

doc. Ing. Jozef Gašparík, PhD.
Ing. Peter Šulko, PhD.

**TECHNOLÓGIA ŽELEZNIČNEJ DOPRAVY
LÍNIOVÉ DOPRAVNÉ PROCESY**

Žilina 2016

Vysokoškolská učebnica podáva pohľad na všetky aspekty grafikonu vlakovej dopravy a metodiky stanovenia prípustnej výkonnosti ako úzko špecifickej oblasti železničnej dopravnej prevádzky. Poskytovanie kapacity železničnej infraštruktúry predpokladá poznanie jej disponibilnej veľkosti, pričom hlavným poslaním manažéra železničnej infraštruktúry má byť poskytovanie kvalitných služieb pri realizovaní vlakovej dopravy.

Publikácia je určená predovšetkým študentom Žilinskej univerzity v Žiline, ako aj iných škôl príbuzného zamerania, odborníkom z praxe a tiež širokému spektru záujemcov o železničnú dopravu.

Učebnica vznikla s podporou grantu VEGA 1/0188/13 „Prvky kvality integrovaného dopravného systému pri efektívnom poskytovaní verejnej služby v doprave v kontexte globalizácie“.

Vedecký redaktor prof. Ing. Jozef Majerčák, PhD.

Recenzenti prof. Ing. Tatiana Molková, Ph.D.
Ing. Pavel Krýže, Ph.D.

Žilinská univerzita v Žiline/EDIS - vydavateľské centrum ŽU

© J. Gašparík, P. Šulko, 2016

ISBN

OBSAH

ÚVOD.....	11
1. VZŤAHY NA TRHU PREPRAVNÝCH SLUŽIEB V ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE.....	13
1.1. Definícia prepravnej služby	13
1.2. Manažment kapacity železničnej infraštruktúry	14
1.2.1. Portfólio služieb.....	15
1.2.2. Pridelovanie kapacity železničnej infraštruktúry	16
1.2.3. Proces pridelenia a koordinácie	18
1.2.3.1. <i>Proces pridelenia</i>	20
1.2.3.2. <i>Proces koordinácie</i>	21
1.2.3.3. <i>Kapacitné analýzy</i>	22
1.2.4. Poplatok za použitie infraštruktúry.....	23
2. GRAFIKON VLAKOVEJ DOPRAVY.....	25
2.1. Význam a úlohy grafikonu vlakovej dopravy	25
2.2. Grafické znázornenie jazdy vlaku	26
2.2.1. Metodika ŽSR	27
2.2.2. Metodika SŽDC.....	29
2.2.3. Metodika VPE	29
2.2.4. Metodika ÖBB.....	30
2.2.5. Sieťová grafika	31
2.2.6. Zobrazenie vlakových trás v prevádzkových informačných systémoch	32
2.3. Triedenie grafikonov vlakovej dopravy	33
2.3.1. Vzájomný pomer rýchlosti jazdy vlakov	34
2.3.1.1. <i>Rovnobežné</i>	34
2.3.1.2. <i>Nerovnobežné</i>	34
2.3.2. Počet traťových koľají.....	35
2.3.2.1. <i>Jednokoľajné (obojsmerné)</i>	35
2.3.2.2. <i>Dvojkoľajné (jednosmerné)</i>	36
2.3.2.3. <i>Viackoľajné</i>	36
2.3.3. Pomer počtu vlakov jedného a opačného smeru	37
2.3.4. Usporiadanie jazd následných vlakov	37
2.3.4.1. <i>Jednoduché</i>	38

