

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	9
1. WPROWADZENIE	12
1.1. PRZEDMIOT ROZPRAWY	12
1.2. PRZEGLĄD STANU WIEDZY	14
1.2.1. Systemy sterowania pompowni wodociagowych	14
1.2.2. Własności wybranych struktur sieci wodociagowych	18
1.2.3. Niezawodność systemu wodociagowego	21
1.2.4. Systemy sterowania pracą sieci wodociagowej	23
1.2.5. Sprawności pomp odśrodkowych	24
1.2.6. Energochłonność pompowni wodociagowych	28
1.2.7. Sprawność zespołu pompowego w funkcji prędkości obrotowej	31
1.3. CEL I ZAKRES PRACY	34
1.4. HIPOTEZY ROBOCZE	36
2. KOSZTY EKSPLOATACJI POMPOWNI	37
2.1. WSTĘP	37
2.2. GŁÓWNE CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE KOSZTY EKSPLOATACJI POMPOWNI	38
2.3. PROGNOZOWANIE KOSZTÓW EKSPLOATACJI POMP	39
2.4. ENERGOCHŁONNOŚĆ POMPOWANIA WODY	41
2.5. WPŁYW STANÓW NIEUSTALONYCH W SIECIACH WODOCIĄGOWYCH NA KOSZTY EKSPLOATACYJNE	43
3. CHARAKTERYSTYKI POMP WIROWYCH	45
3.1. PODOBIENSTWO PRZEPŁYWU W POMPACH	45
3.2. CHARAKTERYSTYKI MOCY I PRZEPŁYWU	46
4. STEROWANIE PRACĄ POMP WIROWYCH	49
4.1. SPRAWNOŚĆ POMPY PODCZAS REGULACJI DŁAWIENIOWEJ	49
4.2. ZMIANA PUNKTU PRACY POMPY DLA RÓŻNYCH PRĘDKOŚCI OBROTOWYCH	50
4.3. SPRAWNOŚĆ POMP WIROWYCH PODCZAS ZMIAN PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ	51
4.4. MOC NA WALE POMPY PRZY ZMIANACH PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ	53
4.5. WŁASNOŚCI WYBRANYCH SYSTEMÓW STEROWANIA POMPOWNI	53
4.6. WYNIKI BADAŃ STANÓW NIEUSTALONYCH W ZESTAWIE POMPOWYM PODCZAS PRZELĄCZANIA ZASILANIA SILNIKA POMPY	57

5. WŁASNOŚCI REGULACYJNE POMP PRZY STAŁEJ WYSOKOŚCI PODNOSZENIA	60
5.1. METODA WYZNACZANIA UOGÓLNIONEJ POSTACI CHARAKTERYSTYKI	
SPRAWNOŚCI POMPY WIROWEJ	60
5.1.1. Wstęp	60
5.1.2. Wykres muszlowy	61
5.1.3. Reprezentacja wykresu muszlowego dwuelementowym zbiorem funkcji	62
5.1.4. Sprawność pompy przy stałej wysokości podnoszenia.....	64
5.1.5. Narastająca gałąź charakterystyki sprawności pompy	66
5.1.6. Opadająca gałąź charakterystyki sprawności pompy.....	72
5.2. ANALIZA WSPÓŁCZYNNIKA JAKOŚCI STEROWANIA PRACĄ POMPY	78
5.2.1. Wstęp	78
5.2.2. Współczynnik jakości sterowania pracą pompy dla stałej wysokości podnoszenia	79
5.2.3. Analiza zmian współczynnika jakości sterowania dla narastającej i opadającej gałęzi charakterystyki sprawności pompy	82
5.2.4. Analiza zmian wartości współczynnika jakości sterowania podczas zmian wysokości podnoszenia pompy	84
5.3. ZALECANY OBSZAR PRACY ZESTAWU POMPOWEGO PRZY STEROWANIU PNS_H	89
5.3.1. Wstęp	89
5.3.2. Wyznaczanie obliczeniowej prędkości obrotowej pompy dla stałej wysokości podnoszenia	89
5.3.3. Ciągła i przerywana praca zestawu pompowego przy sterowaniu PNS_H	93
6. ANALIZA JEDNOSTKOWEJ ENERGOCHŁONNOŚCI POMPOWNI DLA WYBRANYCH SYSTEMÓW STEROWANIA	97
6.1. WSTĘP.....	97
6.2. JEDNOSTKOWA ENERGOCHŁONNOŚĆ POMPOWANIA PODCZAS STEROWANIA KASKADOWEGO	98
6.3. JEDNOSTKOWA ENERGOCHŁONNOŚĆ PRZY STEROWANIU POMPĄ POPRZECZMIANĘ PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ.....	103
6.4. JEDNOSTKOWA ENERGOCHŁONNOŚĆ PRZY STEROWANIU PNS_H	108
6.5. ANALIZA PORÓWNAWCZA ENERGOCHŁONNOŚCI POMPOWANIA DLA WYBRANYCH SYSTEMÓW STEROWANIA	110
7. SPRAWNOŚĆ SILNIKA INDUKCYJNEGO KLATKOWEGO PRZY ZMIENNEJ CZĘSTOTLIWOŚCI NAPIĘCIA ZASILAJĄCEGO	117
7.1. WSTĘP.....	117
7.2. SPRAWNOŚĆ SILNIKA INDUKCYJNEGO PODCZAS OBCIĄŻENIA POMPĄ PRZY ZMIENNEJ PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ.....	119
7.3. UOGÓLNIONY MODEL SPRAWNOŚCI SILNIKA INDUKCYJNEGO KLATKOWEGO	121
7.4. BADANIE SPRAWNOŚCI SILNIKA INDUKCYJNEGO KLATKOWEGO	124

