

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ÚVOD .....</b>                                                                           | <b>1</b>  |
| <b>1 POJEZDY A PODVOZKY ŽELEZNIČNÍCH KOLEJOVÝCH VOZIDEL .....</b>                           | <b>3</b>  |
| <b>1.1 Pojezdy a podvozky nákladních vozů .....</b>                                         | <b>3</b>  |
| 1.1.1 Nepodvozkový pojezd nákladních vozů .....                                             | 3         |
| 1.1.1.1 Vypružení pojezdu pružnicemi .....                                                  | 3         |
| 1.1.1.2 Vypružení pojezdu šroubovitými pružinami a hydraulickými tlumiči .....              | 7         |
| 1.1.1.3 Pojezd se šroubovitými pružinami a třecími tlumiči .....                            | 7         |
| 1.1.2 Podvozky nákladních vozů .....                                                        | 8         |
| 1.1.3 Příklady provedení konvenčních podvozků nákladních vozů .....                         | 8         |
| 1.1.3.1 Vypružení pružnicemi .....                                                          | 8         |
| 1.1.3.2 Vypružení šroubovitými pružinami .....                                              | 12        |
| 1.1.4 Pojezdy s vyššími užitnými parametry .....                                            | 23        |
| 1.1.5 Příklady provedení pojezdů s vyššími užitkovými parametry .....                       | 23        |
| <b>1.2 Pojezdy a podvozky osobních vozů .....</b>                                           | <b>28</b> |
| 1.2.1 Pojezdy a podvozky jednonápravové .....                                               | 30        |
| 1.2.1.1 Jednonápravový pojezd .....                                                         | 30        |
| 1.2.1.2 Jednonápravový podvozek motorových a přípojných vozů .....                          | 30        |
| 1.2.1.3 Jednonápravový podvozek Gearef .....                                                | 30        |
| 1.2.1.4 Jednonápravový podvozek motorového vozu 213M .....                                  | 32        |
| 1.2.1.5 Jednonápravový podvozek Talgo .....                                                 | 32        |
| 1.2.2 Podvozky dvounápravové .....                                                          | 33        |
| 1.2.2.1 Podvozek se jhy, Pensylvánský .....                                                 | 33        |
| 1.2.2.2 Podvozek vozů Balm 18,5 m, později Btm .....                                        | 34        |
| 1.2.2.3 Bezrozsochový podvozek vzor 801 VÚKV .....                                          | 35        |
| 1.2.2.4 Podvozek GP 200 .....                                                               | 35        |
| 1.2.2.5 Podvozky Minden Deutz .....                                                         | 37        |
| 1.2.2.6 Podvozky Siemens, SGP SF 200 .....                                                  | 41        |
| 1.2.2.7 Podvozek SGP 300 .....                                                              | 42        |
| 1.2.2.8 Podvozky SF 300 .....                                                               | 44        |
| 1.2.2.9 Podvozky SF 400 .....                                                               | 45        |
| 1.2.2.10 Shrnutí poznatků pro dvounápravové podvozky osobních vozů .....                    | 46        |
| <b>1.3 Pojezdy elektrických jednotek .....</b>                                              | <b>46</b> |
| 1.3.1 Trakční podvozek elektrické jednotky řady 471 pro ČD .....                            | 46        |
| 1.3.2 Běžný podvozek elektrické jednotky řady 471 pro vložené a řídící vozy 071 a 971 ..... | 49        |
| <b>1.4 Podvozky motorových vozů .....</b>                                                   | <b>51</b> |



|            |                                                                                    |           |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.4.1      | Trakční podvozek motorového vozu 843 pro ČD .....                                  | 51        |
| 1.4.2      | Trakční podvozek motorového vozu 842 pro ČD .....                                  | 52        |
| 1.4.3      | Trakční podvozek motorového vozu HD1 (Hyundai Rotem) .....                         | 53        |
| <b>1.5</b> | <b>Podvozky regionálních vozidel .....</b>                                         | <b>55</b> |
| 1.5.1      | Podvozky jednonápravové .....                                                      | 55        |
| 1.5.2      | Podvozky dvounápravové .....                                                       | 55        |
| 1.5.2.1    | Trakční dvounápravový podvozek SF 4000 TDG, Siemens .....                          | 55        |
| 1.5.2.2    | Trakční dvounápravový podvozek 7Ev, ŠKODA .....                                    | 57        |
| 1.5.3      | Běžné podvozky regionálních vozidel .....                                          | 59        |
| 1.5.4      | Podvozky dvounápravové typu Jakobs .....                                           | 59        |
| 1.5.4.1    | Běžný dvounápravový podvozek Jakobs, typu SF 4000 JLDG, Siemens .....              | 60        |
| 1.5.4.2    | Podvozek FlexCompact firmy Bombardier .....                                        | 61        |
| 1.5.4.3    | Podvozek regionálního vozidla RegioShark .....                                     | 62        |
| 1.5.5      | Vývojové podvozky .....                                                            | 64        |
| 1.5.5.1    | Podvozek efWING firmy Kawasaki .....                                               | 64        |
| 1.5.5.2    | Podvozek s kompozitním rámem .....                                                 | 65        |
| <b>1.6</b> | <b>Podvozky elektrických a motorových lokomotiv .....</b>                          | <b>66</b> |
| 1.6.1      | Podvozky dvounápravové .....                                                       | 66        |
| 1.6.1.1    | Unifikovaný podvozek lokomotiv ČD řad 363, 163, 372, 371 (ŠKODA) .....             | 66        |
| 1.6.1.2    | Podvozek elektrické lokomotivy BR 101 (Bombardier) .....                           | 69        |
| 1.6.1.3    | Podvozek elektrických lokomotiv TRAXX BR 146, 185 (Bombardier) .....               | 71        |
| 1.6.1.4    | Podvozek typu SF 1 pro elektrické lokomotivy (SIEMENS) .....                       | 72        |
