

## OBSAH

Seznam použitých značek . . . . .	13
Úvod. Historický vývoj stavební mechaniky a její význam . . . . .	15
I. <i>Virtuální práce a princip virtuálních prací</i> . . . . .	23
1. Práce síly a silové soustavy . . . . .	23
2. Práce momentu a silové dvojice . . . . .	26
3. Princip virtuálních prací . . . . .	27
4. Virtuální práce vnitřních sil netuhého tělesa . . . . .	29
5. Použití principu virtuálních prací . . . . .	29
6. Složené soustavy s jedním stupněm volnosti, <i>příklad 1 až 5</i> . . . . .	32
Literatura . . . . .	41
II. <i>Kinematické řešení prutových soustav</i> . . . . .	42
1. Sklopené virtuální posuny . . . . .	42
2. Řešení osových sil prutových soustav . . . . .	46
2.1 Řešení přímé a řešení pomocí sklopených virtuálních posunů, <i>příklad 6 až 10</i> . . . . .	46
2.2 Řešení osových sil prutových soustav pomocí obrazce středů otáčení, <i>příklad 11 až 15</i> . . . . .	51
3. Stanovení nestabilitosti rovinných soustav kinematickou metodou . . . . .	62
3.1 Určení nestabilitosti prutových soustav pomocí sklopených virtuálních posunů . . . . .	62
3.2 Určení nestabilitosti rovinných soustav pomocí obrazce středů otáčení . . . . .	65
4. Tvarová závislost. Stav vlastního napětí . . . . .	70
Literatura . . . . .	71
III. <i>Plnostěnný nosník prostý při pohyblivém zatížení</i> . . . . .	72
IIIa) Pohyblivé zatížení přímé . . . . .	72
1. Účinek jediného osamělého břemene . . . . .	72
1.1 Příčinkové čáry statických veličin . . . . .	72
1.1.1 Obecné pojmy . . . . .	72
1.1.2 Vyčíslení příčinkových čar . . . . .	74
1.1.3 Příčinkové čáry statických veličin prostého nosníku. Obecné řešení . . . . .	75
1.1.4 Příčinkové čáry prostého nosníku. Řešení na základě principu virtuálních prací . . . . .	77
1.1.5 Příčinkové čáry konsolového nosníku . . . . .	80
1.1.6 Příčinkové čáry prostého nosníku s převislým koncem . . . . .	81
2. Účinek soustavy osamělých břemen . . . . .	83
2.1 Největší ohybový moment v daném průřezu . . . . .	83
2.1.1 Řešení početní . . . . .	83
2.1.2 Řešení grafické . . . . .	85
2.2 Čára největších momentů . . . . .	88
2.2.1 Řešení početní . . . . .	88

2.2.2	Početní řešení čáry maximálních momentů, <i>příklad 16</i>	93
2.2.3	Grafické řešení čáry největších momentů, <i>příklad 17</i>	97
2.3	Největší síla posouvající	102
2.3.1	Řešení početní	102
2.3.2	Řešení grafické	103
2.3.3	Hodnoty $M_m, M_n$ , <i>příklad 18</i>	106
3.	Účinek pohyblivého zatížení rovnoměrného	110
3.1	Největší ohybový moment a příslušná posouvající síla	110
3.2	Největší posouvající síla a příslušný moment ohybový	111
3.3	Nejmenší síla posouvající a k ní příslušný moment ohybový	112
4.	Stálé i pohyblivé zatížení rovnoměrné	113
4.1	Krajní hodnoty ohybových momentů a posouvajících sil	113
4.2	Meze přechodných průřezů	115
5.	Stálé zatížení rovnoměrné a pohyblivá soustava osamělých břemen	115
5.1	Meze průřezů přechodných	115
5.2	Čára největších momentů	115
5.3	Největší moment vůbec	115
	IIIb) Pohyblivé zatížení nepřímé	117
1.	Účinek jediného osamělého břemene	117
1.1	Příčinkové čáry statických veličin	117
1.1.1	Tvar příčinkových čar	117
1.1.2	Příčinkové čáry prostého nosníku	118
1.1.3	Zvláštní případy příčinkových čar prostého nosníku	119
2.	Účinek soustavy osamělých břemen	120
2.1	Největší moment v průřezu, <i>příklad 19</i>	120
2.2	Čára největších momentů za nepřímého zatížení	122
2.3	Největší hodnota posouvající síly v oddílu	123
2.4	Nejmenší hodnota posouvající síly v oddílu	124
3.	Účinek pohyblivého rovnoměrného zatížení	125
3.1	Největší ohybový moment v průřezu	125
3.2	Čára největších momentů	125
3.3	Největší posouvající síla v oddílu	125
3.4	Nejmenší posouvající síla v oddílu, <i>příklad 20</i>	127
	Literatura	129
	IV. Ohybová čára staticky určitého plynostěnného nosníku s přímkou osou	130
	IVa) Řešení početní	130
1.	Jednodušší případy zatížení. Stálý průřez nosníku, <i>příklad 21 až 26</i>	130
2.	Obecné případy zatížení. Řešení početní	146
2.1	Konsolový nosník stálého průřezu, <i>příklad 27</i>	146
2.2	Konsolový nosník proměnného průřezu	149
2.3	Prostý nosník stálého průřezu. Mohrový věty, <i>příklad 28</i>	150
2.4	Prostý nosník proměnného průřezu, <i>příklad 29</i>	155
3.	Početní řešení ohybové čáry jako čáry výslednicové, <i>příklad 30 a 31</i>	158
4.	Prostý nosník stálého průřezu, zatížený podporovými momenty, <i>příklad 32</i>	163
	IVb) Řešení grafické a polografické	169
1.	Prostý nosník stálého průřezu, <i>příklad 33 a 34</i>	169
2.	Prostý nosník proměnného průřezu, <i>příklad 35</i>	175
	Literatura	177

