

MGR INŻ. JERZY ŻURAWSKI, MGR JAKUB SZYMCZAK

# TECHNOLOGIE OCIEPLANIA ŚCIAN A MOCOWANIE NA ELEWACJI BUDEK DLA PTAKÓW

Thermal wall insulation technologies vs. installation of nesting boxes on façades **ABSTRAKT » S. 37**

Podczas poprawy efektywności energetycznej przegród budowlanych nie można zapominać o innych użytkownikach budynków – ptakach. Im także należy zapewnić odpowiednie miejsca. W przeciwnym razie mogą same stworzyć sobie warunki do życia, co zazwyczaj wiąże się z przyspieszoną destrukcją wykonanego ocieplenia.

W budownictwie efektywność energetyczna opisywana jest przez wiele bardzo różnych parametrów i wskaźników. Do najważniejszych należą:

- » nieodnawialna energia pierwotna – EP,
- » energia końcowa – EK,
- » energia użytkowa – EU,
- » izolacyjność termiczna przegród budowlanych,
- » efektywna energetycznie wentylacja,
- » efektywny energetycznie system grzewczy, chłodniczy, sterowanie i zarządzanie energią.

Konieczne jest spełnienie wymagań w zakresie:

- » maksymalnych dopuszczalnych wartości współczynnika przenikania ciepła dla ścian i dachów (TABELA 1), które ulegają systematycznemu obniżaniu,
- » zapewnienia odpowiedniej konstrukcji ścian, tak by nie występowała kondensacja międzywarstwowa, aby wartość współczynnika temperaturowego w żadnym miejscu konstrukcji budynku nie przekraczała wartości granicznej  $f_{Rsi} \leq 0,72$  (przy obliczaniu charakterystyki energetycznej budynku należy uwzględnić wpływ mostków cieplnych).

Część budynków będzie termomodernizowana do wymagań obowiązujących od 2017 r., część do wymagań obowiązujących od 2021 r. (budynki użyteczności publicznej od 2019 r.). Ze względu

na niską emisję oraz na światowe trendy poprawy efektywności energetycznej w budownictwie realizowane będą różnego rodzaju ulepszenia, w tym ocieplanie ścian. Z tego powodu niezbędne będzie stosowanie rozwiązań zapewniających ptakom odpowiednie warunki lęgowe oraz życiowe, przy jednoczesnym spełnieniu wymagań prawnych ujętych w Prawie budowlanym [2].

## OCIEPLENIE ŚCIAN ZEWNĘTRZNYCH

Straty ciepła przez ściany zewnętrzne zależą od współczynnika kształtu A/V, co stanowi ok. 20–35% całkowitych strat. W TABELI 2 zamieszczono grubości izolacji termicznej, przy których spełnione są wymagania prawne.

Spełnienie wymagań w zakresie izolacyjności termicznej ścian o konstrukcji z cegły pełnej obowiązujących od 2017 r. wymagać będzie izolacji cieplnej o grubości minimalnej od 9 cm do ponad 18 cm, w zależności od konstrukcji ściany. Od 2019 r. grubość izolacji wzrosnie do 20 cm i więcej. W budynkach niemal zeroenergetycznych izolacja może wzrosnąć nawet do 30 cm. Wykonanie termomodernizacji ścian zewnętrznych wymagać będzie zaprojektowania i wykonania przestrzeni lęgowych dla ptaków, natynkowo lub podtynkowo.

## KONSTRUKCJA TYPOWYCH ŚCIAN

Ściany istniejących budynków poddawanych termomodernizacji zbudowane są najczęściej z cegły pełnej o gr. 25 cm lub 38 cm, czasami z cegły dziurawki, kratówki, gazobetonu oraz w technologii wielkiej płyty. Technologii wielkopłytyowych stosowanych w Polsce jest wiele i mają często charakter regionalny. Na Dolnym Śląsku przeważają technologie WWP, WK-70, W-70, a ich występowanie jest zróżnicowane ze względu na położenie:

- » ściany szczytowe typu WWP, WK-70, W-70,
- » ściany podłużne typu WWP, WK-70, W-70.

W TABELI 3 zamieszczono szczegóły dotyczące izolacyjności termicznej najczęściej występujących ścian.

Lokalizacja gniazd ptaków w istniejących budynkach znajduje się najczęściej w górnej części ścian, przy stropodachach wentylowanych i niewentylowanych, pod gzymsami i obróbkami blacharskimi. Po termomodernizacji budynku, szczególnie po ociepleniu ścian, inwestor powinien stworzyć warunki dla ptaków. Jeżeli nie zapewni się odpowiednich warunków, ptaki mogą same stworzyć sobie miejsce do życia, co zazwyczaj wiąże się z przyspieszoną destrukcją wykonanego ocieplenia.