| 1.6.1.5    | Dvounápravový podvozek pro elektrické lokomotivy typu SF 2 (SIEMENS) .....         | 73        |
| 1.6.1.6    | Podvozek elektrické lokomotivy ES 64 U4 (SIEMENS) .....                            | 74        |
| 1.6.1.7    | Podvozek elektrické lokomotivy řady 380 pro ČD (ŠKODA) [13] .....                  | 75        |
| 1.6.1.8    | Podvozek elektrické lokomotivy LB1 (Hyundai Rotem) .....                           | 78        |
| 1.6.1.9    | Shrnutí poznatků pro dvounápravové podvozky elektrických traťových lokomotiv ..... | 79        |
| 1.6.2      | Podvozky třínápravové .....                                                        | 80        |
| 1.6.2.1    | Třínápravový podvozek elektrické lokomotivy LKAB .....                             | 80        |
| 1.6.2.2    | Třínápravový podvozek pro elektrické lokomotivy, typu SF 6, Siemens .....          | 82        |
| 1.6.2.3    | Třínápravový podvozek lokomotivy LC1 (Hyundai Rotem) .....                         | 83        |
| 1.6.3      | Podvozky lokomotiv motorové trakce .....                                           | 84        |
| 1.6.3.1    | Podvozky ČKD (nyní CZ LOKO) dieselelektrické lokomotivy řady 724 .....             | 84        |
| 1.6.3.2    | Podvozky dieselelektrických lokomotiv SF 3 Siemens .....                           | 86        |
| 1.6.3.3    | Podvozek dieselelektrické lokomotivy řady 744 (CZ LOKO) .....                      | 87        |
| 1.6.3.4    | Třínápravový podvozek dieselelektrické lokomotivy 3LP120A, CZ LOKO .....           | 88        |
| 1.6.3.5    | Podvozky dieselhydraulických lokomotiv (Vossloh) .....                             | 90        |
| <b>1.7</b> | <b>Podvozky s vnitřním rámem .....</b>                                             | <b>91</b> |
| 1.7.1.1    | Podvozek regionálního vozidla SF 7000 Siemens .....                                | 91        |
| 1.7.1.2    | Podvozek FLEXX Eco (Bombardier) .....                                              | 94        |
| 1.7.2      | Podvozek SF 7500 (SIEMENS) .....                                                   | 95        |
| 1.7.3      | Jiný podvozek s vnitřním rámem .....                                               | 95        |

## **2 POHON DVOJKOLÍ .....**

|            |                                                              |           |
|------------|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1</b> | <b>Úvod, základní pojmy, rozdělení pohonů dvojkolí .....</b> | <b>97</b> |
| 2.1.1      | Ústřední pohon dvojkolí .....                                | 98        |
| 2.1.2      | Skupinový pohon dvojkolí .....                               | 99        |



|          |                                                                                                                    |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.1.3    | Individuální pohon dvojkolí .....                                                                                  | 100        |
| 2.1.3.1  | Pohon souosým motorem (přímý pohon) .....                                                                          | 101        |
| 2.1.3.2  | Pohon tlakovým motorem .....                                                                                       | 106        |
| 2.1.3.3  | Pohon kloubovou hřídelí procházející dutinou rotoru trakčního motoru .....                                         | 109        |
| 2.1.3.4  | Pohon kloubovou hřídelí procházející dutým pastorkem .....                                                         | 110        |
| 2.1.3.5  | Pohon dvojkolí kloubovou hřídelí mezi motorem a převodovkou .....                                                  | 112        |
| 2.1.3.6  | Pohon dutou hřídelí objímající nápravu .....                                                                       | 113        |
| 2.1.3.7  | Pohon dutou kloubovou hřídelí objímající nápravu .....                                                             | 113        |
| 2.1.3.8  | Pohon elektrickým motorem s osou kolmou k nápravě .....                                                            | 116        |
| 2.1.3.9  | Pohon dvojkolí elektrickým motorem s osou kolmou k nápravě, vně rámu podvozku .....                                | 116        |
| 2.1.3.10 | Pohon volně otáčivých kol .....                                                                                    | 119        |
| <b>3</b> | <b>VEDENÍ DVOJKOLÍ, PRIMÁRNÍ VYPRUŽENÍ .....</b>                                                                   | <b>123</b> |
| 3.1      | Vedení dvojkolí a primární vypružení podvozků nákladních vozů .....                                                | 124        |
| 3.1.1    | Rozsochové vedení a vypružení pružnicí .....                                                                       | 124        |
| 3.1.2    | Rozsochové vedení a šroubovitě pružiny .....                                                                       | 124        |
| 3.1.3    | Vedení kyvným ramenem a šroubovitou pružinou .....                                                                 | 125        |
| 3.1.4    | Pevné vedení dvojkolí podvozků Diamond .....                                                                       | 125        |
| 3.1.5    | Vedení a vypružení prstencovými pružinami DRRS .....                                                               | 125        |
| 3.2      | Vedení dvojkolí a primární vypružení podvozků osobních vozů,<br>regionálních vozidel a příměstských jednotek ..... | 126        |
| 3.2.1    | Rozsochové vedení se jhem .....                                                                                    | 126        |
| 3.2.2    | Vedení a vypružení šikmými pryžovými bloky .....                                                                   | 127        |
| 3.2.3    | Vedení dvojkolí a primární vypružení speciálním pryžovým blokem .....                                              | 128        |
| 3.2.4    | Vedení svislými trny a vypružení šroubovitou pružinou .....                                                        | 128        |
| 3.2.5    | Vedení svislým čepem a vypružení šroubovitou pružinou .....                                                        | 128        |
| 3.2.6    | Vedení a vypružení kyvným ramenem .....                                                                            | 129        |
