

CENA DĚKANA FAKULTY DOPRAVNÍ ČVUT

2023/2024

**Racionalizace provozu na trati Mariánské Lázně
– Karlovy Vary dolní nádraží**

Autor: Robin Singh

Škola: Střední škola logistická Dalovice, p. o.

Hlavní 114/29, 362 63 Dalovice

Anotace

Tato práce se zabývá regionální dráhou Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží. Pozornost je věnována zejména dopravním technologiím, zabezpečovacímu zařízení, traťovým rychlostem, provoznímu konceptu a cestovním dobám. Na základě provedené analýzy současného stavu navrhuje autor práce četná racionalizační opatření, která změní zejména dopravní technologii řízení a organizování provozu na trati. U navržených racionalizačních opatření pak autor práce zhodnotí jejich konkrétní přínos.

Cílem této práce je navržení racionalizačních opatření, která zvýší bezpečnost železniční dopravy, zvýší traťovou rychlost, zkrátí jízdní doby a umožní změnu provozního konceptu na trati.

Annotation

This thesis deals with the regional railroad Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží. The attention is paid especially to traffic control technologies, interlocking, track speeds, train schedule concept and travel times. Based on the done analysis of the current state of the railroad, there has been created rationalization of traffic on the railway line by the author of this thesis. The rationalization changes primarily the technology of control of the rail traffic. Then, the benefits of individual parts of the rationalization are rated by the author.

Goal of this thesis is to make a rationalization of the traffic, that will increase the safety of rail traffic, increase track speeds, shorten travel times and change the schedule concept on this line.

Obsah

Seznam zkratk.....	5
Úvod.....	7
1 Analýza současného stavu trati.....	9
1.1 Historie trati.....	10
1.2 Města a obce na trati.....	10
1.2.1 Mariánské Lázně.....	11
1.2.2 Vlkovice.....	12
1.2.3 Milhostov.....	12
1.2.4 Ovesné Kladruby.....	12
1.2.5 Teplá.....	12
1.2.6 Louka.....	12
1.2.7 Bečov nad Teplou.....	13
1.2.8 Teplička.....	13
1.2.9 Kfely.....	13
1.2.10 Březová.....	13
1.2.11 Karlovy Vary.....	14
1.3 Stanice, dopravní a zastávky na trati.....	15
1.3.1 Mariánské Lázně.....	16
1.3.2 Ovesné Kladruby.....	16
1.3.3 Teplá.....	17
1.3.4 Poutnov.....	17
1.3.5 Bečov nad Teplou.....	17
1.3.6 Krásný Jez.....	18
1.3.7 Karlovy Vary – Březová.....	18
1.3.8 Karlovy Vary dolní nádraží.....	18
1.4 Traťové poměry.....	19
1.4.1 Traťové zabezpečovací zařízení.....	19
1.4.2 Traťové rychlosti.....	20
1.5 Železniční přejezdy.....	27

1.6 Doprava na trati.....	29
1.7 Jízdní a cestovní doby.....	30
1.8 Shrnutí současného stavu.....	33
2 Návrh racionalizačních opatření.....	34
2.1 Řízení a organizování drážní dopravy.....	34
2.2 Staniční zabezpečovací zařízení.....	34
2.2.1 Dopravny D3.....	34
2.2.2 ŽST Karlovy Vary dolní nádraží.....	36
2.3 Traťové zabezpečovací zařízení.....	36
2.4 Železniční přejezdy.....	37
2.5 ETCS.....	39
2.6 Zvýšení traťové rychlosti.....	40
2.6.1 Odstranění trvalých omezení rychlosti.....	40
2.6.2 Traťová rychlost po racionalizaci.....	40
3 Zhodnocení racionalizačních opatření.....	45
3.1 Bezpečnost železničního provozu.....	45
3.2 Provozní intervaly.....	45
3.2.1 Provozní interval křižování.....	46
3.2.2 Provozní interval následné jízdy.....	47
3.3 Jízdní a cestovní doby.....	49
3.3.1 Jízdní doby.....	49
3.3.2 Cestovní doby.....	50
3.4 Jízdní řád.....	51
3.4.1 Přestupní vazby.....	51
3.4.2 Vložené spoje.....	51
3.4.3 Nákrešný jízdní řád.....	51
3.4.4 Výhled.....	51
Závěr.....	54
Seznam použité literatury – zdrojů.....	55
Seznam obrázků a grafů.....	58
Seznam tabulek.....	59

Seznam zkratek

AH	Automatické hradlo
CDP	Centrální dispečerské pracoviště
ESA	Elektronické stavědlo
ETCS	European Train Control System
GPK	Geometrické parametry koleje
GRADO	Grafická dokumentace
GTN	Graficko-technologická nadstavba
JD	Jízdní doba
JOP	Jednotné obslužné pracoviště
JŘ	Jízdní řád
MaDOS	Místní a dálková obsluha Starmon
MHD	Městská hromadná doprava
nz	Nákladiště a zastávka
PIK	Provozní interval křižování
PINJ	Provozní interval následné jízdy
PMD	Posun mezi dopravami
PPV	Pracoviště pohotovostního výpravčího
PZS	Přejezdové zabezpečovací zařízení světelné
PZZ	Přejezdové zabezpečovací zařízení
SK	Staniční kolej
SZZ	Staniční zabezpečovací zařízení
SŽ	Správa železnic, státní organizace

TK	Trat'ová kolej
TOR	Trvalé omezení rychlosti
TR	Trat'ová rychlost
TZZ	Trat'ové zabezpečovací zařízení
VC	Vlaková cesta
VHD	Veřejná hromadná doprava
VZPK	Výstražné zařízení pro přechod kolejí
ŽST	Železniční stanice

Úvod

Železniční síť České republiky je typická svou hustotou. Celková délka tratí Správy železnic, státní organizace, je 9 355 km. Hustota v ČR tedy činí asi 1,2 km tratí na 10 km² území, přičemž přibližně necelou polovinu této sítě tvoří regionální dráhy. První hlavní část problematiky regionálních drah tvoří bezpečnost provozu, která je mnohdy dosti závislá na lidském faktoru. Druhou část pak tvoří nízká využívanost těchto drah, která je způsobena nekonkurenceschopností železniční dopravy na těchto tratích. Klíčovou roli, nejen v oblasti bezpečnosti, hraje zpravidla tzv. zjednodušené řízení drážní dopravy.

Asi polovina regionálních drah v ČR je složena z tzv. tratí D3, tedy tratí, na kterých je dopravní služba vykonávána, mimo jiné, dle předpisu SŽ D3 – Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy (dále předpis D3). Dopravu na tratích D3 řídí a organizuje dirigující dispečer, bezpečnost dopravy zde závisí pouze na lidském faktoru – na vzájemné komunikaci dirigujícího dispečera a strojvedoucího. Absence traťového a staničního zabezpečovacího zařízení podstatně zvyšuje riziko potenciální chyby lidského činitele, která může vést až k fatálním mimořádným událostem s tragickými následky. Předpis D3 také limituje maximální traťovou rychlost, nejběžněji na 60 km/h, prodlužuje provozní intervaly v dopravních a snižuje možnosti operativního řízení a organizování dopravy v případě jízdy vlaku ve zbytkové kapacitě dráhy nebo při posunu, příp. při PMD.

Využívanost osobní dopravy na regionálních drahách závisí na několika hlavních faktorech, kterými jsou především rychlost, spolehlivost, využitelnost a dostupnost. Vlastnosti regionálních drah mnohdy tyto faktory omezují. Důležitou roli však nehraje pouze stavební charakter trati, ale také dopravní technologie, zejména zjednodušené řízení drážní dopravy. To mnohdy nedovoluje zvýšit traťovou rychlost, zkrátit jízdní a cestovní doby nebo zavést požadovaný provozní koncept na dané trati.

Jednou z tratí D3 je také regionální dráha Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží, nacházející se v Karlovarském kraji. Trať používanými dopravními technologiemi nedovoluje plně využít svůj stavební i přepravní potenciál. Cílem této

práce je navržení racionalizačních opatření, která zvýší bezpečnost železniční dopravy, zvýší traťovou rychlost, zkrátí jízdní doby a umožní změnu provozního konceptu na trati.

V první kapitole je provedena analýza současného stavu této železniční trati. V rámci této kapitoly jsou čtenáři nejprve seznámeni se základními informacemi o trati, s územím, kterým trať prochází a se stanicemi a dopravami D3 na trati. Následně jsou řešeny traťové poměry, včetně traťové rychlosti, kde jsou detailně rozebrány rychlostní profily. Kapitola se zabývá také železničními přejezdy. Důraz je kladen zejména na dopad současné úrovně zabezpečení většiny přejezdů na traťovou rychlost. Následuje rozebrání současné dopravy na trati, včetně analýzy jízdních a cestovních dob.

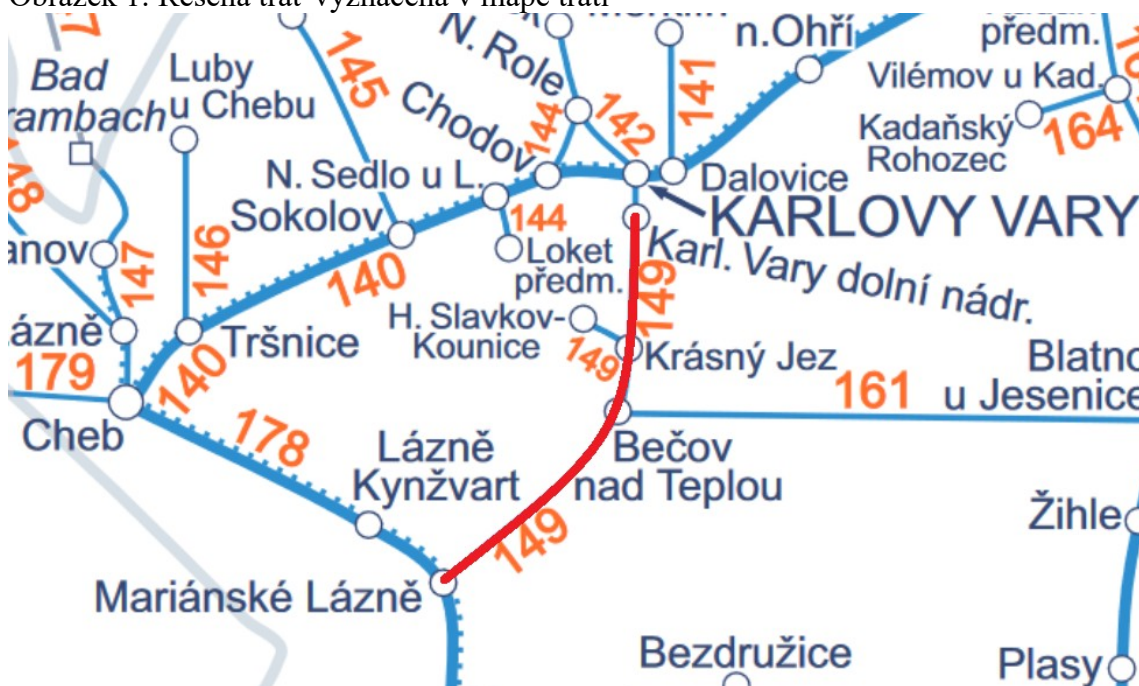
Druhá kapitola se věnuje tzv. návrhu racionalizačních opatření. Autor práce navrhuje zásadní změnu technologie řízení drážní dopravy na této trati, s čímž souvisí zejména vybudování zabezpečovacích zařízení. Změny jsou navrženy také v oblasti železničních přejezdů. Následně je představeno navrhované zvýšení traťové rychlosti.

V poslední kapitole jsou rozebrány konkrétní přínosy navržených racionalizačních opatření, která byla navržena v předchozí kapitole. Jednotlivé podkapitoly se věnují konkrétním přínosům, jde zejména o bezpečnost provozu, provozní intervaly, jízdní a cestovní doby a nový navržený provozní koncept.

1 Analýza současného stavu trati

Železniční trať Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží je jednokolejnou, neelektrizovanou regionální dráhou o délce 53 km. Trať vlastní a provozuje Správa železnic, státní organizace, která ji v knižním jízdním řádu značí číslem 149. Pro služební potřeby je používáno označení 536-1.

Obrázek 1: Řešená trať vyznačená v mapě tratí



Zdroj: Mapa tratí. In: Správa železnic [online]. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2022 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/151816922/Mapa-trati.pdf/e9cd6f77-5157-486b-bc54-31180b851dbd>

Trať začíná v ŽST Mariánské Lázně a končí v ŽST Karlovy Vary dolní nádraží. Přibližně v polovině své délky vede údolím řeky Teplé, vlivem čehož se na ní nachází velké množství směrových oblouků o relativně malých poloměrech. Ve většině trasy prochází trať také chráněnou krajinnou oblastí Slavkovský les.

Doprava je na trati řízena dle předpisu D3, přičemž sídlo dirigujícího dispečera je v ŽST Bečov nad Teplou. Řízení dopravy dle tohoto předpisu limituje traťovou rychlost na maximálních 60 km/h, výrazně prodlužuje provozní interval křižování a především podstatně zvyšuje riziko potenciální chyby lidského faktoru, která může mít i fatální následky.

1.1 Historie trati

Stavba trati byla zahájena 5. prosince 1895 a trvala necelé tři roky. První jednání o trati se však konalo již na přelomu 50. a 60. let 19. století, tedy více než 35 let před samotnou výstavbou. To z trati dělá jednu z nejdéle připravovaných drah v Rakousku-Uhersku. V roce 1898 byla trať uvedena do provozu a 17. prosince téhož roku byl z Mariánských Lázní do Karlových Varů vypraven první osobní vlak. Již od svého zprovoznění spočíval význam trati spíše v nákladní dopravě, než v dopravě osobní. Roku 1925 byla trať zestátněna.

Během druhé světové války došlo k poklesu významu trati pro osobní přepravu, trať naopak v nákladní přepravě na významu nabyla vzhledem k válečným potřebám. V průběhu války byla trať poškozena četnými nálety. Po druhé světové válce prošla trať nutnou opravou a obnovou po válečných škodách a následně byla opět obnovena pravidelná osobní doprava. Po odsunu sudetských Němců v roce 1945 však trať ubyla na svém významu. V roce 1967 byl na trati nahrazen parní provoz motorovou trakcí.

Roku 1987 započala výstavba nové nádražní budovy ŽST Karlovy Vary dolní nádraží, která měla sloužit také přilehlému autobusovému terminálu. Stavba byla dokončena až v roce 2001. V roce 2010 bylo pro svou nadbytečnost zrušeno lokomotivní depo v ŽST Karlovy Vary dolní nádraží. Spolu s tím bylo také značně zredukováno kolejiště železniční stanice.

V roce 2018 proběhla rozsáhlá oprava celé tratě, v rámci které byl především opraven a obnoven železniční svršek a spodek. V letech 2019 – 2020 prošla celkovou rekonstrukcí ŽST Bečov nad Teplou, během které byla vybudována nová nástupiště, zrekonstruováno kolejiště stanice a zmodernizováno SZZ.

1.2 Města a obce na trati

Trať spojuje dvě lázeňská města Karlovarského kraje – Mariánské Lázně a Karlovy Vary. Na trati se pak nachází také několik dalších měst a obcí, která budou, včetně jejich dopravní obslužnosti, popsána v této kapitole. Popis jednotlivých sídel odpovídá postupu řešení železniční trati od jejího začátku ke konci.

1.2.1 Mariánské Lázně

Mariánské Lázně jsou turistické a lázeňské město, které leží v Karlovarském kraji, okrese Cheb. Ve městě, rozkládajícím se na téměř 52 km², žije 12 237 obyvatel.

Kromě železniční trati č. 149, leží město také na celostátní dráze, konkrétně na trati Plzeň – Cheb, která je rovněž součástí 3. tranzitního železničního koridoru. Mariánské Lázně jsou také obsluhovány příměstskou autobusovou dopravou. MHD zde zajišťuje trolejbusová doprava, která obsluhuje i přilehlou obec Velká Hleďsebe.

Železniční trať Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží začíná v ŽST Mariánské Lázně, ve které se setkává s tratí Plzeň – Cheb. V Mariánských Lázních leží na řešené trati také zastávka Mariánské Lázně město, která je blíže centru města.

