

OBSAH

1 Úvod	11
2 Technické normy v teorii konstrukcí	13
2.1 Obecně k normám	13
2.2 Eurokódy	13
3 Geometrické a statické charakteristiky průřezů	15
3.1 Pojem průřezu	15
3.2 Soustavy souřadnic bodů průřezu	18
3.2.1 Soustava kartézských souřadnic ($O; z, y$)	18
3.2.2 Soustava polárních souřadnic ($B; a, \varphi$)	19
3.2.3 Soustava výsečových souřadnic ($B, M_0; \omega$)	19
3.2.3.1 Poznámky k odečítání výsečových souřadnic	20
3.3 Hlavní body a hlavní osy roviny průřezu. Definice	22
3.3.1 Těžiště G	22
3.3.2 Hlavní osy setrvačnosti y, z	22
3.3.3 Střed smyku S	23
3.3.4 Hlavní nulový bod M_0	23
3.4 Statické veličiny kompaktních průřezů	24
3.4.1 Plocha A	24
3.4.2 Statické momenty S_y, S_z	24
3.4.3 Deviační moment D_{yz}	26
3.4.4 Momenty setrvačnosti I_y, I_z	26
3.4.5 Poloměry setrvačnosti i_y, i_z	32
3.4.6 Průřezové moduly W_y, W_z	32
3.4.6.1 Pružné průřezové moduly $W_{el,y}, W_{el,z}$	32
3.4.6.2 Plastické průřezové moduly $W_{pl,y}, W_{pl,z}$	33
3.4.6.3 Pružnoplastický průřezový modul $W_{ep,y}$	38
3.4.7 Smykové plochy A_{vz}, A_{vy}	39
3.4.8 Polární moment setrvačnosti I_p	44
3.4.9 Polární poloměr setrvačnosti i_p	45
3.4.10 Moment tuhosti v prostém kroucení I_t	45
3.4.11 Průřezový modul v prostém kroucení W_t	48
3.4.12 Výsečový statický moment S_ω	52
3.4.13 Výsečové deviační momenty $D_{\omega y}, D_{\omega z}$	52
3.4.14 Výsečový moment setrvačnosti I_w	53
3.4.15 Součinitel nesymetrie z_j	56
3.5 Hlavní body a hlavní osy roviny průřezu. Určení polohy	57
3.5.1 Těžiště G	58
3.5.2 Hlavní osy setrvačnosti y, z	59
3.5.3 Střed smyku S	61
3.5.4 Hlavní nulový bod M_0	62
3.6 Statické veličiny štíhlých průřezů	63
3.6.1 Účinná plocha A_{eff}	64
3.6.2 Posunutí těžišťových os $e_{N,y}, e_{N,z}$	65