| 3.2.7    | Vedení kyvným ramenem a podpěrným ložiskem .....                                                                   | 130        |
| 3.2.8    | Vedení a vypružení převráceným kyvným ramenem .....                                                                | 131        |
| 3.2.9    | Vedení úhlovou pákou, vypružení horizontální šroubovitou pružinou .....                                            | 132        |
| 3.2.10   | Vedení plochými ocelovými pásy .....                                                                               | 133        |
| 3.2.11   | Ojničkové vedení s vypružením flexi-coil .....                                                                     | 134        |
| 3.2.12   | Čepové vedení s proměnnou podélnou a příčnou tuhostí<br>a s vypružením šroubovitou pružinou .....                  | 134        |
| 3.3      | Vedení dvojkolí a primární vypružení podvozků elektrických a motorových lokomotiv .....                            | 136        |
| 3.3.1    | Ojničkové vedení dvojkolí a vypružení listovou pružnicí .....                                                      | 136        |
| 3.3.2    | Ojničkové vedení a vypružení šroubovitou pružinou a s vahadlem .....                                               | 136        |
| 3.3.3    | Vedení a vypružení pryžovými silentbloky .....                                                                     | 136        |
| 3.3.4    | Vedení čepové a vypružení šroubovitou pružinou .....                                                               | 137        |
| 3.3.5    | Vedení kyvným ramenem a vypružení šroubovitou pružinou .....                                                       | 138        |
| 3.3.6    | Vedení ojnicí a vypružení šroubovitou vinutou pružinou .....                                                       | 138        |
| 3.3.7    | Vedení trojúhelníkovou ojnicí a vypružení šroubovitými pružinami .....                                             | 140        |
| <b>4</b> | <b>RÁMY PODVOZKŮ .....</b>                                                                                         | <b>145</b> |
| 4.1      | Rámy podvozků nákladních vozů, osobních vozů, motorových a elektrických jednotek ....                              | 148        |
| 4.1.1    | Rámy podvozků nákladních vozů .....                                                                                | 148        |
| 4.1.2    | Rámy podvozků osobních vozů, elektrických a motorových jednotek a regionálních vozidel ..                          | 149        |



|          |                                                                                                             |            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.1.2.1  | Rám podvozku osobního vozu .....                                                                            | 150        |
| 4.1.2.2  | Rám podvozku motorového vozu .....                                                                          | 150        |
| 4.1.2.3  | Rám podvozku vloženého vozu elektrické jednotky 071 .....                                                   | 150        |
| 4.1.2.4  | Rám trakčního podvozku motorového vozu elektrické jednotky 471 .....                                        | 152        |
| 4.2      | <b>Rámy podvozků elektrických a motorových lokomotiv .....</b>                                              | <b>152</b> |
| 4.2.1    | Rám podvozku pro elektrické lokomotivy .....                                                                | 152        |
| 4.2.2    | Rám podvozku dieselelektrické lokomotivy .....                                                              | 153        |
| 4.3      | <b>Materiály pro výrobu rámu podvozku .....</b>                                                             | <b>156</b> |
| 4.4      | <b>Výroba rámu podvozku, konstrukční řešení některých prvků .....</b>                                       | <b>157</b> |
| <b>5</b> | <b>POŽADAVKY NA PODVOZKY A POJEZDY .....</b>                                                                | <b>165</b> |
| 5.1      | <b>Technická specifikace a management rozhraní .....</b>                                                    | <b>165</b> |
| 5.2      | <b>Zatížení a dimenzování podvozků a podvozkových rámu .....</b>                                            | <b>165</b> |
| 5.2.1    | Principy stanovení konstrukčních zatížení .....                                                             | 165        |
| 5.2.1.1  | Stanovení konstrukčních zatížení (ČSN EN 15827) .....                                                       | 165        |
| 5.2.1.2  | Stanovení výjimečných zatížení .....                                                                        | 165        |
| 5.2.1.3  | Základ pro únavová zatížení .....                                                                           | 166        |
| 5.2.2    | Klasifikace podvozků .....                                                                                  | 166        |
| 5.2.2.1  | Druhy zatížení .....                                                                                        | 166        |
| 5.2.3    | Podvozky osobních vozů kategorie B-I a B-II .....                                                           | 168        |
| 5.2.3.1  | Výjimečná zatížení .....                                                                                    | 168        |
| 5.2.3.2  | Běžná provozní zatížení .....                                                                               | 168        |
| 5.2.4    | Podvozky vozidel metra, rychlodráhy, kolejová vozidla lehké stavby a tramvaje, kategorie B-III a B-IV ..... | 168        |
| 5.2.4.1  | Použití .....                                                                                               | 168        |
| 5.2.4.2  | Druhy zatížení .....                                                                                        | 168        |
| 5.2.5    | Zatížení nákladních podvozků s hlavním otočným čepem a dvěma kluznicemi, kategorie B-V ..                   | 169        |
| 5.2.5.1  | Typy podvozků .....                                                                                         | 169        |
