

# SPIS TREŚCI

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Przedmowa .....                                                                     | 9  |
| 1. WSTĘP .....                                                                      | 11 |
| 2. KLASYFIKACJA I WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW .....                                         | 13 |
| 2.1. Klasyfikacja gruntów budowlanych wg PN-86/B-02480 .....                        | 13 |
| 2.2. Klasyfikacja gruntów wg PN-EN ISO 14688 .....                                  | 13 |
| 2.3. Właściwości fizyczne gruntów i ich oznaczanie .....                            | 17 |
| 2.3.1. Skład mineralny gruntów i jego wpływ na właściwości gruntów .....            | 17 |
| 2.3.2. Uziarnienie gruntów .....                                                    | 18 |
| 2.3.3. Gęstość właściwa gruntu .....                                                | 22 |
| 2.3.4. Gęstość objętościowa gruntu .....                                            | 23 |
| 2.3.5. Wilgotność gruntu .....                                                      | 24 |
| 2.3.6. Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego .....                              | 25 |
| 2.3.7. Porowatość i wskaźnik porowatości gruntu .....                               | 25 |
| 2.3.8. Stopień wilgotności gruntu i wilgotność całkowita .....                      | 26 |
| 2.3.9. Gęstość objętościowa gruntu nawodnionego i gruntu pod wodą .....             | 26 |
| 2.3.10. Stopień zagęszczenia gruntów i stany gruntów niespoistych .....             | 27 |
| 2.3.11. Granice konsystencji, stopień plastyczności i stany gruntów spoistych ..... | 28 |
| 2.4. Właściwości mechaniczne gruntów .....                                          | 31 |
| 2.4.1. Ścisłość gruntów .....                                                       | 31 |
| 2.4.2. Wytrzymałość gruntów na ścinanie .....                                       | 38 |
| 2.5. Właściwości filtracyjne gruntów (wodoprzepuszczalność) .....                   | 46 |
| 2.5.1. Prawo Darcy'ego .....                                                        | 46 |
| 2.5.2. Filtracja w gruntach spoistych .....                                         | 47 |
| 2.5.3. Wyznaczanie współczynnika filtracji .....                                    | 48 |
| 3. ZAGĘSZCZANIE I ZAGĘSZCZALNOŚĆ GRUNTÓW .....                                      | 56 |
| 3.1. Wprowadzenie .....                                                             | 56 |
| 3.2. Zagęszczalność gruntów .....                                                   | 59 |
| 4. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE NASYPOWYCH GRUNTÓW MINERALNYCH DROBNOZIARNISTYCH ..... | 75 |
| 4.1. Grunty niespoiste .....                                                        | 75 |
| 4.1.1. Zagęszczalność .....                                                         | 75 |
| 4.1.2. Właściwości mechaniczne .....                                                | 78 |
| 4.1.3. Właściwości filtracyjne .....                                                | 82 |
| 4.2. Grunty spoiste .....                                                           | 82 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.1. Wprowadzenie                                                             | 82  |
| 4.2.2. Zagęszczalność                                                           | 84  |
| 4.2.3. Właściwości mechaniczne                                                  | 86  |
| 4.2.4. Właściwości filtracyjne gruntów spoistych                                | 92  |
| 5. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE NASYPOWYCH GRUNTÓW GRUBOZIARNISTYCH I KAMIENISTYCH | 96  |
| 5.1. Wprowadzenie                                                               | 96  |
| 5.2. Właściwości geotechniczne aluwialnych gruntów żwirowo-otczakowych          | 97  |
| 5.2.1. Ogólna charakterystyka                                                   | 97  |
| 5.2.2. Zagęszczalność                                                           | 99  |
| 5.2.3. Wytrzymałość                                                             | 105 |
| 5.2.4. Ściśliwość                                                               | 116 |
