

 MGR INŻ. MONIKA DYBOWSKA, DR INŻ. KRZYSZTOF PAWŁOWSKI

# BALKONY – ANALIZA NUMERYCZNA PARAMETRÓW CIEPLNO-WILGOTNOŚCIOWYCH W ŚWIETLE NOWYCH WYMAGAŃ CIEPLNYCH

Balconies – numerical analysis of hygrothermal parameters in view of the new thermal requirements **ABSTRAKT » S. 57**

W ciągu ostatnich lat w znaczący sposób zostały zaostrzone w Polsce wymagania cieplne dotyczące budynków. W związku z tym niezwykle ważne staje się w procesie projektowym poprawne wykonywanie szczegółowych obliczeń i analiz, które powinny być podstawą wyboru rozwiązań konstrukcyjnych oraz izolacyjnych. Dotyczy to szczególnie złączy, w tym połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową.

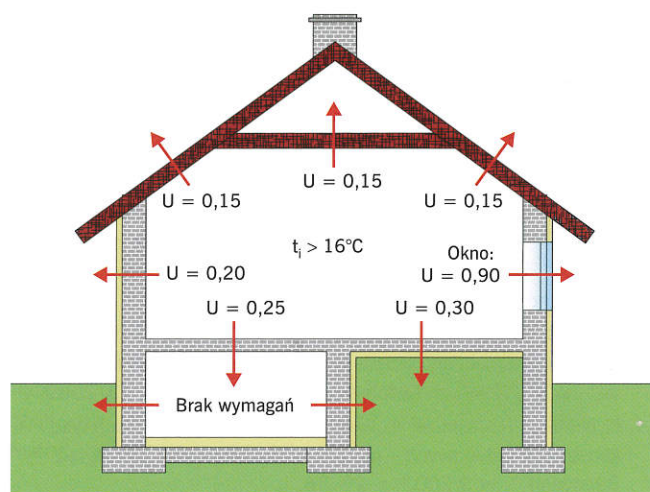
Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1], wprowadzono stopniowe zaostrzanie wymagań w zakresie wartości granicznych współczynnika  $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]. W odniesieniu do ściany zewnętrznej budynku ustalono, że wartość  $U_C$  (maks.):

- » w latach 2014–2016 ma wynosić  $0,25 W/(m^2 \cdot K)$ ,
- » w latach 2017–2020 –  $0,23 W/(m^2 \cdot K)$ ,
- » docelowo od 2021 r. –  $0,20 W/(m^2 \cdot K)$  (RYS. 1).

W rozporządzeniu zmieniającym rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [1], nie sformułowano wymagań w zakresie ograniczania strat ciepła przez złącza budowlane – dotyczących mostków cieplnych. Zostały one sformułowane w wytycznych Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej [2] w odniesieniu do energooszczędnych budynków mieszkalnych o standardzie NF40 i NF15, do których budowy lub zakupu z kredytu będzie można otrzymać dopłatę z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Wartości graniczne liniowego współczynnika przenikania ciepła  $\Psi$  dla mostków cieplnych w „Wytycznych określających podstawowe wymogi niezbędne do osiągnięcia oczekiwanych standardów energetycznych dla budynków mieszkalnych” [2] określono następująco:

- »  $\Psi_{maks.} = 0,20 W/(m \cdot K)$  w odniesieniu do płyt balkonowych w budynkach o standardzie NF40,
- »  $\Psi_{maks.} = 0,10 W/(m \cdot K)$  odnośnie pozostałych mostków cieplnych w budynkach o standardzie NF40,
- »  $\Psi_{maks.} = 0,01 W/(m \cdot K)$  w odniesieniu do mostków cieplnych w budynkach o standardzie NF15.

W celu ograniczenia dodatkowych strat ciepła oraz możliwości obniżenia temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody w miejscu mostka cieplnego należy odpowiednio kształtować ukła-



RYS. 1. Wymagania dotyczące izolacyjności cieplnej przegród w domu jednorodzinnym obowiązujące od 2021 r.; rys.: archiwa autorów

dy materiałowe w danym złączu przegród zewnętrznych budynku. Szczególnie należy zwrócić uwagę na poprawne osadzenie okna w ścianie zewnętrznej, połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową, połączenie jej ze stropodachem oraz ze ścianą fundamentową i podłogą na gruncie.

