

Badania porównawcze nasad kominowych na przykładzie TRN-150 i T-22 -160

Comparative tests of chimney caps on the example of TRN-150 and T-22 -160

ADAM DESKA, ADAM RUBNIKOWICZ

DOI 10.36119/15.2020.6.4

W artykule przedstawiono porównanie wyników badań dwóch nasad kominowych: jednej z najczęściej stosowanych obecnie nasad kominowych TRN oraz wywietrzaka nowego typu T-22. Zaprezentowano schematy wywietrzaków, zakres przeprowadzonych badań oraz schemat i opis stanowiska badawczego. W opracowaniu przedstawiono metodę przeprowadzonych testów. Badania wywietrzaków przeprowadzono w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Zaprezentowano wykresy podciśnienia w funkcji strumienia objętości powietrza wentylacyjnego. Przedstawiono również wyniki badań współczynników oporów miejscowych wywietrzaków. Wyniki pomiarów omówiono we wnioskach.

Słowa kluczowe: wentylacja naturalna, wentylacja grawitacyjna, wywietrzaki

The article presents the comparison of the test results of two chimney caps: one of the most commonly used TRN chimney cap and the new chimney cap type T-22. The schemas of the chimney caps, range of the tests and the scheme with description of the test stand are presented. The study presents the method of tests carried out. The research of chimney caps was carried out in the vertical and horizontal planes. Charts were constructed and negative pressure was applied as a function of the volume of ventilation air. The results of tests of the chimney caps resistance coefficients are also presented. The measurements results are discussed in the conclusions.

Keywords: natural ventilation, gravity ventilation, chimney caps

Wstęp

Wentylacja grawitacyjna często nie spełnia wymogów co do wartości strumienia objętości powietrza wentylacyjnego określonych w Polskich Normach czy rozporządzeniach [8, 12]. Dzieje się tak ze względu na niestabilne w funkcji czasu warunki atmosferyczne, a także z powodu coraz szczelniejszej stolarki okiennej. Dodatkowym czynnikiem powodującym pogorszenie działania wentylacji naturalnej są duże opory przepływu w przewodzie wentylacyjnym w stosunku do czynnego ciśnienia grawitacyjnego, wynikającego z różnicy gęstości i wywołanej tym różnicy ciśnień między środowiskiem zewnętrznym i wewnętrznym. Wentylacja naturalna zapewnia najwyższe wydatki powietrza wentylacyjnego w porze zimowej. Wiąże się to jednak ze zwiększonym zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzewania budynku, ponieważ powietrze wentylacyjne, przedostające się do

budynku o temperaturze powietrza zewnętrznego, musi zostać podgrzane przez instalację centralnego ogrzewania. W tym okresie różnica temperatur między powietrzem w pomieszczeniu a zewnętrznym jest najwyższa. Jednak jej prawidłowe działanie jest najbardziej pożądane w okresie letnim, kiedy różnica temperatur jest najniższa. Mała różnica temperatur powoduje zmniejszenie ciśnienia czynnego w przewodzie wentylacyjnym, co prowadzi do obniżenia strumienia objętości powietrza wentylacyjnego [6, 11]. Jednym ze sposobów poprawy działania wentylacji grawitacyjnej jest na przykład zastosowanie nasad kominowych zwanych dalej wywietrzakami. Wywietrzaki za pośrednictwem ciśnienia dynamicznego wiatru zapewniają dodatkowe ciśnienie czynne grawitacyjne w przewodzie wentylacyjnym. W tym artykule porównano wyniki badań dwóch nasad kominowych T-22 oraz TRN-150. Wywietrzak TRN jest obecnie jedną z najczęściej stosowanych

w Polsce nasad kominowych, do wspomaganie działania wentylacji grawitacyjnej w budownictwie wielorodzinnym. Nasada kominowa typu T-22 jest nowym typem wywietrzaka, który poddany został zgłoszeniu patentowemu [16].

