

# SPIS TREŚCI

|                                                                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Przedmowa .....                                                                                                                                            | 6         |
| <b>1. Wprowadzenie .....</b>                                                                                                                               | <b>8</b>  |
| Literatura .....                                                                                                                                           | 14        |
| <b>2. Rodzaje paliw gazowych możliwych do wykorzystania w zespołach CHP .....</b>                                                                          | <b>15</b> |
| Literatura .....                                                                                                                                           | 18        |
| <b>3. Podstawowe gazowe układy CHP .....</b>                                                                                                               | <b>19</b> |
| 3.1. Układ CHP z silnikiem tłokowym zasilanym biogazem z oczyszczalni ścieków .....                                                                        | 19        |
| 3.2. Układ CHP z silnikiem tłokowym zasilanym gazem wysypiskowym .....                                                                                     | 20        |
| 3.3. Układ CHP z silnikiem tłokowym zasilanym gazem kopalnianym<br>pochodzącym z odmetanowania kopalni węgla kamiennego .....                              | 21        |
| 3.4. Układ CHP z silnikiem tłokowym zasilanym biogazem pozyskiwanym<br>z fermentacji obornika i odpadów organicznych z rzeźni i gospodarstw rolniczych ... | 22        |
| 3.5. Układ CHP z silnikiem tłokowym zasilanym gazem pochodzącym<br>z pirolizy odpadów .....                                                                | 23        |
| Literatura .....                                                                                                                                           | 24        |
| <b>4. Podstawowe wskaźniki energetyczne układów kogeneracyjnych .....</b>                                                                                  | <b>25</b> |
| Literatura .....                                                                                                                                           | 26        |
| <b>5. Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych<br/>wybranych gazowych zespołów kogeneracyjnych eksploatowanych w kraju .....</b>       | <b>27</b> |
| 5.1. Układ CHP w Oczyszczalni Ścieków KAPUŚCISKA w Bydgoszczy .....                                                                                        | 28        |
| 5.1.1. Opis instalacji .....                                                                                                                               | 28        |
| 5.1.2. Zespół CHP z silnikiem gazowym GE JENBACHER JMS 212 GS-B.L .....                                                                                    | 32        |
| 5.1.3. Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych biogazowych<br>zespołów kogeneracyjnych z silnikami GE JENBACHER JMS 212 GS-B.L ...    | 48        |
| 5.1.3.1. Prace serwisowe .....                                                                                                                             | 48        |
| 5.1.3.2. Skład biogazu .....                                                                                                                               | 56        |
| 5.1.3.3. Zużycie biogazu .....                                                                                                                             | 56        |
| 5.1.3.4. Skład spalin .....                                                                                                                                | 57        |
| 5.1.3.5. Poziom hałasu .....                                                                                                                               | 57        |
| 5.1.3.6. Chwilowe parametry pracy biogazowych zespołów CHP .....                                                                                           | 58        |
| 5.1.3.7. Czas pracy zespołów kogeneracyjnych .....                                                                                                         | 65        |
| 5.1.3.8. Produkcja energii elektrycznej .....                                                                                                              | 66        |
| 5.1.3.9. Bilans energii elektrycznej .....                                                                                                                 | 67        |
| 5.1.4. Podsumowanie .....                                                                                                                                  | 68        |
| Literatura .....                                                                                                                                           | 69        |
| 5.2. Układ CHP we Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków JANÓWEK .....                                                                                          | 69        |
| 5.2.1. Opis instalacji .....                                                                                                                               | 69        |
| 5.2.2. Zespół CHP z silnikiem gazowym JENBACHER JMS 312 GS-B.LC .....                                                                                      | 72        |
| 5.2.2.1. Instalacja pozyskiwania biogazu i zasilania nim silników gazowych ...                                                                             | 84        |
| 5.2.2.2. Instalacja wody grzewczej .....                                                                                                                   | 86        |