| 5.2.5.2  | Výjimečná zatížení .....                                                                                    | 169        |
| 5.2.5.3  | Normální provozní zatížení .....                                                                            | 170        |
| 5.2.6    | Podvozky dvoupodvozkových lokomotiv, kategorie B-VII .....                                                  | 170        |
| 5.2.6.1  | Výjimečná zatížení .....                                                                                    | 170        |
| 5.2.6.2  | Normální provozní zatížení .....                                                                            | 170        |
| 5.3      | <b>Zatížení vyvolaná prvky uchycení k rámu podvozku .....</b>                                               | <b>171</b> |
| 5.3.1    | Všeobecně .....                                                                                             | 171        |
| 5.3.2    | Setrvačná zatížení prvků .....                                                                              | 171        |
| 5.3.3    | Návrhová zrychlení pro zařízení uchycená k rámu podvozku a ložiskové skříně .....                           | 171        |
| 5.3.4    | Zatížení vyvolaná viskózními tlumiči .....                                                                  | 172        |
| 5.3.5    | Zatížení vyvolaná brzděním .....                                                                            | 172        |
| 5.3.6    | Zatížení vyvolaná trakčními motory .....                                                                    | 172        |
| 5.3.7    | Síly systémů stabilizace kolébání .....                                                                     | 172        |
| 5.4      | <b>Analytické metody a přijímací kritéria .....</b>                                                         | <b>172</b> |
| 5.4.1    | Všeobecně .....                                                                                             | 172        |
| 5.4.2    | Pevnost materiálu .....                                                                                     | 173        |
| 5.4.3    | Statická pevnost .....                                                                                      | 173        |
| 5.4.3.1  | Únavová pevnost .....                                                                                       | 174        |



|          |                                                                                                                          |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.5      | Ověření únavové pevnosti částí kolejových vozidel .....                                                                  | 175        |
| 5.5.1    | Úvod .....                                                                                                               | 175        |
| 5.5.2    | Metody experimentálního ověření .....                                                                                    | 175        |
| 5.5.3    | Statické zkoušky .....                                                                                                   | 175        |
| 5.5.3.1  | Statická simulace mimořádného zatížení .....                                                                             | 176        |
| 5.5.3.2  | Statická simulace provozního zatížení .....                                                                              | 177        |
| 5.5.3.3  | Statická simulace dílčích provozních zatížení .....                                                                      | 178        |
| 5.5.3.4  | Únavová zkouška .....                                                                                                    | 178        |
| 5.5.4    | Závěr .....                                                                                                              | 181        |
| <b>6</b> | <b>SEKUNDÁRNÍ VYPRUŽENÍ, VAZBA A PŘENOS SIL MEZI SKŘÍNÍ A PODVOZKEM .....</b>                                            | <b>185</b> |
| 6.1      | Vazba skříně s podvozkem u standardních nákladních vozů .....                                                            | 185        |
| 6.1.1    | Kulová torna a kluznice .....                                                                                            | 185        |
| 6.1.2    | Plochá torna .....                                                                                                       | 188        |
| 6.2      | Kloubové nákladní vozy .....                                                                                             | 189        |
| 6.3      | Sekundární vypružení a vazba skříně s podvozkem u osobních vozů .....                                                    | 190        |
| 6.3.1    | Sekundární vypružení podvozků osobních vozů s kolébkou .....                                                             | 190        |
| 6.3.2    | Sekundární vypružení podvozků osobních vozů bez kolébký, šroubovitými pružinami .....                                    | 192        |
| 6.3.3    | Sekundární vypružení podvozků osobních vozů bez kolébký, vzduchové .....                                                 | 193        |
| 6.3.4    | Sekundární vypružení podvozků a vazba mezi skříní a podvozkem elektrických jednotek bez kolébký .....                    | 194        |
| 6.3.5    | Sekundární vypružení vzduchové, traverza .....                                                                           | 195        |
| 6.3.6    | Torzní stabilizátor .....                                                                                                | 195        |
| 6.3.7    | Sekundární vypružení podvozků lokomotiv s podvlečeným příčnickem .....                                                   | 196        |
| 6.3.8    | Spojení skříně a podvozku u elektrických lokomotiv ekvivalentem ploché torny a otočným čepem .....                       | 197        |
| 6.3.9    | Sekundární vypružení závěskami .....                                                                                     | 197        |
| 6.3.10   | Sekundární vypružení lokomotivních podvozků pryžovými bloky, vazba mezi skříní a podvozkem otočným čepem .....           | 199        |
| 6.3.11   | Sekundární vypružení lokomotivních podvozků pružinami flexi-coil, vazba mezi skříní a podvozkem tažně-tlačnou tyčí ..... | 201        |