| 5.2.5. Wodoprzepuszczalność                                                     | 122 |
| 5.3. Właściwości geotechniczne gruntów kamienistych z wyłomów skalnych          | 126 |
| 5.3.1. Właściwości narzutu kamiennego                                           | 126 |
| 5.3.2. Właściwości gruntu kamienistego z wyłomów skał fliszowych                | 131 |
| 5.3.3. Właściwości gruntu nasypowego z wyłomów skał wapiennych (opoki)          | 140 |
| 5.4. Właściwości geotechniczne tłucznia                                         | 143 |
| 5.4.1. Wstęp                                                                    | 143 |
| 5.4.2. Ściśliwość tłucznia kolejowego                                           | 144 |
| 5.4.3. Wytrzymałość na ścinanie tłucznia kolejowego                             | 145 |
| 6. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE ODPADÓW POWĘGLOWYCH                                | 148 |
| 6.1. Wprowadzenie                                                               | 148 |
| 6.2. Skład petrograficzny, mineralny i chemiczny                                | 148 |
| 6.3. Właściwości fizyczne                                                       | 149 |
| 6.3.1. Skład granulometryczny                                                   | 149 |
| 6.3.2. Podstawowe właściwości fizyczne                                          | 150 |
| 6.3.3. Parametry zagęszczalności $\rho_{ds}$ i $w_{opt}$                        | 151 |
| 6.4. Właściwości mechaniczne                                                    | 152 |
| 6.4.1. Wytrzymałość na ścinanie                                                 | 152 |
| 6.4.2. Ściśliwość                                                               | 154 |
| 6.5. Wodoprzepuszczalność                                                       | 156 |
| 7. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE ODPADÓW HUTNICZYCH                                 | 158 |
| 7.1. Wstęp                                                                      | 158 |
| 7.2. Właściwości geotechniczne żużlu wielkopiecowego                            | 158 |
| 7.2.1. Właściwości odpadów hutniczych z hałdy „Mirów” w Częstochowie            | 158 |
| 7.2.2. Właściwości odpadów hutniczych z hałdy huty „Pokój”                      | 162 |
| 7.3. Właściwości geotechniczne żużlu z huty cynku                               | 163 |
| 7.3.1. Skład chemiczny i granulometryczny                                       | 163 |
| 7.3.2. Właściwości mechaniczne                                                  | 163 |
| 7.4. Zasady budowy nasypów z odpadów hutniczych                                 | 164 |
| 8. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE NASYPOWYCH ODPADÓW PALENISKOWYCH I POFLOTACYJNYCH  | 165 |
| 8.1. Wprowadzenie                                                               | 165 |
| 8.1.1. Odpady paleniskowe                                                       | 165 |
| 8.1.2. Odpady poflotacyjne                                                      | 167 |
| 8.2. Klasyfikacja i charakterystyka odpadów paleniskowych                       | 167 |
| 8.3. Właściwości fizyczno-chemiczne odpadów paleniskowych                       | 169 |

|                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.4. Właściwości geotechniczne nasypowych odpadów paleniskowych           | 172 |
| 8.4.1. Zagęszczalność odpadów paleniskowych                               | 172 |
| 8.4.2. Wytrzymałość na ścinanie zagęszczanych odpadów paleniskowych       | 176 |
| 8.4.3. Ścisłość zagęszczanych odpadów paleniskowych                       | 179 |
| 8.4.4. Wodoprzepuszczalność zagęszczanych odpadów paleniskowych           | 182 |
| 8.5. Właściwości fizyczno-chemiczne odpadów poftlotacyjnych               | 185 |
| 8.6. Właściwości geotechniczne nasypowych odpadów poftlotacyjnych         | 187 |
| 8.6.1. Zagęszczalność                                                     | 187 |
| 8.6.2. Wytrzymałość na ścinanie                                           | 187 |
| 8.6.3. Wodoprzepuszczalność                                               | 187 |
| 9. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE ODPADÓW KOMUNALNYCH                          | 190 |
| 9.1. Wstęp                                                                | 190 |
