

# Spis treści

Przedmowa . . . . .	13
<b>1. Wiadomości wstępne . . . . .</b>	<b>15</b>
1.1. Określenie gruntoznawstwa inżynierskiego . . . . .	15
1.2. Pojęcie gruntu budowlanego i podłoża budowlanego . . . . .	16
1.3. Właściwości gruntów a praktyka inżynierska fundamentowania . . . . .	16
1.4. Gruntoznawstwo inżynierskie a nauki pokrewne . . . . .	17
<b>2. Podstawowe wiadomości o pochodzeniu skał i gruntów . . . . .</b>	<b>19</b>
2.1. Budowa skorupy ziemskiej . . . . .	19
2.2. Procesy geologiczne . . . . .	19
2.3. Podział skał ze względu na ich genezę . . . . .	21
2.4. Zaburzenia tektoniczne i trzęsienia ziemi . . . . .	25
2.5. Wietrzenie . . . . .	26
2.6. Zjawiska krasowe . . . . .	27
2.7. Utwory akumulacji rzecznej . . . . .	28
2.8. Utwory akumulacji lodowcowej . . . . .	30
2.9. Utwory eoliczne . . . . .	32
2.10. Utwory zastoiskowe i organiczne . . . . .	33
2.11. Gleba . . . . .	33
<b>3. Ogólna klasyfikacja gruntów budowlanych . . . . .</b>	<b>35</b>
<b>4. Fizyczne właściwości gruntów . . . . .</b>	<b>38</b>
4.1. Skład mineralny gruntów i jego wpływ na właściwości gruntów . . . . .	38
4.2. Struktura i tekstura gruntów . . . . .	41
4.3. Uziarnienie gruntów . . . . .	42
4.3.1. Frakcje gruntów . . . . .	42
4.3.2. Oznaczanie uziarnienia gruntów . . . . .	43
4.3.3. Wskaźniki uziarnienia gruntu . . . . .	46
4.4. Cechy fizyczne gruntów . . . . .	46
4.4.1. Rodzaje cech fizycznych . . . . .	46
4.4.2. Gęstość właściwa gruntu . . . . .	47

4.4.3.	Gęstość objętościowa gruntu . . . . .	48
4.4.4.	Wilgotność gruntu . . . . .	49
4.4.5.	Gęstość objętościowa szkieletu gruntowego . . . . .	50
4.4.6.	Porowatość i wskaźnik porowatości gruntu . . . . .	51
4.4.7.	Stopień wilgotności gruntu . . . . .	52
4.4.8.	Stopień zagęszczenia gruntów i stany gruntów niespoistych . . . . .	53
4.4.9.	Granice konsystencji, stopień plastyczności i stany gruntów spoistych . . . . .	54
4.4.10.	Wskaźnik plastyczności . . . . .	57
4.4.11.	Wskaźnik zagęszczenia. Wilgotność optymalna i maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego . . . . .	59
4.4.12.	Zależność między wskaźnikiem zagęszczenia i stopniem zagęszczenia gruntów niespoistych . . . . .	65
<b>5.</b>	<b>Ruch wody gruntowej i zjawiska z nim związane . . . . .</b>	<b>68</b>
5.1.	Rodzaje wody w gruncie . . . . .	68
5.2.	Podział wód podziemnych . . . . .	70
5.3.	Podstawowe warunki ruchu wody w gruncie . . . . .	71
5.4.	Filtracja. Prawo Darcy'ego . . . . .	72
5.5.	Filtracja w gruntach spoistych . . . . .	73
5.6.	Wyznaczanie współczynnika filtracji . . . . .	74
5.6.1.	Metody wyznaczania . . . . .	74
5.6.2.	Obliczanie współczynnika filtracji za pomocą wzorów empirycznych . . . . .	74
5.6.3.	Laboratoryjne metody wyznaczania współczynnika filtracji . . . . .	75
5.6.4.	Wyznaczanie współczynnika filtracji metodą badań polowych . . . . .	77
5.6.5.	Obliczanie współczynnika filtracji w gruntach uwarstwionych . . . . .	80
5.7.	Dopływ wody do studni i rowów . . . . .	81
5.7.1.	Określenia podstawowe . . . . .	81
5.7.2.	Wydatek studni . . . . .	82
5.7.3.	Dopływ wody gruntowej do rowu . . . . .	83
5.8.	Jednoczesne działanie zespołu studzien . . . . .	85
5.9.	Mechaniczne działanie wody na szkielet gruntowy . . . . .	86
5.9.1.	Wypór w gruncie . . . . .	86
5.9.2.	Ciśnienie wody w porach. Naprężenia całkowite i efektywne . . . . .	87
5.9.3.	Fizyczna interpretacja naprężeń całkowitych i efektywnych . . . . .	88
5.9.4.	Ciśnienie spływowe . . . . .	89
5.9.5.	Zjawiska w gruncie wywołane filtracją . . . . .	90
5.9.6.	Sposoby zabezpieczenia gruntów przed szkodliwym działaniem filtracji . . . . .	93
5.10.	Równania ruchu wody gruntowej. Siatka przepływu . . . . .	94
5.10.1.	Podstawowe równania ciągłości przepływu wody . . . . .	94
5.10.2.	Siatka przepływu (hydrodynamiczna) . . . . .	96
<b>6.</b>	<b>Mechaniczne właściwości gruntów . . . . .</b>	<b>99</b>
6.1.	Ścisłość gruntów . . . . .	99
6.1.1.	Wprowadzenie . . . . .	99
6.1.2.	Określenie wielkości charakteryzujących ścisłość i odprężenie gruntu . . . . .	102

