

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Modelování provozních parametrů  
posunovacích lokomotiv**

**Bc. Ondřej Fojtů**

**Diplomová práce**

**2018**

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej Fojtů**  
Osobní číslo: **D16363**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Název tématu: **Modelování provozních parametrů posunovacích lokomotiv**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Analýza vstupních parametrů pro simulační model
  2. Modelování a simulace jízdy posunového dílu na vlečkách pomocí programů Microsoft Excel a OpenTrack
  3. Návrhy vhodného hnacího vozidla pro danou vlečku a celkové zhodnocení
- Závěr

Rozsah grafických prací: 4 - 5

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50


Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


1. ZELENKA, Jaromír, Tomáš MICHÁLEK a Martin KOHOUT. Mechanika dopravy: studijní opora. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, dislokované pracoviště Česká Třebová, 2013. ISBN 978-80-7395-739-1
2. BITTNER, Jaromír, Jaroslav KŘENEK, Bohumil SKÁLA a Milan ŠRÁMEK. Malý atlas lokomotiv. Praha: Gradis Bohemia, 2000. ISBN 978-80-86925-17-2
3. Internetové stránky CZ LOKO, a.s. [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: [www.czloko.cz](http://www.czloko.cz)

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2018**  
Termín odevzdání diplomové práce: **18. května 2018**

  
doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 5. února 2018

# PROHLÁŠENÍ AUTORA

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Přerově-Lověšicích dne 17. 5. 2018

Bc. Ondřej Fojtů

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D. za jeho vstřícný a ochotný přístup a také za poskytnuté rady a vedení při psaní této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat i panu Ing. Tomáši Michálkovi, Ph.D. za jeho odborné připomínky a doporučení a také za čas, který mi věnoval.

Velké díky patří rovněž panu Jakubovi Džurnému, DiS. z firmy CZ LOKO, a. s. a jeho kolektivu spolupracovníků, kteří mi byl po celou dobu tvorby této práce nápomocni.

Také bych rád poděkoval panu Antonínu Kimlovi ze společnosti Vápenka Čertovy schody, a.s. a panu Ing. Petru Mencovi ze společnosti DEZA, a.s. za poskytnutá vstupní data.

V neposlední řadě bych chtěl také poděkovat svým rodičům, kteří mi umožnili studovat tuto vysokou školu a také za jejich podporu během celého navazujícího studia.

## **ANOTACE**

Diplomová práce se věnuje oblasti výběru vhodného hnacího vozidla pro konkrétní vlečku. Tato problematika je řešena pomocí simulačního programu OpenTrack a tabulkového procesoru Microsoft Excel. V úvodní části jsou analyzovány důležité vstupní parametry pro simulaci a modelování. Následně se práce zabývá samotnými programy, jejich obecnými možnostmi a uplatněním v dané oblasti. Dále se již práce přímo zaměřuje na modelování a simulaci jednotlivých příkladů a jejich vyhodnocením.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

CZ LOKO, a.s., Microsoft Excel, modelování, OpenTrack, posunovací lokomotiva, simulace

## **TITLE**

Modeling of operating parameters of shunting locomotives

## **ANNOTATION**

The diploma thesis deals with the selection of a suitable driving vehicle for a specific siding. These problematics is solved by using the OpenTrack simulation program and the Microsoft Excel spreadsheet. The introductory part analyzes important input parameters for simulation and modeling. Subsequently, the thesis deals with the programs themselves, their general possibilities and their application in the given field. Furthermore, the work is focused directly on modeling and simulation of individual examples and their evaluation.

## **KEYWORDS**

CZ LOKO, a.s., Microsoft Excel, modeling, OpenTrack, shunting locomotive, simulation

# OBSAH

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	9
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	11
<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	12
<b>ÚVOD</b> .....	13
<b>1 FIRMA CZ LOKO, A.S.</b> .....	14
1.1 Historie firmy .....	14
1.2 Portfolio firmy.....	15
<b>2 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO SIMULACI A MODELOVÁNÍ</b> .....	17
2.1 Parametr vlečky.....	17
2.2 Hnací vozidlo .....	19
2.3 Dopravovaná zátěž .....	20
2.4 Adheze.....	21
<b>3 SIMULACE V PROGRAMU OPENTRACK</b> .....	23
3.1 Infrastruktura.....	23
3.2 Vozidla .....	25
3.3 Jízdní řád .....	27
<b>4 MODELOVÁNÍ V PROGRAMU MS EXCEL</b> .....	28
4.1 Náhradní sklon .....	29
4.2 Jízdní odpor .....	30
4.3 Redukovaná hmotnost.....	32
4.4 Tažná síla .....	32
4.4.1 <i>Tažná síla adhezní</i> .....	32
4.4.2 <i>Tažná síla při maximálním výkonu</i> .....	33
4.5 Rychlost.....	33
4.6 Zrychlení .....	34
4.7 Spotřeba nafty .....	34
<b>5 VALIDACE MODELU</b> .....	35
5.1 Vlečka Čertovy schody .....	35
5.2 Technologie provozu na vlečce.....	36

5.3	Porovnání jednotlivých výsledků .....	37
5.3.1	<i>Výsledky z reálného provozu</i> .....	37
5.3.2	<i>Výsledky v programu MS Excel</i> .....	39
5.3.3	<i>Výsledky v programu OpenTrack</i> .....	40
5.4	Vyhodnocení dosažených výsledků .....	41
<b>6</b>	<b>POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH SITUACÍ PROVOZU NA VLEČKÁCH</b> .....	<b>43</b>
6.1	Návrhy vhodného hnacího vozidla pro VČS .....	43
6.1.1	<i>Změna hodnoty součinitele adheze</i> .....	43
6.1.2	<i>Snížená hodnota dopravované zátěže</i> .....	47
6.1.3	<i>Zvýšení traťové rychlosti</i> .....	48
6.1.4	<i>Spřažení dvou hnacích vozidel</i> .....	50
6.1.5	<i>Zhodnocení návrhů pro VČS</i> .....	51
6.2	Návrhy vhodného hnacího vozidla pro vlečku hutního provozu .....	51
6.2.1	<i>Technologie provozu na vlečce</i> .....	52
6.2.2	<i>Změna hodnoty součinitele adheze</i> .....	53
6.2.3	<i>Zvýšení hmotnosti hnacího vozidla</i> .....	56
6.2.4	<i>Snížená hodnota vozidlového odporu</i> .....	57
6.2.5	<i>Zhodnocení návrhů pro vlečku hutního provozu</i> .....	59
6.3	Návrhy vhodného hnacího vozidla pro vlečku firmy DEZA .....	59
6.3.1	<i>Technologie provozu na vlečce</i> .....	59
6.3.2	<i>Změna hodnoty součinitele adheze</i> .....	61
6.3.3	<i>Nové hnací vozidlo řady 794 a 740.3</i> .....	63
6.3.4	<i>Zhodnocení návrhů pro vlečku firmy DEZA</i> .....	65
6.4	Celkové zhodnocení .....	66
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>68</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>69</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>71</b>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 OpenTrack-infrastruktura .....	25
OBRÁZEK 2 Vstupní parametr hnacího vozidla .....	26
OBRÁZEK 3 Vstupní parametry vlaku.....	27
OBRÁZEK 4 Excel-vstupní hodnoty .....	29
OBRÁZEK 5 Výpočet traťového jízdního odporu.....	31
OBRÁZEK 6 Vnitrozávodní kolejiště VČS .....	36
OBRÁZEK 7 Záznam jízdy z rychloměru MESIT TT.43.....	37
OBRÁZEK 8 Zobrazovací jednotka IP02 .....	38
OBRÁZEK 9 Záznam jízdy v programu MS Excel .....	39
OBRÁZEK 10 Záznam jízdy v programu OpenTrack .....	40
OBRÁZEK 11 Porovnání dosažených výsledků na VČS .....	41
OBRÁZEK 12 Hodnota součinitele adheze 0,25 .....	44
OBRÁZEK 13 Hodnota součinitele adheze 0,15 .....	46
OBRÁZEK 14 Zvýšení traťové rychlosti .....	49
OBRÁZEK 15 Spřažení dvou lokomotiv .....	50
OBRÁZEK 16 Železniční nákladní vůz Koliba .....	52
OBRÁZEK 17 Hodnota součinitele adheze 0,24 .....	54
OBRÁZEK 18 Hodnota součinitele adheze 0,19 .....	55
OBRÁZEK 19 Zvýšení hmotnosti hnacích vozidel .....	56
OBRÁZEK 20 Snížená hodnota vozidlového odporu.....	58
OBRÁZEK 21 Lokomotiva řady 740.820.....	61
OBRÁZEK 22 Hodnota součinitele adheze 0,25 .....	62
OBRÁZEK 23 Hodnota součinitele adheze 0,15 .....	63
OBRÁZEK 24 Lokomotiva řady 794 .....	64

OBRÁZEK 25 Lokomotivy řady 794 a 740.3 .....65

## SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 Řada EffiShunter .....	16
TABULKA 2 Řada EffiLiner .....	16
TABULKA 3 Parametry hnacích vozidel 1 .....	20
TABULKA 4 Parametr dopravované zátěže .....	21
TABULKA 5 Hodnoty součinitele adheze .....	22
TABULKA 6 Jízdní doba VČS .....	45
TABULKA 7 Kritická rychlost .....	47
TABULKA 8 Spotřeby nafty [I] .....	48
TABULKA 9 TTP vlečky hutního provozu .....	53
TABULKA 10 Parametry hnacích vozidel 2 .....	64

## SEZNAM ZKRATEK

CZ LOKO	CZ LOKO, a.s.
ČR	Česká republika
DEZA	DEZA, a.s.
MS EXCEL	Microsoft Excel
REVOZ	Registr vozidel
TTP	Tabulka traťových poměrů
VČS	vlečka Čertovy schody
ŽST.	železniční stanice

## ÚVOD

Při výběru vhodného hnacího vozidla pro konkrétní vlečku je důležité brát ohledy například na charakter tratě, dopravovanou zátěž, či technologii provozu. Tomu tak ve skutečnosti být vždy ale nemusí. Pokud se totiž provozovatel vlečky rozhodne nahradit stávající hnací vozidlo novým, často požaduje stejné parametry hnacího vozidla, které už dříve provozoval. To samé platí i v případě, když se jedná pouze o modernizaci stávajícího hnacího vozidla.

Zde však autor práce spatřuje určitý potenciál a možnost pro zlepšení při výběru vhodného typu hnacího vozidla. Výsledkem může být například zefektivnění samotného provozu na vlečkách, zlepšení hospodaření a snížení finančních nákladů.

K řešení tohoto problému se autor práce rozhodl využít simulační program OpenTrack a tabulkový procesor Microsoft Excel (MS Excel). V těchto dvou výše uvedených programech jsou postupně konstruovány jednotlivé varianty provozu na vlečkách a následně se posuzuje nasazení vhodného hnacího vozidla. Cílem je tedy nalézt odpovídající lokomotivu pro daný provoz, která ovšem bude splňovat všechny požadavky provozovatele vlečky. Konkrétně se jedná o vlečku Čertovy schody, vlečku firmy DEZA, a.s. a vlečku, která je typická pro hutní provoz.

Na tuto diplomovou práci je proto možné nahlížet ze dvou pohledů. Jednak ze strany provozovatele vlečky ale i ze strany výrobce kolejových vozidel. V případě výrobce kolejových vozidel se jedná o firmu CZ LOKO, a.s. (CZ LOKO), ve spolupráci s níž vznikla tato diplomová práce.

Firma CZ LOKO se již řadu let zabývá právě výrobou, modernizací a opravou převážně hnacích motorových železničních vozidel. Značná část produkce této firmy je především určena pro provoz a výkon na vlečkách. Jedná se o vlečky nejen v České republice (ČR), ale i v zahraničí, například Finsko, Itálie nebo Turecko.

**Cílem diplomové práce je nastavení podmínek pro správné posuzování a výběr vhodné posunovací lokomotivy pro vlečky prostřednictvím programů OpenTrack a MS Excel. Zároveň také pomocí metod simulace a modelování najít vhodná hnací vozidla pro konkrétní vlečky.**

# 1 FIRMA CZ LOKO, a.s.

Výroba železničních kolejových vozidel má v ČR velmi bohatou historii a tradici. Proto právě tento druh strojírenství patří k velmi vyhledávaným a ceněným oborům i mezi zahraničními subjekty. Bohužel v posledních několika desetiletí samotná výroba nových kolejových vozidel spíše klesá a často bývá nahrazena pouze modernizací, či opravami. Tento fakt je především dán ekonomickou stránkou věci, kdy se tímto krokem prodlužuje životnost starších lokomotiv. Ovšem v posledních pár letech můžeme sledovat pomalu se měnící trend, kdy dopravci jsou již ochotni si pořizovat i nová železniční vozidla.

Tomuto odvětví strojírenství se věnuje i firma CZ LOKO, která je významnou českou společností působící převážně v oblasti modernizace, rekonstrukce a oprav lokomotiv a dalších kolejových vozidel. Tato hnací vozidla jsou především určena pro posunovací a traťovou službu. V nedávně době se však firma začala orientovat i na tzv. komplexní modernizaci, čehož může být příkladem lokomotiva s označením řady 753.6. V neposlední řadě se jedná také o výrobu nových drážních vozidel, konkrétně o základní lokomotivní řady EffiShunter a EffiLiner.

Hlavní sídlo firmy a zároveň největší výrobní kapacity nalezneme ve městě Česká Třebová. Mezi další klíčová místa společnosti patří pobočky v Jihlavě, Přerově, Nymburku, Ostravě a Lovosicích. Firma se spíše řadí k větším podnikům v regionu, jelikož počet jejich zaměstnanců se udává okolo 800.

Mezi další činnosti společnosti lze rovněž ještě zařadit pronájem lokomotiv a také jejich úplný servis. V neposlední řadě se firma zabývá i vývojem nových kolejových vozidel. (1)

## 1.1 Historie firmy

Historie samotné firmy sahá až do roku 1849, kdy byl zahájen provoz železničních dílen v České Třebové. Během 20. století se společnost hlavně orientovala na opravy dieselelektrických lokomotiv, později i elektrických. V roce 1995 byla založena Českomoravská komerční společnost, a.s. se sídlem v Nymburku. Svoji úplně první dieselelektrickou lokomotivu vlastní konstrukce vyrobila firma v roce 2003. V dalších letech následovalo například první zmodernizované speciální vozidlo a také první zmodernizovaná lokomotiva pro rozchod 1520 mm.

Následně dochází ke změně názvu na ČMKS holding, a.s. a během prosince 2006 se mění sídlo firmy do České Třebové. Současně také vzniká i nový název CZ LOKO, a.s. Firma za posledních pět let prošla mnohými změnami, a to s cílem optimalizace výroby a organizačních struktur. (2)

## **1.2 Portfolio firmy**

Jak již bylo zmíněno na začátku, u firmy CZ LOKO převládá modernizace a opravy motorových hnacích vozidel nad jejich úplnou výrobou. Celkem už firma zmodernizovala nebo vyrobila 908 lokomotiv k datu 30. 6. 2016.

Firma orientuje svoji výrobu rovněž i do zahraničí, převážně do evropských zemí, jako je například Finsko, Itálie, Rusko nebo Slovensko. Z toho důvodu můžeme mezi nabízenými produkty nalézt i lokomotivy se širokým rozchodem, což je například 1520 mm nebo 1524 mm. (2)

Mezi nejčastěji modernizované lokomotivy patří řady 750 a 753 na stroje s označením 752.6, 753.6 a 753.7. Řady posunovacích lokomotiv 740 a 742 společnost modernizuje na řady 723.7, 741.7 a 742.7. Konkrétně se jedná o tzv. komplexní modernizaci, kdy je zachován pouze hlavní rám a podvozek lokomotivy. (3)

Lokomotivy, které společnost CZ LOKO vyrábí, lze rozdělit na dvě hlavní skupiny, a to konkrétně na lokomotivní řadu EffiShunter a EffiLiner. Pokud se zaměříme na samotný název EffiShunter, zjistíme, že vznikl spojením dvou anglických slov Efficient (efektivní, účinný) a Shunter (posunovací lokomotiva). Právě toto slovní spojení má vyzdvihnout hlavní vlastnosti nových lokomotiv.

Výše dvě uvedené lokomotivní řady prezentují klíčové výrobní portfolio firmy CZ LOKO. Dále firma ještě nabízí dvoudílnou lokomotivu s označením 2M62UM a také motorový univerzální vozík MUV 74.

Vyráběné lokomotivy firmy CZ LOKO představují komplexní nabídku pro zákazníky. Jednak se jedná o lehké posunovací lokomotivy, ale také o vozidla, která jsou určena především pro traťovou službu a pro náročný provoz na průmyslových vlečkách.

V následujících tabulkách 1 a 2 můžeme vidět ucelený přehled jednotlivých lokomotivních řad EffiShunter a EffiLiner a porovnání v jejich základních parametrech. Některé z níže uvedených lokomotivních řad, využívá autor později ve své práci. (2)

**Tabulka 1** Řada EffiShunter

<b>EffiShunter</b>	<b>300</b>	<b>500</b>	<b>700</b>	<b>1000</b>	<b>1600</b>
Uspořádání pojezdu	B <sub>0</sub>	B' <sub>0</sub> B' <sub>0</sub>	B' <sub>0</sub> B' <sub>0</sub>	B' <sub>0</sub> B' <sub>0</sub>	C' <sub>0</sub> C' <sub>0</sub>
Hmotnost [t]	30	72	72	80	115,2
Max. rychlost [km/h]	60	80	80	100	90
Max. výkon [kW]	328	522	709	895	1 550
Max. tažná síla [kN]	120	222	222	267	410

Zdroj: (2)

**Tabulka 2** Řada EffiLiner

<b>EffiLiner</b>	<b>1600</b>	<b>3000</b>
Uspořádání pojezdu	B' <sub>0</sub> B' <sub>0</sub>	B' <sub>0</sub> B' <sub>0</sub>
Hmotnost [t]	76	85
Max. rychlost [km/h]	100	120
Max. výkon [kW]	1 550	2 910
Max. tažná síla [kN]	206	225

Zdroj: (2)



## 2 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO SIMULACI A MODELOVÁNÍ

V této kapitole autor popisuje jednotlivé vstupní parametry, které jsou velmi důležité pro simulaci a modelování dopravy na vlečkách. Konkrétně se jedná o technické parametry vlečky, údaje o hnacím vozidle a dopravované zátěži a hodnoty součinitele adheze. Dále tyto parametry můžeme rozdělit na hodnoty konstantní a proměnné. Do první skupiny lze zahrnout údaje o technickém parametru vlečky, například sklonové poměry a poloměry oblouků. Naopak mezi proměnné hodnoty lze zařadit výkon lokomotivy, délku soupravy a hodnotu součinitele adheze.

Pokud se zaměříme na samotnou definici vlečky, tak ta se udává jako: „*železniční dráha, která slouží vlastní potřebě provozovatele nebo jiného podnikatele a je zaústěna do celostátní nebo regionální železniční dráhy či do vlečky*“. Zpravidla je hlavně určena pro účel vykládky, či nakládky zboží ve firmách, podnicích a závodech. (4)

Jako první posuzovanou vlečku si autor vybral **vlečku Čertovy schody (VČS)**. Ta je specifická svými sklonovými poměry, které místy dosahují až 20 % a také častými protisměrnými oblouky s krátkou mezipřímou. Další vyšetřovanou vlečkou je **vlečka firmy DEZA, a.s. (DEZA)**, která je naopak skoro celá ve sklonu do 5 %. Poslední zkoumanou vlečkou je **vlečka typická pro hutní provoz**. Její specifikum spočívá ve velké dopravované zátěži.

### 2.1 Parametr vlečky

Každá vlečka je se svými stavebními parametry něčím zvláštní a něčím specifická. Můžeme se například setkat s rozdílnými rychlostmi a rozdílnou celkovou délkou vlečky. Mezi další parametry lze také bezesporu zařadit poloměry oblouků a sklonové poměry. Autor si proto pro svoji práci vybral tři rozdílné typy vleček.

Vlečku také můžeme rozdělit na její jednotlivé části, konkrétně na tři obvody. První obvod je předávací kolejiště, které většinou navazuje na dráhu celostátní, či regionální. Další částí je spojovací traťová kolej a jako poslední se udává vnitrozávodní kolejiště.

Cílem práce je výběr vhodného hnacího vozidla pro danou vlečku. Proto je důležité si na začátku uvědomit, že stavební parametry samotné vlečky se při simulaci a modelování nebudou nikterak měnit a zůstanou po celou dobu konstantní. Výstupem práce totiž není přizpůsobit vlečku hnacímu vozidlu, ale vybrat vhodné hnací vozidlo pro daný typ vlečky.

## **Maximální rychlost**

Jelikož se pohybujeme na vlečkách, tak maximální rychlost je zde omezena. Jednak je především stanovena Dopravním řádem drah, který nařizuje při posunu drážních vozidel tažením maximální rychlost 40 km/h a při posunu sunutím rychlost 30 km/h.

Rovněž může být tato rychlost také omezena i kvalitou samotných vleček. Ty jsou často ve značně špatném technickém stavu a z toho důvodu se můžeme setkat ještě s nižší rychlostí, která se místy může pohybovat i pod hodnotou 20 km/h. (5)

## **Délka vlečky**

Délka vlečky se nejčastěji uvádí v metrech [m] a můžeme se setkat s nejrůznějšími hodnotami. Mezi nejrozsáhlejší vlečky v ČR lze zařadit velké hutní provozy, jako je například ArcelorMittal Ostrava, a.s. a Třinecké železářny, a.s. Zde se nacházejí rozsáhlé vlečkové systémy, které mohou měřit i několik desítek kilometrů. Naopak nejmenší vlečky mají pouze několik desítek metrů.

Pro tuto práci je však důležitější spojovací část vlečky, která je mezi předávacím a vnitropodnikovým kolejištěm. Pokud se opět zaměříme na vlečky v ČR, tak nejdelší spojovací část měří 16,5 kilometrů. Jedná se o vlečku Rakšice, která vede do jaderné elektrárny Dukovany. Nejkratší spojovací části vlečky měří znovu pouze několik desítek metrů. (6)

Pro samotný provoz je také velmi důležité předávací a vnitropodnikové kolejiště a s tím spojené jednotlivé délky a počty kolejí. Ty jsou rozhodující pro technologii provozu a pro délky vlaků. Často jsou spíše omezující faktorem, kvůli své nedostačující kapacitě a délce.

## **Sklonové poměry**

Tento vstupní parametr má největší podíl na konečném výsledku simulace a modelování z hlediska stavebního charakteru vlečky. Při jízdě vlaku do stoupání musí totiž dojít k překonání tíhové složky síly. Ta působí negativně na tento vlak. Většinou se udává v jednotce promile [‰] a představuje hodnotu, o kolik metrů vystoupá vlak na délce 1 000 metrů. Má proto značný podíl a vliv na výsledné hodnotě traťového odporu, kterou vlak musí překonat. Značná část vleček se ale nachází ve sklonu 0 ‰, avšak můžeme nalézt místa, kde stoupání dosahuje až 20 ‰. (7)

Autor se ve své práci zabývá pouze situacemi, kdy hodnota sklonových poměrů nabývá ve většině případů pouze kladných (stoupání) nebo nulových hodnot.

### **Poloměr oblouku**

Při průjezdem oblouku působí na vozidla další traťový odpor, a to konkrétně odpor z jízdy vozidla obloukem. Tato hodnota je ještě navýšena, pokud se na vlečce nachází i takzvané protisměrné oblouky s krátkou mezipřímou.

Na posuzovaných vlečkách je nejmenší hodnota poloměru oblouku 120 metrů, což již představuje značnou hodnotu odporu.

## **2.2 Hnací vozidlo**

Hnací vozidlo je jedním z nejdůležitějších proměnných vstupů při simulaci a modelování provozních parametrů posunovacích lokomotiv. Má, proto nejzásadnější vliv na konečné podobě samotného výsledku. Také je důležité zmínit, že hnací vozidlo bude představovat i určitý možný výstup.

Pro simulaci a modelování si autor vybral starší typy hnacích vozidel řady **729.6** a **740**. Zároveň také ale i lokomotivy řady **723.7**, **724.8**, **741.7** a **774.71**, které jsou modernizované firmou CZ LOKO. Autor si pro svoji práci zvolil hnací vozidla tak, aby docílil co největší škály zkoumaných základních parametrů. Dalším kritériem pro výběr hnacího vozidla bylo, zda jsou v provozu na posuzovaných vlečkách.

Mezi hlavní údaje o hnacím vozidle patří jeho maximální výkon. Ten vyjadřuje hodnotu, která je závislá na tažné síle a rychlosti. Další důležitou roli při výpočtech hraje také i samotná celková hmotnost hnacího vozidla. Ta se projevuje hlavně při snížené hodnotě součinitele adheze, kdy těžší lokomotiva může přenášet větší hodnotu tažné síly na obvodu kol.

Maximální tažnou sílu zde autor uvádí jako tažnou sílu na háku, což představuje hodnotu, která je již ponížená o odpor hnacího vozidla. Délka hnacího vozidla se v tomto případě udává jako délka přes nárazníky a je využita při výpočtu traťových odporů celého vlaku.

V tabulce 3 jsou uvedeny veškeré potřebné informace, které autor pro svoje další výpočty využívá. Jako jeden ze zdrojů dat byl použit Registr vozidel (REVOZ), který vlastní a provozuje firma OLTIS Group, a.s.

**Tabulka 3** Parametry hnacích vozidel 1

<b>Hnací vozidla</b>	<b>729.6</b>	<b>740</b>	<b>723.7</b>	<b>724.8</b>	<b>741.7</b>	<b>774.71</b>	
Max. výkon [kW]	600	883	522	709	1000	1 550	
Hmotnost hnacího vozidla [t]	84	72	72	76	72	120	
Max. tažná síla na háku [kN]	252	216	222	222	204	410	
Max. rychlost [km/h]	40	70	80	80	80	90	
Délka přes nárazníky [m]	15,18	13,60	13,82	13,82	13,82	17,34	
Součinitel rotačních hmot [-]	0,115	0,112	0,112	0,112	0,111	0,112	
Odpor hnacího vozidla [-]	A	2,352	2,536	2,536	2,536	2,448	3,000
	B	0	0,01066	0,01066	0,01066	0,02160	0
	C	0,00071	0,00027	0,00027	0,00027	0,00050	0,00096

Zdroj: (1;9)

Jako další zdroj, ze kterého autor čerpal, jsou zátěžové diagramy a grafy trakční charakteristiky. Pro lokomotivy CZ LOKO vychází autor ze zdroje (1). Pro lokomotivy řady 729.6 a 740 vychází ze zdrojů, které jsou uvedeny v přílohách C a D.