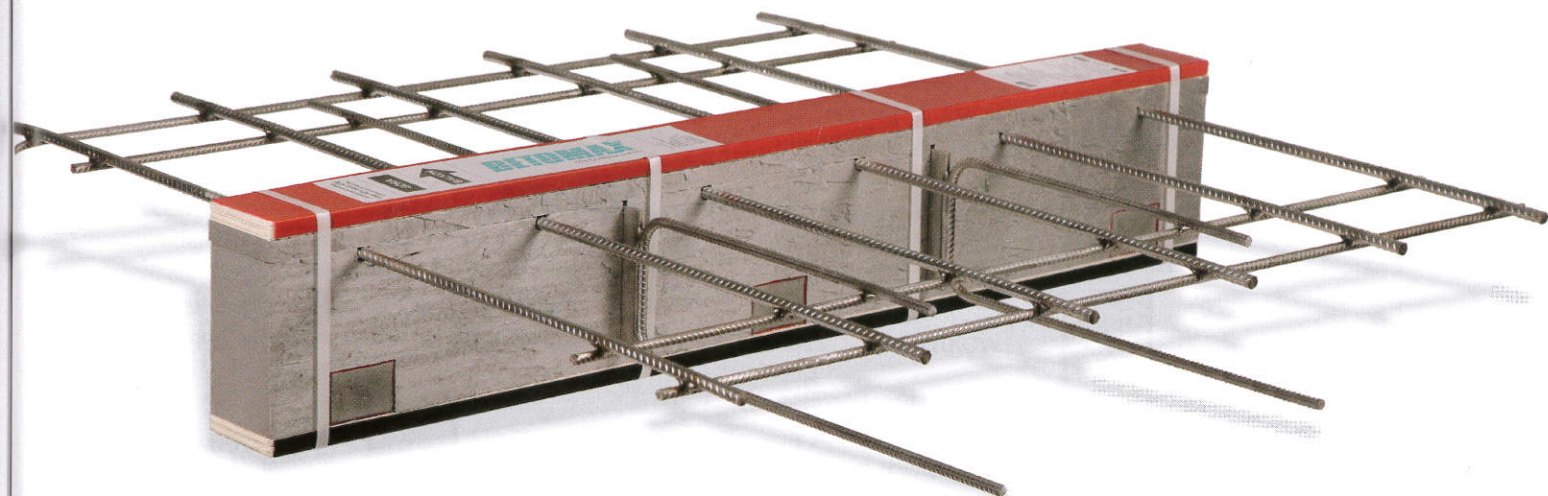
W artykule zostanie przedstawiona szczegółowa analiza parametrów złącza ściany zewnętrznej z balkonem w trzech podstawowych wariantach.

## CHARAKTERYSTYKA ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWYCH BALKONÓW

Ukształtowanie rozwiązania konstrukcyjnego balkonu uzależnione jest od wielu czynników:

- » obciążenia oddziałującego na konstrukcję,
- » wnikania wody opadowej w konstrukcję balkonu,
- » bezpieczeństwa użytkowania przez osoby korzystające z balkonu,
- » mostków termicznych na styku płyty nośnej ze ścianą.

Głównym problemem w konstruowaniu połączenia balkonów ze ścianą jest zachowanie ciągłości termoizolacji. Jednym ze sposobów minimalizacji mostków termicznych jest sposób oparcia płyty na żelbetowych lub stalowych wspornikach kotwionych w wieńcu lub zastosowanie tzw. nośników izotermicznych.



**BETOMAX**  
dla budownictwa

# Łączniki balkonowe ebea KP

Zalety łączników balkonowych ebea KP:

- likwidacja mostków termicznych
- precyzja wykonania
- najwyższej jakości materiały
- trwałość konstrukcji
- łatwy i szybki montaż



**BETOMAX Polska S.A.**  
ul. Górna 2a  
26-200 Korńskie

tel: +48 41 375 1347  
fax: +48 41 375 1348  
betomax@betomax.pl

[www.betomax.pl](http://www.betomax.pl)



RYS. 3. Ustrój płytowo-belkowy; rys.: archiwa autorów

RYS. 4. Łącznik izotermiczny; rys.: Schöck



IZOLACJE | nr 6/2014

## BADANIA I OBLICZENIA WŁASNE

Prawidłowe zaprojektowanie przegród zewnętrznych budynku pod względem cieplnym oraz wilgotnościowym wymaga od projektanta rozpatrzenia każdego złącza za pomocą szczegółowych obliczeń numerycznych lub dokładnych kart katalogowych.

