

**Akademia Górniczo- Hutnicza
Im. Stanisława Staszica w Krakowie**



Badania wentylatorów na potrzeby wprowadzenia do obrotu lub
dopuszczenie ich do użytku w systemach wentylacji
mieszkaniowej SWM lub niemieszkaniowej SWNM



Prowadzący:
mgr inż. Tomasz Siwek
siwek@agh.edu.pl

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie procedury badania wentylatorów na potrzeby przygotowania charakterystyk pracy do katalogów producenta oraz certyfikowania systemów i podzespołów wentylacji mieszkaniowej oraz niemieszkaniowej, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi (Rozporządzenie Komisji UE nr 1253/2014).

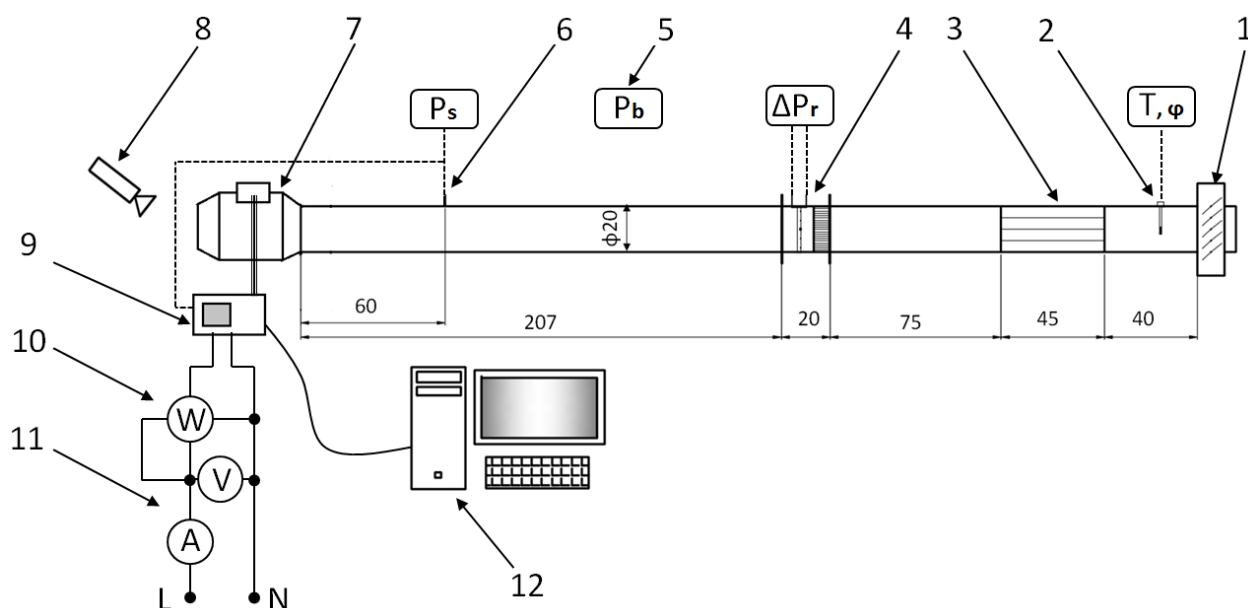
2. Zakres ćwiczenia/opracowania

- 1) Wyznaczenie nominalnych charakterystyk przepływowych dla wentylatora wskazanego przez prowadzącego.
- 2) Wyznaczenie charakterystyk uwzględniających zakres regulacji z wykorzystaniem dostarczonego wraz z wentylatorem dedykowanego sterownika.
- 3) Wyznaczenie krzywych poboru mocy elektrycznej, prądu, sprawności statycznej/całkowitej wentylatora z uwzględnieniem współpracy z dostarczonym sterownikiem.
- 4) Określenie parametrów wynikających z wymogów rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014 (dyrektywa ErP 2016) dotyczących zakresu podawanych informacji, tj.:
 - „maksymalna wartość natężenia przepływu”- wyznaczana zgodnie z wytycznymi rozporządzenia 1253/2014 (tj. maksymalna wartość przepływu przy różnicy ciśnienia statycznego wynoszącej 100 Pa)
 - „pobór mocy napędu wentylatora przy wyznaczonym maksymalnym natężeniu przepływu [W]
 - „jednostkowe zużycie energii- JZE”- wyrażone kWh/m²/rok, określone zgodnie z załącznikiem VIII rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014, wyznaczone dla danego wariantu sterowania (załącznik VIII, tabela 1 rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014)
 - „wartość odniesienia natężenia przepływu” oraz „wartość odniesienia różnicy ciśnienia”- zgodnie z załącznikiem I oraz załącznikiem IV rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014
 - Efektywna moc wejściowa zgodnie z załącznikiem I rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014
 - „jednostkowy pobór mocy (JPM)” [W/m³/h]- zgodnie z załącznikiem I rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014 (tj. stosunek efektywnej mocy wejściowej do wartości odniesienia natężenia przepływu)