### 2.3 Dopravovaná zátěž

Spolu s hnacím vozidlem tvoří celková dopravovaná zátěž důležitou a podstatnou složku pro simulaci a modelování. Tudíž následně jedním z hlavních výstupů může také například být i doporučená maximální dopravovaná zátěž pro danou vlečku, pro určitý typ hnacího vozidla a za určitých podmínek.

Pokud se zaměříme na technologii provozu na vlečkách, tak zjistíme, že o množství dopravované zátěže rozhoduje dispečer ve spolupráci se strojvedoucím. Ti posuzují jednak volnou kapacitu vnitrozávodního kolejiště, ale také množství dopravované zátěže v souvislosti s počasím (adhezí).

Pro výpočty si autor vybral nákladní vozy, se kterým se můžeme setkat na výše uvedených vlečkách a které jsou v provozu i na celé železniční síti ČR. Jedná se o nákladní vozy s označením **Falls 54** (otevřený čtyřnápravový výsypný vůz určený pro přepravu koksu, uhlí,

šterku, vápence a jiných volně ložených sypkých substrátů), **Raj/Uacs a Uacns** (čtyřnápravový cisternový vůz určený pro přepravu sypkých substrátů, např. cement a vápenec) a **Zaes 51** (čtyřnápravový cisternový vůz určený pro přepravu kapalného zboží).

Jediným speciálním vozem je v tomto případě struskový nákladní vůz **Koliba**, který je v provozu na vlečkách hutních podniků. Konkrétně se jedná o čtyřnápravové nákladní vozy o hmotnosti až 65 tun, určené pro přepravu vysokopeční strusky na haldy.

Pro modelování v programu MS Excel si autor zkoumanou vlečku rozdělil vždy na jednotlivé úseky, které odpovídají délce jednoho železničního vozu, který je zde v provozu. Toto rozdělení by mělo co největším způsobem zpřesnit dosažené výsledky samotného modelování v tomto programu. Z toho důvodu je délka nákladního vozu důležitý vstupní parametr. Mezi další významné vstupní parametry lze zařadit hmotnost vozu. Ta je zde udávána jednak jako celková, ale také jako pohotovostní (hmotnost nákladního vozu) a užitečná hmotnost (hmotnost nákladu).

V tabulce 4 nalezneme základní parametry nákladních vozů, které poslouží k simulaci a modelování dopravy na vlečkách.

**Tabulka 4** Parametr dopravované zátěže

Nákladní vůz	Falls 54	Uacs	Uacns	Zaes 51	Koliba
Pohotovostní hmotnost [t]	26,8	26	25,5	26,4	65
Užitečná hmotnost [t]	54	55	64,5	53,5	20
Celková hmotnost vozu [t]	80,8	81	90,0	79,9	85
Délka vozu [m]	13,50	14,45	17,14	12,64	10,30
Součinitel rotačních hmot [-]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Odpor nákladního vozu [-]	A	1,3	1,3	1,3	1,9
	B	0	0	0	0
	C	0,00015	0,00015	0,00015	0,00015

Zdroj: (7;8;10)

## 2.4 Adheze

Pojem adheze vychází z definice, která říká, že se jedná o schopnost hnacího vozidla přenášet tažnou sílu mezi koly a jízdní dráhou.

Běžné hodnoty součinitele adheze se u železničních vozidel pohybují zhruba v rozmezí 0,25 až 0,30. Za velmi příznivých podmínek je však možné dosáhnout součinitele adheze až 0,40. V případě velmi špatných adhezních podmínek (tzn. napadané listí, mokrá sněh, nebo znečištění kolejnice) se však dosažitelný součinitel adheze může pohybovat i pod hranicí 0,10. (7)

Práce autora se vztahuje na vlečky, které jsou buď často ve velmi špatném technickém stavu (například tzv. vlnitost kolejnice), nebo samotné kolo hnacího vozidla, či kolejnice bývají povrchově znečištěny. Tato skutečnost má proto velmi negativní vliv na výslednou hodnotu součinitele adheze, která proto bývá značně nízká.

V tabulce 5 autor uvádí základní hodnoty, se kterými bude dále v práci počítat. U každé z níže uvedených hodnot součinitele adheze je popsán i stav kolejnice, u které se takovýchto hodnot dosahuje. Jelikož se jedná o bezrozměrné číslo, autor neuvádí jednotky.

**Tabulka 5** Hodnoty součinitele adheze

<b>Stav kolejnice</b>	<b>Hodnota součinitele adheze</b>
Suchá trať a dobrý technický stav	0,30 - 0,25
Suchá trať a špatný technický stav	0,24 - 0,20
Mokrá trať	0,19 - 0,15
Napadané listí v kombinaci se špatným technickým stavem	0,14 - 0,10
Mokrá trať v kombinaci s napadaným listím a znečištěním	0,09 - 0,05

Zdroj: (7)

### 3 SIMULACE V PROGRAMU OPENTRACK

Samotný pojem simulace se v odborné literatuře uvádí jako: „*modelovací výzkumná technika, která je v železniční dopravě využívána relativně často. Jejím hlavním smyslem bývá právě zjištění hodnot provozních charakteristik a parametrů. Základním prvkem je simulační model, který popisuje chování systému na dané vstupy.*“ (11)

Pro tuto diplomovou práci si proto autor vybral simulační program OpenTrack. Tento software je právě určen pro simulaci technologických procesů převážně v železniční dopravě a lze jej také charakterizovat jako simulační nástroj. Program OpenTrack vznikl v polovině 90. let 20. století ve Švýcarsku, konkrétně v městě Curychu.

Do vstupních dat potřebných k simulaci lze zařadit infrastrukturu, vozidla a jízdní řád. Následně prostřednictvím simulace, která je prováděna v reálném čase vznikají jednotlivé výstupy. Mezi ně například patří nákrešný jízdní řád, tabulky obsazení kolejí a jednotlivých úseků tratí, výpočet minimálních mezidobí a trakční charakteristiky vlaků. (12)

Autor ve své práci používá program OpenTrack výhradně k simulaci dopravy na vlečkách. Z toho důvodu využívá pouze některé vstupní části tohoto programu. Stěžejní část je infrastruktura, kdy významnou roli hraje parametr vlečky. Další důležitou složkou jsou vozidla, kdy si autor podrobně definuje jednotlivé lokomotivní řady a dopravované vozy. Poslední okruh se týká jízdního řádu. Pro tuto práci není už tolik důležitý a podstatný, a proto je využíván pouze jako podpůrný prvek celé simulace. Jako hlavním výstupem pro tuto práci budou pak grafy trakční charakteristiky, či grafy v závislosti dráhy na rychlosti a čase.

V následujících podkapitolách, které se týkají popisu samotného programu, autor čerpal i ze zdrojů (13) a (14).

#### 3.1 Infrastruktura

Infrastruktura je pro simulaci v programu OpenTrack jedním z nejhlavnějších vstupů. Základním prvkem při tvorbě simulačního modelu infrastruktury jsou dvojbody a hrany, které se navzájem propojují. Podstatnou složkou infrastruktury jsou také prvky jako staniční dvojbody, návěstidla a konektory.

**Dvojbod** (vertex) tvoří základní prvek na celé infrastruktuře a je složen ze dvou polovin. Dvojbod může nést nejrůznější informaci, například umístění návěstidla, námezníku, výhybky, změnu rychlosti či sklonu anebo také začátek a konec nástupiště. Po dvojitěm označení dvojbodů se zobrazí okno, ve kterém je možno zadat podrobnější data. Ty se týkají

názvu a kilometrické polohy. Hlavní smysl dvojbodů je ten, že každý může nést odlišnou informaci.

**Hrana** (edge) je další ze základních prvků a její hlavní úloha spočívá ve vzájemném propojení jednotlivých dvojbodů. Propojení spočívá v postupném spojování dílčích polovin dvojbodů. Při propojování je vždy velmi nezbytné zachovat jednotný směr. Pokud z jednoho dvojvodu vychází více hran, jedná se tzv. kolejové rozvětvení neboli v tomto případě výhybku. Stejně jako v případě dvojbodů, lze i zde zadávat potřebné informace. Například poloměr oblouků, sklon koleje, rychlost v daném úseku, či informaci o tunelu. Pokud máme již zadanou kilometrickou polohu u dvojbodů, tak délky jednotlivých hran se vypočítají automaticky.

**Staniční dvojbod** (station vertex) představuje speciální druh dvojvodu, který je vztažen k výpravní budově. Jeho funkcí je, že po zadání kilometrické polohy udává polohu železniční stanice (ŽST.) na trati.

**Návěstidlo** (signal) se přiděluje k první polovině dvojvodu, a to ve směru jízdy. Opět zde můžeme přiřadit informace v podobě nastavení typu návěstidla. Z nabízených možností nám postačí rozlišovat pouze vjezdové nebo odjezdové návěstidlo. Mezi další možnosti nastavení patří také rychlost jízdy vlaku přes výhybky.

**Staniční budova** (station) je posledním krokem ve fázi tvorby ŽST. Znovu se doplní potřebné informace v podobě názvu stanice, typu ŽST (stanice, zastávka nebo hradlo) a typu zabezpečovacího zařízení (mechanické, elektromechanické, elektrické nebo elektronické). Jako poslední se označením vybere celý obvod stanice a v menu se přiřadí „station area“. Pro kontrola správnosti se všechny dvojbody v obvodu stanice zbarví světle modrou barvou.

V další části zadávání infrastruktury se definují jednotlivé **vlakové cesty**. Pro diplomovou práci stačí vždy určit pouze jednu vlakovou cestu. Jako první úroveň těchto vlakových cest jsou označeny „**Routes**“, které určují cestu od prvního zvoleného návěstidla k dalšímu. Po rozkliknutí návěstidla se otevře okno, ve kterém uživatel následně pomocí „Search“ vyhledá další dosažitelné Routes. Poté se dvojklikem přesunou do tabulky o pozici níže a dojde tak k jejich zbarvení růžovou barvou.

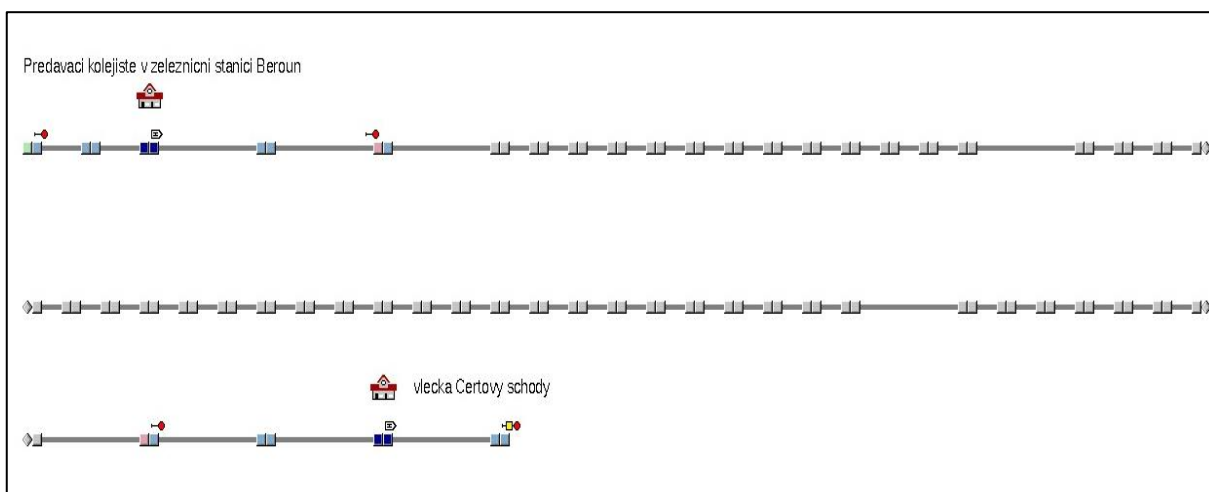
Následující úroveň vlakových cest se vytvářejí tzv. „**Paths**“. Jejich hlavním úkol spočívá v propojení jednotlivých Routes. Převážně se jedná o úseky mezi odjezdovým a následujícím vjezdovým návěstidlem. Samotné Paths nalezneme po označení daného návěstidla



dvojklikem. Poté můžeme slučovat jednotlivé Routes do té doby, než jsou všechna Paths kompletní. Jako kontrola správnosti se poloviny dvojbodů podbarví světle zelenou barvou.

Jako poslední úroveň vlakových cest je „**Itinerary**“, neboli itinerář. Ten propojuje jednotlivé Paths do širších celků. V poslední fázi se pak ke konkrétním vlakům přiřazují itineráře, které následně tvoří jejich vlastní trasy. Pro zvolení nového itineráře je potřeba označit možnost „New“ v nabídce „Tools/Itinerary“. Poté se postupně dvojklikem doplňují jednotlivé Paths, které na sebe navazují a tvoří tak celou trasu vlaku/vlakovou cestu. Jednotlivé vlakové cesty je samozřejmě možné později mazat, upravovat či doplňovat. Po tomto posledním kroku je již úvodní část vstupu, která se týká infrastruktury splněna.

Na obrázku 1 můžeme vidět schéma infrastruktury, kterou autor využívá ve své práci. Z daného obrázku vyplývá, že pro samotnou simulaci dopravy na vlečkách není až tak rozhodující například kolejové rozvětvení v předávací části vlečky, ale spíše důkladný popis části spojovací (sklon koleje a poloměry oblouků). Ta je pro simulaci v tomto případě rozhodující.



Zdroj: autor v OpenTrack

**Obrázek 1** OpenTrack-infrastruktura

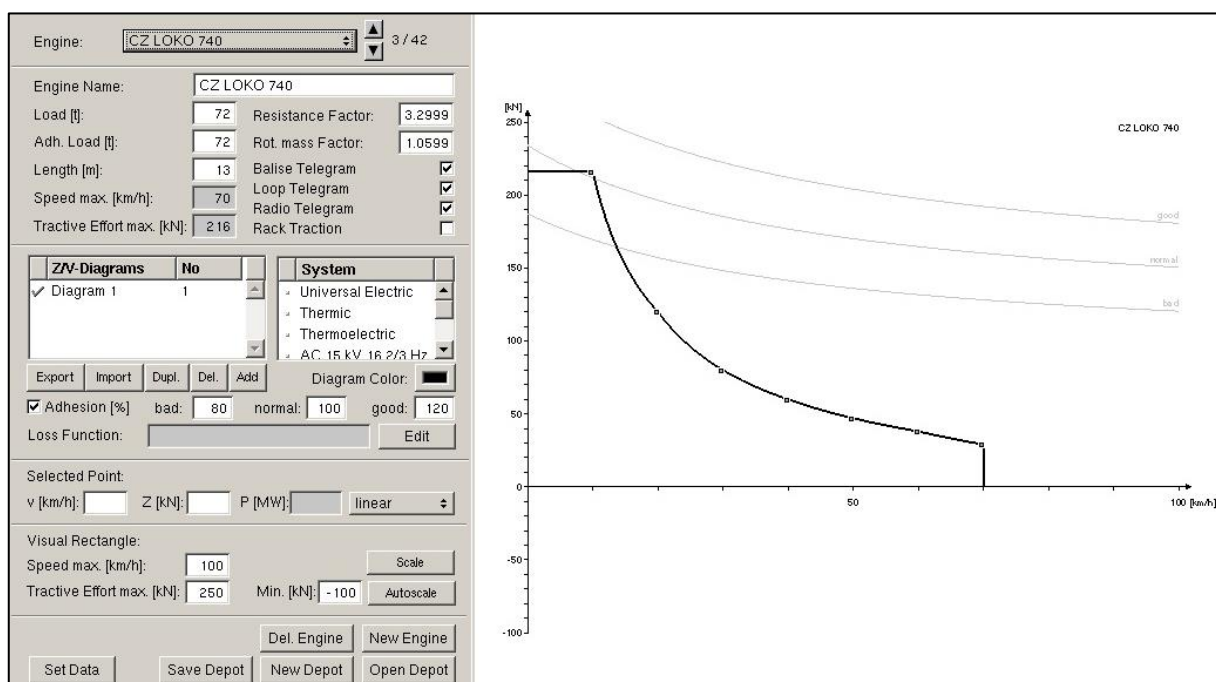
## 3.2 Vozidla

V další části ohledně vstupů se nastavují postupně jednotlivá hnací vozidla a dopravované vozy a následně se definují jejich kategorie. Opět je důležité zmínit, že pro potřeby této práce je tato část využívána pouze částečně, jelikož se na vlečkách setkáme pouze s jedním druhem vlaků, a to nákladním.

Jako první se vytvoří kategorie vlaků „**Train Categories**“. Tu nalezneme v nabídce „Tools-Train Categories“ a pro vytvoření označíme volbu „New“. Poté se vytvoří nová zkratka kategorie vlaku pro danou infrastrukturu.

Následně dojde k vytvoření vlaků „Trains“, které jsou v menu „Tools/Trains“. Pro vytvoření je potřeba zvolit možnost „New“ a určit, zda se jedná o rychlý, regionální nebo nákladní vlak. V tomto případě se vždy vybere možnost nákladní. Nejdůležitější část poté spočívá v nadefinování hnacího vozidla. V nabízené databázi „Engines“ lze vybírat z již uložených vozidel. Pro potřeby této práce si autor musel převážnou část hnacích vozidel nadefinovat (hmotnost, maximální rychlost, délku, trakční charakteristiku) Podobně je to i u nákladních vozů, kde se musí postupně zadávat hmotnost a délka.

Na obrázcích 2 a 3 můžeme vidět menu Engines a Trains, do kterých se postupně zadávají všechny vstupní informace o hnacím vozidle a dopravovaných vozech.



Zdroj: autor v OpenTrack

Obrázek 2 Vstupní parametr hnacího vozidla

Train Name:

Type:

Category:

Engines

Name	Load [t]	Len. [m]	
CZ LOKO 740	72	13	<input type="button" value="Delete"/>
			<input type="button" value="Add"/>

Σ Load [t]:     Σ Len. [m]:

Trailers

Name	Load [t]	Len. [m]	
Rajka 1	26	14	<input type="button" value="Delete"/>
Rajka 2	26	15	<input type="button" value="Delete"/>
Rajka 3	26	14	<input type="button" value="Delete"/>
			<input type="button" value="Add"/>

Σ Load [t]:     Σ Len. [m]:

Resistance Equation

Air:

A:     B:     C:

Result Unit:

Curve:

Acceleration (Train related Settings)

Max. Acceleration [m/s<sup>2</sup>]:     Acc. Delay [s]:

Max. Drawbar Force [kN]:

Zdroj: autor v OpenTrack

**Obrázek 3** Vstupní parametry vlaku

### 3.3 Jízdní řád

Tato třetí část je pro diplomovou práci nejméně podstatná. Jejím hlavním cílem je v nabídce vytvořit konkrétní vlaky, které se následně převedou do jízdního řádu. Zde se zadává číslo a kategorie vlaku, nebo také například hodnota zrychlení při jízdě bez zpoždění. Výstupem je poté jízdní řád „**Timetable**“, ve kterém jsou uvedeny všechny vlaky.

Pro tuto práci si však autor vystačí pouze s jedním konkrétním vlakem v celém jízdním řádu. Z toho důvodu se nadále již popisem této třetí části nezabývá.

## 4 MODELOVÁNÍ V PROGRAMU MS EXCEL

Tato kapitola se věnuje postupu modelování v tabulkovém procesoru MS Excel, který je součástí kancelářského balíčku aplikací Microsoft Office. Autor si právě tento program vybral k modelování posunovacích lokomotiv na vlečkách.

Definice pojmu modelování se v literatuře označuje jako: „výzkumná technika, která nahrazuje zkoumaný reálný systém jeho modelem. Pomocí modelu se získávají informace o zkoumaném systému, čímž je umožněno navrhnout řešení a tato následně ověřovat.“ (11)

Ke správnému výsledku modelování nám v tomto případě postačí tzv. silně zjednodušený model. Ten se zabývá pouze aspekty z reálného provozu, které jsou pro dané modelování důležité. Tudiž vychází z předpokladu pohybu ideálního vlaku. Tímto pohybem se rozumí pohyb přímočarý, na který působí pouze síly tažné, brzdné a odporové. (7)

Autor pro jednotlivé výpočty modelování vycházel ze vzorců z oblasti mechaniky dopravy a jsou popsány a vysvětleny v níže uvedených podkapitolách. Konkrétně se jedná o výpočty náhradního sklonu, vozidlových a traťových jízdnicích odporů, redukované hmotnosti, tažné síly, rychlosti, zrychlení a spotřeby nafty. Jako hlavní zdroj, ze kterého autor čerpal, v této kapitole je uvedena literatura (7) a (8).

Cílem této kapitoly je tedy nastavení programu MS Excel pro správné modelování dopravy na vlečkách a pro správné posouzení konkrétních situací při provozu.

Výsledné nastavení programu je dáno do přílohy E v podobě nosiče CD ROM.

Pro správný průběh modelování jsou velmi důležité vstupní hodnoty. Na obrázku 4 je proto zobrazeno úvodní okno, na kterém můžeme vidět všechny vstupní hodnoty a parametry, které autor ke svým výpočtům používá.

Parametry hnacího vozidla, dopravované zátěže a vlečky:		794	729.6	740	740.3	723.7	724.8	741.7	774.71											
Lokomotiva řady:	729.6	328	600	883	392	522	709	1000	1 550											
Maximální výkon [kW]:	600	36	84	72	64	72	76	72	120											
Hmotnost hnacího vozidla [t]:	84	97	252	216	204	222	222	204	410											
Maximální tažná síla [kN]:	252	60	40	70	80	80	80	80	90											
Maximální rychlost [km/h]:	80	0,112	0,115	0,112	0,112	0,112	0,012	0,111	0,112											
Součinitel rotačních hmot [-]:	0,115	2,536	2,352	2,536	2,536	2,536	2,536	2,448	3											
Odpor hnacího vozidla:	A	2,352	0	0,01066	0,01066	0,01066	0,01066	0,0216	0											
	B	0	0,00027	0,00071	0,00027	0,00027	0,00027	0,0005	0,00096											
	C	0,00071																		
Celková hmotnost vozu [t]:	50	Součinitel adheze [-]:				0,15														
Počet vozů [ks]:	7	Součinitel využití adhezní síly [-]:				0,95														
Hmotnost dopravované zátěže [t]:	350	Maximální tratěvá rychlost [km/h]:				30														
Součinitel rotačních hmot [-]:	0,05	Doba jízdy vlaku [min]:				12:28														
Délka nákladního vozu [m]:	14	Spotřeba nafty [l]:				30,15														
Odpor vozidlový:	A	1,3																		
	B	0																		
	C	0,00015																		
Vůz číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Celková hmotnost vozu [t]:	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 4 Excel-vstupní hodnoty

Žlutou barvou jsou označeny buňky, které uživatel na vstupu může měnit a jejich hodnota je zásadní pro další posuzování. Konkrétně se jedná o parametry hnacího vozidla, dopravované zátěže a parametry vlečky. Zelenou barvou jsou pak označeny ty buňky, které představují hlavní výstup modelování a jsou rozhodující pro další posuzování (výsledná doba jízdy a spotřeba nafty). Dalším výstupem je i dráhový tachogram uveden na další kartě.

Pro správné modelování musí dále uživatel doplnit údaje o trati na kartě „Náhradní sklon“ (sklon koleje a poloměr oblouku). Opět jsou buňky označeny žlutou barvou.

Dalším důležitým prvkem pro zpřesnění modelování je vhodné rozdělení celého zkoumaného úseku vlečky na jednotlivé části. Ty jsou rozděleny dle délky dopravovaných vozů. Toto rozdělení se pak nejvíce projeví při výpočtech traťových jízdních odporů.

#### 4.1 Náhradní sklon

Jako první je vypočten náhradní sklon ( $s_n$  [N/kN]), který je určen jako součet měrného odporu ze sklonu koleje, měrného odporu z jízdy obloukem a měrného odporu z jízdy tunelem. S odporem z jízdy tunelem se na vlečkách nesetkáme, a proto ho autor úplně vypouští a dále neuvažuje.

Sklon koleje se udává v jednotce promile [‰] a vyjadřuje stoupání nebo klesání. Výsledný měrný odpor ze sklonu koleje se pak přímo rovná sklonu koleje a je dán v jednotce [N/kN].

Měrný odpor z jízdy obloukem se v tomto případě vypočte dle empirického vztahu ve vzorci 1.

$$o_R = \frac{a}{R-b} \quad [\text{N/kN}] \quad (1)$$

kde:

- a konstanta hodnoty 500 [(N/kN)·m]
- b konstanta hodnoty 30 [m]
- R poloměr oblouku [m]

Pokud se na zkoumaném úseku nachází i tzv. protisměrné oblouky s krátkou mezipřímou, tak výsledná hodnota měrného odporu jízdy obloukem se navíc vynásobí koeficientem 1,5. Tato situace je typická například pro VČS.

## 4.2 Jízdní odpor

Tento odpor lze rozdělit na dvě části, **jízdní odpor vozidlový** a **jízdní odpor traťový**. Výsledná hodnota vozidlového odporu je nejvíce závislá na konstrukci a technickém stavu kolejového vozidla. Naproti tomu hodnota odporu traťového vychází z náhradního sklonu a hmotnosti vozidla.

**Měrný vozidlový odpor** lze rozdělit dále pak na odpor hnacího vozidla a odpor dopravované zátěže. Oba zmíněné odpory se vypočítají podobným způsobem. Ve vzorci 2 je uveden postup jejich výpočtu.

$$o_v = A + B \cdot V + C \cdot V^2 \quad [\text{N/kN}] \quad (2)$$

kde:

- A konstanta závislá na valivém odporu a odporu v ložiskách [N/kN]
- B konstanta odporu z neklidné jízdy [(N/kN)/(km/h)]
- C konstanta aerodynamického odporu [(N/kN)/(km/h)<sup>2</sup>]
- V rychlost [km/h]

Následně je výsledná hodnota měrného odporu vynásobena celkovou hmotností a tíhovým zrychlením. Na závěr se oba odpory sečtou a dostáváme tak výsledný vozidlový odpor zkoumaného vlaku.

