

OBSAH

Úvod	13
1 GEOLOGICKÝ PRŮZKUM PRO DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ STAVBY	20
1.1 Účel a druhy geologického průzkumu	20
1.1.1 Orientační a předběžný inženýrskogeologický průzkum	21
1.1.2 Podrobný inženýrskogeologický průzkum	22
1.1.2.1 Úkoly podrobného průzkumu	22
Podklady pro založení objektů	22
Podklady pro návrh zemního tělesa zářezů	22
Podklady pro návrh zemního tělesa násypů	23
Podklady pro návrh zemních prací	23
Podklady pro návrh vozovky	24
1.1.2.2 Rozvržení a metody průzkumných prací	24
1.1.2.3 Sondy	24
1.1.3 Doplnkový podrobný průzkum	25
1.1.4 Provozní průzkum dodavatele	25
1.1.5 Inženýrskogeologický dozor	25
1.1.6 Vyhledávací průzkum materiálových zdrojů	26
1.1.7 Předběžný průzkum materiálových zdrojů	26
1.1.8 Podrobný průzkum materiálových zdrojů	26
1.1.9 Průzkum pro opravy a přestavby dálnic a silnic	27
1.2 Geotechnický průzkum	27
1.2.1 Klasifikace zemín pro silniční komunikace	27
1.2.1.1 Zařazení zemín podle vhodnosti pro silniční podloží	29
1.2.1.2 Zařazení zemín podle vhodnosti pro silniční násypy	32
1.2.2 Zrnatost zemín	32
1.2.2.1 Stanovení zrnatosti pouze na sítěch	33
1.2.2.2 Stanovení zrnatosti na sítěch a hustoměrnou metodou	34
1.2.3 Měrná hmotnost zemín	38
1.2.3.1 Měrná hmotnost jemnozrnných zemín	38
1.2.3.2 Měrná hmotnost středně zrnitých a hrubozrnných zemín	40
1.2.4 Objemová hmotnost zemín	41
1.2.4.1 Stanovení objemové hmotnosti vyřezávacím kroužkem známého objemu	41
1.2.4.2 Stanovení objemové hmotnosti pomocí objemu vytlačené vody	42
1.2.4.3 Stanovení objemové hmotnosti vysypáním normového písku pro jemnozrnné a středně zrnité zeminy	44
1.2.4.4 Stanovení objemové hmotnosti vysypáním písku pro hrubozrnné zeminy	48
1.2.5 Pórovitost	48
1.2.6 Vlhkost	49
1.2.6.1 Standardní stanovení vlhkosti	49
1.2.6.2 Rychlé metody stanovení vlhkosti	50

1.2.7	Stupeň nasycení	50
1.2.8	Relativní ulehlost nesoudržných zemin	51
1.2.8.1	Minimální ulehlost	52
1.2.8.2	Maximální ulehlost	53
1.2.9	Mez tekutosti zemin	54
1.2.9.1	Stanovení meze tekutosti standardním způsobem podle Atterberga	54
1.2.9.2	Stanovení meze tekutosti pomocí misky jednobodovou metodou	55
1.2.9.3	Stanovení meze tekutosti podle Vasiljeva	56
1.2.10	Mez plasticity zemin	58
1.2.11	Číslo plasticity	59
1.2.12	Stupeň konzistence	59
1.2.13	Ekvivalent písku	59
1.2.14	Obsah organických přímíšenin	61
1.2.15	Uhlíčan vápenatý	62
1.2.16	Zhutnitelnost zemin	64
1.2.17	Kalifornský poměr únosnosti zemin (CBR)	67
1.2.18	Smyková pevnost zemin	71
1.2.18.1	Smyková pevnost zemin stanovená triaxiálním přístrojem	71
	Neodvodněná triaxiální zkouška (typ N)	73
	Odvodněná triaxiální zkouška (typ K)	74
1.2.18.2	Smyková pevnost zemin stanovená odvodněnou krabicovou zkouškou	76
1.2.18.3	Smyková pevnost zemin stanovená zkouškou v prostém tlaku	79