Obrázek 2: Mapa Mariánských Lázní



Zdroj: autor na podkladu¹

1 Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz, 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: mapy.cz

1.2.2 Vlkovice

Vlkovice jsou obcí o rozloze 4,93 km² se 122 obyvateli. Leží v okrese Cheb, východně od Mariánských Lázní. V obci se nachází stejnojmenné nákladiště a zastávka na probírané železniční trati. Kromě osobních vlaků na této trati nemá obec zajištěnou jinou obslužnost veřejnou hromadnou dopravou (VHD).

1.2.3 Milhostov

Milhostov je obec, rozkládající se na 17,63 km² plochy, čítající 321 obyvatel. Obec leží taktéž v okrese Cheb. Dopravní obslužnost obce zajišťuje zastávka Milhostov u Mariánských Lázní ležící na probírané trati. Stejně jako ve Vlkovicích, není zde zajištěna jiná dopravní obslužnost kromě osobních vlaků na trati č. 149.

1.2.4 Ovesné Kladruby

Obec Ovesné Kladruby leží v okrese Cheb a čítá 127 obyvatel. Rozloha obce činí 18,05 km². Na trati č. 149 zde leží stejnojmenná dopravní D3, která umožňuje osobním vlakům zajišťovat taktéž jedinou dopravní obslužnost obce VHD.

1.2.5 Teplá

Město Teplá se rozkládá na 113,21 km² plochy, což z města činí 9. největší obec dle rozlohy v ČR. Ve městě, ležícím v okrese Cheb, žije 2909 obyvatel. Součástí města je také mnoho okolních vesnic. Na trati č. 149 jsou na celkovém území města celkem 2 zastávky, ležící v částech Mrázov a Hoštěc. V Teplé a v Poutnově se pak nachází dopravní D3. Kromě Mrázova jsou všechny zmíněné části obsluhovány také příměstskou autobusovou dopravou. V případě Hoštce a Poutnova však jde pouze o 2 spoje denně v pracovní dny, hlavní dopravní obslužnost je tedy taktéž zajišťována železniční osobní dopravou.

1.2.6 Louka

Louka je součástí obce Nová Ves, která leží v okrese Sokolov. V Louce žije 48 obyvatel, dopravní obslužnost VHD zajišťuje železniční doprava na probírané trati pomocí

zastávky Louka u Mariánských Lázní. Obytná zástavba Louky je však vzdálená od zastávky téměř 5 km pěší trasou. Přímo v Louce je pak také zastávka příměstské autobusové dopravy, kterou je obec rovněž obsluhována.

1.2.7 Bečov nad Teplou

Bečov nad Teplou je město, ležící v okrese Karlovy Vary, které čítá 918 obyvatel a rozkládá se na 19,82 km² plochy. Součástí města jsou také vesnice Vodná a Krásný jez. Ve Vodné leží na trati č. 149 stejnojmenná železniční zastávka, v Krásném Jezu se nachází doprava D3, která napojuje trať Loket předměstí – Horní Slavkov-Kounice – Krásný Jez (úsek Loket předměstí – Horní Slavkov-Kounice je v dlouhodobě trvající výluce). Kromě dopravy D3, která neleží v obydlené části vesnice, se v Krásném Jezu nachází také železniční zastávka Krásný Jez zastávka, která leží v obytné zástavbě vesnice. Přímo v Bečově nad Teplou se pak nachází stejnojmenná železniční stanice, ve které se s řešenou tratí setkává regionální dráha Rakovník – Bečov nad Teplou. Všechny zmíněné části Bečova jsou obsluhovány také linkovou autobusovou dopravou.

1.2.8 Teplička

Obec Teplička leží v okrese Karlovy Vary, její rozloha činí 4,56 km². Obec čítá 108 obyvatel. Na řešené trati leží v obci nákladiště a zastávka Teplička u Karlových Varů. Dopravní obslužnost obce zajišťuje také linková autobusová doprava.

1.2.9 Kfely

Kfely jsou osadou, částí města Horní Slavkov, čítající asi 30 obyvatel. Na trati zde leží železniční zastávka. Osada není obsluhována jiným druhem veřejné hromadné dopravy.

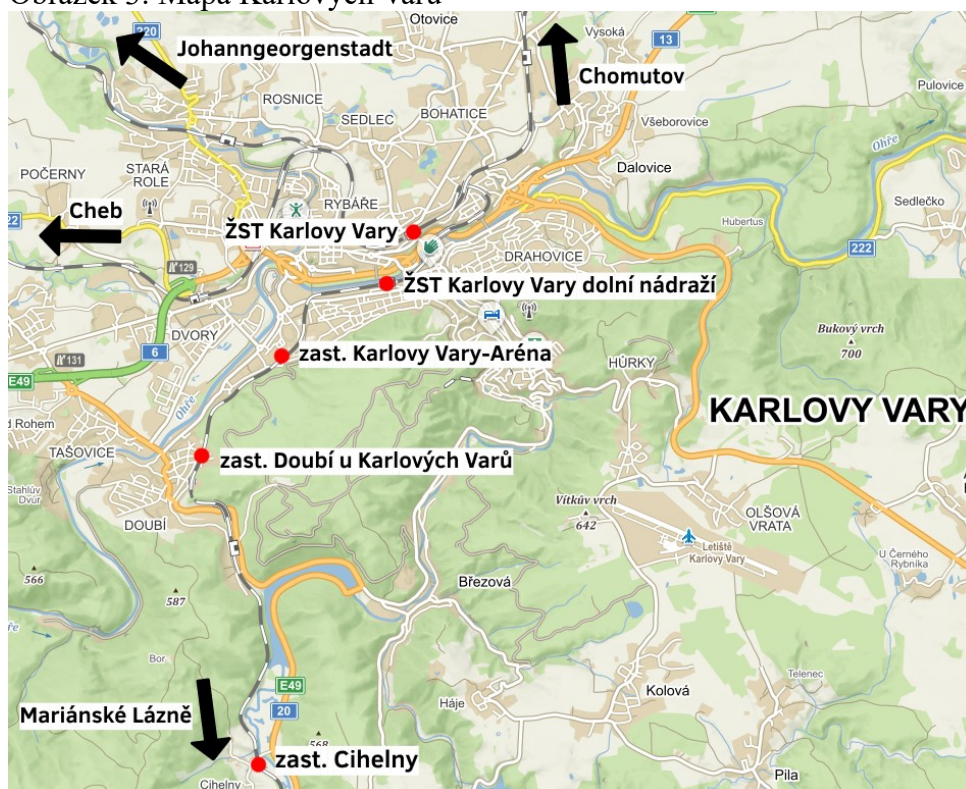
1.2.10 Březová

Březová je obec v okrese Karlovy Vary. Rozkládá se na 2,08 km² plochy a žije v ní 554 obyvatel. Od druhé světové války až do roku 1990 byla obec součástí Karlových Varů. Na trati zde leží doprava D3 Karlovy Vary – Březová. Obec je obsluhována také linkovou autobusovou dopravou.

1.2.11 Karlovy Vary

Karlovy Vary jsou lázeňským, turistickým a krajským městem Karlovarského kraje. Ve městě žije 45 500 obyvatel, plocha města se rozkládá na 59,08 km². Karlovy Vary se skládají z mnoha městských částí, přičemž v částech Cihelny, Doubí a Tuhnice se na probírané trati nachází železniční zastávky Cihelny, Doubí u Karlových Varů a Karlovy Vary-Aréna, které zajišťují jejich dopravní obslužnost. ŽST Karlovy Vary dolní nádraží, kterým končí trať č. 149, leží v oblasti tzv. širšího centra Karlových Varů. V ŽST Karlovy Vary dolní nádraží navazuje řešená trať na regionální dráhu Karlovy Vary dolní nádraží – Johannegeorgenstadt. Na Dolním nádraží je situován také terminál dálkové a příměstské autobusové dopravy. Ve větší vzdálenosti od centra města je pak umístěná ŽST Karlovy Vary, která leží na celostátní dráze, trati Chomutov – Cheb a na regionální dráze Karlovy Vary dolní nádraží – Johannegeorgenstadt. MHD je ve městě zajišťováno autobusovou dopravou a dvěma linkami lanové dráhy.

Obrázek 3: Mapa Karlových Varů



Zdroj: autor na podkladu²

1.3 Stanice, dopravní a zastávky na trati

Na probírané trati leží celkem 3 železniční stanice, 5 dopravní D3 a 13 zastávek. Stanice a dopravní D3 pak budou zvlášť popsány v této kapitole. Postup popisu jednotlivých dopravní odpovídá postupu trati od jejího začátku ke konci.

Následující tabulka č. 1 přehledně zobrazuje všechny stanice, dopravní D3 a zastávky (případně zastávky a nákladiště - nz) na řešené trati, včetně základních informací o nich. Údaji uvedenými v závorkách u ŽST Mariánské Lázně a ŽST Karlovy Vary dolní nádraží se rozumí počet dopravní kolejí a nástupištních hran, které je možné využít pro vlaky na trati č. 149. Sloupec s názvem „přestavování hlavních výhybek“ zobrazuje, jakým způsobem jsou v dané dopravní přestavovány výhybky ve vlakových cestách.

Tabulka 1: Seznam stanic, dopravní a zastávek na trati

název	druh	km	dopravní koleje	počet nást. hran	přestavování hl. výhybek	křížování os. vlaků
Mariánské Lázně	ŽST	0,0	7 (3)	3 (2)	SZZ	ano
Mariánské Lázně město	zast.	2,356	-	-	-	-
Vlkovice	nz	6,857	-	-	-	-
Milhostov u Mar. Lázní	zast.	9,615	-	-	-	-
Ovesné Kladruby	D3	11,709	2	2	samovratné	ano
Mrázov	zast.	15,483	-	-	-	-
Teplá	D3	18,662	2	2	samovratné	ano
Hoštěc	zast.	21,070	-	-	-	-
Poutnov	D3	24,616	2	1	ručně	ne
Louka u Mar. L.	zast.	27,134	-	-	-	-
Bečov nad Teplou	ŽST	33,218	6	3	SZZ	ano
Vodná	zast.	36,077	-	-	-	-
Krásný Jez	D3	37,646	3	3	samovratné	ano

název	druh	km	dopravní koleje	počet nást. hran	přestavování hl. výhybek	křižování os. vlaků
Krásný Jez zast.	zast.	38,555	-	-	-	-
Teplička u K. Varů	nz	41,787	-	-	-	-
Kfely	zast.	43,031	-	-	-	-
Cihelny	zast.	45,692	-	-	-	-
Karlovy Vary - Březová	D3	48,431	2	2	ručně	ano
Doubí u K. Varů	zast	49,857	-	-	-	-
K. Vary-Aréna	zast	51,479	-	-	-	-
Karlovy Vary dolní nádraží	ŽST	53,275	3 (2)	3 (2)	ručně	ano

Zdroj: autor s využitím³

1.3.1 Mariánské Lázně

V ŽST Mariánské Lázně začíná řešená železniční trať Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží. Stanice leží také na celostátní dráze, konkrétně trati Plzeň – Cheb, která je součástí 3. tranzitního železničního koridoru a transevropské dopravní sítě TEN-T.

ŽST disponuje sedmi dopravními kolejemi, přičemž příjezd nebo odjezd vlaků řešené trati je možný ze staničních kolejí č. 2, 2a a 4. Ve stanici je jedno vnější nástupiště u výpravní budovy a jedno ostrovní mezi SK č. 1 a 2, přičemž obě nástupiště jsou bezbariérově přístupná. Stanice je vybavena elektronickým SZZ typu AŽD ESA, které je ovládáno pomocí JOP traťovým dispečerem z CDP Praha, případně výpravčím z PPV v Chebu či místně z ŽST Mariánské Lázně.

1.3.2 Ovesné Kladruby

Ovesné Kladruby jsou dvoukolejnou dopravnou D3 ležící v km 11,709 řešené trati. Dopravna disponuje dvěma úroňovými nástupišti u obou kolejí. Dopravna je vybavena výhybkami se samovratnými přestavníky na obou zhlavích, přičemž základní poloha

³ Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

pro vjezd vlaků od Mariánských Lázní je na 1. kolej, v opačném směru na kolej 3. Dopravna umožňuje křižování dvou vlaků osobní i nákladní dopravy.

1.3.3 Teplá

Dopravna D3 Teplá leží v km 18,662 probírané trati a disponuje 4 kolejemi, z toho dvěma dopravními a dvěma manipulačními. Dopravna je vybavena 2 úrovněnými nástupišti u dopravních kolejí č. 1 a 3. Manipulační, kusé koleje č. 2 a 5 slouží k nakládce či vykládce železničních nákladních vozů. V Teplé je pravidelně prováděna nakládka vozů dřevěnou kulatinou.

Na obou zhlavích dopravní jsou pak hlavní výhybky vybaveny samovratnými přestavníky, základní poloha pro vjezd vlaků od Mariánských Lázní je na 3. kolej, v opačném směru na kolej 1. Dopravna umožňuje křižování dvou vlaků osobní i nákladní dopravy.

1.3.4 Poutnov

Poutnov je dopravna D3 o dvou dopravních a jedné kusé, manipulační koleji. Dopravna leží v km 24,616. Dopravna však disponuje pouze jedním nástupištěm u koleje č. 1 a není vybavena výhybkami se samovratnými přestavníky. Křižování dvou vlaků osobní dopravy (zde zastavujících) tedy není možné, křižování vlaků nákladních nebo nákladního a osobního vlaku je možné, avšak s velmi dlouhým provozním intervalem, vzhledem k nutnosti ručního přestavování výhybek doprovodem vlaku.

Manipulační kolej č. 3 slouží k nakládce či vykládce nákladních vozů.

1.3.5 Bečov nad Teplou

ŽST Bečov nad Teplou leží v km 33,218 řešené trati. Ve stanici se připojuje regionální dráha Rakovník – Bečov nad Teplou. Stanice prošla v letech 2019 – 2020 komplexní rekonstrukcí, během které bylo zrekonstruováno kolejiště, vybudována nová nástupiště či zmodernizováno staniční zabezpečovací zařízení.

Ve stanici je celkem 6 dopravních kolejí, z čehož 2 jsou kusé. Stanice umožňuje křižování vlaků osobní i nákladní dopravy. ŽST disponuje 1 vnějším nástupištěm

u výpravní budovy u SK č. 5 a jedním poloostrovním nástupištěm mezi SK č. 3 a 2. Poloostrovní nástupiště je přístupné centrálním přechodem bez VZPK.

Stanice je nyní vybavena elektronickým SZZ 3. kategorie typu Starmon K-2002, které místně ovládá výpravčí pomocí JOP z dopravní kanceláře. Výpravčí je zároveň také dirigujícím dispečerem pro probíranou trať.

1.3.6 Krásný Jez

Krásný Jez je dopravnou D3 ležící v km 37,646. V Krásném Jezu se k řešené trati připojuje trať Loket předměstí – Horní Slavkov-Kounice – Krásný Jez, přičemž úsek Loket předměstí – Horní Slavkov-Kounice je v trvalé výluce od roku 1997. Mezi dopravnami Horní Slavkov-Kounice a Krásný Jez je pravidelná osobní doprava v provozu pouze o víkendech během letní sezóny.

V dopravně D3 Krásný Jez jsou 3 dopravní a 2 manipulační koleje. Na bečovském i karlovarském zhlaví jsou hlavní výhybky vybaveny samovratnými přestavníky, kdy od Bečova nad Teplou je výhybka v základní směru přestavěna na 2. kolej a od Karlových Varů na 1. kolej. Dopravna umožňuje křížování dvou osobních vlaků.

1.3.7 Karlovy Vary – Březová

Ačkoliv již Březová není součástí Karlových Varů, dopravna D3, nacházející se v km 48,431, stále nese název Karlovy Vary – Březová. V dopravně jsou 2 dopravní a 1 manipulační kolej. Dopravna disponuje dvěma úroňovými nástupišti u kolejí č. 1 a 3. Dopravna není vybavena výhybkami se samovratnými přestavníky, umožňuje tedy křížování dvou osobních vlaků, avšak s dlouhým provozním intervalem křížování, vzhledem k nutnosti přestavování výhybek doprovodem vlaku.

1.3.8 Karlovy Vary dolní nádraží

ŽST Karlovy Vary dolní nádraží leží v km 53,275. Stanicí končí řešená železniční trať. Ve stanici pak dále začíná regionální dráha Karlovy Vary d. n. – Johanngeorgenstadt. S ŽST přímo sousedí terminál dálkové a příměstské autobusové dopravy.

Stanice disponuje 3 dopravními kolejemi a dvěma manipulačními kolejemi. U SK č. 4 je umístěno vnější nástupiště u výpravní budovy, mezi SK č. 1 a 2 se nachází poloostrovní nástupiště přístupné přechodem. Pro příjezdy a odjezdy vlaků ve směru Bečov nad Teplou se zpravidla využívá SK č. 1.