6.1.3.	Związki teoretyczne pomiędzy wielkościami charakteryzującymi ścisłość gruntu . . . . .	105
6.1.4.	Orientacyjne wartości liczbowe modułów odkształcenia i modułów ścisłości edometrycznej . . . . .	106
6.1.5.	Laboratoryjne badanie edometrycznego modułu ścisłości . . . . .	106
6.1.6.	Badanie osiadania zapadowego — współczynnik zapadowości . . . . .	112
6.2.	Wytrzymałość gruntów na ścinanie . . . . .	113
6.2.1.	Wprowadzenie. Wzór Coulomba . . . . .	113
6.2.2.	Opór tarcia wewnętrznego i kąt tarcia wewnętrznego . . . . .	114
6.2.3.	Spójność . . . . .	115
6.2.4.	Badanie wytrzymałości na ścinanie w aparacie bezpośredniego ścinania . . . . .	116
6.2.5.	Badanie wytrzymałości na ścinanie w aparacie trójosiowego ściskania . . . . .	118
6.2.6.	Badanie wytrzymałości na ścinanie gruntów gruboziarnistych i kamienistych . . . . .	124
<b>7.</b>	<b>Pęcznienie gruntów spoistych . . . . .</b>	<b>129</b>
7.1.	Wprowadzenie . . . . .	129
7.2.	Badanie wskaźnika pęcznienia . . . . .	130
7.3.	Badanie ciśnienia pęcznienia . . . . .	131
<b>8.</b>	<b>Podstawowe wiadomości z mechaniki skał . . . . .</b>	<b>135</b>
8.1.	Uwagi ogólne . . . . .	135
8.2.	Ogólna charakterystyka skał i masywów skalnych . . . . .	136
8.2.1.	Określenie skał i masywów skalnych . . . . .	136
8.2.2.	Ogólna charakterystyka skał i masywów skalnych jako podłoża budowlanego . . . . .	136
8.3.	Parametry określające spękania i szczeliny w skałach . . . . .	138
8.4.	Właściwości fizyczne skał . . . . .	139
8.5.	Właściwości mechaniczne skał . . . . .	140
8.6.	Badania właściwości masywów skalnych w inżynierii wodnej . . . . .	143
8.6.1.	Rozpoznawanie masywów skalnych . . . . .	143
8.6.2.	Badania właściwości masywów skalnych . . . . .	144
8.7.	Geotechniczna klasyfikacja masywów fliszowych . . . . .	154
8.7.1.	Wprowadzenie . . . . .	154
8.7.2.	Klasyfikacja geofizyczna <i>KFG</i> . . . . .	154
8.7.3.	Klasyfikacja geotechniczna <i>KF</i> . . . . .	155
<b>9.</b>	<b>Wpływ temperatury na właściwości gruntów . . . . .</b>	<b>157</b>
9.1.	Wprowadzenie . . . . .	157
9.2.	Wpływ mrozu na grunty . . . . .	157
9.2.1.	Wiadomości ogólne . . . . .	157
9.2.2.	Tworzenie się wysadzin i przełomów . . . . .	159
9.2.3.	Określenie głębokości przemarzania gruntu . . . . .	160
9.2.4.	Kryteria wysadzinowości gruntów . . . . .	162
9.2.5.	Zabezpieczanie budowli przed wysadzinami i przełomami . . . . .	162

