

PŘEDMLUVA . . . . .	3
1. <u>ÚVODNÍ ČÁST</u> . . . . .	4
1.1. Předmět zkoumání mechaniky . . . . .	4
1.2. Metoda zkoumání mechaniky . . . . .	4
1.3. Základní pojmy mechaniky . . . . .	5
1.3.1. Prostor . . . . .	5
1.3.2. Čas . . . . .	5
1.3.3. Hmotnost . . . . .	6
1.3.4. Síla . . . . .	6
1.4. Základní zákony mechaniky . . . . .	7
1.4.1. Princip setrvačnosti . . . . .	7
1.4.2. Princip síly . . . . .	7
1.4.3. Princip akce a reakce . . . . .	8
1.5. Veličiny a jednotky mechaniky . . . . .	8
1.6. Rozdělení mechaniky . . . . .	8
1.7. Předmět zkoumání, úkoly a abstraktní pojmy statiky . . . . .	10
1.8. Skalární a vektorové veličiny . . . . .	11
1.9. Zákony, principy a axiomy statiky . . . . .	12
1.9.1. Princip superpozice účinků . . . . .	12
1.9.2. Princip úměrnosti . . . . .	12
1.9.3. Axiomy statiky . . . . .	12
1.10. Silové soustavy. Druhy a základní úkoly . . . . .	13
2. <u>ROVINNÉ SOUSTAVY SIL</u> . . . . .	17
2.1. Soustava sil se společným paprskem . . . . .	17
2.1.1. Analytické řešení výslednice . . . . .	17
2.1.2. Podmínka rovnováhy . . . . .	17
2.2. Skládání dvou různosměrných sil se společným působišťem . . . . .	19
2.2.1. Grafické řešení . . . . .	19
2.2.1.1. Konstrukce složkového obrazce . . . . .	20
2.2.2. Analytické řešení . . . . .	20
2.2.2.1. Řešení z trigonometrie obecného trojúhelníka . . . . .	20
2.2.2.2. Řešení pomocí průmětů sil . . . . .	21
2.3. Rozklad síly ve dvě složky daného směru se společným působišťem . . . . .	24
2.3.1. Grafické řešení . . . . .	24
2.3.2. Analytické řešení . . . . .	24
2.3.2.1. Řešení z trigonometrie obecného trojúhelníka . . . . .	24
2.3.2.2. Řešení pomocí průmětů sil . . . . .	24
2.4. Rovinná soustava sil se společným působišťem - rovinný svazek sil . . . . .	26
2.4.1. Analytické řešení výslednice . . . . .	26
2.4.2. Podmínky rovnováhy . . . . .	27
2.4.3. Grafické řešení . . . . .	27
2.5. Statický moment síly k bodu . . . . .	31
2.5.1. Pojem statického momentu síly . . . . .	31
2.5.2. Základní poučky o statickém momentu síly . . . . .	32
2.6. Dvojice sil . . . . .	34
2.6.1. Pojem dvojice sil . . . . .	34
2.6.2. Základní poučky o dvojici sil . . . . .	35
2.6.3. Skládání silových dvojic v rovině . . . . .	35

2.7.	Síla a dvojice sil (moment) v rovině . . . . .	37
2.7.1.	Výsledný účinek síly a dvojice sil . . . . .	37
2.7.2.	Rovnoběžné posunutí síly $F$ do libovolného bodu $S$ . . . . .	37
2.8.	Soustava sil působící v rovině porůznu . . . . .	38
2.8.1.	Analytické řešení výslednice . . . . .	38
2.8.2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	40
2.8.3.	Grafické řešení . . . . .	41
2.9.	Rozklad a zrušení síly třemi silami v zadaných paprscích . . . . .	46
2.9.1.	Rozklad síly $F$ do tří složek $F_1, F_2, F_3$ . . . . .	46
2.9.2.	Zrušení síly $F$ třemi složkami $F_1, F_2, F_3$ . . . . .	47
2.10.	Soustava rovnoběžných sil . . . . .	50
2.10.1.	Obecná soustava rovnoběžných sil . . . . .	50
2.10.1.1.	Analytické řešení výslednice . . . . .	50
2.10.1.2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	51
2.10.2.	Dvě rovnoběžné síly . . . . .	52
2.10.2.1.	Souhlasný smysl sil $F_1, F_2$ . . . . .	52
2.10.2.2.	Nesouhlasný smysl sil $F_1 < F_2$ . . . . .	52