Stanice je vybavena elektromechanickým zabezpečovacím zařízením, které je kombinované s ústředním zámkem. Všechny výhybky a výkolejky jsou přestavovány výhybkářem či výpravčím ručně, přičemž jejich pracoviště je v dopravní kanceláři ve výpravní budově.

Aktuálním záměrem města Karlovy Vary je sjednotit hlavní přestupní uzel MHD Tržnice s autobusovým terminálem a ŽST Karlovy Vary dolní nádraží. Preferovaná varianta počítá s přesunem autobusového terminálu a ŽST do nové polohy, blíže uzlu Tržnice.

1.4 Traťové poměry

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, trať dosahuje délky přes 53 km a je v celé délce jednokolejná a neelektrizovaná. Traťová třída zatížení odpovídá kategorii C3, tedy 20 t na nápravu / 7,2 t na běžný metr. Maximální sklon na trati činí 23 ‰. Největší povolená délka vlaků osobní dopravy je 60 m, vlaků nákladních pak 300 m. Zábrazdná vzdálenost na celé trati je stanovena na 400 m.

1.4.1 Traťové zabezpečovací zařízení

Prostorové oddíly mezi dopravními D3 nejsou vybaveny traťovým zabezpečovacím zařízením, doprava na trati se řídí dle již zmíněného předpisu SŽ D3. K rádiovému spojení strojvedoucího a dirigujícího dispečera se využívá síť SRV.⁴

1.4.2 Traťové rychlosti

Trať je přibližně v polovině své délky vedena údolím řeky Teplé, což podstatně ovlivnilo její trasování, které je charakteristické velkým množstvím oblouků o relativně

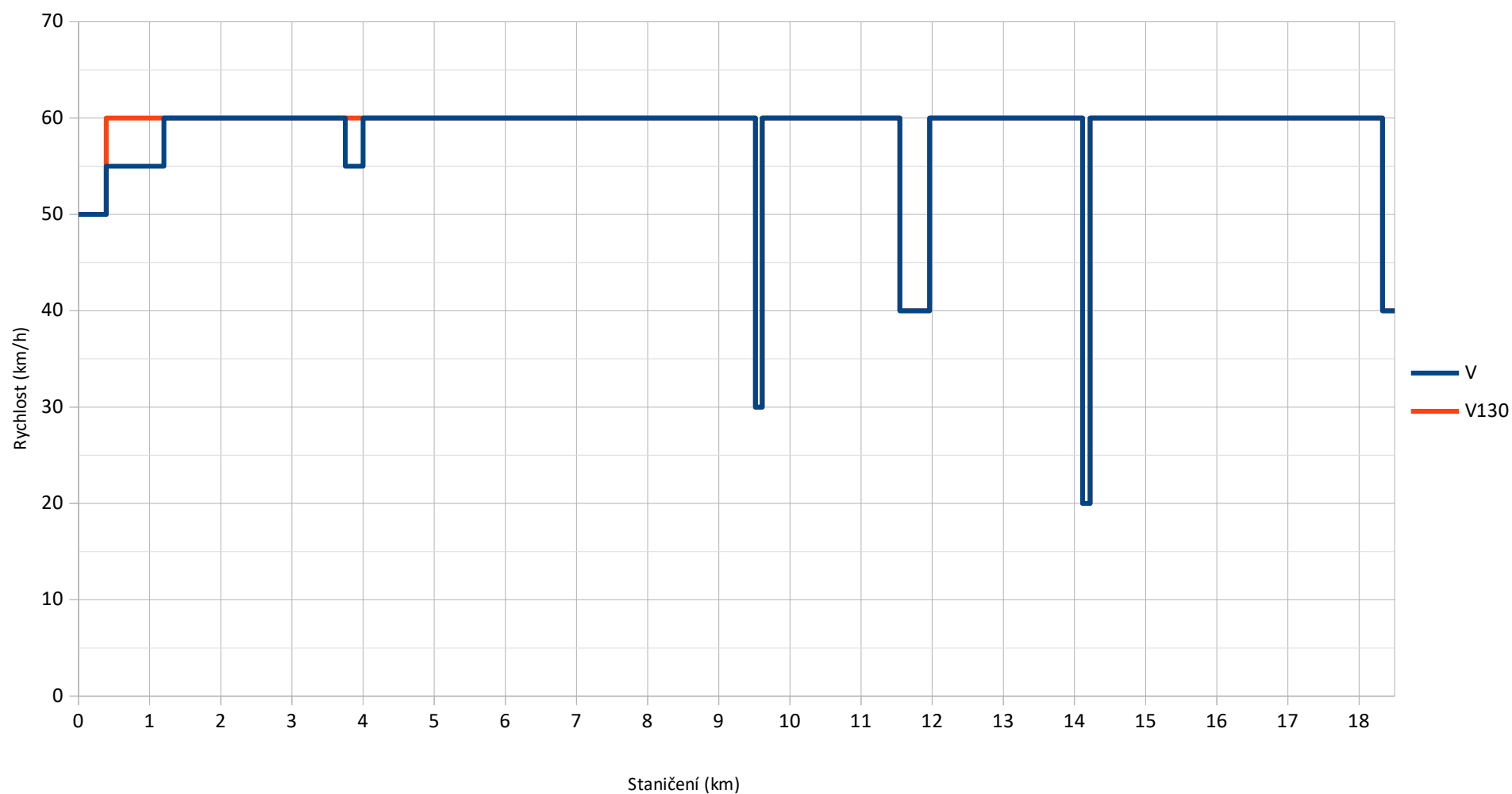
⁴ Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

nízkých poloměrech. Předpis SŽ D3 omezuje maximální traťovou rychlost na 60 km/h. Trať je v některých úsecích vybavena rychlostním profilem V_{130} , kterého mohou v tomto případě využívat pouze vozidla se zatížením na nápravu nepřevyšujícím 18 t. To splňují také motorové jednotky, zajišťující vozbu pravidelných osobních vlaků na této trati.

Následující obrázky č. 4 – 9 zobrazují grafy traťové rychlosti na trati. V grafech je zobrazen standardní rychlostní profil V a profil V_{130} . Vzhledem k místy odlišným rychlostem v závislosti na směru jízdy byly vytvořeny grafy pro jízdu od začátku ke konci trati, které jsou zobrazeny prvně, a i pro jízdu ve směru opačném, které jsou zobrazeny následně. Pro přehlednost grafů byla trať rozdělena do 3 úseků. Rychlostní profil V_{130} se od standardního profilu V odlišuje vždy jen o 5 km/h.

Z grafů je patrné, že na mnoha místech trati v obou směrech dochází k rychlostním propadům, nejčastěji na 15 – 30 km/h. Zdrojem těchto propadů jsou trvalé omezení rychlosti (TOR), které způsobují železniční přejezdy, zabezpečeny pouze výstražnými kříži, s rozhledovými poměry nevyhovujícími vyšším rychlostem. Tyto rychlostní propady negativně ovlivňují spotřebu energie hnacích vozidel a také prodlužují jízdní doby vlaků. K dalšímu omezení traťové rychlosti dochází ve všech dopravních D3, přes které je snížena traťová rychlost na 40 km/h. V km trati 31,300 – 31,350 je pak zavedeno TOR na 30 km/h z důvodu nevyhovujícího stavu železničního spodku.

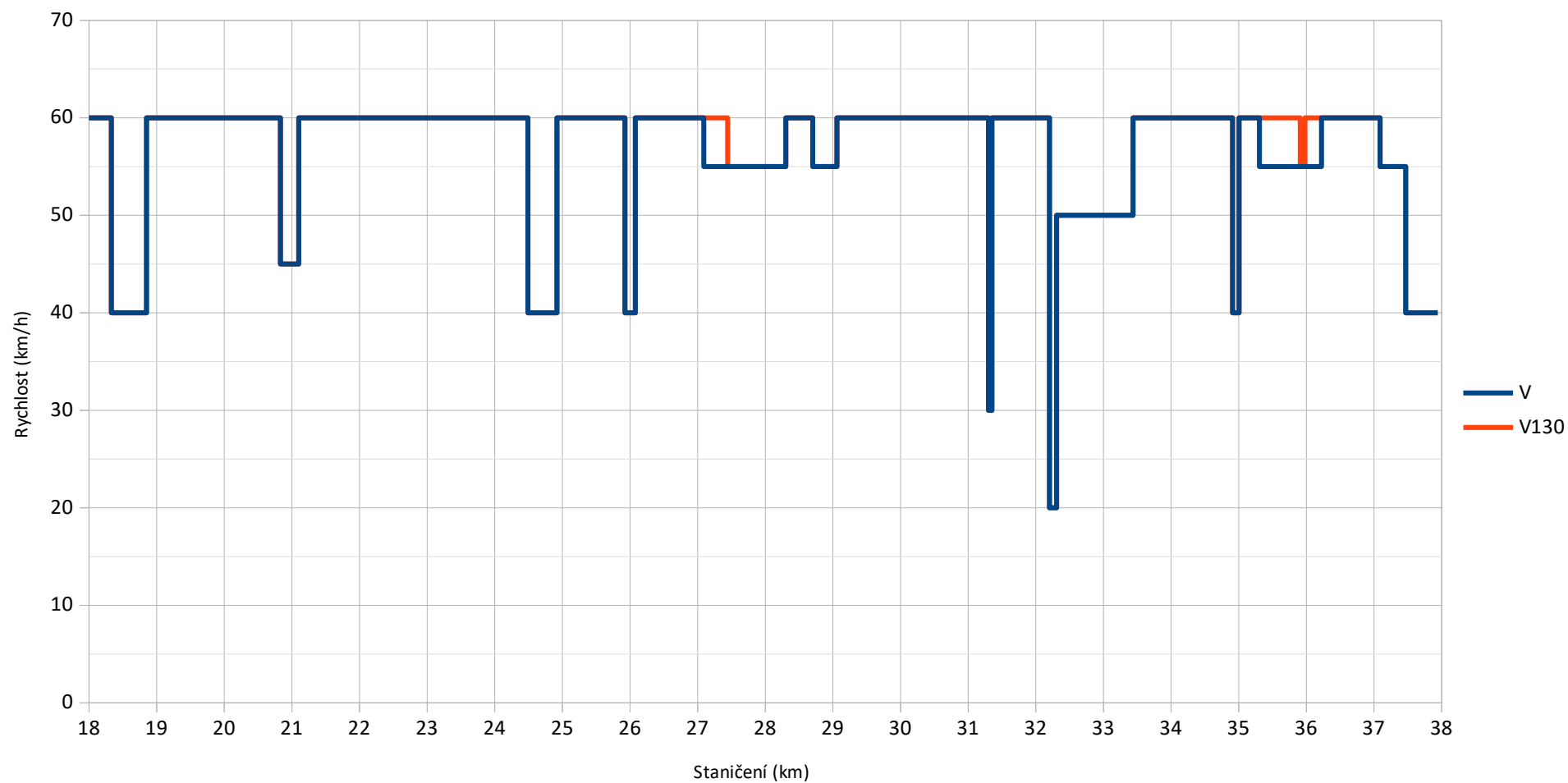
Obrázek 4: Graf současných rychlostních profilů v úseku Mariánské Lázně - Teplá



Zdroj: autor s využitím⁵

5 Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

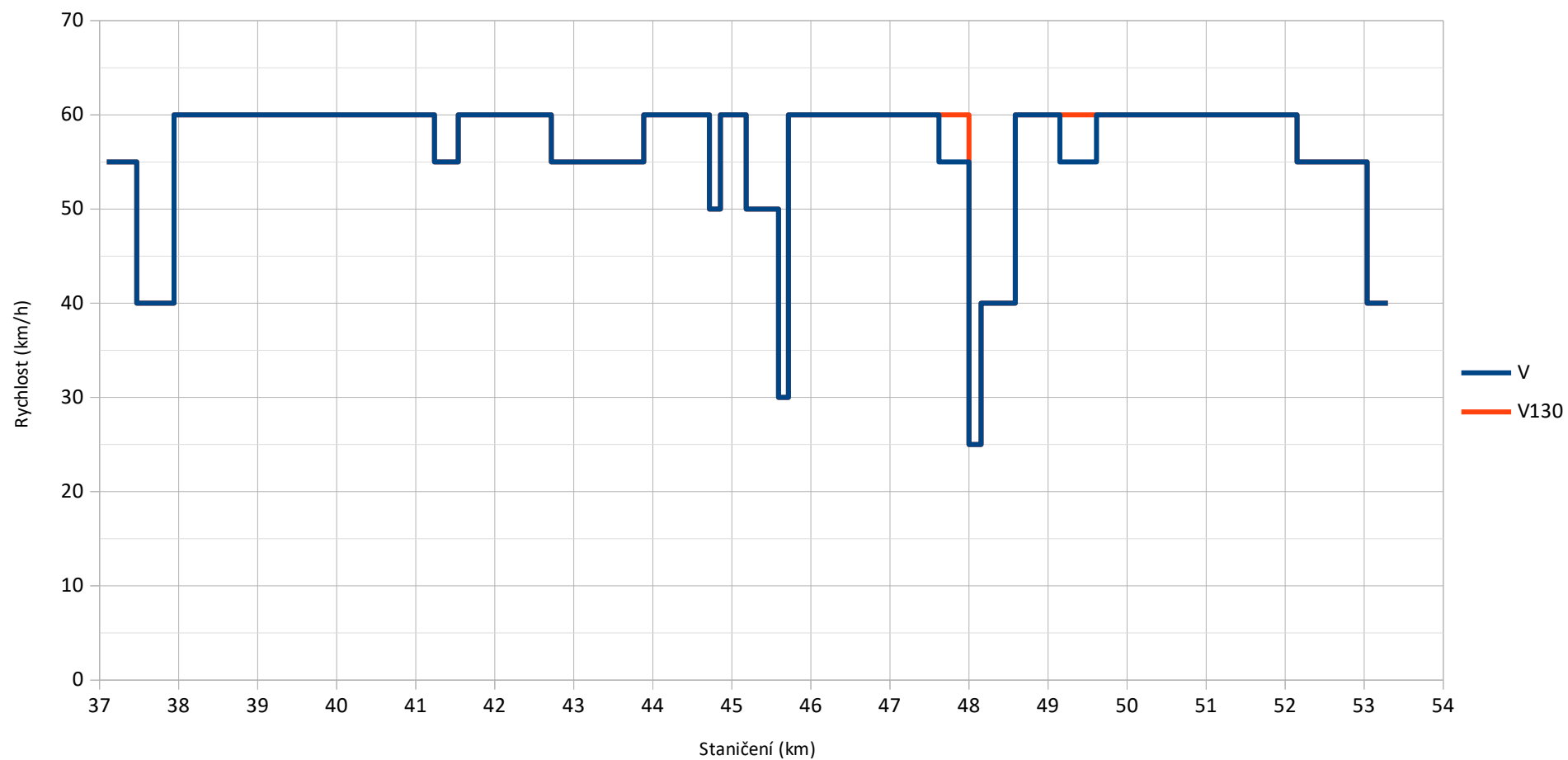
Obrázek 5: Graf současných rychlostních profilů v úseku Teplá - Krásný Jez