2.3.4.2.	<i>Skupinové</i>	38
2.3.4.3.	<i>Zväzkové</i>	39
2.3.5.	Trvanie obsadenia medzistaničných úsekov	40
2.3.5.1.	<i>Identické</i>	40
2.3.5.2.	<i>Neidentické</i>	41
2.3.6.	Obdobie platnosti	41
2.3.7.	Stupeň obsadenia a využitie priepustnej výkonnosti traťového úseku	41
2.3.8.	Systematickosť	42
2.3.8.1.	<i>Nesystematické</i>	42
2.3.8.2.	<i>Systematické</i>	42
3.	PODKLADY NA ZOSTAVU GRAFIKONU VLAKOVEJ DOPRAVY	45
3.1.	Prevádzkyschopnosť infraštruktúry	45
3.2.	Rozsah vlakovej dopravy	46
3.3.	Parametre trasy vlaku	47
3.3.1.	Druh a číslo vlaku	47
3.3.1.1.	<i>Druhy vlakov na ŽSR</i>	47
3.3.1.2.	<i>Číslovanie vlakov</i>	49
3.3.2.	Hnacie dráhové vozidlá	52
3.3.3.	Normatív dĺžky vlaku	52
3.3.4.	Normatív hmotnosti a typ jazdného odporu	52
3.3.5.	Brzdiace percentá	53
3.3.6.	Rýchlosť vlaku	54
3.3.6.1.	<i>Základná rýchlosť vlakov</i>	54
3.3.6.2.	<i>Traťová rýchlosť</i>	55
3.3.6.3.	<i>Konštrukčná rýchlosť</i>	55
3.3.6.4.	<i>Najvyššia dovolená rýchlosť</i>	55
3.3.6.5.	<i>Stanovená rýchlosť</i>	55
3.3.6.6.	<i>Jazdná rýchlosť</i>	56
3.3.6.7.	<i>Technická rýchlosť</i>	57
3.3.6.8.	<i>Úseková rýchlosť</i>	57
3.3.6.9.	<i>Cestovná rýchlosť</i>	57
3.3.6.10.	<i>Koeficient rýchlosti</i>	57
3.3.7.	Jazdné časy	58
3.3.7.1.	<i>Teoretické jazdné časy</i>	58
3.3.7.2.	<i>Pravidelné jazdné časy</i>	64
3.3.8.	Pobyty	65
3.3.8.1.	<i>Pobyt vlaku z technologických dôvodov</i>	65

3.3.8.2.	<i>Pobyt vlaku z prepravných dôvodov</i>	66
3.3.8.3.	<i>Pobyt vlaku z dopravných dôvodov</i>	67
3.3.9.	Kalendárne obmedzenie jazdy vlaku.....	67
3.4.	Prevádzkové intervaly	68
3.4.1.	Členenie prevádzkových intervalov	69
3.4.2.	Zásady stanovenia prevádzkových intervalov	70
3.4.3.	Staničné prevádzkové intervaly	78
3.4.3.1.	<i>Interval postupných vchodov</i>	78
3.4.3.2.	<i>Interval postupného vchodu a odchodu</i>	83
3.4.3.3.	<i>Interval postupných odchodov</i>	88
3.4.3.4.	<i>Interval postupného odchodu a vchodu</i>	93
3.4.4.	Nástupištné intervaly	98
3.4.5.	Prestupný čas	102
3.4.6.	Ostatné technologické časy	104
3.4.7.	Traťové prevádzkové intervaly.....	105
3.4.7.1.	<i>Interval následnej jazdy</i>	105
3.4.7.2.	<i>Interval protismernej jazdy</i>	114
3.5.	Následné medzičasy	118
3.5.1.	Odchodové medzičasy na tratiach s telefonickým dorozumievaním, poloautomatickým blokom alebo automatickým hradlom.....	121
3.5.2.	Odchodové medzičasy na trati s automatickým blokom	129
3.5.3.	Príchodové medzičasy na trati s telefonickým dorozumievaním, poloautomatickým blokom alebo automatickým hradlom.....	134
3.5.4.	Príchodové medzičasy na trati s automatickým blokom.....	143
3.5.5.	Elektrický medzičas na tratiach elektrifikovaných jednosmerným prúdom 3 000 V.....	146
3.5.6.	Elektrický medzičas na tratiach elektrifikovaných jednofázovou prúdovou sústavou 25 kV, 50 Hz	151
4.	METODIKA ZOSTAVY GRAFIKONU VLAKOVEJ DOPRAVY	155
4.1.	Zásady konštrukcie grafikonu	156
4.1.1.	Konštrukcia GVD a trasovanie vlakov	156
4.1.2.	Pomôcky grafikonu vlakovej dopravy.....	158
4.1.2.1.	<i>List grafikonu vlakovej dopravy</i>	159
4.1.2.2.	<i>Zošíťový cestovný poriadok</i>	162
4.1.2.3.	<i>Cestovné poriadky osobitných vlakov</i>	165
4.1.2.4.	<i>Rozkaz o zavedení grafikonu vlakovej dopravy</i>	165
4.1.2.5.	<i>Čakacie časy a opatrenia pri meškaní vlakov osobnej dopravy</i>	165

