

# Obsah

<b>SLOVO ÚVODEM</b> .....	<b>xvii</b>
Přístup k řešení .....	xvii
Shrnutí .....	xiv
Důležité upozornění .....	xiv
<b>Úvod</b>	
<b>Teoretické základy</b> .....	<b>xxi</b>
<b>1. ČÁSTI A MECHANISMY STROJŮ (ČMS)</b>	
<b>SPECIALIZOVANÁ KONSTRUKČNÍ NAUKA</b> .....	<b>xxii</b>
<b>1.1 Technické systémy (TS), vymezení oblasti ČMS</b> .....	<b>xxii</b>
1.1.1 Výrobky a technické systémy .....	xxii
1.1.2 Stupně komplexnosti technických systémů vymezení úrovně, pojmu a obsahu ČMS .....	xxii
<b>1.2 Transformační procesy (TrP) v technických systémech</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>1.3 Vlastnosti technických systémů</b> .....	<b>xxiv</b>
<b>1.4 Konstruování technických systémů z hledisek jejich vlastností</b> .....	<b>xxv</b>
<b>1.5 Struktury technických systémů</b> .....	<b>xxvii</b>
<b>1.6 Systematické uspořádání poznatků o ČMS – aplikace         obecné konstrukční nauky</b> .....	<b>xxix</b>
1.6.1 Celková struktura (obsahu ČMS) .....	xxix
1.6.2 Vnitřní struktura poznatků o jednotlivých třídách TS-ČMS .....	xxx
<b>2. FYZIKÁLNÍ ZÁKLADY ČMS</b> .....	<b>xxxix</b>
<b>2.1 Nejběžnější fyzikální veličiny a jejich rozměry         používané v ČMS</b> .....	<b>xxxix</b>
<b>2.2 Zatěžování částí a mechanismů strojů – zatěžování těles         a jejich soustav</b> .....	<b>xxxii</b>
2.2.1 Zatěžování části stroje zatěžování tělesa/soustavy pevně* spojených těles .....	xxxii
2.2.2 Zatěžování mechanismu stroje zatěžování soustavy vzájemně pohyblivých těles .....	xxxiii

<b>2.3 Deformace částí a mechanismů strojů – deformace těles a jejich soustav</b> .....	<b>xxxiv</b>
2.3.1 Deformace části stroje – deformace tělesa/soustavy pevně spojených těles	. xxxiv
2.3.2 Deformace mechanismu stroje deformace soustavy vzájemně pohyblivých těles. ....	xxxviii
<b>3. STATICKÉ (KONSTANTNÍ) ZATĚŽOVÁNÍ A NAMÁHÁNÍ ČMS STATICKÁ PEVNOST A DEFORMACE.</b> .....	<b>xxxix</b>
<b>3.1 Pracovní diagram materiálu</b> .....	<b>xxxix</b>
<b>3.2 Pevnostní podmínky při statickém namáhání</b> .....	<b>xl</b>
3.2.1 Posuzování jednoosé napjatosti. ....	xl
3.2.2 Posuzování víceosé napjatosti. ....	xl
<b>3.3 Vybrané pevnostní hypotézy pro ČMS (pro kombinované statické namáhání)</b> .....	<b>xli</b>
3.3.1 Obecná trojosá napjatost určená $(\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_x, \tau_y, \tau_z)$ .....	xli
3.3.2 Prostorová napjatost určená hlavními napětími $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ .....	xli
3.3.3 Rovinná napjatost určená jedním normálním $\sigma_x$ a jedním smykovým napětím $\tau_z$ .....	xlii
<b>3.4 Napětí a deformace při zákl. způsobech statického namáhání</b> .....	<b>xliii</b>
3.4.1 Napětí a deformace při namáhání tahem/tlakem .....	xliii
3.4.2 Napětí a deformace při namáhání smykem (za současného ohybu) .....	xliii
3.4.3 Napětí a deformace při namáhání rovinným ohybem .....	xliv
3.4.4 Napětí a deformace při namáhání krutem .....	xlv
<b>4. DYNAMICKÉ (PROMĚNLIVÉ) ZATĚŽOVÁNÍ A NAMÁHÁNÍ ČMS DYNAMICKÁ (ÚNAVOVÁ) PEVNOST</b> .....	<b>xlvi</b>
<b>4.1 Základní poznatky</b> .....	<b>xlvi</b>
<b>4.2 Mez únavy – Wöhlerův diagram</b> .....	<b>xlvii</b>
<b>4.3 Mez únavy při obecném harmonickém zatížení</b> .....	<b>xlviii</b>
4.3.1 Smithův diagram .....	xlviii
4.3.2 Haighův diagram .....	xlix
<b>4.4 Faktory ovlivňující mez únavy</b> .....	<b>l</b>
4.4.1 Vliv vrubu – součinitel vrubu $\beta$ .....	l
4.4.2 Vliv velikosti součásti – součinitel velikosti součásti $V$ .....	liii