W celu przedstawienia parametrów cieplno-wilgotnościowych mostków termicznych przeprowadzono analizę numeryczną przy wykorzystaniu programu komputerowego. Na ocenę parametrów cieplnych i wilgotnościowych danego złącza pozwalają generowane przez program dane wyjściowe, zawierające wyniki w postaci graficznej i tekstowej.

Do obliczeń przyjęto następujące założenia:

- » budynek zlokalizowany w III strefie – temp. powietrza zewnętrznego  $t_e = -20^\circ\text{C}$ , temp. powietrza wewnętrznego  $t_i = +20^\circ\text{C}$ ,
- » wartości współczynnika przewodzenia ciepła materiałów budowlanych  $\lambda$  [ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] przyjęto na podstawie tablic z prac: „Analiza numeryczna parametrów cieplnych wybranych przegród zewnętrznych budynku i ich złączy” [3] oraz „Praktyczna fizyka ciepła budowli” [4],
- » wartości współczynnika przenikania ciepła  $U_c$  [ $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ] obliczono zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008 [5],
- » warunki przejmowania ciepła na wewnętrznej i zewnętrznej powierzchni przegrody przyjęto zgodnie z normą PN-EN ISO 6946:2008 [5] do obliczenia wielkości strumieni cieplnych oraz zgodnie z normą PN-EN ISO 13788:2003 [6] przy obliczaniu temperatur i czynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$ ,
- » modelowanie analizowanych złączy wykonano zgodnie z zasadami sformułowanymi w normie PN-EN ISO 10211:2008 [7].

W wyniku obliczeń uzyskano wartości strumieni przepływających przez złącza  $\Phi$  [W], rozkład linii strumieni cieplnych

oraz rozkład izoterm. Uzyskane wyniki pozwoliły wyznaczyć wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła  $\Psi$  [ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] według określonych procedur obliczeniowych prezentowanych szczegółowo w pracach: „Analiza numeryczna parametrów cieplnych wybranych przegród zewnętrznych budynku i ich złączy” [3], „Praktyczna fizyka ciepła budowli” [4] oraz „Analiza numeryczna parametrów cieplno-wilgotnościowych złączy ścian zewnętrznych” [8], a także czynnik temperaturowy  $f_{Rsi}$  [-]. Wyniki obliczeń przedstawiono w TABELI.

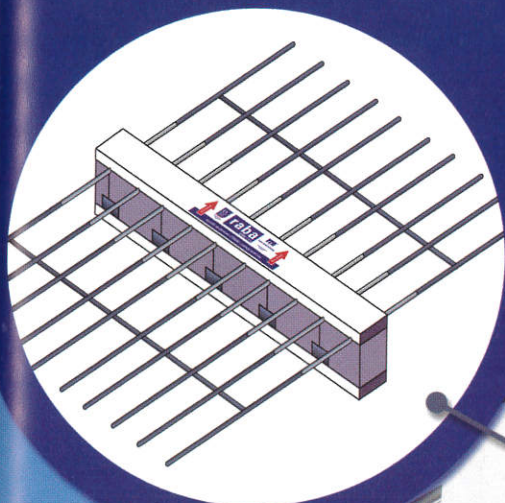
## ANALIZA WYNIKÓW

Na podstawie obliczeń dokonano analizy parametrów charakteryzujących rozpatrywane warianty połączeń (RYS. 6–11) płyty balkonowej ze ścianą zewnętrzną i sformułowano następujące wnioski:

- » analizowane złącza ściany zewnętrznej (przy gr. izolacji cieplnej 20 cm) spełniają podstawowe wymaganie w zakresie izolacyjności cieplnej według rozporządzenia zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych [1]  $U_c = 0,171 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}) < U_{c(\text{maks.})} = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . Jednak połączenie z płytą balkonową generuje dodatkowe straty ciepła określone w postaci parametrów:  $\Phi$  [W],  $L^{2D}$  [ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ],  $\Psi_i$  [ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] oraz występuje obniżenie temperatury na wewnętrznej powierzchni przegrody  $t_{si, \text{min.}}$  [ $^\circ\text{C}$ ];
- » w aspekcie oceny cieplno-wilgotnościowej najbardziej korzystnym rozwiązaniem jest wariant III – połączenie ściany zewnętrznej z płytą balkonową za pomocą łącznika izotermicznego. Uzyskano wartości liniowego współczynnika przenikania ciepła  $\Psi_i$  [ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ] na poziomie 0,094 (przy 12-centymetrowej izolacji cieplnej) oraz 0,081 (przy 20-centymetrowej izolacji cieplnej). Poza tym rozwiązanie według wariantu I powoduje obniżenie temperatury

