

Obsah

Předmluva	10
1 Úvod a terminologie	11
1.1 Složky betonu	11
1.2 Výroba betonu	13
1.3 Mechanické vlastnosti betonu	15
1.4 Trvanlivost betonu	18
1.5 Návrh betonu	19
1.7 Od míchání k ošetřování	20
2 Cement	21
2.1 Cement – duše betonu	21
2.2 Každý cement je jiný	21
2.3 Nezbytnost norem pro cementy	21
2.4 Rozmnožení se cementu v Evropě	21
2.5 Počátek a doba tuhnutí	22
2.6 Třídy pevnosti cementů	23
2.7 Portlandský cement	24
2.8 Pucolán	26
2.9 Struska	27
2.10 Další minerální příměsi nahrazující cement	28
2.11 Typy cementů	31
3 Hydratace cementu	34
3.1 Hydratace, tuhnutí a tvrdnutí	34
3.2 Hydratace portlandského cementu	34
3.3 Hydratace aluminátů	34
3.4 Význam sádrovce při tuhnutí cementu	35
3.5 Hydratace silikátů	37
3.6 Úloha portlanditu	40
4 Kamenivo	43
4.1 Úloha kameniva	43
4.2 Použitelnost kameniva a její kritéria	43
4.2.1 Chloridy	44
4.2.2 Sírany	44
4.2.3 Reaktivní silika	44
4.2.4 Alkalicko-uhličitanová reakce	45
4.2.5 Jíly a další jemné částice	46
4.2.6 Organické látky	46
4.2.7 Působení mrazu	46
4.2.8 Mechanické vlastnosti	47
4.3 Zrnitost kameniva	47
4.3.1 Zrnitost	48
4.3.1.1 Sítový rozbor	48
4.3.1.2 Ideální křivka zrnitosti	50
4.3.1.3 Optimální skladba kameniva	53

4.4	Vlhkost kameniva	56
4.5	Vliv vlhkosti kameniva na vlastnosti betonu.....	57
4.6	Korekce dávkování složek betonové směsi s ohledem na vlhkost kameniva	58
4.7	Vliv velikosti maximálního zrna a křivky zrnitosti kameniva na dávku vody	60
4.8	Kamenivo pro vysokohodnotný beton	61
4.9	Speciální kamenivo.....	61
5	Voda	62
5.1	Úloha vody.....	62
5.2	Magie návrhu	62
5.2.1	Lyseho pravidlo	62
5.2.2	Abramsův zákon.....	63
5.3	Dávka vody	64
5.4	Přidávání vody na stavbě	65
5.5	Odpovědnost za přidávání vody na stavbě	65
6	Zpracovatelnost betonové směsi.....	67
6.1	Význam zpracovatelnosti	67
6.2	Volba vhodné zpracovatelnosti	70
6.3	Výhody dobře zpracovatelného betonu pro odběratele.....	71
6.4	Zpracovatelnost a spolehlivost konstrukcí	71
6.5	Stupeň zhuštění	73
6.6	Pevnost na zkušebních tělesech a na vývrtech	74
6.7	Jak se doplňuje zpracovatelnost a zhuštění.....	75
7	Odměšování vody a segregace.....	76
7.1	Odměšování vody	76
7.2	Odměšování vody v cementové pastě.....	76
7.2.1	Odměšování vody a jemnost cementu	77
7.2.2	Odměšování vody a minerální příměsi.....	78
7.2.3	Odměšování vody a chemické přísady	79
7.2.4	Postup míchání.....	79
7.3	Odměšování vody z malt	80
7.3.1	Zalévací malty	80
7.3.2	Výplňové malty pro kabely nebo potrubí ve výkopech	80
7.4	Odměšování vody v betonu.....	80
7.4.1	Odměšování vody na betonových průmyslových podlahách	80
7.4.2	Odměšování vody a soudržnost ocelí	82
7.4.3	Odměšování na styku dvou vrstev betonu	82
7.4.4	Odměšování vody a tranzitní zóna	83
7.5	Jak redukovat odměšování vody a segregaci v betonu.....	83
8	Pórovitost betonu	86
8.1	Druhy pórů v betonu	86
8.2	Kapilární pórovitost a pevnost	88
8.3	Kapilární pórovitost a modul pružnosti	90
8.4	Kapilární pórovitost a permeabilita.....	90
8.5	Kapilární pórovitost a trvanlivost	92
9	Mechanické vlastnosti.....	93