4.4.3 Vliv jakosti povrchu – součinitel jakosti povrchu $\eta_p$ . . . . .	liii
4.4.4 Vliv zpevnění povrchu – součinitel zpevnění povrchu $k$ . . . . .	liv
<b>4.5 Pevnostní podmínky při dynamickém namáhání . . . . .</b>	<b>lv</b>
4.5.1 Snížená mez únavy pro vrub na součásti (odst. 4.4) při obecném harmonickém zatížení – úprava Haighova (a Smithova) diagramu . . . . .	lv
4.5.2 Bezpečnost při jednoosém obecném harmonickém namáhání v místě vrubu na součásti . . . . .	lv
4.5.3 Bezpečnost při kombinovaném obecném harmonickém namáhání v místě vrubu na součásti . . . . .	lvii

## Kapitola A

### Spoje . . . . . **1**

#### **1. SPOJE - ZÁKLADNÍ POZNATKY . . . . . 2**

##### 1.1. Charakteristika . . . . . 2

##### 1.2 Vnější zatížení spoje . . . . . 2

##### 1.3 Principy přenosu zatížení ve spoji . . . . . 3

##### 1.4 Vnitřní zatížení a namáhání spoje . . . . . 4

###### 1.4.1 Řezy (myšlené) v materiálu spoje . . . . . 4

###### 1.4.2 Styky povrchů ve spoji . . . . . 5

#### **2. SPOJE S JEDNODUCHÝMI ELEMENTY PRO PŘENOS ZATÍŽENÍ . . . . . 9**

##### 2.1 Spoje čepy (čepové spoje) . . . . . 9

###### 2.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky) . . . . . 9

###### 2.1.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) . . . . . 9

###### 2.1.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) . . . . . 11

###### 2.1.4 Poznatky pro návrh a kontrolu . . . . . 12

##### 2.2 Spoje kolíky (kolíkové spoje) . . . . . 14

###### 2.2.1 Charakteristika (konstrukční znaky) . . . . . 14

###### 2.2.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) . . . . . 14

###### 2.2.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) . . . . . 18

###### 2.2.4 Poznatky pro návrh a kontrolu . . . . . 19

##### 2.3 Spoje pery a klíny (spoje na pera a klíny) . . . . . 24

###### 2.3.1 Charakteristika (konstrukční znaky) . . . . . 24

###### 2.3.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) . . . . . 24

2.3.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	29
2.3.4	Poznatky pro návrh a kontrolu .....	30
<b>2.4</b>	<b>Spoje drážkami (drážkové spoje) .....</b>	<b>32</b>
2.4.1	Charakteristika (konstrukční znaky) .....	32
2.4.2	Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	32
2.4.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	36
2.4.4	Poznatky pro návrh a kontrolu .....	37
<b>2.5</b>	<b>Spoje polygony (polygonové spoje) .....</b>	<b>40</b>
2.5.1	Charakteristika (konstrukční znaky) .....	40
2.5.2	Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	40
2.5.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	42
2.5.4	Poznatky pro návrh a kontrolu .....	44
<b>3.</b>	<b>SPOJE S VYUŽITÍM TŘENÍ PRO PŘENOS ZATÍŽENÍ .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>Spoje nalisováním (nalisované spoje) .....</b>	<b>46</b>
3.1.1	Charakteristika (konstrukční znaky) .....	46
3.1.2	Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	46
3.1.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	47
3.1.4	Poznatky pro návrh a kontrolu .....	48
<b>3.2</b>	<b>Spoje sevřením (svěrné spoje) .....</b>	<b>56</b>
3.2.1	Charakteristika (konstrukční znaky) .....	56
3.2.2	Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	56
3.2.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	59
3.2.4	Poznatky pro návrh a kontrolu .....	60
<b>3.3</b>	<b>Spoje upínacími (rozpěrnými) kroužky .....</b>	<b>63</b>
3.3.1	Charakteristika (konstrukční znaky) .....	63
3.3.2	Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	64
3.3.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	64
3.3.4	Poznatky pro návrh a kontrolu .....	65
<b>4.</b>	<b>SPOJE S VYUŽITÍM MATERIÁLU PRO PŘENOS ZATÍŽENÍ .....</b>	<b>68</b>
<b>4.1</b>	<b>Spoje materiálovými styky a přechody .....</b>	<b>68</b>
4.1.1	Charakteristika (konstrukční znaky) .....	68
4.1.2	Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	68
4.1.3	Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	69