**Měrný traťový odpor** se v tomto případě počítá pro každé vozidlo zvlášť a je přímo roven hodnotě náhradního sklonu. Dále se tato hodnota vynásobí hmotností daného vozidla a tíhovým zrychlením. Následně se všechny dosažené hodnoty sečtou a získáváme tak celkový traťový jízdný odpor pro daný úsek vlečky.

Aby autor dosáhl maximálního zpřesnění dosažených výsledků, počítá měrný traťový odpor neboli náhradní sklon pro každé vozidlo na každém jednotlivém úseku zvlášť. Tato situace je pak znázorněna na obrázku 5.

x [m]	s(n) [N/kN]	84	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	O(t) [N]
0	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7 663,57
14	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 225,22
28	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16 786,87
42	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21 348,52
56	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25 910,17
70	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30 471,82
84	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35 033,47
98	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39 595,12
112	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44 156,77
126	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45 010,24
140	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47 364,64
154	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45 157,39
168	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42 950,14
182	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40 742,89
196	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	38 535,64
210	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	0,00	0,00	36 328,39
224	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	0,00	34 121,14
238	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	31 913,89
252	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	0,00	29 706,64
266	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	27 499,39
280	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	27 499,39
294	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	27 499,39
308	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	27 499,39
322	12,50	12,50	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	33 844,50
336	12,50	12,50	12,50	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	9,30	9,30	9,30	9,30	9,30	37 621,35

Zdroj: autor v MS Excel

**Obrázek 5** Výpočet traťového jízdního odporu

Červenou přerušovanou linií je zde označen průběh jízdy vlaku, kdy jednotlivé vozy postupně obsazují dílčí úseky vlečky s rozdílným náhradním sklonem.

### 4.3 Redukovaná hmotnost

Redukovaná (setrvačná) hmotnost zohledňuje energii rotujících hmot, zejména se jedná o dvojkolí a rotory trakčních motorů. Ve vzorci 3 můžeme vidět postup výpočtu.

$$m_{(vlred)} = m \cdot (1 + \rho) \quad [\text{kg}] \quad (3)$$

kde:

m hmotnost vozidla [kg]

$\rho$  součinitel rotačních hmot [-]

### 4.4 Tažná síla

Velikost tažné síly na obvodu kol je omezena. Hlavním důvodem tohoto omezení je fakt, že zde existuje adhezní přenos sil mezi kolem a jízdní dráhou. To znamená, že tažná síla úzce souvisí se součinitelem adheze. Proto se pro výpočet rozlišují dvě tažné síly, a to konkrétně tažná síla adhezní a tažná síla při maximálním výkonu. Následně se pro výpočet jízdy vlaku použije vždy nejnižší hodnota z výše popsaných tažných sil.

#### 4.4.1 Tažná síla adhezní

Jak již bylo uvedeno, tažná síla při maximálním výkonu musí být menší než tažná síla adhezní, nebo ji může být maximálně rovna. Pokud tomu tak není, pro výpočet jízdy vlaku se použije aktuální tažná síla adhezní, kterou můžeme vidět ve vzorci 4. Výsledná hodnota zůstává po celou dobu modelování konstantní.

$$F_{ok(a)} = m \cdot \mu \cdot \varepsilon \cdot 9,81 \quad [\text{N}] \quad (4)$$

kde:

m hmotnost vozidla [kg]

$\mu$  součinitel adheze [-]

$\varepsilon$  součinitel využití adhezní síly [-]

9,81 tíhové zrychlení [ $\text{m/s}^2$ ]



#### 4.4.2 Tažná síla při maximálním výkonu

Tažná síla při maximálním výkonu klesá se zvyšující se rychlostí a vypočteme ji dle vzorce 5.

$$F_{ok(P)} = \frac{P}{v} \cdot 1000 \quad [N] \quad (5)$$

kde:

P            výkon hnacího vozidla [kW]

v            aktuální rychlost [m/s]

#### 4.5 Rychlost

Aktuální rychlost posuzovaného vlaku je závislá na ujeté vzdálenosti, zrychlení a předchozí dosažené rychlosti. S využitím vzorce 6, dojdeme k výsledné hodnotě rychlosti posuzovaného vlaku.

$$v_2 = \sqrt{(v_1^2) + (2 \cdot (s_2 - s_1) \cdot a)} \quad [m/s] \quad (6)$$

kde:

v            aktuální rychlost [m/s]

a            zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

s            ujetá dráha [m]

Výše uvedený vzorec vychází z předpokladu rovnoměrně zrychleného pohybu, který je zde počítám pro velmi krátké úseky. Ty odpovídají délce jednoho posuzovaného nákladního vozu. Po složení jednotlivých zkoumaných úseků tratě do jednoho celku, lze poté brát jízdu vlaku jako pohyb nerovnoměrně zrychlený.

## 4.6 Zrychlení

Zrychlení vypočteme z aktuální tažné síly, buď adhezní, nebo při maximálním výkonu. Poté je tato síla zmenšena o vozidlový a traťový jízdní odpor a podělena redukovanou hmotností. To můžeme vidět ve vzorci 7.

$$a = \frac{F_{ok(a/P)} - O_v - O_t}{m_{(vlred)}} \quad [m/s^2] \quad (7)$$

kde:

$F_{ok(a/P)}$	aktuální tažná síla [N]
$O_v$	vozidlový jízdní odpor [N]
$O_t$	traťový jízdní odpor [N]
$m_{(vlred)}$	redukováná hmotnost [kg]

## 4.7 Spotřeba nafty

Velkou nevýhodou hnacích vozidel motorové trakce je jejich spalovací motor. Ten je charakterizován svou vysokou hmotností a také poměrně nízkou účinností. Ta se zde pohybuje kolem 35 až 40 %. Naopak účinnost moderních elektrických vozidel se udává až okolo 85 %.

Pro výpočet spotřeby nafty hnacího vozidla, autor vychází z úvahy, že spálením 1 litru motorové nafty získáme přibližně 10 kWh tepelné energie. V závislosti na účinnosti spalovacího motoru se jedná o zhruba 4 kWh trakční práce. Ve vzorci 8 pak můžeme vidět výpočet spotřeby nafty pro daný úsek, který je závislý na ujeté vzdálenosti a aktuální tažné síle.

$$Q = \frac{F_{ok(a/P)} \cdot s}{\frac{3\,600\,000}{4}} \quad [l] \quad (8)$$

kde:

$F_{ok(a/P)}$	tažná síla [N]
$s$	ujetá dráha [m]
4	přepočet účinnosti spalovacího motoru [%]

## 5 VALIDACE MODELU

V této kapitole se autor věnuje porovnání výsledků dosažených pomocí vytvořeného modelu se skutečnými hodnotami získanými z běžného provozu. Pro toto posuzování si autor vybral již dva zmiňované programy OpenTrack a MS Excel. K samotnému ověření autor zvolil Vlečku Čertovy schody (VČS) na niž následně ověřil a porovnal dosažené výsledky, které získal pomocí simulace a modelování.

Hlavním cílem této kapitole je zjistit, zda dosažené výsledky ze simulace v programu OpenTrack a z modelování v programu MS Excel odpovídají a korespondují s výsledky z běžného provozu. Pokud tomu tak je, autor následně může prohlásit správnost vytvořených modelů. A fakt, že takto získávána data pomocí simulace a modelování jsou relevantní a lze je tímto způsobem používat pro další postup v práci.

### 5.1 Vlečka Čertovy schody

Vlečka společnosti Velkolom Čertovy schody, a.s. se nachází východně od obce Tmář ve Středočeském kraji. Její historie sahá až do roku 1960, kdy zahájila svůj provoz. Vlečka se skládá ze tří obvodů, a to konkrétně z předávacího kolejiště, které je zaústěno do dráhy celostátní v ŽST. Beroun, spojovací traťové koleje a vnitrozávodního kolejiště vlečky na Vápence Čertovy schody, kde se nachází celkem 13 kolejí. (15)

Celková stavební délka vlečky činí 16 025 metrů. Pro samotnou simulaci však autor využívá pouze úsek od začátku předávacího kolejiště v ŽST. Beroun po konec spojovací traťové koleje, která je ukončena průjezdem čela vlaku dynamickou váhou, jejíž poloha je v kilometru 5,37. Dále totiž probíhá pouze rozřazování jednotlivých vozů v rámci vnitrozávodního kolejiště, čemuž se tato práce nevěnuje.

Vlečka je specifická svojí sklonovou náročností, protože stoupání dosahuje místy až 20 %. Také se zde nachází několik protisměrných oblouků o poloměru 180 metrů. Oba tyto faktory působí značný traťový odpor při jízdě vlaku. Maximální rychlost ve spojovací části je stanovena na 30 km/h. Výjimku ve této spojovací části vlečky tvoří pouze úsek mezi kilometrem 4,20 až 4,51, kde je rychlostní omezení na hodnotě 20 km/h, a to z důvodu průjezdu zástavbou rodinných domů. V ostatních obvodech vlečky je nejvyšší povolená rychlost 20 km/h.

Autor vychází z Tabulky traťových poměrů (TTP) VČS, která je uvedena v příloze A.

Na obrázku 6 je zachyceno vnitrozávodní kolejiště VČS a lokomotiva řady 740.782 při rozřazování nákladních vozů s označením Uacns.



Zdroj: autor

Obrázek 6 Vnitrozávodní kolejiště VČS

## 5.2 Technologie provozu na vlečce

Na této vlečce jsou v provozu celkem tři motorové lokomotivy řady 740. Z toho dvě lokomotivy řady 740.782 a 740.833 jsou remotorizovány novým spalovacím motorem Caterpillar 3512 DI-TA firmou CZ LOKO. Třetí je v provozu s původním motorem ČKD. Pro provoz na VČS byly všechny lokomotivy osazeny rádiovým dálkovým ovládáním OPL99. Dále je zde rovněž pro potřeby údržby vlečky také motorový univerzální vozík MUV 69.8.

VČS má také ve svém vlastnictví celkem 130 železničních nákladních vozů řady Uacns o objemu 80 m<sup>3</sup>, 124 nákladních vozů řady Raj/Uacs o objemu 62 m<sup>3</sup> a 45 nákladních vozů řady Tds, které jsou určeny pro přepravu kusového vápna.

Technologie provozu na vlečce je následující. Směrem z předávacího kolejiště v ŽST. Beroun jsou vedeny vlaky s lichým označením. Jedná se o prázdné vozy, které jsou určeny pro nakládku vápence. Opačným směrem jsou vlaky značeny sudým číslem a převážejí již plně ložené nákladní vozy z vnitrozávodního kolejiště na předávací kolejiště v ŽST. Beroun. (15)

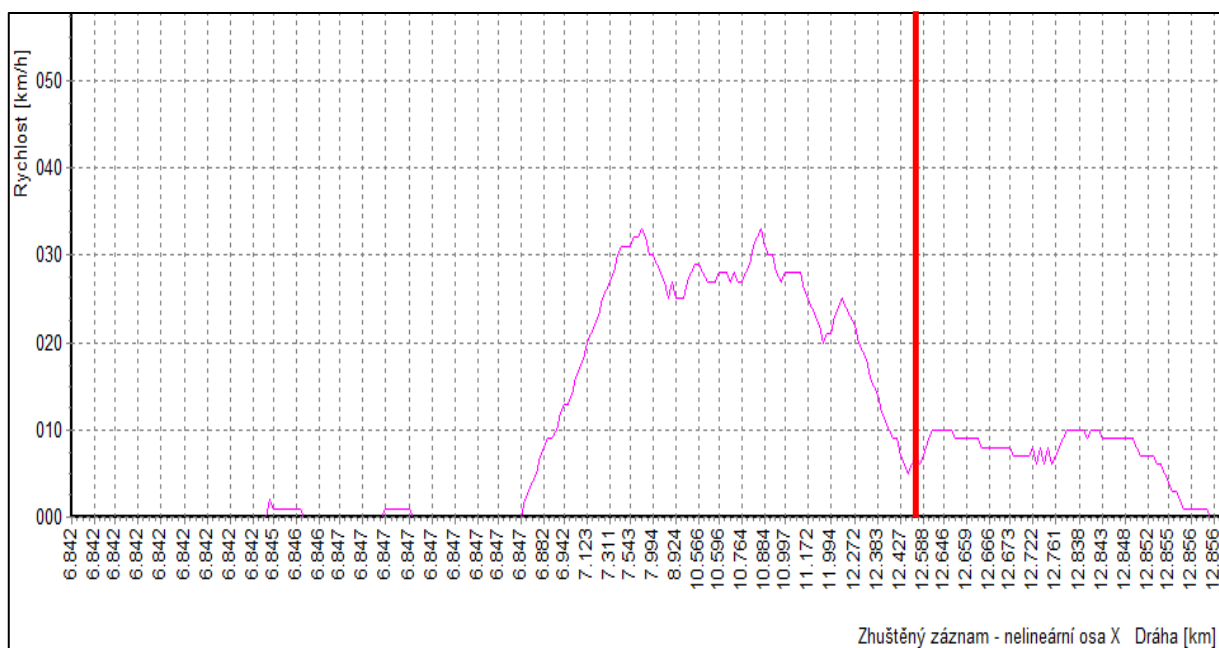
### 5.3 Porovnání jednotlivých výsledků

Samotné měření reálného provozu proběhlo ve středu dne 28. února 2018 v dopoledních hodinách. Teplota vzduchu se pohybovala okolo  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a srážkový úhrn byl za posledních 24 hodin 0 mm srážek. Z toho vyplývá, že počasí v tomto případě nemělo na provoz žádný vliv a součinitel adheze se pohyboval nad hodnotou 0,25.

Jako zkoumaný objekt byl použit vlak s označením C5 z předávacího kolejiště v ŽST. Beroun do vnitrozávodní kolejiště VČS s odjezdem v 8:45 hodin. Vlak byl tažen lokomotivou 740.833 a byl složen ze šestnácti prázdných vozů Falls 54 a tří prázdných vozů Uacs. Celková délka vlaku činila 272,95 metrů a jeho hmotnost byla 578,8 tun. Hodnota dopravované zátěže tedy činila 506,8 tun.

#### 5.3.1 Výsledky z reálného provozu

Obrázek 7 zachycuje graf záznamu jízdy vlaku C5 pořízeného z rychloměru MESIT TT.43. Červenou linií je označeno místo dynamické váhy, ve kterém autor uvažuje konec jízdy vlaku a také konec celého měření.



Zdroj: rychloměr MESIT TT.43

Obrázek 7 Záznam jízdy z rychloměru MESIT TT.43

Nevýhoda tohoto záznamu pro porovnání s ostatními výsledky měření spočívá v posuzování výkonu lokomotivy. V běžných podmínkách totiž výkon lokomotivy nemusí dosahovat vždy 100 %, jelikož sám strojvedoucí svým pojetím jízdy reguluje výkon lokomotivy díky poměrnému tahu. Ten je volen pákovým řídicím kontrolérem na stanovišti

strojvedoucího. Naproti tomu oba programy MS Excel a OpenTrack počítají s neustálým 100% výkonem lokomotivy. Tento rozdíl se nejvíce projevuje ve fázi rozjezdu vlaku.

Obdobně je tomu taktéž při brzdění, či snižování rychlosti vlaku. V reálných podmínkách je situace nejčastěji taková, že nejdříve strojvedoucí sníží poměrný tah lokomotivy a následně jede vlak určitý úsek výběhem (jízda setrvačností). Až poté dojde k samotnému brzdění na konkrétní místo. Opět je zde rozdíl v posuzování dané problematiky, kdy oba výše zmíněné programy neuvažují postupné snižování výkonu, či jízdu výběhem.

Na obrázku 8 můžeme vidět zobrazovací jednotku IP02, která udává aktuální poměrný tah lokomotivy.



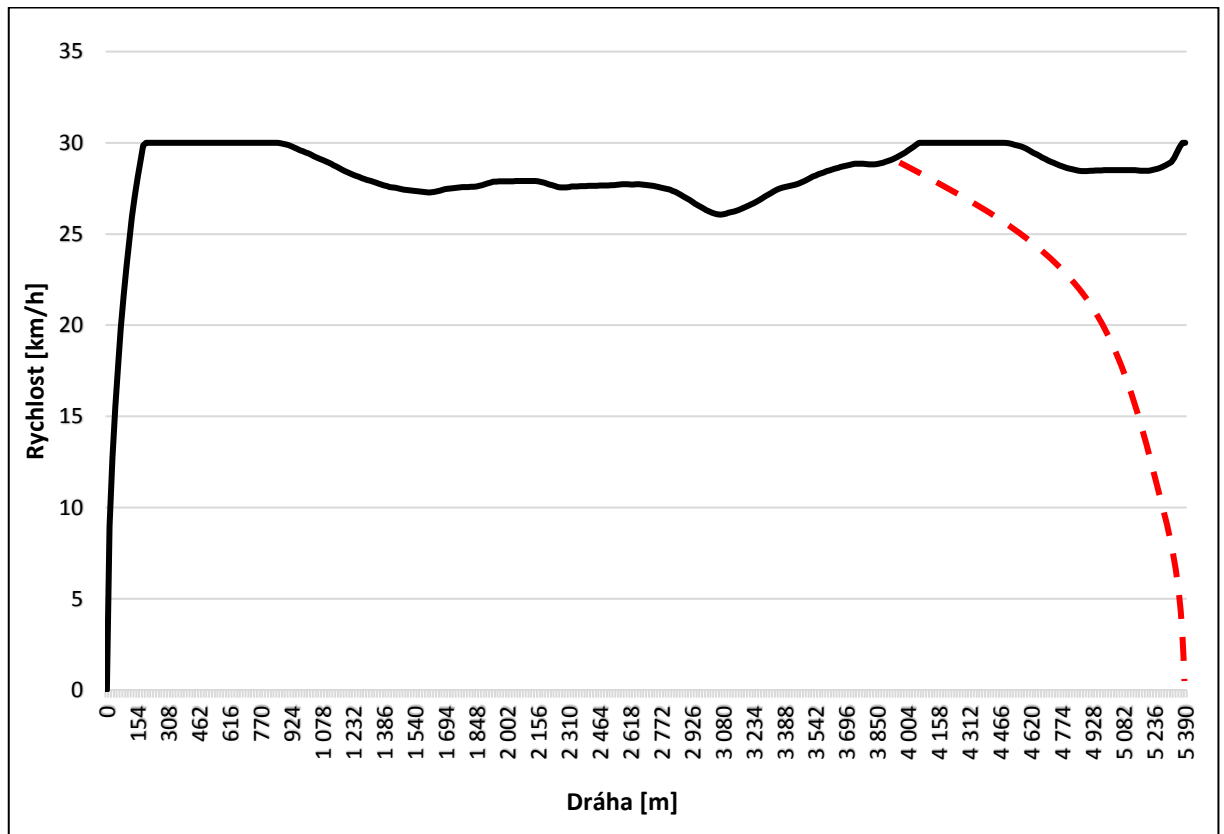
Zdroj: autor

**Obrázek 8** Zobrazovací jednotka IP02

Z daného obrázku je patrné, že během jízdy vlaku C5 dosahoval poměrný tah i hodnoty 100. Snímek byl pořízen na stanovišti strojvedoucího v kilometru 7,3 a tato hodnota se nezměnila až do kilometru 11,0 (vzdálenost měřena dle rychloměru MESIT TT.43). Proto autor práce může konstatovat, že délka úseku, kde docházelo k postupnému snižování výkonu a doba jízdy výběhem, byly během celého měření minimální. Tudiž tyto dosažené výsledky měření z běžného provozu můžeme porovnávat s výsledky, kterých docílíme pomocí modelování a simulace.

### 5.3.2 Výsledky v programu MS Excel

Na obrázku 9 je zobrazen graf jízdy vlaku C5, který byl modelován v programu MS Excel. Jako již bylo zmíněno na začátku této kapitoly, tak nevýhodou tohoto programu je fakt, že nelze modelovat situaci, kdy vlak brzdí. Z toho důvodu je proto navíc v grafu označen přerušovanou červenou linií fiktivní průběh jízdy vlaku do úplného zastavení.



Zdroj: autor v MS Excel

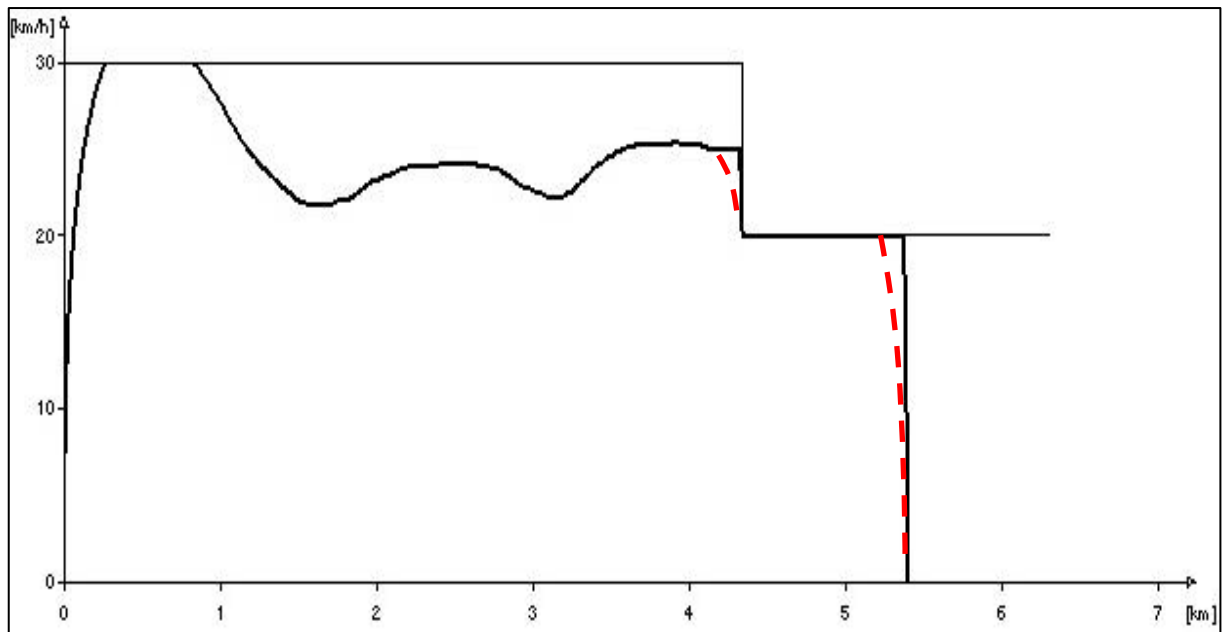
Obrázek 9 Záznam jízdy v programu MS Excel

Také je důležité znovu konstatovat, že tato simulace nevyužívá jízdu výběhem. Což může ještě nepatrně zkreslovat výsledky simulace před začátkem brzdění vlaku.

I přesto však lze tento graf modelování jízdy vlaku C5 v programu MS Excel považovat za směrodatný a tímto způsobem získávané výsledky brát za věrohodné.

### 5.3.3 Výsledky v programu OpenTrack

Obrázek 10 představuje opět graf záznamu jízdy vlaku C5. Tento graf byl vytvořen pomocí simulace v programu OpenTrack.



Zdroj: autor v OpenTrack

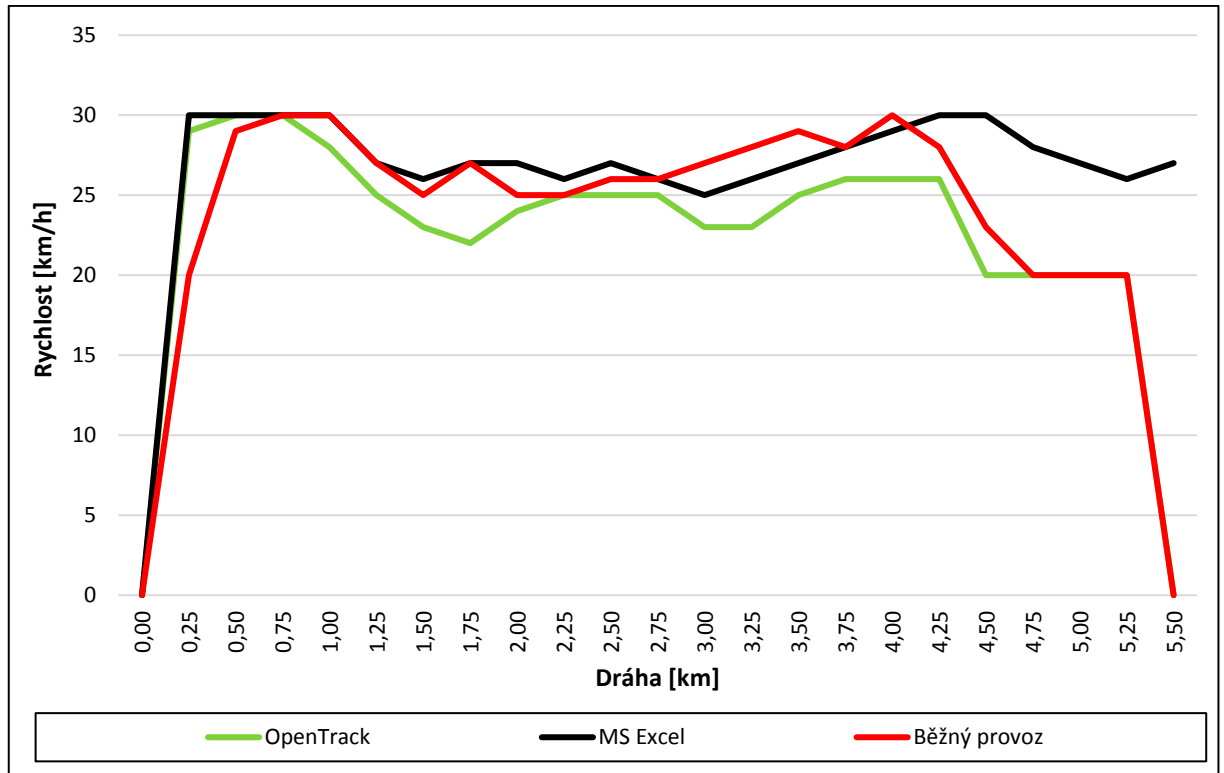
**Obrázek 10** Záznam jízdy v programu OpenTrack

Opět autor musí zmínit, že určitou nevýhodou simulace v programu OpenTrack je, že nelze simulovat jízdu výběhem. To znamená, že křivka grafu by v případě brzdění na rychlosti 20 km/h, nebo při brzdění do úplného zastavení byla plošší, což na obrázku 10 znázorňuje červená přerušovaná linie.



