

# Spis treści

## 1. Wstęp 11

1.1. Rys historyczny Marek Tarnawski 11

1.2. Aspekty formalne procesu rozpoznania podłoża i projektowania geotechnicznego Jakub Saloni i Anna Nowosad 20

1.3. Podstawy projektowania geotechnicznego Jakub Saloni i Anna Nowosad 31

1.3.1. Obliczenia analityczne 33

1.3.2. Parametry gruntowe na potrzeby modelowania w MES 34

1.3.3. Obciążenia cykliczne i dynamiczne podłoża 45

## 2. Wiercenia i pobieranie próbek 49

2.1. Wprowadzenie Marek Tarnawski 49

2.2. Wiercenia wolnoobrotowe i udarowe Marek Tarnawski 57

2.3. Obserwacje hydrogeologiczne Marek Tarnawski 75

2.4. Wiercenia rdzeniowe Michał Wójcik 84

2.4.1. Czynniki wpływające na ilość i jakość próbek rdzeniowych 91

2.4.2. Metody wierceń rdzeniowych 95

2.4.3. Typy i konstrukcje rdzeniówek 98

2.4.5. Rury płuczkowe do rdzeniówek wrzutowych 130

2.4.6. Dobór koronek do wierceń rdzeniowych 131

2.4.7. Ogólne zasady eksploatacji rdzeniówek podwójnych i wrzutowych 135

2.5. Pomiary podczas prowadzenia robót wiertniczych Marek Tarnawski 137

## 3. Badania geofizyczne 141

3.1. Metody sejsmiczne Radosław Mieszkowski, Tomasz Szczepański i Jerzy Kłosiński 141

3.1.1. Inżynierska sejsmika powierzchniowa 143

3.1.2. Metoda sejsmiki refrakcyjnej 162

3.1.3. Inżynierska sejsmika otworowa 174

3.2. Metody elektrooporowe Radosław Mieszkowski 187

3.2.1. Metoda pionowych sondowań elektrooporowych 191

3.2.2. Metoda tomografii elektrooporowej 192

3.2.3. Zastosowanie metod elektrooporowych 198

- 3.2.4. Zalety i ograniczenia metod elektrooporowych 198
- 3.2.5. Przykłady zastosowania metod elektrooporowych 203
- 3.3. Metoda georadarowa (ground penetrating radar, GPR) Radosław Mieszkowski 208
  - 3.3.1. Podstawy procedury badawczej 210
  - 3.3.2. Zastosowania 220
  - 3.3.3. Przykłady 220
  - 3.3.4. Zalety i ograniczenia 225
- 4. Sondowania 228**
  - 4.1. Sondowania statyczne CPT/CPTU Jędrzej Wierzbicki 228
    - 4.1.1. Wprowadzenie - sondowania statyczne wśród innych badań in situ 228
    - 4.1.2. Sondowania statyczne - rys historyczny 230
    - 4.1.3. Technika pomiaru i parametry sondowania 233
    - 4.1.4. Wstępna analiza profilu CPTU 251
    - 4.1.5. Analiza wartości parametrów geotechnicznych 270
  - 4.2. Sondowania dynamiczne Zbigniew Frankowski 303
    - 4.2.1. Rys historyczny i współczesne zastosowania sond dynamicznych 303
    - 4.2.2. Czynniki wpływające na wyniki sondowania 323
    - 4.2.3. Tarcie gruntu o żerdzie 324
    - 4.2.4. Głębokość krytyczna 327
    - 4.2.5. Odległość sondowań od otworów wiertniczych 328
    - 4.2.6. Wpływ zawodnienia gruntów 328
    - 4.2.7. Wymiary końcówek sond 329
    - 4.2.8. Badania zagęszczania gruntów nasypowych 329
    - 4.2.9. Przykłady zastosowań sondowań dynamicznych 333
  - 4.3. Sondowania obrotowe Tomasz Godlewski 334
    - 4.3.1. Wprowadzenie 334
    - 4.3.2. Opis metody 336
    - 4.3.3. Sprzęt i procedura badania 339
    - 4.3.4. Wytrzymałość gruntu na ścinanie 343
    - 4.3.5. Wrażliwość gruntu 347
    - 4.3.6. Prędkość obrotu (kątowna) 348
    - 4.3.7. Anizotropia 350