4.1.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	69
<b>4.2 Spojе svary (svarové spoje).....</b>	<b>69</b>
4.2.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	69
4.2.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti).....	70
4.2.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	75
4.2.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	75
<b>4.3 Spojе pájkou (pájené spoje) .....</b>	<b>83</b>
4.3.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	83
4.3.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti).....	83
4.3.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	85
4.3.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	86
<b>4.4 Spojе lepidlem (lepené spoje) .....</b>	<b>88</b>
4.4.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	88
4.4.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti).....	88
4.4.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	90
4.4.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	91
<b>5. SPOJE S PŘEDEPJATÝMI ELEMENTY PRO PŘENOS ZATÍŽENÍ.....</b>	<b>92</b>
<b>5.1 Spojе šrouby a závity (šroubové a závitové spoje) .....</b>	<b>92</b>
5.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	92
5.1.2 Stavební struktura (základní) (elementární konstrukční vlastnosti) .....	92
5.1.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	107
5.1.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	108
<b>5.2 Spojе zděřemi (zděřové spoje) .....</b>	<b>124</b>
5.2.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	124
5.2.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti).....	125
5.2.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	126
5.2.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	127
<b>Kapitola B</b>	
<b>Přenosové části .....</b>	<b>131</b>
<b>1. PŘENOSOVÉ ČÁSTI - ZÁKLADNÍ POZNATKY.....</b>	<b>132</b>
1.1 Charakteristika.....	132
1.2 Vnější účinky na přenosové části.....	132

1.3 Vnitřní zatížení a namáhání přenosové části.....	133
<b>2. TUHÉ PŘENOSOVÉ ČÁSTI.....</b>	<b>133</b>
2.1 Rotační přenosové části - hřídele, osy apod. ....	133
2.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	133
2.1.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	134
2.1.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	137
2.1.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	138
<b>Kapitola C</b>	
<b>Otočná uložení.....</b>	<b>159</b>
<b>1. OTOČNÁ ULOŽENÍ - ZÁKLADNÍ POZNATKY.....</b>	<b>160</b>
1.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	160
1.2 Mazání uložení (ložisek) .....	160
1.2.1 Účel mazání .....	160
1.2.2 Maziva .....	161
1.2.3 Mazací soustavy .....	163
<b>2. OTOČNÉ ULOŽENÍ S VALIVÝM DOTYKEM (VALIVÉ).....</b>	<b>164</b>
2.1 Uložení s valivými ložisky .....	164
2.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	164
2.1.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	164
2.1.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	171
2.1.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	171
<b>3. OTOČNÁ ULOŽENÍ S PLOŠNÝM DOTYKEM (KLUZNÁ).....</b>	<b>186</b>
Charakteristika (konstrukční znaky) .....	186
3.1 Uložení s hydrodynamickými ložisky .....	186
3.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	186
3.1.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	186
3.1.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	194
3.1.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	195
3.2. Uložení s hydrostatickými a aerostatickými ložisky .....	202
3.2.1 Charakteristika (konstrukční znaky).....	202
3.2.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	202

3.2.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	203
3.2.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	204
<b>3.3 Uložení s málomaznými a bezmaznými ložisky .....</b>	<b>207</b>
3.3.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	207
3.3.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) .....	207
3.3.3 Vlastnosti (vnější vlastnosti) .....	208
3.3.4 Poznatky pro návrh a kontrolu .....	208

## Kapitola D

### **Hřídelové spojky .....**

<b>1. HŘÍDELOVÉ SPOJKY - ZÁKLADNÍ POZNATKY .....</b>	<b>212</b>
1.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	212
1.2 Vnější zatížení spojky .....	214
1.3 Obecné poznatky pro návrh a kontrolu .....	216
<b>2. MECHANICKÉ SPOJKY NEROZPOJOVANÉ .....</b>	<b>218</b>
<b>2.1 Spojky (nepružné) pevné .....</b>	<b>218</b>
2.1.1 Spojky (nepružné) pevné obecně .....	218
2.1.2 Spojka trubková s kolíky .....	219
2.1.3 Spojka korýtková .....	220
2.1.4 Spojka přírubová/kotoučová .....	221
2.1.5 Spojka s čelním ozubením (Hirthova) .....	223
<b>2.2 Spojky (nepružné) vyrovnávací .....</b>	<b>225</b>
2.2.1 Spojky (nepružné) vyrovnávací obecně .....	225
2.2.2 Spojka vyrovnávací trubková .....	225
2.2.3 Spojka vyrovnávací kolíková .....	226
2.2.4 Spojka vyrovnávací ozubcová .....	227
2.2.5 Spojka vyrovnávací s křížovým kotoučem (Oldhamova spojka) .....	228
2.2.6 Spojka vyrovnávací s klouby (Hookeův kloub) .....	229
2.2.7 Spojka vyrovnávací zubová .....	231
<b>2.3 Spojky pružné .....</b>	<b>233</b>
2.3.1 Spojky pružné obecně .....	233