9.3.	Wpływ temperatury na właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów . . . . .	163
9.3.1.	Wstęp . . . . .	163
9.3.2.	Wpływ temperatury na zmiany wilgotności gruntu . . . . .	163
9.3.3.	Wpływ temperatury na ściśliwość gruntów spoistych . . . . .	165
9.3.4.	Wpływ temperatury na wytrzymałość gruntów spoistych . . . . .	166
9.3.5.	Wpływ temperatury na zagęszczenie gruntów . . . . .	168
9.3.6.	Wpływ temperatury na wodoprzepuszczalność gruntów . . . . .	168
9.3.7.	Wpływ temperatury na przewodnictwo elektryczne gruntów . . . . .	168
<b>10.</b>	<b>Wpływ drgań i wstrząsów na właściwości gruntów . . . . .</b>	<b>170</b>
10.1.	Wprowadzenie . . . . .	170
10.2.	Tiksotropia gruntów . . . . .	170
10.3.	Upłynnienie gruntów . . . . .	173
10.4.	Wpływ drgań na parametry mechaniczne gruntów . . . . .	175
10.4.1.	Uwagi ogólne . . . . .	175
10.4.2.	Wpływ obciążeń dynamicznych na kąt tarcia wewnętrznego i spójność gruntów . . . . .	175
10.4.3.	Wpływ obciążeń dynamicznych na ściśliwość gruntów . . . . .	176
<b>11.</b>	<b>Wpływ agresywnych zanieczyszczeń środowiska na właściwości gruntów budow- lanych . . . . .</b>	<b>178</b>
11.1.	Wprowadzenie . . . . .	178
11.2.	Rodzaje substancji zanieczyszczających grunty . . . . .	179
11.3.	Sposoby rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w gruncie . . . . .	180
11.4.	Wpływ zanieczyszczeń na właściwości fizyczne i mechaniczne gruntów . . . .	180
11.4.1.	Wpływ oleju napędowego na właściwości fizyczne . . . . .	180
11.4.2.	Wpływ oleju napędowego na właściwości mechaniczne . . . . .	182
<b>12.</b>	<b>Podstawowe metody wzmocnienia i uszczelniania gruntów . . . . .</b>	<b>184</b>
12.1.	Cel wzmocnienia i uszczelniania podłoża gruntowego . . . . .	184
12.2.	Podstawowe metody wzmocnienia i uszczelniania gruntów . . . . .	184
12.2.1.	Wymiana gruntu . . . . .	185
12.2.2.	Wstępne obciążenie gruntu . . . . .	185
12.2.3.	Dreny pionowe i metoda elektroosmozy . . . . .	186
12.2.4.	Zagęszczanie gruntów . . . . .	187
12.2.5.	Zastrzyki . . . . .	188
12.2.6.	Stabilizacja węglębna gruntów . . . . .	193
12.2.7.	Zamrażanie gruntu . . . . .	195
12.2.8.	Spiekanie gruntu . . . . .	196
12.2.9.	Zbrojenie gruntów . . . . .	197
<b>13.</b>	<b>Roboty ziemne . . . . .</b>	<b>206</b>
13.1.	Wprowadzenie . . . . .	206
13.2.	Podział gruntów na kategorie i ich właściwości . . . . .	206
13.3.	Prace przygotowawcze przed robotami ziemnymi . . . . .	209
13.3.1.	Czynności wstępne . . . . .	209
13.4.	Wykonywanie wykopów . . . . .	209