| 9.2. Klasyfikacja odpadów komunalnych                                     | 191 |
| 9.3. Właściwości fizyczne odpadów komunalnych                             | 191 |
| 9.3.1. Uziarnienie                                                        | 191 |
| 9.3.2. Wilgotność                                                         | 191 |
| 9.3.3. Gęstość objętościowa i właściwa                                    | 193 |
| 9.4. Zagęszczanie odpadów komunalnych                                     | 193 |
| 9.4.1. Wprowadzenie                                                       | 193 |
| 9.4.2. Laboratoryjne badania zagęszczalności odpadów                      | 194 |
| 9.5. Właściwości mechaniczne odpadów komunalnych                          | 195 |
| 9.5.1. Wprowadzenie                                                       | 195 |
| 9.5.2. Wytrzymałość na ścinanie                                           | 196 |
| 9.5.3. Ścisłość                                                           | 199 |
| 9.6. Właściwości filtracyjne odpadów komunalnych                          | 201 |
| 10. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE ODPADÓW BUDOWLANYCH                         | 203 |
| 10.1. Wprowadzenie                                                        | 203 |
| 10.2. Skład odpadów budowlanych                                           | 203 |
| 10.3. Właściwości fizyczne                                                | 204 |
| 10.3.1. Skład granulometryczny                                            | 204 |
| 10.3.2. Podstawowe właściwości fizyczne                                   | 206 |
| 10.3.3. Zagęszczalność                                                    | 206 |
| 10.4. Właściwości mechaniczne                                             | 207 |
| 10.4.1. Wytrzymałość na ścinanie                                          | 207 |
| 10.4.2. Ścisłość                                                          | 207 |
| 10.5. Wodoprzepuszczalność                                                | 208 |
| 11. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE NASYPOWYCH GRUNTÓW ORGANICZNYCH             | 210 |
| 11.1. Wprowadzenie                                                        | 210 |
| 11.2. Podstawowe właściwości geotechniczne gruntów organicznych rodzimych | 211 |
| 11.2.1. Właściwości fizyczne gruntów próchnicznych                        | 211 |
| 11.2.2. Właściwości fizyczne namulów i gytii                              | 211 |
| 11.2.3. Właściwości fizyczne torfów                                       | 211 |
| 11.2.4. Właściwości mechaniczne gruntów organicznych rodzimych            | 212 |
| 11.3. Właściwości nasypowych gruntów organicznych                         | 213 |
| 11.3.1. Zagęszczalność                                                    | 213 |
| 11.3.2. Ścisłość i wytrzymałość na ścinanie                               | 215 |
| 11.3.3. Wodoprzepuszczalność                                              | 216 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 12. WŁAŚCIWOŚCI GEOTECHNICZNE STABILIZOWANYCH GRUNTÓW NASYPO-<br>WYCH ..... | 218 |
| 12.1. Wiadomości ogólne .....                                               | 218 |
| 12.2. Mieszanki optymalne .....                                             | 219 |
| 12.3. Stabilizacja gruntów cementem .....                                   | 220 |
| 12.3.1. Wiadomości wstępne .....                                            | 220 |
| 12.3.2. Właściwości geotechniczne gruntów stabilizowanych cementem .....    | 221 |
| 12.4. Stabilizacja gruntów wapnem .....                                     | 226 |
| 12.4.1. Wiadomości wstępne .....                                            | 226 |
| 12.4.2. Właściwości geotechniczne gruntów stabilizowanych wapnem .....      | 227 |
| 12.5. Stabilizacja gruntów popiołami lotnymi .....                          | 228 |
| 12.5.1. Wprowadzenie .....                                                  | 228 |
| 12.5.2. Właściwości gruntów stabilizowanych popiołami lotnymi .....         | 228 |
| 12.6. Stabilizacja gruntów syntetycznymi polimerami (żywicami) .....        | 233 |
| 12.6.1. Wiadomości ogólne .....                                             | 233 |
| 12.6.2. Właściwości geotechniczne gruntów stabilizowanych żywicami .....    | 234 |