

1. Úvod	5
1.1 Železniční doprava jako objekt zkoumání	5
1.2 Operační analýza jako metoda zkoumání	12
2. Vjezdová část seřadovací stanice	17
2.1 Funkce vjezdového kolejiště a svážného pahrbku	17
2.1.1 Organizace práce vjezdového kolejiště	17
2.1.2 Organizace práce svážného pahrbku	25
2.2 Vstupní tok vlaků do vjezdové skupiny	30
2.2.1 Statistické vyšetření vstupního toku	30
2.2.2 Předpoklady o vstupním toku pro analytické modely	36
2.3 Analytický model obsluhovacího systému vjezdového kolejiště	37
2.3.1 Jednoduchý model činnosti vjezdového kolejiště s odmítáním	38
2.3.1.1 Výpočet pravděpodobnosti stavu	38
2.3.1.2 Vztah mezi nabídkami vlaků a jejich realizací	40
2.3.1.3 Charakteristiky provozu systému	45
2.3.1.4 Několik numerických příkladů	48
2.3.2 Modely s tvorbou ohraničené fronty s odmítáním	51
2.3.2.1 Zobecněné Erlangovy vzorce pro řešení	52
2.3.2.2 Diferenciální metoda pro vícefázovou obsluhu	61
2.4 Analytický model provozu svážného pahrbku	71
2.4.1 Kendallova metoda vložených Markovových řetězců	71
2.4.2 Výpočet pravděpodobnosti stavu pahrbku	73
2.4.3 Výkonnost svážného pahrbku	78
2.5 Vjezdová soustava seřadovací stanice jako uzavřená exponenciální síť	82
2.5.1 Úvod	82
2.5.2 Vytvoření modelu uzavřené exponenciální sítě	83
2.5.3 Výpočet charakteristik procesu obsluhy v uzavřené exponenciální síti	85
2.5.4 Numerický příklad	87
2.5.5 Tabelování výsledků	91
2.5.6 Meze použití metody uzavřené exponenciální sítě	93
2.6 Model vjezdové soustavy pomocí systému diferenciálních rovnic	93
2.6.1 Diferenciální metoda - přechodový diagram	93
2.6.2 Výpočet charakteristik	98
2.6.3 Příklady řešení	100
2.7 Závislost kvantitativních a kvalitativních charakteristik	104
2.7.1 Zkoumání závislostí	104
2.7.2 Vzájemné ovlivňování dílčích systémů obsluhy	109
2.8 Optimalizace vjezdové soustavy	114
2.9 Simulace provozu vjezdové části seřadovací stanice	121
2.9.1 Popis vývojového diagramu	122

2.9.2 Stanovení počtu simulovaných vlaků	125
2.9.3 Příklady	126
3 <u>Proces shromažďování zátěže</u>	134
3.1 Význam procesu shromažďování zátěže	134
3.2 Proces vstupu zátěže na směrovou kolej	135
3.2.1 Vstup zátěže na relační kolej jako stochastický proces	135
3.2.2 Kritický časový interval	137
3.2.3 Závislost času τ na intenzitě zátěžového proudu a počtu končících vlaků	145
3.3 Režimy procesu shromažďování	146
3.4 Vztahy mezi veličinami vyjadřujícími velikost vlaku	150
3.4.1 Jednorozměrná lineární korelace	150
3.4.2 Dvozměrná lineární regrese	153
3.5 Shromažďování na čas	155
3.5.1 Sestavení analytického modelu	155
3.5.2 Řešení rovnice (3.12)	156
3.5.2.1 Odvození a řešení charakteristické rovnice	157
3.5.2.2 Kořeny charakteristické rovnice	165
3.5.2.2.1 Kladný reálný kořen	165
3.5.2.2.2 Záporný reálný kořen	168
3.5.2.2.3 Komplexní kořeny	170
3.5.2.3 Důležitá vlastnost řešení integrální rovnice	171
3.5.3 Charakteristiky procesu shromažďování na čas	172
3.5.3.1 Stav zátěže na relační koleji	178
3.5.3.2 Střední hodnota odlivu zátěže z relační koleje	178
3.5.3.3 Střední hodnota zbytku zátěže	179
3.5.3.4 Pravděpodobnost úplného vytížení relačního vlaku	180
3.5.3.5 Střední pobyt zátěže v procesu shromažďování	181
3.5.4 Tabulky charakteristik	183
3.5.5 Příklady výpočtů charakteristik	184
3.6 Shromažďování na normu	190
3.6.1 Sestava analytického modelu shromažďování na normu	190
3.6.2 Charakteristiky procesu shromažďování na normu	193
3.6.3 Příklady	194
3.7 Porovnání režimů shromažďování	201
3.8 řízení procesu shromažďování	203
3.8.1 Úvod	203
3.8.2 Dlouhodobé plánování a vytížení nákladních vlaků	206
3.8.2.1 Vytížení nákladních vlaků za předpokladu shromažďování na normu ..	206
3.8.2.2 Optimální hmotnost vlaku při shromažďování na čas	211
3.8.2.3 Úvaha o ekonomickém porovnání obou režimů shromažďování	222
3.8.3 Operativní řízení a vytížení nákladních vlaků	225
3.8.3.1 Operativní řízení a shromažďování na normu	225
3.8.3.2 Operativní řízení a shromažďování na čas	232