1.2.18.4	Smyková pevnost zemin stanovená vrtulkovou zkouškou	80
1.2.19	Rovnovážná objemová hmotnost	81
1.2.20	Reakce vodního výluhu zemin pH	82
1.2.20.1	Informativní stanovení pH	83
1.2.21	Poměrné lineární smrštění zemin	83
1.2.22	Míra zhutnění zemin	85
1.2.22.1	Kontrola zhutňování	86
1.2.22.2	Zhutňovací pokus	87
1.2.23	Propustnost zemin	88
1.2.24	Namrzavost zemin	88
	Literatura ke kapitole 1	89
2	KAMENIVO PRO SILNIČNÍ ÚČELY	91
2.1	Rozdělení kameniva	91
2.1.1	Základní pojmy	93
2.1.2	Průkazní a kontrolní zkoušky kameniva	94
2.1.3	Vzorkování kameniva	96
2.1.4	Technické požadavky	101
2.1.4.1	Technické požadavky na hutné kamenivo do cementového betonu	101
2.1.4.2	Technické požadavky na hutné kamenivo pro netuhé vozovky	105
2.1.4.3	Technické požadavky na hutné kamenivo pro kolejové lože	107
2.1.5	Označení kameniva	107
2.2	Zkušební postupy jednotlivých zkoušek kameniva	109
2.2.1	Zrnitost	112
2.2.2	Odpavitelné částice	114
2.2.3	Měrná hmotnost	114
2.2.4	Objemová hmotnost	116
2.2.5	Sypná hmotnost	117
2.2.6	Pórovitost	119

2.2.7	Mezerovitost	119
2.2.8	Tvarový index hrubého kameniva	119
2.2.9	Podíl zrn hrubého kameniva s tvarovým indexem 3 a větším	120
2.2.10	Volumetrický součinitel hrubého kameniva	121
2.2.11	Hlinitost	121
2.2.12	Ekvivalent písku	122
2.2.13	Obsah hliněných hrudek	122
2.2.14	Vlhkost	123
2.2.15	Nasákavost	123
2.2.16	Množství vody vázané na povrch kameniva	124
2.2.17	Odolnost kameniva proti mrazu zmrazovací zkouškou	125
2.2.18	Trvanlivost kameniva	126
2.2.19	Mechanické vlastnosti	127
2.2.19.1	Měkká zrna	128
2.2.19.2	Otlukovost kameniva v otlukovém bubnu	128
2.2.20	Rozlišné částice	130
2.2.21	Reaktivnost kameniva s alkáliemi	131
2.2.21.1	Reaktivnost s alkáliemi chemickou zkouškou	132
2.2.21.2	Dilatometrická zkouška rozpínání cementové malty	132
2.2.22	Chemický rozbor kameniva	132
2.2.22.1	Celkový chemický rozbor	133
2.2.22.2	Ztráta žháním	133
2.2.22.3	Sloučeniny síry	134
2.2.22.4	Látky rozpustné ve vodě	135
2.2.23	Zkouška humusovitosti	136
2.2.24	Přílnavost živice ke kamenivu	137
2.2.25	Urychlená zkouška ochladitelnosti kameniva	137
2.2.26	Koeficient hydrofilnosti kamenné moučky	137
2.3	Zkoušení přírodního stavebního kamene	137
2.3.1	Petrografický rozbor hornin	139
2.3.2	Odolnost proti mrazu	140
2.3.3	Pevnost kamene v prostém tlaku	142
2.3.4	Ukazatel změknutí	143
2.3.5	Obrusnost	143
2.3.6	Bobový rozpad	144
2.3.7	Náchylnost ke změně barvy	145
2.3.8	Odolnost proti účinkům kyselin	145
2.4	Zkoušky silničních podsypů	145
2.4.1	Stanovení vhodnosti kameniva pro podsyp	146
2.4.1.1	Číslo nestejnozrnatosti	147
2.4.1.2	Stupeň namrzavosti	148
2.4.1.3	Stanovení výšky hranice 50 % saturace pórů	149
2.4.2	Celkové posouzení podsypu	152
	Literatura ke kapitole 2	152
3	STABILIZACE	154
3.1	Všeobecně o stabilizacích	154
