

Obsah

1	Úvod a zavedená terminologie	15
1.1	Úvod	15
1.2	Terminologie vztahující se k SCC	17
2	Samozhutnitelný beton	22
2.1	Potřeba samozhutnitelnosti	22
2.2	Definice samozhutnitelného betonu	28
2.3	Stručná historie samozhutnitelného betonu	29
	Literatura	33
3	Složky samozhutnitelného betonu	36
3.1	Hrubé kamenivo	36
3.1.1	Druh kameniva	36
3.1.2	Maximální velikost zrn kameniva	36
3.1.3	Drobné kamenivo	36
3.1.4	Celková zrnitost kameniva	37
3.2	Cement a příměsi	38
3.3	Přísady	39
3.3.1	Superplastifikátory	39
3.3.2	Přísady modifikující viskozitu	40
3.3.3	Další přísady	41
3.4	Rozptýlená výztuž – vlákna	41
3.4.1	Zásady navrhování receptur SCC s rozptýlenou výztuží	42
3.4.2	Vliv typu rozptýlené výztuže	43
3.4.3	Vliv rozměru rozptýlené výztuže	43
3.4.4	Vliv spojení rozptýlené výztuže s matricí	43
3.4.5	Dávkování rozptýlené výztuže	43
3.4.6	Míchání směsi SCC s rozptýlenou výztuží	44
	Literatura	46
4	Vlastnosti čerstvého samozhutnitelného betonu	51
4.1	Úvod do reologie	51
4.1.1	Newtonovské tečení	52
4.1.2	Nenewtonovské tečení	54
4.1.3	Reologie a konzistence (zpracovatelnost) čerstvého betonu	56
4.1.4	Reometry pro zkoušení betonu	57
4.2	Základní vlastnosti čerstvého samozhutnitelného betonu	62
4.2.1	Schopnost vyplňovat bednění	63
4.2.2	Prostupnost	63
4.2.3	Odolnost proti rozměšování	63
4.2.4	Interakce a další vlastnosti	65
4.2.5	Rychlost roztečení	65
4.2.6	Další vlastnosti	66
	Literatura	67

5	Zkoušky základních vlastností čerstvého samozhutitelného betonu	69
5.1	Úvod	69
5.2	Odběr vzorků	70
5.3	Zkušební metody	71
5.3.1	Rozlití Abramsova kužele	71
5.3.2	Rychlost roztečení určená v průběhu zkoušky rozlitím Abramsova kužele	75
5.3.3	Orimet	77
5.3.4	V-trychtýř	79
5.3.5	J-ring	82
5.3.6	L-box	87
5.3.7	Síťová zkouška odolnosti proti segregaci	91
5.3.8	Zkouška odolnosti proti segregaci v odměrném sloupku	94
5.3.9	Penetrační zkouška odolnosti proti segregaci	97
5.3.10	Další zkoušky	99
5.4	Přehled funkčnosti zkoušek čerstvého samozhutitelného betonu	101
5.4.1	Základní funkční parametry	101
5.4.2	Odchytky výsledků zkoušek	101
5.4.3	Základní reologické vlastnosti a zkoušky základních vlastností čerstvého samozhutitelného betonu	103
5.5	Přehled aplikací zkoušek pro čerstvý samozhutitelný beton	103
5.5.1	Zkoušky schopnosti vyplňovat bednění	104
5.5.2	Zkoušky prostupnosti	105
5.5.3	Zkoušky odolnosti proti rozměšování	106
5.5.4	Zkoušky rychlosti roztékání	107
5.6	Závěry	109
	Literatura	109
6	Návrh složení SCC	112
6.1	Úvod	112
6.2	Požadované vlastnosti betonu	112
6.3	Hlavní zásady návrhu složení směsi	115
6.4	Postup při návrhu složení směsi	116
6.4.1	Obecná metoda	118
6.4.2	Úpravy a rozpracování obecné metody	121
6.4.3	Metoda CBI	121
6.4.4	Rozpracování metody CBI	124
6.4.5	Analýza záměsí	127
6.4.6	Další přístupy	129
6.5	Metoda navrhování receptury SCC vyvinutá v UCL	131
6.5.1	Technické vybavení	131
6.5.2	Postup	131
6.6	Závěry	137
	Literatura	137
7	Výrobní proces	141
7.1	Dávkování a míchání	141
7.1.1	Požadavky na betonárnu	141
7.1.2	Kontrola materiálů	141

