

**ADAM DESKA**

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska  
Politechniki Łódzkiej  
Katedra Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej

## **BADANIA AERODYNAMICZNE WYWIETRZAKA TYPU „F”**

Opiniodawca: **prof. dr hab. inż. Kazimierz Pieńkowski**

*W artykule przedstawiono wyniki z badań wywietrzaka nowego typu. Jest to kontynuacja poprzednich badań prowadzonych w Katedrze Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej Politechniki Łódzkiej. Opisano metodykę i zakres przeprowadzonych badań aerodynamicznych wywietrzaków, zakresy kątów napływu strugi powietrza na badany wywietrzak w płaszczyźnie pionowej i płaszczyźnie poziomej oraz zakresy prędkości strugi powietrza działającej w obrębie badanego wywietrzaka. Ponadto przedstawiono schemat stanowiska badawczego wraz z jego oprzyrządowaniem. Wyniki z badań zamieszczono w formie wykresów wraz z ilustracjami napływu strugi powietrza na badany wywietrzak. Całość opracowania podsumowano wnioskami.*

### **1. Metodyka prowadzonych badań**

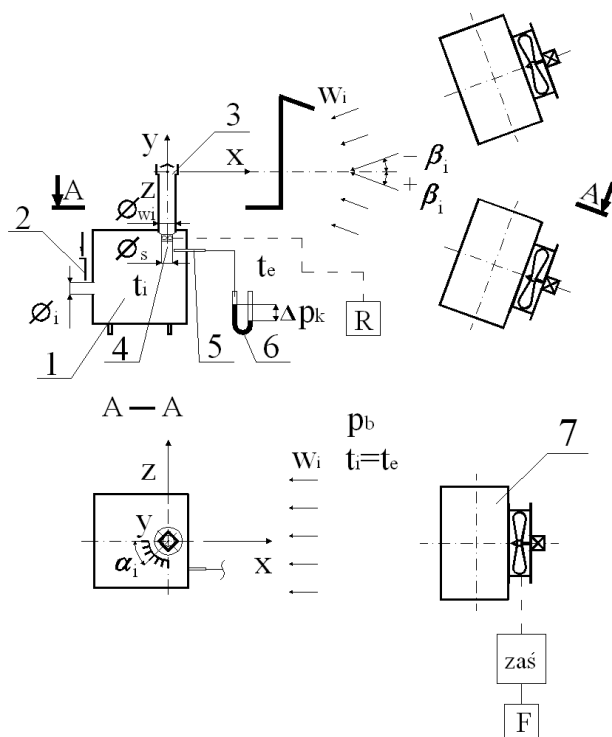
Przedstawione opracowanie jest kontynuacją prowadzonych badań aerodynamicznych wywietrzaków, które są częścią stałego programu badawczego prowadzonego w Katedrze Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej Politechniki Łódzkiej [1], [2], [3], [4], [5].

Badania zostały przeprowadzone dla nasady kominowej oznaczonej symbolem „F”. Prowadzono je pod zmiennymi kątami napływu strugi powietrza w płaszczyźnie poziomej oraz płaszczyźnie pionowej, a także zmiennymi prędkościami nawiewu strugi powietrza w obrębie badanego wywietrzaka. Badania aerodynamiczne wykonano w oparciu o modelowe pomieszczenie (rys. 1) dla różnego poziomu jego nieszczelności, co miało na celu symulowanie procesu infiltracji powietrza do wnętrza modelowego pomieszczenia. Poziom nieszczelności modelu pomieszczenia był regulowany poprzez przesłony zmieniane w kieszeni elementu dławiącego zlokalizowanego od zawietrznej

strony modelowego pomieszczenia (strefy niezakłóconej wpływem strugi powietrza nawiewanej w obrębie badanego wywietrzaka). Wykonano także przesłonę zerową, która zapewniała szczelność modelowego pomieszczenia (brak infiltracji powietrza do modelowego pomieszczenia).