9.1 Pevnost	93
9.2 Pevnost cementové pasty	94
9.3 Pevnost betonu v tlaku	94
9.3.1 Vliv zhuštění čerstvého betonu na pevnost v tlaku	96
9.3.2 Vliv teploty ošetřování na pevnost betonu v tlaku	97
9.4 Charakteristická pevnost	98
9.5 Třídy pevností podle evropské normy	102
9.6 Pevnost v tahu ohybem a v prostém tahu	103
9.7 Vztah mezi pevností v tahu ohybem, pevností tahu a pevností v tlaku	105
9.8 Vztah mezi pevností v tlaku a modulem pružnosti	105
10 Porušení vyztuženého betonu	108
10.1 Příčiny porušení	108
10.2 Koroze ocelové výztuže	111
10.2.1 Koroze způsobená karbonatací	111
10.2.2 Koroze podporovaná působením chloridů	117
10.3 Porušení betonu v cementové pastě	124
10.3.1 Porušení betonu způsobené síranovou korozí v cementové pastě	124
10.3.1.1 Vnější síranová koroze	126
10.3.1.2 Vnitřní síranová koroze	128
10.3.2 Porušení betonu vyluhováním cementové pasty	129
10.3.3 Porušení betonu cyklickým zmrazováním a rozmrazováním	130
10.3.3.1 Součinitel mrazuvzdornosti a hodnocení mrazuvzdornosti	133
10.3.4 Povrchové trhlinky způsobené fyzikálními vlivy	135
10.3.5 Porušení povrchu betonu vlivem mechanických namáhání	135
10.4 Reakce kameniva s alkáliemi	135
10.4.1 Alkalicko-křemičitá reakce	136
10.4.2 Alkalicko-uhličitanová reakce	138
11 Trvanlivost betonu	140
11.1 Stupně vlivu prostředí	140
11.2 Stupeň vlivu prostředí XC: karbonatace	141
11.3 Stupeň vlivu prostředí XD: chloridy jiného původu než z mořské vody	143
11.4 Stupeň vlivu prostředí XS: koroze vyvolaná chloridy z mořské vody	144
11.5 Stupeň vlivu prostředí XF: mrazové cykly	145
11.6 Stupeň vlivu prostředí XA: chemicky agresivní prostředí	147
11.7 Doporučení pro dlouhodobou trvanlivost betonu	148
11.7.1 Dlouhodobá trvanlivost výztuže	149
11.7.2 Dlouhodobá trvanlivost v prostředí XA3	151
12 Návrh betonové směsi	152
12.1 Definování návrhu směsi	152
12.2 Dávka záměsové vody v závislosti na zpracovatelnosti, typu kameniva a přísad	153
12.3 Volba vodního součinitele podle pevnosti a typu cementu	155
12.4 Vodní součinitel a obsah vzduchu v závislosti na požadované trvanlivosti	155
12.5 Výpočet dávky kameniva a kombinace jeho frakcí	157
13 Chemické přísady	159
13.1 Klasifikace chemických přísad	159

