

## PŘEDMLUVA

1. POHYBLIVÉ ZATÍŽENÍ STATICKY URČITÝCH ROVINNÝCH NOSNÍKŮ .....	4
1.1. Příčinkové čáry statických veličin plnostěnných nosníků za přímého zatížení .....	4
1.1.1. Pojem a definice příčinkové čáry .....	4
1.1.2. Metody řešení příčinkových čar .....	4
1.1.3. Kinematická definice a tvar příčinkových čar .....	5
1.1.4. Vyhodnocení příčinkových čar pro stálé zatížení .....	5
1.1.4.1. Jediné břemeno $F$ .....	5
1.1.4.2. Soustava osamělých břemen $F_1, F_2, \dots, F_n$ .....	5
1.1.4.3. Spojité rovnoměrné příčné zatížení .....	5
1.1.4.4. Spojité nerovnoměrné příčné zatížení .....	6
1.1.5. Vyhodnocení příčinkových čar pro pohyblivé zatížení .....	6
1.1.5.1. Jedno pohyblivé břemeno $F$ .....	6
1.1.5.2. Dvě pohyblivá břemena $F_1, F_2$ .....	6
1.1.5.3. Soustava břemen $F_1, F_2, \dots, F_n$ s pevnými vzájemnými vzdálenostmi .....	6
1.1.5.4. Částečné rovnoměrné příčné zatížení $q$ na délce $d$ ....	7
1.1.5.5. Dvě částečná rovnoměrná příčná zatížení .....	7
1.1.5.6. Rovnoměrné příčné zatížení $q$ na libovolné délce ....	7
1.1.6. Příčinkové čáry prostého nosníku .....	7
1.1.6.1. Analytická metoda .....	7
1.1.6.2. Kinematická metoda .....	9
1.1.7. Příčinkové čáry konzoly .....	14
1.1.8. Příčinkové čáry prostého nosníku s převislými konci .....	16
1.1.9. Příčinkové čáry šikmého nosníku .....	17
1.1.9.1. Šikmý prostý nosník .....	17
1.1.9.2. Šikmý konzolový nosník .....	20
1.1.10. Složené rovinné nosíkové soustavy .....	20
1.1.10.1. Příčinkové čáry Gerberova nosníku .....	20
1.1.10.2. Příčinkové čáry trojúhelníkového oblouku - nosníku bez táhla .....	24
1.2. Podrobný rozbor účinků pohyblivého přímého zatížení na prostém nosníku .....	30
1.2.1. Soustava břemen $F_1, F_2, \dots, F_n$ s pevnými vzájemnými vzdálenostmi .....	30
1.2.1.1. $\max M_x$ v daném průřezu $x$ . Winklerovo kritérium ...	30
1.2.1.2. $\max M_{F_k}$ pod daným břemenem $F_k$ . Břemenové kritérium .....	33
1.2.1.3. Největší ohybový moment na prostém nosníku $\max \max M$ . Šolínovo kritérium .....	36
1.2.1.4. Čára maximálních ohybových momentů $\max M$ .....	38
1.2.1.5. Přibližná čára $\max M$ .....	41
1.2.1.6. Kritérium $\max T_x$ .....	42
1.2.1.7. Čára $\max T$ resp. $\min T$ .....	44
1.2.2. Rovnoměrné zatížení $q$ .....	45
1.2.2.1. Čára $\max M$ a čára současných posouvajících sil $T_m$ ..	45
1.2.2.2. Čáry $\max T$ a $\min T$ .....	46