## 5.4 Vyhodnocení dosažených výsledků

Pro srovnání a následné vyhodnocení dosažených výsledků na VČS, autor shrnuje všechny tři jednotlivé grafy záznamů jízd vlaku C5 do jednoho společného. Tento graf je následně uveden na obrázku 11.



Zdroj: autor v MS Excel

**Obrázek 11** Porovnání dosažených výsledků na VČS

Autor si pro porovnání rozdělil zkoumanou vlečku na úseky po 250 metrech. Tato hodnota rozdělení jednotlivých úseků by měla být dostatečně přesná pro vyhodnocení výsledků.

První rozdíl mezi dosaženými výsledky je už ve fázi rozjezdu vlaku. Je to způsobeno tím, že v reálném provozu je rozjezd vlaku plynulejší a poměrný tah lokomotivy nemusí být na maximální hodnotě 100. Zásadní vliv na tuto první fázi má strojvedoucí.

V následujícím průběhu samotné jízdy vlaku dochází k určitým odchylkám mezi jednotlivými výsledky. Rozdíl mezi běžným provozem a modelováním v programu MS Excel je minimální a dá se místy považovat za totožný. Křivka grafu simulace v programu OpenTrack je v tomto případě lehce pod úrovní reálného provozu.

Největší odchylka v porovnání jednotlivých grafů je však ve fázi brzdění na konci celého měření. Hlavní rozdíl je v začátku samotného brzdění, kdy výsledky běžného provozu vykazují začátek brzdění jako první.

Z dosažených výsledků tedy vyplývá, že při simulaci v programu OpenTrack a modelování v programu MS Excel lze dosáhnout stejných výsledků s přípustnou odchylkou, které odpovídají měření z běžného provozu. Tímto autor může prohlásit, že oba dva výše zmíněné programy lze dále v práci využít a z nich získávané výsledky brát jako správné.

## **6 POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH SITUACÍ PROVOZU NA VLEČKÁCH**

Tato kapitola se věnuje posouzení reálných příkladů a situací při provozu posunovacích lokomotiv na vlečkách pomocí metod modelování a simulace. Přesněji se jedná o vlečku VČS, vlečku, která představuje typický hutní provoz a vlečku firmy DEZA. Výše uvedené vlečky prezentují základní typy vlečkových provozů, se kterými se můžeme v ČR setkat. Zároveň jsou zde také v provozu lokomotivy firmy CZ LOKO, ať již modernizované nebo pouze remotorizované.

Cílem této kapitoly je tedy prostřednictvím metod modelování a simulace vybrat vhodnou posunovací lokomotivu pro konkrétní vlečku při různých provozních situacích. Tento výběr vychází ze seznamu hnacích vozidel, který je uveden v kapitole 2.2. Rovněž i hodnoty dopravované zátěže a součinitele adheze vycházejí z kapitol 2.3 a 2.4.

Autor na daných vlečkách uvažuje několik možných modelových situací provozu. Jako první posuzovanou variantou jsou rozdílné hodnoty součinitele adheze. Ty jsou vždy brány jako mezní hodnoty. Následně je navrženo určité opatření, které by mělo zhoršené adhezní podmínky případně eliminovat. Může se jednat o snížení dopravované zátěže, zvýšení hmotnosti hnacího vozidla nebo o zvýšení traťové rychlosti. Autor také navrhuje určité opatření v případě, že instalovaný výkon hnacího vozidla je s ohledem na provozní potřeby vlečky nadbytečný.

Výsledkem pak je vždy dráhový tachogram pro každé hnací vozidlo. Tento tachogram představuje závislost rychlosti dané soupravy na její poloze na zkoumaném úseku vlečky.

### **6.1 Návrhy vhodného hnacího vozidla pro VČS**

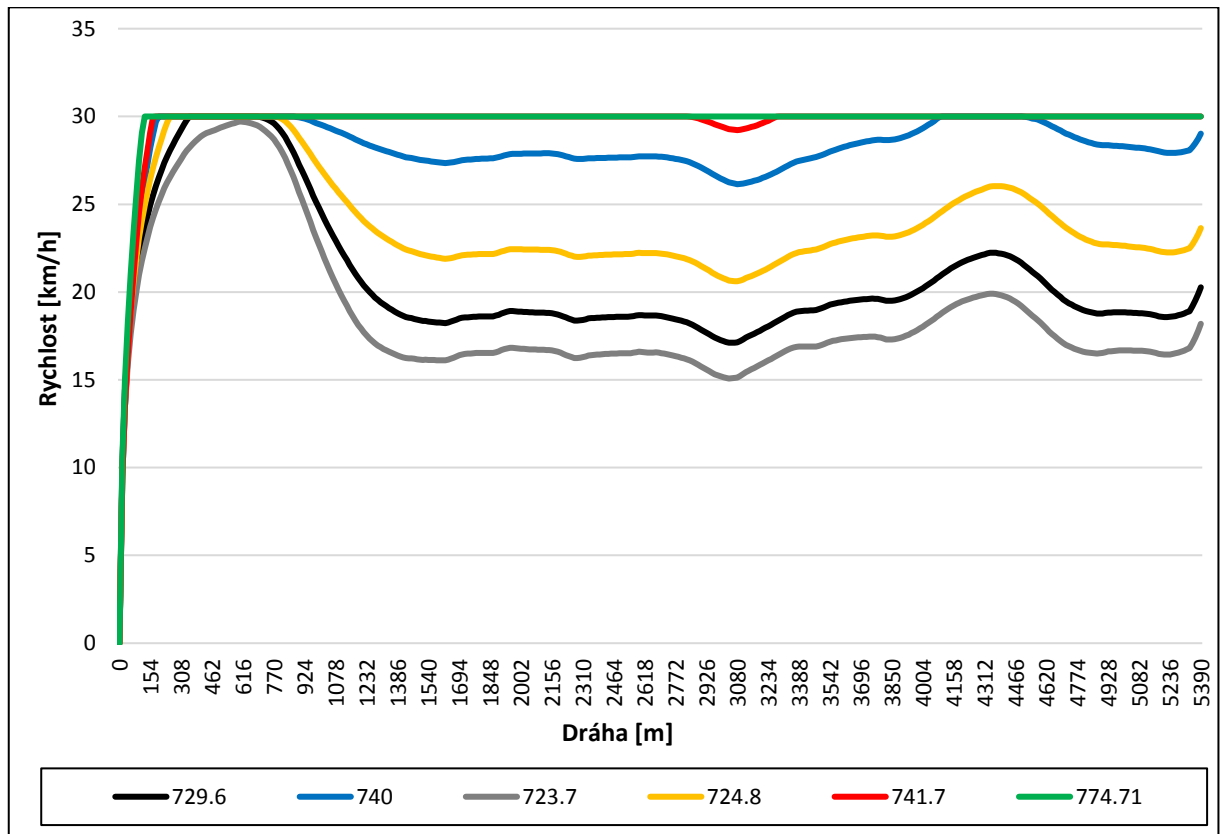
V této první části se autor zabývá posouzením návrhu vhodného hnacího vozidla pro VČS. Tato kapitola vychází z popisu vlečky a její technologie provozu, což je uvedeno v kapitolách 5.1 a 5.2.

#### **6.1.1 Změna hodnoty součinitele adheze**

Jako první modelovou situací na této vlečce autor uvažuje zachování stejných podmínek jako při validaci modelu v kapitole 5.3. To znamená, že hmotnost dopravované zátěže zůstává na hodnotě 506,8 tun a taktéž i složení nákladních vozů. Rovněž i hodnota součinitele adheze

zůstává nezměněná (0,25) a představuje krajní mez pro případ, kdy je trať suchá a v dobrém technickém stavu.

Na obrázku 12 je tedy znázorněn dráhový tachogram na VČS pro všechny typy hnacích vozidel, které zde autor posuzuje.



Zdroj: autor pomocí MS Excel

**Obrázek 12** Hodnota součinitele adheze 0,25

Z daného obrázku jasně vyplývá, že všechna posuzovaná hnací vozidla při daných podmínkách tento úsek vlečky zvládnou. Rozhodujícím faktorem je v tomto případě výkon lokomotivy, jelikož je hodnota součinitele adheze na přijatelné hodnotě. Proto i lokomotiva řady **723.7**, která má nejmenší výkon, a to pouze 522 kW dokáže daný úsek zdolat.

Ovšem v určitých částech zkoumaného úseku dochází k situacím, kdy maximální výkon hnacího vozidla nestačí k udržení konstantní traťové rychlosti (30 km/h). Je to dáno zvýšením traťového odporu. V tento moment je totiž tažná síla, kterou je schopno hnací vozidlo vyvinout, nižší než potřebná tažná síla k udržení maximální traťové rychlosti.

Jelikož však celý posuzovaný úsek části vlečky měří 5,37 kilometrů je zde už proto zajímavé porovnat i celkovou hodnotu jízdní doby vlaku. Autor pro tyto výpočty použil program OpenTrack, jelikož dokáže na rozdíl od programu MS Excel vypočítat jízdní dobu vlaku přesněji. To znamená, že počítá i s brzděním vlaku na konkrétní místo.

V tabulce 6 jsou uvedeny výsledné hodnoty jízdních dob pro všechny typy posuzovaných lokomotiv.

**Tabulka 6** Jízdní doba VČS

	<b>729.6</b>	<b>740</b>	<b>723.7</b>	<b>724.8</b>	<b>741.7</b>	<b>774.71</b>
Jízdní doba [min]	16:40	12:39	18:35	14:29	11:43	11:40

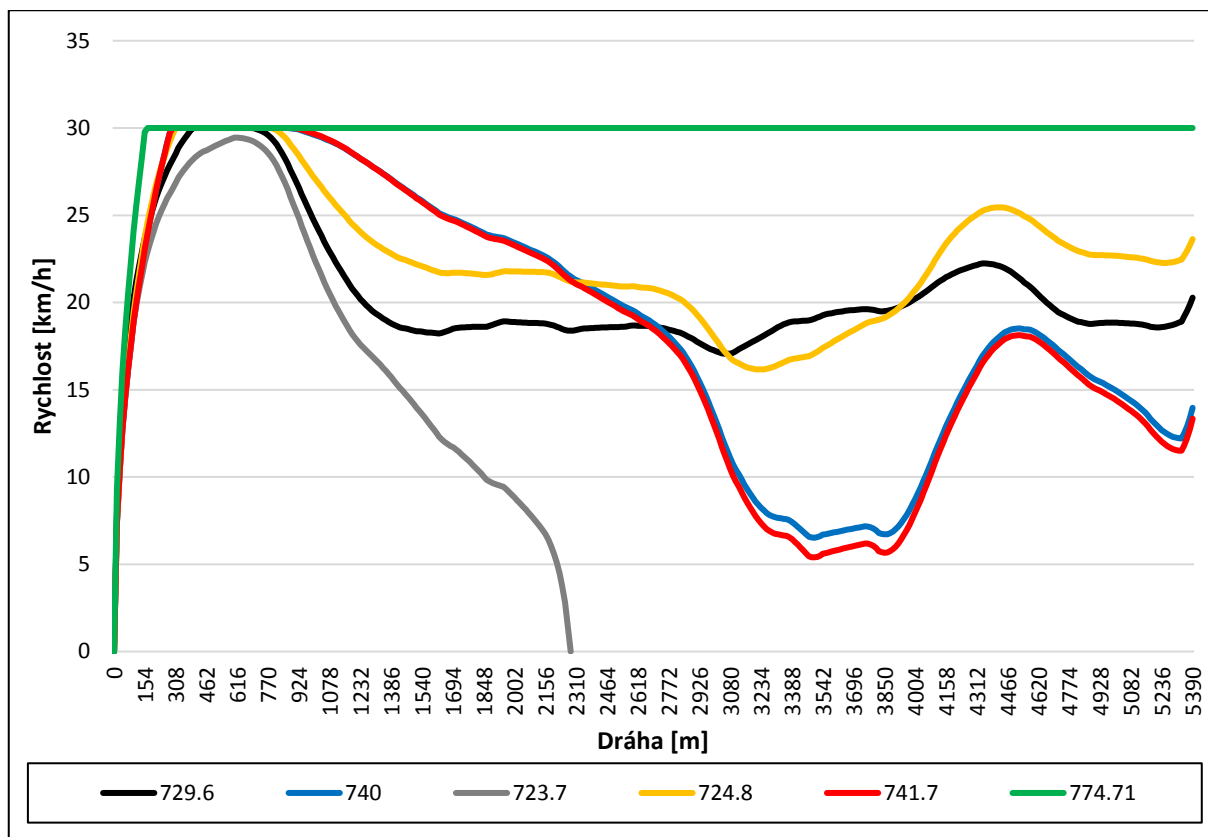
Zdroj: autor v OpenTrack

Zde už můžeme pozorovat, že hodnoty jednotlivých jízdních dob od sebe značně liší. Nejvyšší dosažená hodnota jízdní doby je 18:35 minut (**723.7**). Naopak hodnota s nejnižší jízdní dobou se pohybuje pod hranicí 12 minut (**741.7** a **774.71**). Tento rozdíl je dán průměrnou rychlostí jednotlivých vlakových souprav, kdy například u lokomotiv řady **741.7** a **774.71** se tato hodnota pohybuje nepatrně pod hranicí rychlosti 30 km/h. Naopak u lokomotivy **723.7** se průměrná rychlost pohybuje pod 20 km/h.

Pokud bychom se zaměřili podrobněji na rozdíl mezi nejmenší a největší hodnotou jízdní doby, tak zjistíme, že tato odchylka dosahuje rozdílu až 7 minut. Když budeme uvažovat situaci, že vlaková souprava by tento úsek vlečky zvládla za den celkově čtyřikrát, tak v případě vlaku taženého lokomotivou řady **723.7** je to navýšení zhruba o 30 minut jízdní doby oproti lokomotivám řady **741.7** nebo **774.71**. Tato hodnota už může znamenat jisté snížení kapacity daného úseku vlečky.

Jako další modelovou situaci autor uvažuje snížení součinitele adheze na hodnotu 0,15. To představuje mezní hodnotu v případě špatných adhezních podmínek, kdy je například mokrá kolejnice v důsledku deště. Složení a hmotnost dopravované zátěže pro tuto modelovou situaci zůstává stejné jako v předchozím případě. Konkrétně u hmotnosti se tedy jedná o 506,8 tun.

Obrázek 13 ukazuje dráhové tachogramy pro VČS při hodnotě součinitele adheze 0,15. Jsou zde opět uvedeny všechny typy posuzovaných hnacích vozidel.



Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 13 Hodnota součinitele adheze 0,15

Na obrázku můžeme vidět, že vlak tažený lokomotivou řady **723.7** při této hodnotě součinitele adheze daný úsek vlečky nevyjede a uvízne v kilometru 2,282. Tato situace se rovněž může týkat i lokomotivních řad **740** a **741.7**, jelikož jejich rychlost klesne během jízdy až k hodnotě 5 km/h. Při tak nízké rychlosti už nelze zaručit, že tyto soupravy daný úsek vždy projedou, jelikož na celé trati nemusí být stále stejná hodnota součinitele adheze. Ta se může v průběhu jízdy vlaku nepatrně lišit, což znamená případně i zhoršit.

V případě nízké hodnoty součinitele adheze se ukazuje velká výhoda hnacích vozidel, které mají vyšší hmotnost. Konkrétně se jedná o lokomotivy řady **729.6** (84 tun) a **724.8** (76 tun). I přes jejich menší výkon zde právě rozhoduje jejich celková hmotnost, jelikož jsou při nižší hodnotě součinitele adheze schopné přenášet větší tažnou sílu na obvod kol, a to díky vyššímu nápravovému tlaku.

Mezi právě již zmiňovanými lokomotivními řadami **740** a **741.7** je rovněž zajímavé porovnání průběhů jejich rychlostí, které jsou si velmi podobné. Tento fakt vychází z tzv. kritické (mezní) rychlosti. Ta představuje hodnotu rychlosti, od které lokomotiva může

využívat svůj maximální výkon. Pokud se však aktuální rychlost soupravy nachází pod hranicí kritické rychlosti, její rychlost je omezena maximální tažnou silou a z toho důvodu na svůj maximální výkon nedosáhne.

Kritickou neboli mezní rychlost vypočteme jako podíl maximálního výkonu a maximální tažné síly lokomotivy. Ve vzorci 9 je uveden postup výpočtu.

$$V_{(kr)} = \frac{P}{F_{max}} \cdot 3,6 \quad [\text{km/h}] \quad (9)$$

kde:

$P$  maximální výkon hnacího vozidla [kW]

$F_{max}$  maximální tažná síla [kN]

V tabulce 7 jsou pak uvedeny hodnoty maximálního výkonu, maximální tažné síly a kritické rychlosti pro lokomotivy řady **740** a **741.7**.

**Tabulka 7** Kritická rychlost

Lokomotiva	Max. výkon [kW]	Max. tažná síla [kN]	Kr. rychlost [km/h]
740	883	216	14,72
741.7	1000	204	17,65

Zdroj: autor

Výsledné kritické (mezní) rychlosti právě ukazují, proč dochází k totožnému průběhu jízdy obou lokomotiv. Je to z toho důvodu, že se pohybují pod úrovní svých kritických rychlostí, a tudíž rozdíl v jejich maximálním výkonu nehraje roli. V určitém úseku má dokonce lokomotiva řady **740** vyšší rychlost než lokomotiva řady **741.7**. Tato skutečnost vychází z již zmiňované kritické rychlosti.

### 6.1.2 Snížená hodnota dopravované zátěže

Pokud se součinitel adheze dostane na nízkou hodnotu, může v takovém případě docházet i k zastavení vlaků na trati. Proti tomu můžeme jako určité provozní opatření navrhnout snížení velikosti dopravované zátěže. Proto si autor rozdělil dopravovanou zátěž na dvě části, konkrétně na dvě poloviny o hmotnosti 253,4 tun. Jako hodnotu součinitele adheze stále uvažuje 0,15.

Z výsledků modelování poté jasně vychází, že při snížení dopravované zátěže na poloviční hodnotu 253,4 tun, dojde u všech lokomotiv k překonání daného úseku. To může mít ovšem za následek ale i větší spotřebu nafty z důvodu dvojnásobného počtu jízd.

V tabulce 8 jsou proto uvedeny výsledné hodnoty spotřeby nafty [l] při poloviční a plné dopravované zátěži a jejich následné porovnání mezi sebou.

**Tabulka 8** Spotřeby nafty [l]

<b>Dopravovaná zátěž</b>	<b>729.6</b>	<b>740</b>	<b>723.7</b>	<b>724.8</b>	<b>741.7</b>	<b>774.71</b>
506,8 [t]	39,38	38,54	-	39,43	38,56	43,79
253,4 [t]	22,45	21,92	21,88	22,17	22,04	29,19
dvakrát 253,4 [t]	44,90	43,84	43,76	44,34	44,08	58,38

Zdroj: autor

Výsledkem je, že přírůstek spotřeby nafty při dvou jízdách s poloviční dopravovanou zátěží je zhruba o 5 litrů vyšší než v případě jedné jízdy se zátěží plnou. Autor také dále bere v potaz další navýšení spotřeby nafty při volnoběhu lokomotivy, což představuje spotřebu zhruba v řádu 5 l/h.

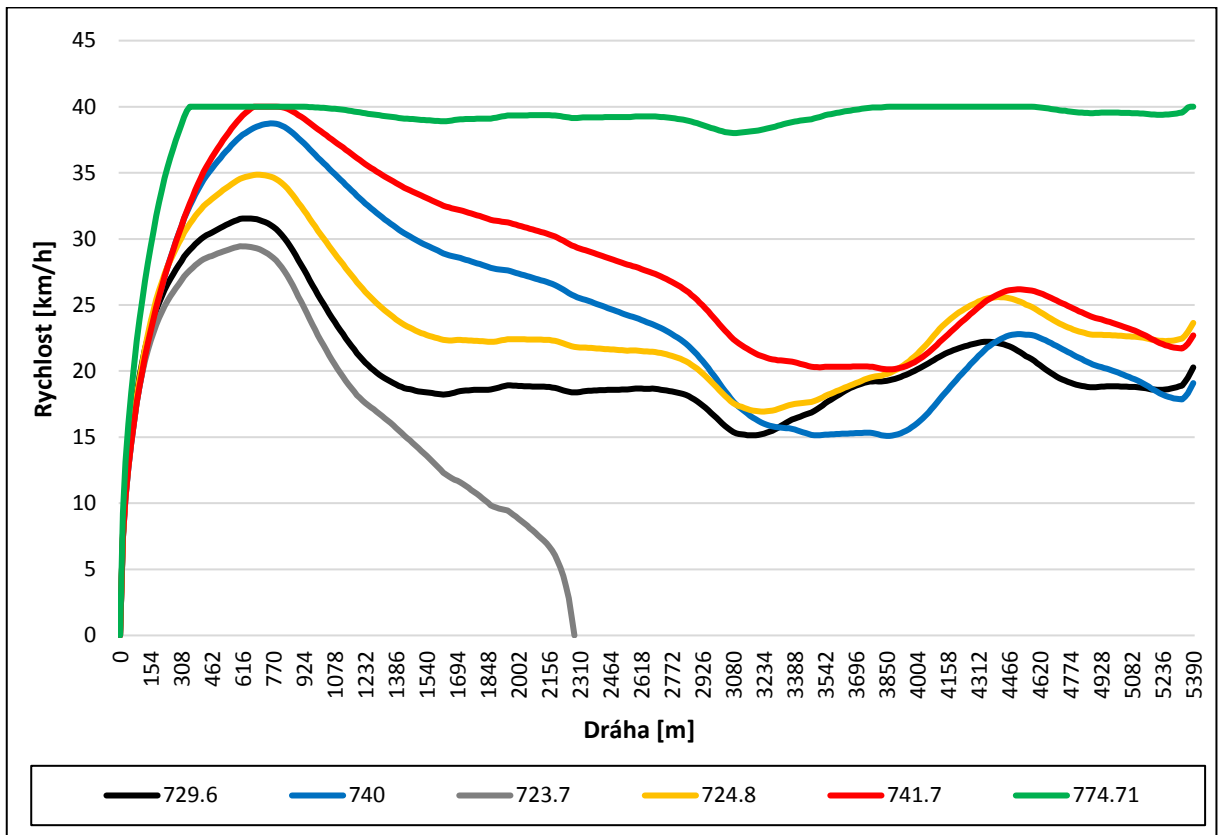
Největší problém u tohoto opatření však autor vidí v podobě dvojnásobného počtu jízd. Proto se nabízí otázka, zda je takovéto opatření vhodné v závislosti na snížení kapacity daného úseku vlečky. Z toho důvodu toto opatření z dlouhodobého hlediska autor neuvažuje.

### **6.1.3 Zvýšení traťové rychlosti**

Jako jedno z dalších možných opatření v případě nízké adheze autor uvádí zvýšení traťové rychlosti, konkrétně z hodnoty 30 km/h na hodnotu 40 km/h. Jedná se o dlouhodobé řešení a tato úvaha ovšem vychází z předpokladu, že stavební parametr vlečky tuto změnu umožní. Přesněji, že poloměry oblouků budou dostačující pro průjezd vlaku vyšší rychlostí. Autor totiž ve své práci neuvažuje žádné stavební úpravy vlečky.



Součinitel adheze je v tomto případě opět na hodnotě 0,15 a hmotnost dopravované zátěže je 506,8 tun. Na obrázku 14 jsou zobrazeny dráhové tachogramy pro změnu rychlosti na 40 km/h.



Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 14 Zvýšení traťové rychlosti

Samotná myšlenka zvýšení traťové rychlosti jako jednoho z možných opatření při nízké hodnotě součinitele adheze vychází z faktu, že vlak, který vjíždí do daného kritického úseku (úsek trati s vyšší hodnotou traťového odporu) rychleji má větší kinetickou energii a ta mu právě pomůže tento úsek překonat.

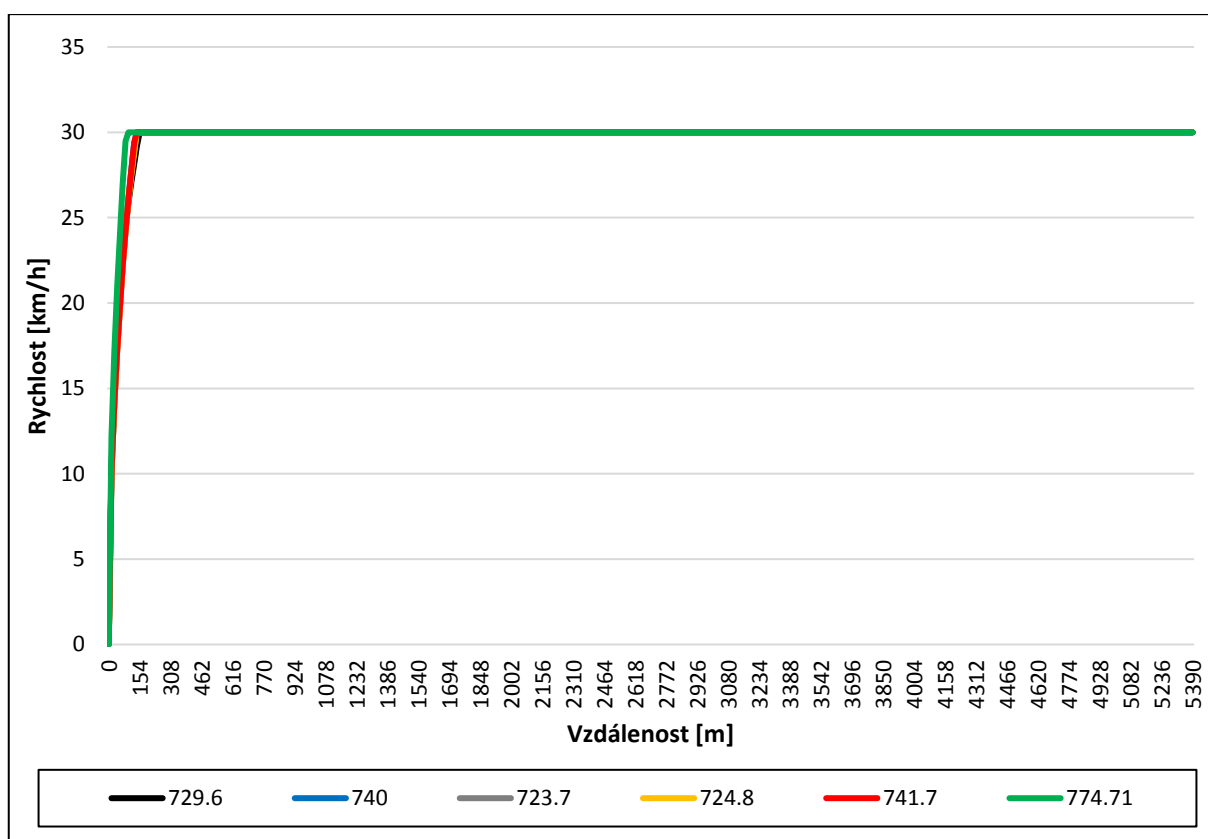
Z obrázku Obrázek 14 je proto patrné, že vlak tažený lokomotivou řady **740** nebo **741.7** dokáže daný úsek při zhoršené adhezi zdolat bez větších problémů, a to díky právě zvýšení maximální traťové rychlosti na 40 km/h. To se nejvíce projeví ve fázi rozjezdu vlaku, kdy dokáže dosáhnout právě této rychlosti. Naopak lokomotiv řady **729.6**, **723.7** a **724.8** se toto opatření nijak zvlášť nedotkne, jelikož při rozjezdu nedosáhnou na zvýšenou maximální traťovou rychlosti.