Prezentowane wyniki badań wywietrzaków wykonano przy nawiewie strumienia powietrza w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Regulowano także prędkość nawiewu strumienia powietrza w obrębie badanego wywietrzaka oraz poziom infiltracji powietrza do modelu pomieszczenia. Schemat stanowiska badawczego, obrazujący metodykę badań, przedstawiono na rysunku 1. Nieszczelność modelu pomieszczenia symulowano przy użyciu przesłon dławiących. Przesłony były zmieniane w kieszeni zlokalizowanej od zawietrznej strony modelu pomieszczenia, czyli w obszarze stanowiska badawczego, który nie znajdował się w strefie działania ciśnienia aerodynamicznego. Podczas badań symulowano

Dr inż. Adam Deska, <https://orcid.org/0000-0001-5566-0450>, adam.deska@p.lodz.pl; dr inż. Adam Rubnikowicz, <https://orcid.org/0000-0002-8185-2293>, adam.rubnikowicz@p.lodz.pl – Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych Politechniki Łódzkiej

także pracę wywiewników przy braku infiltracji powietrza do modelowego pomieszczenia. Przesłony regulujące strumień powietrza wentylacyjnego infiltrującego do modelu pomieszczenia zostały wykonane tak, aby stosunek pól powierzchni otworów przesłon do pola powierzchni przekroju dużej sondy anemometru skrzydełkowego zamontowanej u podstawy badanego wywiewnika zawierał się w zakresie: $(\phi_i/\phi_s)^2 \in (0,0 \div 2,0)$ co odpowiadało stosunkowi pól powierzchni otworów wykonanych w przesłonach dławiących. Przy użyciu sondy anemometru skrzydełkowego realizowano pomiar prędkości powietrza przepływającego przez gardziel badanego wywiewnika.

Badania prowadzono dla prędkości strumienia powietrza nawiewanego na badane wywiewniki: 1, 2, 3, 4 i 4,5 m/s [4, 5]. Podczas badań panowały warunki izotermiczne. Miało to na celu wyeliminowanie wpływu ciśnienia czynnego wynikającego z różnicy gęstości powietrza na pracę wywiewników. Dzięki temu uzyskano wyniki badań działania wyłącznie samego wywiewnika.

Prezentowane w artykule badania przeprowadzono dla zmiennych kątów α wynoszących: $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ w płaszczyźnie poziomej x-z oraz dla zmiennych kątów β ustawienia nawiewnika w płaszczyźnie pionowej x-y wynoszących: -20° i $+20^\circ$ z rysunkiem 1.

Stanowisko do badań wywiewników grawitacyjnych

Na rys. 1 przedstawiono schemat stanowiska badawczego do badań aerodynamicznych wywiewników grawitacyjnych, gdzie:

1 – model pomieszczenia, 2 – przesłony dławiące montowane od zewnątrz

strony modelu pomieszczenia, 3 – wywiewnik, 4 – sonda mikroanemometru skrzydełkowego połączona z rejestratorem elektronicznym R, 5 – sonda ciśnienia statycznego podłączona do mikromanometru – 6, 7 – nawiewnik wyposażony w wentylator i prostownicę strumienia powietrza, sterowany falownikiem F, gdzie:

- p_b – ciśnienie barometryczne [Pa],
- Δp_k – różnica ciśnień (podciśnienie w modelowym pomieszczeniu) wskazywana na mikromanometrze [Pa],
- w_i – prędkość strumienia powietrza wytwarzanego przez nawiewnik [m/s],
- θ_e – temperatura otoczenia [$^\circ\text{C}$],
- i – temperatura powietrza panująca w modelu pomieszczenia [$^\circ\text{C}$].

Oznaczenia dodatkowe:

- N – nawiewnik strumienia powietrza,
- R – rejestrator elektroniczny podłączony do sondy mikro anemometru skrzydełkowego,
- α – kąt ustawienia wywiewnika w płaszczyźnie poziomej x-z względem nawiewnika [$^\circ$],
- β – kąt ustawienia wywiewnika w płaszczyźnie pionowej x-y względem nawiewnika [$^\circ$],
- ϕ_i – średnica otworu kolejnej przesłony

zamontowanej w kieszeni elementu dławiącego [mm],

- ϕ_s – średnica części wlotowej dużej sondy anemometru skrzydełkowego zamontowanej u podstawy wywiewnika [mm],
- ϕ_{wi} – średnica części wlotowej wywiewnika [mm].

