

# Spis treści

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Wstęp i wprowadzenie</b> .....                                                               | 5  |
| <b>1. Pionowe, gruntowe wymienniki ciepła (pionowe GWC)</b> .....                               | 6  |
| 1.1. Aspekty prawne .....                                                                       | 6  |
| 1.2. Wprowadzenie i ogólny opis .....                                                           | 7  |
| 1.3. Zalecenia do doboru długości pionowego, gruntowego wymiennika ciepła .....                 | 8  |
| 1.3.1. Dobór pionowych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej $\leq 30$ kW .....                   | 12 |
| 1.3.2. Uproszczony dobór pionowych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej do 8 kW .....            | 14 |
| 1.3.3. Dobór pionowych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej $> 30$ kW .....                      | 14 |
| 1.3.4. Wyznaczanie właściwości cieplnych gruntu .....                                           | 14 |
| 1.4. Obliczenia oporów hydraulicznych instalacji pionowych gruntowych wymienników ciepła .....  | 14 |
| 1.4.1. Pionowe gruntowe wymienniki ciepła .....                                                 | 15 |
| 1.4.2. Rury dobiegowe od pionowego gruntowego wymiennika ciepła do rozdzielacza .....           | 15 |
| 1.4.3. Rozdzielacz .....                                                                        | 16 |
| 1.4.4. Rury doprowadzające od rozdzielacza do pompy ciepła, w tym kształtki i złączki .....     | 16 |
| 1.4.5. Pompa ciepła z armaturą .....                                                            | 16 |
| 1.5. Zalecenia dotyczące cieczy niskokrzepnącej oraz minimalnych odległości pionowych GWC ....  | 16 |
| 1.6. Zalecenia przygotowawcze .....                                                             | 18 |
| 1.7. Zalecenia dotyczące wykonania pionowych GWC .....                                          | 19 |
| 1.8. Lista kontrolna do wykonania pionowych GWC .....                                           | 21 |
| 1.9. Uruchomienie instalacji z pionowymi GWC i cieczą niskokrzepnącą .....                      | 22 |
| <b>2. Poziome, gruntowe wymienniki ciepła (poziome GWC)</b> .....                               | 22 |
| 2.1. Aspekt prawne .....                                                                        | 22 |
| 2.2. Wprowadzenie i ogólny opis .....                                                           | 23 |
| 2.3. Zalecenia do doboru poziomych, gruntowych wymienników ciepła .....                         | 23 |
| 2.3.1. Dobór poziomych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej $\leq 30$ kW .....                   | 24 |
| 2.3.2. Dobór poziomych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej $> 30$ kW .....                      | 25 |
| 2.3.3. Dodatkowe zalecenia do doboru poziomych GWC .....                                        | 25 |
| 2.4. Zalecenia dotyczące wykonania poziomych GWC .....                                          | 25 |
| 2.5. Lista kontrolna do wykonania poziomych GWC .....                                           | 28 |
| 2.6. Uruchomienie instalacji z poziomymi GWC i cieczą niskokrzepnącą .....                      | 29 |
| <b>3. Koszowe, gruntowe wymienniki ciepła (koszowe GWC)</b> .....                               | 29 |
| 3.1. Aspekty prawne .....                                                                       | 29 |
| 3.2. Wprowadzenie i ogólny opis .....                                                           | 29 |
| 3.3. Zalecenia do doboru koszowych, gruntowych wymienników ciepła .....                         | 29 |
| 3.3.1. Dobór koszowych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej $\leq 30$ kW .....                   | 29 |
| 3.3.2. Dobór koszowych GWC do pomp ciepła o mocy grzewczej $> 30$ kW .....                      | 31 |
| 3.3.3. Dodatkowe zalecenia do doboru koszowych GWC .....                                        | 31 |
| 3.4. Zalecenia dotyczące wykonania koszowych GWC .....                                          | 31 |
| 3.5. Lista kontrolna do wykonania koszowych GWC .....                                           | 34 |
| 3.6. Uruchomienie instalacji z koszowymi GWC i cieczą niskokrzepnącą .....                      | 35 |
| <b>4. Charakterystyka innych systemów źródeł ciepła / systemów rozpraszania ciepła</b> .....    | 35 |
| 4.1. Pale fundamentowe jako wymienniki ciepła – Pale energetyczne (termopale) .....             | 35 |
| 4.1.1. Projektowanie .....                                                                      | 35 |
| 4.1.2. Pale prefabrykowane .....                                                                | 36 |
| 4.1.3. Pale wykonywane in-situ .....                                                            | 36 |
| 4.1.4. Łączenie pali energetycznych .....                                                       | 37 |
| 4.2. Elementy posadowienia kontaktujące się bezpośrednio z gruntem jako wymienniki ciepła ..... | 37 |
| 4.3. Energia geotermalna w tunelach .....                                                       | 37 |
| 4.3.1. Typy konstrukcji tuneli .....                                                            | 37 |
| 4.3.2. Dobór materiałów .....                                                                   | 38 |
| 4.3.3. Projektowanie .....                                                                      | 38 |
| 4.4. Pionowe gruntowe wymienniki ciepła typu magazynującego (wymenniki współosiowe) .....       | 38 |

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Studzienki i rozdzielacze, rury doprowadzające, instalacja dolnego źródła w budynku ..... | 39 |
| 6. Ciecze niskokrzepnące .....                                                               | 42 |
| 7. Dokumentacja powykonawcza .....                                                           | 43 |
| 8. Przeglądy i obsługa pionowych, poziomych i kosзовych GWC .....                            | 44 |
| 9. Załączniki .....                                                                          | 45 |
| 10. Wykaz ważniejszych pojęć, opisy i definicje .....                                        | 84 |
| 11. Wykaz ważniejszych oznaczeń .....                                                        | 85 |
| 12. Literatura .....                                                                         | 89 |
| 13. Wykaz logo członków wspierających PORT PC .....                                          | 90 |
| Recenzje .....                                                                               | 92 |