

## SPIS TREŚCI

|                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SYMBOLE I OZNACZENIA .....</b>                                                                                          | <b>13</b> |
| <b>Rozdział 1</b>                                                                                                          |           |
| <b>WPROWADZENIE .....</b>                                                                                                  | <b>19</b> |
| Literatura do rozdziału 1 .....                                                                                            | 22        |
| <b>Rozdział 2</b>                                                                                                          |           |
| <b>POBIERANIE PRÓB GRUNTU Z PODŁOŻA .....</b>                                                                              | <b>24</b> |
| 2.1. Podstawy prawne i konsekwencje ich nieszanowania .....                                                                | 24        |
| 2.2. Kategorie geotechniczne .....                                                                                         | 26        |
| 2.3. Kategorie metod pobierania prób – klasy jakości prób gruntu .....                                                     | 28        |
| 2.4. Remediacja podłoża – obowiązek czy dodatkowy element? .....                                                           | 31        |
| 2.4.1. Kodeks Dobrych Praktyk .....                                                                                        | 32        |
| 2.5. Diagnostyka narażenia radonowego – proponowany element badań<br>podłoża gruntowego .....                              | 36        |
| 2.6. Ryzyko naruszenia struktury gruntu w próbach i próbkach .....                                                         | 38        |
| 2.7. Techniki pobierania prób gruntu z podłoża .....                                                                       | 51        |
| 2.8. Nowe rozwiązania .....                                                                                                | 56        |
| 2.8.1. Weryfikacja zjawiska <i>stress relief</i> i ocena jego skutków .....                                                | 56        |
| 2.8.2. Minipróbnik blokowy typu Sherbrooke .....                                                                           | 57        |
| 2.8.3. Metoda przechowywania pobranych prób w komorze<br>ciśnieniowej .....                                                | 60        |
| 2.8.4. Technologia pobierania prób za pomocą włóczywanego żelu<br>polimerowego .....                                       | 60        |
| 2.8.5. Impregnacja podłoża jako alternatywa do jego zamrażania .....                                                       | 64        |
| 2.8.6. Badania trójosiowego ściskania <i>in situ</i> – wycinanie prób/próbek<br>i ich badanie bezpośrednio w podłożu ..... | 65        |
| Literatura do rozdziału 2 .....                                                                                            | 66        |

**Rozdział 3**

|                                                                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PRZYGOTOWANIE PRÓBEK DO BADAŃ LABORATORYJNYCH .....</b>                                                                                                      | <b>76</b> |
| 3.1. Podział metod rekonstrukcji gruntu .....                                                                                                                   | 76        |
| 3.2. Metody zamrażania gruntu (z ang. <i>freezing soils methods</i> ) .....                                                                                     | 80        |
| 3.3. Metody pluwiacji/depozycji (z ang. <i>pluviation/deposition methods</i> ) .....                                                                            | 82        |
| 3.3.1. Metody suche .....                                                                                                                                       | 83        |
| 3.3.2. Metody mokre .....                                                                                                                                       | 87        |
| 3.4. Metody dynamiczne – metody ubijania/wibrowania na mokro/na sucho ...                                                                                       | 90        |
| 3.5. Metody rekonsolidacji z pasty gruntowej .....                                                                                                              | 91        |
| 3.6. Zamrażanie podłoża kontra metody rekonstrukcji próbek .....                                                                                                | 92        |
| 3.7. Innowacyjne metody przygotowania próbek .....                                                                                                              | 93        |
| 3.7.1. Badanie zanieczyszczonych podwodnych osadów o konsystencji<br>płynnej – platforma testowa do poboru prób oraz konsolidometr....                          | 93        |
| 3.7.2. Metoda pluwiacji w strefie mgły (z ang. <i>mist pluviation method</i> ) ...                                                                              | 94        |
| 3.7.3. Ruchome systemy do pluwiacji (z ang. <i>traveling/mobile pluviator</i> )                                                                                 | 95        |
| 3.7.4. Automatyka w systemach powietrznej pluwiacji .....                                                                                                       | 96        |
| 3.7.5. Modyfikacja metody <i>slurry</i> do przygotowania próbek rekonstru-<br>owanych do cylindrycznego aparatu skrętnego i aparatu prostego<br>ściskania ..... | 98        |
| 3.7.6. Innowacyjna technika odtwarzania próbek metodą <i>slurry</i><br>bezpośrednio w formie aparatu trójosiowego ściskania .....                               | 100       |
| 3.7.7. Odtwarzanie warstwowego osadzania się piasku pod różnymi<br>kątami w próbce do badań prawdziwego trójosiowego ściskania ...                              | 101       |
| 3.7.8. Suszenie mikrofalowe .....                                                                                                                               | 101       |
| 3.8. Wskazówki i wytyczne do wyboru metod rekonstrukcji próbek .....                                                                                            | 103       |
| Literatura do rozdziału 3 .....                                                                                                                                 | 109       |

**Rozdział 4**

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KLASYFIKACJA I WARUNKI BADAŃ .....</b>                                                               | <b>120</b> |
| 4.1. Klasyfikacja technik badawczych i aparatury .....                                                  | 120        |
| 4.2. Warunki realizacji badań i opracowania wyników .....                                               | 124        |
| 4.2.1. Nasycanie próbek gruntu .....                                                                    | 125        |
| 4.2.2. Poprawka w badaniach trójosiowego ściskania ze względu na<br>membranę i papier filtracyjny ..... | 131        |
| Literatura do rozdz. 4 .....                                                                            | 134        |