Badania aerodynamiczne

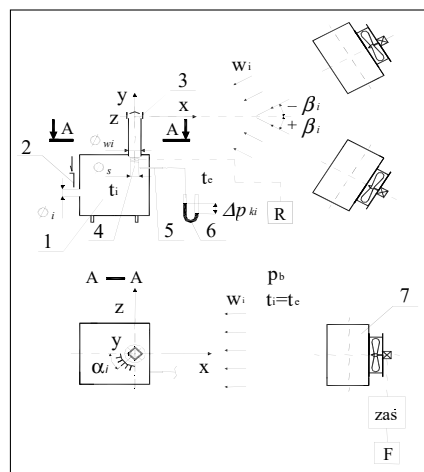
W tabeli 1 zaprezentowano schematy wywiewników T-22 i TRN oraz podano zakresy kątów nawiewu strumienia powietrza w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Wywiewnik TRN jest symetryczny osiowo, dlatego przeprowadzono badania tylko dla kąta nawiewu w płaszczyźnie poziomej $\alpha = 0^\circ$. Opracowanie obejmuje wywiewniki, które wybrano spośród wszystkich przebadanych [1, 2, 3, 4, 5, 13, 14]. W dalszej części opracowania zaprezentowano wykresy charakterystyk aerodynamicznych wywiewników oraz wyniki badań współczynników oporów miejscowych.

Przedstawienie wyników badań

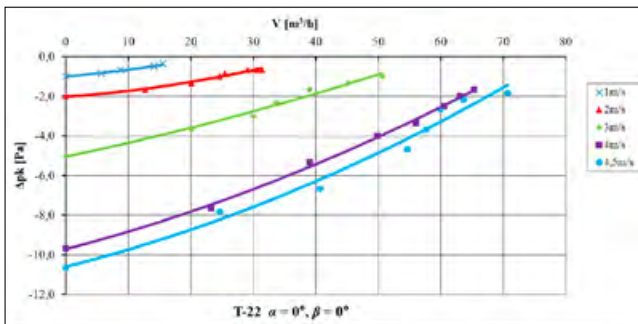
Przedstawione poniżej charakterystyki na rys. 2-10 zostały zbudowane w oparciu o wyniki badań aerodynamicznych

Tabela 1. Schematy wywiewników i wartości kątów nawiewu strumienia powietrza.
Table 1. Diagrams of chimney caps and values of air supply angle angles.

Schemat	Nazwa	Zakres badanych kątów	Zakres badanych kątów
	T-22	$0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$	$-20^\circ, +20^\circ$
	TRN	0°	$-20^\circ, +20^\circ$

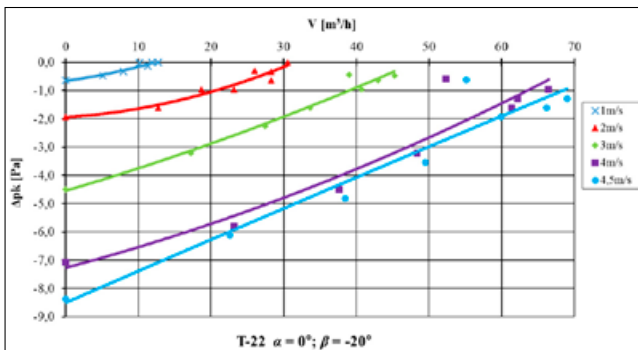


Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego
Fig. 1. Scheme of the test stand



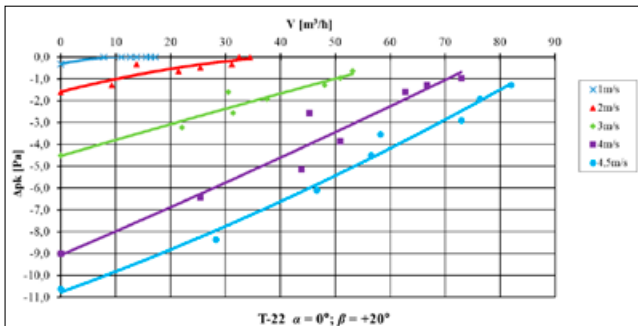
Rys. 2. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$.

Fig. 2. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$.



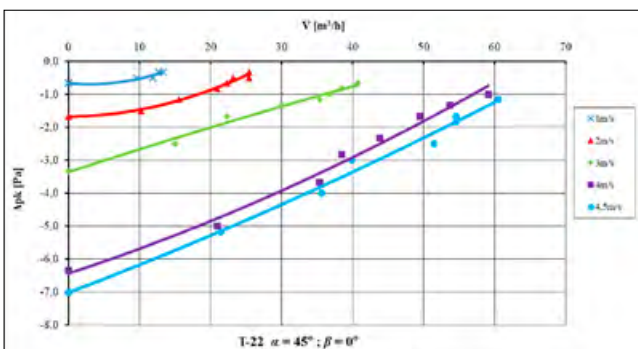
Rys. 3. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 0^\circ$, $\beta = -20^\circ$.

