

OBSAH

1	ÚVOD	13
1.1	Beton a betonové konstrukce	13
1.1.1	Historie betonu	13
1.1.2	Podstata betonu	14
1.1.3	Rozdělení betonu a betonových konstrukcí	17
1.1.4	Charakteristické vlastnosti betonu	18
1.2	Příklady železobetonových prvků	19
1.3	Činitelé ovlivňující volbu betonové konstrukce	20
2	PROCES NAVRHOVÁNÍ	23
2.1	Postup návrhu	23
2.2	Hlediska při navrhování konstrukcí	23
2.3	Návrhová životnost a trvanlivost, návrhové situace	25
2.4	Zásady navrhování s přihlédnutím ke spolehlivosti	26
2.4.1	Spolehlivost návrhu	26
2.4.2	Úkoly teorie konstrukcí	28
2.4.3	Metody navrhování	29
2.5	Činitelé ovlivňující spolehlivost konstrukcí	32
2.5.1	Všeobecně	32
2.5.2	Zatížení	32
2.5.3	Odolnost konstrukce	34
2.6	Zásady navrhování podle mezních stavů metodou dílčích součinitelů	36
2.6.1	Dílčí součinitele spolehlivosti	36
2.6.2	Ověřování mezních stavů únosnosti	39
2.6.3	Ověřování mezních stavů použitelnosti	44
2.7	Idealizace konstrukce – výpočtové modely, geometrické imperfekce	45
2.7.1	Obecná ustanovení	45
2.7.2	Geometrické imperfekce	46
2.7.3	Idealizace konstrukce	48
2.8	Výpočet účinků zatížení	51
2.8.1	Předpoklady výpočtu	51
2.8.2	Lineárně pružná analýza	51
2.8.3	Lineárně pružná analýza s omezenou redistribucí	52
2.8.4	Plastická analýza	53
2.8.5	Analýza užitím modelů náhradní příhradoviny	56
2.8.6	Nelineární analýza	56

3	MATERIÁLY	57
3.1	Beton	57
3.1.1	Pevnosti betonu a jejich zkoušení	57
3.1.2	Náhodná proměnnost pevnosti betonu	59
3.1.3	Klasifikace betonů	60
3.1.4	Pracovní diagram betonu	61
3.1.5	Dotvarování betonu	66
3.1.6	Hydratační a pohydratační objemové změny betonu	69
3.1.7	Teplotní objemové změny	71
3.1.8	Víceosá napjatost	72
3.1.9	Materiálové a deformační charakteristiky tříd betonu	74
3.2	Výztuž	80
3.2.1	Výztuž betonových konstrukcí	80
3.2.2	Betonářská výztuž	80
3.2.3	Předpínací výztuž	87
3.3	Podstata železového betonu	89
3.3.1	Definice	89
3.3.2	Podmínky spolupůsobení betonu a výztuže	90
3.4	Trvanlivost a krytí výztuže	92
3.4.1	Všeobecně	92
3.4.2	Podmínky prostředí	93
3.4.3	Zajištění trvanlivosti materiálů a životnosti konstrukcí	95
3.4.4	Betonová krycí vrstva	95
4	NOSNÍKY NAMÁHANÉ OHYBOVÝM MOMENTEM	101
4.1	Teorie ohybu	101
4.2	Základní předpoklady výpočtu mezní únosnosti	105
4.3	Obdélníkový průřez jednostranně vyztužený	106
4.3.1	Posouzení	106
4.3.2	Návrh	110
4.4	Obdélníkový průřez oboustranně vyztužený	112
4.4.1	Uplatnění oboustranně vyztužených průřezů	112
4.4.2	Posouzení	114
4.4.3	Návrh	115
4.5	T-průřez	116
4.5.1	Statické působení	116
4.5.2	Spolupůsobící šířka	117
4.5.3	Posouzení T-průřezu	118
4.5.4	Návrh výztuže	118
4.5.5	Průřez s připojenou deskou v tažené oblasti	120
4.6	Průřez obecného tvaru (souměrný k rovině ohybu)	120