| 6.4      | Poznámky k uložení skříně na podvozku .....                                                                              | 203        |
| 6.4.1    | Čtyřbodové uložení skříně na podvozcích .....                                                                            | 203        |
| 6.4.2    | Uložení skříně na vzduchových pružinách .....                                                                            | 203        |
| <b>7</b> | <b>SKŘÍNĚ KOLEJOVÝCH VOZIDEL .....</b>                                                                                   | <b>211</b> |
| 7.1      | Provozní požadavky na skříně železničních vozidel .....                                                                  | 211        |
| 7.1.1    | Důvody pro lehkou stavbu .....                                                                                           | 211        |
| 7.1.2    | Požadavky na konstrukci skříně kolejového vozidla .....                                                                  | 212        |
| 7.1.3    | Prokázání statické pevnosti a stability konstrukce .....                                                                 | 214        |
| 7.2      | Podélná statická zatížení skříně vozidla .....                                                                           | 216        |
| 7.2.1    | Podélné síly v prostoru nárazníků a/nebo spřáhel (síly v kN) .....                                                       | 216        |
| 7.2.2    | Tlakové síly na čelní stěně .....                                                                                        | 217        |
| 7.3      | Svislá statická zatížení skříně vozidla (zatížení v N) .....                                                             | 218        |
| 7.3.1    | Maximální provozní zatížení .....                                                                                        | 218        |



|                                                                                                     |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.3.2 Zdvihání a zvedání .....                                                                      | 218        |
| 7.3.3 Zdvihání a zvedání při posunutí opěrného místa .....                                          | 218        |
| <b>7.4 Kombinace druhů statických zatížení skříně vozidla .....</b>                                 | <b>219</b> |
| <b>7.5 Mezní statická zatížení vazeb .....</b>                                                      | <b>219</b> |
| 7.5.1 Druhy mezních zatížení spojení skříně s podvozkem .....                                       | 219        |
| 7.5.2 Druhy mezních zatížení v místech uchycení vybavení .....                                      | 219        |
| 7.5.3 Druhy mezních zatížení kloubových uložení článkových jednotek .....                           | 220        |
| 7.5.4 Druhy mezních zatížení stanovených prvků nákladních vozů .....                                | 220        |
| <b>7.6 Druhy základních únavových zatížení skříně vozidla .....</b>                                 | <b>220</b> |
| 7.6.1 Zdroje zatížení .....                                                                         | 220        |
| 7.6.2 Spektrum užitečného zatížení .....                                                            | 220        |
| 7.6.3 Cykly stavů ložený/prázdný .....                                                              | 221        |
| 7.6.4 Zatížení vyvolaná kolejí .....                                                                | 221        |
| 7.6.5 Aerodynamická zatížení .....                                                                  | 221        |
| 7.6.6 Vyvíjení tažné síly a brzdění .....                                                           | 221        |
| <b>7.7 Únavová zatížení vazeb úchytů vybavení .....</b>                                             | <b>222</b> |
| 7.7.1 Základní požadavky .....                                                                      | 222        |
| 7.7.2 Spojení skříní podvozek .....                                                                 | 222        |
| 7.7.3 Úchyty vybavení .....                                                                         | 222        |
| 7.7.4 Spřáhla .....                                                                                 | 222        |
| 7.7.5 Únavová zatížení kloubových uložení článkových jednotek .....                                 | 222        |
| <b>7.8 Kombinace druhů únavových zatížení .....</b>                                                 | <b>222</b> |
| <b>7.9 Vibrace .....</b>                                                                            | <b>222</b> |
| <b>7.10 Přípustné zatížení materiálů .....</b>                                                      | <b>223</b> |
| 7.10.1 Formulace zatížení .....                                                                     | 223        |
| 7.10.2 Statická pevnost .....                                                                       | 223        |
| 7.10.3 Únavová pevnost .....                                                                        | 223        |
| <b>7.11 Pevnostní požadavky na konstrukce skříní nákladních vozů .....</b>                          | <b>223</b> |
| 7.11.1 Únavové zatížení vazeb úchytů vybavení .....                                                 | 223        |
| 7.11.2 Přípustné mezní hodnoty napětí v materiálu – přípustné zatížení při pevnostních zkouškách .. | 223        |
| 7.11.2.1 Statická zkouška při plném zatížení .....                                                  | 223        |
| <b>7.12 Odolnost kolejových vozidel proti nárazu .....</b>                                          | <b>224</b> |
| 7.12.1 Mechanismus srážky .....                                                                     | 224        |
| 7.12.2 Konstrukční kategorie odolnosti proti nárazu u kolejových vozidel .....                      | 225        |
| 7.12.3 Konstrukční scénáře srážky .....                                                             | 225        |
| <b>7.13 Pasivní bezpečnost konstrukce .....</b>                                                     | <b>227</b> |
| 7.13.1 Obecné zásady .....                                                                          | 227        |