4.1.2.6.	Plán vlakotvorby ND.....	165
4.1.2.7.	Radenie vlakov osobnej dopravy.....	165
4.1.2.8.	Grafikon obehu hnacích vozidiel.....	166
4.1.2.9.	Turnusy vlakových čiat.....	166
4.1.2.10.	Zoznamy vlakov pre staničných a traťových zamestnancov.....	166
4.1.2.11.	Tabuľky traťových pomerov.....	166
4.2.	Organizácie podporujúce koordináciu zostavy GVD.....	167
4.2.1.	Forum Train Europe.....	167
4.2.2.	RailNetEurope.....	168
4.2.3.	Organizácia pre spoluprácu železníc.....	172
4.3.	Využitie výpočtovej techniky pri tvorbe grafikonu vlakovej dopravy a stanovení kapacity železničnej infraštruktúry.....	173
4.3.1.	ZONA-CP-VT.....	176
4.3.2.	KANGO (Komplexná aplikácia návrhu grafikonu on line).....	178
4.3.3.	ISOŘ KADR (Informačný systém operatívneho riadenia - kapacita dráhy).....	179
4.3.4.	ROMAN (Route Management).....	180
4.3.5.	RuT (Rechnerunterstützte Trassenkonstruktion).....	180
4.3.6.	RailSys (Fahrplan und Infrastrukturmanagement).....	181
4.3.7.	TPS/STRAX.....	182
4.3.8.	FBS (FahrplanBearbeitungsSystem).....	182
4.3.9.	TrainPlan.....	183
4.3.10.	DONS/SIMONE.....	183
4.3.11.	OpenTrack.....	184
4.3.12.	Viriato.....	185
4.3.13.	SimuT.....	186
5.	KAPACITA ŽELEZNIČNEJ INFRAŠTRUKTÚRY.....	187
5.1.	Základné pojmy a druhy priepustnej výkonnosti.....	188
5.2.	Stanovenie času obsadenia a časovej zálohy v grafikone.....	192
5.2.1.	Čas obsadenia v nerovnoběžnom grafikone.....	192
5.2.1.1.	Najkratší čas obsadenia v jednosmernom grafikone.....	192
5.2.1.2.	Najkratší čas obsadenia v obojsmernom grafikone.....	193
5.2.2.	Čas obsadenia v rovnoběžnom grafikone.....	194
5.2.2.1.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom jednoduchom párovom grafikone.....	194
5.2.2.2.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom párovom skupinovom grafikone.....	195

5.2.2.3.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom párovom zväzkovom grafikone	196
5.2.2.4.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom párovom, čiastočne skupinovom grafikone.....	197
5.2.2.5.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom párovom, čiastočne zväzkovom grafikone	198
5.2.2.6.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom nepárovom, čiastočne skupinovom grafikone.....	199
5.2.2.7.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v jednokoľajnom nepárovom, čiastočne zväzkovom grafikone.....	200
5.2.2.8.	Čas obsadenia medzistaničného jednokoľajného úseku s odbočkou.	201
5.2.2.9.	Čas obsadenia medzistaničného úseku pri čiastočne dvojkolajnej prevádzke.....	202
5.2.2.10.	Čas obsadenia medzistaničného úseku v dvojkolajnom (jednosmernom) grafikone.....	205
5.2.3.	Časová záloha.....	206
5.2.3.1.	Kritériá určenia časovej zálohy.....	209
5.2.3.2.	Využitie časovej zálohy na likvidáciu meškania.....	210
5.3.	Teoretická priepustná výkonnosť traťových koľají.....	219
5.3.1.	Jednokoľajná trať.....	219
5.3.2.	Dvojkolajná trať.....	222
5.4.	Priepustná výkonnosť traťových koľají v skonštruovanom grafikone	225
5.4.1.	Stanovenie priepustnej výkonnosti pomocou koeficientu vylučovania	226
5.4.2.	Metodika ŽSR na zisťovanie priepustnej výkonnosti nerovnoobežného grafikonu vlkovej dopravy	232
5.4.2.1.	Grafická metóda stanovenia praktickej priepustnej výkonnosti v skonštruovanom grafikone.....	233
5.4.2.2.	Analytická metóda ŽSR na stanovenie praktickej priepustnej výkonnosti v skonštruovanom grafikone.....	233
5.4.3.	Zisťovanie kapacity simulačnými nástrojmi.....	234
5.5.	Priepustná výkonnosť traťových koľají vo výhľadových grafikoch	239
5.5.1.	Stanovenie praktickej priepustnej výkonnosti vo výhľadovom grafikone pomocou počtu pravdepodobnosti a matematickej štatistiky ...	239
5.5.2.	Stanovenie výhľadovej priepustnosti metódou ŽSR	250
5.5.3.	Vkladanie dodatočných trás pomocou teoretickej početnosti medzier	252
5.6.	Priepustnosť výkonnosť v dočasných grafikoch	254
5.6.1.	Priepustnosť vo výlukovom grafikone	254