Miejsca lęgowe dla ptaków po ociepleniu ścian powinny znajdować się w podobnych miejscach jak przed, czyli w wyższych

Wymagania w latach	Ściany [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Dach [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Podłoga na gruncie [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
2014–2016	0,25	0,2	0,3
2017–2020	0,23	0,18	0,3
Od 2021 r.	0,2	0,15	0,3
Budynki NF40	0,2	0,15	0,25
Budynki NF15 (budynki pasywne)	0,12	0,12	0,12

TABELA 1. Wartości graniczne współczynnika przenikania ciepła dla wybranych przegród według WT 2013 [1] oraz programu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej Domy z dopłatą NF 40 i NF15

Wymagania prawne obowiązujące w latach	Ściany [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Grubość materiału termoizolacyjnego [m] umożliwiająca spełnienie odpowiednich wymagań prawnych przy λ [W/(m·K)]			
		styropian o λ = 0,04 W/(m·K)	styropian o λ = 0,031 W/(m·K)	wełna min. λ = 0,042 W/(m·K)	PIR o λ = 0,023 W/(m·K)
WT 2014–2016	0,25	0,14	0,11	0,15	0,08
WT 2017–2019 (2020)	0,23	0,16	0,12	0,16	0,09
WT od 2020 (2021)	0,2	0,18	0,14	0,19	0,1
Budynek NF40	0,2	0,18	0,14	0,19	0,1
Budynek NF15	0,12	0,32	0,25	0,33	0,15
Optymalna wartość U dla ściany	0,121	0,31	0,24	0,33	0,15

TABELA 2. Grubości różnych materiałów termoizolacyjnych dobrane tak, aby spełnić odpowiednie wymagania izolacyjne

Ściana	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U według WT 2017 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U według WT 2021 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
Z cegły pełnej 25 cm obustronnie otynkowana	1,882	0,22	0,2
Z cegły pełnej 38 cm obustronnie otynkowana	1,428		
Szczytowa prefabrykowana typu WWP 70	0,743		
Szczytowa prefabrykowana typu WWP 84	0,513		
Ośłonowa prefabrykowana typu Wk-70	0,65		
Ośłonowa prefabrykowana typu W 70	0,653		
Szczytowa prefabrykowana typu W 70	0,636		

TABELA 3. Parametry izolacyjne najczęściej występujących ścian

partiach budynków. Miejsca te mogą być wykonane w sposób ciągły lub przez zastosowanie autonomicznych domków dla ptaków, zlokalizowanych natynkowo lub ukrytych w izolacji. Ze względu na trwałość rozwiązań i estetykę lepiej jest ukryć domki dla ptaków w izolacji. Pojawia się jednak obawa, czy rozwiązania te są prawidłowe ze względów cieplno-wilgotnościowych.

### KONSTRUKCJE DOMKÓW DLA PTAKÓW

W chwili obecnej dostępne są na rynku różnego rodzaju domki i budki dla ptaków, przewidziane do stosowania na elewacji (natynkowe) oraz ukryte w izolacji termicznej (podtynkowe). Stosowane na elewacji wymagają użycia odpowiednich łączników mechanicznych i nie

stwarzają raczej problemów cieplno-wilgotnościowych. Ze względu na bezpośredni kontakt z czynnikami atmosferycznymi trwałość tego rodzaju rozwiązań jest niezadowalająca.

Istnieje też możliwość ukrycia domku dla ptaków pod tynkiem. Takie rozwiązania są trwalsze i bardziej estetyczne. Zastosowanie tego rodzaju rozwiązań może być oparte o wyroby gotowe lub wykonywane indywidualnie na budowie (FOT. 1–2).

