

# OBSAH

Úvod . . . . .	11
<b>1. Základné poznatky (J. Jesenák) . . . . .</b>	
1.1. Fyzikálno-chemické, mineralogické a chemické poznatky a ich aplikácia na zeminy . . . . .	13
1.1.1. Vznik zemín . . . . .	13
1.1.2. Zemina ako disperzná sústava . . . . .	13
1.1.2.1. Vplyv stupňa disperzity na vlastnosti disperzných systémov; špecifický povrch . . . . .	14
1.1.2.2. Javy na fázovom rozhraní . . . . .	15
1.1.2.3. Vlastnosti koloidných roztokov a suspenzií . . . . .	19
1.1.3. Mineralogické zloženie zemín . . . . .	20
1.1.3.1. Prvotné minerály . . . . .	21
1.1.3.2. Druhotné minerály . . . . .	21
1.1.4. Škodlivé prímеси v zeminách . . . . .	28
1.1.4.1. Škodlivé chemické látky . . . . .	28
1.1.4.2. Obsah uhličitanu vápenatého . . . . .	29
1.1.4.3. Obsah organických látok . . . . .	29
1.1.5. Farba a zápach zeminy . . . . .	30
1.2. Zemina ako trojfázové prostredie . . . . .	30
1.2.1. Pevná, kvapalná a plynná fáza v zemine . . . . .	30
1.2.2. Pevná fáza v zemine . . . . .	31
1.2.2.1. Merná hmotnosť zemín . . . . .	31
1.2.2.2. Zrnitosť zemín . . . . .	33
1.2.3. Kvantitatívne charakteristiky vzájomného pomeru fáz v zemine . . . . .	42
1.2.3.1. Pórovitosť, číslo pórovitosti a relatívna uľahlosť . . . . .	42
1.2.3.2. Vlhkosť, stupeň nasýtenia . . . . .	45
1.2.3.3. Objemová hmotnosť zemín . . . . .	46
1.2.4. Vplyv kvapalnej fázy na vlastnosti zeminy . . . . .	48
1.2.4.1. Druhy vody v zemine . . . . .	48
1.2.4.2. Konzistencia zemín . . . . .	49
1.2.4.3. Medze konzistencie a stupeň konzistencie . . . . .	50
1.2.4.4. Iné charakteristiky plastických vlastností zemín . . . . .	53
1.2.5. Štruktúra a textúra zemín . . . . .	54
1.2.5.1. Štruktúra zemín . . . . .	54
1.2.5.2. Textúra zemín . . . . .	56
1.2.6. Klasifikácia zemín . . . . .	56
<b>2. Pohyb vody v zemině (A. Myslivec) . . . . .</b>	61
2.1. Propustnosť . . . . .	61
2.1.1. Pohyb vody v zemině a Darcyho zákon . . . . .	61
2.1.2. Přístroje na měření propustnosti . . . . .	62
2.1.3. Platnosť Darcyho zákona propustnosti . . . . .	66
2.1.4. Vliv teploty na propustnosť zemín . . . . .	68
2.1.5. Propustnosť vrstevnatých zemín . . . . .	68
2.1.6. Stanovení součinitele propustnosti v poli . . . . .	70
2.1.7. Rovinný potenciální pohyb vody v zemině . . . . .	72

2.1.8.	Průsak těsnící vrstvou . . . . .	75
2.2.	Tlak prosakující vody na zeminu . . . . .	78
2.2.1.	Kritický hydraulický sklon; sufóze . . . . .	79
2.2.2.	Filtry a jejich složení . . . . .	84
2.3.	Vzlinavost — kapilarita . . . . .	85
2.3.1.	Voda gravitační, kapilární, pendulární a funikulární . . . . .	85
2.3.2.	Přístroje na stanovení kapilární výšky vody v zeminách . . . . .	88
2.3.3.	Rychlost vzlinání vody v zemině . . . . .	90
2.3.4.	Odvodnění zemin . . . . .	91
