



OPATRENIA NA ZVÝŠENIE KAPACITY TRAŤOVÉHO ÚSEKU DRIENOVSKÁ NOVÁ VES - KYSAK

MEASURES TO INCREASE THE CAPACITY OF THE TRACK SECTION OF THE DRIENOVSKÁ NOVÁ VES – KYSAK RAILWAY LINE

Zdenka Bulková^{1*}, Jozef Gašparík¹, Vladislav Zitrický¹

Abstrakt Železničná doprava je kontinuálny proces, ktorý musí byť koordinovaný na všetkých úrovniach riadenia a je determinovaný technologickými postupmi. Z technologického hľadiska je dôležité správne určiť praktickú priepustnosť traťového úseku, nazývanú aj kapacita železničnej infraštruktúry. To znamená, akou vlakovou dopravou možno zatažiť traťový úsek tak, aby vykazoval dostatočnú stabilitu vlakovej dopravy aj pri prevádzkových nepravidelnostiach. Článok je zameraný na spôsob zvýšenia kapacity traťového úseku Drienovská Nová Ves - Kysak s využitím metódy stanovenia praktickej priepustnej výkonnosti vo výhľadovom grafíkone. Podrobné stanovenie časov obsadenia úseku pri súčasnom stave a pri aplikácii jednotlivých návrhov nám poskytuje informácie o ďalších možnostiach modernizácie železničnej infraštruktúry v SR. Článok popisuje a hodnotí výhody a nevýhody jednotlivých návrhov na zvýšenie kapacity skúmaného traťového úseku. V rámci budúcej modernizácie železničnej infraštruktúry tohto traťového úseku je potrebné tieto opatrenia realizovať, nakoľko skúmaný traťový úsek je súčasťou RFC koridoru. Zámerom je nielen zvýšenie kvality železničnej infraštruktúry, ale aj kvality nákladnej a osobnej dopravy.

Kľúčové slová železničná doprava, kapacita, modernizácia, železničná infraštruktúra

Summary Railway transport is a continuous process that must be coordinated at all levels of management and is determined by technological procedures. From a technological point of view, it is important to correctly determine the practical throughput performance of the track section, also called the capacity of the railway infrastructure. This means which railway transport can be used to load the track section so that it exhibits sufficient railway transport stability even during operational irregularities. The article is focused on the method of increasing the capacity of the track section Drienovská Nová Ves - Kysak using the method of determining the practical throughput performance in the anticipated timetable. The detailed determination of the occupation times of the section in the current state and in the application of individual proposals provides us with information about other possibilities for the modernization of the railway infrastructure in the Slovak Republic. The article describes and evaluates the advantages and disadvantages of individual proposals for increasing the capacity of the examined track section. As part of the future modernization of the railway infrastructure of this track section, it is necessary to implement these measures, as the examined line section is part of the RFC corridor. The intention is not only to increase the quality of railway infrastructure, but also the quality of freight and passenger transport.

¹ Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra železničnej dopravy, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko

*korešpondenčný autor: zdenka.bulkova@uniza.sk

Keywords railway transport, capacity, modernization, railway infrastructure

1 ÚVOD

Cieľom dopravnej politiky Európskej únie (EÚ) je dosiahnuť do roku 2050 zníženie emisií skleníkových plynov o 60 %, dopravný systém by sa mal stať konkurencieschopnejším a efektívnejším pri využívaní zdrojov. Aby sa to dosiahlo, viac ako 30 % cestnej nákladnej dopravy nad 300 kilometrov by sa malo do roku 2030 presunúť na iné druhy dopravy, ako je železničná alebo vodná doprava, a viac ako 50 % by sa malo presunúť do roku 2050, čo uľahčia efektívne a zelené koridory nákladnej dopravy (Európska komisia, 2011). EÚ podporuje rozvoj koridorov železničnej nákladnej dopravy (RFC). Existuje deväť zavedených RFC zameraných na poskytovanie kvalitných služieb železničnej nákladnej dopravy orientovaných na zákazníka so zlepšenou kapacitou a harmonizovanými technickými normami (EÚ, 2010; RFC, 2019). RFC posilňujú spoluprácu medzi manažérmi infraštruktúry s cieľom zvýšiť efektívnosť cezhraničnej dopravy.

Optimalizácia využívania železničnej infraštruktúry je komplexná a náročná úloha manažmentu železničnej infraštruktúry (Pachl a White, 2004). Preto sa vykonávajú početné štúdie kapacity, aby sa zistilo, akú časť dopravy navyše môže absorbovať existujúca infraštruktúra a koľko investícií si bude vyžadovať nová infraštruktúra (Khadem Sameni a Moradi, 2022). Výsledky týchto štúdií musia byť rýchle a presné, aby sa vedelo, koľko vlakových trás môže byť ponúknutých prevádzkovateľom železničnej dopravy a koľko železničnej dopravy môže podporovať súčasná sieť (Bešinović a Goverde, 2018). Cieľom tohto článku je navrhnúť postupy, ktoré budú jednoducho a presne určovať kvantifikáciu prínosov pre zvýšenie priepustnej výkonnosti trate. Pre prvotné odhady a hodnotenia investičných opatrení je výhodné použiť analytické metódy na určenie priepustnej výkonnosti. Je potrebné taktiež skúmať kvalitatívne faktory ukazovateľov kapacity.

