

# Spis treści

Przedmowa 10

1. WSTĘP 11

2. NASYPY BUDOWLANE ZIEMNE, PODZIAŁ I RODZAJE 12

2.1. Wiadomości wprowadzające 12

2.2. Komunikacyjne budowle ziemne 12

2.3. Hydrotechniczne budowle ziemne 14

2.3.1. Wprowadzenie 14

2.3.2. Zapory ziemne sypane i namywane 14

2.3.3. Wały przeciwpowodziowe 15

2.3.4. Obwałowania zbiorników wodnych i mokrych składowisk odpadów przemysłowych 17

2.4. Ekrany ziemne ochrony akustycznej 21

Literatura do rozdziału 2 22

3. GRUNTY BUDOWLANE I ICH KLASYFIKACJA 23

3.1. Pojęcia i definicje 23

3.2. Klasyfikacja gruntów według PN-EN ISO 14688:2018-05 25

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.1. Wprowadzenie                                                                                                | 25 |
| 3.2.2. Rodzaje gruntów na podstawie uziarnienia                                                                    | 26 |
| 3.2.3. Klasyfikacja gruntów według zagęszczenia                                                                    | 29 |
| 3.2.4. Klasyfikacja gruntów według plastyczności, konsystencji, wrażliwości i wytrzymałości na ścinanie bez odpywu | 30 |
| 3.2.5. Rodzaje gruntów i ich klasyfikacja ze względu na zawartość części organicznych                              | 32 |
| 3.3. Klasyfikacja gruntów budowlanych według normy PN-B-02480:1986                                                 | 32 |
| 3.3.1. Szczegółowy podział gruntów budowlanych                                                                     | 32 |
| 3.3.2. Podział gruntów nieskalistych mineralnych ze względu na uziarnienie                                         | 34 |
| 3.3.3. Klasyfikacja gruntów według zagęszczenia i konsystencji                                                     | 36 |
| 3.4. Makroskopowe rozpoznawanie gruntów według PN-B-04481:1988                                                     | 36 |
| 3.4.1. Wprowadzenie                                                                                                | 36 |
| 3.4.2. Oznaczanie rodzaju i nazwy gruntów niespoistych                                                             | 37 |
| 3.4.3. Oznaczanie rodzaju i nazwy gruntów spoistych                                                                | 37 |
| 3.4.4. Oznaczanie stanu gruntów spoistych                                                                          | 39 |
| 3.4.5. Oznaczanie wilgotności                                                                                      | 40 |