7.1.3	Míchačky betonu	141
7.1.4	Kontrola kvality výrobního procesu	144
7.2	Doprava	145
7.3	Ukládání	146
7.3.1	Čerpání	146
7.3.2	Betonářský koš na jeřábu a další metody	149
7.4	Bednění	150
7.4.1	Obecné požadavky	150
7.4.2	Tlak na bednění	150
7.5	Ošetřování betonu	152
7.6	Kvalita povrchu	152
7.6.1	Znaky a vlastnosti povrchu	152
7.6.2	Faktory, které mají vliv na kvalitu povrchu	154
7.6.3	Faktory, které mají vliv na kvalitu povrchu samozhutnitelného betonu	155
7.6.4	Speciální případ větších podlahových desek a ploch	159
7.7	Závěry	159
	Literatura	160
8	Hydratace a mikrostruktura	161
8.1	Úvod	161
8.2	Vývoj mikrostruktury betonu	161
8.2.1	Proces hydratace portlandského cementu	161
8.2.2	Mikrostruktura a struktura pórů ve zatvrdlé cementové pastě	165
8.2.3	Mikrostruktura a struktura pórů v betonu	167
8.3	Výpočet porozity	169
8.3.1	Powersův model	169
8.3.2	Distribuce fází v hydratující cementové pastě	169
8.3.3	Kapilární a gelové póry ve zhydratované cementové pastě	170
8.3.4	Porozita betonu	171
8.3.5	Mezifázová tranzitní zóna	171
8.4	Hydratace samozhutnitelného betonu	171
8.4.1	Obecné aspekty	171
8.4.2	Mikromletý vápenec	172
8.4.3	Elektrárenský popílek	179
8.4.4	Jemně mletá vysokopecní granulovaná struska	181
8.5	Mikrostruktura samozhutnitelného betonu	183
8.5.1	Obecné aspekty	183
8.5.2	Samozhutnitelný beton bez příměsí	185
8.5.3	Samozhutnitelný beton s jemnými příměsemi	185
8.6	Závěry	197
	Literatura	197
9	Mechanické vlastnosti	205
9.1	Úvod	205
9.2	Pevnost v tlaku a modul pružnosti	206
9.2.1	Pevnost v tlaku na konstrukci (in situ), pevnost blízko povrchu, povrchová Pevnost	208
9.2.2	Vliv ošetřování na pevnost v tlaku	209

9.2.3	Statický modul pružnosti a houževnatost	210
9.3	Pevnost v tahu a ve smyku	212
9.4	Dotvarování	213
9.5	Smršťování	213
9.6	Soudržnost betonu s výztuží	214
9.6.1	Běžná výztuž	214
9.6.2	Předpínací výztuž	215
9.7	Závěry	215
	Literatura	215
10	Trvanlivost	219
10.1	Úvod	219
10.2	Transportní vlastnosti	219
10.2.1	Transport plynu	219
10.2.2	Transport kapalin	226
10.2.3	Transport iontů	229
10.3	Rozkladné procesy	231
10.3.1	Karbonatace	231
10.3.2	Penetrace chloridů	233
10.3.3	Působení zmrazování a tání	236
10.3.4	Alkalické reakce s kamenivem	238
10.3.5	Vnější chemické působení	240
10.3.6	Požární odolnost	245
10.4	Závěry	246
	Literatura	247
11	Normy a specifikace pro samozhutnitelný beton	255
11.1	Úvod	255
11.2	Specifikace samozhutnitelného betonu	256
11.3	Mezinárodní informační příručky o samozhutnitelném betonu	257
11.3.1	Evropské směrnice	257
11.3.2	Ostatní národní směrnice	261
11.4	Informativní příručky od dodavatelů betonů a přísad	265
11.5	Normy pro zkušební postupy	265
11.5.1	Evropské normy EN	265
11.5.2	Norma pro provádění betonových konstrukcí EN 13 670	266
11.5.3	Mezinárodní normy	266
	Literatura	267
12	Výhody použití samozhutnitelného betonu	268
12.1	Pracovní podmínky	268
12.1.1	Hlučnost	268
12.1.2	Vibrace	270
12.1.3	Fyzická namáhavost	270
12.2	Životní prostředí	271
12.2.1	Hlučnost	271
12.2.2	Recyklovaný a odpadní materiál	272
12.3	Jakost a hospodárnost	272