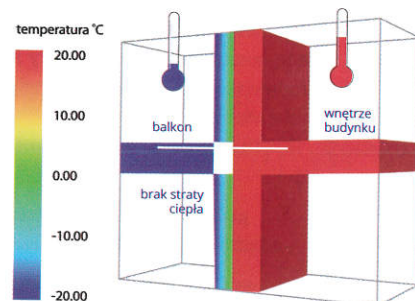
REKLAMA

# Innowacyjny system montażu balkonów ŁĄCZNIKI TERMOIZOLACYJNE IZORABA



## Płyta balkonowa z łącznikiem termoizolacyjnym IZORABA

$\Psi = 0,055 \text{ W}/\text{K}$  – w miejscu połączenia balkonu ze ścianą i stropem.



Aprobata techniczna ITB  
AT-15-8862/2014

Tel: 12 274-36-00 lub 601-46-40-44 oraz 601-46-46-71

E-mail: [prefabrykaty@raba.pl](mailto:prefabrykaty@raba.pl) lub [biuro@raba.pl](mailto:biuro@raba.pl)

[www.raba.pl](http://www.raba.pl)

**raba**  
spółka z o.o.

» na wewnętrznej powierzchni przegrody do poziomu, w którym występuje ryzyko kondensacji powierzchniowej, ponieważ  $f_{Rsi} < f_{Rsi, kryt.}$ . Wartość graniczna (krytyczna) czynnika temperaturowego, przy uwzględnieniu parametrów powietrza wewnętrznego i zewnętrznego, analizowanych wariantów obliczeniowych wynosi  $f_{Rsi (kryt.)} = 0,778$ ;

» w zakresie spełnienia wymagań stawianych budynkom w standardzie niskoenergetycznym NF 40 tylko złącze z wariantu III (przy grubości izolacji cieplnej 20 cm) spełnia wymaganie w zakresie liniowego współczynnika przenikania ciepła  $\Psi = 0,081 \text{ W/(m}\cdot\text{K)} < \Psi_{maks.} = 0,20 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ . Pozostałe przypadki nie spełniają wymagań dotyczących budynków zarówno w standardzie NF40, jak i NF15.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Projektowanie połączenia ściany zewnętrznej z płytą balkonową jest zagadnieniem złożonym i wymaga obliczeń i analiz w zakresie konstrukcyjnym i cieplno-wilgotnościowym. Takie szczegółowe obliczenia powinny być podstawą doboru materiałów.

Szczegółowe określenie parametrów cieplnych tego typu złączy za pomocą programu komputerowego pozwala na miarodajne oszacowanie strat ciepła i rozkładu temperatur oraz uniknięcie błędów na etapie wykonywania i eksploatacji budynków.

Przedstawione warianty obliczeniowe nie wyczerpują wszystkich rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych złączy ściany zewnętrznej z płytą balkonową. Zasadne jest więc opracowanie kart katalogowych, np. w wypadku styku ściany zewnętrznej z płytą balkonową i otworami okiennymi.

## LITERATURA

1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU z 2013 r., poz. 926).
2. „Wytyczne określające podstawowe wymagania niezbędne do osiągnięcia oczekiwanych standardów energetycznych dla budynków mieszkalnych oraz sposób weryfikacji projektów i sprawdzania wykonanych domów energooszczędnych”, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej; dostępny w internecie: [www.nfosigw.gov.pl](http://www.nfosigw.gov.pl).

RYS. 6–7. Wariant I analizowanego złącza – linie strumieni cieplnych – adiabaty (6) oraz rozkłady temperatur – izotermy (7); rys.: archiwa autorów

RYS. 8–9. Wariant II analizowanego złącza – linie strumieni cieplnych – adiabaty (8) oraz rozkłady temperatur – izotermy (9); rys.: archiwa autorów