2.3.5.	Vsakování vody s povrchu do půdy . . . . .	92
2.4.	Elektroosmóza a termoosmóza . . . . .	92
2.4.1.	Pohyb vody elektrickým proudem, elektroosmóza . . . . .	92
2.4.2.	Pohyb vody v zemině tepelným spádem, termoosmóza . . . . .	95
2.5.	Smršťování zemin . . . . .	96
2.5.1.	Lineární a kubické smrštění . . . . .	97
2.5.2.	Sednutí stavby vlivem smrštění půdy . . . . .	99
2.6.	Bobtnání jílů . . . . .	101
2.7.	Rozbřídání zemin . . . . .	103
2.7.1.	Rozbřídání zemin sypkých . . . . .	103
2.7.2.	Rozbřídání zemin soudržných . . . . .	104
<b>3.</b>	<b>Stlačitelnost a konsolidace zemin (J. Eichler)</b> . . . . .	<b>106</b>
3.1.	Stlačitelnost zemin . . . . .	106
3.1.1.	Určování stlačitelnosti v oedometru . . . . .	106
3.1.2.	Rovnice stlačitelnosti . . . . .	109
3.1.3.	Časový průběh deformace . . . . .	110
3.1.4.	Vztah přetvoření k napětí . . . . .	111
3.1.5.	Modul stlačitelnosti . . . . .	111
3.1.6.	Poissonova konstanta zemin . . . . .	113
3.2.	Činitele ovlivňující určení stlačitelnosti zemin . . . . .	113
3.3.	Časový průběh konsolidace zemin . . . . .	116
3.4.	Stupeň konsolidace . . . . .	124
3.5.	Trojrozměrná konsolidace . . . . .	129
3.6.	Konsolidace pod různými tvary základů . . . . .	132
3.6.1.	Konsolidace pod rovnoměrně zatíženým obdélníkovým základem . . . . .	132
3.6.2.	Konsolidace pod kruhovou deskou . . . . .	133
3.6.3.	Konsolidace dvouvrstvého prostředí pod kruhovým základem . . . . .	134
3.7.	Vliv teploty a jiných faktorů na konsolidaci . . . . .	135
3.8.	Chování vzduchu v pórech zeminy při konsolidaci . . . . .	135
<b>4.</b>	<b>Smyková pevnost (A. Myslivec)</b> . . . . .	<b>139</b>
4.1.	Tření . . . . .	139
4.2.	Přístroje na stanovení smykové pevnosti zemin . . . . .	141
4.2.1.	Translační přístroje . . . . .	141
4.2.2.	Torzní přístroje . . . . .	142
4.2.3.	Trojosé přístroje . . . . .	143
4.2.4.	Kritéria porušení . . . . .	145
4.2.5.	Jiné typy přístrojů . . . . .	146
4.3.	Smyková pevnost sypkých zemin . . . . .	147
4.3.1.	Statická a dynamická smyková pevnost . . . . .	147
4.3.2.	Kritický posun . . . . .	150
4.3.3.	Kritická pórovitost . . . . .	150
4.3.4.	Dilatance pisku . . . . .	151
4.3.5.	Vliv postupu vyvozování smykové síly $T$ a smykového napětí $\tau$ . . . . .	152
4.3.6.	Vliv vody na smykovou pevnost zemin . . . . .	153
4.3.7.	Vliv tvaru zrn na smykovou pevnost . . . . .	154
4.4.	Smyková pevnost soudržných zemin . . . . .	154
4.4.1.	Totální a efektivní napětí . . . . .	154
4.4.2.	Pórový tlak vody . . . . .	156
4.4.3.	Smyková pevnost soudržných zemin částečně nasycených vodou . . . . .	161
4.4.4.	Smyková pevnost soudržných zemin při smršťování . . . . .	161
4.4.5.	Smyková pevnost překonsolidovaných soudržných zemin . . . . .	162

4.4.6. Přetváření jílovitých zemín smykem . . . . .	163