Zdroj: autor s využitím⁶

⁶ Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

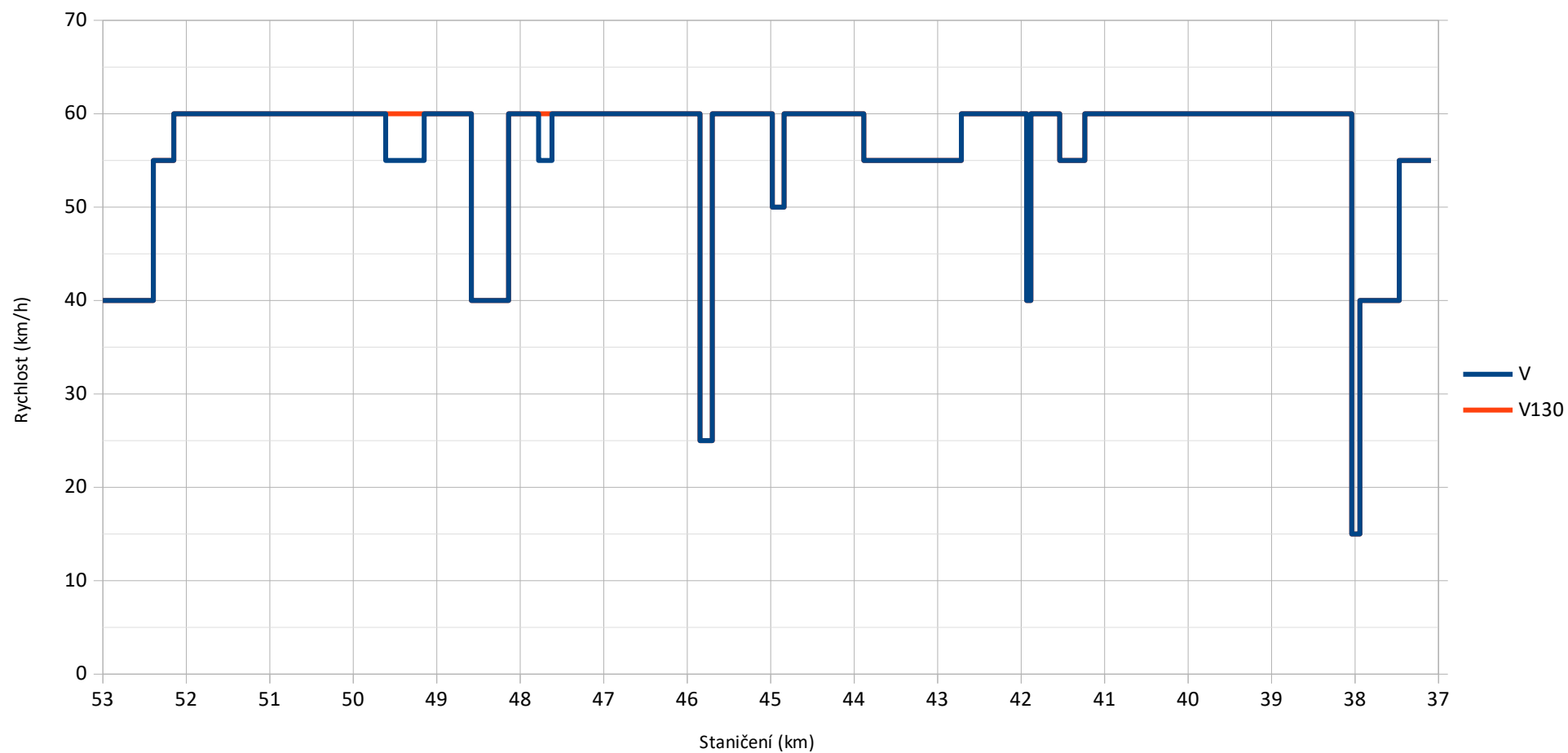
Obrázek 6: Graf současných rychlostních profilů v úseku Krásný Jez - Karlovy Vary dolní nádraží



Zdroj: autor s využitím⁷

⁷ Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

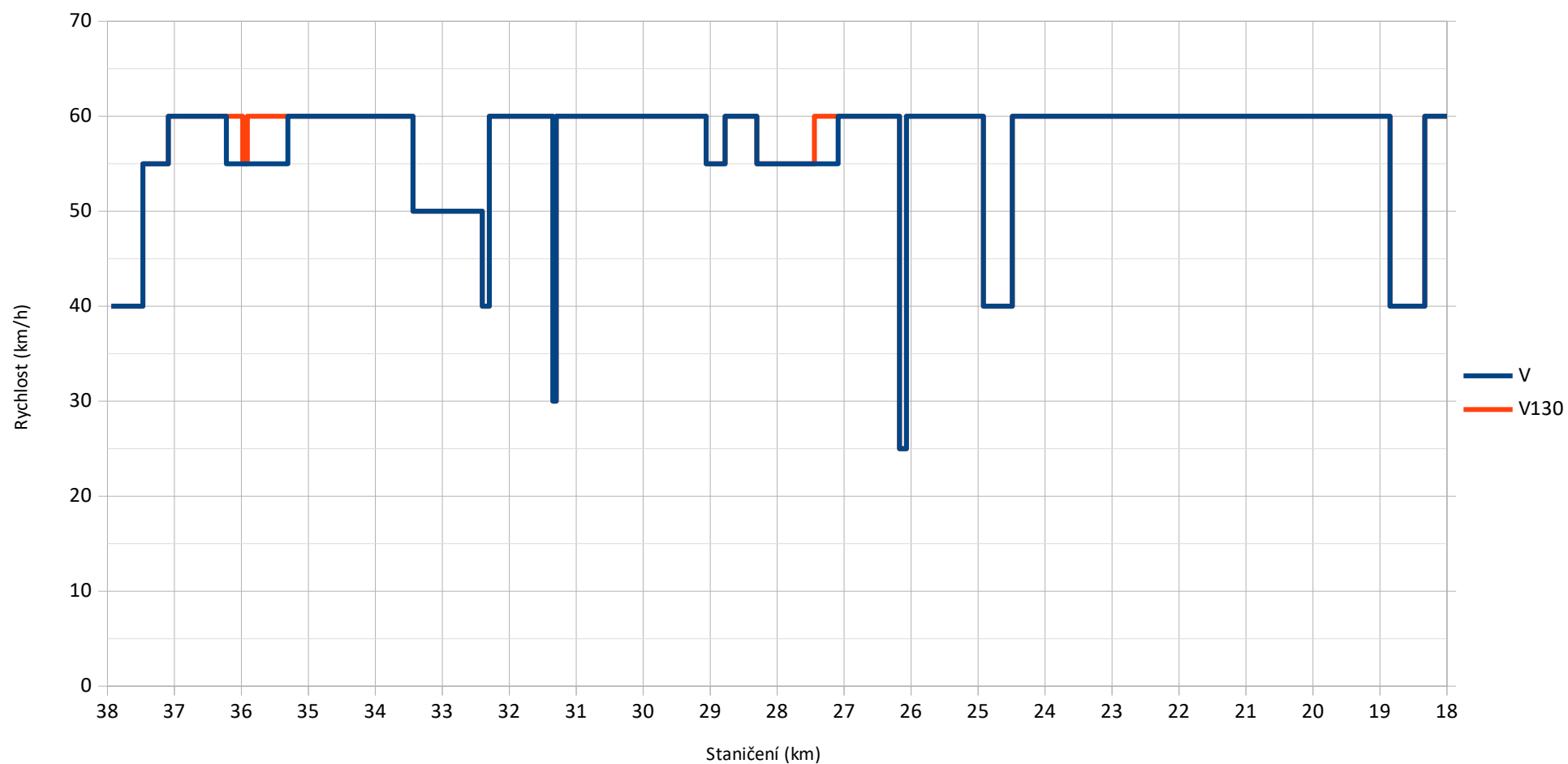
Obrázek 7: Graf současných rychlostních profilů v úseku Karlovy Vary dolní nádraží - Krásný Jez



Zdroj: autor s využitím⁸

8 Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznice.cz/portal/>

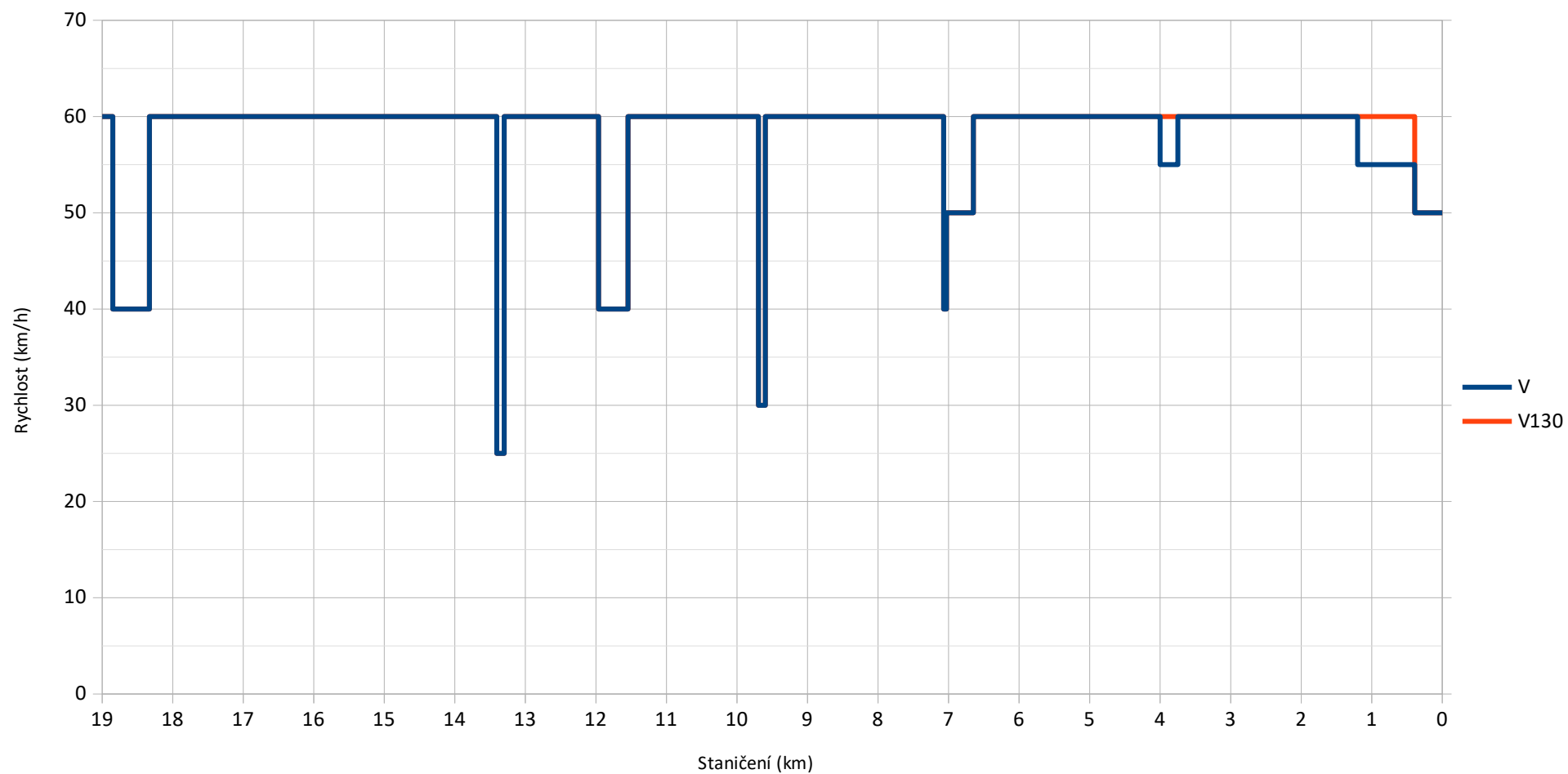
Obrázek 8: Graf současných rychlostních profilů v úseku Krásný Jez - Teplá



Zdroj: autor s využitím⁹

9 Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznice.cz/portal/>

Obrázek 9: Graf současných rychlostních profilů v úseku Teplá - Mariánské Lázně



Zdroj: autor s využitím¹⁰

10 Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

1.5 Železniční přejezdy

Na řešené trati se nachází celkem 46 železničních přejezdů. 32 z nich je zabezpečeno pouze výstražnými kříži. Na 19 přejezdech se trať kříží s účelovými komunikacemi, na 16 pak s místními komunikacemi. 6 přejezdů leží na silnicích III. třídy a 5 na silnicích II. třídy. Následující tabulka č. 2 přehledně zobrazuje jejich kompletní seznam, včetně základních informací. Ve sloupci „TOR“ (trvalé omezení rychlosti) je uvedeno, zda je kvůli rozhledovým poměrům na daném přejezdu snižena TR (traťová rychlost). Údaje v tomto sloupci jsou uvedeny ve formátu „směr jízdy od začátku ke konci tratě/směr jízdy od konce k začátku tratě“. TR alespoň v jednom směru je snižena celkem kvůli 13 přejezdům, které jsou v tabulce červeně zvýrazněné.

Tabulka 2: Železniční přejezdy na trati

č. přejezdu	poloha [km]	pozemní komunikace	zabezpečení	TOR [km/h]
P348	1,023	účelová	PZS bez závor	ne/ne
P349	2,386	místní	PZS se závorami	ne/ne
P350	2,839	místní	PZS bez závor	ne/ne
P351	3,118	místní	výstražné kříže	ne/ne
P352	5,512	místní	výstražné kříže	ne/ne
P353	6,654	účelová	výstražné kříže	ne/ne
P354	7,098	účelová	výstražné kříže	ne/50
P356	9,596	účelová	výstražné kříže	30/30
P357	10,210	III/19831	PZS bez závor	ne/ne
P359	11,481	účelová	výstražné kříže	ne/ne
P360	11,970	účelová	výstražné kříže	ne/ne
P361	13,305	účelová	výstražné kříže	ne/25
P362	14,214	účelová	výstražné kříže	20/ne
P363	15,450	III/19829	výstražné kříže	ne/ne
P365	16,638	III/19829	výstražné kříže	ne/ne
P366	18,850	II/198	PZS bez závor	ne/ne
P367	20,739	účelová	výstražné kříže	ne/ne

č. přejezdu	poloha [km]	pozemní komunikace	zabezpečení	TOR [km/h]
P368	21,094	III/19830	výstražné kříže	45/ne
P369	24,420	II/210	PZS bez závor	ne/ne
P370	26,074	úcelová	výstražné kříže	40/25
P371	27,692	II/230	PZS se závorami	ne/ne
P372	29,652	II/230	PZS se závorami	ne/ne
P373	31,058	úcelová	výstražné kříže	ne/ne
P374	32,303	úcelová	výstražné kříže	20/40
P375	33,445	II/230	PZS se závorami	ne/ne
P376	33,822	úcelová	výstražné kříže	ne/ne
P377	34,996	úcelová	výstražné kříže	40/ne
P378	37,928	místní	výstražné kříže	ne/15
P379	38,524	III/0205	PZS bez závor	ne/ne
P380	41,350	místní	PZS bez závor	ne/ne
P381	41,730	úcelová	výstražné kříže	ne/ne
P382	43,018	III/2093	výstražné kříže	ne/ne
P383	43,657	úcelová	PZZ mechanické	ne/ne
P384	44,004	úcelová	výstražné kříže	ne/ne
P385	44,849	místní	výstražné kříže	50/50
P386	45,305	místní	výstražné kříže	ne/ne
P387	45,708	místní	výstražné kříže	30/25
P388	48,143	místní	výstražné kříže	25/ne
P389	48,587	místní	výstražné kříže	ne/ne
P390	49,815	místní	PZS se závorami	ne/ne
P391	50,380	místní	výstražné kříže	ne/ne
P392	51,312	úcelová	výstražné kříže	ne/ne
P393	52,180	místní	výstražné kříže	ne/ne
P394	52,314	místní	PZS se závorami	ne/ne
P395	52,399	místní	výstražné kříže	ne/40
P8433	52,696	úcelová	výstražné kříže	ne/ne

Zdroj: autor s využitím¹¹

¹¹ Seznam přejezdů. Správa železnic [online]. 2023 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/bezpecna-zeleznice/bezpecnost-na-prejezdech/seznam-prejezdu>

1.6 Doprava na trati

V této kapitole je popsána doprava na řešené trati. V jízdním řádu 2023/2024 je zde v provozu pravidelná osobní i nákladní doprava.

Osobní dopravu na trati provozuje dopravce GW Train Regio a.s. na základě objednávky Karlovarského kraje. V celé trase Mariánské Lázně – Karlovy Vary d. n. je v pracovní dny i víkendy objednáváno celkem 8 párů vlaků kategorie Os, 1 pár je pak veden pouze v úseku Mariánské Lázně – Bečov nad Teplou a 6 párů (v pracovní dny) je vedeno pouze v úseku Bečov n. T – Karlovy Vary d. n.

Osobní vlaky jsou v provozu přibližně ve 2hodinovém taktu. Během pracovních dní v časech špičky je 2hodinový takt proložen ještě Os vlaky v trase Bečov n. T. – Karlovy Vary d. n., čímž zde vzniká hodinový takt. Vozbu zajišťují motorové jednotky lehké konstrukce RegioSprinter RVT. Tyto jednotky jsou charakteristické svými dynamickými jízdními vlastnostmi, jejich akcelerace činí $1,1 \text{ m/s}^2$.¹²

Obrázek 10: Motorová jednotka RegioSprinter RVT



Zdroj: Regio Sprinter RVT. In: GW Train Regio a.s.: Karlovarsko [online]. Kraslice: GW Train Regio, 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.gwtr.cz/cs/karlovarsko/nase-vlaky/regio-sprinter-rvt>

12 Technische Daten. Baureihe654.de [online]. 2023 [cit. 2023-12-09]. Dostupné z: https://www.baureihe654.de/?page_id=72

Během letní sezóny jsou v provozu také víkendové osobní vlaky mezi Krásným Jezem a Horním Slavkovem-Kounice. Tyto vlaky provozují České dráhy, a.s., také na základě objednávky Karlovarského kraje.

