
OBSAH

1. Úvod	6
2. Systematika hnacích vozidel s elektrickou trakcí	7
2.1 Definice pojmů elektrická lokomotiva a elektrický motorový vůz	7
2.2 Třídění elektrických hnacích vozidel	7
2.3 Systematika hnacích vozidel	8
2.4 Elektrická trakční a pomocná zařízení vozidel	9
2.5 Charakteristiky elektrických hnacích vozidel	10
2.6 Typové označení kolejových hnacích vozidel	10
2.7 Uložení trakčního motoru a pohon hnacích náprav	14
3. Hlubinné a povrchové báňské lokomotivy	15
3.1 Třídění a proudové soustavy báňských lokomotiv	15
3.2 Důlní hlubinné lokomotivy	16
3.3 Akumulátorové důlní lokomotivy	22
3.4 Elektrické lokomotivy pro dopravu v lomech	26
4. Vozidla pouličních a městských rychlých drah	30
4.1 Vývoj a současný stav v technice městských drah	30
4.2 Dynamika jízdy vozidel městských drah	32
4.3 Energetika jízdy vozidel městských elektrických drah	39
4.3.1 Specifická spotřeba energie tramvají	39
4.4 Typy tramvajových vozů a vlaků	43
4.5 Proudová soustava a napájení elektrických pouličních drah	45
4.6 Elektrické zařízení tramvajových vozů	46
4.6.1 Elektrické zařízení moderních tramvajových vozů typu T	46
4.6.2 Pulsní řízení tramvajových vozů	52
4.6.3 Pohon tramvajových vozů s asynchronními motory	56
4.6.4 Vývojové směry tramvajových vozů	61
4.6.5 Tříčlankový osmínápravový tramvajový vůz typu KT8 D5	62
4.7 Trolejbusy	70
4.7.1 Typy trolejbusů	71
4.7.2 Elektrický pohon trolejbusů	73
4.7.3 Řízení elektrického pohonu trolejbusu	74
4.7.4 Ostatní trakční a pomocná zařízení trolejbusů	77
4.7.5 Pulsní řízení trolejbusů	79
4.7.6 Trolejbusy československé výroby	81
4.8 Městské rychlé dráhy	83
4.8.1 Charakteristiky a typy městských rychlých drah	84
4.8.2 Koncepce a elektrická výzbroj rychlého tramvajového vozidla	87
4.8.3 Podzemní a nadzemní městské dráhy (metro)	89

4.8.4	Elektrické vlaky podzemních drah	91
4.8.5	Pražské metro	92
4.8.6	Vozidla pražského metra na trase 1C	93
4.8.7	Vozidla pražského metra na trase 1A	100
5. Stejnoseměrné lokomotivy		105
5.1	Mechanická část stejnosměrných lokomotiv	105
5.2	Uložení trakčního motoru v lokomotivě a mechanický převod z trakčního motoru na nápravu	110
5.3	Typy a parametry stejnosměrných lokomotiv	115
5.4	Elektrické trakční zařízení lokomotiv 3 kV	116
5.4.1	Okruh trakčního proudu	119
5.4.2	Pomocná zařízení elektrických lokomotiv 3 kV	121
5.4.3	Sběrače proudu	124
5.4.4	Hlavní vypínač	129
5.4.5	Ochrany, signalizace, měření	130
5.5	Projekt elektrické stejnosměrné lokomotivy	132
5.5.1	Určení potřebné adhezční tíhy traťové lokomotivy	133
5.5.2	Určení jmenovitého výkonu	135
5.6	Pulsní řízení stejnosměrných lokomotiv	143
6. Elektrické motorové vozy, jednotky a elektrické motorové vlaky		147
6.1	Typy elektrických motorových vlaků a dynamika jejich jízdy	147
6.2	Výkonové a energetické parametry motorových vlaků	150
6.2.1	Měrný hmotný výkon motorového vlaku	150
6.2.2	Specifická spotřeba elektrické energie pro jízdu mezi stanicemi	151
6.3	Elektrické motorové vozy a motorové vlaky stejnosměrných proudových soustav	155
7. Elektrické lokomotivy jednofázové 50 Hz		158
7.1	Vývoj a současný stav jednofázových lokomotiv 50 Hz	158
7.2	Elektrická trakční zařízení jednofázových lokomotiv s usměrňovači	164
7.2.1	Samovolné buzení trakčních motorů na vozidlech s diodovými usměrňovači	165
7.2.2	Usměrnění jednofázového napětí	166
7.2.3	Proudy, napětí a výkony transformátoru a usměrňovače v dvojpulsním můstkovém spojení	167
7.2.4	Charakteristika usměrněného napětí dvojpulsního usměrňovače při nekonečně velké indukčnosti v okruhu trakčního motoru	168
7.2.5	Okruh trakčního proudu jednofázového hnacího vozidla s usměrňovačem	173
7.2.6	Spojování usměrňovačů s trakčními motory	175
7.2.7	Vyhlažování pulsujícího usměrněného proudu	176
7.3	Fázová regulace napětí a buzení trakčních motorů	186
7.3.1	Řízené usměrňovače jednofázových hnacích vozidel	189
7.3.2	Regulace cizího buzení a reverzace chodi trakčních motorů pomocí tyristorů	191
7.3.3	Kompensace účinniku fázové regulace napětí s předstihovým vypínáním napěťových pulsů	192
7.4	Pomocná zařízení jednofázových hnacích vozidel	194
7.4.1	Pomocné pohony na jednofázových lokomotivách	194