1.3. Příčinkové čáry statických veličin plošných nosníků za nepřímého zatížení .....	47
1.3.1. Tvar příčinkových čar .....	47
1.3.2. Postup při sestrojování příčinkových čar .....	48
1.3.3. Vyhodnocení příčinkových čar. Rozšířené Winklerovo kritérium ..	48
1.3.4. Příčinkové čáry prostého nosníku .....	49
1.3.5. Příčinkové čáry konzoly .....	51
1.3.6. Příčinkové čáry prostého nosníku s převislými konci .....	51
1.4. Příčinkové čáry osových sil prutů rovinných kloubových prutových soustav - příhradových nosníků .....	52
1.4.1. Metody řešení příčinkových čar .....	52
1.4.2. Kinematická definice a tvar příčinkové čáry osových sil prutu ..	52
1.4.3. Podstata řešení příčinkových čar osových sil prutů pomocí vzorců .....	53
1.4.3.1. Sestrojení příčinkové čáry osových sil prutu N prostého příhradového nosníku pomocí úseků $N^I$ a $N^{II}$ .....	54
1.4.4. Vyhodnocení příčinkových čar osových sil prutů .....	55
1.4.5. Prostý příhradový nosník .....	55
1.4.6. Konzolový příhradový nosník .....	63
1.4.7. Prostý příhradový nosník s převislými konci .....	66
1.4.8. Složené příhradové soustavy .....	68
1.4.8.1. Příhradový nosník Gerberův .....	68
1.4.8.2. Trojkloubový příhradový oblouk .....	71
2. PŘETVOŘENÍ ROVINNÝCH STATICKY URČITÝCH PRUTOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	74
2.1. Přetvoření rovinných plošných nosníků .....	74
2.1.1. Metody řešení .....	74
2.1.2. Virtuální práce a její aplikace .....	74
2.1.2.1. Pojem virtuálního přetvoření, zatížení a práce .....	74
2.1.2.2. Virtuální práce vnějších sil .....	75
2.1.2.3. Virtuální práce vnitřních sil .....	76
2.1.2.4. Princip virtuálních prací .....	77
2.1.2.5. Bettiho věta o vzájemnosti virtuálních prací .....	78
2.1.2.6. Maxwellova věta .....	79
2.1.2.7. Výpočet posunutí a pootočení průřezu z principu virtuálních prací .....	80
2.1.2.8. Verešaginovo pravidlo .....	81
2.1.3. Příčinkové čáry deformačních veličin nosníků .....	90
2.1.3.1. Příčinkové čára posunutí průřezu .....	90
2.1.3.2. Příčinkové čára pootočení průřezu .....	91
2.1.3.3. Příčinkové čáry $y$ a $\varphi$ prostého nosníku .....	91
2.1.3.4. Příčinkové čáry $y$ a $\varphi$ konzoly .....	94
2.2. Přetvoření rovinných příhradových nosníků .....	96
2.2.1. Metody řešení přetvoření rovinných kloubových prutových soustav	96
2.2.2. Řešení přetvoření rovinných kloubových prutových soustav virtuální prací .....	96
3. PŘETVOŘENÍ PROSTOROVÝCH STATICKY URČITÝCH PRUTOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	100
3.1. Přetvoření prostorových plošných nosníků .....	100
3.1.1. Výpočet posunutí a pootočení průřezu nosníku z principu virtuálních prací .....	100
3.2. Přetvoření prostorových kloubových prutových soustav .....	103

3.2.1.	Výpočet posunutí styčníku kloubové prutové soustavy z principu virtuálních prací .....	103
4.	ÚVOD DO ŘEŠENÍ ROVINNÝCH STATICKY NEURČITÝCH PRUTOVÝCH KONSTRUKCÍ .....	105
4.1.	Základní pojmy a metody řešení .....	105
4.1.1.	Pojem staticky neurčitá konstrukce .....	105
4.1.2.	Metody řešení staticky neurčitých konstrukcí .....	106
4.1.3.	Rovinná staticky neurčitá prutová soustava .....	106
4.1.3.1.	Statická určitost, pře určitost a neurčitost .....	106
4.1.3.2.	Stupeň statické neurčitosti $S$ .....	108
4.1.4.	Rovinná staticky neurčitá kloubová prutová soustava .....	110
4.1.4.1.	Statická určitost, pře určitost a neurčitost .....	110
4.1.4.2.	Stupeň statické neurčitosti $S$ .....	111
4.1.5.	Základní soustava staticky neurčitě konstrukce. Základní věta silové metody .....	111
5.	ROVINNÉ STATICKY NEURČITÉ PLNOSTĚNNÉ NOSNÍKY ZA STÁLÉHO I POHYBLIVÉHO ZATÍŽENÍ .....	113
5.1.	Jednoduchý staticky neurčitý nosník .....	113
5.1.1.	Oboustranně dokonale vetknutý nosník .....	113
5.1.1.1.	Obecné zatížení nosníku .....	113
5.1.1.2.	Svislé zatížení nosníku .....	119
5.1.2.	Oboustranně vetknutý nosník s jedním posuvným vetknutím .....	120
5.1.3.	Jednostranně dokonale vetknutý nosník s pevným kloubem .....	121
5.1.4.	Jednostranně dokonale vetknutý nosník s posuvným kloubem .....	123
5.1.4.1.	Nosník s převislým koncem .....	124
5.1.5.	Vetknutý nosník s náběhy .....	125
5.1.6.	Vliv změny teploty .....	127
5.1.6.1.	Rovnoměrná změna teploty .....	127
5.1.6.2.	Nerovnoměrná změna teploty .....	128
5.1.7.	Popuštění podpor nosníku .....	130
5.1.7.1.	Daná - známá popuštění podpor .....	131
5.1.8.	Příčinkové čáry .....	134
5.1.8.1.	Oboustranně dokonale vetknutý nosník .....	134
5.1.8.2.	Jednostranně vetknutý nosník .....	137
5.2.	Spojité nosník za stálého zatížení .....	138
5.2.1.	Řešení spojitěho nosníku metodou třímomentových rovnic .....	138
5.2.1.1.	Zvláštní tvary třímomentových rovnic .....	140
5.2.2.	Stanovení statických veličin spojitěho nosníku z podporových momentů .....	142
5.2.2.1.	Posouvající síla $T_x$ .....	142
5.2.2.2.	Ohybový moment $M_x$ .....	143
5.2.2.3.	Podporová reakce $B$ posuvného kloubu $b$ .....	143
5.2.3.	Symetrie a antisymetrie u rovinných prutových konstrukcí .....	143
5.2.3.1.	Pojem souměrné konstrukce .....	143
5.2.3.2.	Symetrické a antisymetrické zatížení .....	143
5.2.3.3.	Symetrické a antisymetrické veličiny .....	144
5.2.3.4.	Využití symetrie spojitěho nosníku .....	145
5.3.	Spojité nosník za pohyblivého zatížení. Příčinkové čáry .....	157
5.3.1.	Příčinkové čáry statických veličin spojitěho nosníku .....	157
5.3.1.1.	Příčinková čára podporového momentu .....	157
5.3.1.2.	Příčinková čára mezipodporového momentu .....	159



