

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Spis treści                                                                 |    |
| Przedmowa                                                                   | 5  |
| 1. PODSTAWY OPRACOWANIA WYNIKÓW POMIARÓW                                    | 7  |
| 1.1. Niepewność pomiarów                                                    | 8  |
| 1.2. Obliczanie niepewności pomiarowych                                     | 9  |
| 1.3. Niepewność wzorcowania przyrządów analogowych                          | 11 |
| 1.4. Niepewność wzorcowania przyrządów cyfrowych                            | 12 |
| 1.5. Pomiary pośrednie                                                      | 13 |
| 1.6. Niepewność rozszerzona                                                 | 14 |
| 1.7. Przedstawianie i zapis wyników pomiarów                                | 15 |
| 1.8. Literatura                                                             | 16 |
| 2. BILANS ENERGETYCZNY PRZEPŁYWOWEGO PODGRZEWACZA WODY                      | 17 |
| 2.1. Opis stanowiska                                                        | 17 |
| 2.2. Przebieg pomiarów                                                      | 18 |
| 2.3. Opracowanie wyników                                                    | 19 |
| 2.3.1. Obliczenia sprawności kotła $\eta_k$                                 | 19 |
| 2.4. Literatura                                                             | 20 |
| 3. EFEKTYWNOŚĆ POMPY CIEPŁA                                                 | 21 |
| 3.1. Cel ćwiczenia                                                          | 21 |
| 3.2. Wiadomości podstawowe                                                  | 21 |
| 3.3. Efektywność pompy ciepła                                               | 24 |
| 3.4. Stanowisko pomiarowe                                                   | 26 |
| 3.4.1. Przebieg pomiarów                                                    | 27 |
| 3.5. Literatura                                                             | 29 |
| 3.6. Dodatek                                                                | 30 |
| 4. BILANS ENERGII CIEPLNEJ W ZASOBNIKU UKŁADU CHP                           | 31 |
| 4.1. Cel ćwiczenia                                                          | 31 |
| 4.2. Akumulacja energii                                                     | 31 |
| 4.2.1. Termiczny sposób akumulacji energii                                  | 31 |
| 4.2.2. Zdolność akumulacyjna kotła parowego                                 | 32 |
| 4.2.3. Izobaryczne zasobniki gorącej wody                                   | 33 |
| 4.2.4. Układy kogeneracyjne z zasobnikami ciepła                            | 35 |
| 4.2.5. Zasobnik ciepła jako wymiennik ciepłej wody użytkowej (C.W.U.)       | 42 |
| 4.3. Opis stanowiska                                                        | 44 |
| 4.4. Pomiar i opracowanie wyników pomiarów                                  | 47 |
| 4.5. Literatura                                                             | 50 |
| 5. ANALIZA TERMODYNAMICZNA SIŁOWNI GAZOWEJ I PAROWEJ PROGRAMEM KOMPUTEROWYM | 51 |
| 5.1. Obieg siłowni gazowej                                                  | 51 |
| 5.1.1. Obieg siłowni rzeczywistej                                           | 51 |
| 5.2. Układy siłowni gazowych                                                | 53 |
| 5.3. Sprawność siłowni gazowej                                              | 54 |

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.4. Przebieg ćwiczenia dla siłowni gazowej .....                                            | 55  |
| 5.4.1. Turbina gazowa w układzie prostym.....                                                | 56  |
| 5.4.2. Turbina gazowa z regeneracją ciepła .....                                             | 57  |
| 5.4.3. Sprawozdanie dla turbiny gazowej.....                                                 | 57  |
| 5.5. Literatura do siłowni gazowych .....                                                    | 58  |
| 5.6. Obieg siłowni parowej .....                                                             | 59  |
| 5.6.1. Układy i obiegi w elektrowniach parowych.....                                         | 59  |
| 5.6.2. Obieg Rankie'a z użyciem pary nasyconej .....                                         | 60  |
| 5.7. Obieg Rankie'a z użyciem pary przegrzanej.....                                          | 62  |
| 5.8. Przebieg ćwiczenia dla obiegu siłowni parowej.....                                      | 64  |
| 5.8.1. Sprawozdanie siłownia parowa .....                                                    | 65  |
| 5.9. Literatura do siłowni parowej .....                                                     | 66  |
| 5.10. Dodatek .....                                                                          | 67  |
| 6. OGNIWA FOTOWOLTAICZNE. WPŁYW POCHYLENIA PŁASKIEGO<br>EKRANU NA EFEKT FOTOWOLTAICZNY ..... | 76  |
| 6.1. Ogniwa fotowoltaiczne – wiadomości wstępne .....                                        | 76  |
| 6.2. Zarys działania ogniwa fotowoltaicznego .....                                           | 78  |
| 6.3. Budowa ogniwa.....                                                                      | 79  |
| 6.4. Charakterystyki ogniw fotowoltaicznych.....                                             | 80  |
| 6.5. Opis stanowiska .....                                                                   | 86  |
| 6.6. Przebieg pomiarów.....                                                                  | 88  |
| 6.7. Literatura .....                                                                        | 89  |
| 7. OZNACZANIE ZAWARTOŚCI WILGOCI ŚCIĘTYCH ROŚLIN<br>ENERGETYCZNYCH .....                     | 90  |
| 7.1. Cel ćwiczenia .....                                                                     | 90  |
| 7.2. Wprowadzenie.....                                                                       | 90  |
| 7.3. Właściwości wilgotnej biomasy .....                                                     | 94  |
| 7.4. Rodzaje wilgotności materiału .....                                                     | 97  |
| 7.5. Równowaga suszarnicza .....                                                             | 99  |
| 7.5.1. Kinetyka procesu suszenia biomasy .....                                               | 100 |
| 7.6. Wyznaczanie zawartości wilgoci w biomase .....                                          | 102 |
| 7.7. Stanowisko pomiarowe oraz przebieg pomiarów .....                                       | 104 |
| 7.8. Tok postępowania przy realizacji pomiaru .....                                          | 107 |
| 7.9. Opracowanie wyników pomiarów .....                                                      | 110 |
| 7.10. Literatura: .....                                                                      | 111 |