OBSAH

1 KOLEJOVÁ VOZIDLA: DĚLENÍ, POJMY, CHARAKTERISTIKY 1

1.1 Dělení kolejových vozidel podle schopnosti vyvíjet tažnou sílu 1

1.1.1 Hnací vozidla 6

1.1.2 Vozy 3

1.1.3 Speciální vozidla 4

1.2 Dělení kolejových vozidel pro veřejnou dopravu podle jejího charakteru 4

1.2.1 Kolejová vozidla pro dálkovou železniční dopravu 4

1.2.2 Kolejová vozidla pro regionální železniční dopravu 4

1.2.3 Kolejová vozidla pro příměstskou dopravu 4

1.2.4 Kolejová vozidla pro městskou dopravu 4

1.3 Dělení kolejových vozidel podle rozchodu koleje 4

1.4 Vozidla článková a kloubová 5

1.5 Železniční kolejová vozidla a železniční provozní systémy 5

1.5.1 Vozidla pro transevropské vysokorychlostní železniční systémy 5

1.5.2 Vozidla pro transevropské konvenční železniční systémy 5

1.5.3 Přechodnost kolejových vozidel 5

1.5.4 Vozidla pro vnitrostátní dopravu 6

1.6 Hnací vozidla a jejich charakteristika 6

1.6.1 Hnací vozidla závislá na přívodu energie 6

1.6.1.1 Napěťové soustavy elektrických vozidel závislé trakce 6

1.6.1.2 Provozní určení elektrických vozidel závislé trakce 6

1.6.1.3 Výkony elektrických vozidel závislé trakce 6

1.6.2 Hnací vozidla nezávislá na přívodu energie 6

1.6.2.1 Přenos výkonu 6

1.6.2.2 Výkony motorových lokomotiv a vozů 6

1.6.3 Charakteristiky hnacích železničních kolejových vozidel 6

1.6.3.1 Charakteristika elektrických lokomotiv 7

1.6.3.2 Charakteristika motorových lokomotiv 8

1.6.3.3 Charakteristika vícezdrojové lokomotivy 9

1.6.4 Charakteristika elektrických jednotek pro příměstskou dopravu 9

1.6.5 Charakteristika regionálních vozidel 10

1.6.6 Duální vozidla 11

1.7 Osobní a nákladní vozy a jejich charakteristiky 12

1.7.1 Charakteristika kolejových vozů ... 12
1.7.1.1 Charakteristiky osobních vozů ... 12
1.7.1.2 Charakteristiky nákladních vozů ... 15
1.8 Parametry kolejových vozidel ... 19
1.8.1 Parametry hmotnosti ... 19
1.8.2 Rozměrové parametry ... 19
1.9 Označování železničních kolejových vozidel ... 20
1.9.1 Mezinárodní označování hnacích vozidel podle uspořádání pojezdu ... 20
1.9.2 Mezinárodní označení železničních vozidel podle TSI ... 22
1.9.3 Mezinárodní číselné označení železničních vozidel ... 22
1.9.4 Mezinárodní kódování provozně technických parametrů hnacího vozidla ... 23
1.9.5 Národní označování hnacích vozidel ... 24
1.9.6 Kódování provozně technických parametrů osobních vozů ... 24
1.9.7 Kódování provozně technických parametrů nákladních vozů ... 26
2 PŘEDPISY PRO KOLEJOVÁ VOZIDLA ... 29
2.1 Mezinárodní železniční unie – UIC (Union Internationale des Chemins de fer) ... 29
2.2 Evropská unie ... 29
2.2.1 Evropská železniční agentura – ERA ... 29
2.2.2 Některé další organizace EU ... 30
2.3 Mezinárodní technické normy ... 30
2.4 Národní technické normy a předpisy ... 30
3 KOLEJ ... 31
3.1 Železniční trať ... 31
3.2 Kolejnice ... 32
3.3 Základní útvary koleje ... 33
3.4 Geometrické uspořádání koleje ... 34
3.4.1 Rozchod koleje ... 34
3.4.2 Převýšení koleje ... 35
3.4.3 Vzestupnice a přechodnice ... 35
3.4.3.1 Lineární vzestupnice ... 36
3.4.3.2 Nelineární vzestupnice podle Blosse ... 36
3.5 Kolej v provozu ... 37
4 VOZIDLO A KOLEJ ... 39
4.1 Temeno kolejnice, dvojkolí ... 39
4.2 Jízdní obrys kola ... 40
4.3 Styk kola s kolejnicí ... 41
4.4 Adheze ... 42
4.5 Vozidlo v přímé koleji ... 44
4.5.1 Dvojkolí v přímé koleji ... 44
4.5.2 Valení volného dvojkolí v přímé koleji ... 44
4.5.3 Kuželovitost jízdní plochy ... 45
4.5.4 Pohyb volného podvozku v přímé koleji ... 46