Fig. 3. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 0^\circ$, $\beta = -20^\circ$.



Rys. 4. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 0^\circ$, $\beta = +20^\circ$.

Fig. 4. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 0^\circ$, $\beta = +20^\circ$.



Rys. 5. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 0^\circ$, $\beta = +20^\circ$.

Fig. 5. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 0^\circ$, $\beta = +20^\circ$.

wywiewzaka T-22. Charakterystyki zaprezentowane na rys. 11÷13 stworzono w oparciu o wyniki badań aerodynamicznych wywiewzaka TRN. Prezentowane wykresy są funkcjami $f(V) = \Delta p_k$ zgodnie z poniższymi oznaczeniami;

V – strumień objętości powietrza wentylacyjnego przepływającego (podsiłany) przez wywiewzaka $[m^3/h]$,

Δp_k – podciśnienie panujące w modelu pomieszczenia $[Pa]$,

α – kąt nawiewu strumienia powietrza na badany wywiewzaka w płaszczyźnie poziomej $[^\circ]$.

β – kąt nawiewu strumienia powietrza na badany wywiewzaka w płaszczyźnie pionowej $[^\circ]$.

Współczynniki oporów miejscowych

Na rysunkach 14 i 15 przedstawiono wykresy zmiany współczynników oporów miejscowych badanych wywiewzaków w funkcji strumienia objętości powietrza wentylacyjnego przepływającego przez jego gardziel. Badania przeprowadzono zgodnie z założeniami norm [7, 9, 10] na stanowisku badawczym wyposażonym w wentylator promieniowy.

Wnioski

Analiza wyników badań

Na podstawie analizy wyników badań wywiewzaków można sformułować następujące wnioski:

Wywiewzaka T-22 wytwarza najwyższą wartość podciśnienia $\Delta p_k \approx 10,7 Pa$ dla kątów nawiewu $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ i prędkości nawiewu wynoszącej $w_w = 4,5 m/s$. Podobną wartość podciśnienia wytwarza wywiewzaka dla kątów nawiewu $\alpha = 0^\circ$ i $\beta = -20^\circ$ oraz $w_w = 4,5 m/s$. Strumień objętości powietrza usuwanego z pomieszczenia - dla tych kątów nawiewu oraz prędkości wiatru również osiąga najwyższe wartości przekraczając nawet $70 m^3/h$ przy zmierzonym podciśnieniu $\Delta p_k \approx 2 Pa$.

W przypadku nawiewu powietrza w obrębie wywiewzaka pod kątem $\beta = -20^\circ$, przy prędkości $w_w = 4,5 m/s$, dla kąta $\alpha = 0^\circ$ najwyższa wartość wytwarzanego podciśnienia wynosiła $\Delta p_k \approx 8,4 Pa$. Dla pozostałych kątów maksymalne podciśnienia nie przekraczały $7 Pa$. Strumień objętości powietrza przepływającego przez gardziel wywiewzaka dla tych warunków pomiaru był bliski $70 m^3/h$ przy podciśnieniu wynoszącym $1 Pa$.

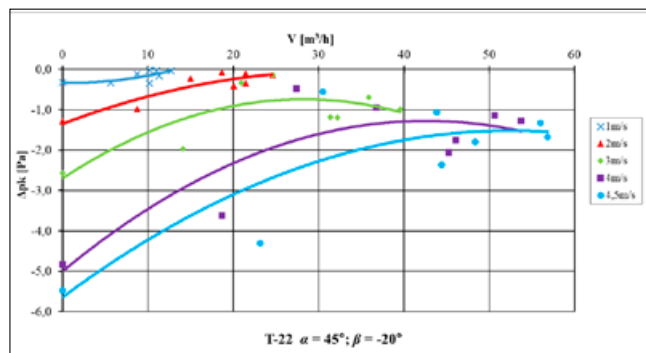
Dla nawiewu powietrza w obrębie wywiewzaka pod kątem $\alpha = 45^\circ$ najwyższe wartości podciśnienia ($\Delta p_k \approx 7 Pa$) wywiewzaka osiągał dla kątów $\alpha = 0^\circ$, $\beta = +20^\circ$ i prędkości $w_w = 4,5 m/s$.