| 5.2.2.3. Instalacja awaryjnego odprowadzania nadmiaru ciepła .....                                                                                         | 87        |
| 5.2.2.4. Instalacja wentylacyjna .....                                                                                                                     | 88        |
| 5.2.2.5. Instalacja oleju smarującego .....                                                                                                                | 89        |
| 5.2.2.6. Instalacja odprowadzenia spalin .....                                                                                                             | 90        |
| 5.2.3. Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych<br>biogazowych zespołów kogeneracyjnych .....                                          | 91        |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2.3.1. Prace serwisowe .....                                                                                    | 91  |
| 5.2.3.2. Skład biogazu .....                                                                                      | 96  |
| 5.2.3.3. Skład spalin .....                                                                                       | 100 |
| 5.2.3.4. Poziom hałasu .....                                                                                      | 102 |
| 5.2.3.5. Chwilowe parametry pracy biogazowych zespołów CHP .....                                                  | 103 |
| 5.2.3.6. Czas pracy zespołów kogeneracyjnych .....                                                                | 113 |
| 5.2.3.7. Produkcja energii elektrycznej .....                                                                     | 114 |
| 5.2.3.8. Produkcja ciepła .....                                                                                   | 116 |
| 5.2.3.9. Eksploatacyjne zużycie biogazu .....                                                                     | 118 |
| 5.2.3.10. Bilans energii elektrycznej i ciepła w latach 2006-07 .....                                             | 119 |
| 5.2.3.11. Efekty ekonomiczne .....                                                                                | 121 |
| 5.2.4. Podsumowanie .....                                                                                         | 121 |
| Literatura .....                                                                                                  | 121 |
| 5.3. Układ CHP w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi .....                                                      | 122 |
| 5.3.1. Opis instalacji pozyskiwania biogazu i zasilania nim silników gazowych .....                               | 123 |
| 5.3.2. Zespół CHP z silnikiem biogazowym DEUTZ TBG 620 V12K .....                                                 | 125 |
| 5.3.3. Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych<br>biogazowych zespołów kogeneracyjnych ..... | 137 |
| 5.3.3.1. Prace serwisowe .....                                                                                    | 137 |
| 5.3.3.2. Skład spalin .....                                                                                       | 144 |
| 5.3.3.3. Skład biogazu .....                                                                                      | 145 |
| 5.3.3.4. Eksploatacyjne zużycie biogazu .....                                                                     | 145 |
| 5.3.3.5. Eksploatacyjne zużycie oleju smarującego .....                                                           | 146 |
| 5.3.3.6. Poziom hałasu .....                                                                                      | 146 |
| 5.3.3.7. Chwilowe parametry pracy biogazowych zespołów kogeneracyjnych .....                                      | 147 |
| 5.3.3.8. Czas pracy zespołów kogeneracyjnych .....                                                                | 156 |
| 5.3.3.9. Produkcja energii elektrycznej i jej bilans .....                                                        | 158 |
| 5.3.3.10. Produkcja ciepła i jego bilans .....                                                                    | 161 |
| 5.3.3.11. Efekty ekonomiczne .....                                                                                | 164 |
| 5.3.4. Podsumowanie .....                                                                                         | 165 |
| Literatura .....                                                                                                  | 166 |
| 5.4. Układ CHP w Oczyszczalni Ścieków w Brzegu .....                                                              | 167 |
| 5.4.1. Opis instalacji pozyskiwania biogazu i zasilania nim silników gazowych .....                               | 167 |
| 5.4.2. Zespoły CHP z silnikami MAN E 2876 TE 302 .....                                                            | 168 |
| 5.4.3. Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych<br>biogazowych zespołów CHP .....             | 176 |
| 5.4.3.1. Prace serwisowe .....                                                                                    | 176 |
| 5.4.3.2. Skład biogazu .....                                                                                      | 177 |
| 5.4.3.3. Skład spalin .....                                                                                       | 178 |
| 5.4.3.4. Poziom hałasu .....                                                                                      | 180 |
| 5.4.3.5. Chwilowe parametry pracy biogazowych zespołów CHP .....                                                  | 180 |
| 5.4.3.6. Czas pracy zespołów kogeneracyjnych .....                                                                | 185 |
| 5.4.3.7. Produkcja energii elektrycznej i jej bilans .....                                                        | 186 |
| 5.4.3.8. Produkcja ciepła .....                                                                                   | 189 |