RYS. 10–11. Wariant III analizowanego złącza – linie strumieni cieplnych – adiabaty (10) oraz rozkłady temperatur – izotermy (11); rys.: archiwa autorów

| Parametr                                                                                                              |                                                | Wyniki dla wariantu         |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                                                                                       |                                                | I                           |       | II    |       | III   |       |
|                                                                                                                       |                                                | przy izolacji cieplnej gr.: |       |       |       |       |       |
|                                                                                                                       |                                                | 12 cm                       | 20 cm | 12 cm | 20 cm | 12 cm | 20 cm |
| Parametry cieplne złącza                                                                                              | $U_c$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]                  | 0,273                       | 0,177 | 0,273 | 0,177 | 0,273 | 0,177 |
|                                                                                                                       | $\Phi$ [W]                                     | 47,02                       | 35,81 | 40,68 | 28,26 | 25,63 | 17,41 |
|                                                                                                                       | $\Phi_g$ [W]                                   | 17,47                       | 12,88 | 15,43 | 10,53 | 11,48 | 7,69  |
|                                                                                                                       | $\Phi_d$ [W]                                   | 29,55                       | 22,93 | 25,25 | 17,73 | 14,15 | 9,72  |
|                                                                                                                       | $L^{2D}$ [W/(m·K)]                             | 1,176                       | 0,895 | 1,017 | 0,707 | 0,641 | 0,435 |
|                                                                                                                       | $\Psi_{ig}$ [W/(m·K)]                          | 0,164                       | 0,145 | 0,113 | 0,086 | 0,014 | 0,015 |
|                                                                                                                       | $\Psi_{id}$ [W/(m·K)]                          | 0,465                       | 0,396 | 0,357 | 0,266 | 0,080 | 0,066 |
|                                                                                                                       | $\Psi_i$ [W/(m·K)]                             | 0,628                       | 0,541 | 0,470 | 0,352 | 0,094 | 0,081 |
| Ocena ryzyka kondensacji powierzchniowej (temp. min. przy: $t_e = -20^{\circ}\text{C}$ , $t_i = 20^{\circ}\text{C}$ ) | $t_1$ ( $t_{si,min.}$ ) [ $^{\circ}\text{C}$ ] | 10,80                       | 12,40 | 12,52 | 14,52 | 17,12 | 17,88 |
|                                                                                                                       | $t_2$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]                   | 13,63                       | 14,83 | 14,91 | 16,32 | 17,37 | 18,20 |
|                                                                                                                       | $f_{Rsi}$ [-]                                  | 0,770                       | 0,810 | 0,813 | 0,863 | 0,928 | 0,947 |

TABELA. Wyniki analizy numerycznej złączy

Objaśnienia:

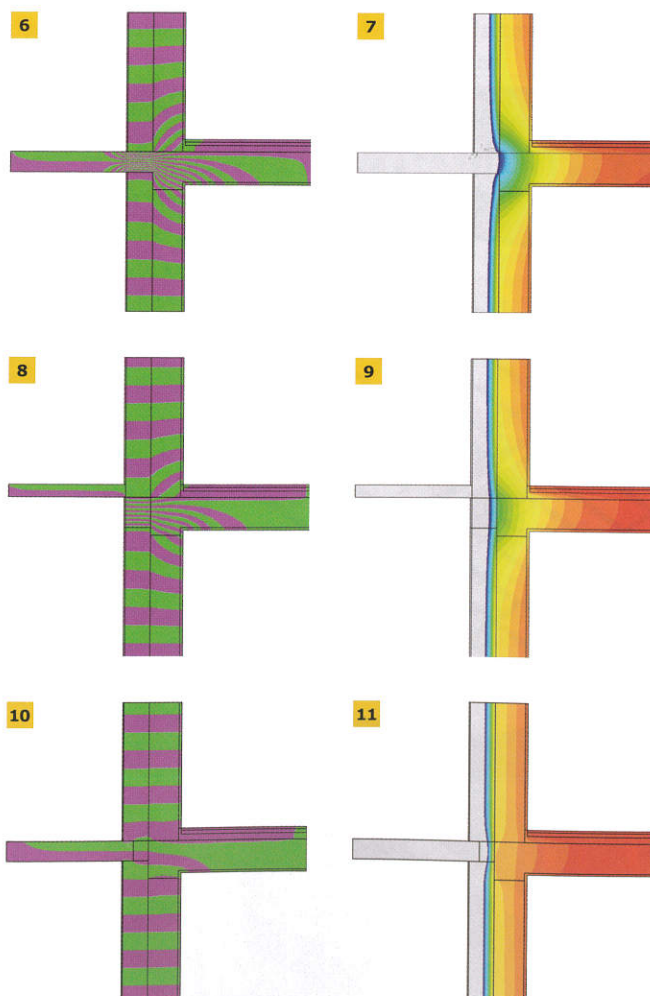
$U_c$  – współczynnik przenikania ciepła ściany zewnętrznej  $[\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}]$ ;