Natomiast dla nawiewu powietrza w obrębie wywiewzaka pod kątem $\alpha = 90^\circ$ najwyższe wartości podciśnienia ($\Delta p_k \approx 4,5 Pa$) wywiewzaka T-22 wykazywał dla kątów $\alpha = 0^\circ$ i $\beta = -20^\circ$ przy prędkości $w_w = 4,5 m/s$. Strumień objętości powietrza zmierzony u podstawy wywiewzaka osiągał maksymalnie $50 m^3/h$ dla podciśnienia $\Delta p_k \approx 1,5 Pa$ przy ustawieniu kąta nawiewu $\beta = -20^\circ$.

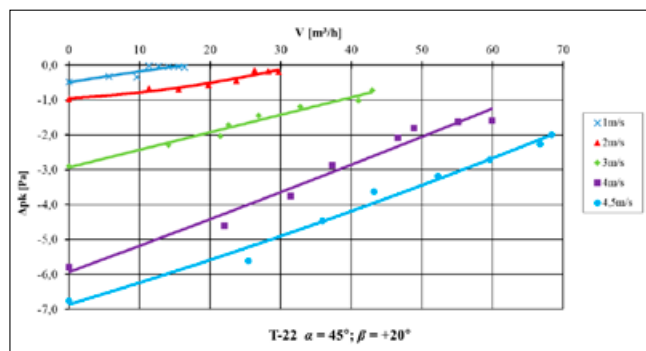
Najbardziej niekorzystne warunki dla wywiewzaka T-22 okazały się dla kątów nawiewu $\alpha = 90^\circ$ i $\beta = +20^\circ$. Najwyższe zmierzone podciśnienie wynosi $\Delta p_k \approx 3,5 Pa$ dla $w_w = 4,5 m/s$. Największy strumień objętości powietrza usuwanego dla tych warunków wynosi w przybliżeniu $40 m^3/h$ dla podciśnienia poniżej $1 Pa$.

Wywiewzaka TRN-150 ze względu na swoją budowę badany był tylko dla jednego kąta nawiewu w płaszczyźnie poziomej $= 0^\circ$. Wytwarza on najwyższą wartość podciśnienia $\Delta p_k \approx 6,2 Pa$ dla kątów nawiewu $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$ i prędkości nawiewu wynoszącej $w_w = 4,5 m/s$. Strumień objętości powietrza dla tych warunków pomiaru również jest największy, osiągając wartości około $55 m^3/h$ przy podciśnieniu około $1 Pa$.

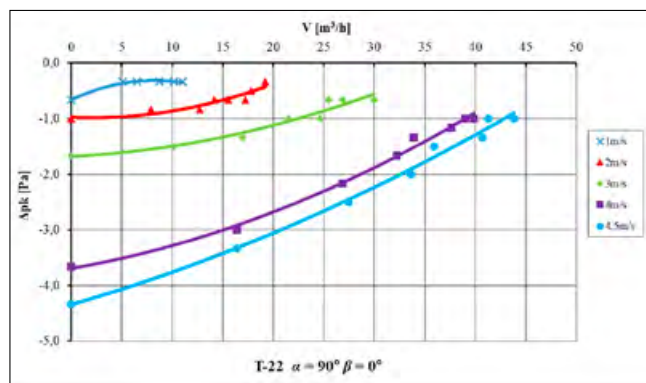
W przypadku nawiewu powietrza w obrębie wywiewzaka pod zmiennym kątem pionowym β przy prędkości $w_w = 4,5 m/s$ najwyższa wartość podciśnienia wyniosła $\Delta p_k \approx 4,5 Pa$ dla kąta $\beta = +20^\circ$.



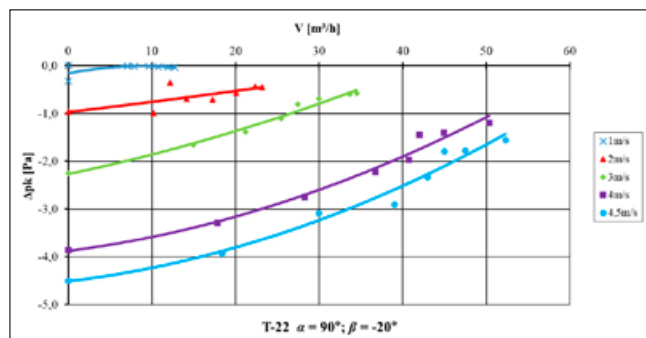
Rys. 6. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 0^\circ$.
Fig. 6. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 0^\circ$.



