

dr inż. Maria Wesołowska^{1)*}
dr inż. Paula Szczepaniak¹⁾

Konsekwencje wprowadzenia funkcji garażowej w podziemie budynku wielorodzinnego

The implications of underground garages in an apartment building

DOI: 10.15199/33.2015.11.61

(Studium przypadku)

Streszczenie. Dbając o wysoki standard budynku wielorodzinnego, w poziomie nieogrzewanych piwnic, oprócz komórek lokatorskich wprowadza się od kilku lat funkcję garażową. Stosowanie tradycyjnej wentylacji grawitacyjnej każdego z indywidualnych boków garażowych prowadzi do powstania rozbudowanych trzonów wentylacyjnych prowadzonych przez pomieszczenia mieszkalne. W konsekwencji powstaje zaburzony rozkład temperatury w obszarze trzonu i przyległej ściany, prowadzący do niekorzystnych zjawisk ciepłno-wilgotnościowych. Artykuł analizuje możliwe konsekwencje i precyzuje program naprawczy.

Słowa kluczowe: mostek termiczny, wentylacja grawitacyjna.

Abstract. To keep the high standard of an apartment building, garage function has been being introduced for a few years in unheated basement. The utilization of traditional gravity ventilation for each of the individual enclosed garage stalls leads to the creation of a large ventilation core through habitable space. As a consequence the temperature distribution within the core and the adjacent wall is distorted, which leads to adverse thermo-moisture phenomena. This paper analyzes possible consequences and proposes a recovery program.

Keywords: thermal bridges, natural ventilation.

Rozwiązania funkcjonalne współczesnych domów wielorodzinnych mają zapewnić jak najwyższy komfort użytkownika. Zgodnie z wymaganiami dotyczącymi oszczędności energii straty ciepła z węzłów cieplnych i systemów przesyłowych powinny być ograniczone do minimum. Po zlokalizowaniu garaży w nieogrzewanych piwnicach budynków temperatura się w nich obniża. W przypadku stosowania tradycyjnej wentylacji grawitacyjnej, w przestrzeń ogrzewaną wprowadza się trzony wentylacyjne wychłodzone powietrzem z poziomu piwnic. Ze względu na wymagania wymiany powietrza, w garażach zostają rozbudowane wielokanałowe trzony, które w istotny sposób naruszają bilans energetyczny budynku. W miejscu przebiegu kanałów pojawia się obszar obniżonej temperatury, który jest efektem specyficznego mostka termicznego.

Analiza problemu istniejącego

Podstawowym parametrem charakteryzującym mostek termiczny pod względem strat ciepła jest liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ . Wyraża on korektę strumienia ciepła wynikającą z zaburzenia układu materiałowego i/lub geometrii przegrody. W ogólnym przypadku wartość Ψ wyrażona jest wzorem [1]:

$$\Psi = L_{2D} - \sum_{j=1}^J U_j \cdot I_j \quad (1)$$

gdzie:

¹⁾ Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

^{*} Autor do korespondencji: e-mail: marysia@utp.pl

U_j – współczynnik przenikania ciepła przegrod bez wpływu mostka $[W/(m^2 \cdot K)]$; l_j – długości przegród $[m]$; L_{2D} – współczynnik sprzężenia cieplnego wg wzoru 2 [1].

$$L_{2D} = \Phi / (\theta_i - \theta_e) \quad (2)$$

gdzie:

Φ – strumień ciepła $[W]$; θ_i, θ_e – temperatura odpowiednio wewnętrzna i zewnętrzna $[^\circ C]$.

Przedstawioną procedurę można stosować w przypadku dwóch środowisk. W analizowanym trzonie wentylacyjnym występują trzy środowiska: wewnętrzne ($\theta_i = +20^\circ C$, $R_{si} = 0,13 [(m^2 \cdot K)/W]$); zewnętrzne ($\theta_e = -11^\circ C$, $R_{se} = 0,04 [(m^2 \cdot K)/W]$); wewnątrz kanału wentylacyjnego.

W celu ustalenia temperatury w kanale wentylacyjnym wykorzystano badania termowizyjne wewnętrznej powierzchni przegrody. Na podstawie analiz numerycznych ściany z trzonem wentylacyjnym określono warunki brzegowe powierzchni kanału $\theta_u = +8^\circ C$ oraz $R_{su} = 0,13 [(m^2 \cdot K)/W]$. Zaburzenie w postaci kanałów powoduje zmianę gęstości strumienia ciepła i przebiegu temperatury (rysunek 1). Strumień napływający na wewnętrzną powierzchnię ściany rozdziela się na dwa środowiska: zewnętrzne i wewnątrz kanałów. W związku z tym miarodajna do obliczeń jest wartość określana dla powierzchni wewnętrznej i wynikająca z niej wartość współczynnika przenikania ciepła U .

$$\Psi = (U_k - U_{sc}) \cdot I \quad (3)$$

gdzie:

U_k – całkowity współczynnik przenikania ciepła modelu z kanałami; U_{sc} – całkowity współczynnik przenikania ciepła modelu bez kanałów; I – długość modelu $[m]$.