7.4.2	Trojfázové asynchronní motory pro pomocné pohony	195
7.4.3	„Arno-měníč“	196
7.4.4	Pomocné stejnosměrné motory na vlnivý proud	198
7.4.5	Elektrické vytápění vlakové soupravy 50 Hz	198
7.4.6	Zdroj pomocného proudu	199
7.5	Projekt a dimenzování elektrického zařízení jednofázových lokomotiv s usměrňovači	199
7.5.1	Dimenzování trakčního motoru	200
7.5.2	Dimenzování polovodičového usměrňovače	203
7.5.3	Dimenzování hlavního transformátoru	206
7.5.4	Příklad výpočtu dimenzního výkonu lokomotivního transformátoru	208
7.5.5	Dimenzování pomocných pohonů	209
7.5.6	Odstupnění napětí při amplitudové regulaci	211
8. Vícesystémová (vícesoustavová) hnací vozidla		214
8.1	Provozně technické řešení styku dvou proudových soustav na železnicích	214
8.2	Třídění vícesoustavových trakčních vozidel	216
8.3	Trakční zařízení dvousoustavových a vícesoustavových lokomotiv	217
8.3.1	Dvounapětíová vozidla	217
8.3.2	Dvoufrekvenční vozidla s usměrňovači	218
8.3.3	Dvouproudová vozidla	218
9. Dieselelektrické pohony trakčních vozidel		221
9.1	Podstata dieselelektrického trakčního pohonu	221
9.1.1	Stejnoseměrné dieselelektrické přenosy výkonu	222
9.1.2	Směšené dieselelektrické přenosy výkonu	223
9.1.3	Střídavé vícefázové dieselelektrické přenosy výkonu	223
9.2	Typy a výkonové charakteristiky diesellových motorů pro železniční hnací vozidla	224
9.2.1	Jmenovitý výkon motorové lokomotivy	225
9.2.2	Indikovaný a efektivní výkon naftového motoru	226
9.2.3	Regulace výkonu naftových motorů	227
9.2.4	Specifická spotřeba paliva v motorové vozbě	230
9.3	Stejnoseměrné dieselelektrické vozidlové přenosy výkonu	231
9.3.1	Charakteristiky a jmenovitý výkon stejnosměrného regulačního generátoru	232
9.3.2	Charakteristiky trakčního motoru s konstantním příkonem	234
9.3.3	Typové výkony trakčních strojů stejnosměrných dieselelektrických přenosů výkonu	236
9.3.4	Stejnoseměrné regulační generátory dieselelektrických přenosů výkonu	239
9.3.4.1	Generátory s vlastním buzením, pracující se stlačováním otáčivé rychlosti	240
9.3.4.2	Generátory s regulací točivého momentu	242
9.3.4.3	Generátory s výkonnostní otáčkovou regulací	247
9.3.5	Regulace buzení trakčních motorů	251
9.3.6	Elektrické spouštění naftového motoru	252
9.4	Dieselelektrické přenosy výkonu smíšených proudových soustav	254
9.4.1	Význam a oprávnění elektrických přenosů výkonů smíšených proudových soustav	254
9.4.2	Regulované buzení hlavního generátoru ze střídavého budiče	255
9.4.3	Vícefázový střídavý generátor s polovodičovým usměrňovačem	257