3.6.3	Účinné momenty setrvačnosti $I_{eff,y}, I_{eff,z}$	66
3.6.4	Účinné průřezové moduly $W_{eff,y}, W_{eff,z}$	68
4	Hutní výrobky a spojovací prostředky	69
4.1	Hutní výrobky.....	69
4.1.1	Přehled typů vývalků.....	69
4.1.1.1	Tyče jednoduchého průřezu.....	69
4.1.1.2	Široká ocel a plechy.....	69
4.1.1.3	Tyče tvarového průřezu.....	70
4.1.1.4	Trubky.....	72
4.1.2	Tabulky hodnot průřezových veličin vývalků, úpalků a svařenců.....	73
	Tab. 4.1 – Kruhové tyče podle ČSN EN 10060.....	74
	Tab. 4.2 – Čtvercové tyče podle ČSN EN 10059.....	76
	Tab. 4.3 – Ploché tyče podle ČSN EN 10058.....	78
	Tab. 4.4 – Široká ocel podle ČSN 42 5524.....	84
	Tab. 4.5 – Plechy tlusté podle ČSN 42 5310.....	96
	Tab. 4.6 – Rovnoramenné úhelníky podle ČSN 42 5541.....	98
	Tab. 4.7 – Rovnoramenné úhelníky podle ČSN EN 10056-1.....	104
	Tab. 4.8 – Nerovnoramenné úhelníky podle ČSN 42 5545.....	108
	Tab. 4.9 – Nerovnoramenné úhelníky podle ČSN EN 10056-1.....	114
	Tab. 4.10 – Tyče průřezu T podle ČSN 42 5580.....	124
	Tab. 4.11 – Tyče průřezu T podle ČSN EN 10055.....	126
	Tab. 4.12 – Tyče průřezu I podle ČSN 42 5550.....	128
	Tab. 4.13 – Tyče průřezu IPE podle ČSN 42 5553.....	130
	Tab. 4.14 – Tyče průřezu HE A podle DIN 1025-3.....	132
	Tab. 4.15 – Tyče průřezu HE B podle DIN 1025-2.....	134
	Tab. 4.16 – Tyče průřezu HE M podle DIN 1025-4.....	136
	Tab. 4.17 – Tyče průřezu U podle ČSN 42 5570.....	138
	Tab. 4.18 – Tyče průřezu UPE podle ČSN 42 5572.....	140
	Tab. 4.19 – Tyče průřezu UPE podle DIN 1026-2.....	142
	Tab. 4.20 – Trubky kruhového průřezu podle ČSN 42 5715.....	144
	Tab. 4.21 – Trubky kruhového průřezu podle ČSN EN 10210-2.....	164
	Tab. 4.22 – Trubky čtvercového průřezu podle ČSN 42 5720.....	174
	Tab. 4.23 – Trubky čtvercového průřezu podle ČSN EN 10210-2.....	178
	Tab. 4.24 – Trubky obdélníkového průřezu podle ČSN 42 5720.....	186
	Tab. 4.25 – Trubky obdélníkového průřezu podle ČSN EN 10210-2.....	190
	Tab. 4.26 – Úpalky tyčí I.....	200
	Tab. 4.27 – Úpalky tyčí IPE.....	202
	Tab. 4.28 – Úpalky tyčí HE A.....	204
	Tab. 4.29 – Úpalky tyčí HE B.....	206
	Tab. 4.30 – Úpalky tyčí HE M.....	208
	Tab. 4.31 – Svařované dvojose symetrické průřezy I.....	210
4.1.3	Označování hutních výrobků.....	244
4.2	Šrouby, matice a podložky.....	246
4.2.1	Závity.....	246
4.2.2	Přehled šroubů, matic a podložek.....	247
4.2.3	Sestavy spojovacích prostředků.....	272
4.2.4	Geometrické charakteristiky šroubových sestav.....	273
4.2.5	Označování spojovacích prostředků v šroubových spojích.....	274

4.3	Svařování	277
4.3.1	Druhy svarů	277
4.3.1.1	Rozdělení podle polohy svarových ploch.....	277
4.3.1.2	Rozdělení podle tvaru povrchu.....	279
4.3.1.3	Rozdělení podle spojitosti.....	279
4.3.2	Příprava svarových ploch	280
4.3.3	Označování svarů na výkresech.....	287
5	Principy navrhování z hlediska spolehlivosti	295
6	Zatížení	299
6.1	Všeobecně.....	299
6.2	Vztahy mezi zatíženími	300
6.3	Klasifikace zatížení	300
6.4	Kombinace zatížení	300
6.4.1	Kombinace zatížení pro mezní stavy únosnosti (kromě únavy).....	301
6.4.2	Kombinace zatížení pro mezní stavy použitelnosti	303
6.5	Účinky zatížení	304
7	Materiály	305
7.1	Druhy materiálů	305
7.1.1	Základní materiály	305
7.1.1.1	Požadované vlastnosti.....	305
7.1.1.2	Doporučené základní materiály	307
7.1.1.3	Označování ocelí	308
7.1.1.4	Volba jakostního stupně oceli.....	308
7.1.2	Výchozí materiály pro šrouby	310
7.1.3	Přídavné materiály pro svařování	311
7.2	Výpočtové charakteristiky materiálů.....	312
7.2.1	Fyzikální veličiny oceli.....	312
7.2.2	Pevnostní veličiny základních materiálů	312
7.2.3	Pevnostní veličiny materiálů pro šrouby	314
7.2.4	Pevnostní veličiny svarových kovů	314
7.2.5	Dílčí součinitele spolehlivosti materiálu	314
8	Základní případy namáhání	317
8.1	Všeobecně.....	317
8.1.1	K posuzování průřezů.....	317
8.1.1.1	Klasifikace průřezů	317
8.1.1.2	Vlastnosti průřezu, otázka oslabení průřezu.....	318
8.1.1.3	Konzervativní metoda posouzení	319
8.1.2	K výpočtu vnitřních sil	324
8.2	Tažené a tlačené pruty	325
8.2.1	Pružný stav napětí.....	326
8.2.2	Pružnostní a plasticitní metoda posouzení.....	327

