

OBSAH

Předmluva	1
1. Úvod	9
1.1. Význam a vývoj betonového stavitelství	9
1.2. Podstata betonu	9
1.3. Rozdělení betonových konstrukcí	10
1.3.1. Statické hledisko	10
1.3.2. Výrobní hledisko	11
1.4. Přednosti a nedostatky betonových konstrukcí	11
1.4.1. Přednosti	11
1.4.2. Nedostatky	12
2. Beton	13
2.1. Složky betonu	13
2.1.1. Kamenivo	13
2.1.1.1. Vlastnosti kameniva	14
2.1.1.1.1. Zrnitost (granulometrie) kameniva	14
2.1.1.1.2. Maximální zrno kameniva	15
2.1.1.1.3. Pevnost a modul pružnosti kameniva	15
2.1.1.1.4. Měrné hmotnosti kameniva	15
2.1.1.1.5. Další vlastnosti kameniva a jejich vliv na vlastnosti betonu	16
2.1.2. Cement	16
2.1.2.1. Druhy cementu	16
2.1.2.2. Pevnostní třídy a označení cementů	17
2.1.2.3. Vlastnosti cementů	17
2.1.2.3.1. Jemnost mletí cementu	17
2.1.2.3.2. Hydratační teplo cementu	18
2.1.2.3.3. Měrné hmotnosti cementů	18
2.1.2.3.4. Další vlastnosti cementů a jeho vliv na vlastnosti betonu	18
2.1.2.4. Speciální druhy cementů	18
2.1.3. Voda	19
2.1.4. Přísady a příměsi	19
2.1.4.1. Přísady	19
2.1.4.1.1. Plastifikační přísady	20
2.1.4.1.2. Provzdušňující přísady	20
2.1.4.2. Příměsi	21
2.2. Betonová směs a čerstvý beton	21
2.2.1. Návrh složení betonové směsi	22
2.2.1.1. Řešení pevnostních požadavků	22
2.2.1.2. Řešení požadavků pro konzistenci betonové směsi	23
2.2.2. Konzistence betonové směsi	24
2.2.3. Transport, ukládání a zhutňování betonové směsi	25
2.2.4. Ošetřování a ochrana čerstvého betonu	26
2.3. Konstrukční vlastnosti betonu	26
2.3.1. Pevnost betonu	26
2.3.1.1. Teorie pevnosti betonu	27
2.3.1.2. Zkoušení pevnosti betonu	28

2.3.1.2.1. Pevnost betonu v tlaku	28
Krychelná pevnost	28
Hranolová a válcová pevnost	29
Pevnost v tlaku za ohybu	30
Pevnost v soustředném tlaku	31
2.3.1.2.2. Pevnost betonu v tahu	31
Pevnost v prostém tahu	32
Pevnost v příčném tahu	32
Pevnost v tahu za ohybu	32
Pevnost ve smyku (stříhu)	33
Pevnost v kroucení	33
Pevnost v soudržnosti	34
2.3.1.3. Faktory ovlivňující pevnost betonu	34
2.3.1.3.1. Doba a podmínky zrání betonu	34
2.3.1.3.2. Způsob namáhání betonu	35
2.3.1.4. Třídy a výpočtové pevnosti betonu	35
2.3.2. Pružné a přetvárné vlastnosti betonu	38
2.3.2.1. Vztah napětí a přetvoření	38
2.3.2.1.1. Namáhání jednorázové krátkodobé	38
2.3.2.1.2. Zjednodušené pracovní diagramy betonu	39
2.3.2.1.3. Namáhání jednorázové dlouhodobé	41
2.3.2.1.4. Namáhání mnohokrát opakované	41
2.3.2.1.5. Skutečný charakter zatížení betonu	43
2.3.2.2. Příčné přetvoření	44
2.3.2.3. Modul pružnosti a přetvárnosti	44
2.3.3. Objemové změny betonu	46
2.3.3.1. Smršťování a nabývání betonu	46
2.3.3.2. Dotvarování a relaxace betonu	49
2.3.3.3. Teplotní objemové změny	52
2.3.4. Trvanlivost betonu	52
2.3.4.1. Odolnost vlastního betonu	53
2.3.4.2. Charakter působení prostředí na betonové konstrukce a beton	54
3. Betonářská výztuž	59
3.1. Mechanické vlastnosti betonářské oceli	59
3.1.1. Pracovní diagramy betonářských ocelí	59
3.1.2. Další fyzikálně mechanické vlastnosti betonářských ocelí	61
3.1.3. Výpočtové vlastnosti betonářských ocelí	61
3.2. Druhy výztuže a betonářských ocelí	62
3.2.1. Rozdělení podle složení a mechanických vlastností	62
3.2.2. Rozdělení podle tvaru výztuže	63
3.2.2.1. Tyčová výztuž	63
3.2.2.1.1. Rozměry tyčové výztuže	63
3.2.2.1.2. Jakostní značky výztuže	64
3.2.2.1.3. Povrchová úprava tyčové výztuže	64
3.2.2.2. Skupinové výztužné vložky	66
3.2.2.3. Svařované sítě	66
3.2.2.4. Svařované mřížoviny a svařované kostry	68
3.2.2.5. Tuhá výztuž	68
3.2.2.6. Rozptýlená výztuž	70

