

# OBSAH

1	ÚVOD .....	5
1.1	Výroba železa a oceli .....	5
1.2	Stavební ocelové konstrukce .....	7
1.3	Výhody a nevýhody ocelových konstrukcí .....	9
2	MATERIÁL .....	11
2.1	Železo a jeho slitiny .....	11
2.2	Soustava železo - uhlík .....	11
2.3	Výroba oceli .....	12
2.3.1	Kyslíkové konvertory .....	13
2.3.2	Martinské pece .....	13
2.3.3	Elektrické pece .....	13
2.4	Dezoxidace oceli .....	13
2.5	Tváření oceli .....	14
2.6	Tepelné zpracování oceli .....	14
2.7	Vlastnosti oceli .....	15
2.7.1	Fyzikální vlastnosti .....	15
2.7.2	Mechanické vlastnosti .....	16
2.7.3	Technologické vlastnosti .....	19
2.7.4	Vliv příměsí .....	19
2.8	Druhy ocelí .....	20
3	HUTNÍ VÝROBKY .....	25
3.1	Způsoby výroby .....	25
3.1.1	Válcování za tepla .....	25
3.1.2	Tvarování za studena .....	26
3.1.3	Odlévání .....	26
3.1.4	Kování .....	26
3.1.5	Tažení .....	26
3.1.6	Ohýbání .....	26
3.2	Hutní materiál .....	27
3.2.1	Předvalky .....	27
3.2.2	Tyče .....	27
3.2.3	Dráty .....	30
3.2.4	Plechý .....	30
3.2.5	Široká ocel .....	31
3.2.6	Pásky .....	31
3.2.7	Trubky .....	31
3.2.8	Tenkostěnné profily .....	32
3.3	Tolerance za tepla válcovaného materiálu .....	32
3.3.1	Rozměrové tolerance .....	32
3.3.2	Hmotnostní tolerance .....	32
3.3.3	Tvarová tolerance .....	33
3.3.4	Vady materiálu .....	33
3.4	Objednávání, dodávky, jakost a cena .....	33
3.5	Sortiment válcovaných výrobků .....	33
4	VÝROBA A MONTÁŽ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	34
4.1	Úvod .....	34
4.2	Dílenská výroba .....	34
4.2.1	Skladování válcovaného materiálu .....	35
4.2.2	Znamenání .....	35
4.2.3	Stříhání .....	36
4.2.4	Řezání pilami .....	36
4.2.5	Tepelné řezání .....	37
4.2.6	Hoblování .....	38
4.2.7	Frézování .....	38
4.2.8	Broušení .....	38
4.2.9	Děrování .....	38

4.2.10	Vrtání.....	38
4.2.11	Ohýbání a kování .....	39
4.2.12	Svařovna .....	40
4.2.13	Dílenská montáž.....	40
4.2.14	Ochrana proti korozi .....	40
4.2.15	Kontrola kvality .....	41
4.3	Expedice výrobků.....	42
4.4	Oprávnění k výrobě ocelových konstrukcí .....	42
4.5	Výukový film .....	42
4.6	Montáž ocelových konstrukcí na staveništi .....	42
4.7	Svařování.....	43
4.7.1	Druhy svařování.....	43
4.7.2	Svařování elektrickým obloukem.....	43
4.7.3	Svařování elektrickým odporem .....	49
4.7.4	Svařování plamenem.....	49
4.7.5	Elektrostruskové svařování .....	50
4.7.6	Přivařování trnů.....	50
4.7.7	Výroba svařovaných konstrukcí .....	51
4.8	Nýtování a šroubování.....	55
4.8.1	Nýtování .....	56
4.8.2	Šroubování .....	57
4.8.3	Konstrukční a technologické zásady pro zhotovování spojů .....	59
5	PROJEKTOVÁNÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	67
5.1	Projektová dokumentace.....	67
5.2	Výrobní dokumentace .....	70
6	ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ.....	75
6.1	Spolehlivost konstrukce.....	75
6.2	Zatížení.....	76
6.3	Únosnost.....	78
6.4	Mezní stavy.....	79
6.4.1	Mezní stav únosnosti.....	79
6.4.2	Mezní stav použitelnosti.....	80
6.5	Normy pro navrhování .....	80
6.6	Evropské normy .....	81
6.7	Navrhování podle ČSN P ENV 1993-1-1 .....	82
6.7.1	Zatížení.....	82
6.7.2	Únosnost .....	84
6.8	Navrhování podle ČSN 73 1401 .....	85
6.8.1	Zatížení.....	85
6.8.2	Únosnost .....	85
6.9	Rozdíly mezi ČSN P ENV 1993-1-1 a ČSN 73 1401 .....	85
7	TAŽENÉ PRUTY .....	86
8	TLAČENÉ PRUTY.....	91
8.1	Úvod.....	91
8.2	Stabilita ideálního prutu.....	91
8.3	Lokální stabilita .....	94
8.4	Vzpěrná délka.....	95
8.4.1	Definice pro rovinné vybočení .....	95
8.4.2	Vzpěrná délka při vybočení zkroutením .....	96
8.4.3	Vzpěrná délka v různých rovinách .....	96
8.4.4	Vzpěrné délky izolovaných prutů.....	96
8.4.5	Vzpěrné délky prutových soustav.....	98
8.4.6	Teorie 2. řádu.....	102
8.5	Účinek plastifikace materiálu .....	103
8.6	Vzpěrná pevnost skutečného prutu.....	104
8.6.1	Obecně.....	104
8.6.2	Vliv geometrických imperfekcí.....	104
8.6.3	Vliv vlastních pnutí.....	106

