

# OBSAH

1	<b>Veličiny a jednotky</b>	
1. 1	Veličiny a jednotky SI	3
1. 1. 1	Základní jednotky SI – původní	3
1. 1. 2	Základní jednotky nové mezinárodní soustavy SI	4
1. 1. 3	Odvozené a doplňkové jednotky SI	5
1. 1. 4	Dekadické násobky a díly jednotek SI	5
1. 1. 5	Jednotky používané spolu s SI	6
1. 2	Veličiny a jednotky – přehled	7
1. 2. 1	Prostor a čas	7
1. 2. 2	Mechanika	8
1. 2. 3	Periodické a příbuzné jevy	9
1. 2. 4	Teplo	9
1. 2. 5	Akustika	10
1. 2. 6	Světlo a příbuzná elektromagnetická záření	10
1. 2. 7	Fyzikální chemie a molekulová fyzika	11
1. 2. 8	Fyzika pevných látek	11
1. 2. 9	Elektřina a magnetismus	12
1. 3	Podobnostní čísla	13
1. 4	Základní fyzikální konstanty	14
1. 5	Tabulky pro přepočtení veličin	15
2	<b>Statika</b>	
	Přehled používaných značek, veličin a jednotek	21
2. 1	Síla a její účinky	23
2. 1. 1	Síla	23
2. 1. 2	Práce se silami (viz též 4.2)	24
2. 1. 3	Účinky sil	25
2. 1. 4	Silová dvojice	26
2. 2	Mechanická práce a výkon	27
2. 2. 1	Mechanická práce síly	27
2. 2. 2	Mechanická práce momentu	28
2. 2. 3	Princip virtuálních prací	28
2. 2. 4	Výkon	29
2. 2. 5	Účinnost	30
2. 3	Soustavy sil	31
2. 3. 1	Základní pojmy	31
2. 3. 2	Druhy silových soustav	32
2. 3. 3	Prutové soustavy	36
2. 4	Pasivní odpory	38
2. 4. 1	Smykové tření	38
2. 4. 2	Čepové tření	40
2. 4. 3	Vláknové tření	42
2. 4. 4	Odpor při valení	43
2. 4. 5	Tření na šroubu	44
2. 4. 6	Samosvornost	45
2. 5	Statické vazby	46
2. 5. 1	Základní pojmy	46
2. 5. 2	Druhy vazeb	47

2.	6	Těžiště . . . . .	50
2.	6.	1 Základní pojmy . . . . .	50
2.	6.	2 Souřadnice těžiště rovinných křivek . . . . .	51
2.	6.	3 Souřadnice těžiště ploch . . . . .	52
2.	6.	4 Souřadnice těžiště těles (objemů) . . . . .	55
2.	6.	5 Souřadnice těžiště povrchů (prostorových ploch) . . . . .	56
2.	7	Stabilita . . . . .	57
2.	8	Řešení konkrétních mechanismů . . . . .	57
2.	8.	1 Pohyb po rovině . . . . .	57
2.	8.	2 Pohyb po šroubu (viz také kapitola 2.4.5) . . . . .	59
2.	8.	3 Pohyb na klínu . . . . .	59
2.	8.	4 Brzdy . . . . .	60
2.	8.	5 Řemenový převod . . . . .	61
2.	8.	6 Spojky . . . . .	61
2.	8.	7 Mechanizmy s valivými odpory (viz též kap. 2.4.4) . . . . .	62
2.	8.	8 Trakční odpory (viz též kap 2.4.4) . . . . .	62
3		<b>Kinematika</b>	
		Přehled používaných značek, veličin a jednotek . . . . .	65
3.	1	Pohyb útvaru (tj. Bodů, těles, mechanismů) – základní pojmy . . . . .	67
3.	2	Pohyb bodu . . . . .	68
3.	2.	1 Pohyb bodu v prostoru . . . . .	68
3.	2.	2 Druhy soustav souřadnic . . . . .	69
3.	2.	3 Pohyb bodu po přímce . . . . .	72
3.	2.	4 Pohyb bodu po křivce – průvodní trojhran . . . . .	73
3.	2.	5 Pohyb bodu po ploše . . . . .	75
3.	3	Druhy pohybů . . . . .	77
3.	3.	1 Pohyb rovnoměrný . . . . .	77
3.	3.	2 Pohyb rovnoměrně zrychlený (zpožděný) . . . . .	77
3.	3.	3 Pohyb nerovnoměrný . . . . .	78
3.	3.	4 Pohyb bodu po kružnici . . . . .	78
3.	3.	5 Otáčivý pohyb kolem pevné osy . . . . .	79
3.	3.	6 Harmonický pohyb . . . . .	81
3.	4	Pohyb tělesa . . . . .	83
3.	4.	1 Posuvný pohyb tělesa . . . . .	83
3.	4.	2 Rotační pohyb tělesa . . . . .	83