2.3.2 Pružné spojky kotoučové .....	234
2.3.3 Pružné spojky s integrovanými pružnými tělesy .....	236
2.3.4 Pružné spojky s vloženými pružnými tělesy .....	237
2.3.5 Pružné spojky obručové a talířové .....	239
2.3.6 Pružné spojky s kovovými pružinami .....	240
2.3.7 Pružné spojky membránové .....	242
<b>3. MECHANICKÉ SPOJKY OVLÁDANÉ .....</b>	<b>243</b>
<b>3.1 Základní poznatky .....</b>	<b>243</b>
3.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	243
3.1.2 Ovládací zařízení .....	243
<b>3.2 Spojky výsuvné zubové .....</b>	<b>246</b>
3.2.1 Spojky výsuvné zubové obecně .....	246
3.2.2 Výsuvné čelní zubové spojky .....	247
3.2.3 Výsuvné válcové zubové spojky .....	250
<b>3.3 Spojky výsuvné třecí .....</b>	<b>252</b>
3.3.1 Spojky výsuvné třecí obecně .....	252
3.3.2 Výsuvné kotoučové/diskové třecí spojky .....	253
3.3.3 Výsuvné lamelové třecí spojky .....	259
<b>4. MECHANICKÉ SPOJKY AUTOMATICKÉ .....</b>	<b>263</b>
<b>4.1 Spojky pojistné .....</b>	<b>263</b>
4.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	263
4.1.2 Pojistné spojky s rozrušitelnými prvky .....	263
4.1.3 Pojistné spojky vysmekávací .....	264
4.1.4 Pojistné třecí prokluzovací spojky .....	267
<b>4.2 Spojky rozběhové .....</b>	<b>269</b>
4.2.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	269
4.2.2 Rozběhové spojky práškové (s neřízeným záběrem) .....	270
4.2.3 Rozběhové spojky segmentové (se záběrem řízeným pružinami) .....	270
<b>4.3 Spojky volnoběžné .....</b>	<b>271</b>
4.3.1 Charakteristika (konstrukční znaky) .....	271
4.3.2 Volnoběžné spojky axiálního typu .....	271
4.3.3 Volnoběžné spojky radiálního typu .....	272

**Kapitola E****Akumulátory mechanické energie (A.M.E.) . . . . . 275****1. A.M.E. - ZÁKLADNÍ POZNATKY . . . . . 276****1.1 A.M.E. - Základní poznatky . . . . . 276**

## 1.1.1 Charakteristika . . . . . 276

**2. A.M.E. S VYUŽITÍM DEFORMACE MATERIÁLU . . . . . 276****2.1 Charakteristika. . . . . 276**

## 2.1.1 Charakteristika (konstrukční znaky) . . . . . 276

## 2.1.2 Stavební struktura (elementární konstrukční vlastnosti) . . . . . 277

## 2.1.3 Základní vlastnosti. . . . . 286

## 2.1.4 Obecné poznatky pro návrh a kontrolu . . . . . 286

**2.2 Pružiny na principu poddajných tvarů. . . . . 287**

## 2.2.1 Charakteristika (konstrukční znaky) . . . . . 287

## 2.2.2 Pružiny prutové (podélné) . . . . . 287

## 2.2.3 Pružiny kroužkové (prstencové) . . . . . 288

## 2.2.4 Pružiny talířové . . . . . 288

## 2.2.5 Pružiny šroubovitě tažné / tlačné . . . . . 292

## 2.2.6 Pružiny listové . . . . . 296

## 2.2.7 Pružiny tyčové torzní . . . . . 298

## 2.2.8 Pružiny spirálové . . . . . 299

## 2.2.9 Pružiny šroubovitě zkrutné . . . . . 300

**2.3 Pružiny na principu poddajných materiálů - pružiny pryžové. . . . . 301**

## 2.3.1 Charakteristika . . . . . 301

## 2.3.2 Stavební struktura . . . . . 301

## 2.3.3 Základní specifické vlastnosti . . . . . 302

## 2.3.4 Základní poznatky pro návrh a kontrolu . . . . . 302

## Literatura. . . . . 303

## Rejstřík . . . . . 304