

# Spis treści

Streszenie.....	7
Summary.....	9
Indeks ważniejszych symboli i oznaczeń nieopisanych w tekście.....	11
<b>1. Wstęp.....</b>	<b>17</b>
1.1. Rys historyczny.....	17
1.2. Założenia i cel pracy.....	19
1.2.1. Założenia .....	20
1.2.2. Cel pracy .....	20
<b>2. Modelowanie charakterystyk – przegląd literatury .....</b>	<b>22</b>
2.1. Metoda Eckerta .....	25
2.2. Metoda Ecka-Klaesa .....	28
2.3. Metoda Pfleiderera-Petermanna.....	31
2.4. Metoda czwarta.....	32
2.5. Metoda Busemanna-Tuliszki .....	33
2.6. Rola strat powrotnych w wirniku przy modelowaniu charakterystyk .....	35
<b>3. Straty – przegląd literatury.....</b>	<b>36</b>
3.1. Model strat ciśnienia w stopniu według Ecka .....	36
3.2. Model strat w stopniu według Łokszina–Sołomachowej.....	43
3.2.1. Strata ciśnienia w leju wlotowym wentylatora.....	43
3.2.2. Strata ciśnienia w komorze wlotowej wirnika .....	44
3.2.3. Strata ciśnienia w kanale międzyłopatkowym wieńca .....	44
3.2.4. Strata ciśnienia na rozszerzeniu pomiędzy wirnikiem a obudową.....	46
3.2.5. Strata ciśnienia w części spiralnej obudowy .....	47
3.2.6. Strata ciśnienia w części wylotowej obudowy .....	47
3.2.7. Zestawienie obliczonych wartości strat .....	47
3.3. Straty w stopniu w ujęciu Kuczewskiego .....	49
3.3.1. Strata ciśnienia u wlotu do wirnika .....	49
3.3.2. Strata w wirniku .....	49
3.3.3. Strata w obudowie .....	50
3.4. Straty – podsumowanie .....	51
<b>4. Symulacje numeryczne przepływów w wentylatorze .....</b>	<b>54</b>
4.1. Wstęp teoretyczny do zagadnień numerycznych.....	54
4.2. Opis metody RANS.....	60
4.2.1. Modele turbulencji oparte o koncepcję lepkości turbulentnej .....	62
4.2.2. Modele dwurównaniowe.....	63

4.3. Przygotowanie modelu numerycznego i symulacja oparta na tym modelu .....	66
4.3.1. Siatka obliczeniowa .....	68
4.3.2. Warunki brzegowe .....	68
4.4. Wyniki symulacji numerycznej ANSYS CFX .....	70
4.5. Numeryczne rozwiązanie przepływu metodą ANSYS FLUENT .....	78
4.6. Porównanie wyników symulacji obu metod .....	80
<b>5. Analiza wyników pomiarów termooanemometrycznych</b> .....	<b>84</b>
5.1. Wprowadzenie .....	84
5.2. Metoda pomiaru pola prędkości przepływu .....	85
5.3. Warunki techniczne pomiaru termooanemometrycznego na wirniku .....	87
5.4. Omówienie wyników pomiarów .....	89
5.5. Obliczanie charakterystyki przepływowej na podstawie wyników pomiarów termooanemometrycznych .....	97
6. Analiza energetyczna pracy wentylatorów .....	101
6.1. Stanowisko pomiarowe .....	101
6.2. Eksponaty do badań .....	104
6.3. Błąd pomiarowy oszacowany eksperymentalnie .....	109
6.4. Błąd pomiarowy obliczony za pomocą różniczki zupełnej .....	109
6.5. Eksperymentalne charakterystyki przepływowe .....	111
6.5.1. Schemat blokowy obliczeń eksperymentalnych charakterystyk przepływowych .....	111
6.5.2. Algorytm obliczeń charakterystyk przepływowych .....	111
6.6. Bilans energii w wentylatorze .....	116
6.7. Wyniki pomiarów bilansowych .....	120
<b>7. Badania analityczne pracy i strat</b> .....	<b>124</b>
7.1. Strata w leju wlotowym i odcinku odniesienia OS–S .....	124
7.2. Strata zmiany kierunku w komorze wlotowej wirnika .....	126
7.3. Strata tarcia w wieńcu .....	129
7.4. Strata energii na skutek niestycznego napływu do wieńca .....	130
7.5. Strata brodzenia .....	132
7.6. Strata energii na skutek przecieku .....	133
7.7. Strata w kolektorze spiralnym .....	134
7.8. Strata przepływów powrotnych w wirniku .....	136
7.9. Zestawienie strat obliczonych i wnioski .....	136
7.10. Weryfikacja modelu Eulerowskiego .....	141
7.11. Algorytm zadania prostego .....	149
<b>8. Podsumowanie i wnioski</b> .....	<b>150</b>
<b>Literatura</b> .....	<b>153</b>