	V. Spojitý nosník stálého průřezu . . . . .	178
	Va) Řešení početní . . . . .	178
1.	Stálé zatížení . . . . .	178
1.1	Statická určitost . . . . .	178
1.2	Spojité nosník s jednou podporou kloubově uloženou a s ostatními posuvnými po vodorovné. Snížení podpor neuvažováno. Rovnice třímomentová 179	
1.2.1	Určení členů $m$ $n$ pocházejících ze zatížení, <i>příklad 36 a 37</i> . . . . .	186
1.2.2	Stanovení mezidoporových momentů, posouvajících sil a reakcí, <i>příklad 38 a 39</i> . . . . .	189
1.2.3	Zatížení jediného pole, základní body . . . . .	200
1.2.4	Vztahy pro podporové momenty jediného zatíženého pole, <i>příklad 40</i> . . . . .	204
1.2.5	Nulové body . . . . .	210
1.2.6	Účinek popuštění podpor . . . . .	211
1.2.7	Účinek nesteroměrné změny teploty, <i>příklad 41</i> . . . . .	213
1.3	Spojité nosník s vetknutými konci, <i>příklad 42</i> . . . . .	215
1.3.1	Základní body spojitěho nosníku s vetknutými konci . . . . .	220
1.3.2	Nosník o jednom poli oboustranně dokonale vetknutý, <i>příklad 43</i> . . . . .	221
1.3.3	Nosník na jednom konci volně podepřený, na druhém dokonale vetknutý . . . . .	224
2.	Zatížení pohyblivé . . . . .	226
2.1	Příčinkové čáry statických veličin spojitěho nosníku . . . . .	226
2.1.1	Jediné osamělé břemeno na nosníku . . . . .	226
2.1.2	Schemata znamének ohybových momentů v průřezu $X$ . . . . .	228
2.1.3	Schemata znamének posouvajících sil v průřezu $X$ a reakcí . . . . .	231
2.1.4	Příčinkové čáry podporových momentů . . . . .	234
2.1.5	Příčinkové čáry mezidoporových momentů . . . . .	236
2.1.6	Příčinkové čáry posouvajících sil . . . . .	239
2.1.7	Příčinkové čáry podporových reakcí . . . . .	242
2.1.8	Příčinková čára průhybu . . . . .	243
	Vb) Grafické a polografické řešení spojitěho nosníku . . . . .	245
1.	Stálé zatížení . . . . .	245
1.1	Základní body spojitěho nosníku . . . . .	245
1.2	Jediné pole nosníku zatíženo . . . . .	249
1.3	Řešení ohybových momentů a posouvajících sil spojitěho nosníku při jediném zatíženém poli . . . . .	252
1.4	Řešení ohybových momentů a posouvajících sil spojitěho nosníku při současném zatížení několika poli . . . . .	254
1.5	Ohybová čára spojitěho nosníku, <i>příklad 44</i> . . . . .	256
2.	Zatížení pohyblivé . . . . .	259
2.1	Grafické stanovení příčinkových čar statických veličin spojitěho nosníku 259	
2.1.1	Příčinkové čáry ohybových momentů . . . . .	259
2.1.2	Příčinkové čáry posouvajících sil . . . . .	263
2.1.3	Příčinkové čáry reakcí . . . . .	264
2.1.4	Příčinková čára průhybu . . . . .	265
2.1.5	Krajní hodnoty ohybových momentů, posouvajících sil a podporových reakcí za účinku pohyblivé soustavy osamělých břemen . . . . .	265
2.1.6	Řešení nejučinnější polohy pohyblivého zatížení složeného z osamělých břemen i rovnoměrného zatížení . . . . .	268
2.1.7	Pohyblivé zatížení rovnoměrné . . . . .	272
	Literatura . . . . .	274