13.2 Urychlující přísady	159
13.2.1 Urychlovače tuhnutí	160
13.2.2 Urychlovače tvrdnutí	161
13.3 Zpomalující přísady	162
13.4 Provdzušňující přísady	163
13.5 Inhibitory koroze	163
13.6 Inhibitory alkalicko-křemičité reakce (ASR)	164
13.7 Hydrofobizační přísady	164
13.8 Přísady modifikující viskozitu betonu (VMA)	168
13.9 Přísady zamezující smršťení	169
13.10 Přísady snižující spotřebu vody	171
13.11 Superplastifikátory, neboli přísady silně snižující obsah vody	173
13.11.1 Proč jsou superplastifikátory důležité	173
13.11.2 Pokrok v oblasti superplastifikátorů	175
13.11.3 Mechanismus působení superplastifikátorů	176
13.11.4 Pokroky v udržení zpracovatelnosti	180
13.11.5 Speciální multifunkční superplastifikátory	184
13.11.6 Jak používat superplastifikátory v praxi	188
13.11.6.1 Zvýšení pevnosti při použití superplastifikátoru	188
13.11.6.2 Snížení obsahu cementu při použití superplastifikátoru	189
13.11.6.3 Zlepšení zpracovatelnosti použitím superplastifikátoru	190
14 Teplota a beton	192
14.1 Význam teploty	192
14.2 Vliv teploty na vývoj pevnosti	192
14.3 Vliv teploty na organizaci stavby	194
14.4 Teplotní ošetřování prefabrikovaného betonu	195
14.5 Hydratační teplo a teplotní gradient	197
15 Ošetřování, smršťení vysycháním a praskání	203
15.1 Proč je ošetřování betonu důležité	203
15.1.1 Vhodné ošetřování	203
15.2 Vliv ošetřování na pevnost betonu	205
15.3 Vliv ošetřování na trvanlivost	206
15.4 Smršťení betonu	207
15.5 Plastické smršťení	207
15.6 Smršťení vysycháním	209
15.6.1 Standardní smršťení betonu	211
15.6.2 Predikce smršťení vysycháním na betonových konstrukcích	214
15.6.3 Příklad predikce smršťení vysycháním v betonové konstrukci	216
15.7 Autogenní smršťení	217
16 Dotvarování betonu	219
16.1 Pružná deformace, dotvarování a relaxace	219
16.2 Základní dotvarování a dotvarování vysycháním	221
16.3 Predikce tlakového dotvarování betonových konstrukcí	223
16.4 Numerický výpočet dotvarování betonové konstrukce	226
17 Vysokopevnostní beton	228

17.1	Vysokopevnostní beton ve srovnání s vysokohodnotným	228
17.2	Účinek křemičitých úletů v HSC.....	231
17.3	Vliv tranzitní zóny na pevnost betonu	233
17.4	Kompaktní betony s obsahem drobných částic (DSP)	235
17.4.1	Slabiny kompaktních betonů s drobnými částicemi (DSP betonů)	237
17.5	Beton na bázi reaktivních práškových složek	238
18	Samozhutnitelný beton	241
18.1	Předchůdci samozhutnitelného betonu	241
18.2	Složení samozhutnitelného betonu	244
18.3	Reologická měření SCC.....	245
18.4	Složení samozhutnitelného a běžného tekutého betonu.....	247
18.5	Vlastnosti ztvrdlého samozhutnitelného betonu	249
18.5.1	Pevnost v tlaku	249
18.5.2	Soudržnost samozhutnitelného betonu s výztuží	250
18.5.3	Smrštění vysycháním a dotvarování samozhutnitelného betonu.....	253
18.6	Vliv minerálních přísad na vlastnosti SCC	256
18.7	Praktické aplikace samozhutnitelného betonu.....	259
18.7.1	Pohledový samozhutnitelný beton	259
18.7.2	Vysokopevnostní samozhutnitelný beton	262
18.7.3	Samozhutnitelný beton pro masivní konstrukce.....	265
18.7.4	Lehký samozhutnitelný beton pro výrobu dílců	267
18.7.5	Samozhutnitelný beton s kompenzací smrštění i při suchém ošetřování.....	269
19	Konstrukční lehký beton	274
19.1	Lehký beton	274
19.2	Lehký beton v Pantheonu v Římě	275
19.3	Rozdělení lehkých betonů	276
19.4	Konstrukční lehký beton	277
19.5	Konstrukční lehký transportbeton.....	278
20	Beton vyztužený vlákny	281
20.1	Proč vláknobeton	281
20.2	Typy vláken	281
20.3	Aplikace vláknobetonu	281
20.3.1	Použití polymerních mikrovláken	284
20.3.2	Použití polymerních makrovláken	284
20.3.3	Betonová podlaha bez trhlin, bez sítě a bez vlhkého ošetřování.....	285
20.4	Laboratorní zkoušky na redukci smrštění vysycháním.....	285
20.5	Poloprovozní zkoušky s betonem bez trhlin při absenci sítě a vlhkého uložení	289
20.6	Chování vláknobetonu při tahovém namáhání	294
20.7	Rázová pevnost vláknobetonu	296
20.8	Použití PVA vláken	298
21	Betony s kompenzací smrštění	300
21.1	Rozpínavé přísady.....	300
21.2	Jak měřit vázanou expanzi	300
21.3	Expanze vzorku a expanze konstrukce.....	304
21.4	Rozpínavá činidla v minulosti.....	305

