

Obsah

Předmluva	11
Použitá symbolika	13
I. Deformace prutových konstrukcí	19
1. Přetvoření rovinných staticky určitých prutových konstrukcí	21
1.1. Přetvoření rovinných plnostěnných nosníků z principu virtuálních prací . . .	22
1.1.1. Pojem virtuálního přetvoření, zatížení a virtuální práce	23
1.1.2. Virtuální práce vnějších sil	24
1.1.3. Virtuální práce vnitřních sil	25
1.1.4. Princip virtuálních prací	28
1.1.5. Bettiho věta o vzájemnosti virtuálních prací	29
1.1.6. Maxwellova věta	30
1.1.7. Výpočet posunutí a pootočení průřezu nosníku. Metoda jednotkových sil	31
1.1.8. Vereščaginovo pravidlo	33
1.1.9. Ilustrující příklady	34
1.2. Ohybová čára plnostěnného nosníku	42
1.2.1. Odvození diferenciální rovnice ohybové čáry	42
1.2.2. Integrace diferenciální rovnice ohybové čáry	44
1.2.3. Tabelární uspořádání vztahů pro deformační veličiny nosníku . . .	47
1.2.4. Ilustrující příklady	47
1.3. Mohrova metoda	56
1.4. Příčinkové čáry deformačních veličin plnostěnného nosníku	59
1.4.1. Příčinková čára posunutí průřezu.	59
1.4.2. Příčinková čára pootočení průřezu	60
1.4.3. Rovnice příčinkových čar deformačních veličin prostého nosníku	60
1.5. Přetvoření rovinných příhradových nosníků	62
1.5.1. Výpočet posunutí styčnicku metodou jednotkových sil	63

1.5.2.	Ohybová čára příhradového nosníku	66
--------	---	----

2. Přetvoření prostorových staticky určitých prutových konstrukcí 69

2.1.	Přetvoření prostorových plnostěnných nosníků	69
2.1.1.	Výpočet posunutí a pootočení průřezu nosníku metodou jednotkových sil	69
2.2.	Přetvoření prostorových kloubových prutových soustav	73
2.2.1.	Výpočet posunutí styčnicku metodou jednotkových sil	73

II. Staticky neurčité prutové konstrukce. Silová metoda 77

3. Úvod do řešení rovinných staticky neurčitých prutových konstrukcí 79

3.1.	Metody řešení staticky neurčitých konstrukcí	79
3.2.	Rovinná staticky neurčitá prutová soustava	80
3.2.1.	Statická určitost, pře určitost a neurčitost	80
3.2.2.	Stupeň statické neurčitosti	81
3.3.	Rovinná staticky neurčitá kloubová prutová soustava	82
3.3.1.	Statická určitost, pře určitost a neurčitost	82
3.3.2.	Stupeň statické neurčitosti	83
3.4.	Podstata silové metody	84

4. Jednoduchý staticky neurčitý plnostěnný nosník 87

4.1.	Oboustranně dokonale vetknutý nosník	87
4.2.	Další případy podepření jednoduchého staticky neurčitého nosníku.	94
4.2.1.	Jednostranně vetknutý nosník s pevným kloubem	94
4.2.2.	Jednostranně vetknutý nosník s posuvným kloubem.	96
4.2.3.	Vetknutý nosník s převislým koncem	97
4.2.4.	Dvojklobový nosník.	98
4.3.	Vetknutý nosník s náběhy	98
4.4.	Deformační zatížení vetknutého nosníku	102
4.4.1.	Rovnoměrná změna teploty	102
4.4.2.	Nerovnoměrná změna teploty	103
4.4.3.	Popuštění podpor nosníku.	104
4.5.	Příčinkové čáry vetknutého nosníku	107
4.5.1.	Oboustranně dokonale vetknutý nosník.	107
4.5.2.	Jednostranně dokonale vetknutý nosník.	111