| 7.13.2 Šplhání .....                                                                                | 227        |
| 7.13.3 Smetadlo překážek .....                                                                      | 228        |
| 7.13.4 Ověřování odolnosti proti nárazům .....                                                      | 228        |
| 7.13.5 Definice referenční překážky .....                                                           | 229        |
| 7.13.5.1 Nákladní vůz 80 t .....                                                                    | 229        |
| 7.13.5.2 Regionální vlak .....                                                                      | 231        |



|                                                                                                                       |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.13.5.3 Velká deformovatelná překážka .....                                                                          | 231        |
| 7.13.5.4 Rohová kolizní překážka .....                                                                                | 232        |
| 7.13.5.5 Definice referenčního vlaku .....                                                                            | 232        |
| 7.13.5.6 Konstrukce lokomotiv .....                                                                                   | 232        |
| 7.13.5.7 Konstrukce hlavového hnacího vozidla a řídicího vozu .....                                                   | 232        |
| 7.13.5.8 Konstrukce samotného osobního vozu .....                                                                     | 232        |
| 7.13.6 Shrnutí pasivní bezpečnosti konstrukce skříní kolejových vozidel .....                                         | 233        |
| <b>7.14 Skříně nákladních vozů .....</b>                                                                              | <b>234</b> |
| 7.14.1 Skříně výsypných vozů .....                                                                                    | 234        |
| 7.14.1.1 Skříně vozů řady Facns 48 m <sup>3</sup> , 49 m <sup>3</sup> , Facnps 81 m <sup>3</sup> .....                | 234        |
| 7.14.1.2 Skříně vozů řady Tadns 83 m <sup>3</sup> .....                                                               | 234        |
| 7.14.1.3 Skříně vozů řady Falns 85 m <sup>3</sup> .....                                                               | 234        |
| 7.14.2 Skříně plošinových, kontejnerových vozů Sgnss 60, Sggrss'80, Sggmrss'90 .....                                  | 234        |
| 7.14.3 Cisternové vozy vozů Zacns, Zacens .....                                                                       | 237        |
| 7.14.4 Materiály pro stavbu skříní nákladních vozů .....                                                              | 237        |
| <b>7.15 Skříně osobních vozů, motorových vozů, elektrických jednotek a motorových vozů .....</b>                      | <b>237</b> |
| 7.15.1 Přehled používaných technologií hrubých staveb skříně .....                                                    | 239        |
| 7.15.2 Diferenciální hrubá stavba skříně .....                                                                        | 239        |
| 7.15.3 Integrovaná hliníková hrubá stavba skříně .....                                                                | 241        |
| 7.15.4 Hybridní stavba .....                                                                                          | 245        |
| 7.15.5 Materiály na skříně osobních a motorových vozů, elektrických a motorových jednotek, regionálních vozidel ..... | 248        |
| <b>7.16 Skříně lokomotiv .....</b>                                                                                    | <b>252</b> |
| 7.16.1 Skříně elektrických traťových lokomotiv .....                                                                  | 253        |
| 7.16.1.1 Skříně lokomotiv se stejnosměrnou elektrickou výzbrojí .....                                                 | 253        |
| 7.16.1.2 Skříně lokomotiv s asynchronní elektrickou výzbrojí .....                                                    | 254        |
| 7.16.2 Skříně traťových lokomotiv nezávislé trakce .....                                                              | 257        |
| 7.16.3 Skříně lokomotiv nezávislé trakce se střední kabinou .....                                                     | 259        |
| <b>8 VENTILACE, CHLAZENÍ .....</b>                                                                                    | <b>267</b> |
| 8.1 Úvod .....                                                                                                        | 267        |
| 8.2 Zdroje tepla na hnacím vozidle .....                                                                              | 267        |
| 8.3 Způsoby ventilace a chlazení .....                                                                                | 267        |
| <b>8.4 Stavební orgány ventilačních obvodů nucené ventilace .....</b>                                                 | <b>268</b> |
| 8.4.1 Ventilátory .....                                                                                               | 268        |
| 8.4.1.1 Charakteristiky a regulace axiálních ventilátorů .....                                                        | 270        |
| 8.4.2 Žaluzie .....                                                                                                   | 271        |
| 8.4.3 Filtry .....                                                                                                    | 272        |
| 8.4.4 Přechodové měchy .....                                                                                          | 272        |
| 8.4.5 Uspořádání chlazených zařízení .....                                                                            | 273        |
| 8.4.5.1 Paralelní a sériové řazení .....                                                                              | 273        |
| 8.4.5.2 Vstup vzduchu do strojovny .....                                                                              | 273        |
| 8.4.5.3 Ventilace odporníků .....                                                                                     | 274        |