12.3.1	Jakost	272
12.3.2	Přímé náklady	272
12.3.3	Režijní náklady	274
12.4	Navrhování a řízení	275
	Literatura	278
13	Lehký samozhutnitelný beton	280
13.1	Úvod, definice	280
13.2	Lehké kamenivo na bázi expandovaného jílu	281
13.3	Technologické aspekty a odlišnosti při návrhu a výrobě LWSCC	283
13.3.1	Homogenita lehkého betonu (LC), kontaktní zóna lehkého kameniva a cementového kamene	283
13.3.2	Vliv povrchu, tvaru a vlastností lehkého kameniva na pevnost betonu	284
13.3.3	Možnost využití hutného kameniva pro zvýšení pevnosti LC	285
13.4	Ověření aplikace zkušebních metod čerstvých SCC pro LWSCC	289
13.5	Posouzení vlivu příměsí na lehký samozhutnitelný beton	292
13.6	Vlastnosti ztvrdlého LWSCC	293
13.6.1	Možnost zvyšování pevnosti v tlaku LWSCC v podmínkách ČR	298
13.6.2	Ultralehký samozhutnitelný beton s využitím lehkého kameniva na bázi expandovaného jílu	300
13.7	Odolnost LWSCC v chemicky agresivním prostředí	301
	Literatura	308
14	Příklady použití SCC v praxi	311
14.1	Průmyslové stavby	311
14.1.1	Plynojemy v Texasu, USA	311
14.1.2	Průmyslová hala ve Veurne, Belgie	313
14.2	Veřejné a obytné budovy	316
14.2.1	Bytová výstavba v Brazílii	316
14.2.2	Trump Tower v Chicagu, Illinois, USA	317
14.2.3	World Financial Centre v Šanghaji, Čína	320
14.2.4	Villa Gistel, Belgie	321
14.3	Mosty	323
14.4	Další příklady	324
14.4.1	Multifunkční sportovní komplex SK Slavia Praha, ČR	324
14.4.2	Citytunnel v Malmö, Švédsko	326
14.4.3	Železniční most na Zlíchově v Praze, ČR	327
14.4.4	Most přes Rybný potok na dálnici D8, ČR	329
14.4.5	Ukládání SCC do bednění přímým čerpáním pomocí plnicího kusu, ČR	331
14.4.6	Estakáda přes Masarykovo nádraží v Praze, ČR	332
14.4.7	Zajištění stavební jámy centra tunelů Dobrovského v Brně, ČR	334
14.4.8	Vysočanská radiála v Praze, ČR	335
14.4.9	Aplikace SCC v prefě ŽPSV, ČR	337
14.4.10	Pohledové SCC na budově nové scény Městského divadla Brno, ČR	337
14.4.11	Chladicí věže ITTERSON v Ostravě, ČR	339
14.4.12	Rekonstrukce kanalizačních stok v Brně, ČR	341
14.4.13	Příklad stropní konstrukce z LWSCC, ČR	342
	Literatura	343