#### 6.1.4 Spřažení dvou hnacích vozidel

Další možné provozní opatření, které autor uvádí, je spřažení dvou hnacích vozidel. Pro tento případ se vždy uvažuje spojení stejných lokomotivních řad. Také za předpokladu, že systém řízení lokomotiv tuto variantu vůbec umožňuje.

Při výpočtech autor zanedbává změnu vozidlového odporu hnacích vozidel a změnu součinitele rotačních hmot, jelikož tyto dvě veličiny mají v tomto případě na průběh jízdy vlaku malý vliv. Naopak hodnoty maximálního výkonu, maximální tažné síly a hmotnosti hnacího vozidla jsou přepočteny na dvojnásobnou hodnotu.

Hodnotu dopravované zátěže autor opět uvažuje 506,8 tun a součinitel adheze je rovněž na hodnotě 0,15. Na obrázku 15 jsou znázorněny dráhové tachogramy při modelové situaci spřažení dvou stejných lokomotivních řad.



Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 15 Spřažení dvou lokomotiv

Z daného dráhového tachogramu jasně vyplývá, že pokud při nízkém součiniteli adheze využijeme spřažení dvou hnacích vozidel, tak každá tato dvojice lokomotiv tento úsek bez problému zvládne. Dokonce všechny posuzovaná hnací vozidla dosáhnou maximální traťové rychlosti 30 km/h, kterou dokáží po celou dobu jízdy udržet.

Ovšem toto opatření se jeví jako předdimenzované a nadbytečné. Při spřažení dvou hnacích vozidel totiž nedojde k plnému využití jejich maximálních výkonů, a proto autor toto provozní opatření z dlouhodobého hlediska nepokládá za vhodné a ekonomicky efektivní.

### **6.1.5 Zhodnocení návrhů pro VČS**

Pokud se zaměříme na vyhodnocení dosažených výsledků modelování a simulace na VČS, zjistíme, že vlaková souprava v čele s lokomotivou řady **774.71** dosáhla skoro ve všech modelových situacích na maximální traťovou rychlost, kterou dokázala po zbytek průběhu jízdy udržet. Při přijatelných adhezních podmínkách však dosahoval aktuální výkon lokomotivy zhruba na 60 %. Z toho důvodu pro tento typ provozu není daná lokomotiva vhodná, jelikož její výkon zde není plně využit. Jako možné řešení se nabízí zvýšení dopravované zátěže, tak aby se využil úplný potenciál této lokomotivy. To však není možné z důvodu omezené délky jednotlivých kolejí ve vnitropodnikové části vlečky.

Naopak lokomotiva řady **723.7** většinu modelových situací nezvládla a uvízla na trati. Proto i rovněž tato lokomotiva není vhodná pro vlečku VČS z důvodu nízkého maximálního výkonu.

Proto jako vhodné hnací vozidlo pro tento typ vlečky autor navrhuje stávající lokomotivu řady **740**, jelikož ve většině posuzovaných případů uspěla. Pro tuto diplomovou práci autor uvažuje, že nižší hodnota maximálního výkonu hnacího vozidla se rovná i nižším finančním nákladům jednak na pořízení hnacího vozidla, ale i zároveň nižším provozním nákladům. Z toho důvodu dostává právě lokomotiva řady **740** přednost před lokomotivou řady **741.7** i přesto, že pro určité modelové situace vycházela lépe.

Za úvahu ještě stojí možné doplnění stávajících hnacích vozidel lokomotivní řadou **724.8**. Její přednost totiž spočívá ve větším nápravovém zatížení a v případě nižší hodnoty součinitele adheze má proto lepší průběh jízdy.

Autor jako možné opatření ke zlepšení průběhu jízd jednotlivých vlaků navrhuje zvýšení maximální traťové rychlosti na 40 km/h. Toto opatření se nejvíce projevilo při zhoršených adhezních podmínkách.

## **6.2 Návrhy vhodného hnacího vozidla pro vlečku hutního provozu**

V ČR se s vlečkami, které jsou typické pro hutní provoz, můžeme setkat na více místech. Mezi nejznámější společnosti, které provozují vlečky tohoto typu lze zařadit firmy ArcelorMittal Ostrava, a.s. a Třinecké železárny, a. s.

### 6.2.1 Technologie provozu na vlečce

Autor si pro svoji práci vybral pouze část vlečky hutního provozu. Ta představuje situaci, kdy se z vysokých pecí převáží vysokopecní žhavá struska. Ta se nakládá do železničních nákladních vozů, tzv. Kolib. V jedné takovéto Kolibě se převáží zhruba až 20 tun žhavé strusky. Ta se následně vylévá na haldách, což je uměle vytvořený kopec. Ten slouží právě k dočasnému nebo trvalému uložení strusky či hlušiny. Na obrázku 16 je zachycen již zmiňovaný železniční nákladní vůz Koliba.



Zdroj: (16)

**Obrázek 16** Železniční nákladní vůz Koliba

Na tomto typu vlečky se můžeme setkat v provozu s původními lokomotivními řadami 729.6 a 740 vyráběné firmou ČKD Praha. Jako třetím typem hnacího vozidla zde v provozu může být lokomotiva řady 724.8, která prošla modernizací u firmy CZ LOKO.

Technologie provozu je taková, že směrem na haldy se vozí plně ložené nákladní vozy, které se zde vysypávají. Většinou se jedná o sedmivozové nákladní soupravy. Haldy se však nachází na vyvýšených místech, a proto souprava musí překonávat i více jak 20‰ stoupání. Dalším faktem je i špatný technický stav nákladních vozů, což se projevuje ve zhoršených hodnotách vozidlového odporu. Také je důležité zmínit často nevyhovující technický stav kolejí. Ty jsou díky těžkým nákladním vozům ve špatném stavu. Mnohdy bývá navíc i samotná kolejnice značně znečištěná. To všechno má pak za následek sníženou hodnotu součinitele adheze.

Celková délka posuzované části vlečky hutního provozu měří celkem 1,3 kilometru a maximální rychlost je zde stanovena na hodnotu 30 km/h. V tabulce 9 je uvedena TTP posuzované části vlečky hutního provozu. Přesněji se jedná o sklonové poměry a poloměry oblouků.

**Tabulka 9** TTP vlečky hutního provozu

Délka úseku [m]	Sklonové poměry [‰]	Poloměr oblouku R [m]
0-25	0	0
25-40	+3,5	0
40-130	+16	120
130-300	+23	120
300-440	+23	0
440-505	+11	0
505-700	+22	0
700-930	+22	250
930-1100	+22	0
1100-1300	0	0

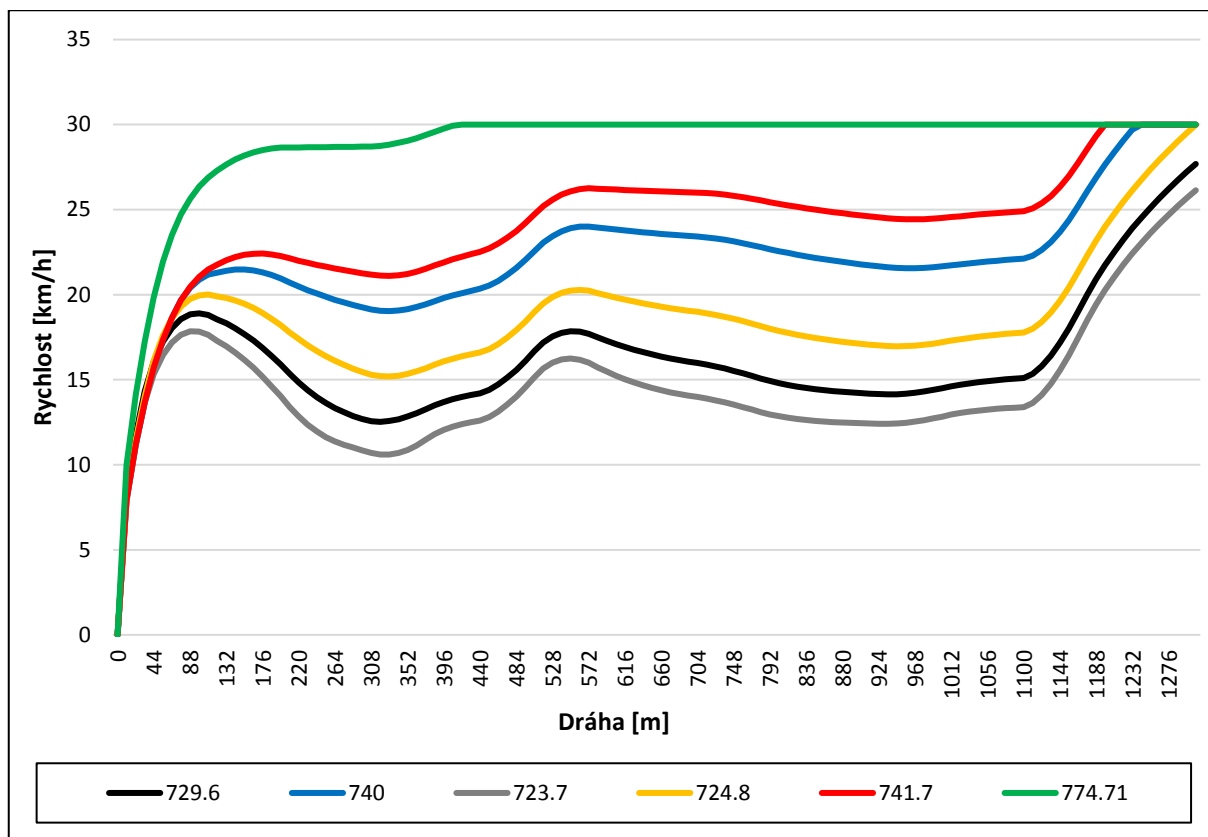
Zdroj: (17)

Z uvedené tabulky vyplývá, že největší hodnota traťového odporu se bude nacházet v místech s největším sklonem a zároveň s nejmenším poloměrem oblouku.

### 6.2.2 Změna hodnoty součinitele adheze

Jako první posuzovanou variantou je situace, kdy je hodnota součinitele adheze na čísle 0,24. Tuto hodnotu vybral autor z důvodu toho, že představuje mezní hodnotu v případě, pokud je kolejnice suchá, ale zároveň není v dobrém technickém stavu. Hodnotu dopravované zátěže autor uvažuje 595 tun.

Na obrázku 17 jsou pak zobrazeny dráhové tachogramy jednotlivých hnacích vozidel v posuzované části vlečky hutního provozu.



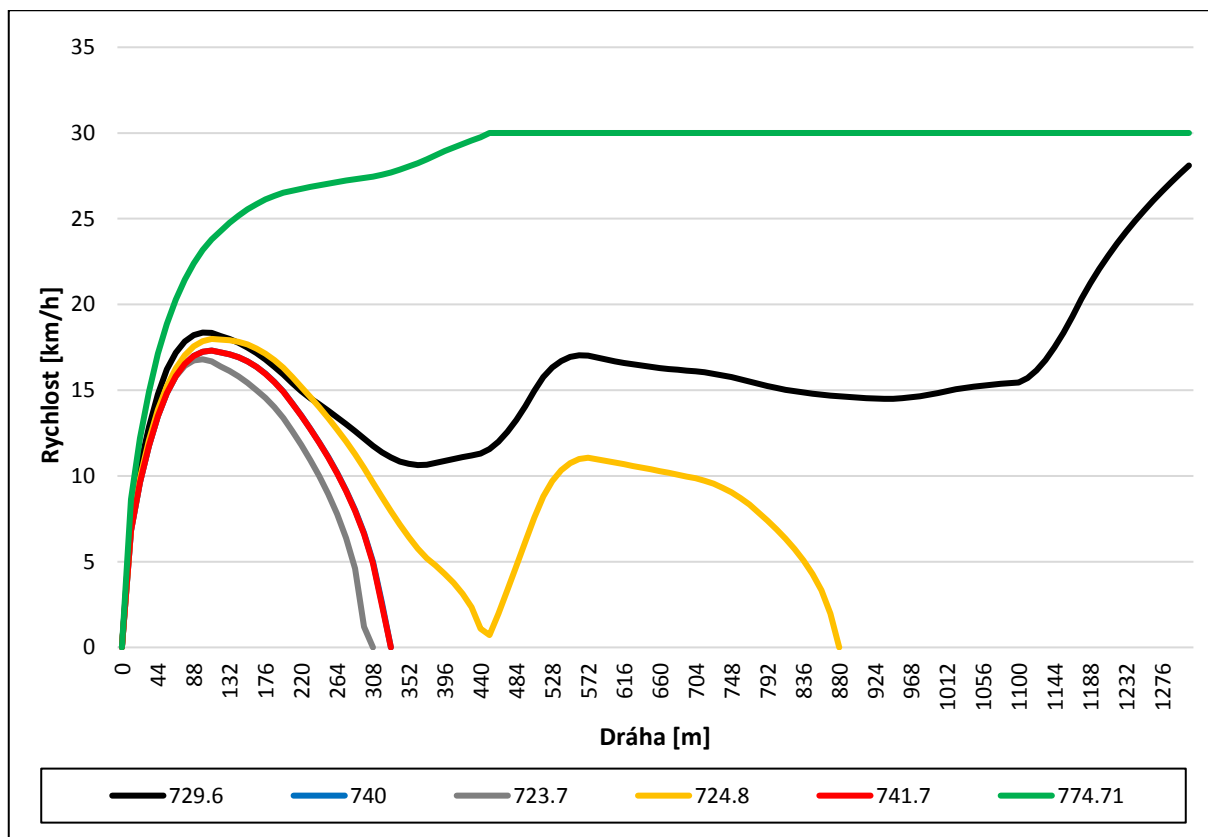
Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 17 Hodnota součinitele adheze 0,24

Stejně jako i v prvním případě modelové situace na VČS můžeme v grafu pozorovat, že největší podíl na průběhu rychlosti při vyšší hodnotě součinitele adheze má výkon hnacího vozidla. Na nejnižší rychlost se v průběhu modelování jízdy dostala lokomotiva řady **723.7**, která má zároveň i nejnižší výkon 522 kW. Daná rychlost se však pohybuje nad hranicí 10 km/h, což lze ještě pokládat za dostačující rychlost pro překonání daného úseku vlečky.

Další posuzovaným případem je snížení součinitele adheze na hodnotu 0,19. To představuje mezní stav, kdy může být kolejnice například mokrá, či jinak povrchově znečištěná. Také se může jednat o povrchové znečištění kol hnacího vozidla.

Obrázek 18 ukazuje dráhový tachogram pro všechny posuzované lokomotivy. Autor opět uvažuje stejnou hmotnost dopravované zátěže 595 tun.



Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 18 Hodnota součinitele adheze 0,19

Hnacím vozidlem, kterým tento úsek vlečky bez větších problémů překoná, je lokomotiva řady **774.71**. Zde se naplno ukazuje její velká přednost v podobě vyšší hmotnosti a vyššího maximálního výkonu. Autor rovněž konstatuje, že i lokomotiva řady **729.6** daný úsek vlečky dokáže zdolat. Její rychlost sice v průběhu jízdy postupně klesá až k hranici 10 km/h, ale zhruba od kilometru 0,40 začne opět zrychlovat.

U lokomotivy řady **724.8** je velká pravděpodobnost, že uvízne zhruba už v kilometru 0,44.

Záznam jízdy lokomotiv **740** a **741.7** je úplně totožný. Je to dáno opět tím, že nepřesáhnou hodnotu své kritické rychlosti, a tudíž nevyužívají svůj maximální výkon.

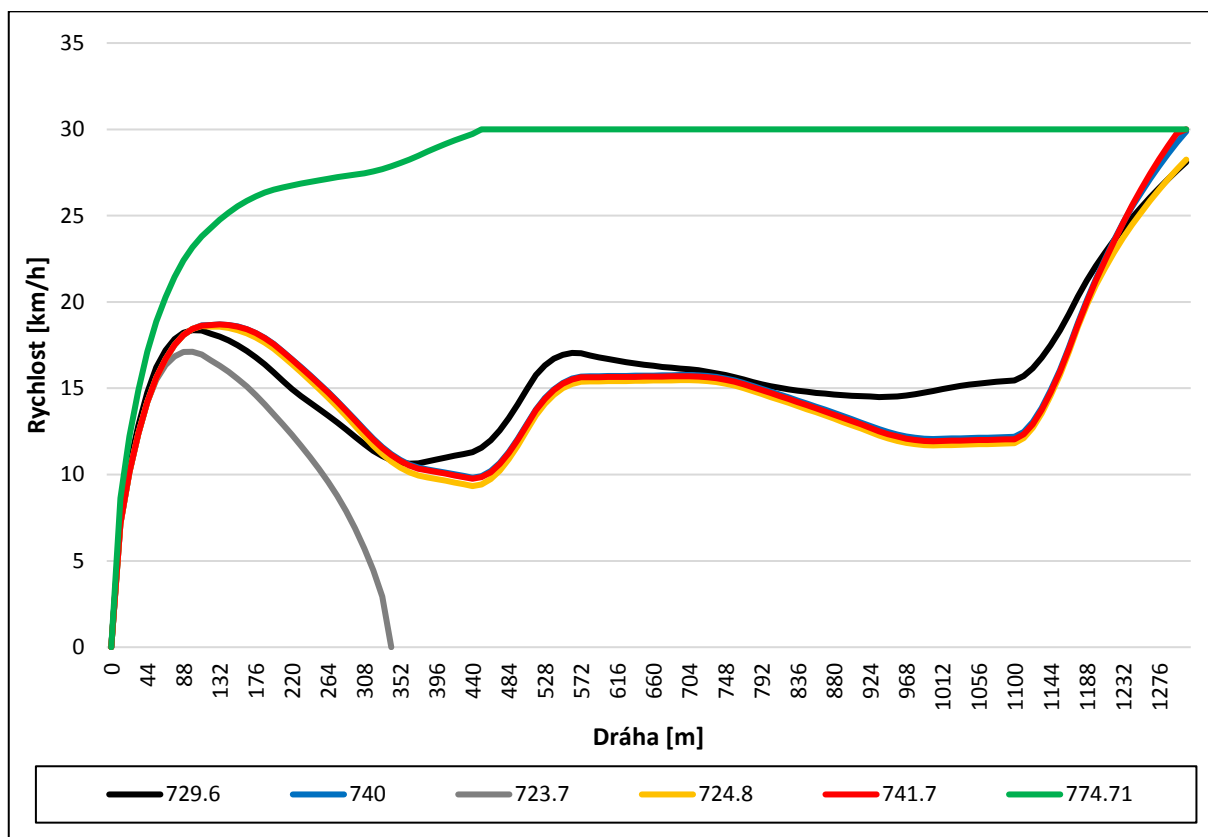
Největší problém autor spatřuje ve velmi krátkém úseku pro rozjezd vlaku, jelikož už po 40 metrech je hodnota náhradního sklonu 21,56 N/kN. Tato hodnota představuje pro vlak značný traťový odpor, který musí překonávat.

### 6.2.3 Zvýšení hmotnosti hnacího vozidla

Jako možné opatření v souvislosti s nízkou hodnotou součinitele adheze je snížení dopravované zátěže. To však autor v této části své práci neuvažuje, jelikož počet sedmi dopravovaných vozů chce zachovat jako minimum dopravované zátěže.

Proto autor jako další možné opatření uvádí zvýšení hmotnosti hnacího vozidla. Přesněji se jedná o tzv. balastování, což může být například řešeno zesílením hlavního rámu lokomotivy nebo také vyplněním dutin rámu betonem. Tento krok by měl zlepšit adhezni vlastnosti hnacího vozidla. Autor ve své práci uvažuje o zvýšení hmotnosti na 80 tun u hnacích vozidel, které mají celkovou hmotnost 72 a 76 tun (**740, 723.7, 724.8, 741.7**).

U hnacích vozidel, u kterých dojde k navýšení hmotnosti, autor zanedbává změnu vozidlového odporu, z důvodu velmi malé odchylky při výpočtech. Na obrázku 19 lze vidět dráhové tachogramy při součiniteli adheze 0,19 a hmotnosti dopravované zátěže 595 tun.



Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 19 Zvýšení hmotnosti hnacích vozidel

Z daných dráhových tachogramů vyplývá, že zvýšením celkové hmotnosti hnacího vozidla dojde ke značnému zlepšení průběhu jízdy, díky možnosti přenosu vyšší hodnoty tažné síly na obvodu kol. Toto zlepšení pak můžeme pozorovat právě u hnacích vozidel řady **740, 724.8**



a **741.7**. Zároveň je průběh jízdy těchto hnacích vozidel velmi podobný. Opět je to dáno tím, že se pohybují pod hodnotami jejich kritických rychlostí.

Zvýšení hmotnosti u lokomotivy řady **723.7** nemělo zásadní vliv na průběh její jízdy a došlo opět k zastavení vlaku. Pouze se posunulo místo uvíznutí, zhruba o 50 metrů dále. Tato lokomotiva totiž disponuje hodnotou maximálního výkonu akorát 522 kW. Pro překonání daného úseku je však potřeba nejen vyšší hmotnost, ale také dostatečný výkon hnacího vozidla.

Určitou nevýhodou u zvýšení celkové hmotnosti hnacího vozidla je současně i zvýšení hodnoty traťového odporu, který závisí právě na hmotnosti hnacího vozidla a dopravované zátěže. To se může například projevit ve větší spotřebě nafty. Také toto navýšení hmotnosti vede ke snížení maximální rychlosti hnacího vozidla. To se však většinou provozu na vlečkách nikterak nedotkne, jelikož se zde rychlost pohybuje pouze okolo 30 km/h.

#### **6.2.4 Snížená hodnota vozidlového odporu**

Autor se také dále zabýval posouzením vlivu vozidlového odporu na samotný průběh jízdy jednotlivých vlaků. Na této části vlečky jsou totiž v provozu staré nákladní vozy tzv. Koliby, které dosahují velice vysokých vozidlových odporů, a to díky své konstrukci a technickému stavu.

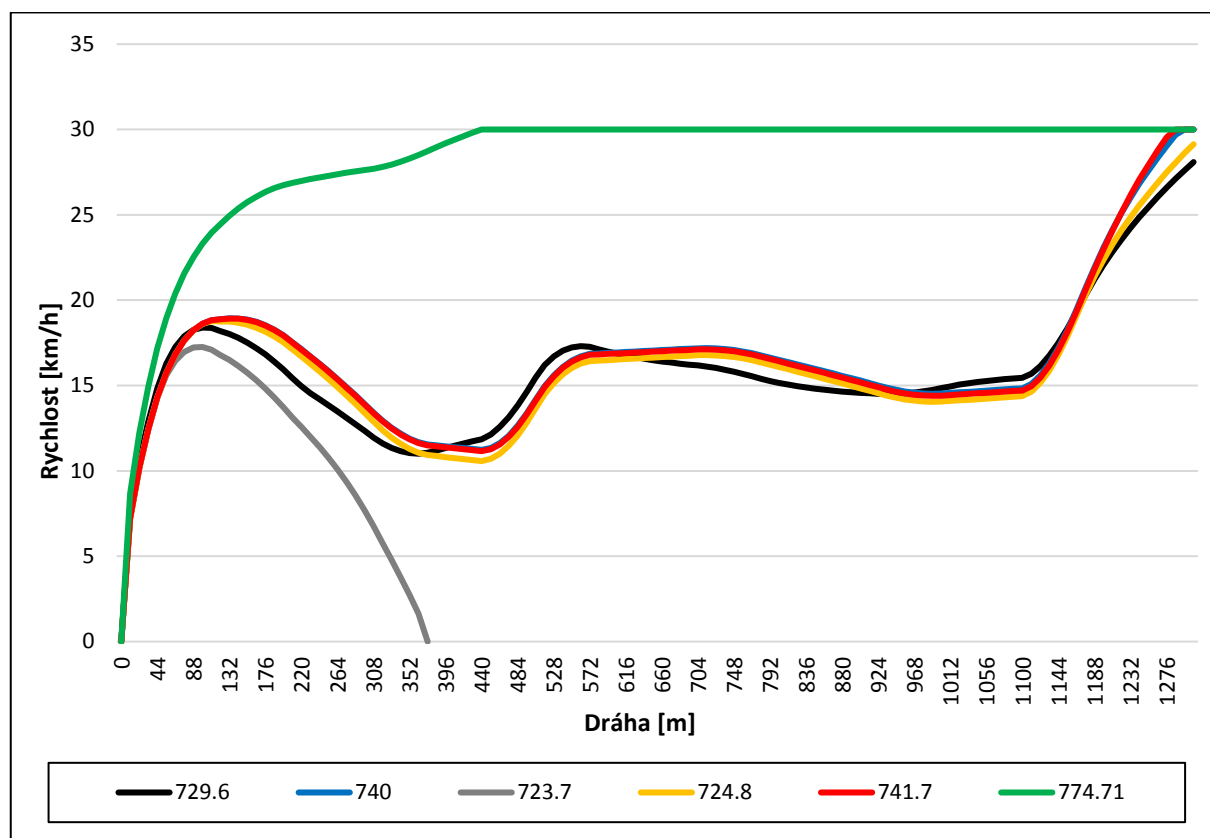
Proto autor navrhuje snížit hodnotu vozidlového odporu na úroveň modernějším nákladních vozů. Tato úvaha vychází ale z předpokladu, že dojde k jejich modernizaci. Ve vzorci 9 je pak uvedeno matematické vyjádření nového měrného vozidlového odporu pro tyto nákladní vozy.

$$o_V = 1,3 + 0,00015 \cdot V^2 \quad [\text{N/kN}] \quad (9)$$

kde:

$$V \quad \text{aktuální rychlost [km/h]}$$

Na obrázku 20 jsou pak uvedeny jednotlivé dráhové tachogramy při součiniteli adheze 0,19, hmotnosti dopravované zátěže 595 tun, zvýšené celkové hmotnosti u konkrétních hnacích vozidel z předchozí kapitoly a také snížení hodnoty vozidlového odporu.