2 STANOVENIE KAPACITY TRAŤOVÉHO ÚSEKU

Pri stanovení priepustnej výkonnosti (kapacity) vo výhľadovom grafikonu nie je k dispozícii skonštruovaný grafikon, a teda postup je založený na štatistickom rozbere radu grafikonov pre podobné prevádzkové podmienky, ako aj zo všeobecných zákonitostí a s využitím teórie pravdepodobnosti. Pri riešení je potrebné mať k dispozícii rozsah vlakovej dopravy podľa jednotlivých druhov, predpokladané jazdné časy, predpokladané prevádzkové intervaly a následné medzičasy, minimálnu hodnotu záložného času, časovú hodnotu stálych operácií a časovú hodnotu predpokladaných výluk (Gašparík a Šulko, 2021).

V prvom kroku je potrebné stanoviť pravdepodobnosť jazdy jednotlivých druhov vlakov. Ak sa druhy vlakov označia R , O_s , P_n a ich počet N_R , N_{O_s} , N_{P_n} , bude ich súčet N . Potom pravdepodobnosť jazdy vlaku určitého druhu bude (Gašparík a Šulko, 2021):

$$p(R) = \frac{N_R}{N} \quad (1)$$

A pravdepodobnosť sledu dvoch vlakov (napríklad R , P_n) sa určí vynásobením ich pravdepodobností (Gašparík a Šulko, 2021):

$$p(R, P_n) = \frac{N_R}{N} * \frac{N_{P_n}}{N} = \frac{N_R * N_{P_n}}{N} \quad (2)$$

Pravdepodobnosť je veličina relatívna, preto namiesto pravdepodobnosti sledu vlakov je vhodnejšie pracovať s početnosťami ich výskytu (Gašparík a Šulko, 2021):

$$h(R, P_n) = p(R, P_n) * N \quad (3)$$

$$h(R, P_n) = \frac{N_R * N_{P_n}}{N} \quad (4)$$

Metodika stanovenia priepustnosti sa vykoná pomocou tabuľky 1.

Tab. 1 Metodika stanovenia pravdepodobnosti sledu vlakov na jednokolajnej trati; zdroj: (Gašparík a Šulko, 2021)

		t2	Párny smer			Nepárny smer			Σ
t1	N		t21 N21	t22 N22	t23 N23	t21 N21	t22 N22	t23 N23		N2
Párny smer	t11	N11	.	.	.	.	.	.	.
	t12	N12	.	.	.	.	.	.	.
	t13	N13	.	.	.	.	.	.	.
Nepárny smer	t11	N11	.	.	.	.	.	.	.
	t12	N12	.	.	.	.	.	.	.
	t13	N13	.	.	.	.	.	.	.
Σ	N1	.	.	.	.	.	.	1,000	

Ďalším krokom na stanovenie priepustnej výkonnosti je určenie najkratších časov obsadenia medzistaničného úseku. Vypočítame ich na základe poznania jazdných časov, prevádzkových intervalov, následných medzičasov, prípadne prirážok na rozbeh a zastavenie. Vynásobením príslušných polí frekvenčnej tabuľky a tabuľky najkratších časov obsadenosti dostaneme konečnú tabuľku, ktorej súčet udáva celkový čas obsadenosti medzistaničného úseku všetkých vlakov T_{obs} (Černá et al., 2018).

Pri stanovení praktickej priepustnej výkonnosti sa zohľadňuje nielen potreba údržby zariadenia infraštruktúry, ale aj to, aby sa zariadenie využívalo aj na vykonávanie iných činností, než ktorým primárne slúži a na ktoré je určené. Stanovenie zahŕňa potrebný záložný čas, teda na odstránenie prípadných porúch alebo nezrovnalostí v železničnej prevádzke. Praktická priepustná výkonnosti sa potom vypočíta (Gašparík a Šulko, 2021):

$$n = \frac{T - (T_{vyl} + T_{stal})}{t_{obs} + t_{dod} + t_{rus}} \quad (5)$$

kde:

- n praktická priepustná výkonnosť (kapacita) [vl.T-1],
- T výpočtový čas, pre ktorý sa počíta priepustná výkonnosť [min],
- T_{vyl} celkový čas, v ktorom je dané prevádzkové zariadenie vo výpočtovom čase vylúčené z prevádzky pre predpísané prehliadky, opravy, údržby [min],
- T_{stal} celkový čas stálych manipulácií, teda čas v ktorom je dané prevádzkové zariadenie alebo prvok obsadené v čase T inými úkonmi, ako v ktorých je zisťovaná priepustnosť [min],
- t_{obs} technologický čas obsadenia daného prevádzkového zariadenia alebo prvku jedným vlakom, v ktorých je počítaná priepustnosť [min],
- t_{dod} priemerný čas pripadajúci na jeden vlak [min],
- t_{rus} priemerný čas pravdepodobného vzájomného rušenia jász vznikajúceho v miestach možného ohrozenia z dôvodu nemožnosti súčasných jász na danom zariadení alebo prvku, pripadajúci na jeden vlak [min].