$\Phi$  – wielość strumienia cieplnego przepływającego przez złącze,  $\Phi_g$  – dotyczy górnej części złącza,  $\Phi_d$  – dotyczy dolnej części złącza  $[\text{W}]$ ;  $L^{2D}$  – współczynnik sprzężenia cieplnego  $[\text{W/(m}\cdot\text{K)}]$ ;

$\Psi_i$  – liniowy współczynnik przenikania ciepła,  $\Psi_{ig}$  – dotyczy górnej części złącza,  $\Psi_{id}$  – dotyczy dolnej części złącza  $[\text{W/(m}\cdot\text{K)}]$ ;

$t_1, t_2$  – temperatury na stykach wewnętrznych złącza  $[\text{C}]$ ,  $t_{si, min.}$  – temperatura minimalna w złączu na wewnętrznej powierzchni przegrody  $[\text{C}]$ ;

$f_{Rsi}$  – czynnik temperaturowy  $[-]$



3. M. Dybowska, „Analiza numeryczna parametrów cieplnych wybranych przegród zewnętrznych budynku i ich złączy”, praca magisterska, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2005.
4. A. Dylla, „Praktyczna fizyka ciepła budowli. Szkoła projektowania złączy budowlanych”, Wydawnictwo Uczelniane UTP, Bydgoszcz 2009.
5. PN-EN ISO 6946:2008, „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
6. PN-EN ISO 13788:2003, „Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku. Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa. Metody obliczania”.
7. PN-EN ISO 10211:2008, „Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe”.
8. K. Pawłowski, M. Dybowska, „Analiza numeryczna parametrów ciepłno-wilgotnościowych złączy ścian zewnętrznych”, „IZOLACJE”, nr 10/2012, s. 80–85.

#### ABSTRAKT

W artykule dokonano szczegółowej analizy porównawczej parametrów cieplnych złączy dwuwarstwowych ścian zewnętrznych z płytami balkonowymi. Przedstawiono wyniki obliczeń numerycznych wybranych rozwiązań konstrukcyjno-materiałowych. Na podstawie otrzymanych wyników parametrów ciepłno-wilgotnościowych analizowanych złączy opracowano karty katalogowe niezbędne w projektowaniu przegród z uwzględnieniem wymagań Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

The article presents a detailed comparative analysis of thermal parameters of two-layer joints between exterior walls and balcony slabs. It also presents the results of numerical calculations of selected structural and material solutions. Based on the obtained results of hygrothermal parameters of the analysed joints, data sheets necessary to design partition walls have been developed, taking into account the Ordinance of the Minister of Transport, Construction and Maritime Economy of 5 July 2013 amending the Ordinance on technical conditions to be met by buildings and their location.

KRZYSZTOF PAWŁOWSKI ukończył kierunek budownictwo na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Pracuje w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska UTP w Bydgoszczy. Przedmiotem jego zainteresowań badawczych jest kształtowanie zewnętrznych przegród budowlanych i ich złączy w aspekcie ciepłno-wilgotnościowym. Jest autorem i współautorem 30 artykułów w zakresie budownictwa ogólnego, fizyki budowli i materiałów budowlanych. Posiada uprawnienia do wykonywania świadectw charakterystyki energetycznej budynków i lokali.

MONIKA DYBOWSKA ukończyła kierunek budownictwo na Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, gdzie pracuje w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli na stanowisku asystenta. Jej zainteresowania badawcze dotyczą charakterystyki ciepłno-wilgotnościowej przegród zewnętrznych i ich złączy.



Instytut  
Mechanizacji Budownictwa  
i Górnictwa Skalnego



## Materiały termoizolacyjne i hydroizolacyjne

- testy
- badania
- aprobaty
- certyfikaty



**Badania wykonujemy z wykorzystaniem,  
jedynego w Polsce, aparatu do pomiarów  
współczynnika przewodzenia ciepła  
w zakresie temperatur: od -160 do +700 °C**

#### Kontakt:

Oddział Zamiejscowy IMBiGS w Katowicach  
Centrum Badawcze Materiałów Budowlanych „Izolacja”

Al. W. Korfantego 193 A, 40-157 Katowice

tel.: 32 258-13-73, 32 258-05-72

tel./fax: 32 258-35-53

e-mail: [izolacja@imbigs.pl](mailto:izolacja@imbigs.pl)

[www.imbigs.pl](http://www.imbigs.pl)

REKLAMA