 - „Współczynnik zewnętrznych przecieków powietrza” [%] określony zgodnie z załącznikiem I rozporządzenia Komisji Europejskiej 1253/2014.
- 5) Wyznaczenie przybliżonych charakterystyk akustycznych w nominalnych warunkach pracy i z uwzględnieniem sterowania pracą wentylatora.

3. Stanowiska pomiarowe

3.1. Wyznaczanie charakterystyk przepływowych

Stanowisku badawczym przygotowanym zgodnie z normą PN-EN ISO 5801:2008. Stanowisko badawcze typu C – rurociąg pomiarowy zainstalowany jest po stronie ssawnej badanego wentylatora. Schemat stanowiska odpowiadający wentylatorowi kanałowemu o średnicy przyłączeniowej D=200mm zaprezentowano na rysunku 1.



Rys.1. Stanowisko przepływowe do badań bilansowych wentylatorów

Zgodnie z numeracją, na wlocie do rurociągu pomiarowego zainstalowano przepustnicę żaluzjową odpowiedzialną za dławienie przepływu (1), kolejnym elementem jest termo-higrometr Delta Ohm model HD48T (2) – pomiar temperatury i wilgotności powietrza. Celem ujednolicenia profilu prędkości, za przepustnicą zainstalowano prostownicę strumienia (3). Do pomiaru przepływu powietrza użyto, zestawu pomiarowego złożonego z elementu spiętrzającego STRA Dwyer (4), uśredniającego profil ciśnienia dynamicznego w przewodzie i ciśnieniomierza różnicowego Halstrup Walher P26. W odległości 3 średnic przed wlotem do wentylatora wyprowadzono impuls ciśnienia statycznego do ciśnieniomierza Delta Ohm model HD404T. Wentylator (7) w zależności od prowadzonych badań zasilany może być z (9) trzech konfiguracjach sterowania:

1. sterowanie za pomocą transformatorowego sterownika obrotów – „n” biegów przełączanych ręcznie w miejscu zainstalowania,
2. sterowanie automatyczne za pomocą sterownika elektronicznego – płynna regulacja pracy wentylatora na podstawie impulsu ciśnienia statycznego pobieranego na ssaniu wentylatora w punkcie (6),
3. sterowanie za pomocą sterownika zintegrowanego z komputerem (12) – nastawy zgodne z wytycznymi projektanta systemu.

Obroty mierzymy tachometrem optoelektronicznym Sentry ST723 (7) zainstalowanym na statywie za wentylatorem. Analizę zasilania elektrycznego układu tzn. pomiary mocy czynnej, biernej i pozornej oraz prądu i napięcia dokonano po stronie sieci przed sterownikiem/autotransformatorem. Do pomiaru mocy czynnej wykorzystano watomierz Lumel n30p (10). Pozostałe parametry elektryczne (w tym prąd i napięcie) badano analizatorem sieci Fluke 1736 (11).