3 ANALÝZA TRAŤOVÉHO ÚSEKU DRIENOVSKÁ NOVÁ VES - KYSAK

Skúmaný traťový úsek je súčasťou medzinárodných železničných RFC koridoru. Preto je veľmi dôležité zaoberať sa otázkou kapacity tejto železničnej trate a navrhovať riešenia pre zvýšenie kapacity. Obrázok 2 znázorňuje skúmaný traťový úsek.

Tab. 3 Výpočtová tabuľka času obsadenia úseku Drienovská Nová Ves – Kysak; zdroj: (autori)

N=94	Párny smer											Nepárny smer						Tobs [min]									
	R 11	Os 19	Pn 13	Mn 1	Nex 0	Rv 5	R 11	Os 17	Pn 10	Mn 1	Nex 0	Rv 6															
Párny smer	R 11	1.25	1	2.15	2	1.47	1	0	0	0	0	0.79	1	1.25	2	1.93	2	1.13	1	0	0	0	0	1.02	1	43.5	
	Os 19	6	6	8.5	17	8.1	8	10.5	0	7	0	6.1	6.1	1	2	1	2	1	1	1	0	1	0	1.5	1.5		79.5
	Pn 13	2.15	2	3.72	4	2.55	3	0	0	0	0	1.37	1	2.15	2	3.33	3	1.96	2	0	0	0	0	1.76	2		
	Mn 1	6	12	8	32	7.5	22.5	10	0	6.5	0	6.1	6.1	1	2	1	3.1	0	0	1	0	0	0	1	2		65.5
	Nex 0	1.47	2	2.55	3	1.74	2	0	0	0	0	0.94	1	1.47	1	2.28	2	1.34	1	0	0	0	0	1.21	1		
	Rv 5	6	12	8.5	25.5	8.1	16	10.5	0	7	0	6.1	6	2	2	1	2	0.5	0.5	0.5	0	2	0	1.5	1.5		0.0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	6.1	0	8.5	0	8	0	10.5	0	7.1	0	6	0	1.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	2	0	1.5	0	0.0		
5	0.79	1	1.37	1	0.94	1	0	0	0	0	0.51	0	0.79	1	1.23	1	0.72	1	0	0	0	0	0.65	1			
6	6.1	6.1	8.5	8.5	8	8	10.5	0	7.1	0	6	0	0.5	0.5	1	1	1	1	1	0	0.5	0	0.5	0.5	25.5		
11	1.25	1	2.15	2	1.47	2	0	0	0	0	0.79	1	1.25	1	1.93	2	1.13	1	0	0	0	0	1.02	1			
Nepárny smer	Ex 11	10.1	10.1	11.5	23	12.5	25	13.5	0	11.5	0	9.5	9.5	7	7	5.5	11	7.5	7.5	5.5	0	7.5	0	7.1	7.1	100.0	
	Reg 17	1.93	2	3.33	3	2.28	2	0	0	0	1.23	1	1.93	2	2.98	3	1.75	2	0	0	0	0	1.58	2	172.0		
	Fr 10	10.5	21	12.1	36	14.5	29	14.1	0	13.5	0	10	10	9	18	7.1	21.1	9.5	19	6.5	0.1	9.5	0	9.1		18.1	
	Fc 1	1.13	1	1.96	2	1.34	1	0	0	0	0	0.72	1	1.13	1	1.75	2	1.03	1	0	0	0	0	0.93	1	92.0	
	Fex 0	10.5	10.5	12.1	24	15.5	15.5	15.1	0	12.1	0	10.5	10.5	7	7	5.1	10	7.5	7.5	5.1	0	7.5	0	7.1	7.1		
	Loc 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
	6	13.5	0	15.1	0.1	16	0	17.1	0	15.1	0	12	0	13	0	11.1	0	13.5	0	10.5	0	13.5	0	13.1	0		
0	10.5	0	11.5	0	14.5	0	14.1	0	11.1	0	10.5	0	6	0	5.1	0	6.5	0	4.5	0	6.5	0	6.1	0	0.0		
10	1.02	1	1.76	2	1.21	1	0	0	0	0	0.65	1	1.02	1	1.58	2	0.93	1	0	0	0	0	0.84	0			
10	10.1	10.1	10.5	21.1	11.5	11.5	12.5	0	11.5	0	10	10	6	6	5.5	11.1	6.5	6.5	5.5	0	6.5	0	6.1	0	76.0		
Tobs [min]	87.5		187.0		135.5		0.0		0.0		58.0		44.5		61.0		43.0		0.0		0.0		37.5			654.0	

Následne vypočítame všetky požadované kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele praktickej priepustnej výkonnosti:

- Priemerný čas obsadenia jedným vlakom $t_{obs} = 6,74$ minúty
- Čas medzier $T_{medz} = 734$ minút.
- Skutočný čas medzier pripadajúcich na jeden vlak $t_{medz}^{skut} = 7,57$ minúty.
- Požadovaný čas medzier pre jeden vlak podľa predpisu ŽSR D 24 pre $t_{obs} = 6,74$ minúty je $t_{medz}^{pož} = 2,89$ minúty.
- Praktická priepustná výkonnosť $n_{prakt} = 144$ vlakov za 24 hodín.
- Využitie praktickej priepustnosti $K_{prakt} = 97 / 144 = 67,36$ %.
- Stupeň obsadenia $S_o = T_{obs} / T = 0,673$.
- Priemerná záloha na jeden vlak $z_{priem} = T_{medz} / N = 734 / 97 = 4,68$ minúty.