4.6 Vozidlo v kružnicovém oblouku koleje ... 48
4.6.1 Valení volného dvojkolí kružnicovým obloukem koleje ... 48
4.6.2 Postavení vozidla v kružnicovém oblouku koleje ... 49
4.6.3 Síly ve styku kola s kolejnicí ... 50
4.6.3.1 Vozidla bez působení vnějších sil a momentů ... 51
4.6.3.2 Vozidla pod vlivem vnějších sil a momentů ... 55
4.6.4 Síly na nabíhajícím dvojkolí ... 56
4.6.5 Odpor oblouku ... 57
4.7 Nezávisle otočná kola ... 58
5 VYPRUŽENÍ VOZIDEL ... 61
5.1 Prvky a soustavy vypružení ... 61
5.2 Vlastní kmity soustavy vypružení s jedním stupněm volnosti pohybu ... 62
5.2.1 Houpání soustavy s viskózním tlumením ... 62
5.2.2 Kolébání soustavy s viskózním tlumením ... 63
5.3 Vlastní kmity soustavy se dvěma stupni volnosti pohybu ... 63
5.3.1 Houpání soustavy s viskózním tlumením ... 63
5.3.2 Bočení a kolébání soustavy se dvěma stupni volnosti pohybu ... 64
5.4 Vynucené kmitání ... 64
5.4.1 Komplexní tuhost vypružení ... 64
5.4.2 Harmonické buzení kmitů ... 65
5.4.3 Postup výpočtu odezvy vozidla na harmonické buzení ... 66
5.4.4 Odezva vozidla na buzení od nerovnosti koleje, tzv. kinematické buzení, pro vozidlo s tlumením ... 67
5.4.5 Výpočet odezvy vozidla na buzení od nerovnosti koleje ... 67
5.4.6 Náhodné buzení kmitů ... 70
5.5 Vypružení kolejových vozidel ... 70
6 KRITÉRIA HODNOCENÍ VZTAHU KOLEJOVÉ VOZIDLO – KOLEJ ... 73
6.1 Kritéria hodnocení chodu vozidla ... 73
6.1.1 Rezonance u kmitajících soustav ... 73
6.2 Vykolejení vozidla ... 73
6.2.1 Kvazistatický případ vykolejení ... 73
6.2.1.1 Změna zatížení kol působením příčné síly ... 74
6.2.1.2 Změna zatížení kol ze statické neurčitosti uložení ... 75
6.6.2 Boční ráz ... 76
6.3 Převrácení vozidla ... 78
6.4 Stabilita koleje ... 78
7 DVOJKOLÍ ... 81
7.1 Charakteristika dvojkolí ... 81
7.2 Nápravy ... 84
7.3 Kola ... 87
7.3.1 Celistvá kola ... 87
7.3.2 Kotouče a hvězdice obručových kol ... 91
7.3.3 Obruče ... 92