5.6.1.1.	Organizácia dopravnej prevádzky počas výluk.....	254
5.6.1.2.	Stanovenie priepustnosti vo výlukovom grafíkone.....	256
5.6.1.3.	Výluková kapacita s podporou simulačných nástrojov.....	258
5.6.2.	Priepustnosť v krízovom grafíkone	259
5.7.	Priepustná výkonnosť dopravných koľají.....	261
5.8.	Priepustná výkonnosť staničného zhlavia	269
5.9.	Riešenie kolízneho bodu	273
5.10.	Priepustná výkonnosť spádoviska.....	276
5.11.	Metodika UIC.....	278
5.11.1.	Vzťahy medzi faktormi ovplyvňujúcimi kapacitu	278
5.11.2.	Postup zisťovania kapacity	280
5.12.	Metodika Katedry železničnej dopravy	295
6.	OPTIMÁLNA KAPACITA A OPATRENIA NA JEJ DOSIAHNUTIE	303
6.1.	Analytický výpočet.....	303
6.2.	Optimálna priepustná výkonnosť	306
6.3.	Evidencia časových prvkov GVD a kapacity železničnej infraštruktúry na ŽSR	312
6.4.	Opatrenia na zmenu priepustnej výkonnosti	314
6.5.	Prevádzkovo-organizačné opatrenia	316
6.5.1.	Skrátenie staničných prevádzkových intervalov.....	316
6.5.2.	Vhodná úprava grafikonu	317
6.5.3.	Skrátenie pobytu vlakov	317
6.5.4.	Zrýchlené prevážanie vlakov obmedzujúcim úsekom alebo rozhodujúcimi medzistaničnými úsekmi	319
6.6.	Stavebno-rekonštrukčné opatrenia	320
6.6.1.	Úpravy staníc.....	321
6.6.1.1.	Úpravy staničných zhlaví	321
6.6.1.2.	Predĺžovanie užitočnej dĺžky dopravných koľají	322
6.6.1.3.	Zvýšenie počtu dopravných koľají.....	323
6.6.1.4.	Vybudovanie úplnej peronizácie.....	323
6.6.2.	Úpravy tratí.....	324
6.6.2.1.	Budovanie výhybní	324
6.6.2.2.	Stavba dvojkolajných vložiek pre letmé križovanie	327
6.6.2.3.	Stavba traťových koľají pre letmé predchádzanie	329
6.6.2.4.	Budovanie ďalších traťových koľají	330

6.6.2.5.	<i>Sklonová a smerová úprava tratí a zvýšenie nápravového tlaku.....</i>	<i>331</i>
6.7.	Zdokonalenie oznamovacích a zabezpečovacích zariadení	331
6.7.1.	Modernizácia staničného zabezpečovacieho zariadenia	331
6.7.2.	Zdokonalenie traťového zabezpečovacieho zariadenia	332
6.7.2.1.	<i>Budovanie hradiel</i>	<i>332</i>
6.7.2.2.	<i>Budovanie automatického bloku.....</i>	<i>332</i>
6.7.2.3.	<i>Zavedenie systému ETCS.....</i>	<i>334</i>
6.7.3.	Zavedenie dispečerského riadenia	335
6.7.4.	Použitie výpočtovej a prenosovej techniky	336
6.8.	Zavádzanie modernejších vozidiel.....	336
6.8.1.	Modernizácia hnacích vozidiel	336
6.8.2.	Modernizácia vozňového parku.....	337
6.8.3.	Vplyv zavedenia automatického spriahadla	338
6.9.	Kombinácia opatrení na zvýšenie priepustnej výkonnosti.....	338
	SLOVNÍK ODBORNÝCH POJMOV.....	341
	ZOZNAM SKRATIEK.....	351
	LITERATÚRA.....	353
	ZOZNAM PRÍLOH.....	357