Keďže $t_{medz}^{pož} < t_{medz}^{skut}$ tak grafikon je realizovateľný, čo sme predpokladali vzhľadom nato že údaje sme mali zo skutočného grafikonu.

4 ZVÝŠENIE PRAKTICKEJ PRIEPUSTNEJ VÝKONNOSTI SKÚMANEJ TRATE

V jednotlivých návrhoch možnosti zvýšenie priepustnej výkonnosti traťového úseku Drienovská Nová Ves – Kysak je vzhľadom na zloženie dopravných výkonov potrebné hodnotiť niekoľko faktorov. Prvým je zvýšenie priepustnej výkonnosti. Druhým je reálna využiteľnosť daného návrhu z pohľadu technologického. V rámci technologickej stránky spracovania daného návrhu je posúdená aplikovateľnosť variantov do grafikonu vlakovej dopravy, vzhľadom na dodržanie prípojov, skrátenie prestojov vlakov v tomto úseku, realizovateľnosť taktového grafikonu (pre integrovaný dopravný systém samosprávnych krajov Košice a Prešov) a zníženie prenosu meškania pri križovaní a pri obratoch súprav.

Návrh A - zvýšenie traťovej rýchlosti na 100/90 km/h v starom profile trate v úseku Drienovská Nová Ves - Ličartovce

V tomto návrhu by došlo k miernemu zvýšeniu pôvodnej traťovej rýchlosti 80 km/h a to úpravou prevýšenia v oblúkoch a pri troch aj zmenou ich polomeru. Konkrétne od km 4,914 04 do km 5,376 73 by zostala pôvodná traťová rýchlosť 80 km/h, od km 5,376 73 do km 6,478 00 a od km 6,842 79 do km 8,007 61 by došlo k navýšeniu na 100 km/h. Medzi km 6,478 00 a 6,842 79 by sa rýchlosť zvýšila na 90 km/h. Pri realizovaní je nutné upraviť nástupište na zastávke Drienovská Nová Ves obec tak aby vyhovovalo novej geometrickej polohe koľají. Taktiež je potrebné upraviť približovacie úseky pre

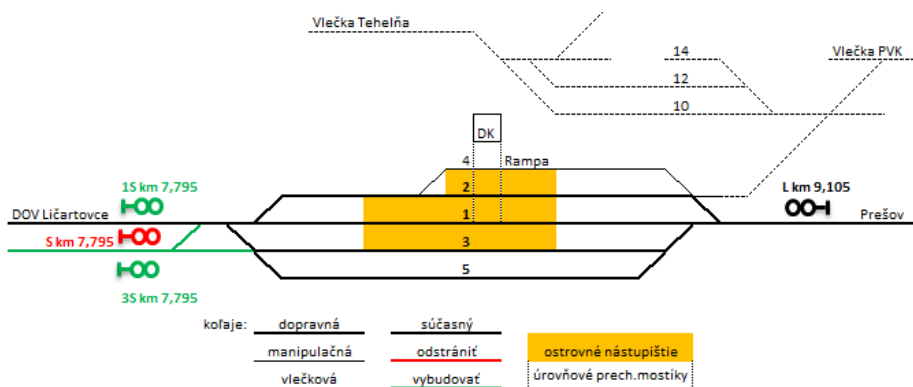
priecestia aby vyhovovali novej traťovej rýchlosti. V tabuľke 4 sú pri jednotlivých oblúkoch uvedené ich polomery, súčasné prevýšenie koľajnicových pásov, potrebné navrhované prevýšenie pre príslušnú rýchlosť podľa Slovenskej technickej normy STN 73 6360-1 a nedostatok prevýšenia pri navrhovanej rýchlosti.

Tab. 4 Návrh A - zmeny prevýšenia v oblúkoch; zdroj: (SR, 2015)

č. obl.	km poloha	polomer oblúka [m]		prevýšenie [mm]		I – nedostatok prevýšenia [mm]
		súčasný	návrh	súčasný	návrh	návrh
1.	4,914 – 5,377	378	378	136	101	99
2.	5,468 – 5,931	950	950	54	45	79
3.	6,110 – 6,221	1600	1600	30	45	29
4.	6,478 – 6,591	2600	3362	0	0	28
5.	6,591 – 6,843	405	405	128	114	122
6.	7,093 – 7,512	965	965	53	44	78
7.	7,729 – 7,835	2500	3600	0	0	33
8.	7,889 – 7,996	2500	3600	0	0	33

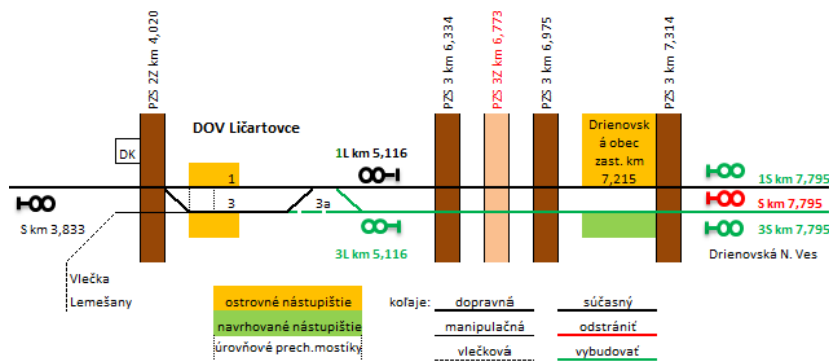
Návrh B - úplné zdvojkolajnenie úseku Drienovská Nová Ves – Ličartovce