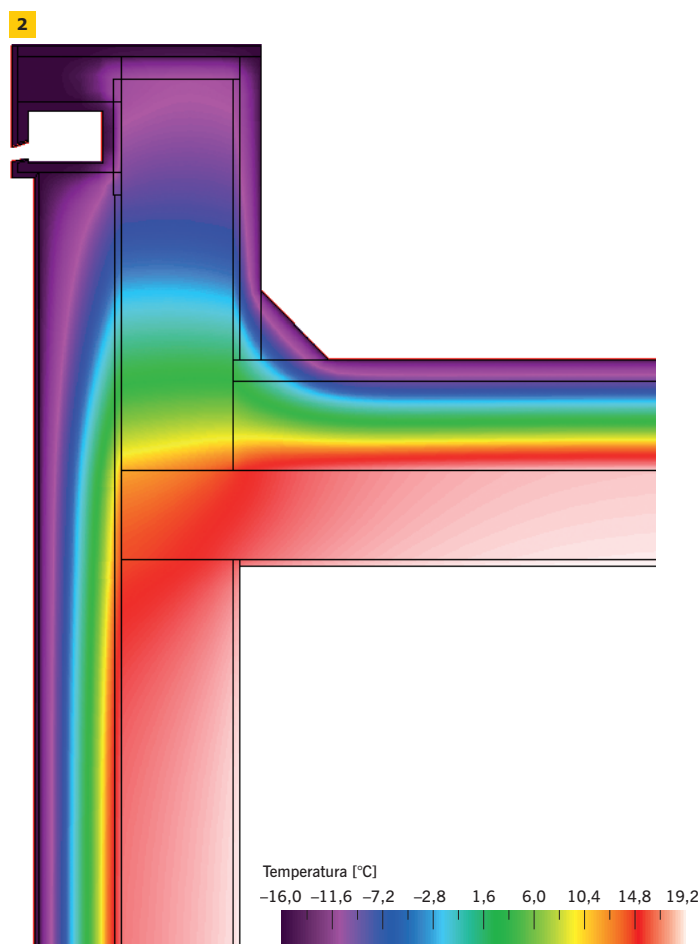
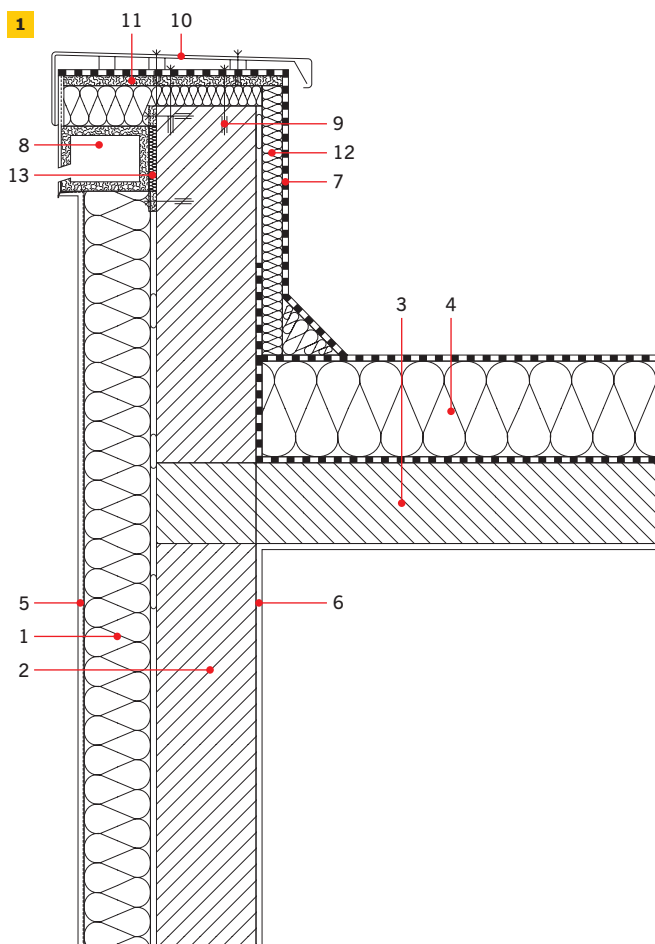
Obecnie dostępne są gotowe natynkowe domki dla ptaków, wyprodukowane z drewna lub trocinobetonu. Domki mocowane są za pomocą czterech łączników mechanicznych o średnicy  $\varphi \geq 6-8$  mm i głębokości kotwienia  $l_k \geq 80$  mm. Domki wykonane z drewna powinny być zabezpieczone środkami dopuszczonymi do stosowania w pomieszczeniach użytkowanych przez człowieka. »



FOT. 1. Ciągłe miejsca dla ptaków ukryte w izolacji termicznej wykonane na budowie; fot.: archiwum autorów



FOT. 2. Natynkowy domek dla ptaków; fot.: budkalegowa.eu



rys. 1–2. Węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie attykowej i ze stropodachem niewentylowanym; rys. archiwum autorów

**1** – izolacja termiczna 17 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , **2** – ściana murowana 25 cm, **3** – żelbet 20 cm, **4** – izolacja termiczna 25 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , **5** – tynk zewnętrzny na siatce, **6** – tynk wewnętrzny, **7** – izolacja przeciwwodna, **8** – budka łęgowa z drewna, **9** – łączniki mechaniczne, **10** – blacha ocynkowana, **11** – element drewniany, **12** – izolacja termiczna 5 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , **13** – izolacja termiczna 2 cm,  $\lambda = 0,020 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