3.4.6. Oznaczanie barwy gruntu 41

3.4.7. Oznaczanie klasy zawartości węglanów 41

Literatura do rozdziału 3 41

4. ZAGĘSZCZANIE I ZAGĘSZCZALNOŚĆ GRUNTÓW 43

4.1. Zagęszczanie gruntów 43

4.2. Zagęszczalność gruntów mineralnych 44

4.2.1. Metody wyznaczania parametrów zagęszczalności 44

4.2.2. Laboratoryjne metody badań zagęszczalności gruntów 45

4.2.3. Badania polowe zagęszczalności gruntów mineralnych 54

4.2.4. Wyznaczanie parametrów zagęszczalności na podstawie innych parametrów geotechnicznych 63

4.3. Zagęszczalność gruntów antropogenicznych 65

4.3.1. Wstęp 65

4.3.2. Badania zagęszczalności odpadów powęglowych 65

4.3.3. Badania zagęszczalności odpadów hutniczych 69

4.3.4. Badania zagęszczalności odpadów budowlanych 71

#### 4.3.5. Badania zagęszczalności odpadów paleniskowych 73

#### Literatura do rozdziału 4 79

### 5. PRZYDATNOŚĆ GRUNTÓW DO WYKONYWANIA NASYPÓW BUDOWLI KOMUNIKACYJNYCH 81

#### 5.1. Wprowadzenie 81

#### 5.2. Przydatność gruntów do wykonywania nasypów dróg kołowych 81

#### 5.3. Przydatność gruntów do wykonywania nasypów dróg szynowych 87

#### 5.4. Dodatkowe podziały gruntów do celów budownictwa komunikacyjnego 90

##### 5.4.1. Podział gruntów ze względu na wysadzinowość 90

##### 5.4.2. Grupy nośności podłoża drogowego 94

#### Literatura do rozdziału 5 96

### 6. PRZYDATNOŚĆ GRUNTÓW DO WYKONYWANIA NASYPÓW BUDOWLI HYDRO-TECHNICZNYCH 98

#### 6.1. Wprowadzenie 98

#### 6.2. Przydatność gruntów do wykonywania zapór sypanych 98

##### 6.2.1. Grunty na zapory ziemne 98

##### 6.2.2. Grunty na zapory narzutowe i ziemno-narzutowe 104

6.3. Przydatność gruntów do wykonywania ziemnych zapór namywanych 106

6.4. Przydatność gruntów do budowy obwałowań rzek, zbiorników wodnych i zbiorników odpadów przemysłowych 108

6.4.1. Przydatność gruntów do budowy obwałowań rzek (wałów przeciwpowodziowych) 108

6.4.2. Przydatność gruntów do budowy obwałowań mokrych składowisk odpadów przemysłowych 109

Literatura do rozdziału 6 110

7. METODY WYKONYWANIA NASYPÓW BUDOWLANYCH 112

7.1. Wstęp 112

7.2. Wykonywanie liniowych nasypów z gruntów sypanych 113

7.2.1. Wprowadzenie 113

7.2.2. Schematy technologiczne pracy maszyn przy budowie nasypów 113

7.2.3. Metody wykonywania nasypów 116

7.2.4. Wymagania konstrukcyjne dotyczące nasypów liniowych 121

7.2.5. Konstrukcje nasypów wykonywanych z gruntów antropogenicznych 125

7.3. Budowa zapór ziemnych 129

7.3.1. Budowa zapór ziemnych metodą sypania 129

7.3.2. Budowa zapór ziemnych metodą hydrauliczną 131

7.4. Budowa nasypów hydrotechnicznych z wykorzystaniem technologii georur 135

Literatura do rozdziału 7 138

8. WZMACNIANIE I USZCZELNIANIE KORPUSÓW NASYPÓW 140

8.1. Wprowadzenie 140

8.2. Wzmacnianie gruntów w nasypach przez zagęszczanie 141

8.3. Wzmacnianie gruntów w nasypach metodami stabilizacji i silikatyizacji 144

8.3.1. Stabilizacja powierzchniowa gruntów cementem 144

8.3.2. Stabilizacja powierzchniowa gruntów wapnem 145

8.3.3. Stabilizacja powierzchniowa gruntów popiołami lotnymi 145

8.3.4. Wzmacnianie i uszczelnianie gruntów w nasypach zastrzykami chemicznymi 146

8.4. Wzmacnianie i uszczelnianie nasypów geosyntetykami 146

8.4.1. Geosyntetyki stosowane w budowlach ziemnych 146

8.4.2. Wzmacnianie (zbrojenie) nasypów geosyntetykami 147

8.4.3. Uszczelnianie nasypów hydrotechnicznych geosyntetykami 153

8.5. Inne metody uszczelniania nasypów hydrotechnicznych 156

Literatura do rozdziału 8 161