Badania prowadzono dla zmiennych prędkości strugi powietrza nawiewanej na badany wywietrzak w zakresie od  $w_i \in (1 \div 4,5)$  m/s w oparciu o dane statystyczne dla regionu łódzkiego [6]. Badania wywietrzaka przeprowadzono w układzie izotermicznym w celu wyeliminowania wpływu ciśnienia czynnego grawitacyjnego, wynikającego z różnicy ciężarów właściwych powietrza, na jego pracę. Przedstawione badania przeprowadzono dla zmiennych kątów  $\alpha_i$  w płaszczyźnie poziomej x-z, oraz dla zmiennych kątów  $\beta_i$  ustawienia nawiewnika w płaszczyźnie pionowej x-y (rys. 1).

## 2. Opis i schemat stanowiska służącego do badań aerodynamicznych wywietrzaków grawitacyjnych



Rys. 1. Schemat stanowiska służącego do badań aerodynamicznych wywietrzaków grawitacyjnych

Fig. 1. The schema of bench using to aerodynamic researches of chimney caps

1 – pomieszczenie modelowe, 2 – element dławiący zlokalizowany od strony zawietrznej modelu pomieszczenia, 3 – badany wywiewnik, 4 – sonda mikro anemometru skrzydełkowego podłączona do rejestratora elektronicznego R, 5 – sonda ciśnienia statycznego podłączona do mikromanometru z rurką pochyłą – 6, 7 – nawiewnik wyposażony w wentylator i prostownicę strugi powietrza nawiewanego na wywiewnik, sterowany falownikiem F, gdzie:

$\rho_b$  – ciśnienie barometryczne [Pa],

$\Delta\rho_k$  – różnica ciśnień między ciśnieniem panującym w modelu pomieszczenia a ciśnieniem barometrycznym (podciśnienie w modelowym pomieszczeniu) wskazywana na mikromanometrze [Pa],

$W_j$  – prędkość strugi powietrza wytwarzanej przez nawiewnik [m/s],

$t_e$  – temperatura otoczenia [°C],

$t_i$  – temperatura powietrza w modelu pomieszczenia [°C],

oznaczenia dodatkowe:

R – rejestrator elektroniczny podłączony do sondy mikro anemometru skrzydełkowego.

$\alpha_j$  – kąt ustawienia wywiewnika w płaszczyźnie poziomej x-z względem nawiewnika [°],

$\beta_j$  – kąt ustawienia nawiewnika w płaszczyźnie pionowej x-y względem wywiewnika [°],

$\phi_j$  – średnica otworu kolejnej przesłony zamontowanej w kieszeni elementu dławiącego [mm],

$\phi_s$  – średnica części wlotowej dużej sondy anemometru skrzydełkowego zamontowanej u wlotu wywiewnika [mm],

$\phi_{wi}$  – średnica części wlotowej wywiewnika [mm].

### 3. Badany wywiewnik

W tabeli 1 przedstawiono schemat przebadanego wywiewnika, symbolikę, zakresy kątów nawiewu strugi powietrza w płaszczyźnie poziomej i w płaszczyźnie pionowej [7].

Tabela 1. Schemat oraz wielkości opisujące zakres badań wywietrzaka typu „F”  
 Table 1. The schemas and values describing scope of F-type chimney cap research

Rysunek	Symbol	Zakres badanych kątów $\alpha_i$	Zakres badanych kątów $\beta_i$
	F	0° i 25,7°	- 20°
			- 10°
			0°
			10°
			20°

#### 4. Opracowanie wyników z badań

Przedstawione poniżej charakterystyki (rys. 2-11) zostały zbudowane w oparciu o badania aerodynamiczne wywietrzaka typu „F” w zakresie prędkości strugi powietrza działającej w jego obrębie od 1 m/s do 4,5 m/s, dla zmiennych kątów  $\alpha_i$  – nawiewu strugi powietrza w płaszczyźnie poziomej oraz dla zmiennych kątów  $\beta_i$  w płaszczyźnie pionowej, przy jednoczesnej zmianie poziomu szczelności modelu pomieszczenia za pomocą przesłon dławiących [7]. Wywietrzak typu „F” ze względu na konstrukcję nieosiowosymetryczną został przebadany dla dwóch kątów  $\alpha_1 = 0^\circ$  i  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  napływu strugi powietrza w płaszczyźnie poziomej i dla pięciu kątów  $\beta_i$  napływu strugi powietrza w płaszczyźnie pionowej (tabela 1), (rys. 2-11).

