

Maciej MAJOR, Mariusz KOSIŃ
Politechnika Częstochowska

MODELOWANIE ROZKŁADU TEMPERATUR W PRZEGRODACH ZEWNĘTRZNYCH WYKONANYCH Z UŻYCIEM LEKKICH KONSTRUKCJI SZKIELETOWYCH

W artykule przedstawiono analizę zewnętrznych przegród wykonanych w technologii lekkiego szkieletu konstrukcyjnego. Rozważono dwa przypadki obejmujące lekką szkieletową konstrukcję drewnianą oraz lekki szkielet stalowy, który zamodelowany został z kształtowników zimnogiętych. Na drodze symulacji komputerowej dokonano analizy rozkładu temperatur w przegrodach zewnętrznych dla obu rozpatrywanych ścian. Obliczenia numeryczne wykonano w oparciu o MES przy użyciu programu ANSYS.

Słowa kluczowe: lekkie konstrukcje szkieletowe, rozkład temperatur, metoda elementów skończonych, symulacja numeryczna

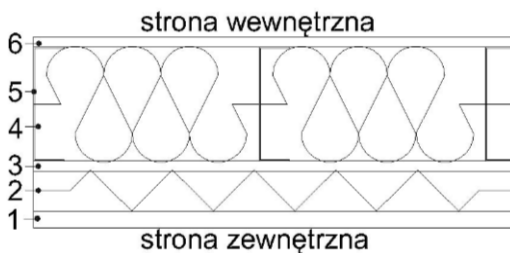
WPROWADZENIE

Rozkład temperatur w przegrodach zewnętrznych, których warstwy są jednorodne w poszczególnych przekrojach poprzecznych ściany, nie sprawia problemów obliczeniowych. Przykładem mogą tu być ściany murowane jedno- lub wielowarstwowe. Zastosowanie konstrukcji szkieletowej do budowy ściany wprowadza zaburzenia w rozkładzie temperatur i wymaga wnikliwej analizy. Do określenia strumienia gęstości ciepła i rozkładu temperatur w takiej przegrodzie zasadne jest zastosowanie programów numerycznych bazujących na metodzie elementów skończonych (MES). W niniejszym artykule przedstawiono przykładowe analizy numeryczne dla przegród zewnętrznych wykonanych w technologii lekkiego szkieletu drewnianego oraz lekkiego szkieletu stalowego, starając się uwydatnić wynikające z rozwiązań konstrukcyjnych istotne różnice w rozkładzie temperatur obu analizowanych konstrukcji ścian.

1. CHARAKTERYSTYKA PRZEGRÓD PRZYJĘTYCH DO ANALIZY TERMICZNEJ

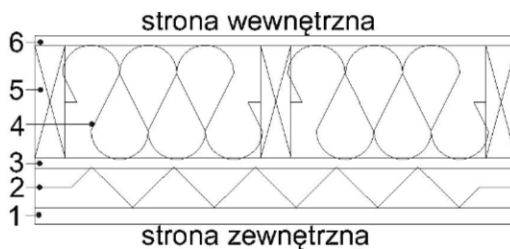
Przedmiotem analizy są zewnętrzne przegrody budowlane wykonane w technologii szkieletowej z lekkiego szkieletu drewnianego oraz z lekkiego szkieletu stalowego. Rozwiązania konstrukcyjne obu ścian pokazano na rysunku 1 [1].

a)



- 1 - tynk cem.-wap. gr. 2 cm
 2 - styropian gr. 5 cm
 3 - płyta OSB gr. 1,2 cm
 4 - wełna mineralna 14 cm
 5 - słupki stalowy C140 gr. 0,15 cm
 6 - płyta g-k gr. 1,25 cm

b)



- 1 - tynk cem.-wap. gr. 2 cm
 2 - styropian gr. 5 cm
 3 - płyta OSB gr. 1,2 cm
 4 - wełna mineralna 14 cm
 5 - słupki drewniany 14 x 3,8 cm
 6 - płyta g-k gr. 1,25 cm