## » NAJCZĘŚCIEJ WYSTĘPUJĄCE PRZYKŁADY LOKALIZACJI DOMKÓW

Najczęściej spotykana konstrukcja ściany w istniejących budynkach wykonana jest z cegły pełnej o gr. 25 cm lub 38 cm. Zastosowanie domków dla ptaków podtynkowo ma wpływ na temperaturę na wewnętrznej powierzchni przegrody oraz na zwiększenie wpływu mostka cieplnego na bilans energetyczny budynku. Aby określić wpływ wychłodzenia przegrody i w związku z tym ryzyko rozwoju grzybów pleśniowych w pomieszczeniach, należy obliczyć wartość współczynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$ , który zgodnie z prawem powinien być większy od 0,72, oraz obliczyć wartości współczynnika liniowego przewodzenia ciepła  $\psi$  (potocznie zwanego mostkiem cieplnym) i uwzględnić w określeniu charakterystyki energetycznej budynku.

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	$\psi$ [W/(m·K)]
Ściana	0,2000	1,5000	0,3000
Stropodach	0,1450	1,5000	0,2175
Przeliczenie	0,2838	2,0743	0,5887
Wartość mostka $\psi$ [W/(m·K)]			0,071

TABELA 4. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  i stropodachu o  $U = 0,145 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

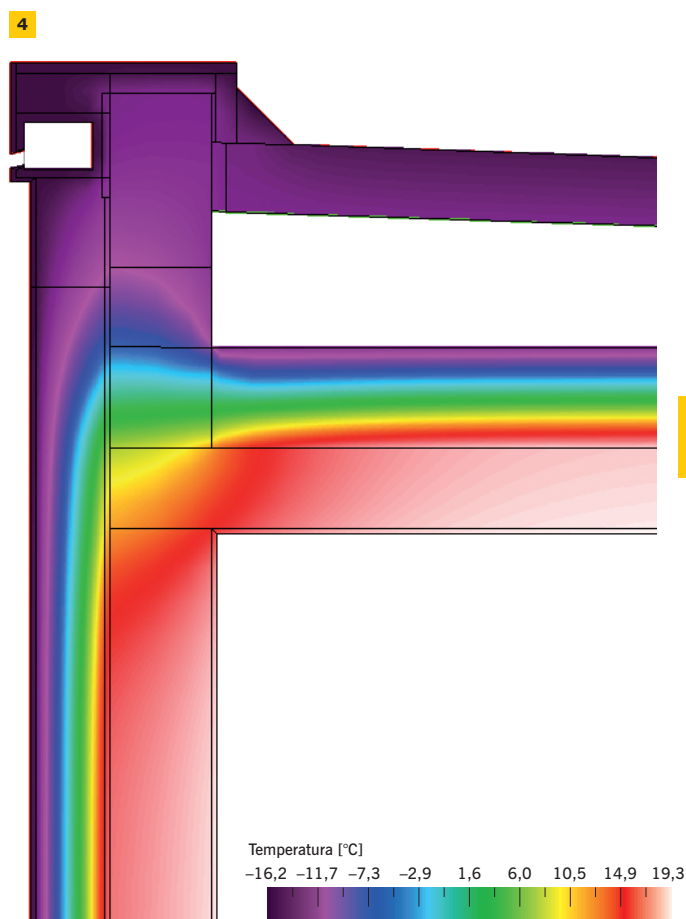
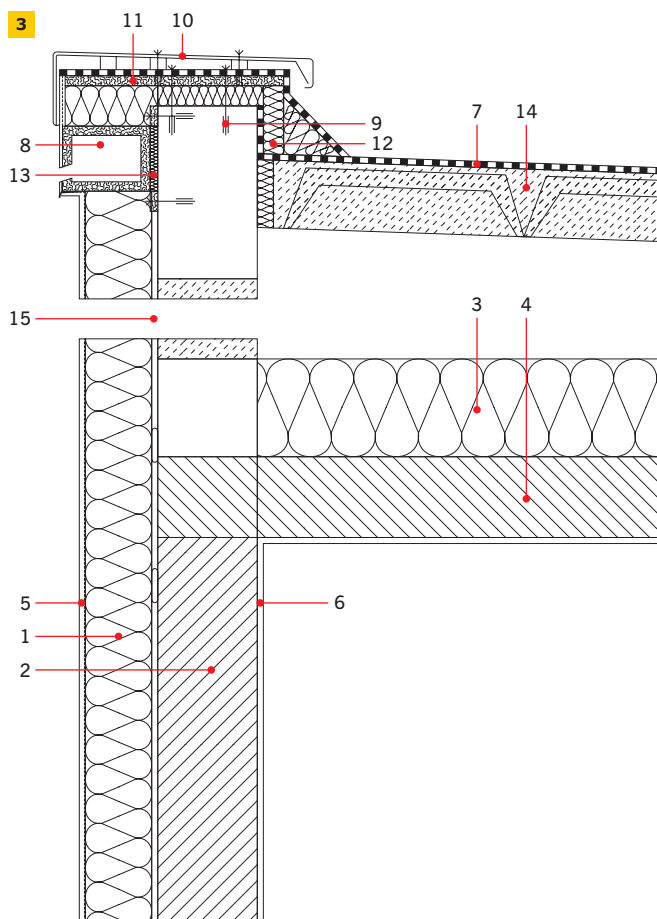
Na rys. 1–2. pokazano węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie attykowej i ze stropodachem niewentylowanym.