2.10.2.3.	Nesouhlasný smysl sil $F_1 = F_2 = F$ . . . . .	52
2.11.	Statický střed soustavy rovnoběžných sil . . . . .	55
3.	<u>PROSTOROVÉ SOUSTAVY SIL</u> . . . . .	57
3.1.	Skládání tří sil se společným působištem . . . . .	57
3.1.2.	Analytické řešení výslednice . . . . .	57
3.2.	Prostorová soustava sil se společným působištem - prostorový svazek sil . . . . .	58
3.2.1.	Analytické řešení výslednice . . . . .	58
3.2.2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	60
3.3.	Rozklad a zrušení síly třemi silami zadanými paprsky se společným působištem . . . . .	63
3.4.	Statický moment síly k bodu v prostoru . . . . .	65
3.5.	Statický moment síly k ose v prostoru . . . . .	68
3.5.1.	Pojem a vektor statického momentu síly k ose v prostoru . . . . .	68
3.5.2.	Varignonova věta . . . . .	69
3.5.3.	Statický moment síly $F$ k souřadnicovým osám $X, Y, Z$ a k počátku souřadnic $O$ . . . . .	69
3.6.	Dvojice sil v prostoru . . . . .	72
3.6.1.	Základní poučky o dvojici sil v prostoru . . . . .	73
3.6.2.	Skládání silových dvojic v prostoru . . . . .	75
3.6.2.1.	Výsledný účinek silových dvojic . . . . .	75
3.6.2.2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	76
3.6.3.	Rozklad silové dvojice v prostoru . . . . .	76
3.7.	Síla a dvojice sil v prostoru . . . . .	79
3.7.1.	Rovnoběžné posunutí síly $F$ do libovolného bodu $O$ . . . . .	79
3.7.2.	Určení síly $F$ v prostoru . . . . .	81
3.7.3.	Výsledný účinek obecné síly $F$ a dvojice sil v prostoru . . . . .	83
3.7.3.1.	Bivektor - dynamy . . . . .	83
3.7.3.2.	Nahrazení dynamy šroubem . . . . .	84
3.7.3.3.	Rovnice centrální osy . . . . .	85
3.7.3.4.	Nahrazení dynamy silovým křížem . . . . .	86
3.8.	Obecná prostorová soustava sil . . . . .	91
3.8.1.	Výsledný účinek obecné prostorové soustavy sil . . . . .	91

3.8.1.1.	Bivektor - dynama . . . . .	91
3.8.1.2.	Šroub . . . . .	93
3.8.1.3.	Silový kříž . . . . .	94
3.8.1.4.	Zvláštní případy . . . . .	94
3.8.2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	95
3.9.	Rozklad a zrušení síly nebo obecné prostorové soustavy sil šesti silami zadanými paprsky . . . . .	102
3.9.1.	Jediná síla v prostoru . . . . .	102
3.9.2.	Obecná prostorová soustava sil . . . . .	103
3.10.	Soustava rovnoběžných sil v prostoru . . . . .	106
3.10.1.	Analytické řešení výslednice . . . . .	106
3.10.1.1.	Zvláštní případy . . . . .	107
3.10.2.	Podmínky rovnováhy . . . . .	108
3.10.3.	Rozklad a zrušení síly třemi rovnoběžnými silami v zadaných paprscích . . . . .	108
3.11.	Statický střed soustavy rovnoběžných sil v prostoru . . . . .	111
3.12.	Maticový zápis podmínek ekvivalence a rovnováhy silových soustav . . . . .	112
4.	<u>STATIKA HMOTNÉHO BODU</u> . . . . .	116
4.1.	Hmotný bod volný, vázaný a pevně podepřený . . . . .	116
4.2.	Vazby hmotného bodu . . . . .	116
4.2.1.	Hladká plocha . . . . .	116
4.2.2.	Hladká křivka . . . . .	117
4.2.3.	Kyvný prut . . . . .	117
4.3.	Podepření hmotného bodu kyvnými pruty . . . . .	118
4.3.1.	Pevné podepření hmotného bodu v rovině a v prostoru . . . . .	118
4.3.2.	Výpočet reakcí kyvných prutů . . . . .	118
4.3.3.	Podepření staticky a kinematicky určité, neurčité a přeuročité . . . . .	118