Dodatkowo na statywie w odległości jednego metra od obudowy wentylatora prowadzi rejestrację mocy akustycznej z uwzględnieniem filtrów częstotliwościowych typu A i C.

[illegible]

5. Wielkości stałe do obliczeń dla wybranego SWM

Obliczając wartość jednostkowego zużycia energii JZE wielkości stałe dla każdego z badanych wentylatorów/systemów zestawiono w tabeli 2. Przyjęto jednokierunkowy system wentylacyjny JSW bez odszraniania.

Tabela 1. Wielkości stałe przyjęte zgodnie z załącznikiem VII do KE 1253/2014

Wielkość	Oznaczn.	Wartość	Jednostka
Liczba godzin pracy na rok	t_a	8760	h/rok
Wskaźnik energii pierwotnej	p_{ef}	2,5	-
Stopień zapotrzebowania netto na wentylację	q_{net}	1,3	m ³ /h/m ²
Ogólny skonsolidowany wskaźnik	MISC	1,1	-
Wykładnik (nieliniowość stosunku oszczędności energii)	x	2	-
Liczba godzin w sezonie grzewczym	t_h	5112	h
Średnia wartość różnicy temperatur	ΔT_h	9,5	K
Średnia efektywność energetyczną ogrzewania	η_h	0,75	-
Jednostkowa wydajność grzewczą powietrza	c_{air}	0,000344	kWh/(m ³ K)
Referencyjny stopień naturalnej wentylacji	q_{ref}	2,2	(m ³ /h)/m ²
Sprawność cieplna układu odzysku ciepła	η_t	0	-
Ilość energii grzewczej zużywanej rocznie do odszraniania	Q_{def}	0,000	kWh/m ² /rok

6. Wielkości końcowe – tabela i charakterystyki

Tabela 2. Wielkości charakterystyczne określone zgodnie z KE 1253/2014

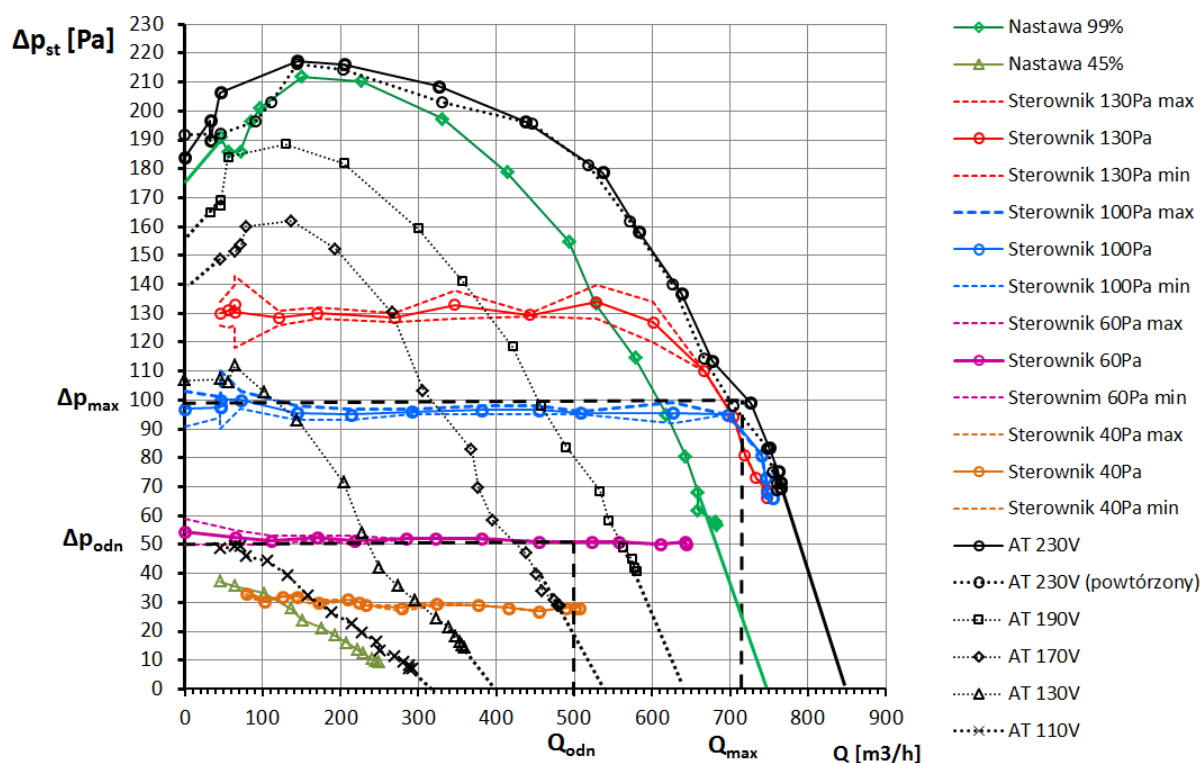
Wielkość	Oznaczn.	Wartość	Jednostka
Maksymalna wartość natężenia przepływu	Q_{max}		m ³ /h
Moc czynna przy Q_{max}	$P_{Q_{max}}$		W
Natężenie przepływu strumienia odniesienia	Q_{odnie}		m ³ /s
Wartość odniesienia różnicy ciśnienia	Δp_{odnie}		Pa
Efektywna moc wejściowa (P dla Q_{odnie})	P_{ef}		W
Jednostkowy pobór mocy (JPM)	JPM		W/(m ³ /h)
Jednostkowe zużycie energii dla CRS=.....	JZE		kWh/(m ² /rok)