V JŘ 2023/2024 je na trati přidělená kapacita pro jeden pár pravidelných manipulačních vlaků dopravce ČD Cargo, a.s. v trase Karlovy Vary dolní nádraží – Teplá a zpět, s pravidelnou manipulací v ŽST Bečov nad Teplou.

1.7 Jízdní a cestovní doby

V této kapitole jsou rozebrány jízdní doby (JD) mezi jednotlivými dopravami a cestovní rychlosti vlaků v obou směrech.

Následující tabulka č. 3 zobrazuje jízdní doby pravidelných osobních vlaků na trati v obou směrech jízdy.

Tabulka 3: Vzdálenosti, jízdní doby a průměrné rychlosti od začátku ke konci tratě

úsek	JD od začátku ke konci (min)	JD od konce k začátku (min)
Mariánské Lázně – Mariánské Lázně město	3	3
Mariánské Lázně město – Vlkovice	5	5,5
Vlkovice – Milhostov	3,5	3
Milhostov – Ovesné Kladruby	3	3
Ovesné Kladruby – Mrázov	5	4
Mrázov – Teplá	4	4
Teplá – Hoštěc	3	3
Hoštěc – Poutnov	4,5	4
Poutnov – Louka u Mar. Lázní	3,5	3,5
Louka u Mar. Lázní – Bečov nad Teplou	7,5	7
Bečov nad Teplou – Vodná	3,5	3
Vodná – Krásný Jez	2	2
Krásný Jez – Krásný Jez zast.	1,5	2

úsek	JD od začátku ke konci (min)	JD od konce k začátku (min)
Krásný Jez zast. - Teplička u K. Varů	4	4
Teplička u K. Varů – Kfely	2	2
Kfely – Cihelny	3,5	3,5
Cihelny – K. Vary-Březová	4	3,5
K. Vary-Březová – Doubí u K. Varů	1,5	2
Doubí u K. Varů – K. Vary-Aréna	1,5	1,5
K. Vary-Aréna – Karlovy Vary dolní nádr.	2,5	2,5

Zdroj: autor s využitím¹³

Jízdní doby jsou nepřímo úměrné traťovým rychlostem. Ty jsou běžně ovlivněny trasováním železniční trati, avšak zde je maximální traťová rychlost také limitována předpisem SŽ D3 na 60 km/h. Jízdní doby rovněž prodlužuje například trvalé omezení rychlosti způsobené železničními přejezdy, které jsou zabezpečeny pouze výstražnými kříži.

Následující tabulka č. 4 zobrazuje cestovní dobu a rychlost na celé probírané trati.

Tabulka 4: Cestovní doby a rychlosti na trati

směr jízdy	cestovní doba (min)	cestovní rychlost (km/h)
od začátku ke konci tratě	75	42,6
od konce k začátku tratě	73	43,8

Zdroj: autor s využitím¹⁴

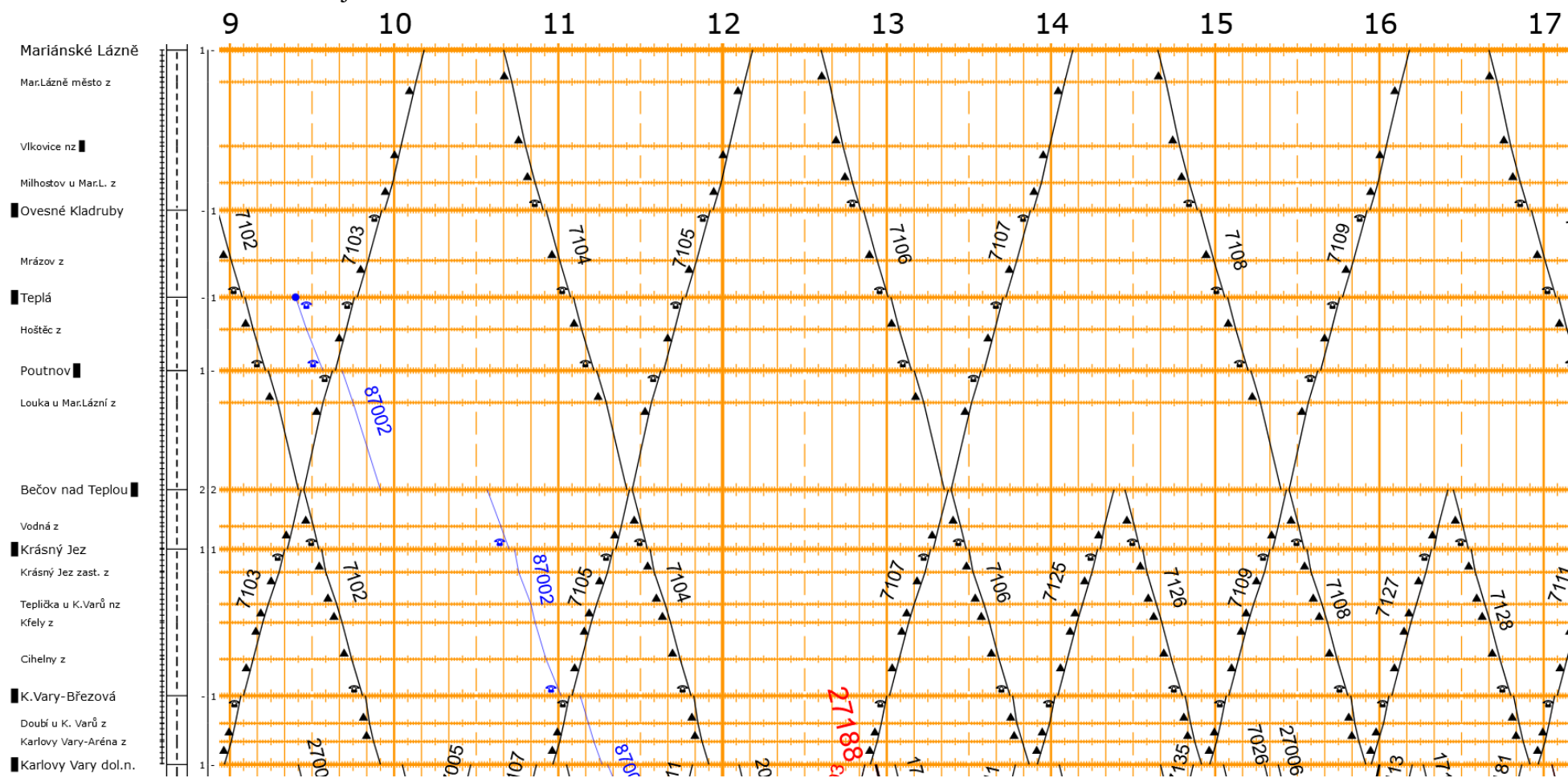
Cestovní doba se rovná součtu jízdních dob a dob pobytů vlaku. Doba pobytu osobních vlaků se zpravidla odvíjí od doby potřebné pro výstup a nástup cestujících, případně od dopravního úkonu (křížování, předjíždění). Na této trati je však kvůli zjednodušenému řízení drážní dopravy doba pobytu ve všech dopravních D3 prodloužena o dobu nutnou k provedení ohlašovací povinnosti strojvedoucího.

Následující obrázek č. 11 zobrazuje náhled nákrešného jízdního řádu probírané trati.

¹³ Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznice.cz/portal/>

¹⁴ tamtéž

Obrázek 11: Náhled nákresného jízdního řádu na trati



Zdroj: Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

1.8 Shrnutí současného stavu

Na 53 km dlouhé, neelektrizované, regionální dráze nejsou mezistaniční úseky vybaveny traťovým zabezpečovacím zařízením, drážní doprava je zde řízena dle Předpisu pro zjednodušené řízení drážní dopavy SŽ D3. To omezuje maximální traťovou rychlost, prodlužuje pobyty v dopravních D3, prodlužuje provozní intervaly křižování a především podstatně zvyšuje riziko potenciální chyby lidského faktoru a následného vzniku mimořádné události s možnými fatálními následky.

Na trati jsou 3 železniční stanice a 5 dopravních D3. Nejvyšší traťová rychlost je 60 km/h, avšak s několika trvalými omezeními rychlosti na 15 – 40 km/h. Samotné trasování trati by však na mnoha úsecích umožnilo vyšší traťovou rychlost. Na trati se nachází celkem 46 železničních přejezdů, 32 z nich je zabezpečeno pouze výstražnými kříži, z nichž 13 je důvodem pro zmíněné TOR. Tyto přejezdy také představují potenciální riziko ve smyslu možných mimořádných událostí.

Je zde v provozu pravidelná osobní i nákladní doprava. V několika obcích na trati není zajištěna jiná dopravní obslužnost VHD, kromě osobních vlaků na probírané trati.

V ŽST Mariánské Lázně neexistuje vhodná přestupní vazba mezi osobními vlaky na probírané trati a expresy na trase Cheb – Plzeň – Praha a zpět.

2 Návrh racionalizačních opatření

Na základě provedené analýzy v předchozích kapitolách jsou autorem práce navržena racionalizační opatření, jejichž cílem je především zvýšení bezpečnosti železničního provozu, zvýšení traťové rychlosti, zkrácení jízdních a cestovních dob a změna konceptu jízdního řádu na trati.

2.1 Řízení a organizování drážní dopravy

Zásadním racionalizačním opatřením je autorem navržená změna v řízení a organizování drážní dopravy na trati. Autor práce navrhuje nahrazení zjednodušeného řízení drážní dopravy dle předpisu D3, řízením a organizováním drážní dopravy mj. dle dopravního a návěstního předpisu SŽ D1.

2.2 Staniční zabezpečovací zařízení

V rámci racionalizace a změny řízení a organizování drážní dopravy navrhuje autor práce vybavení všech současných dopravních D3 (nově stanic) staničním zabezpečovacím zařízením. Autor práce také navrhuje výměnu současného SZZ za modernější typ v ŽST Karlovy Vary dolní nádraží.

2.2.1 Dopravní D3

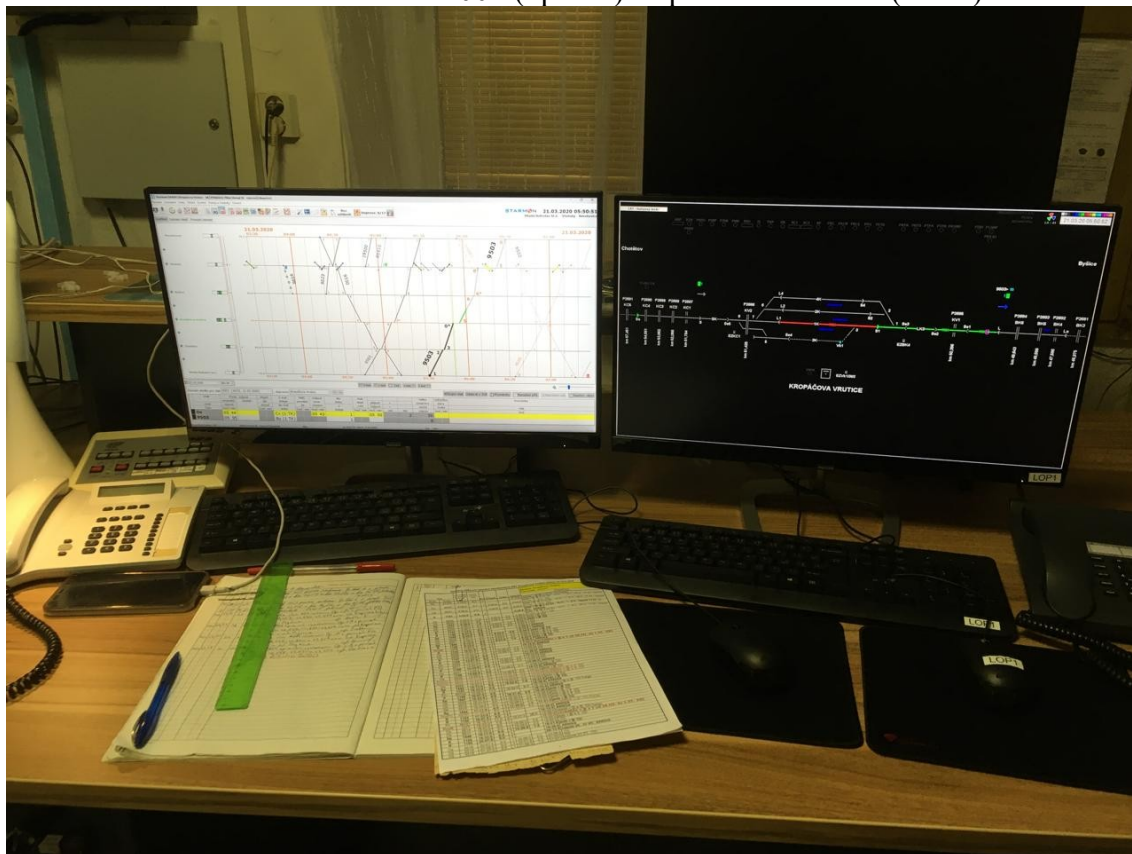
Ve všech dopravních D3 (stanicích) navrhuje autor použití elektronického staničního zabezpečovacího zařízení typu Starmon K-2002. Jedná se o SZZ 3. kategorie, které je vhodné pro malé a středně velké stanice (do 50 řízených výhybek). Výhodou tohoto typu jsou jeho nízké pořizovací i provozní náklady a také malé prostorové nároky technického zámezí SZZ. Toto stavědlo je již instalováno v ŽST Bečov nad Teplou, kde jej místně ovládá výpravčí (zároveň dirigující dispečer pro řešenou trať). Obsluha stavědla se provádí pomocí jednotného obslužného pracoviště, které umožňuje jak místní, tak také dálkové ovládání více stavědel pomocí Místního a dálkového ovládání Starmon (MaDOS).

Jako nadstavba pro stavědlo Starmon K-2002 slouží provozní aplikace Grafická dokumentace (GRADO), která umí automaticky vést dopravní dokumentaci, přenášet data mezi ní a stavědlem a zobrazovat také aktuální nákresný jízdní řád. Aplikace je obdobou graficko-technologické nadstavby (GTN) pro SZZ AŽD ESA.

Autor práce navrhuje dálkovou obsluhu SZZ všech stanic (dopraven D3) pomocí MaDOS výpravčím stanice Bečov nad Teplou.

Instalace SZZ do dopraven (stanic) podstatně zvýší bezpečnost železničního provozu, odstraní rychlostní propady v dopravních na 40 km/h a výrazně zkrátí provozní interval křižování. Dálkové řízení stanic zlepší přehled obsluhujícího zaměstnance (výpravčího) o aktuální situaci na trati a také zlepší možnosti operativního řízení provozu.

Obrázek 12: Stavědlo Starmon K-2002 (vpravo) a aplikace GRADO (vlevo)



Zdroj: Elektronické stavědlo K-2002 ve stanici Kropáčova Vrutice. Starmon [online]. Choceň: STARMON, 2023 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <http://starmon.cz/elektronicke-stavedlo-k-2002-ve-stanici-kropacova-vrutice/>

2.2.2 ŽST Karlovy Vary dolní nádraží

Vzhledem k plánovanému přesunu, resp. sjednocení autobusového terminálu a ŽST Karlovy Vary d. n. s přestupním uzlem MHD Tržnice, nenavrhuje autor práce v této ŽST výměnu SZZ a počítá se zachováním stávajícího elektromechanického SZZ. Výměnu, resp. instalaci elektronického SZZ 3. kategorie předpokládá až při plánované novostavbě ŽST. Elektromechanické SZZ vyhovuje aktuálnímu i navrhovanému charakteru dopravy. Nezbytné však bude vytvořit závislost SZZ na navrhované TZZ.

Následující tabulka č. 5 zobrazuje přehled staničních zabezpečovacích zařízení v jednotlivých stanicích (dopravních) před a po racionalizaci.

