

# SPIS TREŚCI

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Spis ważniejszych oznaczeń .....                                                           | 7         |
| <b>1. Wprowadzenie.....</b>                                                                | <b>9</b>  |
| <b>2. Moc bierna jako pojęcie w teorii mocy .....</b>                                      | <b>13</b> |
| 2.1. Wstęp .....                                                                           | 13        |
| 2.2. Podejście klasyczne .....                                                             | 14        |
| 2.3. Koncepcje określania mocy elektrycznych.....                                          | 17        |
| 2.3.1. Powstanie teorii mocy obwodów elektrycznych.....                                    | 17        |
| 2.3.2. Spojrzenie współczesne na koncepcję Budeanu .....                                   | 18        |
| 2.3.3. Przykłady innych podejść opartych na koncepcji Budeanu .....                        | 23        |
| 2.3.4. Koncepcja Fryzego.....                                                              | 24        |
| 2.3.5. Inne koncepcje.....                                                                 | 27        |
| 2.4. Analityczne prace porównawcze .....                                                   | 32        |
| 2.5. Wnioski.....                                                                          | 36        |
| <b>3. Moc bierna jako przedmiot prawa gospodarczego.....</b>                               | <b>39</b> |
| 3.1. Wstęp .....                                                                           | 39        |
| 3.2. Pojęcie mocy biernej w prawie polskim i europejskim .....                             | 39        |
| 3.3. Opłaty za użytkowanie mocy biernej – przykłady z krajów europejskich .....            | 41        |
| 3.4. Opłaty za energię bierną w Polsce .....                                               | 43        |
| 3.4.1. Obowiązująca formuła rozliczeń.....                                                 | 43        |
| 3.4.2. Analiza krajowego mechanizmu opłat za energię bierną.....                           | 45        |
| 3.4.3. Przykład obliczeniowy – opłaty za energię bierną w Polsce i Krajach Bałtyckich..... | 53        |
| 3.4.4. Wnioski .....                                                                       | 58        |
| <b>4. Moc bierna jako zagadnienie w problematyce efektywności energetycznej .....</b>      | <b>61</b> |
| 4.1. Wstęp .....                                                                           | 61        |
| 4.2. Kontekst zagadnienia .....                                                            | 61        |
| 4.2.1. Geneza .....                                                                        | 61        |
| 4.2.2. Przedstawienie problematyki w literaturze .....                                     | 63        |
| 4.2.3. Pojęcie energetycznego równoważnika mocy biernej.....                               | 69        |
| 4.2.4. Zastosowania energetycznego równoważnika mocy biernej .....                         | 75        |
| 4.2.5. Propozycja metody wyznaczania przyrostu strat .....                                 | 80        |
| 4.2.6. Wnioski .....                                                                       | 87        |
| 4.3. Stosowane metody określania strat powodowanych przez obciążenie mocą bierną .....     | 89        |

|        |                                                                                                                     |     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.   | Propozycja metod .....                                                                                              | 90  |
| 4.4.1. | Metoda mocy zwarciowej .....                                                                                        | 91  |
| 4.4.2. | Metoda spadku napięcia .....                                                                                        | 97  |
| 4.4.3. | Porównanie metod .....                                                                                              | 101 |
| 4.4.4. | Przykłady .....                                                                                                     | 102 |
| 4.5.   | Koszty ponoszone z tytułu opłat za energię bierną a koszty strat energii czynnej w sieci elektroenergetycznej ..... | 105 |
| 4.5.1. | Analiza .....                                                                                                       | 105 |
| 4.5.2. | Wnioski .....                                                                                                       | 108 |
| 5.     | <b>Moc bierna jako wielkość użytkowa</b> .....                                                                      | 109 |
| 5.1.   | Wstęp .....                                                                                                         | 109 |
| 5.2.   | Użytkownicy mocy biernej – aspekty wybrane .....                                                                    | 110 |
| 5.2.1. | Zapotrzebowanie na poziomie systemu .....                                                                           | 112 |
| 5.2.2. | Transformatory jako odbiory mocy biernej .....                                                                      | 112 |
| 5.2.3. | Przykłady maszyn i pieców elektrycznych .....                                                                       | 114 |
| 5.2.4. | Oświetlenie .....                                                                                                   | 117 |
| 5.2.5. | Weryfikacja hipotezy o rozkładzie normalnym zapotrzebowania na moc bierną .....                                     | 117 |
| 5.2.6. | Zagadnienie zapotrzebowania na moc bierną pojemnościową .....                                                       | 120 |
| 5.2.7. | Potencjał i możliwości regulacyjne jednostek rozproszonych .....                                                    | 123 |
| 5.3.   | Moc bierna i elektromobilność .....                                                                                 | 132 |
| 5.3.1. | Usługa V2G .....                                                                                                    | 132 |
| 5.3.2. | V2G i dostarczanie mocy biernej – przegląd literatury .....                                                         | 134 |
| 5.3.3. | Regulacja mocy biernej przez PEV a kwestie ekonomiczne .....                                                        | 138 |
| 5.3.4. | Możliwości techniczne i model matematyczny .....                                                                    | 141 |
| 5.4.   | Zadanie optymalizacji gospodarki zasobami mocy biernej .....                                                        | 147 |
| 5.4.1. | Temat RPP w literaturze przedmiotu .....                                                                            | 148 |
| 5.4.2. | Temat OCP .....                                                                                                     | 149 |
| 5.4.3. | Temat ORP-Compensation .....                                                                                        | 152 |
| 5.4.4. | Temat ORPF i ORPD .....                                                                                             | 153 |
| 5.5.   | Kwestie zarządzania mocą bierną .....                                                                               | 156 |
| 5.5.1. | Istota zarządzania $Q$ .....                                                                                        | 157 |
| 5.5.2. | Ilustracja obliczeniowa .....                                                                                       | 160 |
| 5.5.3. | Konkluzje .....                                                                                                     | 165 |
| 5.6.   | Podsumowanie .....                                                                                                  | 166 |
| 6.     | <b>Wnioski końcowe</b> .....                                                                                        | 169 |
|        | Bibliografia .....                                                                                                  | 175 |
|        | Streszczenie .....                                                                                                  | 194 |
|        | Summary .....                                                                                                       | 195 |