Zdroj: autor v MS Excel

**Obrázek 20** Snížená hodnota vozidlového odporu

V porovnání s dráhovými tachogramy z obrázku 19 je zde vidět nepatrné navýšení rychlosti u všech posuzovaných hnacích vozidel. Tato odchylka se pohybuje v řádu 2 až 3 km/h. Proto autor konstatuje, že opatření v podobě snížení vozidlového odporu je v souvislosti s finanční náročností modernizace těchto nákladních vozů a dosaženým zlepšením v podobě zvýšení rychlosti neefektivní.

Rozdíl v konstantě A (hodnota závislá na valivém odporu a odporu v ložiskách) mezi původní a sníženou hodnotou vozidlového odporu je 0,6. Pokud bychom si převedli tuto hodnotu rozdílu vozidlového odporu na náhradní sklon, zjistíme, že se rovná snížení sklonu vlečky pouze o 0,6 ‰. Z toho důvodu je dosažený výsledek tohoto provozního opatření tak zanedbatelný.

### **6.2.5 Zhodnocení návrhů pro vlečku hutního provozu**

Tato část vlečky hutního provozu je specifická svou sklonovou náročností v kombinaci s velikostí dopravované zátěže. Proto v případě nižší hodnoty součinitele adheze docházelo často k uvíznutí vlaku na posuzované vlečce.

Stejně jako v předchozím případě na VČS tak i zde autor konstatuje, že lokomotivy řady **723.7** a **774.71** jsou pro tento typ provozu vlečky nevhodné. Lokomotiva řady **723.7** totiž skoro ve všech posuzovaných případech uvízla na trati s výjimkou, kdy součinitel adheze byl na hodnotě 0,24. Naopak lokomotiva řady **774.71** dokázala ve všech modelových situacích dosáhnout na maximální traťovou rychlost. To opět ukazuje, že její maximální výkon nebyl plně využit.

Naopak jako vhodné hnací vozidlo pro tento typ vlečky autor navrhuje lokomotivy řady **729.6** a **740**, o kterých uvažoval, že jsou zde v běžném provozu. Obě tyto hnací vozidla obstála v posuzovaných situacích a při rozdílných hodnotách součinitele adheze se dokážou v provozu vhodně doplnit.

Třetím hnacím vozidlem, které zde autor uvažuje v běžném provozu je lokomotiva řady **724.8**. Z dosažených výsledků modelování a simulace však vyplývá, že její provoz se jeví jako nadbytečný. Je to z toho důvodu, že parametry maximálního výkonu a celkové hmotnosti tohoto hnacího vozidla jsou obsaženy v parametrech lokomotivních řad **729.6** a **740**.

Jako možné opatření autor navrhuje zvýšení hmotnosti hnacího vozidla, jelikož finanční náročnost tohoto opatření není pro podnik výrazně zatěžující. Zvýšením hmotnosti lokomotivy se docílí lepších adhezních vlastností hnacích vozidel.

## **6.3 Návrhy vhodného hnacího vozidla pro vlečku firmy DEZA**

Třetí posuzovaná vlečka v této diplomové práci se nachází v areálu podniku DEZA, který je ve městě Valašské Meziříčí. Tato firma se především specializuje na výrobu základních organických látek určených pro další chemické využití. Především se jedná o zpracování černouhelného dehtu a surového benzolu. K přísunu těchto základních surovin do výrobního závodu slouží právě vlečka, jejíž začátek provozu sahá až do roku 1963. (18)

### **6.3.1 Technologie provozu na vlečce**

Vlečka je napojena na ŽST. Lhotka nad Bečvou, která se nachází na trati číslo 280 (Hranice na Moravě – Horní Lideč – Púchov).

V provozu jsou zde celkem tři hnací vozidla, přesněji se jedná o jednu lokomotivu řady 740 (740.820) a dvě lokomotivy řady 740.3 (740.310; 740.324). Lokomotivy řady 740.3 mají sníženou hodnotu maximálního výkonu na 392 kW. Pro provozovatele je totiž mnohdy maximální výkon původní lokomotivní řady 740 zbytečně velký a v běžném provozu je nevyužitelný. Proto se firma DEZA rozhodla pro svůj provoz na vlečce pro rekonstrukci dvou lokomotiv řady 740 na řadu 740.3.

Autor pro své výpočty uvažuje lokomotivu řady 740. V kapitole 6.3.3 se však zabývá i nasazením lokomotivy řady 740.3.

S typickým nákladním vozem, se kterým se na této vlečce můžeme setkat je vůz s označením Zaes51, což je čtyřnápravový cisternový vůz určený pro přepravu kapalného zboží.

Specifikum provozu na této vlečce spočívá v rozdílných hodnotách dopravované zátěže. Ta se zde totiž pohybuje v rozmezí 100 až 900 tun.

Samotná vlečka není nikterak sklonově náročná. Hodnota sklonu se totiž pohybuje do 10 ‰. Jedinou výjimku tvoří svážný pahrbek, který má hodnotu sklonu 22,2 ‰ a 23,7 ‰. Ten však ve svoji práci autor neuvažuje.

K posouzení si autor vybral pouze část provozu vlečky, kdy je ze ŽST. Lhotka nad Bečvou přetahována zátěž do areálu firmy, konkrétně po kolejích č. 201, 204, 305 a 401. Na koleji č. 305 se nachází průběžná váha, která slouží k průběžnému vážení dopravované zátěže. U koleje č. 401 je pak umístěna rampa, která je určena ke stáčení surového benzolu. Zde je i konec celého měření. Délka posuzovaného úseku měří celkem 1515 metrů.

Autor v této kapitole vychází z TTP, která je uvedena v příloze B.

Na obrázku 21 můžeme vidět lokomotivu řady 740.820, kterou autor uvažuje pro své výpočty.



Zdroj: autor

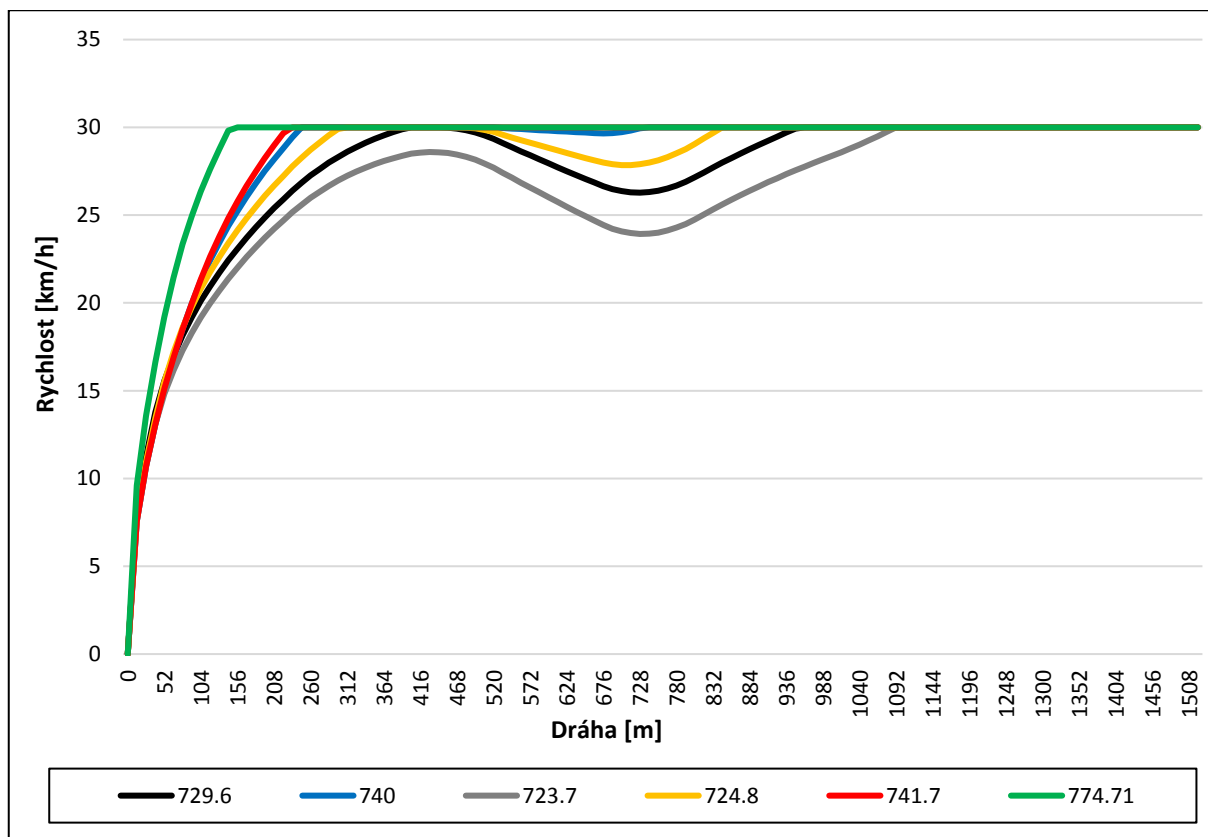
Obrázek 21 Lokomotiva řady 740.820

### 6.3.2 Změna hodnoty součinitele adheze

Jako první posuzovanou variantu na této vlečce je situace, kdy součinitel adheze dosahuje hodnoty 0,25. To představuje mezní hodnotu součinitele adheze pro případ, kdy je kolejnice suchá a zároveň je trať v dobrém technickém stavu.

Hodnotu dopravované zátěže autor uvažuje 800 tun, což je deset plně ložených nákladních vozů řady Zaes51.

Na obrázku 22 jsou pak zobrazeny dráhové tachogramy jednotlivých hnacích vozidel v posuzované části vlečky firmy DEZA.



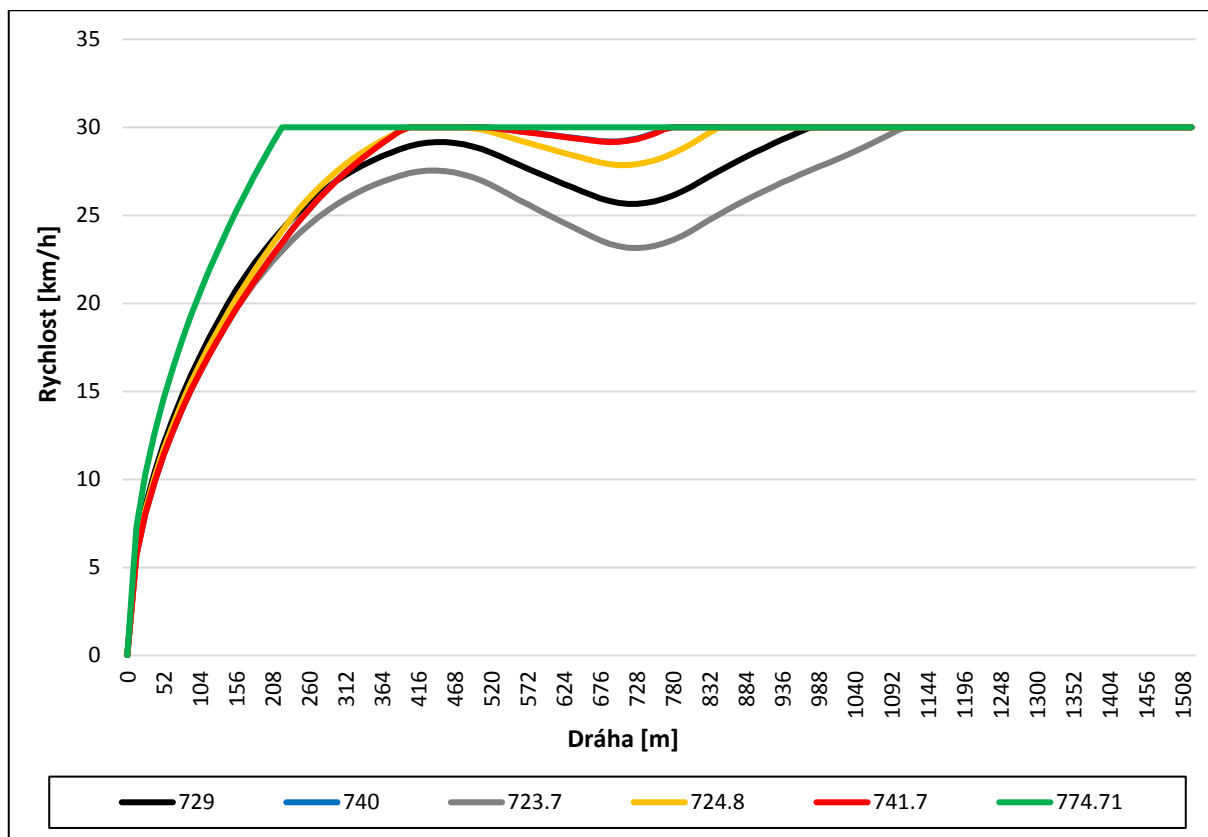
Zdroj: autor v MS Excel

**Obrázek 22** Hodnota součinitele adheze 0,25

Z daných dráhových tachogramů vyplývá, že při dané hodnotě součinitele adheze 0,25 dokáží všechna posuzovaná hnací vozidla tento úsek vlečky zvládnout. Rozhodující je v tomto případě jejich maximální výkon.

Další modelovou situací je snížení součinitele adheze na hodnou 0,15. Opět se jedná o mezní hodnotu, která v tomto případě představuje stav, kdy je kolejnice v důsledku počasí mokrá.

Na obrázku 23 jsou zobrazeny jednotlivé dráhové tachogramy pro hodnotu součinitele adheze 0,15 a hodnotu dopravované zátěže 800 tun.



Zdroj: autor v MS Excel

**Obrázek 23** Hodnota součinitele adheze 0,15

Z daného obrázku je patrné, že i při snížení hodnoty součinitele adheze na 0,15, například v důsledku deště, se průběh jízdy všech posuzovaných hnacích vozidel nijak zásadně nezměnil. Došlo pouze k nepatrnému snížení rychlosti v průběhu jízdy a fáze rozjezdu je plynulejší.

Autor proto může konstatovat, že i v tomto případě jsou všechna posuzovaná hnací vozidla schopna daný úsek vlečky zvládnout.

### 6.3.3 Nové hnací vozidlo řady 794 a 740.3

Z důvodu nevyžití maximálního výkonu u výše posuzovaných hnacích vozidel, se autor rozhodl pro variantu s novým hnacím vozidlem. Přesněji se jedná o lehkou dvounápravovou posunovací lokomotivu řady 794, kterou vyrábí firma CZ LOKO.

Dále autor ještě uvažuje o lokomotivě řady 740.3, která má snížený výkon na hodnotu 392 kW. Tato lokomotiva je určena právě pro provozovatele, pro které byl původně instalovaný výkon lokomotivy 740 s ohledem na provozní potřeby nevyužitelný.

V tabulce 10 jsou všechny vstupní parametry obou hnacích vozidel řady 794 a 740.3. Autor pro zjednodušení uvažuje stejnou hodnotu součinitele rotačních hmot a odpor hnacího vozidla jako u lokomotivy řady 740.

**Tabulka 10** Parametry hnacích vozidel 2

Hnací vozidla		794	740.3
Maximální výkon [kW]		328	392
Hmotnost hnacího vozidla [t]		36	64
Maximální tažná síla [kN]		97	204
Maximální rychlost [km/h]		60	80
Délka přes nárazníky [m]		9,45	13,60
Součinitel rotačních hmot [-]		0,112	0,112
Odpor hnacího vozidla [-]	A	2,536	2,536
	B	0,01066	0,01066
	C	0,00027	0,00027

Zdroj: (1;2)

Na obrázku 24 je pak zobrazena právě dvounápravová posunovací lokomotiva řady 794 od firmy CZ LOKO.

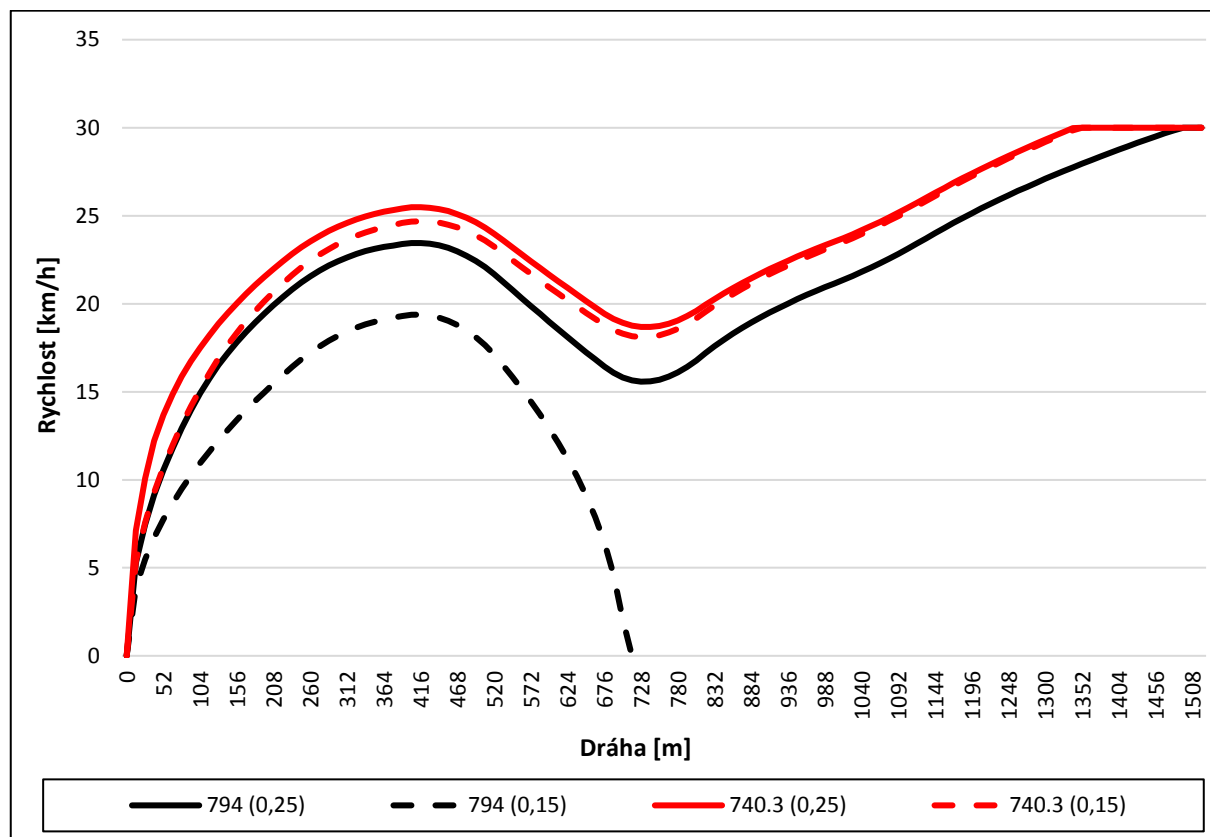


Zdroj: (19)

**Obrázek 24** Lokomotiva řady 794



Na obrázku 25 jsou znázorněny dráhové tachogramy pro lokomotivy řady 794 a 740.3. Hmotnost dopravované zátěže zůstává nezměněna na hodnotě 800 tun. Jako parametr, který se na vstupu mění, je adheze. Nepřerušovanou linií je označen součinitel adheze 0,25, naopak přerušovanou linií je hodnota součinitele adheze na čísle 0,15.



Zdroj: autor v MS Excel

Obrázek 25 Lokomotivy řady 794 a 740.3

Z daného obrázku vyplývá, že pro oba případy součinitele adheze 0,25 a 0,15 obstála pouze lokomotiva **740.3**. Její snížená hodnota maximálního výkonu je v tomto případě absolutně dostačující.

Lokomotiva řady **794** při vyšší hodnotě součinitele adheze dokázala daný úseku zdolat, avšak při zhoršených adhezních podmínkách na vlečce uvízla. Její nevýhoda v tomto případě spočívá v nízké celkové hmotnosti.

### 6.3.4 Zhodnocení návrhů pro vlečku firmy DEZA

Pokud se zaměříme na vyhodnocení dosažených výsledků modelování a simulace na vlečce firmy DEZA tak zjistíme, že všechny vlakové soupravy tažené posuzovanými hnacími vozidly dokázaly daný úsek překonat, a to i za zhoršených adhezních podmínek.

Opět se nabízí otázka, zda by nebylo vhodné zvýšit hodnotu dopravované zátěže. Toto řešení však bohužel není možní z důvodu omezené délky vnitropodnikových kolejí vlečky.

Jako vhodné hnací vozidlo pro tento typ vlečky proto autor navrhuje lokomotivu řady **740.3**, která má snížený maximální výkon na hodnotu 392 kW. Nízký maximální výkon sice lokomotivu předurčuje pouze k méně náročným výkonům, ale pro tento typ vlečky tato lokomotiva bohatě dostačuje. Je to i z toho důvodu, že dopravovaná zátěž se často pohybuje i pod hranicí 800 tun.

Tato úvaha je opět podložena i faktem, že nižší výkon se rovná nižším finančním nákladům na údržbu a provoz hnacího vozidla.

## **6.4 Celkové zhodnocení**

Z modelování a simulace provozu na vlečkách vyplývá, že jako jediné hnací vozidlo, které obstálo ve všech posuzovaných situacích, je lokomotiva řady **774.71**. Je to dáno především maximálním výkonem a celkovou hmotností vozidla. Autor však toto hnací vozidlo uvádí jako nevyhovující z důvodu nevyužití jeho maximálního výkonu během jízdy. Hodnota maximálního výkonu se pro některé posuzované varianty pohybovala pouze kolem 60 %. Tato úvaha při výběru vhodného hnacího vozidla vychází také z toho, že lokomotiva s vyšším maximálním výkonem je obecně na provoz a údržbu dražší. Proto z ekonomického hlediska lokomotiva řady **774.71** je pro vlečkový provoz dlouhodobě nevýhodná. Jako možné provozní opatření se vždy nabízelo navýšení dopravované zátěže. To však většinou nelze provést z důvodu omezené délky dopravních kolejí na vlečce.

Naopak proti tomu lokomotiva řady **723.7**, která má nejnižší maximální výkon z posuzovaných vozidel, vyšla ze všech modelových situací nejhůře, a proto ji autor rovněž nedoporučuje. Jediným případem, kdy tato lokomotiva obstála, byl provoz na vlečce společnosti DEZA. Zde totiž nejsou náročné sklonové poměry, a tudíž i při nižší hodnotě součinitele adheze dokázala tato lokomotiva daný úsek zdolat.

Pokud došlo právě ke zhoršení adhezních podmínek na vlečce, tak se během průběhu jízdy u lokomotiv řady **729.6** a **724.8** projevila jejich přednost ve větším nápravovém zatížení. Zvláště u lokomotivy řady **729.6**, která má celkovou hmotnost 84 tun.

Jako velmi vhodným hnacím vozidlem pro provoz na vlečkách se ukázala lokomotiva řady **740**. V prvním posuzovaném případě na VČS a stejně tak i na vlečce hutního provozu dokázala ve většině modelových situací s danou dopravovanou zátěží a při daných adhezních podmínkách projet celý úsek vlečky.

Lokomotiva řady **741.7**, jejíž maximální výkon dosahuje až 1000 kW, se často průběhem jízdy podobala lokomotivě řady **740**. I přes větší hodnotu maximálního výkonu nedokázala

této výhody využít. Je to dáno především hodnotou kritické rychlosti, přes kterou se v průběhu jízdy nedokázala dostat.

Výstupem celého modelování a simulace je také fakt, že největší podíl na výsledném průběhu jízdy měla hodnota součinitele adheze a hodnota dopravované zátěže. Tyto dvě složky působily na vlaky v největší míře.

Možným provozním opatřením při zhoršených podmínkách adheze je možnost pískování, což je sypání písku na kolejnice ze zásobníku pískovače umístěného na hnacím vozidle. To vede ke zlepšení hodnoty adheze. Ovšem jedná se pouze o krátkodobé řešení, například při rozjezdu či prokluzu hnacího vozidla.

Proto autor navrhuje jako hlavní opatření při špatných adhezních podmínkách zvýšení hmotnosti hnacího vozidla. Tomuto opatření se věnuje kapitola 6.2.3.

Jako dalšímu možnému opatření při nízkém součiniteli adheze, kterému se autor věnoval, bylo zvýšení maximální traťové rychlosti. Toto zdánlivě jednoduché opatření vede při rozjezdu vlaku k možnosti získání větší kinetické energie, kterou následně využije pro daný kritický úsek vlečky. Výsledky jsou uvedeny v kapitole 6.1.3.

Na určitý problém, na který autor poukazuje, je správné nastavení hodnoty součinitele adheze. Jedná se totiž o proměnlivou veličinu, která je ovlivněna celou řadou faktorů. Zejména se jedná o počasí, čistotu kol a kolejnice a kvalitu povrchu samotné kolejnice. Problémem je také, že hodnota součinitele adheze nemusí být po celou dobu jízdy vlaku konstantní, ale může se průběžně měnit.

## ZÁVĚR

V této diplomové práci se autor zabýval modelováním a simulací v programech MS Excel a OpenTrack. Cíl této práce bylo nastavení podmínek pro správné posouzení a výběr vhodného hnacího vozidla pro vlečky pomocí programů MS Excel a OpenTrack. Rovněž také pomocí metod simulace a modelování najít vhodná hnací vozidla pro konkrétní vlečky.