Dla konstrukcji węzła ściana z cegły izolowana materiałem termoizolacyjnym o  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,  $U$  ściany wynosi  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , stropodach niewentylowany o  $U = 0,145 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ . W celu zmniejszenia wpływu mostka cieplnego na domku dla ptaków zaprojektowano izolację o gr. 2 cm z pianki poliuretanowej. Wartość liniowego współczynnika przenikania ciepła zamieszczono w TABELI. 4. Wartość współczynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$  i ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych wynosi  $f_{Rsi} = 0,91$  ( $f_{Rsi,max} = 0,72$ ).

Wykonanie mocowania domku dla ptaków bez dodatkowej izolacji termicznej o gr. 2 cm z pianki poliuretanowej między domkiem a murem zwiększa wartość  $\psi$  (TABELA 5) oraz obniża wartość  $f_{Rsi}$  do 0,90.

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	$\psi$ [W/(m·K)]
Ściana	0,2000	1,5000	0,3000
Stropodach	0,1450	1,5000	0,2175
Therm	0,2882	2,0743	0,5978
Wartość mostka $\psi$ [W/(m·K)]			0,080

TABELA 5. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  i stropodachu o  $U = 0,145 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$



RYS. 3-4. Węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie attykowej i ze stropodachem niewentylowanym; rys.: archiwum autorów

1 – izolacja termiczna 17 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , 2 – ściana murowana 25 cm, 3 – żelbet 20 cm, 4 – izolacja termiczna 25 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , 5 – tynk zewnętrzny na siatce, 6 – tynk wewnętrzny, 7 – izolacja przeciwwodna, 8 – budka lęgowa z drewna, 9 – łączniki mechaniczne, 10 – blacha ocynkowana, 11 – element drewniany, 12 – izolacja termiczna 5 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , 13 – izolacja termiczna 2 cm,  $\lambda = 0,020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , 14 – pokrycie z płyt korytkowych, 15 – otwór wentylacyjny

Na RYS. 3-4 przedstawiono węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie attykowej i ze stropodachem niewentylowanym.

Dla konstrukcji węzła ściana z cegły izolowana materiałem termoizolacyjnym o  $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , U ściany wynosi  $U = 0,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ , stropodach niewentylowany o  $U = 0,145 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ . W celu zmniejszenia wpływu mostka cieplnego na domku dla ptaków zaprojektowano izolację o gr 2 cm z pianki poliuretanowej. Wartość współczynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$  i ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych wynosi  $f_{Rsi} = 0,88$  ( $f_{Rsi,max} = 0,72$ ). Wartość liniowego współczynnika przenikania zamieszczono w TABELI 6.

Wykonanie mocowania domku dla ptaków bez dodatkowej izolacji termicznej o gr 2 cm z pianki poliuretanowej między domkiem a murem zwiększa wartość  $\psi$  oraz obniża wartość  $f_{Rsi}$ . Wartość współczynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$  i ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych wynosi  $f_{Rsi} = 0,87$  ( $f_{Rsi,max} = 0,72$ ), wartość liniowego współczynnika przenikania zamieszczono w TABELI 7.

Na RYS. 5-6 przedstawiono węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie zewnętrznej i ze stropodachem niewentylowanym.