| 8.4.6 Příklady chladících okruhů .....                                                                                | 275        |
| 8.4.6.1 Elektrická traťová, univerzální, dvousystémová lokomotiva .....                                               | 275        |
| 8.4.6.2 Elektrická traťová, střídavá, univerzální lokomotiva .....                                                    | 275        |



|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.4.6.3 Ventilace výkonných vícesystémových lokomotiv .....                               | 275        |
| 8.4.6.4 Lokomotiva EP 20 .....                                                            | 275        |
| 8.4.6.5 Elektrická posunovací lokomotiva .....                                            | 276        |
| 8.4.6.6 Elektrická posunovací lokomotiva 1063 .....                                       | 277        |
| 8.4.6.7 Motorová lokomotiva traťová .....                                                 | 279        |
| 8.4.6.8 Motorová lokomotiva traťová ř. 753 .....                                          | 279        |
| 8.4.6.9 Motorová lokomotiva s věžovou kabinou .....                                       | 280        |
| 8.4.7 Ventilace motorů vlastním ventilátorem .....                                        | 280        |
| 8.4.8 Vodní chlazení trakčního motoru .....                                               | 281        |
| 8.4.9 Vodní chlazení měničů .....                                                         | 281        |
| <b>8.5 Základní výpočtové vztahy ventilačního obvodu .....</b>                            | <b>283</b> |
| 8.5.1 Výpočtové vztahy pro řešení složitějších ventilačních nebo chladících okruhů .....  | 284        |
| 8.5.2 Příklad řešení ventilačního obvodu .....                                            | 285        |
| <b>8.6 Výpočtové simulace pro návrhy ventilace komponent kolejových vozidel .....</b>     | <b>289</b> |
| 8.6.1 Základní popis možností simulací .....                                              | 289        |
| 8.6.2 Ventilační vzduchovod strojovny lokomotivy .....                                    | 289        |
| 8.6.3 Nasávací skříň lokomotivy .....                                                     | 291        |
| 8.6.4 Žaluzie .....                                                                       | 292        |
| 8.6.5 Lokomotivní transformátor .....                                                     | 294        |
| 8.6.6 Další situace pro využití simulací v aerodynamice kolejových vozidel .....          | 294        |
| <b>9 BRZDY ŽELEZNIČNÍCH VOZIDEL .....</b>                                                 | <b>299</b> |
| 9.1 Úvod .....                                                                            | 299        |
| 9.2 Brzdové systémy .....                                                                 | 299        |
| 9.2.1 Třecí brzdy .....                                                                   | 300        |
| 9.3 Základní princip brzdění železničních vozidel .....                                   | 301        |
| 9.3.1 Rozváděč DAKO CV1nD .....                                                           | 303        |
| 9.3.1.1 Popis částí rozváděče DAKO CV1nD .....                                            | 305        |
| 9.4 Brzdová výstroj železničních nákladních vozů .....                                    | 309        |
| 9.4.1 Brzda nákladního vozu s mechanickým přestavovačem prázdný-ložený (režim S) .....    | 309        |
| 9.4.2 Brzda nákladního vozu s automatickým brzděním podle hmotnosti vozu (režim SS) ..... | 310        |
| 9.4.3 Brzdová výstroj rychlíkových vozů .....                                             | 311        |
| 9.4.4 Brzdová výstroj lokomotiv a motorových vozů .....                                   | 312        |
| 9.4.4.1 Funkce přímočinné brzdy .....                                                     | 313        |
| 9.4.4.2 Elektricky řízený brzdič .....                                                    | 314        |
| 9.4.4.3 Parametry tlakové brzdy .....                                                     | 315        |
| 9.4.4.4 Další funkční uzly a díly samočinné pneumatické brzdy .....                       | 317        |
| 9.4.4.5 Urychlení brzdicího účinku .....                                                  | 319        |
| 9.4.4.6 Potrubní zrychlovač .....                                                         | 319        |
| 9.4.4.7 Protismykové zařízení .....                                                       | 319        |
| 9.5 Elektropneumatická brzda .....                                                        | 320        |
| 9.5.1 Elektropneumatická brzda přímočinná .....                                           | 320        |
| 9.5.2 Elektropneumatická brzda samočinná .....                                            | 321        |
| 9.5.3 Rychlíková brzda (dvoustupňová) .....                                               | 322        |
| 9.5.4 Mechanická část pneumatické brzdy .....                                             | 322        |



|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.5.5 Špalíková brzda .....                                                 | 324        |
| 9.5.5.1 Ruční brzda .....                                                   | 330        |
| 9.5.5.2 Brzdové jednotky špalíkové brzdy .....                              | 331        |
| 9.5.5.3 Kotoučová brzda .....                                               | 331        |
| 9.5.6 Trámcová brzda .....                                                  | 335        |
| 9.5.6.1 Síly na brzděném kole .....                                         | 335        |
| 9.5.7 Kolejnicová brzda .....                                               | 336        |
| 9.5.7.1 Elektromagnetická kolejnicová brzda .....                           | 336        |
| 9.5.7.2 Vřířivá kolejnicová brzda .....                                     | 337        |
| 9.5.8 Elektrodynamická brzda .....                                          | 338        |
| 9.5.9 Hydrodynamická brzda .....                                            | 338        |
| <b>9.6 Výkonnost brzd vozidel pro rychlosti do 200 km/h .....</b>           | <b>339</b> |