3.	4.	3 Pohyb obecného bodu L tělesa . . . . .	84
3.	4.	4 Zvláštní případy . . . . .	85
3.	4.	5 Obecný rovinný pohyb tělesa . . . . .	85
3.	4.	6 Cyklické pohyby . . . . .	93
3.	4.	7 Sférický pohyb tělesa . . . . .	96
3.	4.	8 Obecný prostorový pohyb tělesa . . . . .	100
3.	4.	9 Šroubový pohyb tělesa . . . . .	102
3.	4.	10 Zvláštní případy pohybu . . . . .	104
3.	5	Kinematika současných pohybů bodů a těles . . . . .	105
3.	5.	1 Současné pohyby v rovině . . . . .	107
3.	5.	2 Posuvný pohyb složený ze dvou pohybů rotačních . . . . .	108
3.	5.	3 Tři a více současných pohybů . . . . .	110
3.	6	Použití kinematiky na konkrétních příkladech . . . . .	111
3.	7	Mechanismy . . . . .	115
3.	7.	1 Rovinné mechanismy . . . . .	115
3.	7.	2 Prostorové mechanismy . . . . .	121
3.	7.	3 Náhradní mechanismus . . . . .	123

4		<b>Dynamika</b>	
		Přehled používaných značek, veličin a jednotek . . . . .	127
4.	1	Newtonovy zákony . . . . .	131
4.	2	Práce se silami . . . . .	131
4.	3	Dynamika hmotného bodu . . . . .	132
4.	3. 1	Základní pohybová rovnice hmotného bodu . . . . .	132
4.	3. 2	Základní věty dynamiky hmotného bodu . . . . .	134
4.	3. 3	Mechanická energie . . . . .	136
4.	3. 4	Mechanická práce . . . . .	138
4.	3. 5	Výkon . . . . .	139
4.	3. 6	Účinnost . . . . .	140
4.	3. 7	Praktické případy . . . . .	140
4.	4	Dynamika soustav hmotných bodů . . . . .	148
4.	4. 1	Druhy soustav hmotných bodů – základní pojmy . . . . .	148
4.	4. 2	Pohybové soustavy hmotných bodů – řešení . . . . .	148
4.	4. 3	Rovnováha obecné prostorové soustavy sil tvořené všemi vnějšími a všemi vnitřními silami . . . . .	149
4.	4. 4	Střed hmotnosti soustavy hmotných bodů . . . . .	150
4.	4. 5	Hybnost soustavy hmotných bodů . . . . .	150
4.	4. 6	Moment hybnosti soustavy hmotných bodů . . . . .	152
4.	4. 7	Kinetická energie soustavy hmotných bodů . . . . .	154
4.	4. 8	Momenty setrvačnosti soustavy hmotných bodů (těles) . . . . .	155
4.	4. 9	Praktické případy . . . . .	158
4.	4. 10	Elipsoid setrvačnosti . . . . .	160
4.	4. 11	Věty pro řešení složitých těles . . . . .	160
4.	5	Dynamika tuhého tělesa . . . . .	161
4.	5. 1	Posuvný pohyb tělesa . . . . .	161
4.	5. 2	Valivý pohyb přímočarý – pohyb dopravního prostředku . . . . .	164
4.	5. 3	Rotační pohyb tělesa . . . . .	165
4.	5. 4	Obecný rovinný pohyb tělesa . . . . .	173
4.	5. 5	Sférický pohyb tělesa . . . . .	176
4.	5. 6	Šroubový pohyb . . . . .	179
4.	5. 7	Obecný prostorový pohyb tělesa . . . . .	180
4.	5. 8	Vyvažování rotujících těles . . . . .	182
4.	5. 9	Nahrazení tělesa hmotnými body . . . . .	184
4.	6	Dynamika soustav těles . . . . .	185
4.	6. 1	Základní pojmy . . . . .	185
4.	6. 2	Vzájemné působení dvou těles . . . . .	186
4.	6. 3	Princip virtuálních prací v dynamice . . . . .	186
4.	6. 4	Lagrangeovy rovnice . . . . .	187
4.	7	Dynamické poměry při současných pohybech . . . . .	189
4.	8	Dynamika tělesa s proměnnou hmotností . . . . .	191
4.	8. 1	Základní rovnice pro pohyb těles s proměnnou hmotou . . . . .	191
4.	8. 2	Obecně možné případy . . . . .	192
4.	9	Teorie gyroskopů . . . . .	193
