

## Spis treści

Podziękowania .....	3
1. Wstęp.....	7
1.1. Miejskie i lokalne systemy grzewcze .....	7
1.2. Problemy sterowania systemami grzewczymi .....	9
1.3. Teza pracy i jej zawartość .....	13
2. Systemy grzewcze a zrównoważony rozwój .....	15
2.1. Źródła energii do celów grzewczych .....	15
2.2. Normy emisji CO <sub>2</sub> i spalin .....	18
2.3. Czysta energia w bilansie krajowym i europejskim .....	19
2.4. Biomasa jako paliwo odnawialne .....	20
3. Model instalacji cieplnej zasilanej biomasą .....	22
3.1. Modele spalania biomasy .....	23
3.2. Zbiornik akumulacyjny .....	27
3.3. Płyty wymiennik ciepła .....	29
3.4. Model instalacji kotła w postaci układu elektrycznego .....	31
3.5. Implementacja modelu w MATLAB-ie/Simulinku .....	35
4. Identyfikacja parametrów instalacji zasilanej biomasą .....	37
4.1. Opis metod identyfikacji .....	37
4.2. Dane pomiarowe i proces identyfikacji .....	39
4.3. Wyniki procesu identyfikacji .....	41
5. Model ogrzewanego budynku .....	46
5.1. Modelowanie wymiany ciepła w budynkach .....	46
5.2. Model wymiany ciepła w badanym budynku .....	46
5.3. Model systemu wymiany ciepła w postaci układu elektrycznego .....	50
5.4. Implementacja modelu systemu wymiany ciepła w MATLAB-ie/Simulinku .....	53
6. Sterowanie systemem ciepłowniczym .....	55
6.1. Trzy warstwy systemu sterowania .....	55
6.2. Dobór sterowania dodatkowym źródłem grzewczym .....	59
6.3. Obliczanie sterowania lokalnego i eksperymenty symulacyjne .....	60

7.	Podsumowanie .....	67
7.1.	Wnioski .....	67
7.2.	Perspektywy dalszych badań .....	68
8.	Aneks .....	69
8.1.	Dane dotyczące energii cieplnej w krajach europejskich .....	69
8.2.	Wskaźnik jakości do identyfikacji parametrów modelu – kod MATLAB-a .....	78
8.3.	Identyfikacja parametrów instalacji przy użyciu funkcji „fmincon” .....	79
8.4.	Kocioł i zbiornik – parametry modelu .....	79
8.5.	Kocioł i zbiornik – wielkości fizyczne i warunki początkowe .....	81
8.6.	Budynek, grzejnik i wymienniki – parametry modelu.....	82
8.7.	Budynek, grzejnik i wymienniki – wielkości fizyczne i warunki początkowe....	83
8.8.	Nastawy regulatora PID w sterowaniu stabilizującym .....	84
8.9.	Wskaźnik jakości do doboru sterowania lokalnego – kod MATLAB-a .....	84
8.10.	Dobór sterowania lokalnego przy użyciu funkcji „fminsearch” .....	85
8.11.	Diagramy poszczególnych bloków modelu w MATLAB-ie/Simulinku.....	85
8.12.	Funkcje wrażliwości zidentyfikowanych parametrów .....	85
	Literatura.....	91
	Streszczenie.....	97
	Summary .....	98