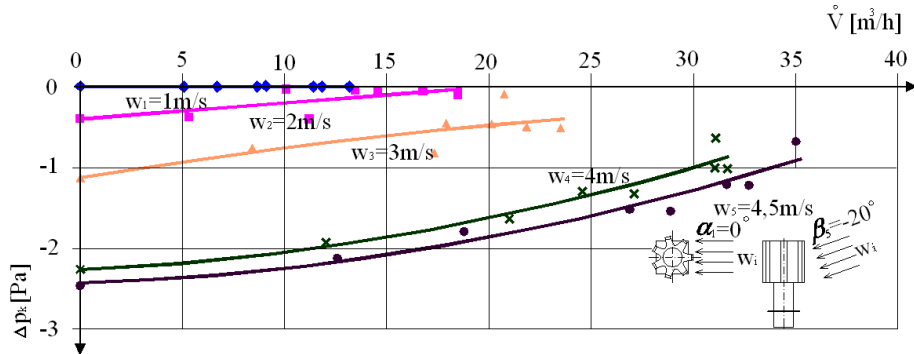
Oznaczenia na wykresach:

$w_i$  – kolejno ustalone prędkości strugi powietrza, dla których prowadzono badania aerodynamiczne wywietrzaka [m/s],

$\dot{V}$  – strumień objętości powietrza wentylacyjnego („podsysany” przez wywietrzak) [m<sup>3</sup>/h],

$\Delta p_k$  – podciśnienie panujące w modelu pomieszczenia [Pa],

$\alpha_i$  i  $\beta_i$  – kąty nawiewu strugi powietrza na badany wywiewnik odpowiednio w płaszczyźnie poziomej i pionowej [°].



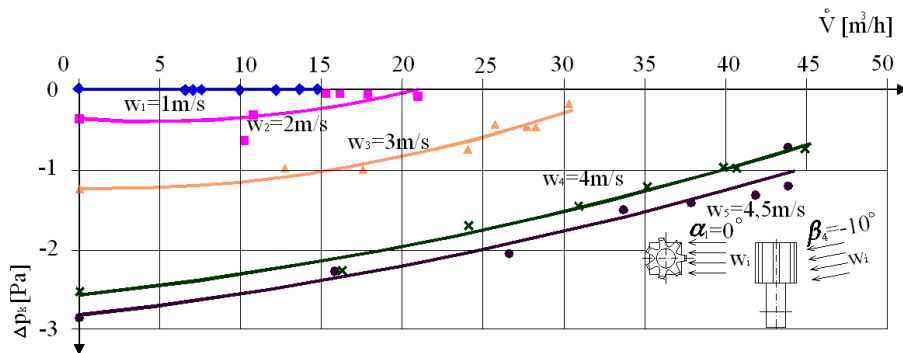
Rys. 2. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewnika typu „F” w układzie współrzędnych

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywiewnik

$$\alpha_1 = 0^\circ \text{ i } \beta_5 = -20^\circ$$

Fig. 2. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_1 = 0^\circ$  and  $\beta_5 = -20^\circ$