4.	9. 1	Gyroskopický moment $\vec{M}^G$ . . . . .	193
4.	9. 2	Poloha gyroskopu určena úhly $\alpha$ , $\beta$ a $\varphi$ , které jsou s Eulerovými úhly ve vztahu . . . . .	193
4.	9. 3	Pohybové rovnice . . . . .	194
4.	9. 4	Přibližná teorie gyroskopů . . . . .	194
4.	10	Kmitání . . . . .	195
4.	10. 1	Základní pojmy . . . . .	195
4.	10. 2	Soustavy s jedním stupněm volnosti . . . . .	195
4.	10. 3	Soustavy se dvěma stupni volnosti . . . . .	203
4.	10. 4	Další úkoly . . . . .	204

4.	10.	5	Kritické otáčky, krouživé kmitání hřidelů . . . . .	205
4.	10.	6	Kmitání a vlnění strun a lan . . . . .	207
4.	11		Ráz pevných těles . . . . .	208
4.	11.	1	Základní pojmy . . . . .	208
4.	11.	2	Přímý centrální ráz . . . . .	210
4.	11.	3	Šikmý centrální ráz . . . . .	211
4.	11.	4	Přímý excentrický ráz . . . . .	212
4.	11.	5	Ráz hmotného bodu na tlustou desku . . . . .	213
4.	11.	6	Ráz rotujících těles . . . . .	213
5			<b>Pružnost a pevnost</b>	
			Přehled používaných značek, veličin a jednotek . . . . .	217
5.	1		Základní pojmy . . . . .	221
5.	1.	1	Konstrukční prvky strojních konstrukcí . . . . .	221
5.	1.	2	Deformace . . . . .	221
5.	1.	3	Síly . . . . .	221
5.	1.	4	Metoda řezů . . . . .	222
5.	1.	5	Napětí . . . . .	223
5.	1.	6	Zákon úměrnosti . . . . .	223
5.	2		Základní druhy namáhání . . . . .	224
5.	2.	1	Namáhání tahem nebo tlakem . . . . .	224
5.	2.	2	Namáhání prostým smykem . . . . .	224
5.	2.	3	Namáhání ohybem . . . . .	224
5.	2.	4	Namáhání kroucením . . . . .	225
5.	3		Složená namáhání . . . . .	226
5.	3.	1	Metoda superpozice . . . . .	226
5.	3.	2	Možné případy . . . . .	226
5.	4		Namáhání tahem a tlakem . . . . .	233
5.	4.	1	Závislost mezi zatížením, deformací a napětím . . . . .	233
5.	4.	2	Hookův zákon . . . . .	233
5.	4.	3	Tažnost . . . . .	234
5.	4.	4	Tuhost v tahu . . . . .	234
5.	4.	5	Poměrné zkrácení příčných rozměrů . . . . .	234
5.	4.	6	Deformační práce . . . . .	235
5.	4.	7	Dovolené napětí v tahu a tlaku . . . . .	235
5.	4.	8	Napětí vzniklé teplem . . . . .	236
5.	5		Namáhání prostým smykem . . . . .	237
5.	5.	1	Napětí a deformace . . . . .	237
5.	6		Kvadratické a polární momenty průřezu, průřezové moduly v ohybu a kroucení . . . . .	238
5.	6.	1	Kvadratické a polární momenty průřezu . . . . .	238
5.	6.	2	Průřezové moduly v ohybu a kroucení . . . . .	239
5.	6.	3	Kvadratické momenty průřezů a průřezové moduly obrazců složených z jednoduchých obrazců . . . . .	244
5.	7		Namáhání kroucením . . . . .	246
5.	7.	1	Kroucení kruhových průřezů . . . . .	246
5.	7.	2	Pruty nekruhových průřezů namáhaných na kroucení . . . . .	247
5.	8		Namáhání na ohyb . . . . .	251
5.	8.	1	Předpoklady řešení . . . . .	251
5.	8.	2	Grafický průběh normálových sil, posouvajících sil a ohybových momentů . . . . .	251
5.	8.	3	Výpočet normálové síly, posouvající síly a ohybového momentu . . . . .	253
5.	8.	4	Řešení nosníků . . . . .	254
5.	8.	5	Nosníky stejné pevnosti . . . . .	260
5.	8.	6	Druhy nosníků – deformace . . . . .	264
5.	8.	7	Staticky neurčité nosníky . . . . .	272

5. 8.	8	Třímomentová rovnice . . . . .	274