4.4.7. Smyková pevnost minerálů a kovů . . . . .	165
4.5. Citlivost (senzitivita) jílu . . . . .	165
4.6. Vzájemné totální a efektivní napětí v půdě . . . . .	167
<b>5. Stabilita svahů (A. Myslivec) . . . . .</b>	<b>171</b>
5.1. Sklony svahů . . . . .	171
5.2. Sklony svahů sypkých zemín . . . . .	172
5.2.1. Sklon svahu z písku, do něhož vsakuje voda . . . . .	172
5.2.2. Sklon svahu z písku — voda prosakuje rovnoběžně se svahem . . . . .	173
5.2.3. Sklon svahu z písku — voda prosakuje pod úhlem $\beta$ . . . . .	173
5.3. Sklon svahu v soudržných zeminách . . . . .	174
5.4. Metody na řešení stability svahu . . . . .	175
5.4.1. Metoda $\varphi$ -kruhu . . . . .	175
5.4.2. Metoda Petterssonova . . . . .	176
5.4.3. Řešení podle Bishopa za uvažování pórového tlaku vody $u$ . . . . .	182
5.4.4. Řešení podle Terzaghiho, je-li kluzná plocha lomená . . . . .	190
5.4.5. Řešení stability kamené hráze podle Nonveillerova, je-li těsnicí vrstva uprostřed . . . . .	190
5.4.6. Řešení stability návodního svahu, je-li podloží pevné . . . . .	192
5.4.7. Řešení stability návodního svahu hráze, je-li podloží málo únosné . . . . .	192
5.5. Udrživost a sklony svahů . . . . .	193
5.6. Zabezpečování sesutých svahů . . . . .	195
5.6.1. Zabezpečení sesutého svahu násypu . . . . .	195
5.6.2. Zabezpečení svahu zářezu . . . . .	196
5.7. Komunikační stavby na sesuvném území . . . . .	198
5.8. Ploužení svahu . . . . .	199
<b>6. Napětí v půdě od zatažení (J. Jesenák) . . . . .</b>	<b>201</b>
6.1. Úvod . . . . .	201
6.2. Rovinné problémy . . . . .	202
6.2.1. Rovnomerné zvislé zatažení povrchu na priamke . . . . .	203
6.2.2. Rovnomerné vodorovné zatažení povrchu na priamke . . . . .	204
6.2.3. Obecné zvislé zatažení povrchu na páse . . . . .	206
6.2.4. Rovnomerné zvislé zatažení na páse . . . . .	207
6.2.5. Trojuholníkové zatažení na páse . . . . .	209
6.2.6. Lichobežníkové zatažení na páse . . . . .	210
6.3. Priestorové problémy . . . . .	211
6.3.1. Zatažení povrchu polopriestoru zvislou sústredenou silou . . . . .	211
6.3.2. Zatažení povrchu polopriestoru vodorovnou sústredenou silou . . . . .	215
6.3.3. Obecné zatažení na ploche obmedzeného rozsahu . . . . .	216
6.3.4. Zatažení na kruhovej ploche . . . . .	216
6.3.5. Rovnomerné zatažení na obdĺnikovej ploche . . . . .	218
6.3.6. Trojuholníkové zatažení na obdĺnikovej ploche . . . . .	222
6.4. Vplyv trenia v základovej škáre (vodorovné napätia v základovej škáre) . . . . .	223
6.5. Vplyv hĺbky pôsobiska zatazenia pod povrchom . . . . .	224
6.5.1. Predpoklady teoretických riešení . . . . .	224
6.5.2. Rovinné prípady . . . . .	225
6.5.3. Priestorové prípady . . . . .	226
6.5.4. Približné riešenia . . . . .	226
6.6. Vplyv anizotropie podložia . . . . .	227