**Rozdział 5**

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>POMIAR ODKSZTAŁCEŃ</b> .....                                                               | 139 |
| 5.1. Pomiar odkształceń – znaczenie, podział ogólny oraz kryteria doboru metody pomiaru ..... | 139 |
| 5.2. Strefa małych odkształceń – pomiar lokalny .....                                         | 142 |
| 5.3. Strefa małych odkształceń – pomiary dynamiczne .....                                     | 149 |
| Literatura do rozdziału 5 .....                                                               | 153 |

**Rozdział 6**

|                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>OBSERWACJE ODKSZTAŁCEŃ W PRÓBCE</b> .....                                                                                    | 161 |
| 6.1. Bezinwazyjne metody obserwacji – klasyfikacja ogólna oraz metody analizy obrazu .....                                      | 161 |
| 6.2. Stereofotogrametria – metoda optyczna 2D do badania lokalizacji odkształceń w gruncie .....                                | 165 |
| 6.3. Metody oparte na tomografii rentgenowskiej (RTX/CT) .....                                                                  | 169 |
| 6.3.1. Wykorzystanie promieni rentgenowskich w badaniach trójosiowego ściskania – aparat TOMOTRIAX .....                        | 170 |
| 6.3.2. Wykorzystanie promieni rentgenowskich w badaniach trójosiowego ściskania – Synchrotron ESRF-EBS w Grenoble, Francja .... | 171 |
| 6.3.3. Analiza wyników – połączenie RTX z 3D DIC (V-DIC) .....                                                                  | 173 |
| 6.4. Metody elastooptyczne – badanie rozkładu pola odkształceń i naprężeń za ścianą oporową .....                               | 174 |
| 6.5. Metody laserowe .....                                                                                                      | 178 |
| Literatura do rozdziału 6 .....                                                                                                 | 179 |

**Rozdział 7**

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>PRZEWODNIK PO SYSTEMACH POMIAROWO-OBSERWACYJNYCH ODKSZTAŁCEŃ</b> .....                       | 185 |
| 7.1. Komercyjne systemy wewnętrznego pomiaru odkształceń .....                                  | 185 |
| 7.2. Systemy używane indywidualnie, nierozpowszechnione .....                                   | 186 |
| 7.3. Niekomercyjne systemy pomiaru wewnętrznego odkształceń .....                               | 186 |
| 7.4. Systemy w trakcie wdrażania .....                                                          | 187 |
| 7.5. Mierzone wartości (lub pośrednio parametry) .....                                          | 188 |
| 7.6. Metody montażu układu pomiarowego .....                                                    | 188 |
| 7.7. Metody badań gruntów słabonośnych, organicznych, ekspansywnych i o dużej ściśliwości ..... | 189 |
| 7.8. Kierunki modyfikacji .....                                                                 | 190 |
| Literatura do rozdziału 7 .....                                                                 | 190 |

**Rozdział 8****WSPÓŁCZESNE MODYFIKACJE APARATURY – INTERESUJĄCE**

|                                                                                                                                                                         |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KIERUNKI BADAŃ .....</b>                                                                                                                                             | <b>192</b> |
| 8.1. Modyfikacje edometru .....                                                                                                                                         | 192        |
| 8.2. Modyfikacje aparatu bezpośredniego ścinania .....                                                                                                                  | 198        |
| 8.3. Modyfikacje aparatu prostego ścinania .....                                                                                                                        | 201        |
| 8.4. Modyfikacje aparatu 2-osowego ściskania .....                                                                                                                      | 204        |
| 8.5. Modyfikacje aparatu trójosiowego ściskania .....                                                                                                                   | 205        |
| 8.6. Badania oryginalne – badania dynamiczne w cylindrycznym aparacie<br>skrętnym i w kolumnie rezonansowej .....                                                       | 208        |
| 8.7. Niestandardowe rozwiązania .....                                                                                                                                   | 210        |
| 8.7.1. Tomografia rentgenowska w badaniach bezpośredniego ścinania ...                                                                                                  | 210        |
| 8.7.2. Pomiar objętości bezwzględnej w badaniach trójosiowego ściska-<br>nia za pomocą fotogrametrii .....                                                              | 217        |
| 8.7.3. Aparat trójosiowego ściskania chroniony patentem do badania<br>próbek zamrożonych .....                                                                          | 218        |
| 8.7.4. Beztarciowy aparat trójosiowego ściskania .....                                                                                                                  | 219        |
| 8.7.5. Aparat trójosiowego ściskania <i>in situ</i> .....                                                                                                               | 221        |
| 8.7.6. Komora kalibracyjna w funkcji wielkowymiarowego aparatu<br>trójosiowego ściskania do badania mieszanin<br>gruntowo-skalnych .....                                | 223        |
| 8.7.7. Presjometr z czujnikiem Halla jako alternatywa dla laboratoryj-<br>nych pomiarów zmniejszenia sztywności gruntu .....                                            | 224        |
| 8.7.8. Wykorzystanie elementów <i>bender</i> w metodzie Proctora jako<br>alternatywa dla badania parametrów odkształcenia <i>in situ</i> gruntów<br>zagęszczonych ..... | 224        |
| Literatura do rozdz. 8 .....                                                                                                                                            | 226        |
| <b>Rozdział 9</b>                                                                                                                                                       |            |
| <b>PODSUMOWANIE .....</b>                                                                                                                                               | <b>239</b> |
| <b>Spis rysunków .....</b>                                                                                                                                              | <b>241</b> |
| <b>Spis tabel .....</b>                                                                                                                                                 | <b>249</b> |
| <b>Skorowidz autorów publikacji .....</b>                                                                                                                               | <b>251</b> |
| <b>Streszczenie .....</b>                                                                                                                                               | <b>264</b> |