4.3.4.	Výjimkové případy podepření . . . . .	118
5.	<u>STATIKA TUHÉ DESKY V ROVINĚ</u> . . . . .	122
5.1.	Tuhá deska volná, vázaná a pevně podepřená . . . . .	122
5.2.	Vazby tuhé desky v rovině . . . . .	123
5.2.1.	Hladká křivka a posuvný kloub . . . . .	123
5.2.2.	Kyvný prut . . . . .	123
5.2.3.	Pevný - neposuvný kloub . . . . .	123
5.2.4.	Dokonalé vetknutí . . . . .	124
5.2.5.	Posuvné vetknutí . . . . .	124
5.3.	Pevné podepření tuhé desky v rovině . . . . .	125
5.4.	Výpočet reakcí podporových vazeb tuhé desky v rovině. Podepření staticky a kinematicky určité, neurčité a přeuročité. . . . .	125
5.5.	Výjimkové případy podepření tuhé desky v rovině . . . . .	128
5.6.	Rovinné staticky určité nosníky . . . . .	128
5.6.1.	Pojem rovinného nosníku . . . . .	128
5.6.2.	Rozdělení rovinných nosníků . . . . .	129
5.6.2.1.	Podepření nosníku . . . . .	129
5.6.2.2.	Tvar a poloha střednice nosníku . . . . .	129
5.6.3.	Základní druhy zatížení rovinných nosníků . . . . .	130
5.7.	Výpočet reakcí vazeb jednoduchých rovinných nosníků . . . . .	132
5.7.1.	Prostý nosník . . . . .	132

5.7.2. Nosník konzolový - konzola . . . . .	138
5.7.3. Nosník podepřený ve třech bodech . . . . .	139
<b>6. ROVINNÉ SLOŽENÉ SOUSTAVY . . . . .</b>	<b>141</b>
6.1. Vytvoření složené soustavy . . . . .	141
6.2. Vazby složených rovinných soustav . . . . .	141
6.3. Statická a kinematická určitost, přeurčitost a neurčitost rovinných složených soustav . . . . .	142
6.4. Výpočet reakcí vazeb rovinných složených soustav . . . . .	144
6.5. Výjimečné případy rovinných složených soustav . . . . .	144
6.6. Základní typy rovinných složených soustav . . . . .	145
6.7. Trojkloubový nosník - oblouk bez táhla . . . . .	145
6.7.1. Výpočet reakcí vazeb . . . . .	145
6.8. Trojkloubový nosník - oblouk s táhlem . . . . .	148
6.8.1. Složky reakcí vnějších vazeb . . . . .	149
6.8.2. Složky reakcí vnitřních vazeb . . . . .	149
6.9. Spojitý nosník s vnitřními klouby - Gerberův nosník . . . . .	151
6.9.1. Vytvoření Gerberova nosníku . . . . .	151
6.9.2. Reakce vazeb Gerberova nosníku . . . . .	152
6.10. Obecná rovinná složená nosníková soustava . . . . .	156
<b>7. STATIKA DOKONALE TUHÉHO TĚLESA . . . . .</b>	<b>161</b>
7.1. Tuhé těleso volné, vázané a pevně podepřené . . . . .	161
7.2. Vazby - vedení tuhého tělesa . . . . .	161
7.2.1. Hladká - kluzná plocha . . . . .	161
7.2.1.1. Kulový kloub posuvný po ploše . . . . .	161
7.2.1.2. Kyvný prut . . . . .	162
7.2.2. Hladká - kluzná křivka či přímka . . . . .	162
7.2.2.1. Kulový kloub posuvný po křivce či přímce . . . . .	162
7.2.2.2. Dva kyvné pruty . . . . .	162
7.2.3. Pevný - neposuvný kulový kloub . . . . .	163
7.2.4. Posuvný válcový kloub . . . . .	164
7.2.5. Neposuvný válcový kloub . . . . .	164
7.2.6. Dokonalé vetknutí . . . . .	165
7.3. Pevné podepření tuhého tělesa . . . . .	166
7.4. Výpočet reakcí vazeb tuhého tělesa. Podepření staticky a kinematicky určité, neurčité a přeurčité . . . . .	167
7.5. Výjimečné případy podepření tuhého tělesa . . . . .	168
7.6. Prostorové namáhání nosníků . . . . .	169
7.6.1. Přímý nosník prostorově zatížený . . . . .	169