V první části práce se autor zaměřil na firmu CZ LOKO a její portfolio nabízených hnacích vozidel. Následně jsou uvedeny veškeré vstupní parametry, které jsou během simulace a modelování použity. Dále jsou popsány jednotlivé postupy v programech MS Excel a OpenTrack. Jsou zde zmíněny konkrétní veličiny a způsob jejich zjištění.

Druhá část diplomové práce se nejdříve zabývá ověřením platnosti neboli validací dosažených výsledků, mezi měřením běžného provozu s dosaženými výsledky pomocí simulace a modelování. Dále jsou v práci již přímo řešeny jednotlivé situace pro konkrétní vlečky a posouzení vhodného typu hnacího vozidla.

Autor konstatuje, že dokázal programy MS Excel a OpenTrack nastavit tak, aby je bylo možné využít k této dané problematice, což je posouzení pro provoz na vlečkách. Výsledný program MS Excel je pak v příloze této práce.

Autor ve své práci poukazuje také na to, že je velmi důležité posuzovat každou vlečku zvlášť. Rovněž je i podstatné věnovat pozornost samotnému provozu na vlečce a jejich případným změnám, jako je například zhoršení adhezních podmínek. K této problematice mohou právě posloužit metody simulace a modelování, díky kterým lze zjistit, jak se dané hnací vozidlo při daných podmínkách bude v provozu chovat. Nalezením optimálního hnacího vozidla lze pak docílit zefektivnění provozu na vlečkách a snížení finančních nákladů.

Je však velmi důležité si uvědomit, že na samotný provoz vlaků či posunových dílů na vlečkách nepůsobí pouze hodnota součinitele adheze, ale celá řada dalších proměnných hodnot, jako je například maximální výkon hnacího vozidla, nebo hodnota dopravované zátěže. Proto je podstatné, aby provozovatel vlečky dokázal všechny tyto vstupní faktory správně vyhodnotit. K tomu mu právě může pomoci program MS Excel.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) Internetové stránky *CZ LOKO, a.s.* [online]. [cit. 2017-11-20]. Dostupné z: [www.czloko.cz](http://www.czloko.cz)
- (2) BITTNER, Jaromír, Jaroslav KŘENEK, Bohumil SKÁLA a Milan ŠRÁMEK. *Malý atlas lokomotiv*. Praha: Gradis Bohemia, 2000. ISBN 978-80-86925-17-2
- (3) Internetové stránky *Wikipedie/CZ LOKO* [online]. [cit. 2017-11-27]. Dostupné z: [www.cs.wikipedia.org/wiki/CZ\\_LOKO](http://www.cs.wikipedia.org/wiki/CZ_LOKO)
- (4) JOZEF, Gašparík a Jiří KOLÁŘ. *Železniční doprava: technologie, řízení, grafikony a dalších 100 zajímavostí*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0058-3
- (5) Vyhláška 173/1995 Ministerstva dopravy, kterou se vydává dopravní řád drah
- (6) Internetové stránky *Správným směrem* [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: [www.spravnym.smerem.cz](http://www.spravnym.smerem.cz)
- (7) ZELENKA, Jaromír, Tomáš MICHÁLEK a Martin KOHOUT. *Mechanika dopravy: studijní opora*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, dislokované pracoviště Česká Třebová, 2013. ISBN 978-80-7395-739-1
- (8) ČSD V7. Trakční výpočty. Praha: NADAS, 1982.
- (9) Internetové stránky *Oltis group/REVOZ* [online]. [cit. 2017-11-22]. Dostupné z: [www.oltisgroup.cz/produkty/manazer-zeleznicni-infrastruktury/revoz/](http://www.oltisgroup.cz/produkty/manazer-zeleznicni-infrastruktury/revoz/)
- (10) Internetové stránky *Katalog nákladních vozů ČD Cargo, a.s.* [online]. [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: [www.cdcargo.cz/katalog-nakladnich-vozu](http://www.cdcargo.cz/katalog-nakladnich-vozu)
- (11) BULÍČEK, Josef. *Modelování technologických procesů v dopravě*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2011. ISBN 978-80-7395-442-0
- (12) Internetové stránky *OpenTrack* [online]. [cit. 2017-11-28]. Dostupné z: [www.opentrack.cz/opentrack\\_cz.html](http://www.opentrack.cz/opentrack_cz.html)
- (13) TISCHER, E.: *Simulace automatického provozu na trase metra B*. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2017.
- (14) RADA, D.: *Zvýšení stability jízdního řádu pomocí částečného zdvoukolejnění tratě Blažovice – Přerov*. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2016.

- (15) Internetové stránky *Vlečka Velkolomu Čertovy schody* [online]. [cit. 2018-02-08].  
Dostupné z: [www.velkolom.cz/vlečka](http://www.velkolom.cz/vlečka)
- (16) ČERNOHORSKÝ. *Železniční vozy hutních provozů - u vysokých pecí* [online]. [cit. 17.4.2018]. Dostupné z: [www.parostroj.net](http://www.parostroj.net)
- (17) Emailová komunikace s firmou CZ LOKO, a.s.
- (18) Internetový článek *Provoz doprava společnosti DEZA, a.s. slaví 50 let* [online]. [cit. 2018-04-014]. Dostupné z: [www.deza.cz](http://www.deza.cz)
- (19) CZ LOKO. *Dráhy nakoupí posunovací lokomotivy za čtvrt miliardy od CZ Loko* [online]. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: [www.zpravy.e15.cz](http://www.zpravy.e15.cz)

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A Tabulka traťových poměrů vlečky Čertovy schody

Příloha B Tabulka traťových poměrů vlečky DEZA, a.s.

Příloha C Schéma kolejiště vlečky DEZA, a.s.

Příloha D Trakční charakteristika a zátěžový diagram lokomotivy řady 740

Příloha E Zátěžový diagram lokomotivy řady 729.6

Příloha F CD-ROM

# **PŘÍLOHA**



## Příloha A Tabulka traťových poměrů vlečky Čertovy schody

Zdroj: Antonín Kiml, vedoucí provozu expedice a vlečky Čertovy schody

 <b>Lhoist</b>		<b>Předpis VČS</b>
<b>Vápenka Čertovy schody, a.s.</b>		
Název předpisu	Provozní řád vlečky	Strana 18 (celkem 93)
ČSN EN ISO 9001 : 2010		

### A. POPIS VLEČKY

#### 8. Všeobecný popis

- celková stavební délka vlečky je 16 025 m
- vlečka je rozdělena na 4 obvody:
  - předávkové kolejiště v ŽST Beroun
  - kolejiště bývalé vlečky RSM Beroun (dnes VČS Beroun)
  - spojovací traťová kolej
  - vnitrozávodní kolejiště vlečky Vápenka Čertovy schody, a.s. (dále jen vnitrozávodní kolejiště VČS)

#### 9. Tabulka mostů a propustků

Km poloha	popis	světlost
1,160	trubní propust	550 mm
1,476	trubní propust	1000 mm
1,597	trubní propust	700 mm
1,731	trubní propust	600 mm
1,851	propustek	2400 mm x 3000 mm
1,896	most železobetonový + OK	2 x 17 m + 16 m OK
2,105	trubní propust	600 mm
2,235	trubní propust	600 mm
2,759	trubní propust	600 mm
3,442	trubní propust	1000 mm
3,309	trubní propust	800 mm
4,421	trubní propust	1000 mm
4,446	trubní propust	1000 mm
4,660	trubní propust	660 mm
5,089	trubní propust	1000 mm
5,401	trubní propust	1000 mm

#### 10. Podmínky pro jízdu drážních vozidel

- zábrzdná vzdálenost – 400m
- nejvyšší povolený nápravový tlak – 22,5 t
- přechodnost hnacích vozidel:
  - předávkové kolejiště v ŽST Beroun a kolejiště bývalé vlečky RSM Beroun je možno pojíždět všemi hnacími vozidly VČS a ČD Cargo
  - spojovací traťová kolej – hnací vozidla skupiny A1

<b>Lhoist Česká republika a Slovensko</b> Vápenka Čertovy schody a.s. Adresa: Tmaň 200, 267 21 Tmaň – Tel : 311 657 300 – Fax : 311 657 410 IČ : 453 48 626 – DIČ : CZ453 48 626 <a href="http://www.lhoist.cz">www.lhoist.cz</a>	Datum vydání: 1. 1. 2015
---	--------------------------



Vápenka Čertovy schody, a.s.

Předpis  
VČS

Název předpisu	Provozní řád vlečky	Strana 19 (celkem 93)
----------------	---------------------	-----------------------

ČSN EN ISO 9001 : 2010

- nejvyšší povolená rychlost:
  - ve spojovací traťové koleji – 30 km/h
  - v ostatních obvodech vlečky – 20 km/h

#### 11. Tabulka oblouků

Kolej č.	km začátek	km konec	délka m	R
spojovací	0,687109	0,737573	50,4	200
spojovací	0,785050	0,835046	50,0	550
spojovací	0,902091	0,936986	34,9	300
spojovací	1,088181	1,190243	102,1	300
spojovací	1,454764	1,509518	54,8	300
spojovací	1,697078	1,859438	349,9	180
spojovací	1,948460	2,265829	317,4	180
spojovací	2,334563	2,649190	214,6	180
spojovací	2,673941	3,043164	362,9	225
spojovací	3,129173	3,452229	323,1	180
spojovací	3,536706	3,819393	282,6	200
spojovací	4,345256	4,544582	199,3	180
spojovací	4,743099	4,819350	76,3	300
spojovací	4,927159	5,180792	253,6	200
výtažná	0,264550	0,500852	236,3	225
výtažná	5,319800	5,322800	30	200
spojka	5,327600	5,351600	24	500
2	5,464558	5,471560	7	200
spojka	5,484249	5,493500	9,3	200
2	5,536404	5,585000	47,7	200
3	5,815000	5,845000	30	200
4	5,558904	5,585000	26,1	400
6	5,559000	5,572900	13	300
6	5,572900	5,586950	14	1 000
10	5,556750	5,582250	25,8	180
10	5,584000	5,608300	26,1	300
12	5,584000	5,607500	23,5	200
14	5,562100	5,621500	59,5	200
16	5,567500	5,623500	56	200
18	5,556000	5,619000	63	160
24A	5,649000	5,795000	46	180
24A	5,795000	5,842000	46	180
spojka	5,820000	5,827000	7	175
20	5,801500	5,840000	36,5	400
22	5,818000	5,825000	7	200
18	5,823000	5,838500	15,5	250
2	5,893225	5,902225	9	200
mateční	5,914000	5,931000	17	175
4	5,901500	5,918700	17,5	200

Lhoist Česká republika a Slovensko

Vápenka Čertovy schody a.s.

Adresa: Tmaň 200, 267 21 Tmaň – Tel : 311 657 300 – Fax : 311 657 410

IČ : 453 48 626 – DIČ : CZ453 48 626

1219911051 011

©

Datum vydání: 1. 1. 2015



Vápenka Čertovy schody, a.s.

Předpis  
VČS

Název předpisu	Provozní řád vlečky	Strana 20 (celkem 93)
ČSN EN ISO 9001 : 2010		

6	5,929000	5,947400	17,5	200
10	5,917000	5,928000	11	180
12	5,888200	5,899200	11	180
spojka	5,909000	5,918000	9	180
spojka	5,933900	5,961900	21	180
16	5,937200	5,966200	29	180
14a	5,985600	5,993600	8	200
14b	5,968900	5,986900	18	200
22	6,020700	6,036200	15,5	250
20a	5,440000	5,497000	57	180
20b	5,512000	5,570000	57	180

## 12. Sklonové poměry

km začátek	km konec	‰	poznámka
0,000	0,128	9,3	stoupá
0,128	0,323	4,8	stoupá
0,323	0,468	12,5	stoupá
0,468	0,603	5,3	stoupá
0,603	0,766	16,3	stoupá
0,766	0,929	17,0	stoupá
0,929	1,058	19,3	stoupá
1,058	1,201	17,4	stoupá
1,201	1,424	19,3	stoupá
1,424	1,520	17,4	stoupá
1,520	1,614	19,3	stoupá
1,614	2,587	15,9	stoupá
2,587	3,081	18,1	stoupá
3,081	3,500	14,7	stoupá
3,500	3,863	15,1	stoupá
3,863	4,450	14,7	stoupá
4,450	4,576	15,9	stoupá
4,576	4,721	19,3	stoupá
4,721	4,868	17,4	stoupá
4,868	5,537	16,3	stoupá
5,537	5,407	0,0	stoupá
5,407	5,717	2,5	klesá v 1. koleji
5,717	5,850	0,0	klesá v 1. koleji
5,337	5,456	6,7	klesá v ostatních kolejích
5,456	6,103	0,0	klesá v ostatních kolejích

Lhoist Česká republika a Slovensko

Vápenka Čertovy schody a.s.

Adresa: Tmaň 200, 267 21 Tmaň – Tel: 311 657 300 – Fax: 311 657 410

IČ: 453 48 626 – DIČ: CZ453 48 626

[www.lhoist.com](http://www.lhoist.com)

Datum vydání: 1. 1. 2015

©

## Příloha B Tabulka traťových poměrů vlečky DEZA, a.s.

Zdroj: Ing. Petr Menc, vedoucí provozu Doprava

DEZA	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>	č: 02 / 62210
a. s. Valašské Meziříčí	<b>ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ NA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ</b>	Vydání : 1
		Strana : 7/46
		Datum účinnosti vydání : 1. 6. 2006

*Mostek v km 1,115 :*

U remize lokomotiv v km 1,115 na koleji č. 305 se nachází železobetonový mostek přes Byninský potok. Konstrukci mostku tvoří železobetonová deska silná 35 cm. Šikmá světlost mostku je 5,5 m. most svírá s trasou Byninského potoka úhel 75<sup>0</sup>.

**1. 1. 2. Železniční svršek**

Železniční svršek je tvořen z kolejí, výhybek, zvláštních konstrukcí a konstrukčních prvků. Součástí železničního svršku jsou zejména kolejnice, kolejnicové podpory, upevňovačla, drobné kolejiivo, výhybkové součásti, dilatační zařízení, izolované styky, vodivá a speciální spojení, přídržné kolejnice, ozubnicové tyče, zařízení proti putování kolejnic, pražcové kotvy, kolejové lože, ohřev výhybek.

Výhybky jsou tvaru JS 49, OS 49, CS 49, S 49, JT a JA na dřevěných, starší výhybky na ocelových pražcích. Kolejnice tvaru T, A, S 49, pražce betonové, typu SB 3, SB 4, SB 5, RS a dřevěné. Rozdělení pražců je „c“.

**1. 1. 2. 1. Směrové poměry**

Kolej č. 305 začíná od zarážedla u skladu technických plynů. V km 1,06 odbočuje kolej č. 501a 502 do remize lokomotiv a kolej č. 503 spojuje hlavní kolej č. 305 s kolejí č. 504 k hlavnímu skladu a firmě RIOS s. r. o. Kolej č. 504 končí zarážedlem v hale hutního skladu. Kolej je v hale zadlážděna, podpěry konstrukce a hrany patek jsou označeny „Pozor úzký průřez „. Kolej č. 305 křížuje trasu Byninského potoka, přes který přechází po železobetonovém deskovém mostku. V km 1,267 se kolej č. 305 rozvětňuje do oboustranného zhlaví skládajícího se z kolejí č. 401, 402, 403, 404, 305, 405, 406, 407, 408 a 409, kde jsou umístěny rampy pro stáčení surovin a výrobků a. s. DEZA Valašské Meziříčí. Kolej č. 407 je v délce rampy č. 810 provedena v přejezdové úpravě s možností vjetí autocisterny do kolejiště. Vpravo od koleje je vybudována obslužná lávka umožňující obsluhu manipulaci při plnění autocisteren. V době plnění autocisteren bude vyloučen provoz po sousedních kolejích.

Pokračování koleje č. 305 v km 1,695 navazuje na další rozvětvené úseky a to koleje č. 306 a 307 a v km 1,736 na koleje č. 301, 302, 303 a 304 až do km 2,19 koleje č. 305, kde tato kolej končí u výměny D 37 a. Na kolejích č. 301 a 302 je vybudována čistící stanice vozů, na kolejích č. 303 a 304 rampa pro plnění kreozotových a karbolových olejů, na kolejích č. 306 a 307 rampa pro spouštění surového dehtu a předehtování cisteren.

Od výměny D 37 b pokračuje kolej č. 205, která končí u výměny D 46, kde navazuje kolej č. 114. Souběžně s kolejí č. 205 vedou spojovací koleje č. 202, 203 a 204.

Kolej č. 214, která začíná od výměny D 46 obloukem R 195 m, umožňuje přístup do dalších provozů po kolejích č. 209, 210 a 211, kde jsou rampy pro plnění silničních výrobků, granulované a tekuté smoly, antracenu, spouštění kyseliny solné, vápna a čistých chemikálií.

Po koleji č. 212 je přístup k investičnímu skladu a po koleji č. 213 k rampě PYTO, patřící firmě CS CABOT s. r. o, kde tato kolej končí.

V samotné koleji č. 214 jsou rampy pro plnění dioktylfthalátu, ftalanhydridu, technického naftalenu, odpadní kyseliny sírové, spouštění etylhexanolu a fenolových výrobků. U koleje č.

Výtisk č :	Změna č :	Datum účinnosti změny :
------------	-----------	-------------------------

DEZA  a. s. Valašské Meziříčí	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>	č: 02 / 62210
	<b>ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ NA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ</b>	Vydání : 1
		Strana : 8/46
		Datum účinnosti vydání : 1. 6. 2006

215 je v km 1,4 vybudována plnicí a spouštěcí rampa provozu „ Výroba fenolů „. Kolej je zakončena zarážedlem, opatřeným návěstí „ Posun zakázán „.

Další provozní kolej je kolej č. 216, která začíná u výměny D 85, vede obloukem o R 150 – 180 m až do provozu firmy CS CABOT s. r. o., kde se rozvětňuje na výměně D 96 na koleje č. 216 a 216 a. obě koleje jsou ukončeny zarážedly, opatřenými návěstí „ Posun zakázán „.

Návěstí „ Posun zakázán „ jsou opatřeny rovněž oboustranně brány oplocení, oddělující areál firmy a. s. DEZA Valašské Meziříčí a CS CABOT s. r. o. na kolejích č. 216 a 217. Kolej č. 216 a 216 a jsou v prostoru sil provedeny v přejezdové úpravě, která umožňuje vjezd silničním vozidlům. V době nakládky silničních vozidel je manipulace s železničními vozy vyloučena. Přistavbu vozů pro CS CABOT s. r. o. operativně řídí směnový mistr železniční dopravy. Odbočením u výměny D 95 od koleje č. 216, pokračuje dále kolej č. 217 o celkové délce 532 m se čtyřmi oblouky o poloměru R 217, 219, 284 a 256 m.

Další součástí kolejiště vlečky a. s. DEZA Valašské Meziříčí jsou koleje č. 101a, 101b, 102a, 102b, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 201 a 201a, které spolu s kolejemi č. 202, 203, 204, 205 a 206 slouží pro odstavování vozů, mechanizačních a dopravních prostředků vlečky. Tato větev navazuje na kolej č. 305 v km 2,19 a od km 2,668 je jako kolej č. 114. Kolej č. 114 se otáčí v km 2,7 obloukem vlevo, dále jde rovnoběžně se skupinou kolejí svázného pahrbku a u pomocného stavědla PST 1 se stáčí obloukem vpravo, přes výměnu D 73 a končí zemním zarážedlem v km 3,73.

Kolejová skupina svázného pahrbku je rovnoběžná s kolejemi ČD a. s. ve stanici Lhotka nad Bečvou a navazuje na kolej č. 205. Pomocí kolejové spojky a výměn D 41 a D 49, umožňuje spojení po těchto kolejích s kolejemi ČD a. s. Na svázném pahrbku koleje č. 203 je v km 2,62 umístěna spádovištní kolejová váha firmy SCHENCK. Pod svázným pahrbkem je situováno dvojité kolejové spojení skupin kolejí č. 101 – 105 a 106 – 113.

Koleje č. 101 – 104 jsou spojeny s kolejištěm ČD a. s. pomocí krátké spojky, spojující skupinu kolejí nad svázným pahrbkem ( kolej č. 201, 205 a 214 ), která se váže přes výměnu D 50 na kolejiště ČD a. s., dále přes odjezdové zhlaví a výměnu D 77 ve stanici Lhotka nad Bečvou. Třetí možné spojení s kolejemi ČD a. s. je na koleji č. 101 přes výměnu D 64 a.

#### 1. 1. 2. 2. Výškové poměry

Kolej č. 305 klesá ve spádu 2,5 ‰. Od km 1,40 je kolej č. 305, jakož i přilehlé koleje na spouštěcích rampách ( dehtové, topné oleje, benzolové a směsných olejů ) a na čistící stanici vozů, vodorovné.

V rozmezí km 2,19 po km 2,54 klesá 1,8 ‰, od km 2,63 ( kolej č. 205 ) po km 2,78 ( kolej č. 114 ) klesá na 8 ‰, pak je úsek v délce 52 m vodorovný. V km 2,83 činí spád 1,5 ‰ a přechází v km 3,33 ve stoupání až po km 3,49. Od km 3,49 je spád 4 ‰.

Výtažná kolej č. 201 v rozmezí km 2,56 až 2,59 koleje č. 204 má spád 7,8 ‰ a od km 2,59 koleje č. 204 má spád 9,89 ‰.

Svázný pahrbek na kolejích č. 203 a 204 je ve spádu 23,7 ‰. Stoupání před svázným pahrbkem je 22,2 ‰.

Kolej č. 214 v rozmezí km 0,00 až 2,4 stoupá na 2,1 ‰, dále je vodorovná v délce 173 m a pak klesá v délce 240 m. po výměnu D 95 je stoupání 2,5 ‰, od výměny D 87 je vodorovná.

Výtisk č :	Změna č :	Datum účinnosti změny :
------------	-----------	-------------------------

DEZA  a. s. Valašské Meziříčí	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>	č: 02 / 62210
	<b>ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ NA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ</b>	Vydání : 1
		Strana : 9/46
		Datum účinnosti vydání : 1. 6. 2006

Kolej č. 211 od km 0,00 stoupá 5 ‰ až po výměnu D 82. Od km 0,1 stoupá až na 4,8 ‰. Od km 0,48 stoupá na 2,5 ‰.

### 1. 1. 2. 3. Seznam kolejí a jejich užitečné délky

č. koleje	vymezení	celková délka koleje	určení	poznámka
101a, b	D 56 – zarážedlo	647 m	manipulační	izolační pole
102a, b	D 53 – D 77	1 051 m	odevzdávková, návratová	izolační pole
103	D 75 – D 53	1 002 m	odevzdávková, návratová	sestava vlaků
104	D 53 – D 77 konec izol.	1 053 m	odevzdávková, návratová	sestava vlaků
105	D 63 – zarážedlo	381 m	manipulační	kusá
106	D 61 – D 68	461 m	manipulační	průjezdná
107	D 61 – D 68	461 m	manipulační	průjezdná
108	D 58 – D 66	485 m	manipulační	průjezdná
109	D 66 – D 58	485 m	manipulační	průjezdná
110	D 54 – D 72	561 m	manipulační	průjezdná
111	D 71 – D 60	486 m	manipulační	průjezdná
112	D 56 – D 71	518 m	manipulační	průjezdná
113	D 69 – D 59	457 m	manipulační	průjezdná
114	D 49 - zarážedlo	1 062 m	průjezdná po PST, 1	konec kusá
201	D 43 b – D 8 ČD	231 m	výtažná, spojovací	průjezdná
201 a	D 50 – zarážedlo	77 m	čerpání odpadní vody	kusá
202	zarážedlo – D 43b	554 m	manipulační, odstavná	kusá
203	D 53 – D 31	689 m	manipulační, odstavná	průjezdná
204	D 38 – D 61	656 m	manipulační, odstavná	průjezdná
205	D 49 – D 35	490 m	manipulační	průjezdná
206	D 45 – zarážedlo	100 m	mechanizač. prostředky	kusá
209	D 80 – zarážedlo	212 m	dehtové výrobky	kusá
210	zarážedlo – D 79	961 m	dehtové výrobky	kusá
211	D 78 – D 84	712 m	manipulační	průjezdná
212	D 82 – zarážedlo	189 m	provozní sklad	kusá
213	zarážedlo – D 86	258 m	rampa PYTO CS CABOT	kusá
214	D 46 – zarážedlo	1 593 m	manipulační	kusá
215	zarážedlo – D 87	769 m	manipulační	kusá
216	D 85 – zarážedlo	879 m	manipulační	kusá
216 a	zarážedlo - D 96	209 m	manipulační	kusá
217	zarážedlo - D 95	535 m	odstavná, vykládková	kusá
301	D 28 – D 32	293 m	čistící stanice vozů	průjezdná
302	D 33 – D 27	349 m	čistící stanice vozů	průjezdná
303	D 25– D 34	413 m	plnění dehtových výrobků	průjezdná

Výtisk č :	Změna č :	Datum účinnosti změny :
------------	-----------	-------------------------

DEZA  a. s. Valašské Meziříčí	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>	č: 02 / 62210
	<b>ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ NA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ</b>	Vydání : 1
		Strana : 10/ 46
		Datum účinnosti vydání : 1. 6. 2006

304	D 35 – D 26	415 m	plnění dehtových výrobků	průjezdna
305	zarážedlo – D 35	1 488 m	manipulační, spojovací	průjezdna
306	D 36 – D 22	497 m	spouštění dehtů	průjezdna
307	D 20 – D 36	528 m	spouštění dehtů	průjezdna
401	D 24 – D 10	469 m	stáčení benzolu	průjezdna
402	D 15 – D 19	284 m	stáčení benzolu	průjezdna
403	D 13 – D 21	355 m	plnění benzol. výrobků	průjezdna
404	D 24 – D 10	465 m	plnění benzol. výrobků	průjezdna
405	D 17 – D 11	339 m	stáčení topných. olejů	průjezdna
406	D 18 – D 11	367 m	stáčení topných olejů	průjezdna
407	D 16 – D 16 a	196 m	motorová nafta	průjezdna
408	zarážedlo – D 16 a	167 m	odstavná	kusá
409	D 16 a - zarážedlo	176 m	nakládky smoly	kusá
501	D 9 – DEPO	109 m	odstavná remize loko	kusá
502	DEPO – D 9	109 m	odstavná remize loko	kusá
503	D 6 – D 7	109 m	spojovací	průjezdna
504	0,00 – konec	337 m	vykládková hutní sklad	kusá

#### 1. 1. 2. 4. Seznam oblouků kolejiště vlečky

##### Oblouky I. etapy

označení	na koleji	R ( poloměr )	označení	na koleji	R ( poloměr )
R 1	501	200	R 9	405	200
R 2	502	200	R 10	406	200
R 3	503	200	R 11	401	180
R 4	503	200	R 12	402	300
R 5	404	200	R 13	403	300
R 6	403	200	R 14	407	200
R 7	402	200	R 15	406	180
R 8	401	200	R 16	408	180

##### Oblouky II. Etapy

označení	na koleji	R ( poloměr )	označení	na koleji	R ( poloměr )
R 1	210	180	R 11	215	200
R 2	210	150	R 12 a	216 a	150
R 3	209	150	R 13	216	180
R 4	210	150	R 14	216	150

Výtisk č :	Změna č :	Datum účinnosti změny :
------------	-----------	-------------------------

DEZA a. s. Valašské Meziříčí	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>		č: 02 / 62210
	<b>ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ NA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ</b>		Vydání : 1
			Strana : 11/46
			Datum účinnosti vydání : 1. 6. 2006

R 5	211	150	R 16	215	200
R 6	211	250	R 17	215	500
R 7	214	180	R 18	215	500
R 8	214	180	R 19	217	180
R 9	213	150	R 20	217	217
R 10	214	150	R 21	212	200

**Oblouky II. a III. etapy**

označení	na koleji	R ( poloměr )	označení	na koleji	R ( poloměr )
R 19	306	200	R 45	104	1000
R 20	307	150	R 46	105	180
R 21	303	200	R 47	106	180
R 22	302	200	R 48	107	190
R 23	301	180	R 49	108	500
R 24	301	150	R 50	109	180
R 25	302	200	R 51	110	450
R 26	303	200	R 52	111	180
R 27	203	225	R 53	112	200
R 28	202	200	R 54	113	150
R 29	306	200	R 55	114	250
R 30	307	200	R 56	106	185
R 31	205	300	R 57	107	320
R 32	204	210	R 58	108	180
R 33	203	210	R 59	109	200
R 34	202	210	R 60	110	200
R 35	202	200	R 61	111	180
R 36	206	200	R 62	112	320
R 37	214	195	R 63	113	175
R 38	201	225	R 64	114	250
R 39	201	180	R 65	114	250
R 40	201	180	R 66	102	650
R 41	114	250	R 67	103	655
R 42	101	180	R 68	104	320
R 43	102	240	R 69	114	600
R 44	103	180			

**1. 1. 2. 5. Nejmenší poloměr oblouku**

Kolejiště vlečky a. s. DEZA Valašské Meziříčí má celkem 94 oblouků bez převýšení. Nejmenší poloměr oblouku na vlečce a. s. DEZA Valašské Meziříčí je R = 150 m.