8.3	Ohýbané pruty	328
8.3.1	Pružný stav napětí.....	330
8.3.2	Pružnostní a plasticitní metoda posouzení.....	332
8.4	Kroucené pruty	338
8.4.1	Prosté kroucení	340
8.4.1.1	Pružný stav napětí.....	340
8.4.1.2	Pružnostní a plasticitní metoda posouzení.....	342
8.4.2	Složené kroucení.....	342
8.4.2.1	Pružný stav napětí.....	343
8.4.2.2	Přibližná metoda výpočtu vnitřních sil	346
8.4.2.3	Pružnostní a plasticitní metoda posouzení.....	347
8.5	Složené namáhání prutů.....	348
8.5.1	Pružný stav napětí.....	350
8.5.2	Pružnostní a plasticitní metoda posouzení.....	350
8.6	Příčně zatížené stojiny	356
8.6.1	Pružný stav napětí.....	356
8.6.2	Pružnostní a plasticitní metoda posouzení.....	357
8.7	Oslabené oblasti šroubových spojů	360
8.7.1	Pruty s třecími spoji	360
8.7.2	Úhelníky připojené jednou přírubou.....	360
8.7.3	Vytržení skupiny šroubů.....	362
8.8	Soustředěný tlak a tření v ložiskách	363
8.8.1	Soustředěný tlak.....	363
8.8.1.1	Pružný stav napětí.....	363
8.8.1.2	Plasticitní metoda posouzení	364
8.8.2	Tření.....	365
9	Únosnost stěn při boulení	367
9.1	Všeobecně.....	367
9.2	Namáhání tlakem a ohybem	369
9.2.1	Kritické napětí, poměrná štíhlost a součinitel boulení.....	369
9.2.2	Únosnost a posouzení	373
9.2.3	Případy nevyžadující posouzení na boulení	376
9.3	Namáhání smykem	377
9.3.1	Kritické napětí, poměrná štíhlost a součinitel boulení.....	377
9.3.2	Únosnost a posouzení	378
9.3.3	Případy nevyžadující posouzení na boulení	381
9.4	Namáhání příčným zatížením mimo výztuhu.....	381
9.4.1	Kritická síla, poměrná štíhlost a součinitel boulení.....	382
9.4.2	Únosnost a posouzení	384
9.4.3	Případy nevyžadující posouzení na boulení	384
9.5	Složené namáhání	385
9.6	Příčné výztuhy stojin	387
9.6.1	Nezbytnost příčného vyztužení.....	387
9.6.2	Účinný průřez výztuh	387
9.6.3	Posouzení na tuhost	389
9.6.4	Posouzení na pevnost.....	391
9.6.4.1	Vzpěr.....	391
9.6.4.2	Prostá pevnost.....	393

9.7	Podepření tlačené pásnice stojinou	393
10	Vzpěrná únosnost celistvých prutů	395
10.1	Všeobecně	395
10.2	Vzpěrný tlak	395
10.2.1	Pruty s konstantním průřezem a konstantní osovou silou	395
10.2.1.1	Výpočet podle teorie 2. řádu	395
10.2.1.2	Výpočet podle teorie 1. řádu	399
10.2.2	Obecnější případy vzpěrného tlaku	407
10.2.2.1	Pruty proměnného průřezu	407
10.2.2.2	Pruty s proměnnou osovou silou	409
10.2.3	Mezní štíhlosti prutů	410
10.2.4	Případy nevyžadující posouzení na vzpěr	410
10.3	Klopení nosníků	410
10.3.1	Volné klopení nosníků s tuhým příčným řezem	410
10.3.1.1	Kritický moment podle eurokódu	416
10.3.1.2	Kritický moment a štíhlost podle původní české normy	424
10.3.2	Obecnější případy klopení	430
10.3.2.1	Nosníky s netuhým příčným řezem	430
10.3.2.2	Vázané klopení	431
10.3.3	Případy nevyžadující posouzení na klopení	432
10.4	Vzpěr při složeném namáhání	432
10.4.1	Pruty tažené a ohýbané	433
10.4.2	Pruty tlačené a ohýbané	433
10.4.2.1	Výpočet ve smyslu eurokódu	433
10.4.2.2	Výpočet ve smyslu původní české normy	437
11	Vzpěrná únosnost členěných prutů	441
11.1	Všeobecně	441
11.2	Vzpěr při dostředném tlaku	441
11.2.1	Členěné pruty se dvěma rovnoběžnými dílčími pruty	441
11.2.1.1	Ohybová tuhost	446
11.2.1.2	Smyková tuhost	448
11.2.1.3	Výpočet ohybem namáhaného pole	449
11.2.1.4	Výpočet smykem namáhaného pole	451
11.2.2	Zvláštní případy členěných prutů	454
11.2.2.1	Čtyřboké členěné pruty	454
11.2.2.2	Trojboké členěné pruty	454
11.2.2.3	Křížové členěné pruty	454
11.2.3	Mezní štíhlosti prutů	456
11.3	Vzpěr při složeném namáhání	457
11.3.1	Vybočení kolmo k nehmotné ose	457
11.3.2	Vybočení kolmo k hmotné ose	459
12	Spoje	461
12.1	Šroubové spoje	461
12.1.1	Druhy šroubových spojů	461