4. Spolupůsobení betonu a výztuže, konstrukční zásady	72
4.1. Spolupůsobení betonu s ocelí	72
4.1.1. Soudržnost betonu s ocelí	72
4.1.2. Základní kotevní délka	72
4.1.3. Výpočtová kotevní délka	73
4.1.4. Koncové úpravy betonářské výztuže	74
4.2. Obalení výztuže betonem	76
4.2.1. Krytí výztuže	76
4.2.2. Mezery mezi vložkami	78
4.3. Stykování výztuže	80
4.3.1. Stykování výztuže svařováním	81
4.3.2. Stykování výztuže přesahem	82
4.3.2.1. Stykování jednotlivých vložek	82
4.3.3. Stykování pomocí spojek	84
4.4. Stupně vyztužení	85
5. Navrhování konstrukcí	88
5.1. Teorie výpočtu	88
5.1.1. Metoda výpočtu podle dovolených namáhání	89
5.1.2. Metody výpočtu založené na předpokladu porušení na mezi únosnosti	89
5.1.2.1. Metoda výpočtu podle stupně bezpečnosti	89
5.1.2.2. Metoda výpočtu podle mezních stavů	90
5.2. Zatížení	91
5.2.1. Zatížení stálá	91
5.2.2. Zatížení nahodilá dlouhodobá	91
5.2.3. Zatížení nahodilá krátkodobá	92
5.2.4. Zatížení nahodilá mimořádná	92
5.2.5. Kombinace zatížení	92
5.3. Zatížení normová a výpočtová	93
5.4. Roznášení zatížení	93
5.5. Součinitele podmínek působení materiálu	95
5.6. Silové a přetvárné účinky zatížení	97
6. Dimenzování průřezů železobetonových konstrukcí podle mezních stavů	99
6.1. Porušení normálovou silou a ohybovým momentem	100
6.1.1. Stanovení silových účinků pro průřez	100
6.1.1.1. Základní výstřednost normálové síly	102
6.1.1.2. Výstřednost normálové síly v tlačných prvcích	102
6.1.1.2.1. Náhodná výstřednost	102
6.1.1.2.2. Vliv štíhlosti prutu	104
6.1.1.3. Výpočtové hodnoty silových účinků	106
6.1.2. Mez porušení železobetonových prvků normálovou silou a ohybovým momentem	107
6.1.2.1. Předpoklady výpočtu	107
6.1.2.2. Interakční diagram meze porušení	108
6.1.2.2.1. Charakteristické body interakčního diagramu	110
6.1.2.2.2. Podmínky minimálního vyztužení (podle ČSN 73 1201-86)	110
6.1.2.2.3. Vyjádření podmínky spolehlivosti	110
6.1.2.3. Interakční plocha meze porušení	110
6.1.2.4. Metoda mezních přetvoření	111
6.1.2.5. Metoda mezní rovnováhy	113

6.1.2.5.1. Interakční diagram meze porušení	114
6.1.2.5.2. Charakteristické body interakčního diagramu	115
6.1.2.5.3. Výpočet meze porušení průřezu	116
a) Tah s velkou výstředností	117
b) Prostý ohyb	118
c) Tlak s velkou výstředností	119
d) Tlak s malou výstředností	119
e) Tah s malou výstředností	120
f) Dimenzování průřezu	121
6.1.2.6. Příklady řešení průřezů - metoda mezní rovnováhy	122
6.1.2.6.1. Prostý ohyb - obdélníkový průřez	122
a) Posouzení	122
b) Návrh výztuže do daného průřezu	123
c) Návrh výšky průřezu a jeho vyztužení	124
6.1.2.6.2. Prostý ohyb - deskový trám (trám s přírubami)	124
A. trám s oboustrannými přírubami	124
a) Posouzení	124
b) Návrh výztuže do daného průřezu	125
c) Návrh výšky průřezu	126
B. trám s jednostrannou přírubou	126
a) Posouzení	126
b) Návrh výztuže do daného průřezu	127
6.1.2.6.3. Tah s velkou výstředností - obdélníkový průřez	127
a) Posouzení	127
b) Návrh výšky průřezu	128
c) Návrh výztuže do daného průřezu	128
6.1.2.6.4. Tah s malou výstředností - obdélníkový průřez	128
6.1.2.6.5. Mimostředný tlak - obdélníkový průřez	128
1) Návrh rozměrů obdélníkového průřezu	128
2) Návrh výztuže a posouzení obdélníkového průřezu	130
6.1.2.7. Průřez nesouměrný k rovině zatížení	131
6.2. Mezní stav únosnosti ovinutých prvků	132
6.2.1. Ovinutý prvek dostředně tlačенý	133
6.2.2. Ovinuté prvky mimostředně tlačенé	135
6.3. Mez porušení posouvající silou	136
6.3.1. Zásady dimenzování prvků	138
6.3.2. Zjednodušená metoda výpočtu smykové výztuže	139
6.3.3. Přesnější metoda výpočtu smykové výztuže	143
6.4. Krátké železobetonové konzoly	148
6.4.1. Krátká konzola přímo podepřená	148
6.4.2. Krátká konzola nepřímou podepřená	150
6.5. Mez porušení kroutícím momentem	151
6.5.1. Vznik a druhy kroucení	151
6.5.2. Přetváření a porušování prvků kroucením	151
6.5.3. Mez porušení nevyztuženého betonu	153
6.5.4. Spolehlivost betonu proti porušení tlakem u vyztužených prvků	153
6.5.5. Výztuž zachycující účinky kroucení v průřezu	153
6.5.6. Konstrukční předpisy pro uspořádání výztuže	156
6.5.7. Interakční namáhání	156