| 5.4.4. Podsumowanie .....                                                                                         | 189 |
| Literatura .....                                                                                                  | 190 |
| 5.5. Układ CHP w Oczyszczalni Ścieków WARTA S.A. w Częstochowie .....                                             | 190 |
| 5.5.1. Opis instalacji pozyskiwania biogazu i zasilania nim silnika gazowego .....                                | 191 |
| 5.5.2. Zespół CHP z silnikiem biogazowym HCP 8A20G .....                                                          | 192 |
| 5.5.3. Analiza rzeczywistych parametrów techniczno-eksploatacyjnych<br>biogazowego zespołu kogeneracyjnego .....  | 204 |
| 5.5.3.1. Prace serwisowe, awarie .....                                                                            | 204 |
| 5.5.3.2. Skład biogazu .....                                                                                      | 208 |
| 5.5.3.3. Struktura zużycia biogazu .....                                                                          | 208 |
| 5.5.3.4. Skład spalin .....                                                                                       | 210 |



|                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.5.3.5. Poziom hałasu .....                                                                                | 212        |
| 5.5.3.6. Zużycie oleju smarującego .....                                                                    | 213        |
| 5.5.3.7. Chwilowe parametry pracy biogazowego zespołu CHP .....                                             | 213        |
| 5.5.3.8. Czas pracy zespołu kogeneracyjnego .....                                                           | 215        |
| 5.5.3.9. Produkcja energii elektrycznej i jej bilans .....                                                  | 217        |
| 5.5.3.10. Zużycie biogazu przez silnik HCP 8A20G .....                                                      | 218        |
| 5.5.3.11. Produkcja ciepła i bilans cieplny zespołu kogeneracyjnego .....                                   | 219        |
| 5.5.3.12. Efekty ekonomiczne .....                                                                          | 220        |
| 5.5.4. Podsumowanie .....                                                                                   | 223        |
| Literatura .....                                                                                            | 223        |
| 5.6. Układy CHP w Jastrzębskiej Spółce Węglowej S.A. ....                                                   | 224        |
| 5.6.1. Opis instalacji .....                                                                                | 227        |
| 5.6.1.1. Układ kogeneracyjny 3 ECK z silnikiem gazowym<br>DEUTZ TBG 632 V16 w KWK KRUPIŃSKI .....           | 227        |
| 5.6.1.2. Układ kogeneracyjny 4 ECK z silnikiem gazowym<br>DEUTZ TCG 2032 V16 w KWK KRUPIŃSKI .....          | 231        |
| 5.6.1.3. Układy kogeneracyjne 1 ECP i 2 ECP z silnikami<br>gazowymi DEUTZ TBG 632 V16 w KWK PNIÓWEK .....   | 243        |
| 5.6.1.4. Układ kogeneracyjny 5 ECP z silnikiem gazowym<br>DEUTZ TCG 2032 V16 w KWK PNIÓWEK .....            | 249        |
| 5.6.1.5. Układ kogeneracyjny z silnikiem gazowym<br>GE JENBACHER JMS 612 GS-S.LC w KWK BORYNIA .....        | 251        |
| 5.6.2. Prace serwisowe, konserwacyjne, awarie i naprawy zespołów<br>kogeneracyjnych z silnikami DEUTZ ..... | 252        |
| 5.6.3. Parametry pracy gazowych zespołów CHP .....                                                          | 265        |
| 5.6.3.1. Zespół kogeneracyjny 3 ECK w KWK KRUPIŃSKI .....                                                   | 265        |
| 5.6.3.2. Zespół kogeneracyjny 4 ECK w KWK KRUPIŃSKI .....                                                   | 268        |
| 5.6.3.3. Zespoły kogeneracyjne 1 ECP i 2 ECP w KWK PNIÓWEK .....                                            | 277        |
| 5.6.3.4. Zespół kogeneracyjny 5 ECP w KWK PNIÓWEK .....                                                     | 287        |
| 5.6.3.5. Skład gazu kopalnianego .....                                                                      | 291        |
| 5.6.3.6. Toksyczność spalin .....                                                                           | 292        |
| 5.6.3.7. Poziom hałasu .....                                                                                | 294        |
| 5.6.3.8. Czas pracy zespołów kogeneracyjnych .....                                                          | 294        |
| 5.6.3.9. Produkcja energii elektrycznej .....                                                               | 300        |
| 5.6.3.10. Produkcja ciepła .....                                                                            | 303        |
| 5.6.3.11. Produkcja chłodu .....                                                                            | 304        |
| 5.6.3.12. Pokrycie potrzeb własnych kopalni .....                                                           | 304        |
| 5.6.3.13. Zużycie gazu .....                                                                                | 305        |
| 5.6.3.14. Efekty ekonomiczne .....                                                                          | 308        |
| 5.6.4. Podsumowanie .....                                                                                   | 310        |
| Literatura .....                                                                                            | 311        |
| <b>6. Podsumowanie .....</b>                                                                                | <b>313</b> |
| <b>Załącznik .....</b>                                                                                      | <b>315</b> |
| <b>Summary .....</b>                                                                                        | <b>335</b> |