Pri úplnom zdvojkolajnení by došlo k prestavbe stanice Drienovská Nová Ves nová traťová koľaj bude zaústená do staničnej koľaje číslo 3, vybuduje sa koľajová spojka medzi tretou a prvou koľajou. Pôvodné vchodové návěstidlo sa presunie a preznačí na 1S, vybuduje sa nové vchodové návěstidlo 3S. Zmeny sú znázornené na obrázku 2.



Obr. 2 Úprava ŽST Drienovská Nová Ves – návrh B; zdroj: (autori)

Vo výhybni Ličartovce sa upraví zhlavie, manipulačná koľaj 3a sa prebuduje na dopravnú. Vybuduje sa koľajová spojka z tretej na prvú koľaj, preznačí sa súčasné návěstidlo L na 1L. Vybuduje sa nové vchodové návěstidlo 3L. Upraví sa súčasné nástupište zastávky Drienovská Nová Ves obec, tak aby vyhovovalo novej geometrickej polohe koľají (GPK). Vybuduje sa nové nástupište pre novú traťovú koľaj. Pôvodné priecestné zabezpečovacie zariadenie (PZZ) v km 6,773 cez cestu I. triedy bude nahradené mimoúrovňovým križovaním. Situácia je znázornená na obrázku 3.



Obr. 3. Úprava DOV Ličartovce a príslušného traťového úseku smer Drienovská Nová Ves – návrh B; zdroj: (autori)

Návrh C - zvýšenie traťovej rýchlosti na 100 km/h v starom profile trate v úseku Ličartovce – Kysak

Zvýšenie rýchlosti by bolo medzi km 2,805 a diaľkovo ovládaná výhybňa (DOV) Ličartovce na rýchlosť 100 km/h a to zvýšením súčasného prevýšenia v oblúkoch. V úseku kde dôjde k navýšeniu traťovej rýchlosti sa nenachádza žiadna zastávka, takže nebude potrebné kvôli zmene GPK upravovať hrany nástupísk ako v predchádzajúcich variantoch. Pri realizácii nebude potrebná úprava na žiadnych príľahlých objektoch a zariadeniach z dôvodu úpravy GPK a nivelety traťovej koľaje. Ale vplyvom zvýšenia traťovej rýchlosti bude potrebné upraviť kilometrické polohy ovládacích úsekov priecestí v km 2,033 a 4,020. V tabuľke 5 sú pri jednotlivých oblúkoch uvedené ich polomery, súčasné prevýšenie koľajnicových pásov, potrebné navrhované prevýšenie pre príslušnú rýchlosť podľa STN 73 6360-1 a nedostatok prevýšenia pri navrhovanej rýchlosti.

Tab. 5 Návrh C - zmeny prevýšenia v oblúkoch; zdroj: (SR, 2015)

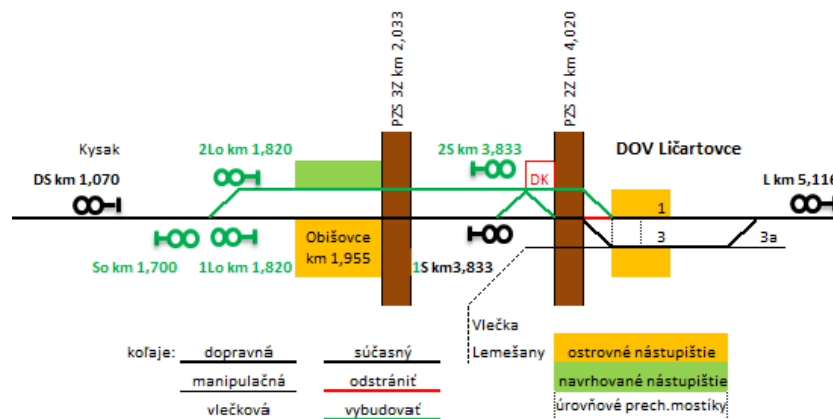
č. obl.	km poloha	polomer oblúka [m]		prevýšenie [mm]		I - nedostatok prevýšenia [mm]
		súčasný	návrh	súčasný	návrh	návrh
1.	2,962 – 3,331	575	575	62	114	99
2.	3,599 – 4,063	940	940	20	27	99

Návrh D - vybudovanie automatického hradla

Logickým miestom pre vybudovanie automatického hradla (AH) by bolo v blízkosti priestorov bývalého hradla Obišovce. Vzhľadom nato že tento medzistaničný úsek je na traťovom úseku Prešov – Kysak pomerne krátky, km polohy vchodových návěstidiel sú 3,833 a 1,070. Vzhľadom nato že v Ličartovciach nie je dostatok priestoru pre vybudovanie ďalšej staničnej koľaje a takmer všetky vlaky osobnej dopravy sa križujú v DOV Ličartovce tak s AH v Obišovciach budeme uvažovať len pri čiastočnom zdvojkolajnení príľahlého úseku.