*CRS=czynnik rodzaju sterowania

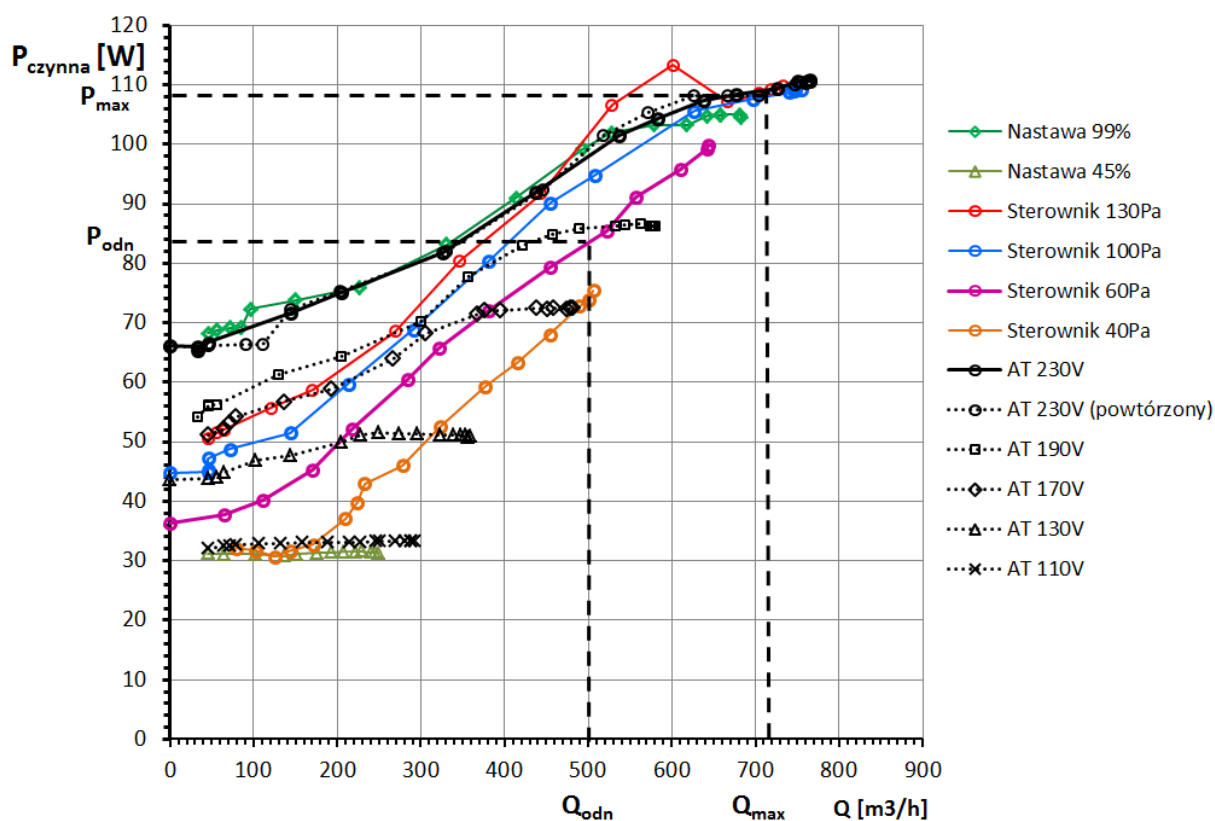
Tabela 3. Przecieki zewnętrzne - wyniki pomiarów i obliczeń