3.2	Posouzení vhodnosti zeminy pro hlinitou stabilizaci	155
3.2.1	Návrh prosté stabilizace	156
3.2.1.1	Poměr míšení dvou zemín	156
3.3	Zlepšení soudržných zemín vápnem	158

3.3.1	Posouzení vhodnosti zlepšení soudržných zemin vápnem	159
3.3.2	Aktivnost zeminy na vápno	159
3.3.3	Zkoušky při zlepšování zemin vápnem	160
3.4	Posouzení vhodnosti zeminy pro cementovou stabilizaci	160
3.4.1	Prostá pevnost v tlaku cementové stabilizace	163
3.4.2	Odolnost cementových stabilizací proti mrazu a vodě	164
3.4.2.1	Odolnost cementových stabilizací proti mrazu a vodě pro podkladní vrstvy	164
3.4.2.2	Odolnost proti mrazu a vodě přímo pojižděných cementových stabilizací	165
3.4.3	Zkoušky při mísení cementové stabilizace	166
3.4.3.1	Zkoušky při mísení cementové stabilizace v míchacím centru	166
3.4.3.2	Zkoušky při mísení cementové stabilizace na místě	167
3.4.4	Speciální chemické rozborby cementových stabilizací	167
3.4.5	Stabilizace popela a popílků cementem	167
3.4.5.1	Požadované vlastnosti popelů a popílků	168
3.4.5.2	Zkoušení stabilizace popela a popílků	168
3.4.6	Použití popílků jako částečné náhrady cementu za chybějící jemné součásti kameniva	169
3.4.6.1	Požadované vlastnosti popílků použitých jako náhrada cementu	169
3.5	Posouzení vhodnosti zeminy pro živičnou stabilizaci	169
3.5.1	Příprava zkušebních vzorků pro živičné stabilizace	174
3.5.2	Prostá pevnost v tlaku živičných stabilizací	175
3.5.2.1	Plné nasycení vzorků živičné stabilizace vodou	175
3.5.3	Bobtnání živičných stabilizací	175
3.5.4	Kapilární syčení živičných stabilizací	175
Literatura ke kapitole 3		176
4	ZKOUŠKY SILNIČNÍCH ŽIVIC	177
4.1	Posouzení vlastností silničního ropného asfaltu	177
4.1.1	Penetrační zkouška	181
4.1.2	Bod měknutí	185
4.1.3	Bod lámavosti	187
4.1.4	Duktilita	190
4.1.5	Bod skápnutí	191
4.1.6	Ztráta zahříváním	192
4.1.7	Obsah popela	193
4.1.8	Rozpusťnost v benzenu	195
4.1.9	Obsah vody	196
4.1.10	Bod vzplanutí v otevřeném kelímku	197
4.1.11	Obsah asfaltenů	198
4.1.12	Obsah parafinů v asfaltech	203
4.1.13	Chromatografický rozbor asfaltů podle Millese	206
4.1.14	Tepelná stálost asfaltu	209
4.1.15	Reometrie asfaltu v Höpplerově konzistometru	211
4.1.16	Viskozita asfaltu v Höpplerově viskozimetru	216
4.1.17	Viskozita asfaltu v Höpplerově reoviskozimetru	217
4.1.18	Hustota	218
4.1.19	Přilnavost polotuhého asfaltu ke kamenivu (DORNII)	220
4.1.20	Přilnavost polotuhého asfaltu k drti (DIN)	221
4.2	Posouzení vhodnosti silničního ředěného asfaltu	222
4.2.1	Viskozita	224

4.2.2	Destilační zkouška	225
4.2.3	Vlastnosti zbytku po destilaci	226
4.2.4	Pěnivost živivičných pojiv	226
4.2.5	Odparnost ředěných asfaltů	227
4.2.6	Bod vzplanutí	228
4.2.7	Lepivost	228
4.2.8	Přilnavost ředěných asfaltů ke kamenivu	229
4.3	Posouzení vhodnosti silničního dehtu	232