21.5 Rozpínavé přísady založené na vápně a na sulfoaluminátech	305
21.6 Rozpínavé příměsi založené na vápně	306
21.7 Praktické aplikace kombinace SRA+CaO bez vlhkého ošetřování	308
22 Stříkaný beton	313
22.1 Definice	313
22.2 ACI doporučení pro správné stříkání betonu	313
22.2.1 Směšování na místě	313
22.2.2 Přílnavost stříkaného betonu k podkladu	315
22.2.3 Adheze mezi různými vrstvami stříkaného betonu	315
22.2.4 Zaplnění prostoru pod výtuzí	316
22.2.5 Ztráty stříkaného betonu	316
22.3 Složení stříkaného betonu	317
22.4 Doplnkové materiály pro stříkaný beton	317
22.4.1 Minerální příměsi pro stříkaný beton	318
22.4.2 Vlákna pro stříkaný beton	319
22.4.3 Chemické příměsi pro stříkaný beton	319
22.5 Vysokohodnotný stříkaný beton	321
23 Recyklovaný beton	323
23.1 Úvod	323
23.2 Proces recyklace betonu z demolic	325
23.3 Vlastnosti recyklovaného kameniva	327
23.3.1 Objemová hmotnost recyklovaného kameniva	327
23.3.2 Nasákavost recyklovaného kameniva	328
23.3.3 Látky kontaminující recyklované kamenivo	328
23.4 Čerstvý beton s recyklovaným kamenivem	330
23.5 Ztvrdlý beton s recyklovaným kamenivem	330
24 Beton vystavený žáru	331
24.1 Trvanlivost v žáru	331
24.2 Chování betonu při požáru	331
24.3 Vliv krytí na odolnost proti požáru	333
24.4 Vliv provozního zatížení na účinky požáru	334
24.5 Chování vysokohodnotného betonu v případě požáru	335
24.6 Působení drátek při žáru	336
24.7 Vliv polymerních vláken na žáruvzdornost betonu	337
25 Specifikace betonu	339
25.1 Úvod	339
25.2 Specifikace složení	339
25.3 Specifikace vlastností	339
25.3.1 Specifikace vlastností betonu	340
25.3.1.1 Specifikace vlastností ztvrdlého betonu	340
25.3.1.2 Specifikace vlastností čerstvého betonu	341
25.3.2 Specifikace pro odběratele	341
25.3.2.1 Správná poloha distančních vložek	341
25.3.2.2 Specifikace zhutnění čerstvého betonu	341
25.3.2.3 Vhodné ošetřování povrchu betonu	342