Výtisk č :	Změna č :	Datum účinnosti změny :
------------	-----------	-------------------------



DEZA  a. s. Valašské Meziříčí	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>		č: 02 / 62210
	<b>ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ NA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVĚ</b>		Vydání : 1
			Strana : 12/ 46
			Datum účinnosti vydání : 1. 6. 2006

#### 1. 1. 2. 6. Seznam výkolejek na vlečce

Kolejiště vlečky obsahuje celkem 7 výkolejek, ústředně stavěných.

číslo výkolejky	poloha v km	na koleji číslo
VKD 1	3	101 a
VKD 2	3,04	102 a
VKD 3	3,67	104
VKD 4	3,67	kusá
VKD 5	3,67	103
VKD 6	3,71	kusá od ČD
VKD 7	3,71	102

#### 1. 1. 2. 7. Seznam výhybek na vlečce


Kolejiště vlečky obsahuje 41 jednoduchých a 5 křižovatkových výhybek ústředně stavěných a 47 výhybek jednoduchých ručních, místně stavěných. Celkový počet výhybek na vlečce a. s. DEZA Valašské Meziříčí je 93.

číslo výhybky	km	typ výhybky	na koleji číslo	typ stavění
D 6	0,180	JA typ I. 7 <sup>0</sup> P	504	ruční
D 7	1,040	JA typ I. 7 <sup>0</sup> L	305	ruční
D 8	1,040	JA typ I. 7 <sup>0</sup> P	502	ruční
D 9	1,067	JA typ I. 7 <sup>0</sup> P	305	ruční
D 10	1,267	JS 49 1 : 9 190 L	305	ruční
D 11	1,299	JS 49 1 : 9 190 P	305	ruční
D 12	1,299	JS 49 1 : 6,5 150 L	404	ruční
D 13	1,320	JS 49 1 : 7,5 190 P	401	ruční
D 14	1,322	JS 49 1 : 6,5 150 P	405	ruční
D 15	1,355	JS 49 1 : 7,5 190 P	401	ruční
D 16	1,343	JS 49 1 : 9 190 L	407	ruční
D 16 a	1,572	JA typ I. 7 <sup>0</sup> L	409	ruční
D 17	1,624	JS 49 1 : 7,5 190 L	406	ruční
D 18	1,656	JS 49 1 : 6,5 150 L	305	ruční
D 19	1,652	JS 49 1 : 6,5 150 L	401	ruční
D 20	1,660	JS 49 1 : 9 190 P	305	ruční
D 21	1,675	JS 49 1 : 7,5 150 L	401	ruční
D 22	1,685	JS 49 1 : 6,5 150 P	306	ruční
D 23	1,705	JS 49 1 : 7,5 150 P	401	ruční
D 24	1,730	JS 49 1 : 7,5 150 L	305	ruční
D 25	1,736	JS 49 1 : 7,5 150 L	305	ruční
D 26	1,768	JS 49 1 : 7,5 190 L	305	ruční

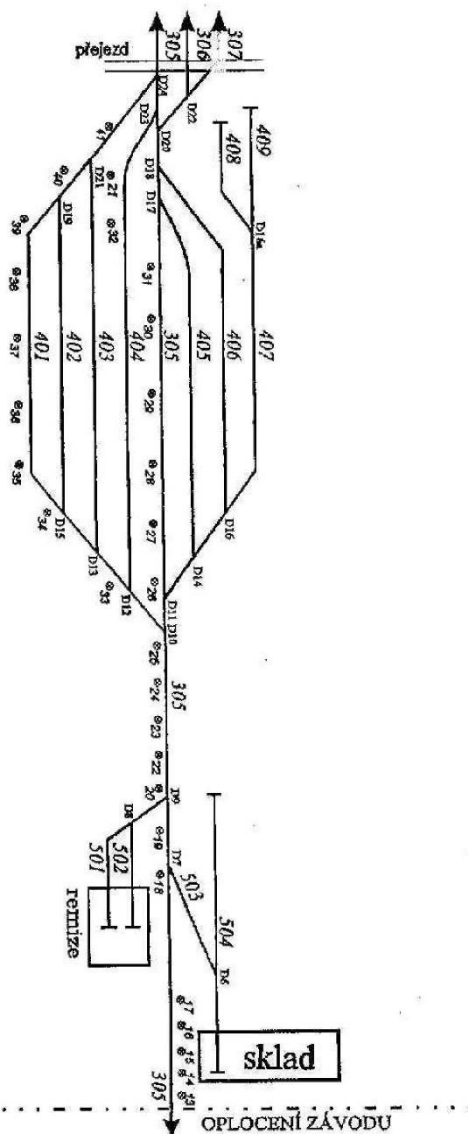
Výtisk č :	Změna č :	Datum účinnosti změny :
------------	-----------	-------------------------

**Příloha C** Schéma kolejíště vlečky DEZA, a.s.

Zdroj: Ing. Petr Menc, vedoucí provozu Doprava

 DEZA, a.s. Valašské Meziříčí	<b>PRACOVNÍ INSTRUKCE</b>	Č: PI 01 / 4710
	<b>VNITŘNÍ PŘEDPIS                  PRO ORGANIZOVÁNÍ DRÁHY,                  DRÁŽNÍ DOPRAVY                  A ODBORNOU ZPŮSOBILOST                  (VLEČKOVÝ ŘÁD)</b>	Vydání: 2.
		Strana:60 / 50
		Datum účinnosti vydání: 1.4.2008

**SCHÉMA KOLEJÍŠTĚ VLEČKY (1. část)**



Výtisk č.:	Změna č.:	Datum účinnosti změny:
------------	-----------	------------------------



DEZA, a.s.  
Valašské Meziříčí

PRACOVNÍ INSTRUKCE

VNITŘNÍ PŘEDPIS  
PRO ORGANIZOVÁNÍ DRÁHY,  
DRÁŽNÍ DOPRAVY  
A ODBORNOU ZPŮSOBILOST  
(VLEČKOVÝ ŘÁD)

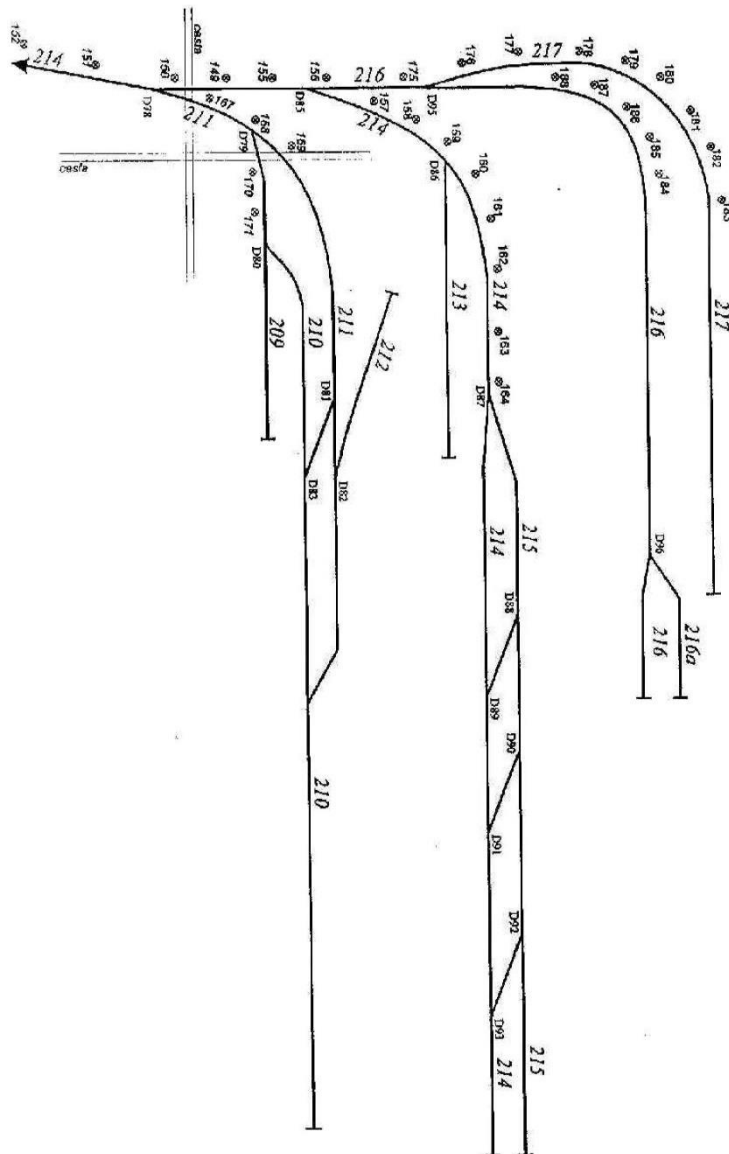
Č: PI 01 / 4710

Vydání: 2.

Strana: 61 / 50

Datum účinnosti  
vydání: 1.4.2008

SCHÉMA KOLEJIŠTĚ VLEČKY (2 část)



Výtisk č.:	Změna č.:	Datum účinnosti změny:
------------	-----------	------------------------



DEZA, a.s.  
Valašské Meziříčí

PRACOVNÍ INSTRUKCE

VNITŘNÍ PŘEDPIS  
PRO ORGANIZOVÁNÍ DRÁHY,  
DRÁŽNÍ DOPRAVY  
A ODBORNOU ZPŮSOBILOST  
(VLEČKOVÝ ŘÁD)

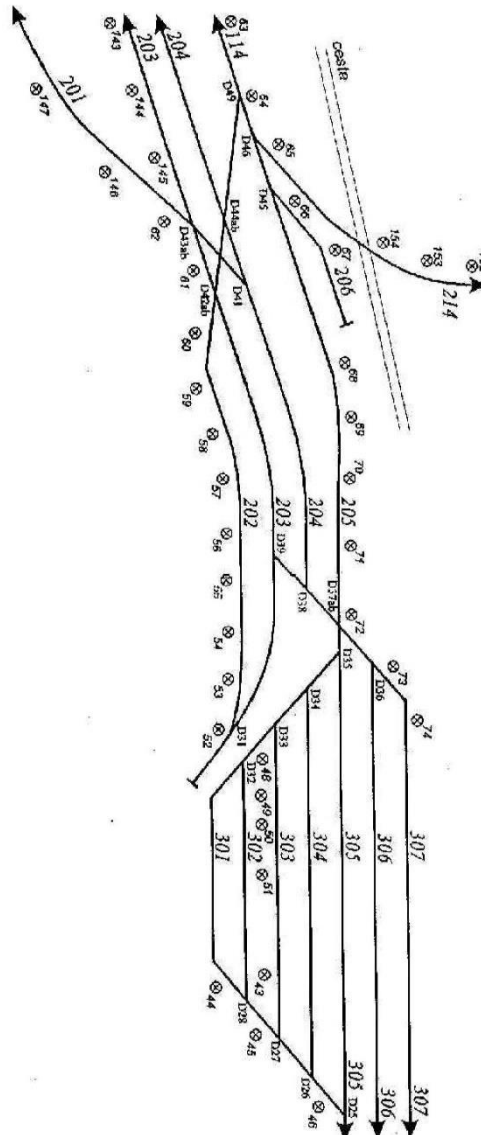
Č: PI 01 / 4710

Vydání: 2.

Strana:62 / 50

Datum účinnosti  
vydání: 1.4.2008

SCHÉMA KOLEJIŠTĚ VLEČKY (3 část)



Výtisk č.:	Změna č.:	Datum účinnosti změny:
------------	-----------	------------------------



DEZA, a.s.  
Valašské Meziříčí

PRACOVNÍ INSTRUKCE

VNITŘNÍ PŘEDPIS  
PRO ORGANIZOVÁNÍ DRÁHY,  
DRÁŽNÍ DOPRAVY  
A ODBORNOU ZPŮSOBILOST  
(VLEČKOVÝ ŘÁD)

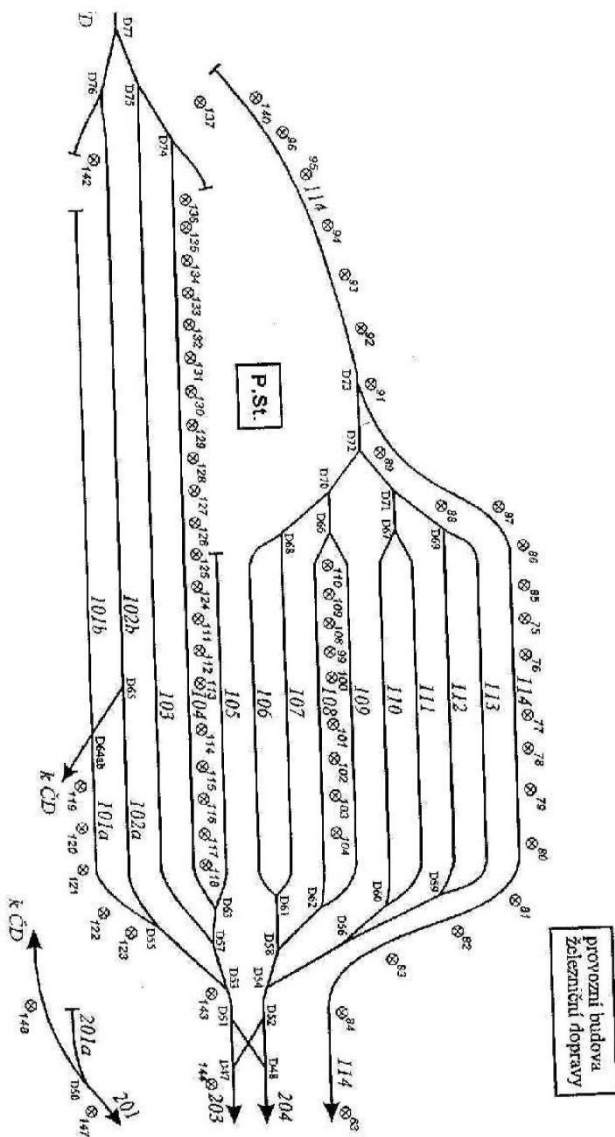
Č: PI 01 / 4710

Vydání: 2.

Strana: 63 / 50

Datum účinnosti  
vydání: 1.4.2008

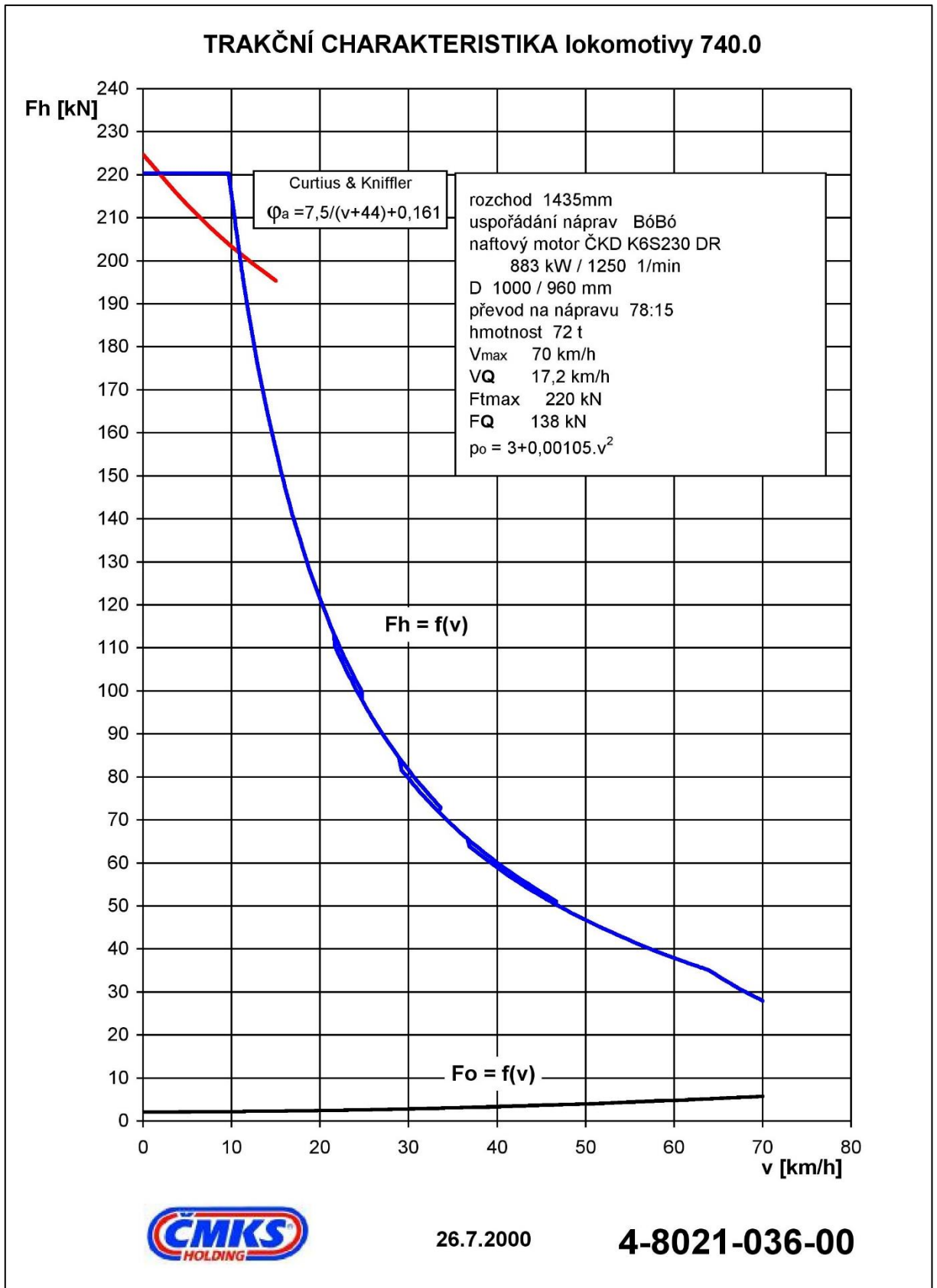
SCHÉMA KOLEJIŠTĚ VLEČKY (4 část)



Výtisk č.:	Změna č.:	Datum účinnosti změny:
------------	-----------	------------------------

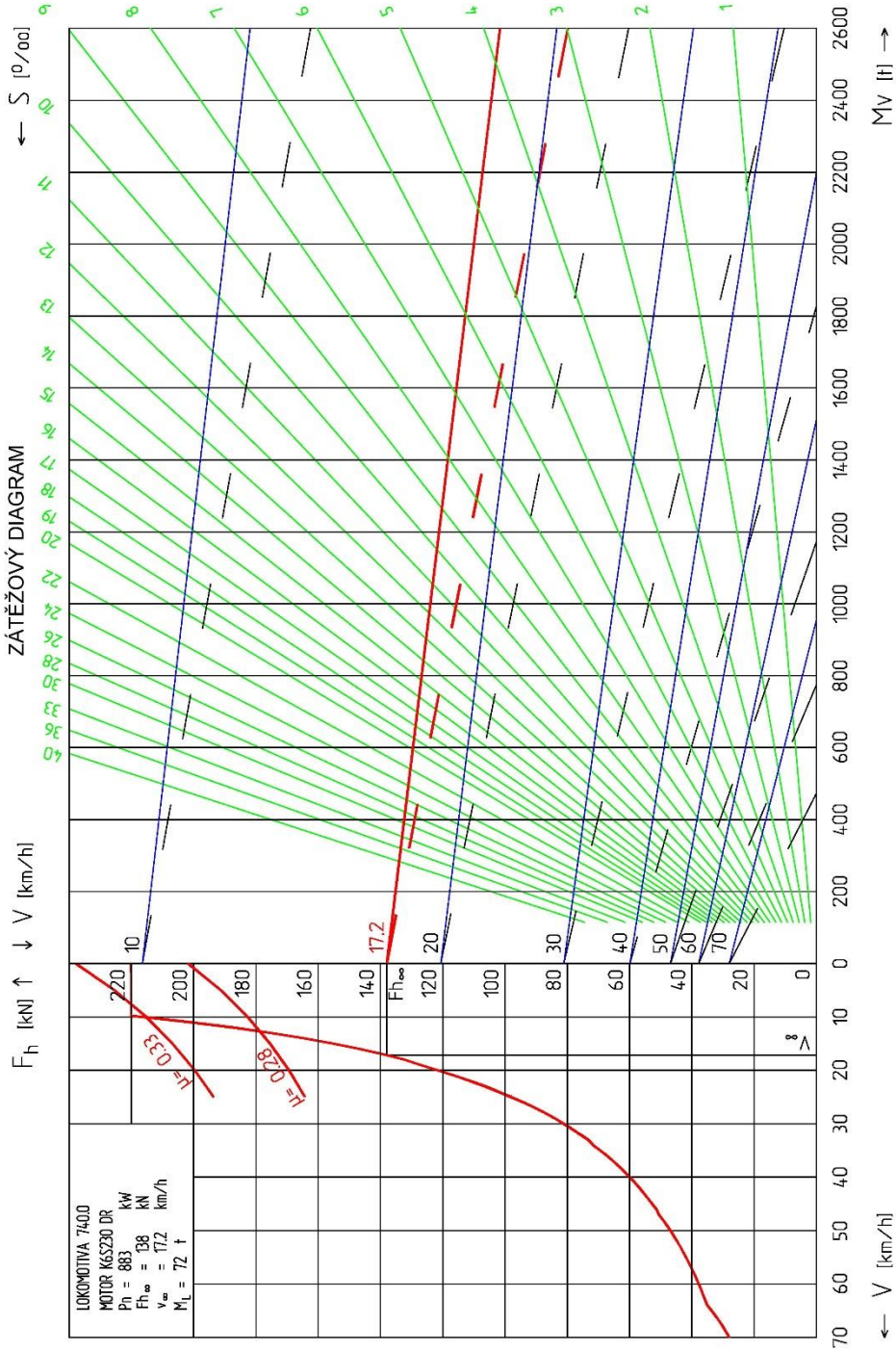
## Příloha D Trakční charakteristika a zátěžový diagram lokomotivy řady 740

Zdroj: Interní materiály firmy CZ LOKO, a.s.



DUŠEŠNÍ VLASTNOSTI ČVMS  
 PŘÍKAZNÍ KOPÍ NEBO ÚŽITÍ TĚCHTO DOKUMENTŮ NEBO JEHO OBSAHU NENÍ POUŽITO BEZ PŘEDCHOZÍHO PŘÍKAZU  
 SOUHLASÍ VLASTNÍKA UŽIVATEL JE PAKÉ ZODPOVĚDNÝ ZA ŠKODY VZNIKLE VLASTNÍKU ZNEUŽITÍM TĚCHTO DOKUMENTŮ

ZÁTĚŽOVÝ DIAGRAM



LOKOMOTIVA 7400  
 MOTOR K6S230 DR  
 $P_n = 883$  kW  
 $F_{h\infty} = 138$  kN  
 $v_{\infty} = 172$  km/h  
 $M_L = 72$  t

— ČTYŘNÁPRAVOVÉ VOZY PĚNĚ LOŽENÉ  
 - - - ČTYŘNÁPRAVOVÉ VOZY PRAŽDŽNÉ

**ČVMS**  
 Typ: 740.0  
 Datum: 28.7.2000  
 Č. v. 3-8020-037-00

**Příloha E Zátěžový diagram lokomotivy řady 729.6**

Zdroj: Interní materiály firmy CZ LOKO, a.s.