Rys. 1. Analizowane konstrukcje przegród zewnętrznych dla ścian w technologii:
 a) lekkiego szkieletu stalowego, b) lekkiego szkieletu drewnianego

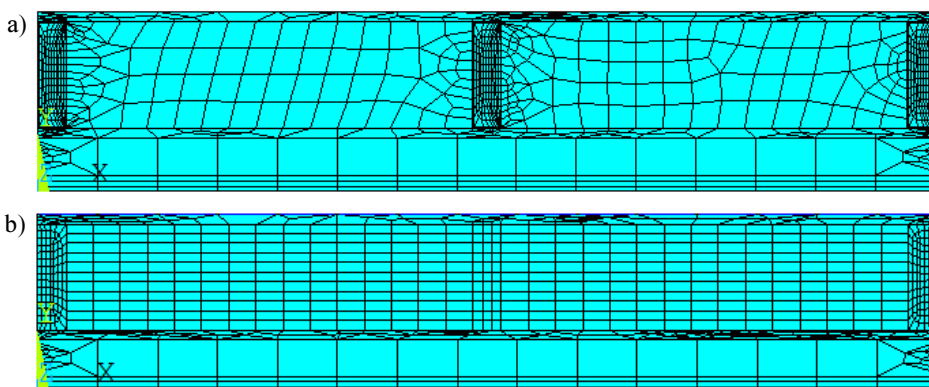
Do analizy numerycznej przyjęto następujące współczynniki przewodzenia ciepła λ - zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1. Współczynniki przewodzenia ciepła dla przyjętych materiałów

Materiał	Współczynnik przewodzenia ciepła λ	Materiał	Współczynnik przewodzenia ciepła λ
	[W/(m K)]		[W/(m K)]
Tynk cem.-wap.	0,82	Słupki stalowy	50
Styropian	0,042	Słupki drewniany	0,16
Płyta OSB	0,13	Płyta g-k	0,23
Wełna mineralna	0,034		

2. ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE

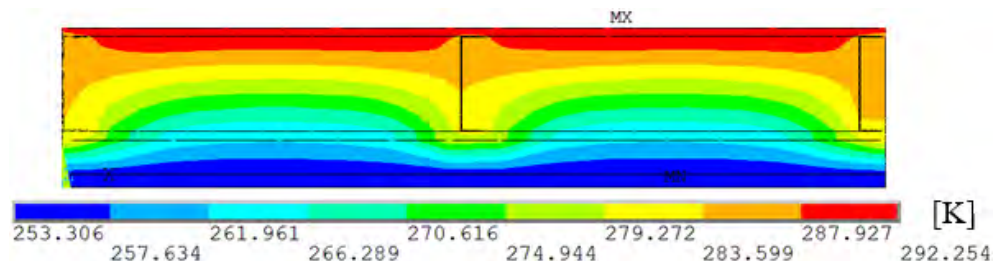
Numeryczną analizę termiczną przeprowadzono w programie ANSYS w module Mechanical APDL. Model obliczeniowy dostosowano do analiz termicznych jako solid Quad 4node 55 dla modelowania 2D, który scharakteryzowany jest czterema węzłami elementów skończonych [2, 3]. Model przegrody w konstrukcji lekkiej stalowej składał się z 1190 węzłów, natomiast przegroda w konstrukcji drewnianej zawiera 860 węzłów (rys. 2). Analiza przeprowadzona została przy założeniu jednorodności i izotropii materiałów, z jakich wykonane są poszczególne warstwy [3]. Do analizy MES od strony wewnętrznej przyjęto temperaturę 293 K (+20°C) i współczynnik przyjmowania ciepła $\alpha = 7,69 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, natomiast od strony zewnętrznej 253 K (-20°C) oraz współczynnik przyjmowania ciepła $\alpha = 25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