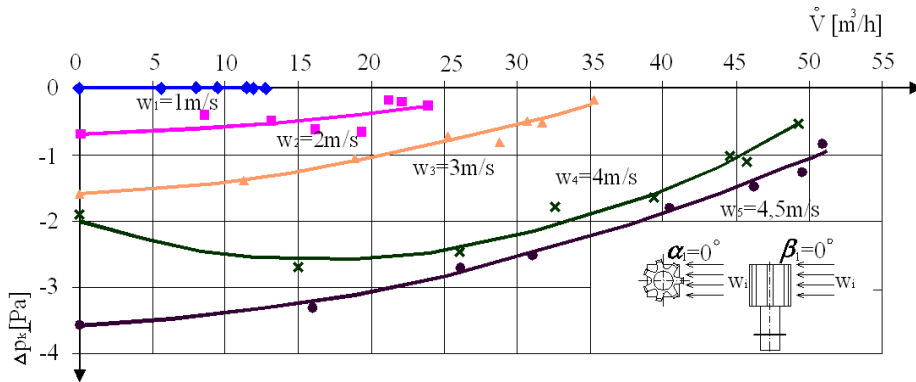
Rys. 3. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewnika typu „F” w układzie współrzędnych

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywiewnik

$$\alpha_1 = 0^\circ \text{ i } \beta_4 = -10^\circ.$$

Fig. 3. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_1 = 0^\circ$  and  $\beta_4 = -10^\circ$ .



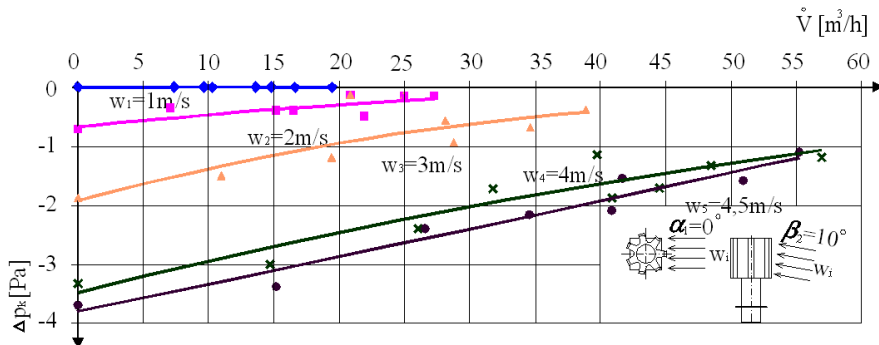
Rys. 4. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu „F” w układzie współrzędnych

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywietrzak

$$\alpha_1 = 0^\circ \text{ i } \beta_1 = 0^\circ$$

Fig. 4. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_1 = 0^\circ$  and  $\beta_1 = 0^\circ$



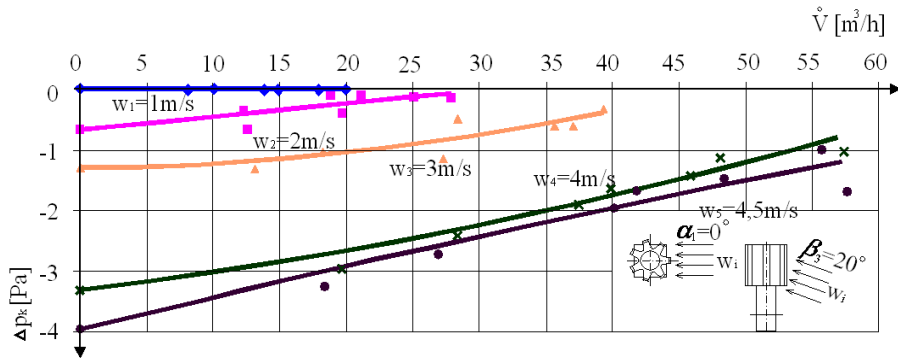
Rys. 5. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu „F” w układzie współrzędnych