Wielkość	Oznacz.	Wartość	Jednostka
Strumień przy podciśnieniu -250Pa	Q_{-250}		m ³ /h
Strumień przy podciśnieniu +250Pa	Q_{+250}		m ³ /h
Strumień przy podciśnieniu -400Pa	Q_{-400}		m ³ /h
Strumień przy podciśnieniu +400Pa	Q_{+400}		m ³ /h
Stopień zewnętrznych przecieków powietrza -250	SZP_{-250}		-
Stopień zewnętrznych przecieków powietrza +250	SZP_{+250}		-
Stopień zewnętrznych przecieków powietrza -400	SZP_{-400}		-
Stopień zewnętrznych przecieków powietrza +400	SZP_{+400}		-
Średni stopień zewnętrznych przecieków 250Pa	SZP_{250}		-
Średni stopień zewnętrznych przecieków 400Pa	SZP_{400}		-
Średni stopień zewnętrznych przecieków powietrza	$SZP_{\text{śred}}$		-

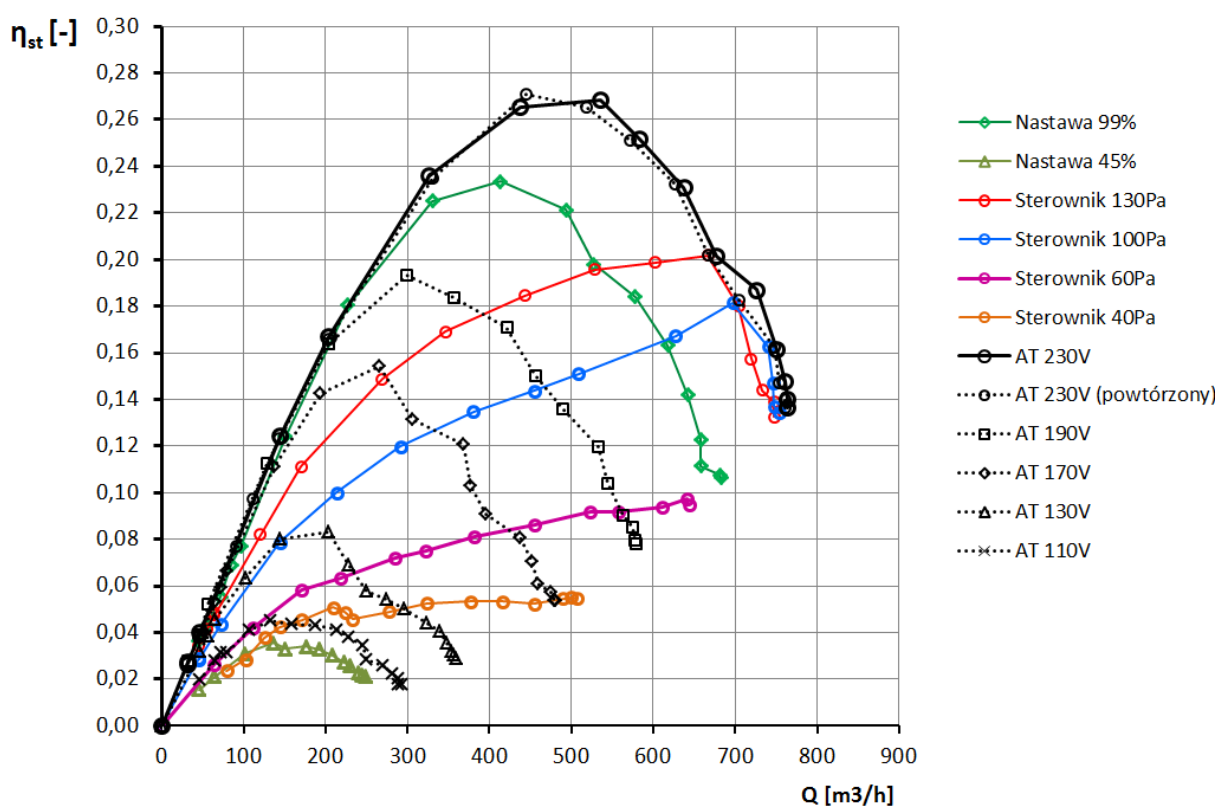
Przykładowe zestawy charakterystyk (analogiczne do wykonania)



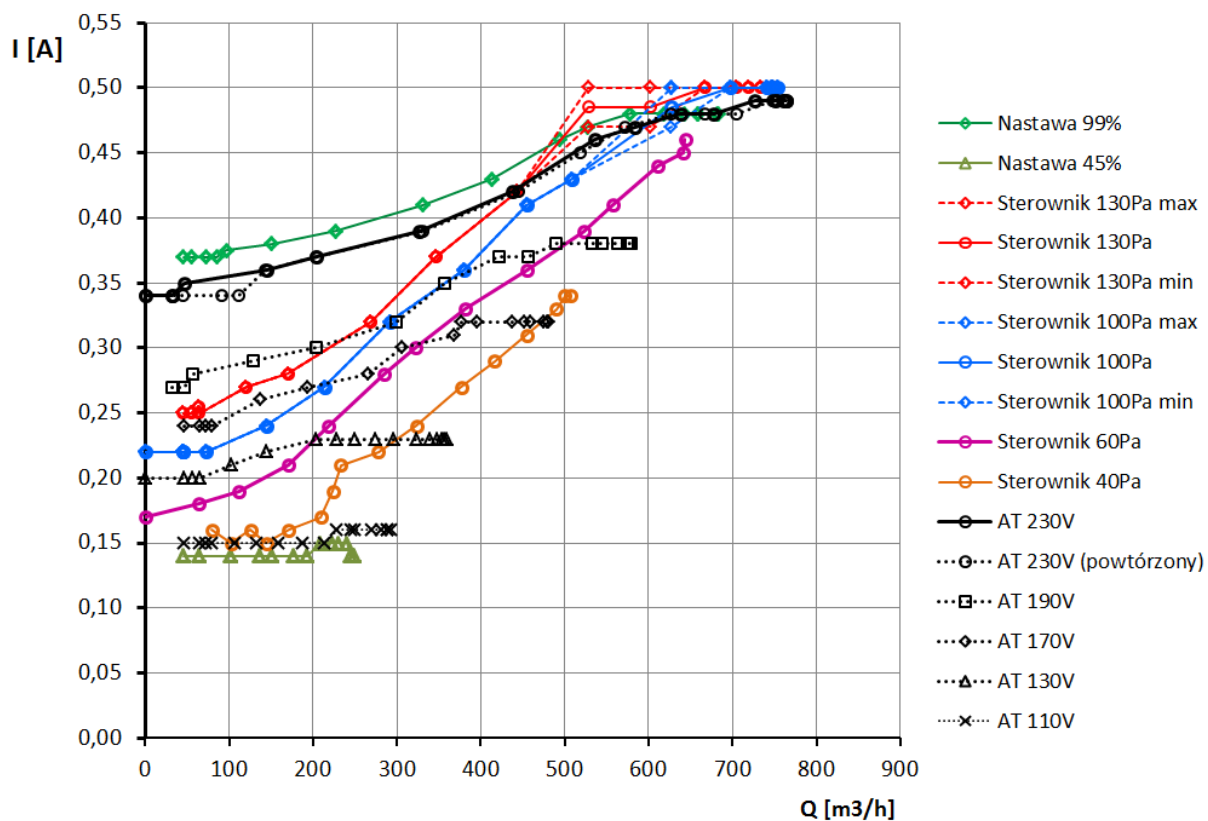
Rys.3. Zależność ciśnienia statycznego od wydajności