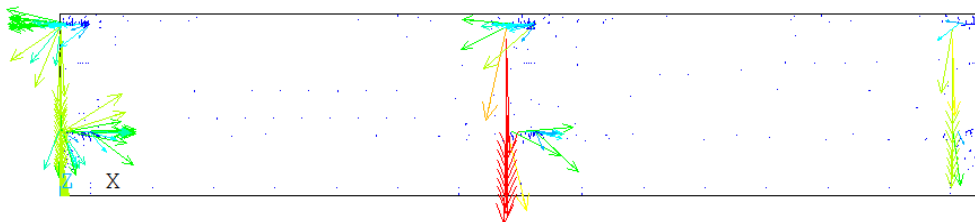
Rys. 2. Siatka elementów skończonych dla przyjętych przegród zewnętrznych:
a) lekkiej konstrukcji stalowej, b) lekkiego szkieletu drewnianego

3. WYNIKI ANALIZY NUMERYCZNEJ DLA ROZKŁADU TEMPERATURY

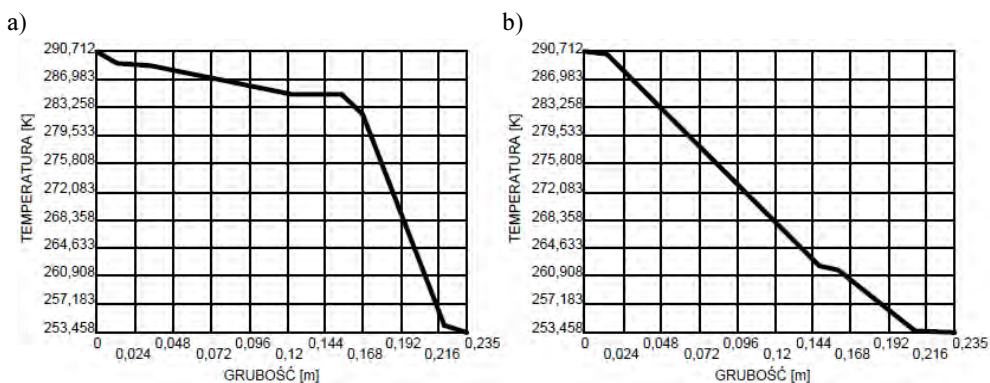
Na rysunkach poniżej przedstawiono rozkład temperatur (rys. 3 i 6), wektora strumienia ciepła (rys. 4 i 7) oraz wykres temperatury w funkcji grubości ściany (rys. 5 i 8).



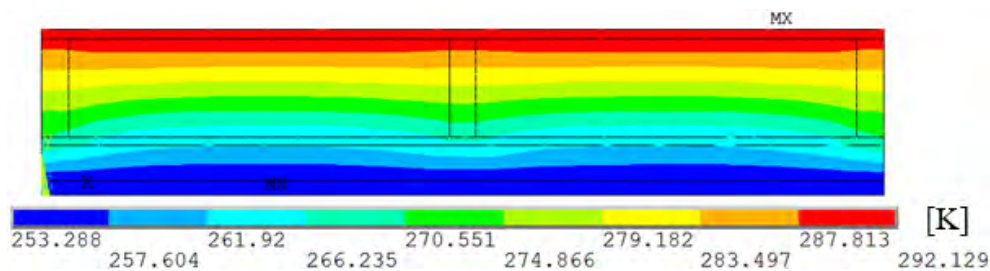
Rys. 3. Rozkład temperatur w przegrodzie zewnętrznej w konstrukcji z lekkiego szkieletu stalowego



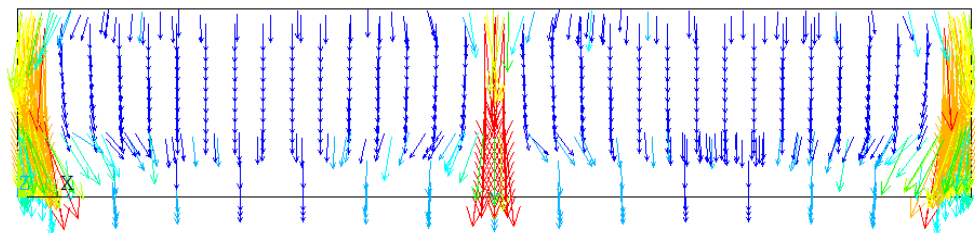
Rys. 4. Wektorowy obraz strumienia ciepła w przegrodzie zewnętrznej w konstrukcji z lekkiego szkieletu stalowego