6.6. Mez porušení místním namáháním	157
6.6.1. Mez porušení soustředěným tlakem	157
6.6.1.1. Mez porušení otláčením betonu ve styčné spáře	158
6.6.1.2. Mez porušení roztržením roznášecí oblasti	159
6.6.1.3. Mez porušení roztržením líce prvku	161
6.6.2. Mez porušení odtržením	162
7. Prostý a slabě vyztužený beton	163
7.1. Způsoby porušení a jim odpovídající předpoklady rozdělení napětí v průřezu	163
7.1.1. Trhliny nejsou přípustné	164
7.1.1.1. Ohyb - rozhoduje porušení tahem	165
7.1.1.2. Mimostředný tlak	165
7.1.2. Trhliny jsou přípustné	167
8. Mezní stavy použitelnosti	168
8.1. Mezní stav vzniku trhlin *	168
8.1.1. Mezní stav vzniku trhlin kolmých k ose prutu	169
8.1.1.1. Účinek dotvarování a smršťování na vznik trhlin	170
8.1.1.2. Superpozice účinků od zatížení a od smršťování	172
8.1.1.3. Mezní stav vzniku trhlin u průřezů namáhaných prostým ohybem	172
8.1.1.4. Mezní stav vzniku trhlin u průřezů namáhaných mimostředným tahem	173
8.1.1.5. Mezní stav vzniku trhlin u průřezů namáhaných mimostředným tlakem	174
8.1.2. Mezní stav vzniku trhlin šikmých k ose prutu	175
8.1.3. Mezní stav vzniku trhlin při mnohokrát opakovaném namáhání	176
8.2. Mezní stav šířky trhlin *	176
8.2.1. Výpočet šířky trhlin kolmých ke střednici prvku	177
8.2.2. Mezní stav šířky trhlin šikmých ke střednici prvku	182
8.3. Mezní stav přetvoření *	183
8.3.1. Zásady výpočtu	183
8.3.2. Kritérium ohybové štíhlosti	184
8.3.3. Mechanismus přetváření železobetonového prvku	185
8.3.4. Výpočet přetvoření prutových prvků a nosníkových desek	187
8.3.5. Počáteční tuhosti	187
8.3.5.1. Tuhosti prvků neporušených trhlinami (stadium I)	188
8.3.5.1.1. Ohybová tuhost průřezů neporušených trhlinami	188
8.3.5.1.2. Osová tuhost průřezu neporušeného trhlinami	189
8.3.5.1.3. Smyková tuhost prvku neporušeného trhlinami	190
8.3.5.2. Tuhosti průřezů při zcela vyloučeném působení betonu v tahu (stadium III)	191
8.3.5.2.1. Ohybová tuhost	191
A. Trhlina neprostupuje celý průřez	191
B. Trhlina prostupuje celý průřez	193
8.3.5.2.2. Osová tuhost	193
A. Trhlina neprostupuje celý průřez	193
B. Trhlina prostupuje celý průřez	194
8.3.5.2.3. Smyková tuhost	194
8.3.5.3. Tuhost průřezu po vzniku trhlin s částečně působícím betonem v tahu (stadium II)	194
8.3.6. Výpočet počátečních přetvoření	195

8.3.7. Reologická přetvoření	197
8.3.7.1. Vliv dotvarování betonu	197
8.3.7.2. Smršťování betonu	197
8.3.8. Přetvoření prvku od teplotních změn	199
Literatura	200