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywietrzak

$$\alpha_1 = 0^\circ \text{ i } \beta_2 = 10^\circ$$

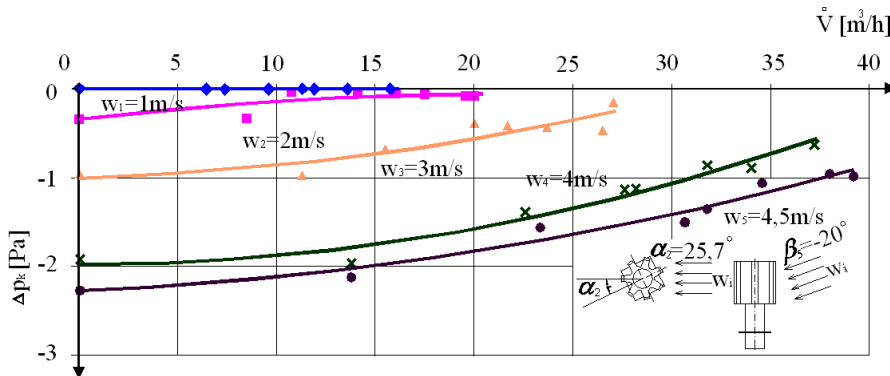
Fig. 5. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_1 = 0^\circ$  and  $\beta_2 = 10^\circ$



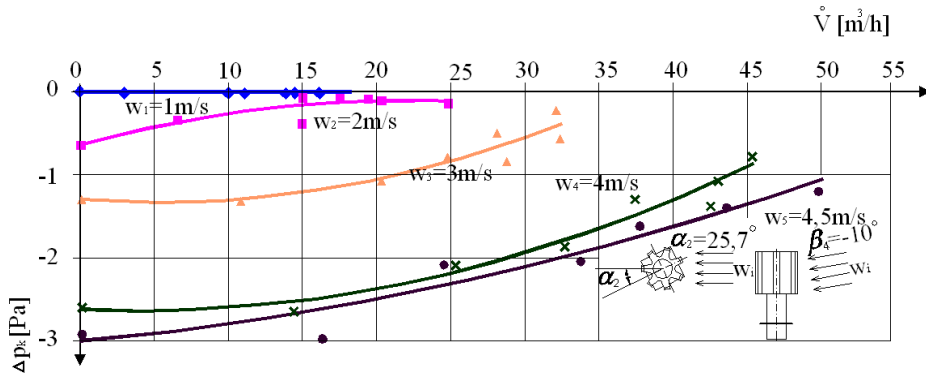
Rys. 6. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewzaka typu „F” w układzie współrzędnych  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywiewzak  $\alpha_1 = 0^\circ$  i  $\beta_3 = 20^\circ$

Fig. 6. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_1 = 0^\circ$  and  $\beta_3 = 20^\circ$



Rys. 7. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewzaka typu „F” w układzie współrzędnych  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywiewzak  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  i  $\beta_5 = -20^\circ$

Fig. 7. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  and  $\beta_5 = -20^\circ$



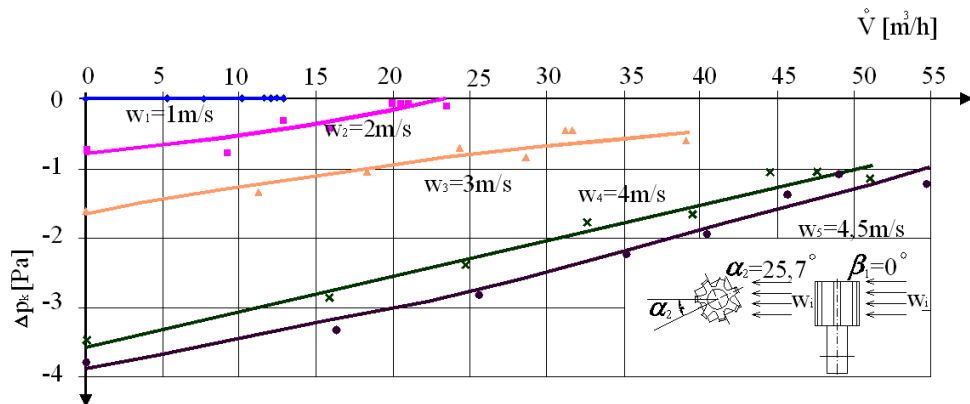
Rys. 8. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu „F” w układzie współrzędnych