7.6.2. Lomený či křivý rovinný nosník prostorově zatížený . . . . .	169
7.6.3. Prostorově lomený nosník . . . . .	169
<b>8. PRINCIP VIRTUÁLNÍCH PRÁČÍ U TUHÝCH TĚLES . . . . .</b>	<b>179</b>
8.1. Reálná - skutečná práce síly a dvojice sil . . . . .	179
8.1.1. Práce síly . . . . .	179
8.1.2. Práce dvojice sil - momentu . . . . .	180
8.2. Pojem virtuálního přemístění a virtuální práce . . . . .	182
8.3. Virtuální práce jednotlivých typů silových soustav . . . . .	183
8.3.1. Soustava sil působící na hmotný bod . . . . .	183
8.3.2. Soustava sil působící v rovině tuhé desky . . . . .	183
8.3.2.1. Střed otáčení tuhé desky . . . . .	185

8.3.3.	Obečná prostorová soustava sil působící na tuhé těleso . . . . .	185
8.3.4.	Maticový zápis virtuální práce silových soustav . . . . .	186
8.4.	Lagrangeův princip virtuálních prací . . . . .	188
8.5.	Použití principu virtuálních prací - přemístění . . . . .	190
8.5.1.	Virtuální práce reakcí vnějších a vnitřních vazeb . . . . .	190
8.5.2.	Použití principu virtuálních prací - přemístění u tuhé desky v rovině a složených rovinných soustav . . . . .	191
9.	<u>TŘENÍ</u> . . . . .	196
9.1.	Tření smykové . . . . .	196
9.2.	Tření valivé . . . . .	200
10.	<u>TĚŽIŠTĚ ROVINNÝCH GEOMETRICKÝCH ÚTVARŮ. MOMENTY SETRVAČNOSTI A DEVIACNÍ</u> .	203
10.1.	Těžiště rovinných čar . . . . .	20
10.1.1.	Těžiště obecné rovinné křivky . . . . .	20
10.1.2.	Těžiště lomené (složené) rovinné čáry . . . . .	20
10.2.	Těžiště rovinných obrazců . . . . .	20
10.2.1.	Těžiště obecného rovinného obrazce . . . . .	20
10.2.2.	Těžiště složeného rovinného obrazce . . . . .	20
10.3.	Momenty setrvačnosti a deviační rovinných obrazců . . . . .	2
10.3.1.	Pojem, velikost, znaménko a rozměr momentu setrvačnosti . . . . .	21
10.3.2.	Vztah mezi momenty setrvačnosti $J_x$ a $J_{x'}$ ke dvěma rovnoběžným osám $X$ a $X'$ . . . . .	21
10.3.3.	Pojem, velikost, znaménko a rozměr deviačního momentu . . . . .	21
10.3.4.	Vztah mezi deviačními momenty $D_{xy}$ a $D_{x'y'}$ k rovnoběžným osám $X, Y$ a $X', Y'$ . . . . .	221
10.3.5.	Vztahy mezi momenty setrvačnosti a deviačními momenty k pootočeným osám . . . . .	223
10.3.5.1.	Analytické řešení . . . . .	223
10.3.5.2.	Grafické řešení pomocí Mohrovy kružnice . . . . .	225
10.3.6.	Poloměr setrvačnosti . . . . .	228
10.3.7.	Vztah mezi poloměry setrvačnosti ke dvěma rovnoběžným osám $X$ a $X'$ . . . . .	229
10.3.8.	Elipsa setrvačnosti . . . . .	230
10.3.9.	Momenty setrvačnosti a deviační složených rovinných obrazců	232
10.3.10.	Polární moment setrvačnosti . . . . .	237
11.	<u>TĚŽIŠTĚ TĚLES, PROSTOROVÝCH PLOCH A KŘÍVEK</u> . . . . .	240
11.1.	Těžiště tělesa . . . . .	240
11.1.1.	Obečné těleso . . . . .	240
11.1.2.	Složené těleso . . . . .	241
11.2.	Těžiště prostorové plochy . . . . .	244
11.2.1.	Obečná prostorová plocha . . . . .	244
11.2.2.	Složená prostorová plocha . . . . .	244
11.3.	Těžiště prostorové křivky . . . . .	246
11.3.1.	Obečná prostorová křivka . . . . .	246
11.3.2.	Složená prostorová křivka . . . . .	247
12.	<u>ZÁVĚREČNÁ ČÁST</u> . . . . .	248
12.1.	Tabulky . . . . .	248
12.2.	Použitá označení . . . . .	256
12.3.	Literatura . . . . .	259
OBSAH	. . . . .	260