4.3.8. Korekta wyników wytrzymałości uzyskanych z FVT 351

4.3.9. Historia naprężeń 354

4.3.10. Walidacja innych metod 356

4.3.11. Podsumowanie 358

## **5. Badania presjometryczne Marek Tarnawski 360**

5.1. Wprowadzenie 360

5.2. Istota badania presjometrycznego 360

5.3. Zasady wykonywania badań presjometrycznych 367

5.4. Wyniki badania presjometrycznego 372

5.4.1. Presjometryczne naprężenie graniczne 372

5.4.2. Moduł presjometryczny 374

5.4.3. Naprężenie pełzania 375

5.5. Zmiany raportowania badań wynikające z regulacji normowych 377

5.6. Eksplikacja znaczenia parametrów presjometrycznych 379

5.7. Zasady projektowania posadowień Menarda 392

5.7.1. Nośność podłoża 392

5.7.2. Podatność podłoża 399

5.8. Perspektywy rozwoju 404

5.9. Podsumowanie 413

## **6. Badania dylatometrem Tomasz Godlewski 415**

6.1. Wprowadzenie 415

6.2. Opis metody 416

6.3. Sprzęt i procedura badania 417

6.4. Wyniki badania dylatometrycznego 425

6.4.1. Identyfikacja parametrów bezpośrednich DMT - założenia ogólne 427

6.4.2. Ciśnienie porowe z DMT 428

6.5. Interpretacja wyników badań 430

6.5.1. Identyfikacja gruntów i profil podłoża 432

6.5.2. Historia naprężenia w gruncie 435

6.5.3. Parametry wytrzymałościowe gruntów 440

6.5.4. Parametry odkształcalności gruntu 446

- 6.5.5. Prędkość rozproszenia nadciśnienia porowego 450
- 6.5.6. Współczynnik konsolidacji gruntu 451
- 6.5.7. Ciężar objętościowy gruntu 453
- 6.6. Kalibracja/walidacja DMT 453
  - 6.6.1. Interpretacja profilu gruntowego 454
  - 6.6.2. Zestawienie wartości modułów dylatometrycznych 455
  - 6.6.3. Kalibracja wartości modułów na tle osiadań 457
- 6.7. Przykłady zastosowań w praktyce 459
  - 6.7.1. Nośność podłoża 459
  - 6.7.2. Osiadanie fundamentów bezpośrednich 459
  - 6.7.3. Problematyka określania sztywności gruntu 460
  - 6.7.4. Nośność pala obciążonego siłą poziomą 465
- 6.8. Podsumowanie 465
- 7. Próbne obciążenia pali i podłoża gruntowego Kazimierz Gwizdała i Andrzej Słabek 467**
  - 7.1. Próbne obciążenia pali na siły pionowe, osiowe 467
    - 7.1.1. Charakterystyka przekazywania obciążenia przez pale na podłożu 467
    - 7.1.2. Nośność pali na wciskanie według zasad Eurokodu 7,...wersja PN-EN 1997-1:2008 469
    - 7.1.3. Konstrukcje do próbnych obciążeń wciskających 472
    - 7.1.4. Badania nośności pala na wyciąganie 491
    - 7.1.5. Metody badań statycznych pali na siły pionowe 494
  - 7.2. Badania pali obciążonych oddziaływaniem bocznym 503
  - 7.3. Badania dynamiczne pali 508
    - 7.3.1. Badanie dynamiczne pali PDA (pile driving analysis) oraz DLT (dynamic load test) 511
    - 7.3.2. Modele analityczne stosowane w interpretacji badań dynamicznych pali 516
    - 7.3.3. Badania ciągłości i długości pali/kolumn 520
  - 7.4. Próbne obciążenia podłoża za pomocą płyt 530
    - 7.4.1. Warunki techniczne wykonywania próbnego obciążenia gruntu 532
    - 7.4.2. Interpretacja wyników badań 533
  - 7.5. Inne metody badań podłoża 536
- 8. Wzmocnienia podłoża Jakub Saloni, Anna Nowosad i Monika Ura 542**
  - 8.1. Cele wzmocniania podłoża 542
  - 8.2. Definicja i podział metod wzmocniania podłoża 546

- 8.3. Rozpoznanie podłoża na potrzeby jego wzmocnienia 549
  - 8.3.1. Zalecenia dotyczące metod i zakresu rozpoznania podłoża 549
  - 8.3.2. Znaczenie metod polowych badań gruntu na potrzeby wzmocnienia podłoża 561
- 8.4. Technologie wzmocnienia podłoża bez wprowadzania inkluzji 562
  - 8.4.1. Zagęszczanie dynamiczne (dynamic compaction, DC) 562
  - 8.4.2. Zagęszczanie impulsowe (rapid impact compaction, RIC) 567
  - 8.4.3. Wibroflotacja (vibroflotation, VF) 568
  - 8.4.4. Mikrowybuchy (microblasting, MMB/ DDC) 572
  - 8.4.5. Zagęszczanie walcem dynamicznym (impact roller compaction, RDC) 574
  - 8.4.6. Badania na potrzeby projektowania i odbioru efektów zagęszczania 575
  - 8.4.7. Stabilizacja masowa (solidyfikacja, mass stabilization, MS) 577
  - 8.4.8. Konsolidacja z zastosowaniem prefabrykowanych geodrenów pionowych (vertical drains, VD) 579
  - 8.4.9. Konsolidacja próżniowa (Menard Vacuum, MV) 585
- 8.5. Technologie z wprowadzaniem inkluzji 586
  - 8.5.1. Kolumny wymiany dynamicznej (dynamic replacement, DR) 586
  - 8.5.2. Kolumny żwirowe/wibrowymiana (stone columns, SC/KSS) 588
  - 8.5.3. Kolumny z cementogruntu (deep soil mixing, DSM) 590
  - 8.5.4. Kolumny betonowe lub z iniektu - uwagi ogólne 594
  - 8.5.5. Kolumny przemieszczeniowe wkręcane formowane w gruncie (CMC, FDP, CSC, SDC, Screwsol) 600
  - 8.5.6. Kolumny przemieszczeniowe wwibrowywane formowane w gruncie (MSC, CSC, VDC) 601
  - 8.5.7. Kolumny wiercone świdrem ciągłym (continuous flight auger piles, CFA) 602
  - 8.5.8. Rola warstwy transmisyjnej 603
- 8.6. Badania do celów remediacji terenów zanieczyszczonych 604
- 9. Podsumowanie Marek Tarnawski 607**
- Bibliografia 628**