5. 9		Tenkostěnné nádoby s vnitřním přetlakem . . . . .	275
5. 9.	1	Základní pojmy. . . . .	275
5. 9.	2	Výpočet napětí a tloušťky stěny . . . . .	275
5. 10		Tlak ve styčných plochách . . . . .	277
5. 10.	1	Rovinná styčná plocha . . . . .	277
5. 10.	2	Klínová drážka . . . . .	277
5. 10.	3	Válcová styčná plocha . . . . .	277
5. 10.	4	Čep . . . . .	278
5. 10.	5	Pero. . . . .	278
5. 10.	6	Pohybový šroub . . . . .	278
5. 11		Stříhání materiálu . . . . .	279
5. 11.	1	Druhy stříhů . . . . .	279
5. 11.	2	Míra bezpečnosti . . . . .	279
5. 12		Pružiny . . . . .	280
5. 12.	1	Šroubovitě pružiny . . . . .	280
5. 12.	2	Ohýbané pružiny . . . . .	281
5. 13		Vzpěrná pevnost – stabilita součástí . . . . .	282
5. 13.	1	Oblast pružného vzpěru (oblast platnosti Hookova zákona). . . . .	282
5. 13.	2	Oblast nepružného vzpěru . . . . .	283
5. 13.	3	Kombinace vzpěr a ohyb . . . . .	286
5. 14		Složená namáhání . . . . .	287
5. 14.	1	Šikmý ohyb . . . . .	287
5. 14.	2	Tah nebo tlak s ohybem . . . . .	288
5. 14.	3	Excentrický tlak . . . . .	289
5. 14.	4	Namáhání složená z napětí normálových a tečných . . . . .	290
5. 14.	5	Rovinný stav napjatosti . . . . .	296
5. 15		Teorie pevnosti . . . . .	299
5. 15.	1	Druhy teorií . . . . .	299
5. 15.	2	Ohyb a kroucení hřídelů kruhového průřezu . . . . .	300
5. 16		Kmitavé (cyklické) namáhání. Únava materiálů . . . . .	301
5. 16.	1	Základní pojmy . . . . .	301
5. 16.	2	Wöhlerova křivka . . . . .	301
5. 16.	3	Smithův diagram . . . . .	302
5. 17		Tvarová pevnost . . . . .	304
5. 17.	1	Základní pojmy. . . . .	304
5. 17.	2	Vliv tvaru součásti na rozložení napětí . . . . .	304
5. 17.	3	Součinitel citlivosti materiálu na vrub . . . . .	308
5. 17.	4	Vliv velikosti součásti . . . . .	309
5. 17.	5	Vliv stavu povrchu součásti . . . . .	309
5. 18		Dynamická bezpečnost při jednoosé napjatosti . . . . .	310
5. 18.	1	Střídavý souměrný cyklus . . . . .	310
5. 18.	2	Míjivý cyklus. . . . .	310
5. 18.	3	Nesouměrný cyklus . . . . .	311
5. 18.	4	Volba velikosti dynamického součinitele bezpečnosti . . . . .	313
5. 18.	5	Dynamická bezpečnost při složité napjatosti . . . . .	313
5. 19		Křivé pruty . . . . .	315
5. 19.	1	Tlusté křivé pruty . . . . .	315
5. 19.	2	Předpoklady řešení . . . . .	315
5. 19.	3	Napětí a deformace . . . . .	316
5. 20		Silnostěnné válcové nádoby . . . . .	317
5. 20.	1	Předpoklady výpočtu. . . . .	317
5. 20.	2	Napětí a deformace u otevřené nádoby . . . . .	317
5. 20.	3	Napětí a deformace v uzavřené nádobě . . . . .	319
5. 20.	4	Nádoby s vnitřním přetlakem (všechny kromě otevřených nádob kde $p_2 > p_1$ ) . . . . .	319

5.	20.	5	Nalisované nádoby . . . . .	320
5.	21		Nalisovaný spoj . . . . .	320
5.	22		Rotující kotouče stálé tloušťky . . . . .	321
5.	23		Základy teorie plasticity . . . . .	322
5.	23.	1	Pracovní diagram . . . . .	322
5.	23.	2	Druhy aproximací . . . . .	322
5.	23.	3	Plastický tah a tlak . . . . .	323
5.	23.	4	Plastické kroucení . . . . .	323
5.	23.	5	Plastický ohyb . . . . .	325
5.	23.	6	Hypotézy (podmínky) plasticity . . . . .	326