5.3.1.3.	Příčinková čára posouvající síly .....	160
5.3.1.4.	Příčinková čára svíslé podporové reakce .....	160
5.3.1.5.	Tvar příčinkových čar .....	160
5.3.2.	Příčinkové čáry deformačních veličin spojitého nosníku .....	170
5.3.2.1.	Příčinková čára průhybu $y_x$ .....	170
5.3.2.2.	Příčinková čára pootočení $\varphi_x$ .....	170
6.	ROVINNÉ STATICKY NEURČITÉ PŘÍHRADOVÉ NOSNÍKY ZA STÁLÉHO I POHYBLIVÉHO ZATÍŽENÍ .....	173
6.1.	Rovinné příhradové nosníky zevně staticky neurčité .....	173
6.1.1.	Příhradový nosník jedenkrát zevně staticky neurčitý .....	173
6.1.2.	Vliv změny teploty .....	175
6.1.3.	Popuštění podpor .....	176
6.1.4.	Příhradový nosník dvakrát zevně staticky neurčitý .....	177
6.1.5.	Volba průřezových ploch prutů .....	179
6.2.	Rovinné příhradové nosníky vnitřně staticky neurčité .....	185
6.2.1.	Příhradový nosník jedenkrát vnitřně staticky neurčitý .....	185
6.2.2.	Příhradový nosník dvakrát vnitřně staticky neurčitý .....	186
6.3.	Rovinné příhradové nosníky zevně i vnitřně staticky neurčité .....	192
6.4.	Přibližné řešení rovinných staticky neurčitých příhradových nosníků .....	194
6.5.	Příčinkové čáry statických veličin rovinných staticky neurčitých příhradových nosníků .....	194
6.5.1.	Metody řešení příčinkových čar .....	195
6.5.2.	Analytická metoda řešení příčinkových čar .....	195
6.5.3.	Tvar a vyhodnocení příčinkových čar .....	195
6.5.4.	Postup řešení příčinkových čar rovinného příhradového nosníku jedenkrát staticky neurčitého .....	195
7.	ROVINNÉ RÁMY .....	199
7.1.	Základní pojmy .....	199
7.2.	Rozdělení rovinných rámu .....	200
7.3.	Metody řešení rovinných rámu .....	200
7.4.	Metoda jednotkových sil .....	201
7.4.1.	Podstata metody .....	201
7.4.2.	Zjednodušení deformačních rovnic .....	213
7.4.3.	Jednoduchý uzavřený rám .....	215
7.4.4.	Vliv oteplení rovinného rámu .....	218
7.4.5.	Vliv popuštění podpor rovinného rámu .....	223
7.4.6.	Souměrný rovinný rám .....	225
7.4.7.	Rovinný rám s pruty proměnného průřezu .....	230
8.	ROVINNÝ OBLOUK .....	232
8.1.	Základní pojmy a předpoklady .....	232
8.2.	Vnitřní síly a deformace prostého zakřiveného nosníku .....	234
8.3.	Oboustranné vetknutý oblouk .....	237
8.3.1.	Rovnoměrná a nerovnoměrná změna teploty oblouku .....	239
8.3.2.	Popuštění podpor oblouku .....	239
8.4.	Dvojklobový oblouk .....	244
9.	ZÁVĚREČNÁ ČÁST .....	249
9.1.	Tabulky .....	249
9.1.	Literatura .....	270
	OBSAH .....	271