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywietrzak

$$\alpha_2 = 25,7^\circ \text{ i } \beta_4 = -10^\circ$$

Fig. 8. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates

$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  and  $\beta_4 = -10^\circ$



Rys. 9. Charakterystyki aerodynamiczne wywietrzaka typu „F” w układzie współrzędnych

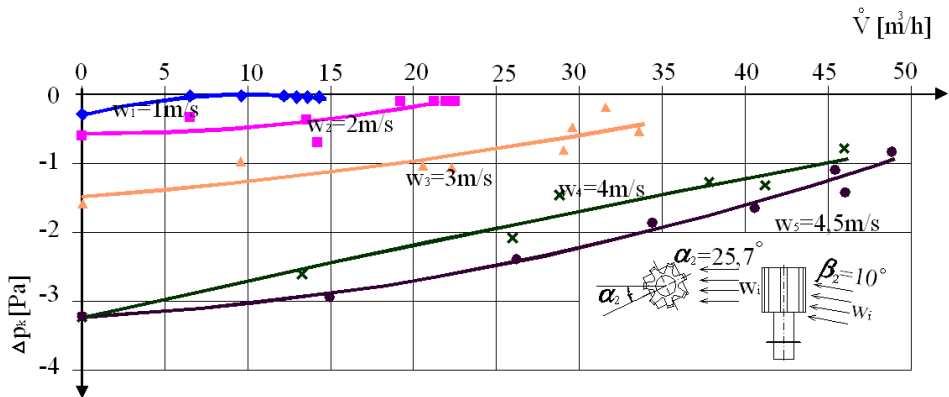
$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywietrzak

$$\alpha_2 = 25,7^\circ \text{ i } \beta_1 = 0^\circ$$

Fig. 9. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates

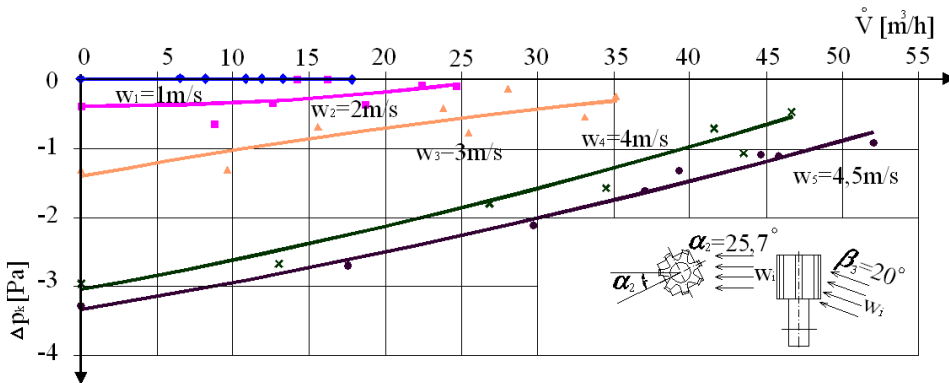
$f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  and  $\beta_1 = 0^\circ$





Rys. 10. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewnika typu „F” w układzie współrzędnych  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywiewnik  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  i  $\beta_2 = 10^\circ$

Fig. 10. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  and  $\beta_2 = 10^\circ$



Rys. 11. Charakterystyki aerodynamiczne wywiewnika typu „F” w układzie współrzędnych  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , dla kątów napływu strugi powietrza na wywiewnik  $\alpha_2 = 27,5^\circ$  i  $\beta_3 = 20^\circ$

Fig. 11. The aerodynamic characteristics of F-type chimney cap in coordinates  $f(\dot{V}) = \Delta p_k$ , for air jet gust angles for chimney cap  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  and  $\beta_3 = 20^\circ$

## 5. Wnioski

Na podstawie analizy otrzymanych wyników z badań wywietrzaka typu „F” można sformułować poniższe wnioski.