4.3.1	Viskozita	233
4.3.2	Destilační zkouška	234
4.3.3	Hustota	235
4.3.4	Obsah vody	236
4.3.5	Bod měknutí	237
4.3.6	Kyselé součásti	237
4.3.7	Látky nerozpustné v toluenu	237
4.3.8	Obsah naftalenu	238
4.3.9	Bod vzplanutí v uzavřeném kelímku podle Penskyho a Martense	240
4.3.10	Obsah popela	241
4.4	Stanovení poměru míšení silničních polotuhých asfaltů dvou různých značek	242
4.5	Posouzení vhodnosti silničních emulzí	243
4.5.1	Viskozita	244
4.5.2	Obsah asfaltu	246
4.5.3	Zbytek na sítu	247
4.5.4	Usazování	248
4.5.5	Srážení roztokem chloridu vápenatého	248
4.5.6	Mísitelnost s cementem	249
4.5.7	Mísitelnost s vodou	250
4.5.8	Vlastnosti vyloučeného asfaltu	251
4.5.9	Obalovací zkouška	251
4.5.10	Chemické reakce (pH) emulze	252
4.5.10.1	Orientační stanovení pH asfaltové emulze	252
4.5.10.2	Přesné stanovení pH asfaltové emulze	253
4.5.11	Přilnavost emulze ke kamenivu	253
4.5.12	Obalovací zkouška emulze EADS	254
4.5.13	Homogenita silničních emulzí	255
4.5.14	Mikroskopický obraz emulze	256
4.5.15	Skladovatelnost emulzí	257
4.5.16	Zkouška odolnosti proti účinkům dopravy	258
4.6	Posouzení vlastností asfaltových zálivkových hmot	259
4.6.1	Stékevost asfaltu	260
4.6.2	Rázová houževnatost asfaltu	261
4.6.3	Tvarová stálost	262
4.6.4	Odolnost proti chladu	263
4.6.5	Tažnost a přilnavost	264
	Literatura ke kapitole 4	265
5	ZKOUŠKY SILNIČNÍCH ŽIVIČNÝCH SMĚSÍ	268
5.1	Všeobecně	268
5.2	Zkušební metody živivičných stavebních směsí	270
5.2.1	Pevnost v tlaku	270

5.2.2	Koeficient teplotní citlivosti	273
5.2.3	Koeficient stálosti proti vodě	274
5.2.4	Objemová hmotnost	274
5.2.5	Měrná hmotnost	275
5.2.6	Mezerovitost živичné zhuťněné směsi	277
5.2.7	Nasákavost	278
5.2.8	Bobtnání	279
5.2.9	Stabilita a plasticita podle Marshalla	279
5.2.10	Míra tuhosti živичných směsí	282
5.2.11	Pevnost ve smyku stanovená v přístroji pro třísosý smyk	284
5.2.12	Pevnost v příčném tahu (brazilská zkouška)	288
5.2.13	Pevnost v tahu za ohybu	288
5.2.14	Číslo tvrdosti	290
5.2.14.1	Číslo tvrdosti malým trnem	290
5.2.14.2	Číslo tvrdosti širokým trnem	291
5.2.15	Pevnost v tlaku u litých asfaltů	293
5.2.16	Pevnost v tahu za ohybu u litého asfaltu	293
5.2.17	Obsah pojiva v živичné směsi a složení kameniva	295
5.2.18	Vodopropustnost živичných úprav	299
5.2.19	Modul tuhosti	302
5.2.20	Odolnost živичných směsí proti vodě	305
5.2.21	Únava živичných směsí	307
5.3	Návrh asfaltového betonu	311
5.3.1	Kontrolní zkoušky složek asfaltového betonu	312
5.3.2	Sestavení směsi kameniva pro asfaltový beton	312
5.3.3	Určení optimálního množství asfaltu	318
5.3.4	Průkazní zkoušky asfaltového betonu	323
5.3.5	Vypracování výrobního předpisu	323
5.4	Návrh ostatních silničních živичných směsí	323
5.4.1	Návrh složení směsi litého asfaltu	323
5.4.1.1	Objemová hmotnost zhuťněné směsi kameniva pro litý asfalt	324