6.7. Vplyv vrstevnatosti základovej pôdy . . . . .	229
6.7.1. Vplyv blízkeho nestlačiteľného podložia . . . . .	229
6.7.2. Vplyv väčšej tuhosti hornej vrstvy . . . . .	231
6.8. Napätia v základovej škáre . . . . .	233
<b>7. Sedání základové půdy (J. Eichler) . . . . .</b>	<b>237</b>
7.1. Deformace zemín podle teorie pružného poloprostoru . . . . .	237
7.2. Výpočet sedání základové půdy . . . . .	241
7.3. Faktory ovlivňující výpočet sedání . . . . .	246

7.4. Průběh konsolidace při proměnlivém zatížení . . . . .	248
7.5. Vliv deformace základové půdy na konstrukce a přípustné hodnoty sedání . . . . .	252
7.6. Přípustné hodnoty sedání . . . . .	255
7.7. Poruchy způsobené sedáním . . . . .	257
7.8. Měření sedání staveb . . . . .	259
<b>8. Medzní stavy rovnováhy v zeminách a stabilita základov (J. Jesenák) . . . . .</b>	<b>263</b>
8.1. Úvod . . . . .	263
8.2. Medzní stavy rovnováhy v rovinných podmínkách . . . . .	264
8.2.1. Podmínky rovnováhy v rovinné . . . . .	264
8.2.2. Vztahy mezi složkami napětí ve vyšetřovanom bode . . . . .	265
8.2.3. Grafické znázornenie stavu napätosti. Mohrova kružnica . . . . .	267
8.2.4. Vznik medznej rovnováhy v zemine . . . . .	270
8.3. Medzní stav rovnováhy v priestorových podmínkách . . . . .	275
8.3.1. Podmínky rovnováhy v priestore . . . . .	275
8.3.2. Vztahy medzi složkami napětí ve vyšetřovanom bode . . . . .	276
8.3.3. Grafické znázornenie stavu napätosti podľa Mohra v priestoro- vých podmínkách . . . . .	279
8.3.4. Podmínky medzného stavu rovnováhy v priestorových pod- mínkách . . . . .	279
8.3.5. Vplyv stredného hlavného napätia . . . . .	282
8.4. Stabilita základov stavieb . . . . .	283
8.4.1. Úvod . . . . .	283
8.4.2. Kritické zatažení základovej půdy . . . . .	284
8.4.3. Spôsoby porušenia stability zemných telies . . . . .	286
8.4.4. Určenie únosnosti základov . . . . .	288
8.4.4.1. Ideálne hladký základ v malej hĺbke . . . . .	288
8.4.4.2. Drsný základ v malej hĺbke . . . . .	290
8.4.4.3. Všeobecné riešenie . . . . .	292
8.4.4.4. Hlboké základy . . . . .	292
8.4.4.5. Vplyv tvaru zataženej plochy . . . . .	295
8.4.4.6. Vplyv excentricity a šikmosti zataženia . . . . .	296
8.4.4.7. Vplyv podzemnej vody . . . . .	298
8.4.4.8. Určenie dovoleného zataženia v základovej škáre . . . . .	298
<b>9. Tlak zemin na konstrukce (J. Eichler) . . . . .</b>	<b>300</b>
9.1. Základy vyšetřování mezní rovnováhy zemin . . . . .	301
9.2. Druhy zemních tlaků . . . . .	304
9.2.1. Klidový tlak . . . . .	304
9.2.2. Aktivní tlak nesoudržných zemin . . . . .	307
9.2.3. Aktivní tlak soudržných zemin . . . . .	313
9.2.4. Pasivní tlak (odpor) nesoudržných zemin . . . . .	316
9.2.5. Pasivní tlak (odpor) soudržných zemin . . . . .	319