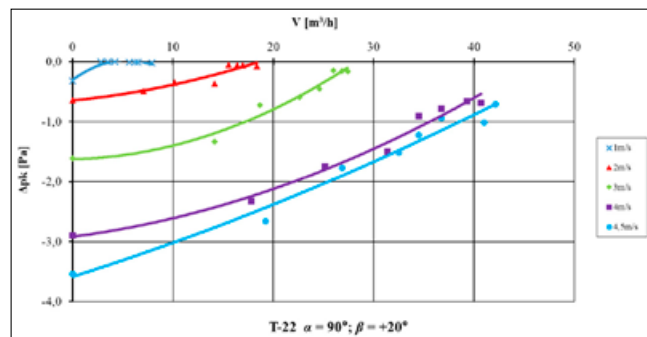
Rys. 7. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 45^\circ$, $\beta = -20^\circ$.
Fig. 7. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 45^\circ$, $\beta = -20^\circ$.



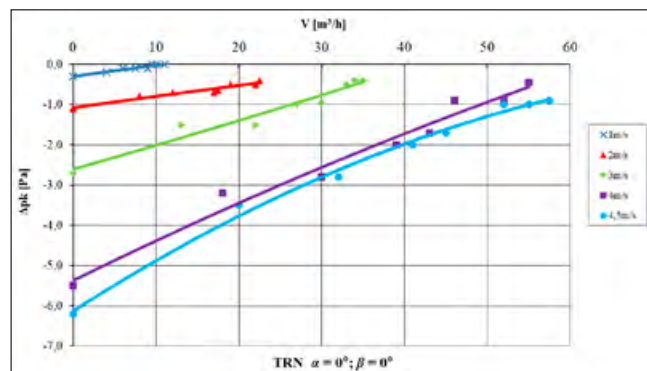
Rys. 8. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 45^\circ$, $\beta = +20^\circ$.
Fig. 8. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 45^\circ$, $\beta = +20^\circ$.



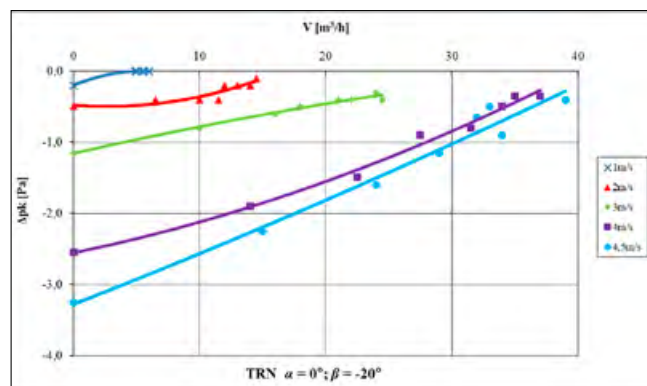
Rys. 9. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 0^\circ$.
Fig. 9. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 0^\circ$.



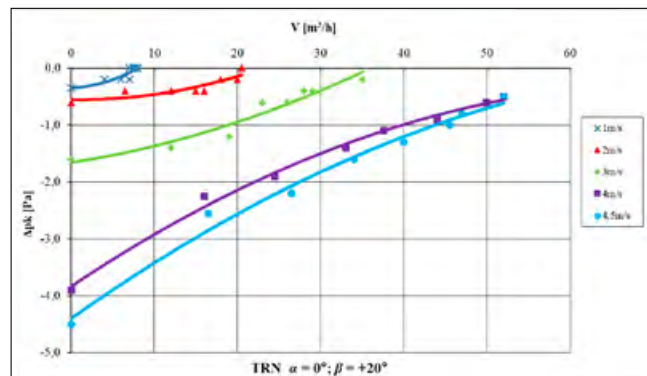
Rys. 10. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 90^\circ$, $\beta = -20^\circ$.
Fig. 10. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 90^\circ$, $\beta = -20^\circ$.



Rys. 11. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu T-22 w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 90^\circ$, $\beta = +20^\circ$.
Fig. 11. Aerodynamic characteristics of the chimney cap T-22 type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 90^\circ$, $\beta = +20^\circ$.