Wywietrzak „F” wytwarzał maksymalnie podciśnienie rzędu  $\Delta p_k \approx 3,9$  Pa, przy prędkości strugi powietrza działającej w obrębie badanego wywietrzaka  $w_5 = 4,5$  m/s, przy szczelnym modelu pomieszczenia dla kątów napływu strugi powietrza:  $\alpha_1 = 0^\circ$  i  $\beta_3 = 20^\circ$  oraz dla:  $\alpha_2 = 25,7^\circ$  i  $\beta_1 = 0^\circ$ . Natomiast maksymalny strumień objętości powietrza „podsysany” przez wywietrzak dochodził do wartości  $\dot{V} \approx 57$  m<sup>3</sup>/h (model pomieszczenia maksymalnie rozszczelniony dla kątów  $\alpha_1 = 0^\circ$  i  $\beta_3 = 20^\circ$ ).

Przedstawione powyżej badania aerodynamiczne wywietrzaka wykazały, iż dla prędkości strugi powietrza  $w_i \in \langle 1 \div 4,5 \rangle$  m/s, wartości wytwarzanego podciśnienia w modelowym pomieszczeniu mieszczą się w zakresie:  $\Delta p_k \in \langle 0 \div 3,9 \rangle$  Pa, natomiast strumień objętości powietrza „podsysanego” przez wywietrzak mieścił się w zakresie  $\dot{V} \in \langle 0 \div 57 \rangle$  m<sup>3</sup>/h, przy różnym poziomie rozszczelnienia modelu pomieszczenia.

Wywietrzak typu „F” pozwala na uzyskanie dodatkowego ciśnienia czynnego w przewodzie wentylacyjnym i dodatkowego strumienia objętości powietrza wentylacyjnego.

## Literatura

- [1] **Rubnikowicz A., Deska A.:** Badania aerodynamiczne wylotów przewodów wentylacji grawitacyjnej, Instal, nr 3/2008, s. 18-22.
- [2] **Rubnikowicz A., Deska A.:** Badania aerodynamiczne nasad kanałów wentylacji grawitacyjnej, Instalacje nr 4/2008, s. 18-20.
- [3] **Deska A.:** Współpraca wywietrzaków z instalacją wentylacji grawitacyjnej, Instalacje nr 3/2009, s. 37-40.
- [4] **Deska A.:** Badania aerodynamiczne wywietrzaków grawitacyjnych nowych typów, Instal, nr 11/2010, s. 11-13.
- [5] **Deska A.:** Badania aerodynamiczne wywietrzaków grawitacyjnych nowych typów – uzupełnienie, Instal, nr 3/2011 s. 21-23.
- [6] **Radwan-Dębski R.:** Planowanie przestrzenne budownictwa wiejskiego. Politechnika Łódzka, Łódź 1990.
- [7] **Lewandowski D.:** Praca magisterska; Badania wywietrzaków typu: WLO 160, ZEFIR 150, BRYZA 150, NASADA PIERŚCIENIOWA 150, CHANARD 150, WWO 150, Politechnika Łódzka Katedra Techniki Ogrzewczej i Wentylacyjnej, Łódź 2010.

---

## **AERODYNAMIC RESEARCHES OF F-TYPE CHIMNEY CAP**

### **Summary**

The article presents the results of reaserch on chosen new types of chimney caps. This is continuations of previous researches conducting at Heating Technique and Ventilation Catedry of Technical University of Lodz. The methodology and scope of research for aerodynamic chimney cap. Angle band of air jet gust for researched chimney cap in vertical and horizontal plane and scope of air jet velocity working in researched chimney area. Additionally diagram of the bench including equipment.

The results of the research are presented in graphic form including instructions on every diagram of air jet gust with right angles for researched chimney cap. Full elaboration is finished with conclusion.