9.3. Zemní tlak u zvodnělých zemin . . . . .	320
9.4. Výpočet tlaků nehomogenní zeminy . . . . .	322
9.5. Rozdělení napětí na rubu zdi a u roubení stavebních rýh . . . . .	323
9.5.1. Rozdělení napětí na rubu zdi . . . . .	323
9.5.2. Rozdělení napětí u roubení stavebních rýh . . . . .	323
9.6. Tlaky na konstrukce pod povrchem . . . . .	325
<b>10. Stabilizace zemin (A. Myslivec) . . . . .</b>	<b>327</b>
10.1. Druhy stabilizace . . . . .	327
10.2. Zhutňování soudržných zemin . . . . .	327
10.2.1. Zhutňování zeminy při různých vlhkostech . . . . .	328
10.2.2. Vliv vlhkosti na zhutněnou zeminu . . . . .	329
10.2.3. Kritéria na posouzení zhutněné zeminy . . . . .	330
10.2.3.1. Zhutňování na předepsanou hodnotu modulu oedo- metrické stlačitelnosti nebo modulu deformace . . . . .	331
10.2.3.2. Zhutnění na přípustnou hodnotu prosednutí po prosycení vodou . . . . .	332

10.2.3.3.	Zhutňování podle Proctorovy zkoušky . . . . .	333
10.2.3.4.	Zhutňování na rovnovážnou objemovou tíhu $\gamma_{ak}$ . . . . .	338
10.3.	Zhutňování sypkých zemin . . . . .	340
10.4	Stabilizace zemin . . . . .	344
10.4.1.	Stabilizace míšením dvou zemin . . . . .	344
10.4.2.	Stabilizace zemin cementem . . . . .	345
10.4.3.	Stabilizace zemin asfaltem . . . . .	347
10.4.4.	Stabilizace zemin dehtem . . . . .	348
10.4.5.	Stabilizace zemin chemickými látkami . . . . .	348
10.5.	Zpevňování injekcemi . . . . .	348
10.5.1.	Injektování cementovým mlékem . . . . .	348
10.5.2.	Injektování cemento-jílovým mlékem . . . . .	349
10.5.3.	Injektování jílovým nebo bentonitovým mlékem . . . . .	350
10.5.4.	Injektování vodním sklem . . . . .	350
10.5.5.	Injektování asfaltovou emulzí . . . . .	350
10.5.6.	Kritéria vhodnosti zemin na injektování . . . . .	350
<b>11.</b>	<b>Promrzání zemin (A. Myslivec) . . . . .</b>	<b>352</b>
11.1.	Promrzání zemin obecně . . . . .	352
11.2.	Promrzání sypkých zemin . . . . .	353
11.3.	Promrzání soudržných zemin . . . . .	354
11.4.	Opatření proti poruchám mrazem . . . . .	355
<b>12.</b>	<b>Geotechnický průzkum a polní zkoušky (J. Eichler) . . . . .</b>	<b>358</b>
12.1.	Průzkum staveniště . . . . .	358
12.2.	Sondování . . . . .	360
12.3.	Odebírání neporušených vzorků zemin . . . . .	365
12.4.	Polní zkoušky . . . . .	367
12.4.1.	Malé polní zkoušky . . . . .	368
12.4.2.	Větší polní zkoušky . . . . .	369
12.4.2.1.	Dynamická penetrační zkouška . . . . .	369
12.4.2.2.	Kuželová zkouška . . . . .	372
12.4.2.3.	Polní vrtulková zkouška . . . . .	373
12.4.2.4.	Zatěžovací zkoušky . . . . .	376
12.4.2.5.	Smykové zkoušky . . . . .	380
12.4.2.6.	Čerpací zkouška . . . . .	381
12.4.2.7.	Zjišťování deformačních vlastností ve vrtech . . . . .	385
12.4.2.8.	Zjišťování objemové hmotnosti zemin . . . . .	387
12.5.	Závěr . . . . .	387