13.4.1. Rodzaje wykopów . . . . .	209
13.4.2. Odwodnienie wykopów fundamentowych . . . . .	211
13.4.3. Metody odspajania gruntu i wykonywania wykopów . . . . .	215
13.5. Wykonywanie nasypów . . . . .	216
13.5.1. Ogólne zasady wykonywania nasypów . . . . .	216
13.5.2. Metody zagęszczania gruntów i kontrola jakości zagęszczania . . . . .	219
13.6. Wykonywanie zasypki . . . . .	221
13.7. Obliczanie robót ziemnych . . . . .	221
<b>14. Inżyniersko-geologiczna charakterystyka głównych rodzajów gruntów budowlanych Polski . . . . .</b>	<b>222</b>
14.1. Wprowadzenie . . . . .	222
14.2. Ogólna charakterystyka naturalnych gruntów budowlanych wydzielonych obszarów . . . . .	222
14.2.1. Obszary skał magmowych i metamorficznych . . . . .	222
14.2.2. Obszary skał osadowych zdiagenezowanych . . . . .	224
14.2.3. Obszary skał osadowych słabo zdiagenezowanych . . . . .	226
14.2.4. Obszary gruntów osadowych niezdiagenezowanych . . . . .	226
14.2.5. Obszary gruntów osadowych niezdiagenezowanych pochodzenia glacialnego i rzeczne go . . . . .	228
14.3. Ogólna charakterystyka naturalnych gruntów nasypowych . . . . .	236
14.4. Ogólna charakterystyka gruntów antropogenicznych . . . . .	237
14.4.1. Odpady węglowe . . . . .	237
14.4.2. Odpady hutnicze . . . . .	237
14.4.3. Odpady paleniskowe . . . . .	238
14.4.4. Odpady komunalne stałe . . . . .	238
<b>15. Badania terenowe gruntów . . . . .</b>	<b>240</b>
15.1. Podstawy prawne wykonywania badań gruntów . . . . .	240
15.2. Cel i zakres badań podłoża gruntowego . . . . .	240
15.3. Podstawowe prace badawcze . . . . .	241
15.3.1. Rodzaje prac badawczych . . . . .	241
15.3.2. Wykopy, szybiki i otwory badawcze . . . . .	241
15.3.3. Pobieranie próbek gruntu . . . . .	246
15.3.4. Ustalanie położenia zwierciadła wody gruntowej i pobieranie próbek wody . . . . .	246
15.3.5. Makroskopowe rozpoznawanie gruntu . . . . .	247
15.3.6. Sondowanie gruntów . . . . .	249
15.3.7. Próbne obciążanie gruntów . . . . .	257
15.3.8. Badania dylatometryczne . . . . .	260
15.3.9. Badanie wytrzymałości gruntów sondami obrotowymi . . . . .	263
15.3.10. Badanie gruntów spoistych przyrządami kieszonkowymi . . . . .	265
15.4. Badania geofizyczne podłoża gruntowego . . . . .	268
15.4.1. Ogólna charakterystyka badań geofizycznych . . . . .	268
15.4.2. Badania elektrooporowe . . . . .	268
15.4.3. Badania radioizotopowe . . . . .	271
15.4.4. Badania sejsmiczne . . . . .	275