| 9.6.1 Provozní brzdové zkoušky .....                                        | 339        |
| 9.6.1.1 Zkoušky s jednotlivými vozidly .....                                | 339        |
| 9.6.1.2 Zkoušky se soupravou testovaných vozů .....                         | 339        |
| 9.6.2 Hodnocení výsledků provozních brzdových zkoušek .....                 | 341        |
| 9.6.3 Stanovení brzdící hmotnosti výpočtem .....                            | 342        |
| 9.6.3.1 Osobní vozidla a lokomotivy .....                                   | 342        |
| 9.6.3.2 Nákladní vozy .....                                                 | 343        |
| 9.6.3.3 Adhezní limity .....                                                | 344        |
| <b>9.7 Brzdící hmotnost vozidel .....</b>                                   | <b>344</b> |
| 9.7.1 Osobní vozy .....                                                     | 344        |
| 9.7.2 Nákladní vozy .....                                                   | 344        |
| 9.7.3 Vozidla s elektropneumatickou brzdou .....                            | 344        |
| 9.7.4 Vozidla se zrychlovačem brzdy .....                                   | 345        |
| 9.7.5 Vozidla s magnetickou kolejnicovou brzdou .....                       | 345        |
| 9.7.6 Lokomotivy .....                                                      | 345        |
| 9.7.7 Brzdění podle nákladu .....                                           | 345        |
| 9.7.7.1 Samočinné brzdění podle nákladu u nákladních vozů v režimu S .....  | 346        |
| 9.7.7.2 Samočinné brzdění podle nákladu u nákladních vozů v režimu SS ..... | 346        |
| 9.7.7.3 Systém vážení .....                                                 | 346        |
| 9.7.8 Požadované hodnoty brzdící hmotnosti vozidel .....                    | 348        |
| 9.7.9 Kritéria pro vřetenovou ruční brzdou .....                            | 348        |
| <b>9.8 Výkonnost brzd vozidel pro rychlosti od 200 km/h .....</b>           | <b>348</b> |
| <b>9.9 Brzdící hmotnost vlaků .....</b>                                     | <b>348</b> |
| 9.9.1 Lokomotivní osobní vlaky pro $V \leq 200$ km/h .....                  | 348        |
| 9.9.2 Lokomotivní nákladní vlaky v režimu O ( $V \leq 160$ km/h) .....      | 349        |
| 9.9.3 Lokomotivní nákladní vlaky v režimu O .....                           | 349        |
| <b>9.10 Výkonnost zajišťovacích brzd .....</b>                              | <b>349</b> |
| <b>10 ZÁVĚR PRO KONSTRUKČNÍ KAPITOLY .....</b>                              | <b>351</b> |
| <b>11 PROCES VOLBY OPTIMÁLNÍHO KOLEJOVÉHO VOZIDLA .....</b>                 | <b>355</b> |
| 11.1 Úvod .....                                                             | 355        |
| 11.2 Filosofie trhu dopravy kolejovými vozidly .....                        | 355        |
| 11.3 Požadavky na vozidlo .....                                             | 356        |



|                                 |                                                                                             |            |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 11.3.1                          | Legislativa .....                                                                           | 356        |
| 11.3.2                          | Infrastruktura .....                                                                        | 356        |
| 11.3.3                          | Provoz .....                                                                                | 356        |
| 11.3.4                          | Komfort .....                                                                               | 357        |
| 11.3.5                          | Spolehlivost .....                                                                          | 357        |
| 11.3.6                          | Ekonomika .....                                                                             | 357        |
| 11.4                            | Hodnotitelnost požadavků na vozidlo .....                                                   | 357        |
| 11.5                            | Metodika procesu výběru optimálního kolejového vozidla .....                                | 359        |
| 11.5.1                          | Požadavky na vozidlo, určení parametrů vozidla .....                                        | 359        |
| 11.5.1.1                        | Hledisko kapacity vozidla, legislativy a dopravní infrastruktury včetně provozu na ní ..... | 359        |
| 11.5.1.2                        | Hledisko komfortu a provozu vlastního vozidla .....                                         | 360        |
| 11.5.1.3                        | Hledisko ekonomiky provozu vozidla .....                                                    | 360        |
| 11.5.2                          | Hodnotící kritéria, definice a ověření .....                                                | 360        |
| 11.5.2.1                        | Spolehlivost .....                                                                          | 361        |
| 11.5.2.2                        | Pořizovací cena .....                                                                       | 362        |
| 11.5.2.3                        | Náklady na údržbu .....                                                                     | 363        |
| 11.5.2.4                        | Náklady na spotřebu energií .....                                                           | 372        |
| 11.5.2.5                        | Náklady na používání infrastruktury .....                                                   | 373        |
| 11.5.2.6                        | Náklady na opravy násilných poškození .....                                                 | 373        |
| 11.5.2.7                        | Váha jednotlivých kritérií .....                                                            | 374        |
| 11.6                            | Závěr .....                                                                                 | 376        |
| <b>REJSTŘÍK .....</b>           |                                                                                             | <b>377</b> |
| <b>ANOTACE / ABSTRACT .....</b> |                                                                                             | <b>381</b> |