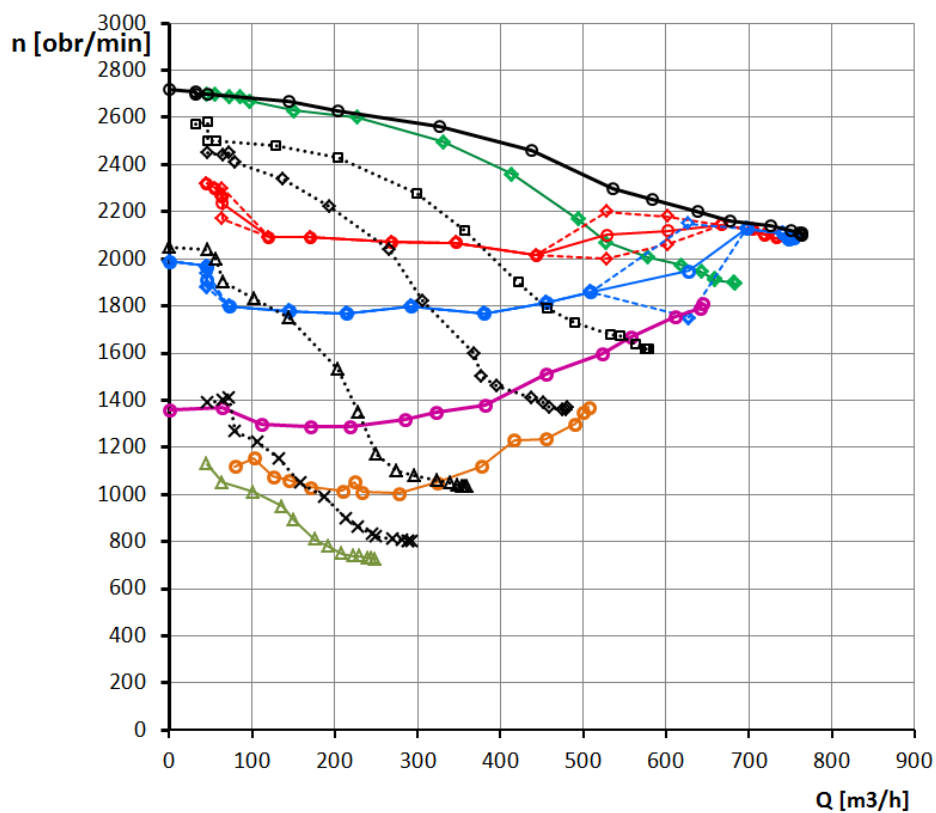
Rys.4. Zależność mocy czynnej od wydajności