4	<u>Vliv pobytu soupravy po ukončení procesu shromažďování na délku směrové koleje</u>	244
4.1	Úvod	244
4.2	Vymezení problému	244
4.3	Odvození základních vztahů	246
4.4	Výpočetní problémy	248
4.5	Kapacita směrového kolejiště	271
4.5.1	Pravděpodobnost přeplnění směrového kolejiště	271
4.5.2	Úhrnná délka směrových kolejí a její optimalizace	273
5	<u>Výstup souprav z procesu shromažďování</u>	278
5.1	Formulace problému	278
5.2	Stanovení pořadí konců dob shromažďování	279
6	<u>Problémy jízdního řádu</u>	289
6.1	Optimalizace jízdního řádu osobního vlaku	289
6.1.1	Formulace úlohy	289
6.1.2	Model GOP - I	290
6.1.3	Metoda řešení GOP - I	291
6.1.4	Praktická aplikace	292
6.2	Optimalizace poloh tras osobních vlaků	298
6.2.1	Formulace úlohy	298
6.2.2	Čekací doba	299
6.2.3	Optimalizační postup	300
6.2.4	Praktická aplikace	302
7	<u>Řízení dopravy při výluce traťové koleje</u>	304
7.1	Formulace problému	304
7.2	Analytický model	305
7.2.1	Matematický popis	305
7.2.2	Numerické řešení	308
7.2.3	Stanovení optimální velikosti svazků	311
7.2.4	Optimalizace trvání cyklu	313
7.3	Simulační model výluky	316
7.3.1	Formulace optimalizační úlohy	316
7.3.2	Vývojový diagram simulačního modelu	318
7.3.3	Simulační experimenty	320
7.4	Řízení výlukové dopravy v reálném čase	323
8	<u>Model provozu mezilehlé stanice na jednokolejně trati</u>	325
8.1	Úvod	325
8.2	Podmínky pro sestavu modelu	325
8.3	Řízení jízdy v mezistaničním úseku	326
8.3.1	Vstup vlaků do systému	326
8.3.2	Současné jízdy vlaků	327
8.3.3	Provozní intervaly	328
8.3.4	Informace o vlacích	329
8.3.5	Informace o kolejích	329

8.3.6 Registrace stavu	329
8.4 Simulační algoritmus	330
8.5 Použití simulačního modelu	334
9. <u>Metody optimálního výběru a plán vlakovorby</u>	339
9.1 Úvod	339
9.2 Model zobecněné dopravní sítě	339
9.3 Úloha optimální vlakovorby na síti liniového typu	340
9.4 Metody řešení	352
9.4.1 Metoda omezeného prohledání	354
9.4.2 Gradientová metoda	366
9.4.3 Heuristická metoda	368
9.4.4 Zhodnocení metod řešení	370
9.5 Optimální vlakovorba na plošné síti	379
10 <u>Oběhy lokomotiv</u>	388
10.1 Základní pojmy a formulace úlohy	388
10.2 Stochastická jízdní doba	393
10.3 Algoritmus	396
10.4 Praktická aplikace	397
10.4.1 Podklady pro řešení	397
10.4.2 Výsledky řešení	402