VI. Spojitý nosník kloubový . . . . .	275
1. Stálé zatížení . . . . .	275
1.1 Řešení početní . . . . .	275
1.2 Řešení grafické, <i>příklad 45</i> . . . . .	281
1.2.1 Ohybová čára spojitého nosníku kloubového, <i>příklad 46</i> . . . . .	282
2. Pohyblivé zatížení . . . . .	284
2.1 Příčinkové čáry momentů, posouvajících sil a reakcí . . . . .	284
Literatura . . . . .	287
VII. Spojitý nosník na pružných podporách . . . . .	288
Literatura . . . . .	290
VIII. Příčinkové čáry osových sil staticky určitých prutových soustav . . . . .	291
1. Základní vztahy pro osové síly prutů v soustavě kosoúhlé . . . . .	291
2. Základní vztahy pro osové síly prutů v soustavě pravoúhlé . . . . .	293
3. Jiné vztahy pro hodnoty osových sil prutů . . . . .	295
4. Příčinkové čáry osových sil prutů příhradového nosníku . . . . .	297
4.1 Obecná trojúhelníková soustava kosoúhlá . . . . .	297
4.1.1 Obecné určení příčinkových čar osových sil prutů, <i>příklad 47</i> . . . . .	297
4.1.2 Řešení založené na vzorcích . . . . .	298
4.1.3 Grafické řešení sil $S'$ a $S''$ . . . . .	303
4.2 Příčinkové čáry osových sil prutů v trojúhelníkové soustavě pravoúhlé . . . . .	304
4.3 Příčinkové čáry prostého nosníku příhradového s převislým koncem . . . . .	313
4.4 Pravoúhlá soustava trojúhelníková s podružnými pruty . . . . .	318
4.5 Polopříčková soustava přímopásová . . . . .	321
4.6 Staticky určitá dvojnásobná přímopásová soustava pravoúhlá . . . . .	323
4.7 Staticky určitý spojitý nosník příhradový s vloženými klouby . . . . .	327
4.8 Příhradový oblouk o třech kloubech . . . . .	333
4.9 Trojkloubový oblouk příhradový s převislými konci a prostými poli . . . . .	338
Literatura . . . . .	338
IX. Řešení příčinkových čar prutových soustav kinematickou metodou . . . . .	339
1. Řešení pomocí sklopených virtuálních posunů . . . . .	339
2. Řešení příčinkových čar pomocí středů otáčení . . . . .	342
Literatura . . . . .	349
X. Přetvoření soustav prutových . . . . .	350
1. Translokační obrazec Williot—Mohrův, <i>příklad 48</i> . . . . .	350
2. Virtuální práce při prutových konstrukcích, <i>příklad 49 až 54</i> . . . . .	363
2.1 Věta Maxwellova . . . . .	378
2.2 Věta Bettiho . . . . .	381
2.3 Příčinková čára průhybu . . . . .	382
3. Ideální břemena, <i>příklad 55 až 58</i> . . . . .	382
4. Řešení přetvoření prutových soustav na základě úhlových změn . . . . .	407
4.1 Řešení přímé, <i>příklad 59</i> . . . . .	407
4.2 Řešení z věty o virtuálních pracích, <i>příklad 60</i> . . . . .	410
Literatura . . . . .	413
XI. Staticky neurčité soustavy prutové . . . . .	414
1. Přibližné řešení soustav složených a násobných . . . . .	414
2. Soustavy jednoduše staticky neurčité . . . . .	420
2.1 Stálé zatížení . . . . .	420