12.1.2	Únosnosti a posouzení.....	463
12.1.3	Rozdělení sil ve spoji.....	476
12.1.3.1	Dostředná síla působící v rovině spoje.....	476
12.1.3.2	Moment působící v rovině spoje.....	481
12.1.3.3	Dostředná tahová síla působící kolmo k rovině spoje.....	482
12.1.3.4	Moment působící kolmo k rovině spoje.....	482
12.1.3.5	Páčení šroubů.....	484
12.1.3.6	Skupina šroubů zatížená obecně působící silou.....	485
12.1.4	Pokyny pro konstruování a poznámky k provádění.....	486
12.1.4.1	Obecné pokyny.....	486
12.1.4.2	Sestavy spojovacích prostředků.....	487
12.1.4.3	Díry pro šrouby.....	488
12.1.4.4	Geometrie spojů.....	489
12.1.4.5	Rozteče a vzdálenosti šroubů od konců a okrajů.....	489
12.1.4.6	Jednostřížné přeplátované spoje s jedním šroubem.....	489
12.1.4.7	Dlouhé spoje.....	492
12.1.4.8	Spoje s vložkami.....	492
12.1.4.9	Styky s příložkami.....	493
12.1.4.10	Přípojné úhelníky.....	493
12.2	Čepové spoje.....	494
12.2.1	Pojem a funkce čepových spojů.....	494
12.2.2	Návrh čepových desek.....	494
12.2.3	Návrh čepů.....	496
12.3	Svarové spoje.....	498
12.3.1	Druhy svarů a svarových spojů.....	498
12.3.2	Únosnosti a posouzení.....	501
12.3.2.1	Účinný průřez svarů.....	501
12.3.2.2	Metody posouzení svarů.....	505
12.3.3	Rozdělení sil ve spoji.....	508
12.3.3.1	Namáhání skupiny svarů.....	508
12.3.3.2	Namáhání jednotlivého svaru.....	512
12.3.3.3	Spoje bočními koutovými svary.....	512
12.3.3.4	Přípoje plechu k nevyztuženým pásnicím.....	513
12.3.3.5	Místní excentricita u jednostranných koutových a jednostranných částečně provařených tupých svarů.....	514
12.3.4	Jednoduché spoje.....	515
12.3.4.1	Styk profilu tupými svary.....	515
12.3.4.2	Přeplátovaný spoj namáhaný dostřednou silou v rovině spoje.....	516
12.3.4.3	Přípoj ohýbaného I profilu.....	517
12.3.4.4	Přípoj taženého (nebo tlačného) úhelníku.....	518
12.3.4.5	Přeplátovaný spoj namáhaný momentem v rovině spoje.....	522
12.3.4.6	Krční svary plnostěnného nosníku.....	525
12.3.5	Pokyny pro konstruování a poznámky k provádění.....	527
12.3.5.1	Obecné pokyny.....	527
12.3.5.2	Svary.....	527
12.3.5.3	Uspořádání spojů.....	529
12.3.5.4	Dlouhé spoje.....	529
12.3.5.5	Svarová pnutí a deformace.....	530

12.3.5.6	Montážní styky svařovaných nosníků	530
12.3.5.7	Lamelární praskavost.....	531
12.4	Hybridní spoje	534
12.5	Kontaktní spoje.....	534