9.4.4	Vicéfázový alternátor s protiběžnými rotory pro dva prvotní motory stejného výkonu	257
9.5	Střídavé vicéfázové dielelektrické přenosy výkonu s bezkomutátorovými motory	261
9.6	Projekt dielelektrického přenosu výkonu lokomotivy	267
9.6.1	Rozsah a postup projektu	268
9.6.2	Určení potřebné adhezní tíhy dielelektrické lokomotivy	268
9.6.3	Určení počtu hnacích náprav	269
9.6.4	Určení vlastní hmotnosti odpovídající danému prvotnímu výkonu	270
9.6.5	Určení přenášeného a trakčního výkonu	271
9.6.6	Volba trvalé tažné síly a trvalé rychlosti z adhezní tíhy a trakčního výkonu	
9.6.7	Volba trvalého proudu, napětí a regulačního rozsahu generátoru a buzení trakčních motorů	271
9.6.8	Typové určení hlavního generátoru z trvalého proudu a regulačního rozsahu napětí s odhadem jeho hmotnosti	272
9.6.9	Typové určení trakčních motorů	274
9.6.10	Volba regulační soustavy hlavního generátoru	275
9.6.11	Základní schéma spojení trakčních obvodů a pomocných i regulačních elektrických zařízení	276
9.6.12	Volba napětí a kapacity akumulátorové baterie pro spouštění dieselového motoru a odhad hmotnosti baterie	279
9.6.13	Výpočet trakčních charakteristik	281
9.6.14	Odstupnění prvotního výkonu na hnačím vozidle	282
9.6.15	Volba typu motorové lokomotivy	284
9.6.16	Výpočet zátěžových norem a dosažitelných rychlostí se zátěží traťové lokomotivy	285
10. Charakteristiky československých elektrických a dielelektrických lokomotiv a elektrických motorových vozů novějších typů z let 1975—85		286
10.1	Elektrické lokomotivy stejnosměrné proudové soustavy 3 kV	286
10.1.1	Elektrická posunovací lokomotiva typu 33 E, ČSD řady E 458.0	286
10.1.2	Elektrická posunovací lokomotiva typu 78 E, ČSD ř. E 458.1 s tyristorovým pulsním řízením	286
10.1.3	Univerzální traťová elektrická lokomotiva typu 71 E, ČSD řady E 499.3	292
10.1.4	Elektrická traťová lokomotiva nákladní a osobní typu 79 E, ČSD řady E 479.0	294
10.1.5	Expresní elektrická lokomotiva 3 kV typu 63 E, SŽD řady ČS 2T	296
10.1.6	Elektrická expresní lokomotiva typu 66 E, SŽD ČS 200	300
10.1.7	Elektrická rychlíková lokomotiva 3 kV typu 65 E, ČSD řady E 499.2	303
10.1.8	Elektrická nákladní lokomotiva 3 kV typu 58 E, ČSD řady E.479.1	307
10.1.9	Elektrická expresní lokomotiva typu 82 E, SŽD řady ČS 7	309
10.2	Elektrické lokomotivy jednofázové 25 kV, 50 Hz	314
10.2.1	Elektrická posunovací lokomotiva typu 51 E, ČSD řady S 458.0	314
10.2.2	Univerzální elektrická traťová lokomotiva 25 kV, 50 Hz typu 73 E, ČSD řady S 499.1	317
10.2.3	Univerzální elektrická traťová lokomotiva 25 kV, 50 Hz typu 68 E, BDŽ řady 43 EP	320
10.2.4	Elektrická expresní lokomotiva 25 kV, 50 Hz typu 62 E, SŽD řady ČS 4T	324
10.2.5	Elektrická univerzální traťová lokomotiva 25 kV, 50 Hz typu 70 E, ČSD řady S 499.2	328
10.2.6	Elektrická rychlíková lokomotiva 25 kV, 50 Hz typu 81 E, SŽD řady ČS 8	333

10.3	Elektrické lokomotivy dvouproudové 3 kV/25 kV, 50 Hz	336
10.3.1	Elektrická dvouproudová lokomotiva expresní a rychlíková typu 55 E, ČSD řady ES 499.0	336
10.3.2	Elektrická univerzální traťová dvouproudová lokomotiva typu 69 E, ČSD řady ES 499.1	344
10.3.3	Elektrická dvouproudová lokomotiva typu 80 E, řady ČSD ES 499.2, řady DR BR 2030	349
10.3.4	První elektrická lokomotiva ŠKODA III. generace s asynchronními trakčními motory typu 85 EO	351
10.4	Elektrické motorové jednotky a motorové vozy stejnosměrné 3 kV a jednofázové 25 kV, 50 Hz	359
10.4.1	Elektrická motorová jednotka 3 kV, ČSD řady EM 475.1	359
10.4.2	Elektrická motorová vlaková souprava 3 kV, ČSD řady EM 488.0	363
10.4.3	Elektrický motorový vlak 25 kV, 50 Hz, ČSD řady SM 488.0	367
10.5	Dieseλεκτρické lokomotivy	372
10.5.1	Univerzální traťová dieselelektrická lokomotiva ČSD řady T 478.4	372
10.5.2	Nákladní a těžká posunovací dieselelektrická lokomotiva SŽD, řady ČME-3M	376
10.5.3	Dieseλεκτρická lokomotiva se střídavě stejnosměrným přenosem výkonu ČSD řady T 457.0	379
11.	Seznam literatury	383