2.1.1	Spojitý nosník příhradový . . . . .	420
2.1.2	Příhradový oblouk o dvou kloubech . . . . .	423
2.1.3	Příhradový oblouk s táhlem, <i>příklad 61 až 63</i> . . . . .	425
2.2	Pohyblivé zatížení . . . . .	433
2.2.1	Příčinkové čáry spojitého příhradového nosníku . . . . .	433
2.2.2	Příčinkové čáry osových sil prutů příhradového oblouku o dvou kloubech . . . . .	439
3.	Soustavy dvojnásobně staticky neurčité . . . . .	440
3.1	Stálé zatížení . . . . .	440
3.1.1	Spojitý nosník příhradový, <i>příklad 64</i> . . . . .	440
3.2	Zatížení pohyblivé, <i>příklad 65</i> . . . . .	444
4.	Soustavy více než dvakrát staticky neurčité . . . . .	450
4.1	Stálé zatížení . . . . .	450
4.2	Pohyblivé zatížení . . . . .	453
	Literatura . . . . .	453
	XII. <i>Přetvárná práce prutových soustav</i> . . . . .	454
1.	Pojem přetvárné práce . . . . .	454
2.	Věta o derivaci přetvárné práce . . . . .	455
3.	Soustavy jednoduše staticky neurčité . . . . .	456
3.1	Přetvárná výminka . . . . .	456
3.2	Účinek popuštění podpor . . . . .	457
3.3	Obecné řešení soustavy jednoduše staticky neurčité z přetvárné výminky . . . . .	458
3.4	Věta o minimu přetvárné práce . . . . .	458
3.5	Jiný způsob stanovení přetvárné výminky . . . . .	461
3.6	Souvislost mezi prací virtuální a přetvárnou . . . . .	462
	Literatura . . . . .	463
	XIII. <i>Úvod do teorie plnostěnného oblouku</i> . . . . .	464
1.	Statická určitost . . . . .	464
2.	Výslednice vnějších sil a její složky . . . . .	465
3.	Vnější síly působící na trojkloubový oblouk . . . . .	466
4.	Napětí v křivém prutu od účinku $N$ a $M$ . . . . .	468
4.1	Rozdělení napětí v průřezu přímého prutu . . . . .	472
5.	Oblouk o třech kloubech . . . . .	475
5.1	Stálé zatížení . . . . .	475
5.1.1	Řešení grafické . . . . .	475
5.1.2	Řešení polografické . . . . .	475
5.1.3	Řešení kinematické . . . . .	477
5.2	Zatížení pohyblivé . . . . .	478
5.2.1	Příčinkové čáry . . . . .	478
5.2.2	Příčinkové čáry při nepřímém zatížení oblouku . . . . .	486
5.2.3	Kinematické řešení příčinkových čar trojkloubového oblouku . . . . .	486
	Literatura . . . . .	491
	XIV. <i>Teorie tlaku hmot sypkých</i> . . . . .	492
1.	Obecné předpoklady . . . . .	492
2.	Coulombova teorie . . . . .	494
2.1	Velikost zemního tlaku. Věta Rebhannova . . . . .	495
2.1.1	Engesserův způsob určení velikosti zemního tlaku . . . . .	498
2.2	Směr zemního tlaku . . . . .	499
2.3	Působíště zemního tlaku . . . . .	499

2.4	Grafické stanovení velikosti zemního tlaku . . . . .	501
2.5	Účinek zatížení na povrchu zeminy . . . . .	508
2.6	Početni stanovení velikosti tlaku sypkých hmot . . . . .	509
2.7	Určení velikosti pasivního zemního tlaku . . . . .	510
3.	Rozdělení zemního tlaku podél opěrné zdi . . . . .	511
	Literatura . . . . .	513
	<i>XV. Válcové klenby a zděné konstrukce . . . . .</i>	<i>514</i>
1.	Obecné pojmy . . . . .	514
2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	515
3.	Předpoklady přibližného statického řešení . . . . .	519
3.1	Obecné předpoklady . . . . .	519
3.2	Plné souměrné zatížení klenby . . . . .	520
3.3	Nahodilé zatížení rovnoměrně rozložené po polovině klenby . . . . .	522
4.	Přesnější řešení . . . . .	524
4.1	Tlaková čára pro největší a nejmenší vodorovnou sílu oblouku . . . . .	524
4.2	Tlaková čára při jednostranném zatížení klenby . . . . .	526
5.	Klenbové opěry . . . . .	528
5.1	Klenbové opěry v pozemním stavitelství . . . . .	530
5.1.1	Krajní opěra . . . . .	530
5.1.2	Střední opěra . . . . .	531
5.2	Opěry a pilíře v mostním stavitelství . . . . .	532
5.2.1	Krajní opěry . . . . .	532
5.2.2	Střední opěry nebo pilíře . . . . .	535
	Literatura . . . . .	536