Dla konstrukcji węzła ściana z cegły izolowana materiałem termoizolacyjnym o  $\lambda = 0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ , U ściany wynosi  $U = 0,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ , »



**budki lęgowe dla ptaków na budynki i obiekty inżynierskie**

tel. 609 727 227 [biuro@ekowyspa.eu](mailto:biuro@ekowyspa.eu)

[www.ekowyspa.eu](http://www.ekowyspa.eu)







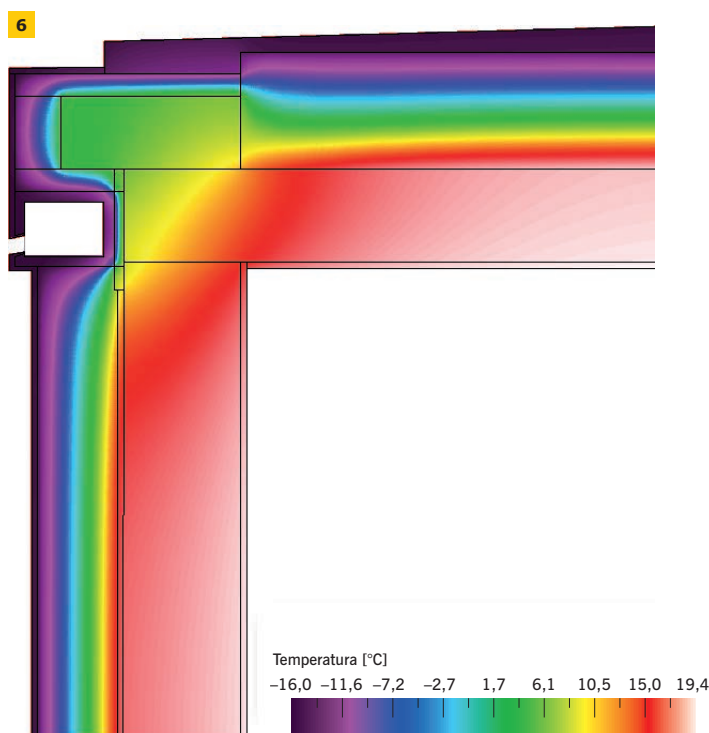
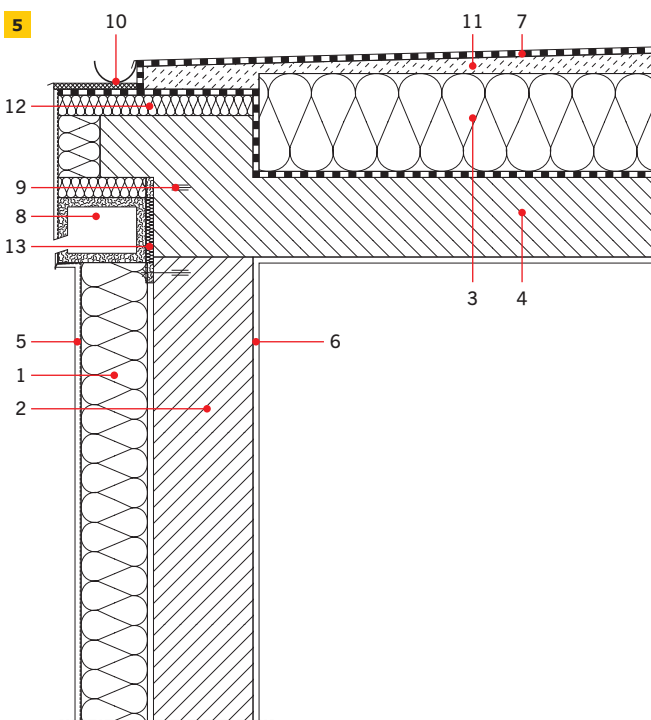
REKLAMA

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	ψ [W/(m·K)]
Ściana	0,2000	2,0000	0,4000
Stropodach	0,1450	2,0000	0,2900
Therm	0,2942	2,5630	0,7540
Wartość mostka cieplnego ψ [W/(m·K)]			0,064

TABELA 6. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o U = 0,2 W/(m<sup>2</sup>·K) i stropodachu o U = 0,145 W/(m<sup>2</sup>·K)

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	ψ [W/(m·K)]
Ściana	0,2000	2,0000	0,4000
Stropodach	0,1450	2,0000	0,2900
Therm	0,2952	2,5630	0,7566
Wartość mostka cieplnego ψ [W/(m·K)]			0,067

TABELA 7. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o U = 0,2 W/(m<sup>2</sup>·K) i stropodachu o U = 0,145 W/(m<sup>2</sup>·K)



rys. 5-6. Węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie zewnętrznej i ze stropodachem niewentylowanym; rys.: archiwum autorów

