. Jest ona niższa od wynikającej z deklarowanego dla strefy centralnej współczynnika przenikania ciepła. Niekorzystny wpływ strefy obrzeża szyby jest najbardziej zauważalny w szybach o małych powierzchniach i niskich wartościach współczynnika przenikania ciepła. Jego wartość maleje do poziomu w przedziale o 4,5 - 6,5 % wyższej wartości współczynnika przenikania ciepła od określonej dla części centralnej w szybach o powierzchni większej niż 3,5 m<sup>2</sup>. Ten niekorzystny wpływ można zredukować poprzez osadzenie szyb w profilu okiennym. Wpływ głębokości osadzenia oraz oporu termicznego profilu okiennego na redukcję efektu obrzeża będzie stanowił temat przyszłych badań.

#### Literatura

- [1] ASHARE: Standard method for determining and expressing the heat transfer and Total optical properties of fenestration products, BSR/ASHARE Standard 142P Atlanta, Georgia 1996  
[2] Aydin O., Conjugate heat transfer analysis of double pane windows. Building and Environment 41 (2006)

- [3] Chwieduk D. Modelowanie i analiza pozyskiwania oraz konwersji termicznej energii promieniowania słonecznego w budynku. Warszawa 2006  
[4] Nowak H., Zastosowanie badań termowizyjnych w budownictwie. Wrocław 2012  
[5] Starakiewicz A., Szyszka J., Wybrane aspekty doboru okien w budynkach. Izolacje 11/12/2008  
[6] Starakiewicz A., Bilans cieplny stolarki okiennej. Izolacje 1/2012  
[7] Van Den Bergh S., Hart R., Jelle B. P., Gustavsen A., Window spacers and edge seals in insulating glass units: A state-of-the-art review and future perspectives. Energy and Buildings, Volume 58, March 2013

#### INFLUENCE OF THE SPACER FRAME ON TEMPERATURE DISTRIBUTION ON SURFACE OF GLAZING IN THE LIGHT OF THERMOVISION TESTS

Transparent barriers are an integral part of the building. Their kind and quality has impact on usable interior comfort, and also on the heat balance of the whole object. The individual elements of the glass sets are important for the general thermal characteristic of each window. The paper presents the results of thermovision tests of different kinds of windows. The influence of used distance frames on the temperature distribution on the glass surface near its periphery, and consequently the value of heat transfer coefficient  $U_g$  of the glazing was analyzed.

**Keywords:** transparent barriers, spacer frame, heat transfer, thermovision research