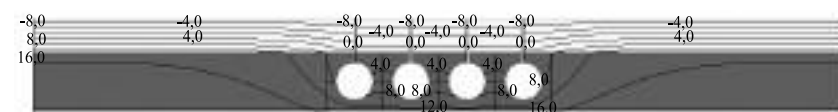
Zgodnie z wymaganiami normowymi [1, 5], długość modelu od elementu centralnego powinna wynosić 1,0 m. Na podstawie analiz stwierdzono, że kanały wentylacyjne zaburzają rozkład temperatury w dłuższym obszarze, np. 1,35 m. Ostatecznie długość całego modelu wynosi 3,60 m. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 1.

W polskich przepisach budowlanych ocena mostka termicznego jest wymagana tylko w przypadku ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych [3]. Nie ocenia się jakości mostka pod względem generowanych strat ciepła. Wielkość liniowego współczynnika przenikania ciepła jest włączana do obliczeń współczynnika przenoszenia ciepła H_D [2]:

$$H_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k I_k \Psi_k + \sum_j \chi_j \quad (4)$$

gdzie:


A_i – powierzchnia elementu i obudowy $[m^2]$; U_i – współczynnik przenikania ciepła elementu i obudowy budynku; I_k – długość liniowego mostka cieplnego $[m]$; Ψ_k – liniowy współczynnik przenikania ciepła mostka cieplnego $[W/(m \cdot K)]$; χ_j – punktowy współczynnik przenikania ciepła $[W/K]$.



Rys. 1. Przebieg izoterm w przyjętym obszarze obliczeniowym

Fig. 1. Isotherms in the assumed computing area

Tabela 1. Obliczenie liniowego współczynnika przenikania ciepła Ψ
Table 1. The calculation of linear heat transfer coefficient Ψ

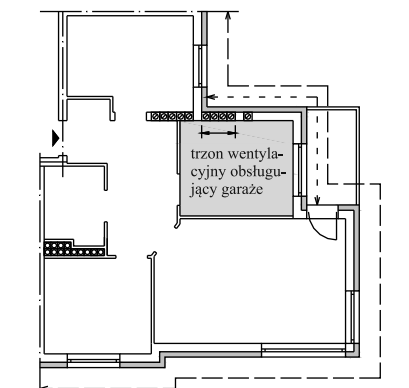
Model obliczeniowy		
Całkowity współczynnik przenikania ciepła przegrody U [$W/(m^2 \cdot K)$]	0,4630	0,2260
Długość modelu l [m]	3,60	
Liniowy współczynnik przenikania ciepła Ψ [$W/(m \cdot K)$]	0,8532	

Wyznaczenie tego współczynnika jest niezbędne w przypadku określenia strat ciepła z przestrzeni ogrzewanej budynku. W celu oceny wpływu analizowanego trzonu wentylacyjnego obsługującego garaż obliczono wartość współczynnika H_D (tabela 2) w przypadku całego mieszkania (rysunek 2) oraz pomieszczenia przylegającego do trzonu wentylacyjnego.

Funkcjonowanie trzonu wentylacji grawitacyjnej nieogrzewanego garażu powoduje wzrost wartości H_D całego mieszkania o 6,5%, a przylegającego pomieszczenia o 34,1%. Przekłada się to bezpośrednio na straty ciepła. Należy więc spodziewać się wzrostu kosztów ogrzewania i trudności w utrzymaniu projektowej temperatury w analizowanym pomieszczeniu.

Tabela 2. Współczynnik przenoszenia ciepła H_D przez przegrody zewnętrzne
Table 2. Envelope component heat transfer coefficient H_D

Element budowlany	H_D	
	mieszkanie	pomieszczenie
Ściana zewnętrzna	11,202	2,939
Okna	24,174	3,825
Razem bez trzonu	35,376	6,764
Trzon wentylacyjny	2,304	
Razem z trzonem	38,906	10,294



Rys. 2. Granice przestrzeni ogrzewanej analizowanego mieszkania
Fig. 2. Heated space boundaries of the analyzed habitable space

Rys. 2. Granice przestrzeni ogrzewanej analizowanego mieszkania
Fig. 2. Heated space boundaries of the analyzed habitable space

Propozycja korekty rozwiązania

Poprawa jakości przegrody z trzonem wentylacyjnym powinna zapewnić ograniczenie strat ciepła, a w konsekwencji podwyższenie temperatury na powierzchni przegrody. Jednym z rozwiązań jest zwiększenie temperatury w kanałach. Jest to możliwe tylko w przypadku zastosowania ogrzewania w garażach. Przy wymaganej temperaturze projektowej $+5^\circ C$, oszacowana temperatura w kanale wynosi $+10^\circ C$. Stosując opisaną procedurę obliczania wartości Ψ , otrzymano wartość o ok. 30% mniejszą, tj. $0,664 W/(m \cdot K)$. Przekłada się to na zmniejszenie H_D odpowiednio do 5% w przypadku mieszkania i 26,5% w przypadku pomieszczenia.