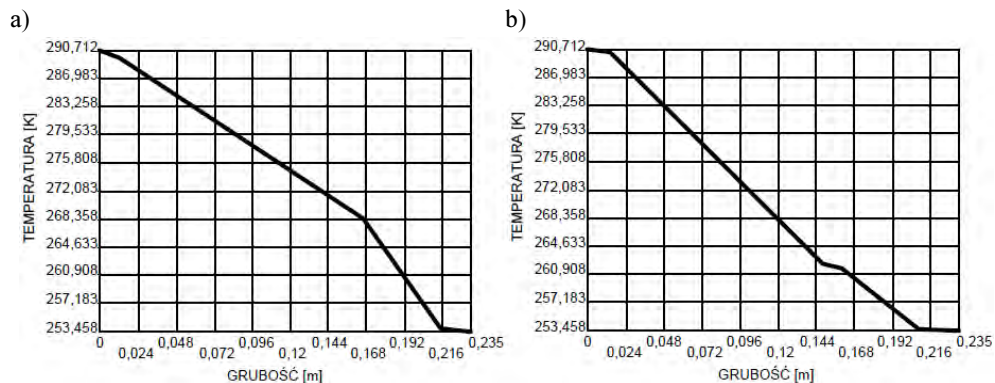
Rys. 5. Wykresy rozkładów temperatur w przegrodzie zewnętrznej z lekkiego szkieletu stalowego: a) w miejscu słupka stalowego, b) w miejscu bez słupka stalowego



Rys. 6. Rozkład temperatur w przegrodzie zewnętrznej w konstrukcji z lekkiego szkieletu drewnianego



Rys. 7. Wektorowy obraz strumienia ciepła w przegrodzie zewnętrznej w konstrukcji z lekkiego szkieletu drewnianego



Rys. 8. Wykresy rozkładów temperatur w przegrodzie zewnętrznej z lekkiego szkieletu drewnianego: a) w miejscu słupka drewnianego, b) w miejscu bez słupka drewnianego

Dzięki graficznemu rozkładowi temperatury można zaobserwować, jak przez daną konstrukcję przepływa ciepło. Pozwala to między innymi na rozpoznanie w przegrodzie słabych miejsc pod względem utraty ciepła i poprawienie rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych.

PODSUMOWANIE

Numeryczne programy obliczeniowe bazujące na MES są przydatne przy analizie konstrukcji niejednorodnych, w szczególności tak jak w analizowanym przypadku konstrukcji szkieletowych przegród zewnętrznych. Numeryczne obliczenia dostarczają zarówno informacji na temat wartości interesujących nas parametrów, jak i graficznie przedstawiają rozkład tych parametrów (tu temperatur) w analizowanej przegrodzie. Dzięki temu można na etapie projektowym dokonać analizy rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych niezwykle istotnych na etapie eksploatacji obiektu.

LITERATURA

- [1] Major I., Technologia budowy domów szkieletowych - ekologiczna forma jednorodzinnej budownictwa mieszkaniowego, [w:] Jakościowe i ekologiczne aspekty w technologiach budowlanych, red. M. Ulewicz, J. Selejdak, Monografia, Częstochowa 2013, 86-102.
- [2] ANSYS Mechanical APDL Thermal Analysis Guide, 2013.
- [3] Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS®, Springer, 2007.

MODELING OF TEMPERATURE DISTRIBUTION IN EXTERNAL BUILDING BARRIERS CONSTRUCTED AS LIGHTWEIGHT FRAMING SYSTEMS

The article presents the modeling of temperature distribution in external building barriers constructed as lightweight framing systems. On the road simulation to analyze temperature distribution in the compartments. In numerical simulation the ANSYS programme was used.

Keywords: lightweight framing, temperature distribution, finite element method, numerical simulation