5.	23.	7	Tlustostěnná nádoba . . . . .	327
5.	23.	8	Volný rotující kotouč v plně plastickém stavu . . . . .	327
6			<b>Hydromechanika</b>	
			Přehled používaných značek, veličin a jednotek . . . . .	331
6.	1		Hydrostatika . . . . .	335
6.	1	1	Základní pojmy . . . . .	335
6.	1.	2	Rovnováha na rozhraní tekutin . . . . .	336
6.	1.	3	Tlaková síla na ponořené stěny těles . . . . .	337
6.	1.	4	Vztlaková hydrostatická síla . . . . .	340
6.	1.	5	Relativní rovnováha kapalin . . . . .	341
6.	2		Hydrodynamika . . . . .	342
6.	2.	1	Základní pojmy . . . . .	342
6.	2.	2	Průtoková rovnice . . . . .	342
6.	2.	3	Ustálený tok ideální tekutiny . . . . .	344
6.	2.	4	Ustálený tok skutečných tekutin . . . . .	348
6.	2.	5	Proudění skutečné tekutiny . . . . .	348
6.	2.	6	Hydraulické ztráty . . . . .	352
6.	2.	7	Pohybová Bernoulliova rovnice pro skutečné tekutiny . . . . .	353
6.	2.	8	Ustálený výtok kapaliny . . . . .	354
6.	2.	9	Neustálený výtok kapaliny . . . . .	358
6.	2.	10	Hydraulické rázy . . . . .	358
6.	2.	11	Dynamické účinky proudící kapaliny . . . . .	359
6.	3		Obtékání těles . . . . .	372
6.	3.	1	Profily . . . . .	372
6.	3.	2	Mezní vrstva . . . . .	376
7			<b>Termomechanika</b>	
			Přehled používaných značek, veličin a jednotek . . . . .	381
7.	1		Ideální plyn . . . . .	385
7.	2		Termodynamický stav plynu . . . . .	385
7.	2.	1	Stavové veličiny . . . . .	385
7.	2.	2	Základní termické stavové veličiny . . . . .	385
7.	2.	3	Ostatní stavové veličiny . . . . .	386
7.	3		Základní zákony ideálního plynu . . . . .	387
7.	3.	1	Teplo . . . . .	388
7.	3.	2	Energie . . . . .	389
7.	3.	3	Práce a výkon . . . . .	391
7.	3.	4	Entalpie . . . . .	392
7.	3.	5	Entropie . . . . .	393
7.	4		Stavové změny . . . . .	395
7.	4.	1	Druhy stavových změn . . . . .	395
7.	4.	2	Vratné změny stavu ideálního plynu . . . . .	396
7.	4.	3	Empirické zákony roztažnosti, rozpínavosti a stlačitelnosti . . . . .	405
7.	4.	4	Nevratné změny stavu ideálního plynu . . . . .	406

7.	4.	5	Směsi ideálních plynů . . . . .	407
7.	5		Polodokonalý plyn . . . . .	411
7.	6		Reálné plyny . . . . .	412
7.	6.	1	Termická stavová rovnice dle teorému korespondujících stavů . . . . .	413
7.	7		Termodynamika par . . . . .	417
7.	7.	1	Vlastnosti vody . . . . .	417
7.	7.	2	Vlhký vzduch . . . . .	422
7.	8		Oběhy technicky důležitých tepelných strojů a motorů . . . . .	429
7.	8.	1	Oběhy pístových spalovacích motorů . . . . .	433
7.	9		Termodynamika proudících plynů a par . . . . .	440
7.	9.	1	Základní rovnice proudící tekutiny. . . . .	441
7.	9.	2	Jednorozměrové proudění v proudové trubici . . . . .	441
7.	9.	3	Izoentropické stacionární proudění . . . . .	442
7.	9.	4	Výtok par a plynů . . . . .	444
7.	9.	5	Dynamický a kinetický tlak . . . . .	446
7.	9.	6	Praktické řešení úloh o izotermickém proudění . . . . .	448
7.	9.	7	Kolmá rázová vlna . . . . .	450
7.	10		Sdílení tepla . . . . .	456
7.	10.	1	Sdílení tepla sáláním . . . . .	456
7.	10.	2	Sdílení tepla vedením . . . . .	457
7.	10.	3	Sdílení tepla prouděním . . . . .	459
7.	10.	4	Výměníky tepla . . . . .	460