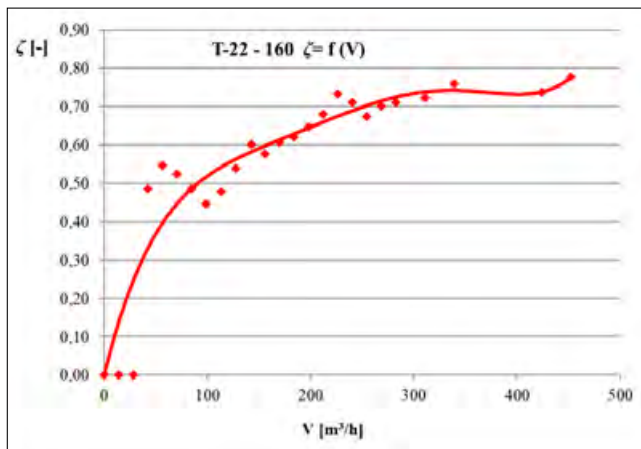


Rys. 12. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu TRN w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$.
Fig. 12. Aerodynamic characteristics of the chimney cap TRN type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 0^\circ$, $\beta = 0^\circ$.



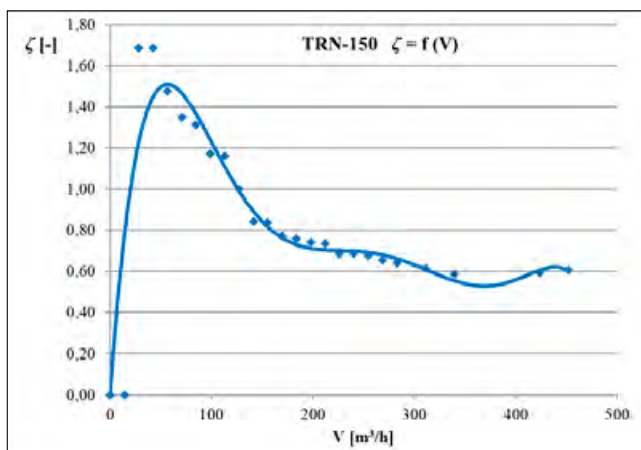
Rys. 13. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu TRN w funkcji $f(V) = \Delta p_k$ dla kąta nawiewu powietrza $\alpha = 0^\circ$, $\beta = -20^\circ$.
Fig. 13. Aerodynamic characteristics of the chimney cap TRN type in the function $f(V) = \Delta p_k$ for the angle of the air supply $\alpha = 0^\circ$, $\beta = -20^\circ$.

Najbardziej niekorzystne warunki pracy wywiewnika TRN – 150 występują dla nawiewu pod kątem $\beta = -20^\circ$. Wartość podciśnienia nieznacznie przekracza 3 Pa dla najwyższej prędkości nawiewu $w_w = 4,5$ m/s. Strumień objętości powietrza usuwanego z pomieszczenia w tych warunkach jest także najniższy i jest poniżej 40 m³/h dla podciśnienia wynoszącego około 0,5 Pa.



Rys. 14. Współczynnik strat miejscowych ciśnienia wywiewnika T-22 w funkcji strumienia objętości powietrza

Fig. 14. Loss pressure coefficient of the T-22 chimney cap in the function of the volume air flow



Rys. 14. Współczynnik strat miejscowych ciśnienia wywiewnika TRN-150 w funkcji strumienia objętości powietrza

Fig. 15. Loss pressure coefficient of the TRN-150 chimney cap in the function of the volume air flow

Wnioski końcowe

Analiza wyników badań pokazuje, iż prezentowane wywiewniki wytwarzają dodatkową wartość ciśnienia czynnego oraz strumień objętości powietrza wentylacyjnego. Nawet w najbardziej niekorzystnych warunkach obydwa wywiewniki nie powodują powstania wstecznego przepływu, czyli wciągania powietrza przez wywiewnik do wnętrza pomieszczenia. Wartości podciśnienia ulegają zmianie w zależności od kąta natarcia strumienia powietrza na badany wywiewnik w płaszczyźnie pionowej i poziomej w przypadku wywiewnika T-22 oraz tylko pionowej w przypadku wywiewnika TRN-150. Zmiana prędkości strumienia powietrza w_i również miała wpływ na wytwarzane przez wywie-