1 – izolacja termiczna 17 cm, λ = 0,038 W/(m·K), 2 – ściana murowana 25 cm, 3 – żelbet 20 cm, 4 – izolacja termiczna 25 cm, λ = 0,038 W/(m·K), 5 – tynk zewnętrzny na siatce, 6 – tynk wewnętrzny, 7 – izolacja przeciwwodna, 8 – budka lęgowa z drewna, 9 – łączniki mechaniczne, 10 – rynna, 11 – warstwa spadkowa, 12 – izolacja termiczna 5 cm, λ = 0,038 W/(m·K), 13 – izolacja termiczna 2 cm, λ = 0,020 W/(m·K)

» stropodach niewentylowany o U = 0,145 W/(m<sup>2</sup>·K). W celu zmniejszenia wpływu mostka cieplnego na domku dla ptaków zaprojektowano izolację o gr. 2 cm z pianki poliuretanowej. Wartość współczynnika temperaturowego f<sub>Rsi</sub> i ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych wynosi f<sub>Rsi</sub> = 0,86 (f<sub>Rsi,max</sub> = 0,72). Wartość liniowego współczynnika przenikania zamieszczono w TABELI 8.

W rozwiązaniu węzła bez izolacji termicznej i przy wykonaniu mocowania domku dla ptaków bez dodatkowej izolacji termicznej o gr. 2 cm z pianki poliuretanowej między domkiem a murem zwiększa się wartość ψ (TABELA 9), a f<sub>Rsi</sub> = 0,73.

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	ψ [W/(m·K)]
Ściana	0,2000	1,5000	0,3000
Stropodach	0,1450	1,5000	0,2175
Therm	0,3635	2,0525	0,7461
Wartość mostka ψ [W/(m·K)]			0,229

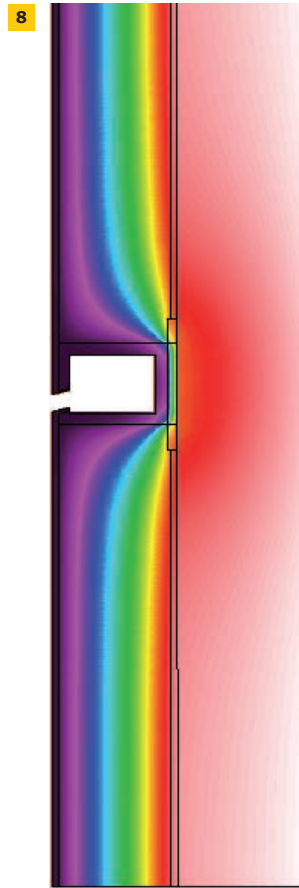
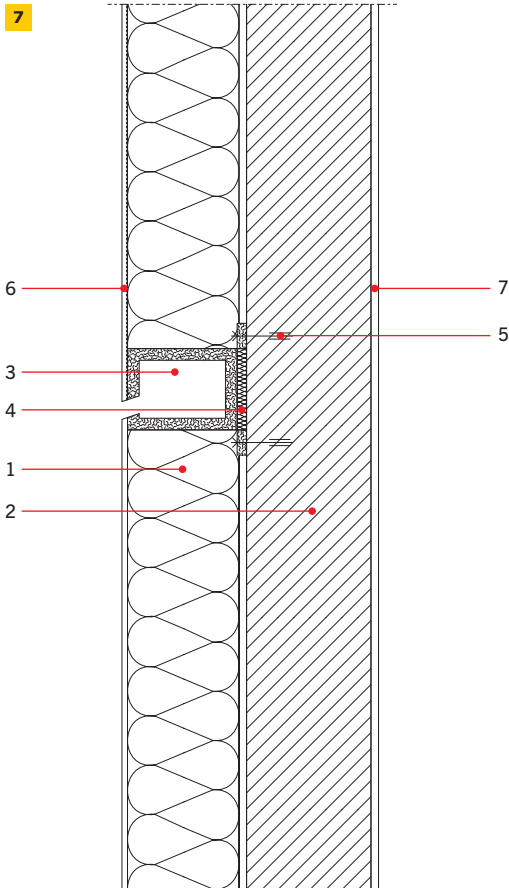
TABELA 8. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o U = 0,2 W/(m<sup>2</sup>·K) i stropodachu o U = 0,145 W/(m<sup>2</sup>·K)

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	ψ [W/(m·K)]
Ściana	0,2000	1,5000	0,3000
Stropodach	0,1450	1,5000	0,2175
Therm	0,4916	2,0525	1,0090
Wartość mostka ψ [W/(m·K)]			0,492

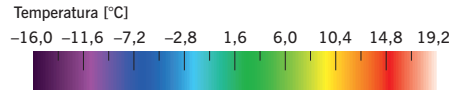
TABELA 9. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o U = 0,2 W/(m<sup>2</sup>·K) i stropodachu o U = 0,145 W/(m<sup>2</sup>·K)

Na RYS. 7-8 przedstawiono węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie zewnętrznej.