4.7	Šikmý ohyb	121
4.8	Zásady vyztužení	123
4.8.1	Omezení množství tahové výztuže	123
4.8.2	Vzdálenosti výztužných prutů	123
4.8.3	Uspořádání výztuže	124
5	NOSNÍKY NAMÁHANÉ POSOUVAJÍCÍ SILOU A KROUCENÍM	126
5.1	Působení železobetonových prvků při namáhání posouvající silou a ohybovým momentem	126
5.2	Způsoby porušení železobetonových prvků smykem	130
5.2.1	Prvky bez smykového vyztužení	130
5.2.2	Prvky se smykovou výztuží	131
5.3	Model příhradové analogie při namáhání železobetonového prvku posouvající silou	133
5.4	Návrh a posouzení železobetonových prvků na posouvající sílu	136
5.4.1	Prvky bez smykového vyztužení	137
5.4.2	Prvky se smykovou výztuží	139
5.5	Upořádání smykové i podélné výztuže v betonovém prvku z hlediska smykové únosnosti	148
5.5.1	Smyková výztuž	148
5.5.2	Podélná výztuž	149
5.6	Smykové porušení rovinných desek protlačením	152
5.6.1	Základní kontrolovaný obvod u_1 , kontrolovaný průřez	153
5.6.2	Výpočet smyku při protlačení	156
5.6.3	Únosnost smyku při protlačení desek a základů sloupů bez smykové výztuže	160
5.6.4	Únosnost smyku při protlačení desek a základů sloupů se smykovou výztuží	161
5.6.5	Konstrukční zásady	162
5.7	Prvky namáhané kroucením	164
5.7.1	Chování kroucených prvků a způsob jejich porušení	165
5.7.2	Výpočetní modely pro betonové prvky namáhané kroučícím momentem při mezním stavu únosnosti	166
5.7.3	Zásady uspořádání výztuže dimenzované na přenesení účinků kroucení	171
6	PRVKY NAMÁHANÉ NÓRMÁLOVOU SILOU A OHYBOVÝM MOMENTEM	172
6.1	Porušení prvků namáhaných normálovou silou a ohybovým momentem	172
6.2	Základní předpoklady výpočtu meze porušení průřezu namáhaného normálovou silou a ohybovým momentem	173
6.3	Interakční diagram a plocha meze porušení průřezu	175

6.4	Návrh a posouzení průřezů namáhaných normálovou silou působící v ose souměrnosti betonového průřezu	182
6.4.1	Návrh rozměrů průřezu	182
6.4.2	Návrh výztuže	184
6.4.3	Posouzení průřezu namáhaného normálovou silou působící v ose souměrnosti betonového průřezu	190
6.5	Posouzení průřezů namáhaných normálovou silou působící mimo osy souměrnosti betonového průřezu	195
6.6	Ovinuté sloupy	196
6.7	Uspořádání výztuže	197
6.7.1	Všeobecně	197
6.7.2	Sloupy	198
6.7.3	Stěny	200
7	ŠTÍHLÉ TLAČENÉ PRVKY A KONSTRUKCE	202
7.1	Úvod	202
7.2	Chování štíhlých osamělých tlačených prutů	203
7.2.1	Štíhlý tlačený prut z lineárně pružného materiálu	203
7.2.2	Štíhlý tlačený železobetonový prut	205
7.2.3	Štíhlost tlačených prvků	209
7.2.4	Kritéria pro zanedbání účinků druhého řádu	212
7.3	Chování štíhlých konstrukcí	214
7.3.1	Kritéria pro zanedbání účinků druhého řádu – konstrukce s ohybovými a smykovými deformacemi	214
7.3.2	Kritéria pro zanedbání účinků druhého řádu u ztužujících systémů se smykovými deformacemi	215
7.4	Metody vyšetřování účinků druhého řádu	216
7.4.1	Obecná metoda	217
7.4.2	Výpočet druhého řádu založený na jmenovitých tuhostech	218
7.4.3	Praktické metody výpočtu	219
7.4.4	Metoda založená na jmenovité křivosti	221
8	PORUCHOVÉ OBLASTI	226
8.1	Metoda příhradové analogie	226
8.1.1	Úvod	226
8.1.2	Principy modelování	226
8.1.3	Příhradové modely v normových předpisech a doporučeních	230
8.1.4	Příklady modelů	232
8.1.5	Zhodnocení modelů	233
9	POUŽITELNOST A TRVANLIVOST	234