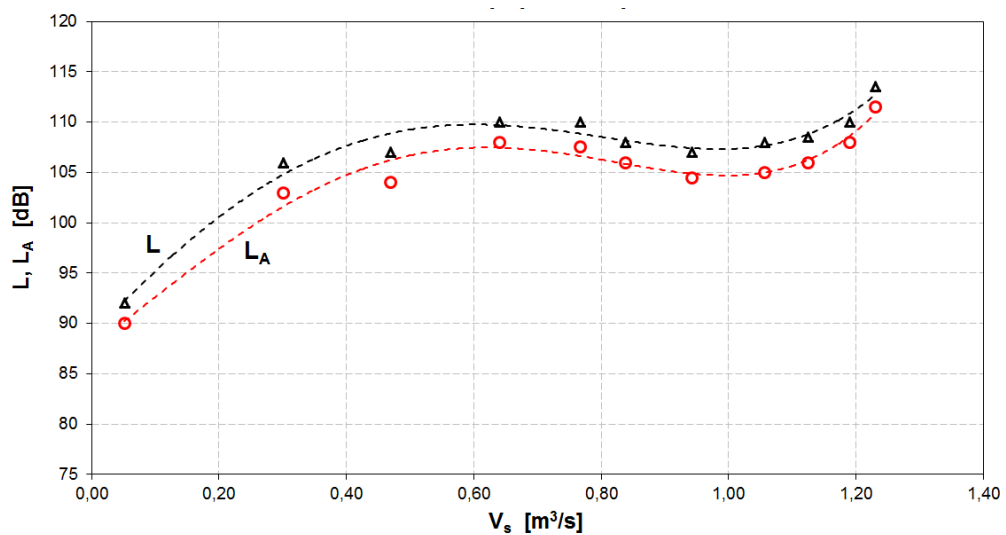
Rys.5. Zależność sprawności statycznej od wydajności



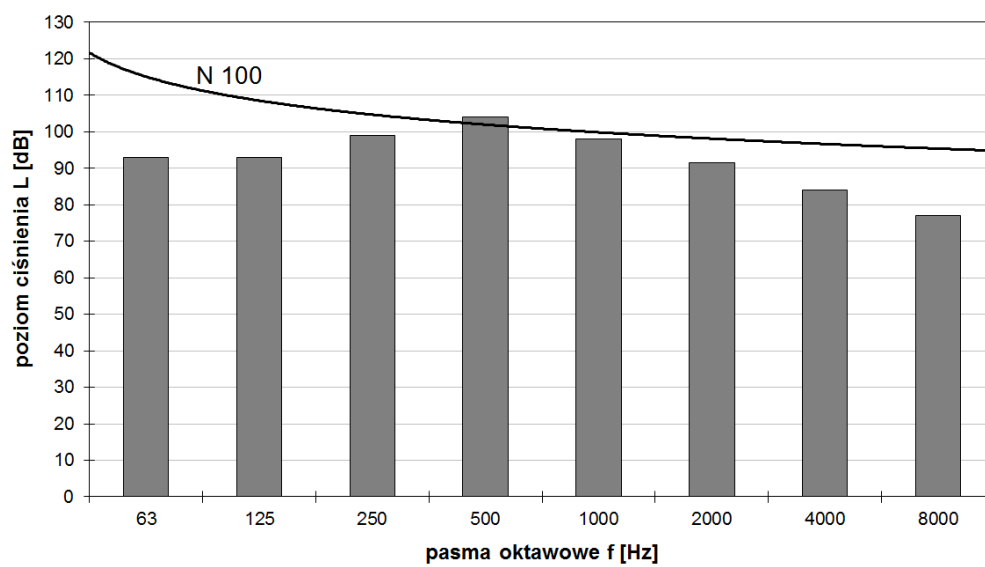
Rys.6. Zależność prądu od wydajności



Rys.7. Zależność obrotów od wydajności



Rys.8. Moc akustyczna od wydajności



Rys.9. Widmo akustyczne w otoczeniu punktu optymalnego wentylatora