8.6.4	Vliv materiálové nelinearity .....	107
8.6.5	Vliv konstrukčních nepřesností .....	107
8.6.6	Souhrnný vliv všech imperfekcí.....	108
8.6.7	Imperfekce prutových soustav.....	111
8.6.8	Klasifikace ráků s posuvnými a neposuvnými styčníky .....	113
8.6.9	Vyztužené rámy .....	114
8.7	Únosnost tláčeného prutu .....	115
8.8	Členěné pruty.....	115
8.8.1	Pruty s příhradovým spojením .....	116
8.8.2	Pruty s rámovým spojením .....	117
9	OHYB.....	121
9.1	Globální analýza konstrukce .....	121
9.2	Klasifikace průřezů .....	123
9.3	Únosnost při ohybu .....	130
9.4	Ohyb ve dvou rovinách.....	133
9.5	Stabilita při ohybu.....	133
9.6	Hospodárný návrh.....	139
9.7	Průhyb a kmitání.....	142
9.8	Boulení stěn.....	143
9.8.1	Jednoduchá pokritická metoda.....	145
9.8.2	Metoda tahového pole.....	146
9.8.3	Výztuhy.....	147
9.8.4	Interakce smyku a ohybu .....	149
9.9	Lokální břemena .....	150
9.10	Montážní styky .....	151
9.11	Prolamovaný nosník.....	151
9.12	Příhradové nosníky .....	153
10	KROUCENÍ.....	156
10.1	Pruty s otevřenými průřezy.....	156
10.2	Pruty s uzavřenými průřezy .....	158
10.3	Konstrukční řešení .....	160
10.4	Plastická teorie.....	161
11	KOMBINACE NAMÁHÁNÍ .....	162
11.1	Obecně.....	162
11.2	Tah a ohyb .....	162
11.3	Tlak a ohyb .....	163
11.4	Ohyb a kroucení.....	167
11.5	Řešení ráků.....	170
12	SPOJE.....	171
12.1	Obecně.....	171
12.2	Spoje svařované .....	174
12.2.1	Koutové svary.....	174
12.2.2	Tupé svary.....	180
12.2.3	Přípoje plechu k nevyztuženým pásnicím.....	181
12.2.4	Dlouhé svary .....	182
12.3	Šroubové spoje .....	183
12.4	Spoje nýtované.....	189
12.5	Spoje čepové .....	189
12.6	Rozdělení sil mezi spojovací prostředky .....	190
12.7	Hybridní spoje.....	192
12.8	Spojení ocelové konstrukce s betonovou patkou .....	192
13	ÚNAVA .....	194
13.1	Únavový proces.....	194
13.2	Zatížení při únavě.....	195
13.3	Kumulace únavového porušení.....	197
13.4	Proměnnost namáhání.....	197
13.5	Vrby.....	198
13.6	Posuzování mnohocyklové únavy podle ČSN P ENV 1993-1-1.....	198

13.7	Zbytková životnost konstrukce .....	204
13.8	Zásady konstruování .....	205
14	OCELOBETONOVÉ KONSTRUKCE .....	207
14.1	Úvod .....	207
4.2	Materiál .....	209
14.2.1	Beton .....	209
14.2.2	Výztuž .....	209
14.2.3	Ocel .....	209
14.2.4	Spřáhovací prvky .....	209
14.3	Zásady navrhování .....	210
14.4	Mezní stav únosnosti .....	211
14.4.1	Nosníky .....	212
14.4.2	Sloupy .....	227
14.5	Mezní stav použitelnosti .....	233
14.5.1	Průhyby .....	233
14.5.2	Trhliny v betonu .....	234
14.6	Plechobetonové desky .....	234
15	TENKOSTĚNNÉ ZA STUDENA TVAROVANÉ KONSTRUKCE .....	236
15.1	Výroba tenkostěnných průřezů .....	236
15.1.1	Materiál .....	237
15.1.2	Způsob výroby .....	237
15.2	Navrhování tenkostěnných konstrukcí .....	239
15.2.1	Zpevnění materiálu .....	239
15.2.2	Lokální boulení .....	240
15.2.3	Zaoblení v rozích .....	247
15.2.4	Borcení stojin .....	248
15.2.5	Perforované profily .....	249
15.2.6	Základní případy namáhání .....	250
15.3	Spojování tenkostěnných profilů .....	254
15.3.1	Svařované spoje .....	255
15.3.2	Mechanické spoje .....	256
15.4	Tenkostěnné plošné profily .....	256
16	KOROZE .....	258
16.1	Obecně .....	258
16.2	Úprava povrchu .....	260
16.2.1	Odmaštění .....	260
16.2.2	Odstranění rzi a okují .....	260
16.3	Nátěry .....	261
16.4	Pokovování .....	262
16.5	Nerezavějící ocel .....	263
16.6	Patinující ocel .....	263
16.7	Konstrukční opatření .....	264
16.8	Ekonomika ochrany .....	272
16.9	Posuzování částečně zkorodovaných konstrukcí .....	274
17	ÚČINKY POŽÁRU .....	276
17.1	Obecně .....	276
17.2	Vlastnosti oceli při vyšších teplotách .....	276
17.3	Únosnost konstrukčních prvků při vyšší teplotě .....	279
17.4	Ochrana proti požáru .....	281
18	KONSTRUKCE Z LEHKÝCH SLITIN .....	288
18.1	Výroba hliníku .....	288
18.2	Slitiny hliníku .....	288
18.3	Výroba profilů .....	289
18.4	Spojování .....	289
18.5	Zásady navrhování .....	290
18.6	Výhody a nevýhody konstrukcí z lehkých slitin .....	290