Tabulka 5: Přehled stanic (dopraven) a SZZ před a po racionalizaci

název	před racionalizací		po racionalizaci	
	druh	SZZ	druh	SZZ
Mariánské Lázně	ŽST	AŽD ESA	ŽST	AŽD ESA
Ovesné Kladruby	D3	žádné	ŽST	Starmon K-2002
Teplá	D3	žádné	ŽST	Starmon K-2002
Poutnov	D3	žádné	ŽST	Starmon K-2002
Bečov nad Teplou	ŽST	Starmon K-2002	ŽST	Starmon K-2002
Krásný Jez	D3	žádné	ŽST	Starmon K-2002
Březová u K. Varů	D3	žádné	ŽST	Starmon K-2002
Karlovy Vary d. n.	ŽST	elektromechanické	ŽST	elektromechanické

Zdroj: autor

2.3 Traťové zabezpečovací zařízení

Autor práce navrhuje vybavení všech mezistaničních úseků TZZ 3. kategorie, konkrétně navrhuje použití automatického hradla typu AHP-03 bez hradla na trati. Toto TZZ nedovolí postavení vlakové cesty do obsazeného prostorového oddílu při jízdě protisměrné i následné. Instalace TZZ AH zabezpečí mezistaniční jízdu vlaků a podstatně zvýší bezpečnost železniční dopravy.

2.4 Železniční přejezdy

V rámci racionalizace navrhuje autor práce také úpravu vybraných železničních přejezdů. Navrženo je vybavení 25 přejezdů světelným přejezdovým zabezpečovacím zařízením bez závor. 5 přejezdů je navrženo ke zrušení, vzhledem k existenci blízké a vhodné objízdné trasy (v souladu se zákonem č. 13/1997 Sb.).

Následující tabulka č. 6 přehledně zobrazuje změny v železničních přejezdech, včetně porovnání se stavem před racionalizací.

Tabulka 6: Železniční přejezdy před a po racionalizaci

číslo přejezdu	poloha (km)	pozemní komunikace	zabezpečení před racionalizací	zabezpečení po racionalizaci
P348	1,023	úcelová	PZS bez závor	PZS bez závor
P349	2,386	místní	PZS se závorami	PZS se závorami
P350	2,839	místní	PZS bez závor	PZS bez závor
P351	3,118	místní	výstražné kříže	výstražné kříže
P352	5,512	místní	výstražné kříže	výstražné kříže
P353	6,654	úcelová	výstražné kříže	zrušen
P354	7,098	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P356	9,596	úcelová	výstražné kříže	zrušen
P357	10,210	III/19831	PZS bez závor	PZS bez závor
P359	11,481	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P360	11,970	úcelová	výstražné kříže	zrušen
P361	13,305	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P362	14,214	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P363	15,450	III/19829	výstražné kříže	PZS bez závor
P365	16,638	III/19829	výstražné kříže	PZS bez závor
P366	18,850	II/198	PZS bez závor	PZS bez závor
P367	20,739	úcelová	výstražné kříže	zrušen
P368	21,094	III/19830	výstražné kříže	PZS bez závor
P369	24,420	II/210	PZS bez závor	PZS bez závor
P370	26,074	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor

číslo přejezdu	poloha (km)	pozemní komunikace	zabezpečení před racionalizací	zabezpečení po racionalizaci
P371	27,692	II/230	PZS se závorami	PZS se závorami
P372	29,652	II/230	PZS se závorami	PZS se závorami
P373	31,058	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P374	32,303	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P375	33,445	II/230	PZS se závorami	PZS se závorami
P376	33,822	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P377	34,996	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P378	37,928	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P379	38,524	III/0205	PZS bez závor	PZS bez závor
P380	41,350	místní	PZS bez závor	PZS bez závor
P381	41,730	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P382	43,018	III/2093	výstražné kříže	PZS bez závor
P383	43,657	úcelová	PZZ mechanické	PZS bez závor
P384	44,004	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P385	44,849	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P386	45,305	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P387	45,708	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P388	48,143	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P389	48,587	místní	výstražné kříže	výstražné kříže
P390	49,815	místní	PZS se závorami	PZS se závorami
P391	50,380	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P392	51,312	úcelová	výstražné kříže	PZS bez závor
P393	52,180	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P394	52,314	místní	PZS se závorami	PZS se závorami
P395	52,399	místní	výstražné kříže	PZS bez závor
P8433	52,696	úcelová	výstražné kříže	zrušen

Zdroj: autor

Na přejezdech č. P351, P352 a P389 je navrženo ponechání zabezpečení výstražnými kříži, jelikož místní komunikace zde není přístupná motorovým vozidlům a rozhledové poměry na přejezdech jsou pro tento případ vyhovující.

2.5 ETCS

Autor práce navrhuje vybavení trati evropským vlakovým zabezpečovačem ETCS. Navrženo je použití varianty ETCS Regional, konkrétně verze ETCS STOP varianta D1. Jedná se o druh ETCS určený pro regionální tratě bez zjednodušeného řízení drážní dopravy. Tato varianta je bodovým zabezpečovačem, fungujícím na základě čtení ETCS balíz vedoucím vozidlem. Zabezpečovač hlídá nejvyšší dovolenou rychlost v daném úseku a také restriktivně vyhodnotí a zasáhne při nedovoleném projetí návěsti zakazující jízdu.

Následující obrázek zobrazuje podobu ETCS balízy koleji, tedy traťové části ETCS.

Obrázek 13: Balíza ETCS v koleji – traťová část ETCS



Zdroj: Eurobalíza ETCS: Co je ETCS?. In: Správa železnic [online]. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2023 [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/stavby-zakazky/modernizace/etcs/co-je-etcs>

2.6 Zvýšení traťové rychlosti

Autor práce navrhuje zvýšení traťové rychlosti ve stávající stopě trati bez přeložek, pouze s úpravami GPK. Přeložky trati nejsou navrženy z důvodu jejich ekonomické i projekčně-administrativní náročnosti, která je neúměrně vysoká vůči významu trati.

2.6.1 Odstranění trvalých omezení rychlosti

Vybavení přejezdů PZS umožní odstranění trvalých omezení rychlosti (TOR), které jsou způsobeny nevyhovujícími rozhledovými poměry na daných přejezdech. Konkrétně bude odstraněno 13 TOR, čímž bude v daných místech umožněno maximální využití směrových poměrů trati. TOR na přejezdech mnohdy znamenají rychlostní propady až na 15 – 30 km/h. Jejich odstranění sníží spotřebu energie hnacích vozidel a umožní zkrácení jízdních dob.

V km trati 31,300 – 31,350 je navržena sanace železničního spodku, která umožní odstranění TOR na 30 km/h.

Díky staničnímu zabezpečovacímu zařízení bude možné odstranit omezení TR na 40 km/h přes stanici (dopravnu D3).

2.6.2 Traťová rychlost po racionalizaci

Přechod na řízení drážní dopravy dle předpisu SŽ D1 dále umožní zvýšení maximální TR nad 60 km/h. Zvýšení TR profilu V_{130} nad 60 km/h je ve stávající stopě trati možné celkem na 45,492 km železniční trati, což činí přibližně 85 % její celkové délky. Ke zvýšení traťových rychlostí jsou maximálně využity současné směrové poměry trati a je navržena úprava GPK (převýšení koleje ve směrových obloucích). Rychlostní profil V_{130} se po racionalizaci pohybuje v rozmezí 50-100 km/h.

Následující tabulka č. 7 přehledně zobrazuje délku úseků s danou traťovou rychlostí před a po racionalizaci. Před racionalizací je ke srovnání využit směr od začátku ke konci tratě, po racionalizaci nejsou TR rozdílné v závislosti na směru jízdy. Zobrazen je rychlostní profil V_{130} .

Tabulka 7: Rozbor TR profilu V_{130} před a po racionalizaci

před racionalizací			po racionalizaci		
TR [km/h]	délka [km]	podíl	TR [km/h]	délka [km]	podíl
20-30	0,633	1,19 %	20-30	0	0,00 %
35-45	3,03	5,69 %	35-45	0	0,00 %
50-60	49,612	93,12 %	50-60	7,783	14,61 %
65-75	0	0,00 %	65-75	30,377	57,02 %
80-100	0	0,00 %	80-100	15,115	28,37 %

Zdroj: autor

Z tabulky je patrné, že díky racionalizačním opatřením bylo možné eliminovat TR nižší než 50 km/h. Nejvíce zastoupené rozmezí TR po racionalizaci je 65-75 km/h pro rychlostní profil V_{130} . Následuje rozmezí 80-100 km/h a nejméně zastoupené je pak 50-60 km/h.

Výpočet navrhovaných TR v závislosti na parametrech směrových oblouků provedl autor práce pomocí vzorce:

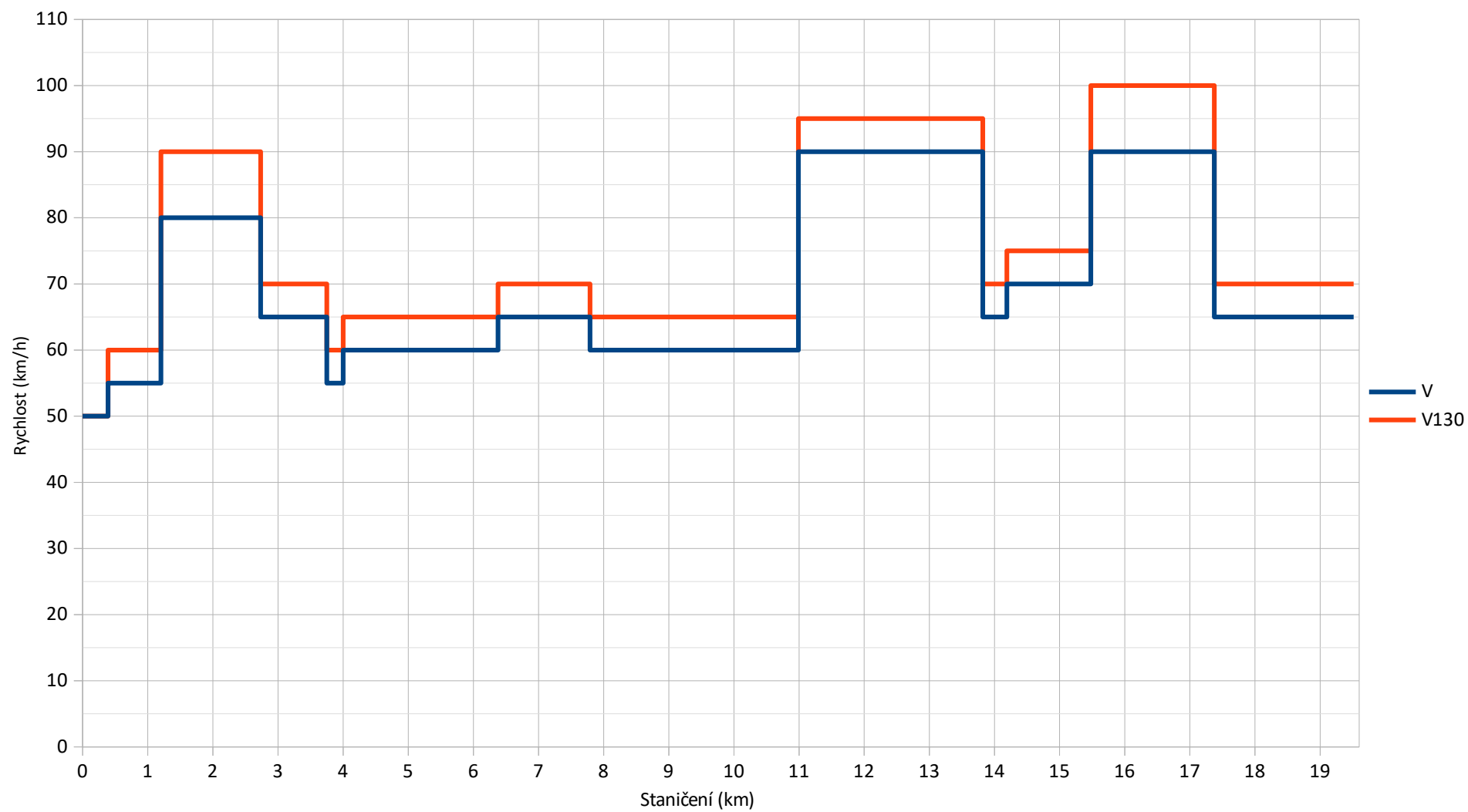
$$V = \sqrt{\frac{R \times D}{7,1}}$$

Ve kterém V značí traťovou rychlost, R poloměr směrového oblouku a D převýšení koleje ve směrovém oblouku.¹⁵ Převýšení koleje v obloucích navrhuje autor práce zpravidla na 150 mm.

Následující obrázky č. 14, 15 a 16 zobrazují grafy traťové rychlosti po racionalizaci. V grafech jsou zobrazeny rychlostní profily V a V_{130} . Trať byla pro přehlednost grafů rozdělena na 3 úseky, přičemž se TR již neliší v závislosti na směru jízdy.

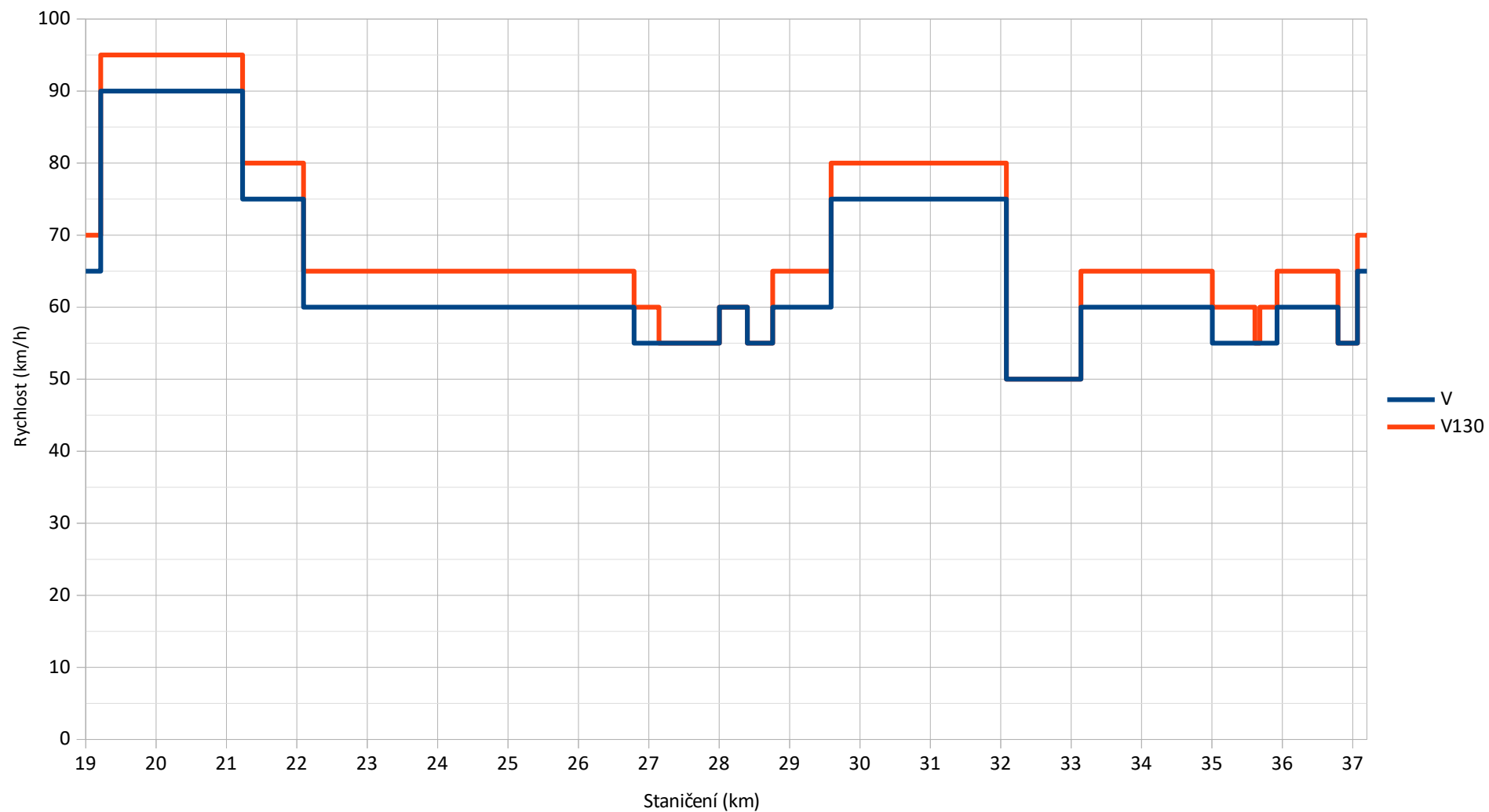
¹⁵ Převýšení. Železniční stavby [online]. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: http://kikinacek.xf.cz/zl_prevyseni.htm