5. Spojitý plnostěnný nosník 115

5.1.	Základní pojmy	115
5.2.	Řešení spojitého nosníku metodou třímomentových rovnic	116

5.2.1.	Odvození třímomentové rovnice	116
5.2.2.	Zvláštní tvary třímomentových rovnic	119
5.3.	Stanovení statických veličin spojitého nosníku z podporových momentů	121
5.3.1.	Posouvající síla V_x	121
5.3.2.	Ohybový moment M_x	122
5.3.3.	Podporová reakce R_b posuvného kloubu b	122
5.4.	Souměrný spojitý nosník	122
5.4.1.	Pojem souměrného spojitého nosníku.	122
5.4.2.	Symetrické a antisymetrické zatížení	123
5.4.3.	Symetrické a antisymetrické veličiny	123
5.4.4.	Využití symetrie spojitého nosníku	125
5.5.	Numerické příklady	126
5.6.	Pohyblivé zatížení spojitého nosníku	135
5.6.1.	Příčinkové čáry statických veličin	135
5.6.2.	Příčinkové čáry deformačních veličin	142
5.7.	Spojitý nosník na pružných podporách	143
5.7.1.	Odvození pětímomentové rovnice	143
6.	Rovinný rám	149
6.1.	Základní pojmy	149
6.2.	Rozdělení rovinných ráků	150
6.3.	Metody řešení rovinných ráků	150
6.4.	Silová metoda	151
6.4.1.	Podstata metody	151
6.4.2.	Jednoduchý uzavřený rám.	160
6.4.3.	Vliv změny teploty rovinného ráku	162
6.4.4.	Vliv popuštění podpor ráku.	166
6.4.5.	Souměrný rovinný rám	169
7.	Rovinný oblouk	173
7.1.	Základní pojmy a předpoklady	173
7.1.1.	Střednice rovinného oblouku	174
7.1.2.	Proměnnost průřezu oblouku	175
7.1.3.	Stupeň statické neurčitosti oblouku	175
7.2.	Vnitřní síly a deformace prostého zakřiveného nosníku	176
7.3.	Oboustranně vetknutý oblouk	178
7.3.1.	Rovnoměrná a nerovnoměrná změna teploty oblouku	180
7.3.2.	Popuštění podpor oblouku	181
7.3.3.	Numerické příklady	181
7.4.	Dvojklobový oblouk	184
8.	Rovinný staticky neurčitý příhradový nosník	191
8.1.	Příhradový nosník zevně staticky neurčitý	191

8.1.1.	Vliv změny teploty	194
8.1.2.	Vliv popuštění podpor.	194
8.1.3.	Volba průřezových ploch prutů	194
8.2.	Příhradový nosník vnitřně staticky neurčitý.	197
8.3.	Příhradový nosník zevně i vnitřně staticky neurčitý	200
8.4.	Příčinkové čáry staticky neurčitých příhradových nosníků	202

9. Prostorový rám 205

9.1.	Základní pojmy	205
9.2.	Stupeň statické neurčitosti.	206
9.3.	Jednoduchý staticky neurčitý přímý nosník s prostorovým zatížením . . .	207
9.3.1.	Oboustranně vetknutý nosník s krutovým zatížením	208
9.4.	Jednoduchý prostorový rám	210
9.5.	Příčně zatížený rovinný rám.	214
9.6.	Rošt	218
9.6.1.	Statický model roštu.	219

III. Deformační metoda 223

10. Úvod do řešení rovinných prutových konstrukcí deformační metodou 225

10.1.	Výpočtový model rovinné prutové soustavy	225
10.2.	Podstata deformační metody	229
10.2.1.	Obecná deformační metoda	229
10.2.2.	Zjednodušená deformační metoda	233