5.5	Zkoušky kamenných mouček	325
5.5.1	Koeficient hydrofilnosti kamenné moučky	326
5.5.2	Úplná čára zrnitosti kamenné moučky	327
5.5.3	Mezerovitost kamenné moučky	327
5.5.4	Objemová hmotnost kamenné moučky	328
5.5.5	Mez sytosti kamenné moučky	329
5.6	Příčiny nevhodných vlastností silničních živичných směsí	331
	Literatura ke kapitole 5	331
6	ZKOUŠKY VOZOVKOVÝCH CEMENTOVÝCH BETONŮ	333
6.1	Všeobecně	333
6.2	Zkoušky složek vozovkového cementového betonu	334
6.2.1	Fyzikální a mechanické zkoušky cementů	336
6.2.1.1	Měrná hmotnost cementu	337
6.2.1.2	Měrný povrch cementu	339
6.2.1.3	Normální hustota a tuhnutí cementu	343
6.2.1.4	Objemová stálost cementů	345
6.2.1.5	Pevnosti cementů	346
6.2.1.6	Hydratační teplo cementů	348
6.2.2	Zkoušky kameniva	349

6.2.3	Zkoušky vody	350
6.2.4	Zkoušky přísad	351
6.2.4.1	Počátek tuhnutí cementu s provzdušňovací přísadou	351
6.2.4.2	Obsah vzduchu v provzdušněné cementobetonové směsi	352
6.2.4.3	Mikroskopický rozbor vzduchových pórů v cementovém betonu	353
6.2.4.4	Pevnost provzdušněného cementového betonu v tahu za ohybu	353
6.2.4.5	Mrazovzdornost provzdušněného cementového betonu	354
6.2.4.6	Odolnost provzdušněného cementového betonu proti účinkům rozmrazovacích látek	354
6.2.4.7	Pocení provzdušněného cementového betonu	355
6.3	Zkoušky vozovkové cementobetonové směsi	355
6.3.1	Složení cementobetonové směsi	355
6.3.2	Zkoušky cementobetonových směsí	357
6.3.2.1	Zpracovatelnost cementobetonové směsi	357
6.3.2.2	Obsah vzduchu v provzdušněné cementobetonové směsi	360
6.3.2.3	Rozbor cementobetonové směsi	361
6.4	Zkoušky vozovkového cementového betonu	364
6.4.1	Objemová hmotnost, hutnost a pórovitost cementového betonu	365
6.4.1.1	Objemové hmotnosti cementového betonu	365
6.4.1.2	Měrná hmotnost cementového betonu	368
6.4.1.3	Hutnost a pórovitost cementového betonu	369
6.4.2	Vlhkost, nasákavost a vztlínavost cementového betonu	369
6.4.2.1	Vlhkost a setrvalá vlhkost cementového betonu	369
6.4.2.2	Nasákavost cementového betonu	371
6.4.2.3	Vztlínavost cementového betonu	371
6.4.3	Pevnost cementového betonu v tlaku	371
6.4.3.1	Krychelná pevnost cementového betonu v tlaku	371
6.4.3.2	Válcová pevnost cementového betonu v tlaku	372
6.4.3.3	Hranolná pevnost cementového betonu v tlaku	373
6.4.4	Pevnost cementového betonu v tahu, v tahu za ohybu a v příčném tahu	373
6.4.4.1	Pevnost cementového betonu v tahu za ohybu	374
6.4.4.2	Pevnost cementového betonu v příčném tahu na válcích	376
6.4.4.3	Pevnost cementového betonu v prostém tahu	376
6.4.5	Modul pružnosti a modul přetvárnosti cementového betonu	377
6.4.5.1	Modul pružnosti a modul přetvárnosti pro dlouhodobé zatížení	378
6.4.6	Objemové změny cementového betonu	379
6.4.7	Vodotěsnost cementového betonu	379