W przypadku węzła z izolacją termiczną i dla konstrukcji ściana z cegły izolowana materiałem termoizolacyjnym o λ = 0,04 W/(m·K), U ściany wynosi U = 0,2 W/(m<sup>2</sup>·K), w celu zmniejszenia wpływu mostka cieplnego na domku dla ptaków zaprojektowano izolację o gr. 2 cm z pianki poliuretanowej. Parametry tego rozwiązania zamieszczono w TABELI 10. Wartość współczynnika temperaturowego f<sub>Rsi</sub> i ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych wynosi f<sub>Rsi</sub> = 0,92 (f<sub>Rsi,max</sub> = 0,72).



RYS. 7–8. Węzeł z domkiem dla ptaków zlokalizowanym na ścianie zewnętrznej; rys.: archiwum autorów  
**1** – izolacja termiczna 22 cm,  $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , **2** – ściana murowana 25 cm, **3** – budka lęgowa z drewna, **4** – izolacja termiczna 2 cm,  $\lambda = 0,020 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , **5** – łączniki mechaniczne, **6** – tynk zewnętrzny na siatce, **7** – tynk wewnętrzny



U ściany wynosi  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , wartość współczynnika temperaturowego  $f_{Rsi}$  i ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych wynosi  $f_{Rsi} = 0,86$  ( $f_{Rsi,max} = 0,72$ ). W TABELI 11 podano wartość mostka  $\psi$ .

### PODSUMOWANIE

Wykonanie domków dla ptaków natynkowo nie stwarza większych problemów dla fizyki budowli budynku. Rozwiązania te są jednak mniej trwałe i mniej estetyczne. Mogą też stwarzać problemy użytkowe. Ze względów użytkowych i architektonicznych lepsze są rozwiązania podtynkowe, choć mają one wpływ na charakterystykę energetyczną budynku przez mostki cieplne. W takich rozwiązaniach zalecane jest stosowanie przekładek termicznych zmniejszających

niekorzystny wpływ mostków cieplnych.

### 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 2013 poz. 926).
2. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU 2003 207.2016).

### ABSTRAKT

W artykule przedstawiono problem wykonywania budek lęgowych dla ptaków podczas wykonywania izolacji. Sprawdzono, czy rozwiązania te są prawidłowe ze względów ciepłno-wilgotnościowych. Omówiono nowe wymagania stawiane budynkom pod względem izolacyjności.

The article presents the issue of building nesting boxes for birds at the time of producing insulations. These solutions were validated in terms of temperature and moisture properties. New requirements for insulation of buildings were discussed.

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	Ψ [W/(m·K)]
Ściana	0,1511	2,0000	0,3022
Therm	0,2407	2,0000	0,4814
Wartość mostka $\psi$ [W/(m·K)]			0,179

TABELA 10. Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

Typ	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	L [m]	Ψ [W/(m·K)]
Ściana	0,1511	2,0000	0,3022
Therm	0,3730	2,0000	0,7460
Wartość mostka $\psi$ [W/(m·K)]			0,444

TABELA 11 Wyznaczenie wartości mostka cieplnego na węźle ściana z cegły o  $U = 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$

W przypadku węzła bez izolacji termicznej i dla konstrukcji ściana z cegły izolowana materiałem termoizolacyjnym o  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,

JERZY ŻURAWSKI ukończył Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, specjalność konstrukcje. Jest współzałożycielem Dolnośląskiej Agencji Energii i Środowiska zajmującej się zagadnieniami związanymi z szeroko pojętą energooszczędnością budynków. Współtworzy programy komputerowe wspomagające obliczenia ciepłe budynków. Jest organizatorem szkoleń i konferencji, a także konsultantem i wykonawcą projektów domów energooszczędnych. Związany jest z uczelniami technicznymi jako wykładowca zagadnień dotyczących fizyki cieplnej budowli.

JAKUB SZYMCAK jest absolwentem Uniwersytetu Jagiellońskiego i wieloletnim pracownikiem wrocławskich organizacji pozarządowych. Zajmuje się głównie ochroną przyrody, transportem rowerowym i edukacją ekologiczną. W 2016 roku w Fundacji EkoRozwoju koordynował projekt mający m.in. na celu ochronę ptaków gniazdujących w budynkach na terenie Wrocławia oraz wzmacniający wrocławską populację ptaków – dziuplaków i owadów – zapylaczy.