11. Obecná deformační metoda pro rovinné prutové konstrukce 237

11.1.	Princip obecné deformační metody	237
11.1.1.	Uzlové účinky	238
11.1.2.	Podmínky rovnováhy uzlů	239
11.1.3.	Vyjádření koncových sil pomocí parametrů deformace	241
11.1.4.	Globální vektory prutové soustavy	245
11.1.5.	Jiná varianta globálních vektorů	246
11.2.	Analýza prutu	246
11.2.1.	Analýza přímého prutu	249
11.2.2.	Prut oboustranně monoliticky připojený	250
11.2.3.	Prut jednostranně kloubově připojený	255
11.2.4.	Prut oboustranně kloubově připojený	259
11.2.5.	Prut konzolový	260
11.2.6.	Prut konstantního průřezu	261
11.2.7.	Prut s přímkovým náběhem	264

11.2.8.	Výpočet koncových sil a průběhy vnitřních sil	266
11.2.9.	Transformace do globálního souřadnicového systému	266
11.2.10.	Vliv nerovnoměrné změny teploty	272
11.2.11.	Dané nepružné přemístění podpor	275
11.2.12.	Analýza zakřiveného prutu	276
11.3.	Analýza prutové soustavy	280
11.3.1.	Globální objekty prutu	280
11.3.2.	Soustava rovnic	281
11.3.3.	Lokalizace a sestavení soustavy rovnic	282
11.3.4.	Dokončení řešení prutů	284
11.3.5.	Výpočet reakcí a kontrola řešení	285
11.3.6.	Jiný tvar globálních objektů prutu.	286
11.4.	Numerické příklady	288
11.4.1.	Postup řešení prutové soustavy obecnou deformační metodou	288
11.4.2.	Kosoúhlý rám	290
11.4.3.	Pravoúhlý rám.	300
11.4.4.	Spojité nosník	304
11.4.5.	Konzolový nosník	307
11.4.6.	Nosník s vnitřním kloubem	309
11.4.7.	Nosník s přímkovým náběhem	312
11.4.8.	Deformační zatížení rámu.	315
11.4.9.	Příhradový nosník	319

12. Zjednodušená deformační metoda pro rovinné prutové konstrukce

325

12.1.	Základní deformačně určená soustava	325
12.2.	Koncové účinky prutu. Znaménková konvence.	327
12.3.	Koncové momenty oboustranně upnutého prutu	328
12.4.	Koncové momenty kloubově připojeného prutu	332
12.5.	Prut stálého průřezu	335
12.6.	Vnitřní síly přímého prutu.	336
12.6.1.	Ohybový moment M_x	336
12.6.2.	Posouvající síla V_x	336
12.6.3.	Normálová síla N_x	337
12.7.	Styčnická rovnice	339
12.8.	Patrová rovnice	340
12.8.1.	Základní tvary patrových rovnic	340
12.8.2.	Některé další tvary patrových rovnic	344
12.9.	Postup řešení rovinného rámu zjednodušenou deformační metodou	345
12.9.1.	Ilustrující numerický příklad	346
12.10.	Symetrické rámové konstrukce	356
12.10.1.	Symetrické zatížení rámu	356
12.10.2.	Antimetrické zatížení rámu	358

12.10.3. Výsledné účinky od obecného zatížení rámu	359
12.11. Vliv změny teploty	359
12.11.1. Rovnoměrná změna teploty	359
12.11.2. Nerovnoměrná změna teploty	365
12.12. Vliv daných nepružných přemístění podpor	368
12.13. Vliv pružně poddajných připojení prutů	371
12.14. Numerické příklady	373
13. Obecná deformační metoda pro prostorové prutové konstrukce	379
13.1. Výpočtový model	379
13.2. Přímý prut oboustranně monoliticky připojený	381
13.3. Výpočet koncových sil	385
13.4. Transformace do globálního souřadnicového systému	385
13.5. Prut oboustranně kloubově připojený	388
13.6. Prut roštového typu	388
IV. Závěrečná část	393
14. Tabulky	395
Použitá literatura	421
Rejstřík	425