<b>16. Zasady ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych</b>	279
16.1. Wprowadzenie	279
16.2. Rodzaje warunków gruntowych	280
16.3. Podział obiektów budowlanych na kategorie	280
16.4. Opracowanie dokumentacji geotechnicznej	281
16.4.1. Zawartość dokumentacji	281
16.4.2. Zasady wyznaczania uogólnionych wartości parametrów geotechnicznych	283
16.4.3. Metoda statystyczna określania wartości parametrów geotechnicznych normowych i obliczeniowych	284
16.5. Dokumentacja geologiczno-inżynierska	285
16.5.1. Wiadomości wstępne	285
16.5.2. Wymagania, jakim powinna odpowiadać dokumentacja geologiczno-inżynierska	286
<b>17. Naprężenie w ośrodku gruntowym</b>	287
17.1. Założenia do wyznaczania naprężenia w ośrodku gruntowym w stanie sprężystym	287
17.2. Wyznaczanie naprężenia pierwotnego	287
17.3. Wyznaczanie składowych naprężenia od obciążeń zewnętrznych	289
17.3.1. Składowa pionowa naprężenia od siły skupionej	289
17.3.2. Składowa pionowa naprężenia od obciążenia ciągłego	290
17.4. Rozkład i wartości składowych naprężenia w podłożu w poziomie posadowienia fundamentów	293
17.5. Rozkład i wartości naprężenia w podłożu poniżej poziomu posadowienia fundamentów	295
17.6. Obliczanie naprężenia pod nasypami	297
17.6.1. Wprowadzenie	297
17.6.2. Rozkład naprężenia od obciążeń pasmowych równomiernych	297
17.6.3. Rozkład naprężenia od obciążeń pasmowych trójkątnych	299
<b>18. Nośność i odkształcalność podłoża gruntowego</b>	301
18.1. Wprowadzenie	301
18.2. Obliczanie nośności podłoża gruntowego	303
18.2.1. Wiadomości ogólne	303
18.2.2. Obliczenia według I stanu granicznego	303
18.2.3. Obliczenia według II stanu granicznego	308
18.2.4. Obliczanie osiadań fundamentów	308
18.2.5. Przebieg odkształceń w czasie	309
<b>19. Stateczność zboczy i skarp</b>	315
19.1. Ruch mas ziemnych i przyczyny jego powstawania	315
19.2. Podział osuwisk	316
19.3. Metody określenia zagrożenia osuwiskami	318
19.3.1. Rozpoznanie geomorfologiczne	318
19.3.2. Rozpoznanie geologiczne	318
19.3.3. Rozpoznanie hydrogeologiczne	319
19.4. Metody obliczania stateczności skarp i zboczy	319

---

19.4.1. Warunki stateczności zboczy . . . . .	319
19.4.2. Stateczność skarp w gruntach niespoistych . . . . .	320
19.4.3. Stateczność skarp w gruntach spoistych . . . . .	322
19.5. Zabezpieczenie stateczności zboczy i skarp nasypów . . . . .	327
19.5.1. Zabezpieczenie stateczności zboczy . . . . .	327
19.5.2. Zabezpieczenie stateczności skarp nasypów . . . . .	329
<b>20. Parcie i odpór gruntu . . . . .</b>	<b>331</b>
20.1. Wprowadzenie . . . . .	331
20.2. Założenia obliczeniowe według teorii Coulomba . . . . .	332
20.3. Wyznaczanie parcia czynnego i oporu na ściany oporowe w gruntach niespoistych . . . . .	333
20.3.1. Wyznaczanie parcia czynnego gruntu . . . . .	333
20.3.2. Wyznaczanie parcia biernego . . . . .	334
20.4. Wyznaczanie parcia czynnego i oporu na ściany oporowe w gruntach spoistych . . . . .	336
20.5. Wyznaczanie parcia spoczynkowego gruntu . . . . .	337
20.6. Wyznaczanie parć w podłożu uwarstwionym z naziemem obciążonym równomiernie . . . . .	338
20.7. Zależność parcia czynnego i oporu od przemieszczeń i odkształceń ścian oporowych . . . . .	338
20.8. Obliczanie parcia gruntu na obudowę wykopów . . . . .	340
<b>Literatura . . . . .</b>	<b>341</b>
<b>Normy, instrukcje, wytyczne . . . . .</b>	<b>345</b>