8. WPŁYW SYSTEMU STEROWANIA PRACĄ POMPOWNI NA DYNAMIKĘ ZMIAN CIŚNIENIA W SIECIACH WODOCIĄGOWYCH	130
8.1. WSTĘP.....	130
8.2. PODSTAWY SYMULACJI NUMERYCZNEJ PRZEPŁYWÓW NIEUSTALONYCH W SIECI WODOCIĄGOWEJ.....	132
8.3. STRUKTURA ANALIZOWANYCH SIECI WODOCIĄGOWYCH.....	137
8.4. WYNIKI SYMULACJI DYNAMIKI ZMIAN CIŚNIENIA W SIECI WODOCIĄGOWEJ	138
9. UWAGI I WNIOSKI KOŃCOWE.....	166
10. PIŚMIENNICTWO	170
ZAŁĄCZNIKI.....	180
Z.1. LEWOSTRONNY WSPÓŁCZYNNIK KOREKCJI CHARAKTERYSTYKI SPRAWNOŚCI POMPY	180
Z.2. PRAWOSTRONNY WSPÓŁCZYNNIK KOREKCJI CHARAKTERYSTYKI SPRAWNOŚCI POMPY	182
Z.3. WYZNACZANIE PARAMETRÓW WSPÓŁCZYNNIKA JAKOŚCI STEROWANIA WSP_R , WSP_O	184
Z.4. JEDNOSTKOWA ENERGOCHŁONNOŚĆ POMPOWANIA PODCZAS STEROWANIA KASKADOWEGO	189
Z.5. UJEDNOLICONA POSTAĆ NARASTAJĄCEJ CZĘŚCI CHARAKTERYSTYKI SPRAWNOŚCI	193
Z.6. UJEDNOLICONA POSTAĆ OPADAJĄCEJ CZĘŚCI CHARAKTERYSTYKI SPRAWNOŚCI POMPY	195
Z.7. WYBRANE SKŁADNIKI KOSZTU BUDOWY I EKSPLOATACJI <i>LCC</i>	198
Z.8. WPŁYW WYRÓŻNIKA SZYBKOBIEŻNOŚCI NA SPRAWNOŚĆ POMP PROD. GRUNDFOS, TYP CR.....	200
Z.9. DZIEDZINY NARASTAJĄCEJ I OPADAJĄCEJ GAŁĘZI CHARAKTERYSTYKI SPRAWNOŚCI POMPY	203
STRESZCZENIE	206
SUMMARY	207