Návrh E - čiastočné zdvojkolajnenie úseku Ličartovce – Kysak

Kvôli nestabilnému podložiu pri rieke Svinka a zlým priestorovým pomerom čiastočné zdvojkolajnenie bude v úseku DOV Ličartovce – Obišovce. Zdvojkolajnenie bude na základe geologického prieskumu buď len po zárez pred Obišovcami alebo až za zastávku Obišovce. Pre potreby diplomovej práce uvažujeme s pozitívnymi výsledkami prieskumu v časti oblúka vedenom v záreze (km 2,085 až 2,736) a zdvojkolajnením v úseku km 1,800 až DOV Ličartovce. Situácia je zobrazená na obrázku 4.



Obr. 4 Úprava DOV Ličartovce a príľahlého traťového úseku smer Kysak – návrh E; zdroj: (autori)

V Obišovciach sa vybuduje trojica oddielových návěstidiel kryjúcich výhybku medzi traťovými koľajami, v smere z Kysaku bude návěstidlo závislé od činnosti PZZ v km 2,033. Oddielové návěstidlá v smere do Kysaku budú súčasne plniť funkciu predzvesti vchodového návěstidla DS. Pre novovybudovanú koľaj sa vybuduje nové nástupište.

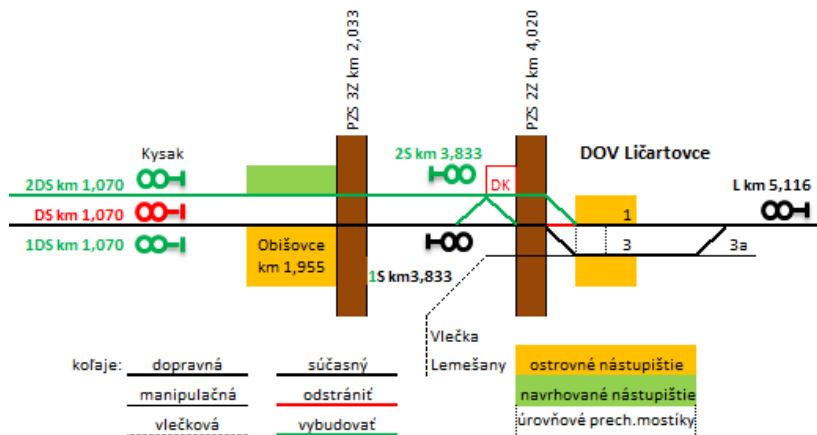
Zhlavie v DOV Ličartovce bude prebudované, vybudujú sa nové koľajové spojky medzi traťovými koľajami. Zbúra sa stará budova dopravnej kancelárie, ktorá sa doteraz využívala ako sklad, predovšetkým maziva a prenosných výmenových zámok pre dozorcú výhybiiek ŽST Drienovská Nová Ves ktorý má na starosti

výhybky v DOV Ličartovce. Upraví sa GPK, tak aby nevznikli protioblúky pri jazde do priameho smeru, taktiež sa upraví poloha návěstidiel a nástupišť tak aby vyhovovali novej GPK.

Návrh F - úplné zdvojkolajnenie úseku Ličartovce - Kysak

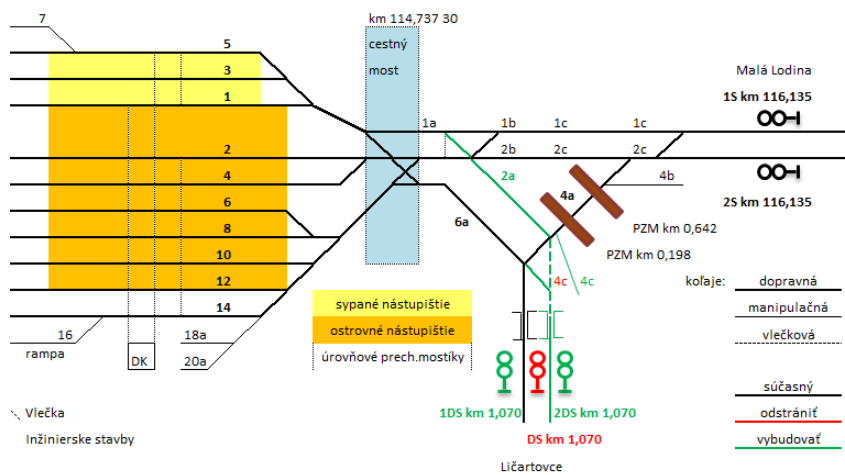
Ide o najnáročnejší variant, vyžiada si množstvo oporných a zárubných múrov, preloženie väčšiny súčasnej koľaje medzi km 1,800 a vchodovým návěstidlo do ŽST Kysak v km 1,070. Taktiež bude nutné odkúpiť časť pozemkov a vybudovať novú prístupovú cestu k susedným pozemkov, pretože časť novej koľaje bude viesť po súčasnej účelovej komunikácii.

