

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2. Empiryczny model cech elektrycznych ziarniaków pszenicy dla częstotliwości pola elektromagnetycznego $f = 1$ kHz.....          | 60 |
| 7.3. Empiryczny model cech elektrycznych ziarniaków pszenicy dla częstotliwości pola elektromagnetycznego $f$ od 10 do 100 kHz..... | 63 |
| 8. ZASTOSOWANIE SZTUCZNYCH SIECI NEURONOWYCH DO ANALIZY CECH ELEKTRYCZNYCH WARSTWY ZIARNIAKÓW PSZENICY.....                         | 66 |
| 8.1. Neuronowe sieci Kohonena .....                                                                                                 | 66 |
| 8.2. Zastosowanie wielowarstwowej sieci jednokierunkowej do szacowania właściwości elektrycznych warstwy ziarniaków pszenicy .....  | 68 |
| 8.3. Weryfikacja modelu cech elektrycznych warstwy ziarniaków pszenicy opartego na SSN .....                                        | 71 |
| 9. PODSUMOWANIE I DYSKUSJA NAD WYNIKAMI.....                                                                                        | 79 |
| 10. WNIOSKI .....                                                                                                                   | 82 |
| PIŚMIENNICTWO.....                                                                                                                  | 83 |

# SPIS TREŚCI

|                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ .....                                                                                                       | 7  |
| 1. WSTĘP.....                                                                                                                           | 9  |
| 2. PRZEGLĄD LITERATURY.....                                                                                                             | 11 |
| 2.1. Charakterystyka materiału badawczego.....                                                                                          | 12 |
| 2.2. Właściwości elektryczne materiału biologicznego .....                                                                              | 13 |
| 3. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU BADAWCZEGO I CELU PRACY .....                                                                                 | 22 |
| 4. ANALIZA TEORETYCZNA WŁAŚCIWOŚCI ELEKTRYCZNYCH<br>WARSTWY ZIARNA.....                                                                 | 24 |
| 4.1. Przenikalność elektryczna $\epsilon$ .....                                                                                         | 26 |
| 4.2. Współczynnik strat dielektrycznych $\operatorname{tg} \delta$ .....                                                                | 28 |
| 4.3. Rezystywność i przewodność .....                                                                                                   | 30 |
| 4.4. Omówienie metod pomiarowych w przedziale częstotliwości<br>20 Hz – 100 kHz.....                                                    | 30 |
| 5. METODYKA BADAŃ.....                                                                                                                  | 35 |
| 5.1. Materiał badawczy .....                                                                                                            | 36 |
| 5.2. Metody pomiaru wielkości elektrycznych .....                                                                                       | 37 |
| 5.3. Metody pomiaru wielkości geometrycznych i chemicznych ziarna pszenicy .....                                                        | 39 |
| 5.4. Analiza niepewności wyników pomiarów .....                                                                                         | 40 |
| 6. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ.....                                                                                                           | 44 |
| 6.1. Wpływ częstotliwości pola elektromagnetycznego na cechy elektryczne ziarna..                                                       | 46 |
| 6.2. Wpływ wilgotności materiału badawczego na cechy elektryczne ziarna .....                                                           | 49 |
| 6.3. Wpływ temperatury materiału badawczego na cechy elektryczne ziarna .....                                                           | 52 |
| 6.4. Omówienie wyników badań.....                                                                                                       | 54 |
| 7. EMPIRYCZNE MODELOWANIE CECH ELEKTRYCZNYCH<br>WARSTWY ZIARNIAKÓW PSZENICY .....                                                       | 56 |
| 7.1. Empiryczny model cech elektrycznych ziarniaków pszenicy<br>dla częstotliwości pola elektromagnetycznego $f = 100 \text{ Hz}$ ..... | 58 |