9.1	Chování konstrukcí za provozního stavu	234
9.1.1	Uvažovaná zatížení	234
9.1.2	Stádia působení betonových prvků	235
9.2	Kontrola použitelnosti prvků a konstrukcí	236
9.3	Mezní stav omezení napětí	237
9.3.1	Modely průřezu pro výpočet napjatosti	237
9.3.2	Omezení tlakových napětí v betonu	245
9.3.3	Omezení napětí ve výztuži	245
9.4	Mezní stav trhlin	246
9.4.1	Vznik a šířka trhlin	247
9.4.2	Omezení šířky trhlin bez přímého výpočtu	250
9.5	Mezní stav přetvoření	257
9.5.1	Případy, ve kterých lze od výpočtu přetvoření upustit	258
9.5.2	Výpočet přetvoření	259
10	ÚPRAVA VÝZTUŽE	262
10.1	Kotvení výztuže	262
10.2	Stykování výztuže	265
10.2.1	Přesahy výztuže	266
10.2.2	Svařované spoje	268
10.2.3	Stykování mechanickými spojkami	269
10.3	Doplňující pravidla pro velké průměry prutů	269
10.4	Skupinové vložky	270
11	PRVKY Z PROSTÉHO A SLABĚ VYZTUŽENÉHO BETONU	271
11.1	Základní rozdíly v chování prvků z prostého (slabě vyztuženého) betonu a prvků ze železobetonu	271
11.2	Zásady pro navrhování prvků z prostého betonu	272
11.2.1	Mezní stavy únosnosti prvků porušených trhlinami	272
11.2.2	Mezní stav únosnosti prvků z prostého betonu bez trhlin	279
11.3	Mezní stavy použitelnosti	281
11.4	Konstrukční ustanovení pro prvky z prostého betonu	282
12	NAVRHOVÁNÍ NA ÚČINKY POŽÁRU	284
12.1	Úvod	284
12.2	Metodika navrhování	285
12.2.1	Obecná část, definice	285
12.2.2	Předpoklady vyšetřování konstrukcí	286

12.3	Materiálové vlastnosti	288
12.3.1	Mechanické vlastnosti betonu	288
12.3.2	Mechanické vlastnosti výztuže	289
12.3.3	Teplotní a fyzikální vlastnosti betonu a výztuže	292
12.4	Návrhové metody	293
12.5	Návrh podle tabulek	294
12.5.1	Obecně	294
12.5.2	Sloupy	296
12.5.3	Stěny	298
12.5.4	Trámy	299
12.5.5	Desky	302
12.6	Zjednodušené metody	305
12.6.1	Obecně	305
12.6.2	Metoda izotermie 500 °C	305
12.6.3	Zónová metoda	309
12.7	Obecná metoda	311
12.8	Odštěpování betonu	311
12.9	Vysokopevnostní beton	312
Literatura		314

Vynálezem je cementový umělý kámen. První zprávy o umělém kamenném výrobku pocházejí z Řecka se zmínkou o vodovodu rovněž z umělého kamenného zdiva známém pod jménem Římanů; k jeho výrobě používali zejména křemíkovou maltu, někdy s přísadou sopečného popela. Později byly objeveny zbytky historických římských staveb, například kámeny, které přiváděly vodu z pohoří Eifel do vládního paláce Augustusovy Hadriánova valu u Říma čtení stánek Via Agrippae. Z kamene opukřitého vodovodu byly vyřezány také sloupky. Vynálezce železobetonu je francouzský inženýr. Objevením cementu jako hydraulického vázání se stal znám v mnoha zemích. Prvními zdivky z cementu byla ovšem frská znalost betonování námořního zdiva. Cement se objevil poprvé v 19. století, a to v portlandském druhu (odtud název). Prvními zdivky z cementu byly v Anglii a ve Francii. Není proto divu, že první stavební konstrukce z železobetonu je částečně francouzská. První železobetonová konstrukce byla v roce 1825 v Paříži. Byla to železobetonová konstrukce železobetonové konstrukce ve Francii J. L. Lambert (v roce 1830 most nad řekou Saône) a Fr. Coignet (v roce 1852 železobetonové střechy obytných domů). Lambert přišel v roce 1855 patent železobetonových lodí, Coignet v roce 1861 vydává knihu, v níž popisuje nejen železobetonové konstrukce, které postavil, ale i vzdáleny směrů provedené a předvídané použití betonu v neoznamovaných případech (např. u silničních vozovky). V Americe považují za objevitele železobetonu právníka T. H. Hyatta, avšak jeho objev je datován později (asi roku 1870). Vynález železobetonu dal podnět k novému způsobu stavení, předvedenému již na světové výstavě v Paříži roku 1900. Tehdy ukázal Hennebique jednoduchý a zdařilý způsob vyztužování betonu, který umožnil rychle rozšíření železobetonu po celém světě. Železobetonové tramvaje stroje bývají dodnes označovány jeho jménem. Charakteristickým znakem železobetonových konstrukcí tohoto období je monolitnost, tj. jednolitě vybetonování všech částí díla, a to nejednou do formy (bednění) na místě stavby. Byla však vymyšlena i nová speciální technologie montování staveb z továrně vyráběných dílců – prefabrikátů. Tato technologie má původ ve Francii, kde v roce 1893 získal patent na montované stroje Bousquet a Viatot. V roce 1907 byly v USA postaveny celé budovy porovnávající obě technologie; montované stavby se však tehdy neprojevily úspěšně – firmy byly nakloněny a manipulace s těžkými díly byla obtížná. Proto se montovaná technologie používala jen omezeně.

Myšlenka předjatého betonu, která je beton tlakově napětí před jeho zatížením, byla známa již na začátku dvacátého století, ale až v třicátých letech dvacátého století byla