6.4.8	Mrazovzdornost cementového betonu	380
6.4.9	Trvanlivost povrchu cementového betonu při rozmrazování vodou nebo chemickými prostředky	381
6.4.10	Chemický rozbor cementového betonu	382
6.4.11	Odběr a zkoušení vzorků z krytu cementobetonové vozovky	383
	Literatura ke kapitole 6	385
7	NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠENÍ	387
7.1	Definice	387
7.2	Dynamické nedestruktivní metody	387
7.2.1	Ultrazvuková impulsová metoda	388
7.2.1.1	Dynamické moduly pružnosti	392
7.2.1.2	Pevnosti cementového betonu	393
7.2.1.3	Stupeň zhutnění asfaltobetonového krytu	394

7.2.2	Rezonanční metoda	394
7.2.2.1	Dynamický modul pružnosti v tlaku — tahu	397
7.2.2.2	Dynamický modul pružnosti ve smyku	398
7.2.2.3	Dynamický modul pružnosti v tlaku — tahu při zkoušení na krátkých válcích	400
7.3	Komplexní modul, modul tuhosti, modul dotvarování asfaltového betonu — způsob jejich stanovení	400
7.4	Tvrdoměrné, sklerometrické nedestruktivní metody	403
7.4.1	Metody trvalých vtisků kuličkou	403
7.4.2	Odrazové metody	404
7.5	Radiometrické nedestruktivní metody	405
7.6	Zatěžovací zkoušky	407
7.6.1	Statická zatěžovací zkouška podloží a podkladních vrstev	408
7.6.1.1	Modul reakce podkladu	411
7.6.1.2	Modul pružnosti podloží	411
7.6.1.3	Modul deformace podloží	412
7.6.2	Zkoušení únosnosti netuhých vozovek a podloží tlumeným rázem	412
7.6.3	Rázová zatěžovací zkouška cementobetonových vozovek	414
	Literatura ke kapitole 7	415
8	ZKOUŠENÍ POVRCHOVÝCH VLASTNOSTÍ KRYTU VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ	416
8.1	Všeobecně	416
8.2	Měření a hodnocení protismykových vlastností povrchů vozovek pozemních komunikací	416
8.2.1	Hloubka mikronerovností stanovená pískem	418
8.2.2	Hloubka mikronerovností stanovená mikroprofilografem	420
8.2.3	Součinitel drsnosti povrchu stanovený odrazoměrem	422
8.2.4	Součinitel tření stanovený kyvadlem	423
8.2.5	Součinitel podélného tření stanovený dynamometrickým přívěsem	425
8.2.6	Odlitky povrchu vozovky	428
8.2.7	Zkouška zrychlené ochladitelnosti kameniva	430
8.3	Měření a hodnocení rovnosti povrchů vozovek pozemních komunikací	432
8.3.1	Měření a hodnocení rovnosti povrchu vozovky latí	433
8.3.2	Měření a hodnocení rovnosti povrchu vozovky kompenzačním viagrafem	435
8.3.3	Měření a hodnocení rovnosti povrchu vozovek s využitím statistické dynamiky	436
	Literatura ke kapitole 8	441
9	BEZPEČNOST PRÁCE V LABORATOŘI	442
10	SILNIČNÍ LABORATOŘE — JEJICH VYBAVENÍ A ZAŘÍZENÍ	446
10.1	Zařízení laboratoře pro zkoušky zemin, podloží a stabilizací	448
10.2	Zařízení laboratoře pro zkoušky kameniva a betonu	451
10.3	Zařízení laboratoře pro zkoušky živých poživ a směsí	453
10.4	Zařízení laboratoře pro zkoušky povrchových vlastností vozovek	456
11	MĚROVÉ JEDNOTKY POUŽÍVANÉ V SILNIČNÍ LABORATOŘI	459
	Rejstřík	463