Alternatywnym rozwiązaniem jest ingerencja w układ materiałowy przegrody, czyli zastosowanie dodatkowego ocieplenia ściany z kanałami od strony wewnętrznej. Z uwagi na możliwość kondensacji międzywarstwowej należy zastosować materiały zalecane w tego typu dociepleniach, takie jak np. płyta klimatyczna (Calsitherm) lub Multipor, o przewodności cieplnej odpowiednio $0,059 \div 0,065 W/(m \cdot K)$ i $0,042 \div 0,050 W/(m \cdot K)$. Zgodnie z zaleceniami producenta, płyt klimatycznych nie łączy się z wyrobami gipsowymi, a w większości nowych budynków wykończenie stanowią wyprawy gipsowe grubości 2,0 cm. Najmniejsza grubość handlowa płyt Multipor wynosi 3,0 cm. Istotne ograniczenie wpływu mostka termicznego uzyskano przy grubości ocieplenia 5,0 cm. Wówczas wartość Ψ wynosi $0,111 W/(m \cdot K)$, a temperatura na powierzchni $\theta_{si} = 16,5^\circ C$.

Analiza przebiegu izoterm wskazuje, że minimalny zasięg proponowanego ocieplenia powinien wynosić ok. 50 cm od skrajnego kanału. Ze względu na estetykę wnętrza warto je przedłużyć do najbliższych ścian prostopadłych. W wyniku docieplenia zmienia się również wartość U ściany z kanałami, co wpływa na współczynnik przenoszenia H_D (tabela 3).

Podsumowanie

Przeanalizowany przypadek wentylacji grawitacyjnej garaży zlokalizowanych w podpiwniczeniu jest powszechnym rozwiązaniem w budynkach wznoszonych w latach 2000 – 2010. Wentylacja grawitacyjna garaży wymusza wykonanie rozbudowanych trzonów wentylacyjnych, które przechodzą przez pomieszczenia mieszkalne kolejnych

Tabela 3. Współczynnik przenoszenia ciepła H_D przez przegrody zewnętrzne po wprowadzeniu dodatkowej izolacji

Table 3. Envelope component heat transfer coefficient H_D after applying additional thermal insulation

Element budowlany	H_D	
	mieszkanie	pomieszczenie
Ściana zewnętrzna	10,825	2,562
Okna	24,174	3,825
Razem bez trzonu	34,999	6,387
Trzon wentylacyjny	0,300	
Razem z trzonem	38,906	6,687

kondygnacji. Powstaje wówczas specyficzny mostek termiczny powodujący znaczne straty ciepła i obniżenie temperatury na całej powierzchni trzonu. W obowiązujących przepisach budowlanych nie ma bezpośredniego odniesienia do lokalizacji przewodów wentylacyjnych z pomieszczeń garaży nieogrzewanych. Nie ma też zapisów dotyczących konieczności izolowania termicznego tych trzonów od strony pomieszczeń ogrzewanych. Ponadto w Polskich Normach nie podano różnicy pomiędzy temperaturą powierzchni przegród i temperaturą pomieszczenia. Komfort cieplny jest określany przez temperaturę i wilgotność powietrza w pomieszczeniu oraz prędkość przepływu powietrza. Minimalna temperatura na powierzchniach wewnętrznych przegród wynika z warunku uniknięcia kondensacji powierzchniowej. W rozpatrywanej ścianie z przewodami wentylacyjnymi ten warunek jest spełniony, ale obniżenie temperatury i jego zasięg w małym pomieszczeniu wpływa na pogorszenie komfortu cieplnego. Wyrażna poprawa następuje w przypadku zastosowania dodatkowej izolacji trzonu. Obliczenia wykazały, że jej minimalna grubość powinna wynosić 5 cm, a zasięg przynajmniej 50 cm od skrajnego kanału.

Literatura

- [1] PN-EN ISO 10211:2008 Mostki cieplne w budynkach. Strumienie ciepła i temperatury powierzchni. Obliczenia szczegółowe.
- [2] PN-EN ISO 13789:2008 Ciepłone właściwości użytkowe budynków. Współczynniki przenoszenia ciepła przez przenikanie i wentylację. Metoda obliczania.
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich sytuowanie (Dz.U. nr 75 poz. 690, z póź. zm.).
- [4] RAPORT z badania termowizyjnego budynku wielorodzinnego przy ul. (...) w Bydgoszczy, oprac. TERMKOR Mirosława Jagielska, Koronowo.
- [5] Dylla A.: Fizyka ciepła budowli w praktyce. Obliczenia ciepłno-wilgotnościowe. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2015.

Przyjęto do druku: 25.09.2015 r.