Obrázek 14: Graf traťové rychlosti v úseku Mariánské Lázně - Teplá



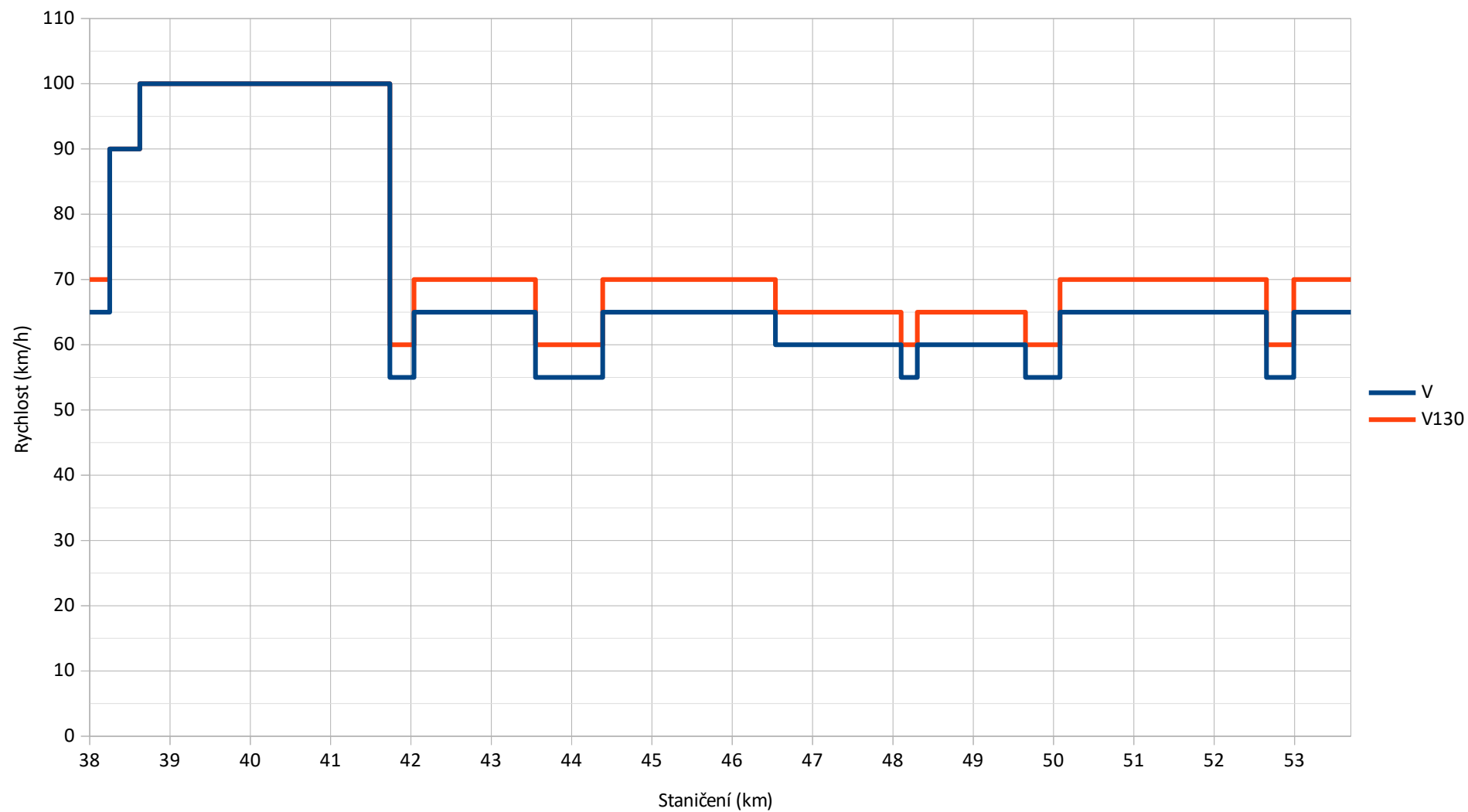
Zdroj: autor

Obrázek 15: Graf traťové rychlosti v úseku Teplá - Krásný Jez



Zdroj: autor

Obrázek 16: Graf traťové rychlosti v úseku Krásný Jez - Karlovy Vary dolní nádraží



Zdroj: autor

3 Zhodnocení racionalizačních opatření

Díky navrženým racionalizačním opatřením dojde k zásadním změnám v technologiích železničního provozu na trati a v jeho řízení a organizování. Tyto změny budou rozebrány v této kapitole.

3.1 Bezpečnost železničního provozu

Vybudování zabezpečovacího zařízení umožní minimalizovat riziko chyby lidského faktoru, což značně přispěje k podstatně bezpečnějšímu železničnímu provozu.

V obvodech ŽST bude díky staničnímu zabezpečovacímu zařízení 3. kategorie vyloučena možnost současného postavení dvou vzájemně se rušících jízdních cest a postavení vlakové cesty na obsazenou staniční kolej.

Díky TZZ AH bude vyloučena možnost postavení vlakové cesty, resp. rozsvícení dovolující návěsti na odjezdovém návěstidle stanice do obsazeného prostorového oddílu. Toto platí pro jízdu následnou i protisměrnou.

Vybudováním světelných přejezdových zabezpečovacích zařízení na přejezdech, které jsou nyní zabezpečeny pouze výstražnými kříži, dojde ke snížení rizika střetu drážního vozidla se silničním vozidlem, případně s chodcem či cyklistou.

Vybavení tratě (a vozidel) ETCS pak eliminuje riziko potenciální chyby strojvedoucího, konkrétně nedovolí překročení nejvyšší dovolené rychlosti a restriktivně zasáhne v případě projetí návěsti zakazující jízdu.

3.2 Provozní intervaly

Provozním intervalem křižování (PIK) se rozumí nejkratší čas mezi příjezdem prvního vlaku do stanice a odjezdem druhého vlaku opačného směru do téhož prostorového oddílu. Provozní interval následné jízdy (PINJ) je nejkratší čas mezi vjezdem prvního vlaku do přední dopravní a odjezdem druhého vlaku stejným směrem ze zadní dopravní.

Provozní interval se skládá z dynamické (t_d) a statické složky (t_{st}), přičemž dynamickou složkou se rozumí doba pohybu vlaku a statickou složkou se rozumí doba vykonávání předepsaných dopravních úkonů. Statická složka pak dále skládá ze dvou částí, výpočet celkové statické složky se provádí součtem obou částí:

$$t_{st} = t_{st1} + t_{st2}$$

Kdy t_{st1} označuje úkony spjaté s prvním vlakem a t_{st2} pak úkony spjaté s odjezdem druhého vlaku.

3.2.1 Provozní interval křižování

Vybudování SZZ a TZZ 3. kategorie umožní zkrácení PIK, zejména statické složky. Následující tabulky č. 8 a 9 zobrazují rozbor statických složek PIK. První tabulka zobrazuje rozbor před racionalizací v dopravně D3 s výhybkami se samovratnými přestavníky. Druhá tabulka pak zobrazuje statické složky PIK v ŽST s elektronickým SZZ 3. kategorie.

Tabulka 8: Provozní interval křižování v dopravně D3 před racionalizací

složka	pořadí	úkon	vykonává	doba (min)
t_{st1}	1	ohlašovací povinnost 1. vlaku	strojvedoucí 1. vlaku	0,25
	2	souhlas / zákaz k odjezdu 1. vlaku do prostorového oddílu	dirigující dispečer	0,25
t_{st2}	3	ohlašovací povinnost 2. vlaku	strojvedoucí 2. vlaku	0,25
	4	souhlas k odjezdu 2. vlaku do prostorového oddílu	dirigující dispečer	0,25
	5	převzetí pokynu	strojvedoucí 2. vlaku	0,15
	6	úkony dopravce před odjezdem vlaku	vlaková četa 2. vlaku	0,15
$t_{st1}+t_{st2}$	celkem			1,30

Zdroj: autor

Tabulka 9: Provozní interval křižování v ŽST s elektronickým SZZ po racionalizaci

složka	pořadí	úkon	vykonává	doba (min)
t_{st1}	1	rušení VC po vjezdu 1. vlaku	SZZ	0,05
t_{st2}	2	změna traťového souhlasu	výpravčí DOZ	0,10
	3	obsluha SZZ pro VC 2. vlaku	výpravčí DOZ	0,10
	4	přestavení výhybek + závěr VC	SZZ	0,10
	5	převzetí návěsti	strojvedoucí 2. vlaku	0,05
	6	úkony dopravce před odjezdem vlaku	vlaková četa 2. vlaku	0,15
$t_{st1}+t_{st2}$	celkem			0,55

Zdroj: autor

Po racionalizaci dojde díky staničnímu a traťovému zabezpečovacímu zařízení 3. kategorie ke zkrácení statické složky PIK o 0,75 minuty, tedy o 45 sekund.

Zkrácení statických složek PIK umožní zkrátit celkový čas potřebný ke křižování protijedoucích vlaků ve stanici.

3.2.2 Provozní interval následné jízdy

Staniční a traťové zabezpečovací zařízení umožní také zkrácení provozních intervalů následné jízdy, tedy doby mezi příjezdem prvního vlaku do přední dopravní a následným odjezdem druhého vlaku ze zadní dopravní.

Následující tabulky č. 10 a 11 zobrazují rozbor PINJ před a po racionalizaci.

Tabulka 10: Provozní interval následné jízdy před racionalizací

složka	pořadí	úkon	vykonává	doba (min)
t_{st1}	1	ohlašovací povinnost 1. vlaku	strojvedoucí 1. vlaku	0,25
	2	souhlas / zákaz k odjezdu 1. vlaku do dalšího prostorového oddílu	dirigující dispečer	0,25
t_{st2}	3	obsluha telefonu	dirigující dispečer	0,15
	4	souhlas k odjezdu 2. vlaku do prostorového oddílu	dirigující dispečer	0,25
	5	převzetí pokynu	strojvedoucí 2. vlaku	0,15
	6	úkony dopravce před odjezdem vlaku	vlaková četa 2. vlaku	0,15
$t_{st1}+t_{st2}$	celkem			1,20

Zdroj: autor

Tabulka 11: Provozní interval následné jízdy po racionalizaci

složka	pořadí	úkon	vykonává	doba (min)
t_{st1}	1	automatická odhláška za 1. vlakem	TZZ	0,05
t_{st2}	2	obsluha SZZ pro VC 2. vlaku	výpravčí DOZ	0,10
	3	přestavení výhybek + závěr VC	SZZ	0,10
	4	převzetí návěsti	strojvedoucí 2. vlaku	0,05
	5	úkony dopravce před odjezdem vlaku	vlaková četa 2. vlaku	0,15
$t_{st1}+t_{st2}$	celkem			0,45

Zdroj: autor

V případě statické složky provozního intervalu následné jízdy dojde díky racionalizaci k jejímu zkrácení opět o 0,75 min, tedy 45 s.

3.3 Jízdní a cestovní doby

Navržená racionalizační opatření na trati umožní zkrácení jízdních a cestovních dob vlaků. Jízdní doby (JD) budou zkráceny zejména díky navrženému zvýšení traťové rychlosti a odstranění trvalých omezení rychlosti. Ve stanicích (před racionalizací dopravních D3) bude pak také možné zkrátit doby pobytů o dobu nutnou k provedení ohlašovací povinnosti. Doby pobytů se budou nově odvíjet pouze od vytížení dané stanice cestujícími, případně od dopravních úkonů (křížování).

3.3.1 Jízdní doby

Následující tabulka č. 12 přehledně zobrazuje srovnání jízdních dob pravidelných osobních vlaků na trati před a po racionalizaci. JD před racionalizací jsou zobrazeny ve směru jízdy od začátku ke konci tratě. Pro zjištění jízdních dob po racionalizaci provozu provedl autor práce vlastní simulaci jízdy vlaku.

Tabulka 12: Jízdní doby osobních vlaků před a po racionalizaci

úsek	JD před racionalizací (min)	JD po racionalizaci (min)
Mariánské Lázně – Mariánské Lázně město	3	3
Mariánské Lázně město – Vlkovice	5	4,5
Vlkovice – Milhostov	3,5	3
Milhostov – Ovesné Kladruby	3	2,5
Ovesné Kladruby – Mrázov	5	3,5
Mrázov – Teplá	4	3
Teplá – Hoštěc	3	2,5
Hoštěc – Poutnov	4,5	3,5
Poutnov – Louka u Mar. Lázní	3,5	2,5

úsek	JD před racionalizací (min)	JD po racionalizaci (min)
Louka u Mar. Lázní – Bečov nad Teplou	7,5	6
Bečov nad Teplou – Vodná	3,5	3,5
Vodná – Krásný Jez	2	2
Krásný Jez – Krásný Jez zast.	1,5	1,5
Krásný Jez zast. - Teplička u K. Varů	4	3
Teplička u K. Varů – Kfely	2	1,5
Kfely – Karlovy Vary-Cihelny	3,5	3
Karlovy Vary-Cihelny – Březová u K. Varů	4	3
Březová u K. Varů – Karlovy Vary-Doubí	1,5	1,5
Karlovy Vary-Doubí – Karlovy Vary-Aréna	1,5	1,5
Karlovy Vary-Aréna – Karlovy Vary dolní nádr.	2,5	2

Zdroj: autor

Autor práce navrhuje změnu názvu ŽST Karlovy Vary-Březová na Březová u Karlových Varů, jelikož se již jedná o samostatnou obec, nikoliv o součást Karlových Varů. Opačná úprava názvu je pak navržena v případě zastávek Cihelny a Doubí u Karlových Varů, kdy je vhodné zastávky přejmenovat na Karlovy Vary-Cihelny a Karlovy Vary-Doubí, jelikož se zde naopak o součásti obce již jedná.

3.3.2 Cestovní doby

Díky zkrácení jízdních dob a také pobytů ve stanicích (bývalých dopravních D3) budou zkráceny samotné cestovní doby a zvýšeny cestovní rychlosti na trati. Cestovní doba po racionalizaci bude činit 61 minut, což je oproti původním 75, resp. 73 minutám zkrácení o 14, resp. 12 minut. Cestovní době 61 minut odpovídá cestovní rychlost (průměrná, vč. všech pobytů) přibližně 51,5 km/h. Nové cestovní doby jsou srovnatelné s cestovními dobami individuální automobilové dopravy mezi jednotlivými sídly na trati.

3.4 Jízdní řád

Navržená racionalizační opatření a kratší jízdní doby umožní změnu koncepce jízdního řádu osobních vlaků na trati. Autor práce navrhuje vytvoření přestupní vazby v ŽST Mariánské Lázně mezi osobními vlaky na řešené trati a expresními vlaky na trase Cheb – Plzeň – Praha a zpět. Dále navrhuje práce prodloužení vložených spojů Karlovy Vary dolní nádr. – Bečov nad Teplou až do ŽST (dříve dopravna D3) Teplá.

3.4.1 Přestupní vazby

Ex ve směru Cheb – Praha přijíždí do ŽST Mariánské Lázně v S:52 (sudou hodinu a 52 minut). Ve směru Praha – Cheb je to pak v L:06 (lichou hodinu a 6 minut). Na základě toho navrhl autor práce nový jízdní řád pro řešenou trať, ve kterém navrhuje příjezd osobních vlaků do ŽST Mar. Lázně v S:42 a odjezd v L:16. Díky tomu dojde k vytvoření přestupní vazby na expresní vlaky v relaci Cheb – Plzeň – Praha a zpět. To povede k vyšší míře využitelnosti a dostupnosti železniční osobní dopravy.

3.4.2 Vložené spoje

Díky navržené koncepci JŘ a racionalizačním opatřením je možné prodloužit vložené špičkové spoje Karlovy Vary dolní nádraží – Bečov nad Teplou až do ŽST Teplá. Tím bude podstatně zlepšena dopravní obslužnost města Teplá, včetně jeho spojení s krajským městem Karlovými Vary.