13 Kotvení do základů

13.1	Druhy kotvení.....	535
13.2	Materiály základů	536
13.3	Únosnosti a posouzení.....	537
13.3.1	Přenos tahu kotevními šrouby	537
13.3.1.1	Přetržení šroubu.....	537
13.3.1.2	Uvolnění šroubu	537
13.3.1.3	Vytržení kužele betonu ze základu.....	538
13.3.1.4	Posouzení.....	540
13.3.2	Konstrukční uspořádání zabetonovaných a lepených šroubů.....	540
13.3.2.1	Šrouby opatřené hákem	540
13.3.2.2	Šrouby s kotevní hlavou	540
13.3.2.3	Šrouby lepené ve vrtaných kanálech	540
13.3.3	Přenos tahu závlači nebo roštem	544
13.3.3.1	Únosnost závlače pro jeden kotevní šroub	544
13.3.3.2	Únosnost roštu pro jeden kotevní šroub	545
13.3.3.3	Únosnost závlače pro více kotevních šroubů	547
13.3.3.4	Únosnost roštu pro více kotevních šroubů	548
13.3.3.5	Únosnost závlače nebo roštu společného dvěma kotevními kanálům	549
13.3.3.6	Posouzení.....	549
13.3.4	Konstrukční uspořádání závlači a roštů.....	550
13.3.4.1	Závlače	550
13.3.4.2	Rošty.....	551
13.3.5	Přenos tlaku patním plechem.....	553
13.3.5.1	Drcení betonu pod patním plechem.....	553
13.3.5.2	Ohybové porušení patního plechu	554
13.3.5.3	Posouzení.....	555
13.3.6	Přenos smyku třením	555
13.4	Rozdělení sil v patní spáře.....	556
13.5	Pokyny pro konstruování a poznámky k provádění	559
13.5.1	Obecné pokyny	559
13.5.2	Kotevní šrouby	559
13.5.3	Úchylnky osazení šroubů, rozteče šroubů, díry pro šrouby	559
13.5.4	Montážní podložky, podlití	560
13.5.5	Kotevní kanály, zalití.....	561
13.5.6	Kotevní příčníky	562

14 Přetvoření konstrukcí

14.1	Všeobecně.....	563
14.2	Mezní hodnoty přetvoření	563

15	Příklady výpočtu	567
15.1	Spoje	567
	Příklad 1 – Šroubový styk taženého prutu	567
	Příklad 2 – Šroubový spoj namáhaný silou a momentem v rovině spoje	569
	Příklad 3 – Šroubový přípoj konzoly	573
	Příklad 4 – Třecí přípoj taženého prutu	575
	Příklad 5 – Třecí přípoj konzoly	577
	Příklad 6 – Třecí styk ohýbaného nosníku	581
	Příklad 7 – Svarový styk taženého prutu	584
	Příklad 8 – Svarový přípoj taženého prutu	585
	Příklad 9 – Svarový přípoj úhelníku ke styčnickovému plechu	587
	Příklad 10 – Svarový přípoj konzoly	589
15.2	Základní případy namáhání	591
	Příklad 11 – Průřezové charakteristiky	591
	Příklad 12 – Rovinný ohyb	598
	Příklad 13 – Šikmý ohyb s kroucením	601
15.3	Vzpěr prutů a klopení nosníků	607
	Příklad 14 – Vzpěr celistvého prutu s uzavřeným průřezem	607
	Příklad 15 – Vzpěr celistvého prutu s otevřeným dvojose symetrickým průřezem	609
	Příklad 16 – Vzpěr celistvého prutu s otevřeným jednoose symetrickým průřezem	612
	Příklad 17 – Vzpěr celistvého prutu s otevřeným nesymetrickým průřezem	615
	Příklad 18 – Vzpěr členěného prutu s příhradovým spojením	618
	Příklad 19 – Vzpěr členěného prutu s rámovým spojením	626
	Příklad 20 – Klopení nosníku s dvojose symetrickým průřezem	634
	Příklad 21 – Klopení nosníku s průřezem 1. kategorie	637
16	Přílohy	641
A	Silové a přetvárné veličiny nosníků	641
	A.1 Konzola, prostý a vetknutý nosník	641
	A.2 Spojité nosníky	651
B	Vzpěrné délky prutů	664
	B.1 Příhradové nosníky	664
	B.1.1 Pruty pásu	664
	B.1.2 Výplňové pruty	664
	B.1.3 Pruty s proměnnou osovou silou	665
	B.1.4 Zatížení podružné svislice	666
	B.2 Zkřížené pruty	666
	B.3 Rámy	667
	B.4 Sloupy hal odstupňovaného průřezu	672
	B.5 Sloupy rámu patrových budov	678
C	Součinitele vzpěrnosti a klopení	683
Literatura	693