Ďalšou možnosťou vedenia druhej traťovej koľaje je tunel ktorý by sa vyhol súčasnej zastávke Obišovce. Tunel by bol mierne kratší ako vedenie traťovej koľaji popri súčasnom trasovaní v odreze a aj tak je potrebné budovať mohutné múry na rozšírenie železničného zvršku. Tunel by sa nevyhol Obišovciam úplne, trať by šla len tesne okolo Obišovciem ale len okolo chatovej oblasti. V tomto prípade by bolo nutné vybudovať nové prístupové cesty do chatovej oblasti, vrátane nového podjazdu a odkúpiť väčšie množstvo pozemkov a vzhľadom na zmenu trasovania. Situácia je znázornená na obrázku 5 a 6.



Obr. 5 Úprava DOV Ličartovce a príslušného traťového úseku smer Kysak – variant C4; zdroj: (autori)

Pri úplnom zdvojkolajnení je posledným problémom cestný nadjazd ponad žilinské zhlavie ŽST Kysak v km 114,737 30. Druhá traťová koľaj bude vedená vpravo od súčasnej a bude zaústená pred tento most (v smere z Ličartovciem). V prípade vedenia vľavo od súčasnej koľaje a zaústenia za most by bola nutná komplexná prestavba mostného objektu ktorý je jedinou prístupovou komunikáciou pre motorové vozidlá do väčšiny obce.



Obr. 6 Úprava žilinského zhlavia ŽST Kysak – variant C4; zdroj: (autori)

Vybuduje sa nová koľajová spojka medzi prvou a druhou staničnou koľajou od ktorej pôjde nová druhá traťová koľaj smer Ličartovce. Vedená bude vľavo v smere od konca trate „2a“, cez kysackú spojku „4a“ a prebudovanú súčasnú odvratnú koľaj „4c“ nasledovať bude koľajová spojka medzi prvou a druhou

traťovou koľajou a nový mostný objekt pre druhú traťovú koľaj smer Ličartovce. Taktiež sa vybuduje nová odvratná koľaj „4c“. V tabuľke 6 sú jednotlivé kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele praktickej priepustnej výkonnosti stanovené z príslušných tabuliek určovania obsadenosti.

Tab. 6 Kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele praktickej priepustnej výkonnosti; zdroj: (autori)

Proposal	B1 + C1	B2	C3	C4	B2 + C3	B2+C4 párny	B2+C4 nepárny
T _{obs}	598,0	600,0	518,0	549,5	432,0	304,5	336,0
t _{obs}	6,16	6,19	5,34	5,66	4,45	6,48	6,72
T _{medz}	790,0	788,0	870,0	838,5	956,0	1083,5	1052,0
t _{medz} ^{skut}	8,14	8,12	8,97	8,64	9,86	23,5	21,4
t _{medz} ^{pož}	2,69	2,70	2,42	2,53	2,12	2,80	2,88
n _{prakt}	156	156	178	169	211	149	144
K _{prakt}	51,9%	51,9%	45,5%	47,9%	38,4%	31,5%	34,7%
S _o	0,5170	0,5186	0,4526	0,4780	0,3834	0,3142	0,3458
Z _{priem}	5,45	5,42	6,55	6,12	7,74	20,25	18,16

5 ZÁVER

Zvýšenie traťovej rýchlosti v starom profile trate – Hlavným prínosom týchto návrhov je skrátenie jazdných dôb vlakov. Cestovná doba medzi Prešovom a Kysakom sa v oboch smeroch, pri rýchlikoch skrúti zo súčasných 16 minút na 13 minút. Pri osobných vlakoch z 22 minút na 17 minút. Pri Pn vlakoch v smere z Prešova do Kysaku z 20 na 17 minút a v opačnom smere z 20,5 na 19 minút. Tento rozdiel je spôsobený výškovým charakterom trate kde v smere z Kysaku do Prešova vlaky už v stanici začínajú stúpať s traťovým odporom 15 ‰. Vďaka skracovaniu cestovných dôb sa podstatne zvýši súčasná priepustnosť. V úseku Prešov – Drienovská Nová Ves zo súčasných 118 na 146 a v úseku Drienovská Nová Ves – Kysak z 144 na 156 vlakov za 24 hodín.

Úplné zdvojkolajnenie úseku Drienovská Nová Ves – Ličartovce - Výhodou zdvojkolajnenia je že sa vlaky budú križovať na trati a nie vo výhybni čo bude mať za následok zamedzenie pravidelnému prenášanému meškaní vlakov osobnej dopravy pri pravidelných križovaniach v DOV Ličartovce. Taktiež to pomôže trasovaním nákladných vlakov ktoré majú problém s križovaním v DOV Ličartovce ktorá je vo veľkom stúpaní 12 až 13 ‰ ktoré spolu oblúkom ktorý znižuje účinok ťažnej sily výrazne sťažujú rozjazd ťažkých a dlhých nákladných vlakov. V synergii o zvýšení traťovej rýchlosti v úseku Drienovská Nová Ves – Prešov by bolo možné upraviť križovania osobných vlakov v úseku Prešov – Lipany a predĺžiť krátke obraty v Lipanoch. Z pohľadu praktickej priepustnej výkonnosti napriek zdvojkolajneniu úseku Drienovská Nová – Ličartovce sa priepustná výkonnosť úseku Kysak – Drienovská Nová Ves nezvýši. Nevýhodou je potreba úpravy zhlaví a staničných zabezpečovacích zariadení v ŽST Drienovská Nová Ves a DOV Ličartovce. Taktiež je potrebné upraviť zastávku Drienovská Nová Ves obec a vybudovať tam zabezpečený prechod pre peších. Okrem toho je potrebné vybudovať mimoúrovňové križovanie namiesto PZZ v km 6,773 cez ktoré prechádza cesta I. triedy.