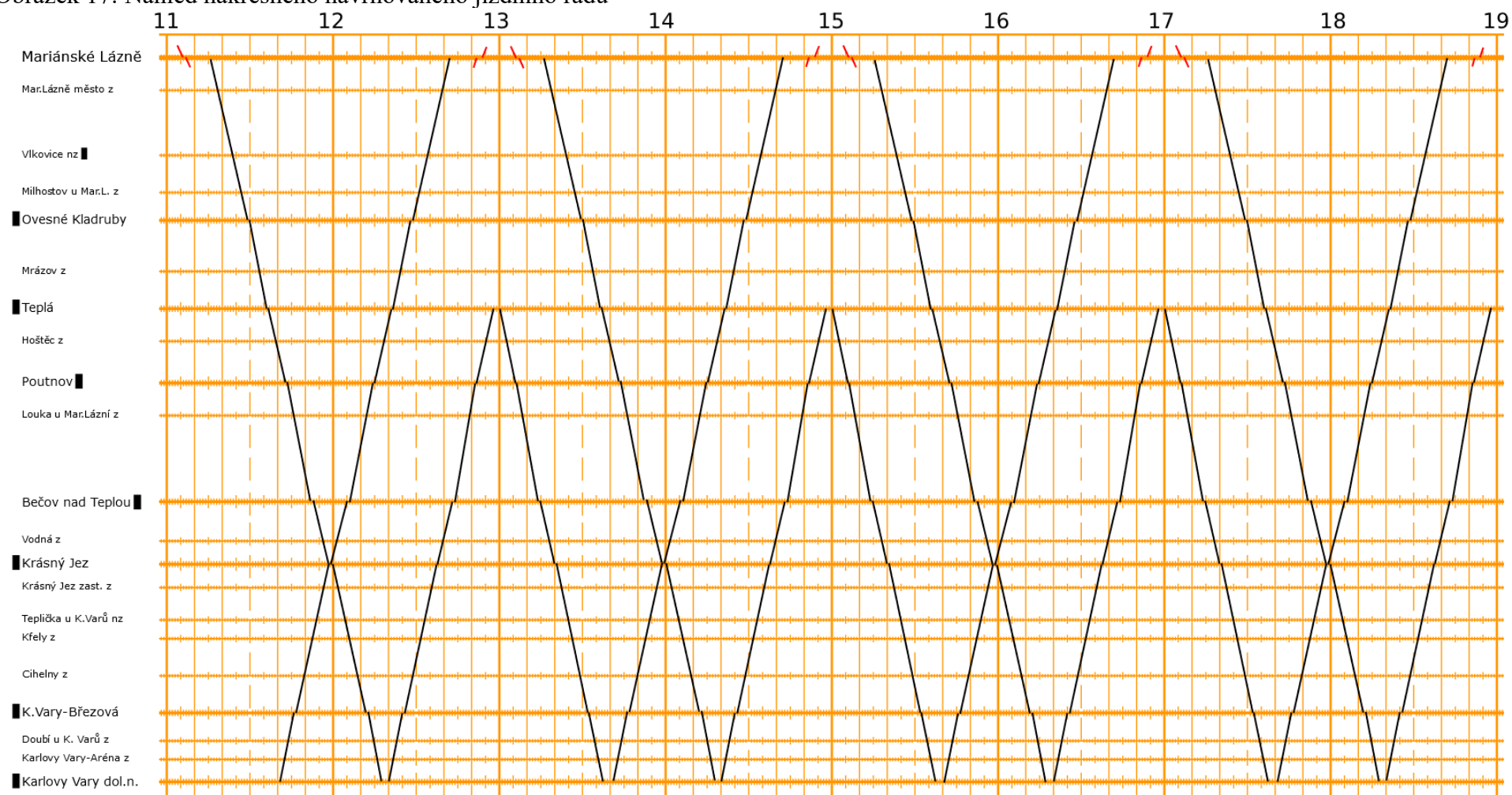
3.4.3 Nákrešný jízdní řád

Následující obrázek č. 17 zobrazuje nákrešný jízdní řád navrhovaného JŘ osobní dopravy. V ŽST Mariánské Lázně jsou červeně vyznačeny příjezdy a odjezdy expresů v relaci Cheb – Plzeň – Praha a zpět.

3.4.4 Výhled

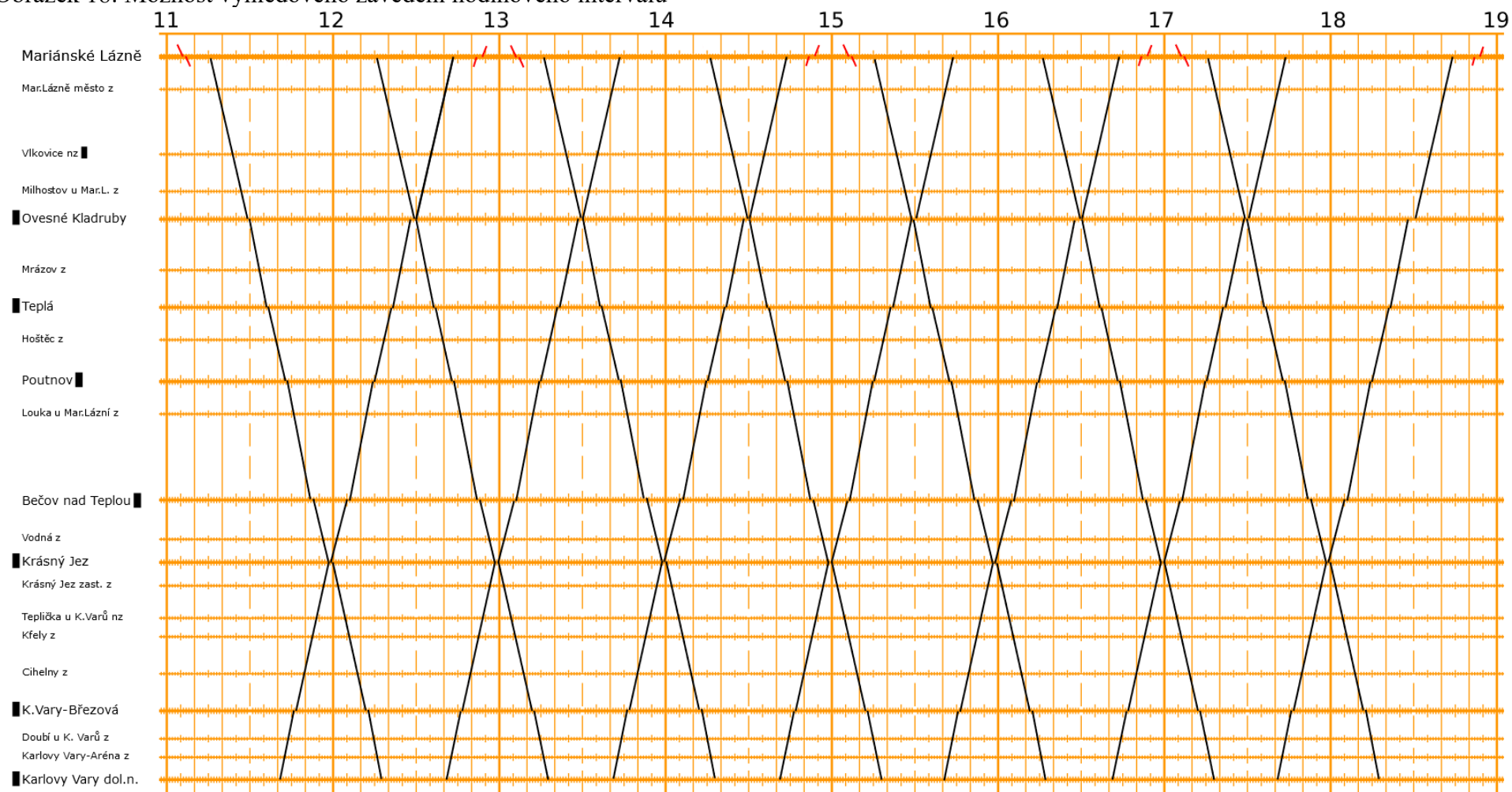
Díky racionalizaci provozu bude výhledově možné také zavést až hodinový interval na celé trati, který zobrazuje obr. č. 18.

Obrázek 17: Náhled nákresného navrhovaného jízdního řádu



Zdroj: autor

Obrázek 18: Možnost výhledového zavedení hodinového intervalu



Zdroj: autor

Závěr

Na základě provedené analýzy současného stavu regionální dráhy Mariánské Lázně – Karlovy Vary dolní nádraží zjistil autor práce několik nedostatků, zejména v dopravních technologiích řízení drážní dopravy. Ta neumožňuje využít maximálního potenciálu trati, ať už v oblasti technických parametrů, či v oblasti konceptu jízdního řádu. Vzhledem ke zjednodušenému řízení drážní dopravy závisí bezpečnost provozu prakticky pouze na lidském faktoru, což může vést až k fatálním mimořádným událostem.

Jako řešení zjištěné problematiky navrhl autor práce čtená tzv. racionalizačních opatření, která změní dopravní technologie, zvýší bezpečnost železniční dopravy, zvýší traťovou rychlost, zkrátí jízdní doby a umožní změnu provozního konceptu na trati.

Racionalizační opatření především zruší zjednodušené řízení drážní dopravy. S tím souvisí instalace zabezpečovacích zařízení, v dopravních D3 (stanicích) autor práce navrhl instalovat elektronické SZZ 3. kategorie, konkrétně typ Starmon K-2002. Dále bylo navrženo vybavení mezistaničních úseků TZZ 3. kategorie – automatickým hradlem AHP-03 bez návěstního bodu. Autor navrhl také doplnění PZS na železničních přejezdech, které jsou zabezpečeny pouze výstražnými kříži.

Díky těmto opatřením bude zásadně zvýšena bezpečnost železniční dopravy. Dále bude možné zvýšit traťovou rychlost a tím také zkrátit jízdní doby, čímž dojde ke zkrácení celkových cestovních dob. To umožní změnu konceptu jízdního řádu na trati. Navrženo je vytvoření přestupních vazeb v ŽST Mariánské Lázně mezi osobními vlaky na řešené trati a expresy v relaci Cheb – Plzeň – Praha a zpět. V případě špičkových vložených spojů v trase Karlovy Vary d. n. - Bečov nad Teplou je navrženo jejich prodloužení až do ŽST Teplá.

Navržená racionalizační opatření zvýší bezpečnost železniční dopravy, zvýší traťovou rychlost, zkrátí jízdní doby a umožní změnu provozního konceptu na trati, čímž byl splněn cíl této práce.

Seznam použité literatury – zdroje

KUBELKA, Dominik. Racionalizace provozu na trati Olomouc – Domašov nad Bystřicí [online]. Pardubice, 2020 [cit. 2023-10-02]. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/75923/KubelkaD_RacionalizaceProvozu_JM_2020.pdf. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.

Mapa tratí. In: Správa železnic [online]. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2022 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznic.cz/documents/50004227/151816922/Mapa-trati.pdf/e9cd6f77-5157-486b-bc54-31180b851dbd>

Běh času. České dráhy [online]. 2018 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.cd.cz/100-let-spolu/beh-casu/default.htm>

90 let tratě Mariánské Lázně - Karlovy Vary. Arnika: Informační a metodický list - CHKO [online]. Mariánské Lázně: Správa chráněné krajinné oblasti Slavkovský les, 1988, 1988(21), 4 - 9 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: http://www.casopis-arnika.cz/pdf/arnika_1988_21.pdf

DANIELKA, Matouš. Zůstane provoz mezi karlovarskými nádražími?. ŽelPage [online]. 2010, 1 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.zelpage.cz/zpravy/6803?lang=cs>

Počet obyvatel v obcích - k 1. 1. 2022. Český statistický úřad [online]. Praha: Český statistický úřad, 2022 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112022>

Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Praha: Seznam.cz, 2023 [cit. 2023-03-03]. Dostupné z: [mapy.cz](https://www.mapy.cz)

Portál provozování dráhy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznic.cz/portal/>

SŽ D1 ČÁST PRVNÍ - Dopravní a návěštní předpis pro tratě nevybavené evropským vlakovým zabezpečovačem. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2022 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznice.cz/portal/ViewDirective.aspx?oid=1946316>

SŽ D3 - Předpis pro zjednodušené řízení drážní dopravy. Portál provozování dráhy [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2022 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://provoz.spravazeleznice.cz/portal/ViewArticle.aspx?oid=1959775>

Jízdní řád. In: Správa železnic [online]. Praha: Správa železnic, s. o., 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/cestujici/jizdni-rad>

Regio Sprinter RVT. In: GW Train Regio a.s.: Karlovarsko [online]. Kraslice: GW Train Regio, 2023 [cit. 2023-03-11]. Dostupné z: <https://www.gwtr.cz/cs/karlovarsko/nase-vlak-y/regio-sprinter-rvt>

K-2002. Starmon [online]. [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <https://starmon.cz/portfolio-items/k-2002/>

HOLINGER, Jiří. Představení společnosti STARMON s.r.o.: Elektronické stavědlo K-2002. In: Fakulta dopravní ČVUT: Kariérní den Fakulty dopravní - 8.4.2020 [online]. Praha: ČVUT v Praze Fakulta dopravní, 2020 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://akce.fd.cvut.cz/sites/default/files/karierni-den/2020/STARMON.pdf>

Elektronické stavědlo K-2002 ve stanici Kropáčova Vrutice. Starmon [online]. Choceň: STARMON, 2023 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <http://starmon.cz/elektronicke-stavedlo-k-2002-ve-stanici-kropacova-vrutice/>

TrackSWing AHP-03. AŽD Praha [online]. [cit. 2023-11-18]. Dostupné z: <https://www.azd.cz/admin-data/storage/get/1133->

DOBIÁŠ, Radek a Peter MIŠEK. Zjednodušené varianty implementace ETCS – vedlejší tratě. In: Fakulta elektrotechnická Západočeské univerzity v Plzni [online]. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2022 [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.fel.zcu.cz/cs/Research/2022.html>

Eurobalíza ETCS: Co je ETCS?. In: Správa železnic [online]. Praha: Správa železnic, státní organizace, 2023 [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.spravazeleznice.cz/stavby-zakazky/modernizace/etcs/co-je-etcs>

Převýšení. Železniční stavby [online]. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: http://kikinacek.xf.cz/zel_prevyseni.htm

Seznam obrázků a grafů

Obrázek 1: Řešená trať vyznačená v mapě tratí.....	9
Obrázek 2: Mapa Mariánských Lázní.....	11
Obrázek 3: Mapa Karlových Varů.....	14
Obrázek 4: Graf současných rychlostních profilů v úseku Mariánské Lázně - Teplá.....	21
Obrázek 5: Graf současných rychlostních profilů v úseku Teplá - Krásný Jez.....	22
Obrázek 6: Graf současných rychlostních profilů v úseku Krásný Jez - Karlovy Vary dolní nádraží.....	23
Obrázek 7: Graf současných rychlostních profilů v úseku Karlovy Vary dolní nádraží - Krásný Jez.....	24
Obrázek 8: Graf současných rychlostních profilů v úseku Krásný Jez - Teplá.....	25
Obrázek 9: Graf současných rychlostních profilů v úseku Teplá - Mariánské Lázně.....	26
Obrázek 10: Motorová jednotka RegioSprinter RVT.....	29
Obrázek 11: Náhled nákresného jízdního řádu na trati.....	32
Obrázek 12: Stavědlo Starmon K-2002 (vpravo) a aplikace GRADO (vlevo).....	35
Obrázek 13: Balíza ETCS v koleji – traťová část ETCS.....	39
Obrázek 14: Graf traťové rychlosti v úseku Mariánské Lázně - Teplá.....	42
Obrázek 15: Graf traťové rychlosti v úseku Teplá - Krásný Jez.....	43
Obrázek 16: Graf traťové rychlosti v úseku Krásný Jez - Karlovy Vary dolní nádraží...	44
Obrázek 17: Náhled nákresného navrhovaného jízdního řádu.....	52
Obrázek 18: Možnost výhledového zavedení hodinového intervalu.....	53

Seznam tabulek

Tabulka 1: Seznam stanic, dopraven a zastávek na trati.....	17
Tabulka 2: Železniční přejezdy na trati.....	29
Tabulka 3: Vzdálenosti, jízdní doby a průměrné rychlosti od začátku ke konci tratě.....	32
Tabulka 4: Cestovní doby a rychlosti na trati.....	33
Tabulka 5: Přehled stanic (dopraven) a SZZ před a po racionalizaci.....	38
Tabulka 6: Železniční přejezdy před a po racionalizaci.....	39
Tabulka 7: Rozbor TR profilu V_{130} před a po racionalizaci.....	43
Tabulka 8: Provozní interval křižování v dopravně D3 před racionalizací.....	48
Tabulka 9: Provozní interval křižování v ŽST s elektronickým SZZ po racionalizaci...	49
Tabulka 10: Provozní interval následné jízdy před racionalizací.....	50
Tabulka 11: Provozní interval následné jízdy po racionalizaci.....	50
Tabulka 12: Jízdní doby osobních vlaků před a po racionalizaci.....	51