## 9. BUDOWA NASYPÓW NA GRUNTACH SŁABONOŚNYCH 163

### 9.1. Wstęp 163

### 9.2. Charakterystyka słabonośnego (słabego) podłoża gruntowego 163

#### 9.2.1. Wprowadzenie 163

#### 9.2.2. Grunty organiczne 164

#### 9.2.3. Grunty antropogeniczne 166

#### 9.2.4. Grunty zapadowe 167

#### 9.2.5. Grunty pęczniejące 168

#### 9.2.6. Inne grunty stanowiące słabonośne podłoża budowlane 168

### 9.3. Metody posadawiania nasypów na gruntach słabonośnych 168

#### 9.3.1. Wstęp 168

#### 9.3.2. Budowa nasypów na słabonośnym podłożu bagiennym 169

#### 9.3.3. Budowa nasypów na podłożu wzmocnionym metodami technicznymi 178

#### 9.3.4. Budowa nasypów z materiałów lekkich i gruntów organicznych na podłożu z gruntów słabonośnych 187

Literatura do rozdziału 9 193

## 10. UMOCNIENIA POWIERZCHNIOWE SKARP NASYPÓW BUDOWLANYCH 194

### 10.1. Wstęp 194

### 10.2. Umocnienia biologiczne (biotechniczne) skarp 197

#### 10.2.1. Obsiew skarp 197

#### 10.2.2. Darniowanie skarp 199

#### 10.2.3. Wzmacnianie faszynowe skarp 200

#### 10.2.4. Wzmacnianie skarp za pomocą płotków wiklinowych 201

#### 10.2.5. Zakrzewianie i zadrzewianie 202

### 10.3. Umocnienia techniczne skarp 203

#### 10.3.1. Umocnienia kamienne i żwirowe 203

#### 10.3.2. Umocnienia betonowe i żelbetowe 204

#### 10.3.3. Umocnienia asfaltobetonowe 207

#### 10.3.4. Umocnienia geosyntetyczne 207

Literatura do rozdziału 10 210

## 11. KONTROLA TECHNICZNA ZAGĘSZCZENIA GRUNTÓW W NASYPACH BUDOW-LANYCH 212

### 11.1. Wstęp 212

### 11.2. Badania stanu zagęszczenia gruntów w nasypie 214

#### 11.2.1. Badania zagęszczenia i nośności gruntów w nasypach dróg samochodowych 214

#### 11.2.2. Badania zagęszczenia nasypów kolejowych i tramwajowych 217

#### 11.2.3. Wymagania dotyczące zagęszczenia gruntów w korpusie wału przeciwpowodziowego 218

#### 11.2.4. Wymagania dotyczące zagęszczenia gruntów w korpusie zapór ziemnych 220

#### 11.2.5. Wymagania dotyczące zagęszczenia gruntów w nasypach ogólnobudowlanych 221

### 11.3. Metody kontroli jakości zagęszczenia gruntów w nasypach 222

#### 11.3.1. Metody kontroli gruntów drobnoziarnistych 222

#### 11.3.2. Metody kontroli jakości zagęszczenia gruntów gruboziarnistych 243

### 11.4. Proponowane metody statystycznej oceny wyników badań kontrolnych jakości zagęszczenia nasypów 251

### Literatura do rozdziału 11 254

## 12. BADANIA GEOLOGICZNE I GEOTECHNICZNE PODŁOŻA DLA POTRZEB BUDO-WY NASYPÓW 257

### 12.1. Geotechniczne warunki posadowienia 257

12.1.1. Ogólne zasady ustalania geotechnicznych warunków posadowienia 257

12.1.2. Zakres badań w zależności od kategorii geotechnicznej 260

12.1.3. Forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia w zależności od kategorii geotechnicznej 261

12.2. Rozpoznanie warunków wodno-gruntowych w podłożu 269

12.2.1. Projektowanie badań geologicznych i geotechnicznych 269

12.2.2. Badania na potrzeby budownictwa liniowego (komunikacyjnego) 274

12.2.3. Badania geotechniczne na potrzeby budownictwa hydrotechnicznego 282

Literatura do rozdziału 12 288

13. STATECZNOŚĆ NASYPÓW BUDOWLANYCH 290

13.1. Wstęp 290

13.2. Ogólna charakterystyka typów osuwisk nasypów 291

13.2.1. Nasypy komunikacyjne 291

13.2.2. Nasypy hydrotechniczne 295

13.3. Metody obliczania stateczności nasypów budowlanych 296

13.3.1. Wprowadzenie 296

13.3.2. Metody sprawdzania stateczności skarp nasypów budowlanych 297

13.4. Sprawdzanie stateczności skarp nasypów budowlanych 304

13.4.1. Nasypy komunikacyjne 304

13.4.2. Nasypy hydrotechniczne 307

13.5. Ocena stateczności skarp według Eurokodu 7 317

13.5.1. Wprowadzenie 317

13.5.2. Obliczanie stateczności skarp i zboczy 317

13.5.3. Stateczność skarp w gruntach niespoistych 319

13.5.4. Metoda Felleniusa (szwedzka) 322

13.5.5. Metoda Bishopa 325

Literatura do rozdziału 13 328