Čiastočné zdvojkolajnenie úseku Ličartovce – Kysak - Podobne ako pri návrhu B2 je výhodou tohto návrhu že vlaky sa nebudú križovať vo výhybni ale na trati. Súčasne dôjde k eliminácii prenášania meškaní osobných vlakov, ktoré meškajú predovšetkým od Kysaku kde čakajú v rámci čakacích časov na rýchliky a expresy zo smeru Poprad – Tatry a Žilina. Pre nákladné vlaky bude veľkou výhodou že budú schopné križovať na vrchole stúpania na Obišovce , vďaka čomu sa im bude jednoduchšie rozbiehať ako v Ličartovciach kde traťový odpor je 15 ‰, zatiaľ čo v Obišovciach by to bolo pod 10 ‰. Pri tomto návrhu sa priepustná výkonnosť trate zvýši na 178 vlakov za 24 hodín. Nevýhodou je potreba vybudovania rozsiahlych oporných múrov v Obišovciach. Navýšenie hluku v obci pri prípadných križovaniach až v priestoroch zastávky Obišovce, eliminácia brzdenia prechádzajúcich vlakov cez výhybku bude zaistená použitím výhybky ktorá vyhovuje traťovej rýchlosti 70 km/hod. Bude potrebné v priestoroch zastávky

vybudovať nové nástupište pre druhú traťovú koľaj, prebudovať zhlavie v DOV Ličartovce a úprava staničného zabezpečovacieho zariadenia DOT Ličartovce - Kysak.

Úplné zdvojkolajnenie úseku Ličartovce – Kysak - Výhodou variantu je že do odbočnej stanice Kysak bude zaústená dvojkolajná trať to bude mať za následok nulové prenášanie meškaní v smere do Kysaku. V opačnom smere vďaka zvýšeniu traťovej rýchlosti v úseku Prešov- Obišovce výraznú redukciu prenášania meškaní do výšky 5-8 minút podľa konštrukcie GVD. Základnou nevýhodou tohto návrhu je závislosť jeho realizácie od výsledkov geologického prieskumu. Vzhľadom nato že a svah v Obišovciach už v minulosti pri povodniach zosunul, bolo technicky náročné rozšíriť železničný zvršok natoľko aby mohli byť vedené dve traťové koľaje. Vyžiadalo by si to značné finančné prostriedky a množstvo oporných múrov. Vzhľadom na horšie priestorové podmienky bude nutné odkúpiť susedné pozemky a nahradiť prístupovú cestu do chatovej oblasti. Taktiež by kvôli priestorovým pomerom muselo byť preložených približne 40% dĺžky traťovej koľaje. Návrh si vyžiada úpravu zhlaví a staničného zabezpečovacieho zariadenia v DOV Ličartovce a ŽST Kysak. Vybudovanie nového nástupišťa v Obišovciach.

„Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-19-0444.“

Literatúra

Európska komisia. **2011**. Biela kniha Plán jednotného európskeho dopravného priestoru – smerom ku konkurencieschopnosti a zdrojom efektívneho dopravného systému. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=SK>

Európska únia. **2010**. NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) č. 913/2010 z 22. septembra 2010 o európskej železničnej sieti pre konkurencieschopnú nákladnú dopravu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0913&from=EN>

RFC. **2019**. Železničný nákladný koridor – informačný dokument koridoru. https://rfcamber.eu/assets/downloads/corridor_information_document/CID_common_texts_2_022%20Amber%20RFC.pdf

Pachl, J., White, T. **2004**. Analytical Capacity Management with Blocking Times. *83rd Annual Meeting Transportation Research Board*, Braunschweig, Germany, 11–15 January 2004. <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00015768>

Khadem Sameni, M., Moradi, A. **2022**. Railway capacity: A review of analysis methods. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 24, 100357. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2022.100357>

Bešinović, N., Goverde, R.M.P. **2018**. Capacity assessment in railway networks. *Handbook of Optimization in the Railway Industry*, 268, s. 25–45. <https://doi.org/10.1007/97>

Gašparík, J. Šulko, P. **2021**. Aspects of railway infrastructure capacity utilization. EDIS - University of Žilina: Žilina, Slovak Republic.

Černá, L., Lupták, V., Šulko, P., Blaho, P. **2018**. Capacity of Main Railways Lines – Analysis of Methodologies for its Calculation. *Naše More*, 65(4), s. 213-217. <https://doi.org/10.17818/NM/2018/4SI.9>

ŽSR. **2024**. Mapa ŽSR. <https://www.web08.eu/vlaky/velka-mapa-siete-zsr/>

ŽSR. **2023**. Grafikon vlakovej dopravy 2023/2024 traťového úseku 107.

SR. **2015**. Slovenská technická norma STN 73 6360-1. Železnica. Časť 1: Geometrická poloha a usporiadanie koľaje s rozchodom 1435 mm.