7.3.4 Obručová kola ... 92
7.3.5 Složená kola ... 93
7.4 Kompletace železničních dvojkolí ... 95
7.4.1 Nalisování kol s přesahem za studena ... 95
7.4.2 Nasazování kol s přesahem za tepla ... 97
7.4.3 Lepení kol na nápravu ... 97
7.4.4 Zkouška lisovaného spoje protitlakem ... 97
7.4.5 Tvarová pevnost lisovaného spoje ... 97
7.4.6 Vyváženost dvojkolí ... 97
7.4.7 Elektrický odpor dvojkolí ... 98
7.5 Dvojkolí s měnitelným rozchodem ... 98
7.6 Nekonvenční dvojkolí ... 100
8 NÁPRAVOVÁ LOŽISKA ... 105
8.1 Kluzná nápravová ložiska ... 105
8.2 Valivá nápravová ložiska ... 106
8.2.1 První valivé nápravové ložisko ... 106
8.2.2 Typy vlastních valivých ložisek ... 106
8.2.3 Výroba valivých ložisek ... 110
8.2.4 Uložení nápravových ložisek ... 110
8.2.5 Trvanlivost nápravových ložisek ... 110
8.2.6 Mazání valivých nápravových ložisek ... 112
8.2.7 Tření a oteplení valivých ložisek ... 113
8.2.8 Unifikace valivých nápravových ložisek ... 113
9 PRVKY VYPRUŽENÍ V POJEZDU ... 117
9.1 Pružná tělesa ocelová ... 117
9.1.1 Pružnice ... 117
9.1.1.1 Lichoběžníková pružnice s lineární charakteristikou ... 118
9.1.1.2 Dvousvazková lichoběžníková pružnice s progresivní charakteristikou ... 120
9.1.1.3 Parabolická pružnice s lineární charakteristikou ... 120
9.1.1.4 Parabolická pružnice s progresivní charakteristikou ... 121
9.1.2 Přímá pružina – torzní tyč ... 122
9.1.3 Šroubovité válcové pružiny ... 123
9.2 Pryžové pružiny ... 126
9.2.1 Fyzikální vlastnosti pryže ... 127
9.2.2 Pryž ve vypružení kolejových vozidel ... 128
9.2.3 Příklady výpočtu napětí a deformace ... 129
9.3 Vzduchové vypružení ... 131
9.3.1 Tuhost vzduchového vypružení ... 131
9.3.2 Provedení vzduchových pružin ... 132
9.4 Hydropneumatické a hydraulické vypružení ... 134
9.5 Závěsy a vzpěry ... 134
9.6 Tlumiče ... 136
9.7 Magnetoreologický tlumič ... 139

10 PŘÍČNÉ ROZMĚRY ŽELEZNIČNÍCH VOZIDEL ... **143**

10.1 Rozměrové hranice ... 143

10.2 Příčná vysunutí vozidel ... 144

10.3 Kritická postavení vozidla v koleji ... 146

10.4 Statický obrys pro vozidla s rozchodem 1435 mm ... 147

10.5 Kinematický obrys pro vozidla s rozchodem 1435 mm ... 150

10.5.1 Příčné zúžení ... 155

10.5.2 Vztahy pro výpočet zúžení u hnacích vozidel ... 155

10.5.2.1 Vztahy pro výpočet zúžení u motorových jednotek ... 157

10.5.2.2 Vztahy pro výpočet zúžení u osobních vozů ... 158

10.5.2.3 Vztahy pro výpočet zúžení u nákladních vozů ... 159

10.5.2.4 Vztahy pro výpočet zúžení u vozidel s pantografovým sběračem proudu ... 160

10.5.3 Svislé zúžení ... 161

10.5.3.1 Minimální výška částí vozidla nad TK ... 161

10.5.3.2 Maximální výška částí vozidla nad TK ... 163

10.6 Vymezení příčných posuvů vypružení narážkami ... 164

10.7 Průjezdný průřez ... 166

10.7.1 Základní průjezdný průřez (Z) ... 166

10.7.2 Jmenovitý a mezní průjezdný průřez ... 168

10.7.3 Průjezdný průřez a vztažná linie kinematického obrysu pro vozidla ... 168

10.7.4 Osové vzdálenosti souběžných kolejí ... 168

10.8 Průjezdné průřezy v železničních tunelech ... 169

11 PŘÍČNÉ ROZMĚRY VOZIDEL PROVOZOVANÝCH NA TRATÍCH MHD ... **173**

11.1 Příčné rozměry vozidel metra ... 173

11.1.1 Rozměrové hranice ... 173

11.1.2 Průjezdný průřez metra ... 173

11.1.2.1 Příčné rozměry vozidel metra ... 174

11.1.2.2 Vztažná linie kinematického obrysu pro E – vozidla ... 175

11.1.2.2 Vztažná linie kinematického obrysu pro L – vozidla ... 176

11.1.3 Výpočet zúžení Ei a Ea ... 176

11.2 Příčné rozměry tramvajových vozidel ... 177

11.2.1 Rozměrové hranice ... 177

11.2.2 Referenční vozidlo ... 177

11.2.3 Průjezdné průřezy tramvajových tratí ... 179

11.2.4 Obrys pro kolejová vozidla ... 181

11.2.4.1 Vztah průjezdného průřezu a obrysu tramvajového vozidla ... 181

11.2.4.2 Obrys pro vozidla v přímé koleji ... 181

11.2.4.3 Rozměry obrysu vozidla ve směrovém oblouku ... 181

11.2.5 Výpočet rozšíření obrysu pro vozidla ... 183

11.2.6 Šířkové rozměry tramvají ... 184

REJSTŘÍK ... **185**

SUMMARY ... **187**