trzaki ciśnienia czynne. Najwyższe wartości podciśnienia wytwarzały oba wywiewniki dla przesłony „zero”, która miała za zadanie symulować szczelność modelu pomieszczenia (brak infiltracji powietrza do modelu pomieszczenia). W prezentowanych badaniach wyznaczono również współczynniki oporów miejscowych badanych wywiewników (rys. 14 i rys. 15). Wartość średnia współczynnika oporu miejscowego wywiewnika T-22 wynosiła $\zeta \approx 0,7$ dla mierzonego zakresu strumienia objętości powietrza. Dla wywiewnika TRN-150 średni współczynnik oporu miejscowego wynosił $\zeta \approx 1,0$. Wartości współczynnika oporu miejscowego nie powinny jednak być decydującym czynnikiem doboru wywiewnika dlatego, że okres bezwietrzny w skali roku dla rozpatrywanego obszaru miasta Łodzi wynosi około 6% [1]. Badania wykazały, że prezentowane wywiewniki, w zależności od prędkości wiatru, są w stanie zapewnić podciśnienie pozwalające osiągnąć strumień objętości powietrza wentylacyjnego znacznie przekraczający 30 m³/h (kuchnia z oknem zewnętrznym z kuchenką elektryczną lub wydzielone pomieszczenie WC), a w korzystnych warunkach wywiewnik T-22 jest w stanie osiągnąć strumień objętości powietrza wentylacyjnego na poziomie 70 m³/h (kuchnia z oknem zewnętrznym, wyposażona w kuchnię gazową lub węglową) zgodnie z zaleceniami [8, 12, 15]. Zaprezentowane wyniki badań jednoznacznie wskazują, że oba wywiewniki są w stanie poprawić działanie wentylacji grawitacyjnej, co ma kluczowe znaczenie zwłaszcza w okresie letnim. Urządzenia te nie wymagają zapewnienia dodatkowego źródła energii. Wytwarzają dodatkowe podciśnienie wyłącznie za pośrednictwem działania siły wiatru.

LITERATURA

- [1] Adamiak T., Deska A.. 2015. „Ocena stanu i perspektyw rozwoju nasad kominowych (wywiewników) w instalacjach wentylacyjnych” - Część 1. Instal nr 12 (368). :50-54.
- [2] Adamiak T., Deska A.. 2016. „Ocena stanu i perspektyw rozwoju nasad kominowych (wywiewników) w instalacjach wentylacyjnych” - Część 2. Instal nr 1 (369). :29-32.
- [3] Deska A.. 2009. „Współpraca wywiewników z instalacją wentylacji grawitacyjnej”. Instalacje nr 3. : 37-40.
- [4] Janiak W..2009. „Badania wywiewników dachowych”. Praca magisterska. Politechnika Łódzka. Katedra Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej.
- [5] Lewandowski D. 2010. „Badania wywiewników typu: WLO 160, ZEFIR 150, BRYZA 150, NASADA PIERŚCIENIOWA 150, CHANARD 150, WWO 150”. Praca magisterska. Politechnika Łódzka. Katedra Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej.
- [6] Malicki M.1980. „Wentylacja i klimatyzacja”. PWN.
- [7] PN-76/M.-34034. Rurociągi. Zasady obliczania strat ciśnienia.
- [8] PN-B-03430:1983/Az3:2000. Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej - Wymagania.
- [9] PN-EN 12238:2002. Wentylacja budynków – Elementy końcowe- Badania aerodynamiczne i wzorcowanie w zakresie zastosowań strumieniowego przepływu powietrza.
- [10] PN-EN 13141-5. 2006. Wentylacja budynków. Badanie właściwości elementów/wyrobów do wentylacji mieszkań. Część 5. Nasady kominowe i wyrzutnie dachowe.
- [11] Radwan-Dębski R. 1990. „Planowanie przestrzenne budownictwa wiejskiego”. Politechnika Łódzka, Łódź.
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (Dz. U. nr 75 poz. 609 z 2002r, z późniejszymi zmianami)
- [13] Rubnikowicz A., Deska A.. 2008. „Badania aerodynamiczne nasad kanałów wentylacji grawitacyjnej”. Instalacje nr 4. :18-20.
- [14] Rubnikowicz A., Deska A.. 2008. „Badania aerodynamiczne wylotów przewodów wentylacji grawitacyjnej”. Instal nr 3. :18-22.
- [15] Sabinia G. Henryk. 2017. „Wentylacja”, Politechnika Łódzka, Łódź.
- [16] Zgłoszenie patentowe nasady kominowej typu T-22 z dnia 15.05.2019., nr P.429922.

■



Jeszcze można zamawiać prenumeratę miesięcznika Instal na 2020 rok.

Druk zamówienia na stronie www.informacjainstal.com.pl