

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Tvorba grafikonu vlakové dopravy na konkrétní výluku provozu části trati

Lukáš Mládek

Bakalářská práce

2017

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Mládek**  
Osobní číslo: **D14121**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**  
Název tématu: **Tvorba grafikonu vlakové dopravy na konkrétní výluku provozu části trati**  
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 provozu
  2. Plánování provozu při výluce
  3. Návrh grafikonu pro vybranou výluku
- Závěr

Rozsah grafických prací: **3 - 4**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**(1)Návěstní předpis pro metro: Provozní předpis D1/1. 1. Praha: Dopravní podnik Metro, o.z, 1999.**

**(2)DRDLA, P. Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu. Pardubice: Univerzita Pardubice, s.411, 2014. ISBN 978-80-7395-787-2**

**(3)Interní materiály Dopravního podniku hlavního města Prahy, poskytnuty dne: 14.10.2016**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Petr Nachtigall, Ph.D.**

Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání bakalářské práce: **1. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **2. června 2017**



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

L.S.



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

V Pardubicích dne 3. února 2017

**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 Pardubicích dne 31. 5 . 2016

Lukáš Mládek

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat panu Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D. za smyslné vedení práce, za jeho ochotu poradit a podat návrh na zlepšení i v době časové tísně a především za jeho cenné rady k formální stránce práce. Dále zaměstnancům DP za až nedocenitelné odborné připomínky k tvorbě práce a řešenému tématu, za poskytnutí veškeré materiální podpory a zprostředkování exkurzí v rámci pražského metra.

**ANOTACE:**

Práce si klade za cíl sestavit výlukový GVD pro zadanou výlukou na trase C a seznámit autora s technickými a technologickými postupy. Tyto postupy budou následně praktikovány pro určení potřebného rozsahu výluky provozovaných úseků trati. GVD bude tvořen pro pracovní prázdninový den dle nové koncepce GVD pro prázdninový pracovní den.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

Dopravní opatření, pražské metro, grafikon vlakové dopravy, výluka, cestující

**TITLE:**

Proposing the layout of the traffic schedule for specific section closure on the operating sections of the track.

**ANNOTATION:**

The aim of this thesis is to propose the layout of the traffic schedule for the given section closure on the Line C and to familiarize the author with the technical and technological procedures. Such procedures shall eventually be used to determine the required scale of the section closure on the operating sections of the track. The layout of the traffic schedule will be created for a working day during summer holiday, according to a new traffic schedule conception for holiday.

**KEYWORDS:**

Transport measures, Prague Underground transport system, a traffic schedule layout, sectionclosure, passengers

# OBSAH

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>9</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>10</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b> .....	<b>11</b>
<b>1. ÚVOD DO PROBLEMATIKY METRA</b> .....	<b>9</b>
1.1 Historie dopravního podniku hlavního města prahey .....	9
1.2 úvod do problematiky výluky metra .....	9
1.3 dopravně technické parametry linky metra c .....	10
<b>2. ANALÝZA PŘÍPRAVNÉ FÁZE VÝLUKY</b> .....	<b>12</b>
2.1 Rozkaz o výluce dráhy speciální.....	12
2.2 Jízdní doby .....	13
2.2.1 Jízdní doby v mezistaničních úsecích.....	13
2.3 Technologie a doby obratu.....	15
2.3.1 Obrat ve stanici pražského povstání .....	16
2.3.2 Obrat ve stanici Nádraží holešovice .....	18
2.4 Přívodní kolejnice .....	21
2.5 Kyvadlová doprava metra .....	22
2.6 interval 450 a 600 sekund .....	24
<b>3. NÁVRH VÝLUKOVÉHO GVD</b> .....	<b>25</b>
3.1 Potřebný počet souprav .....	25
3.2 Principy tvorby GVD .....	26
3.3 Začátek provozu, Ranní sedlo.....	27
3.4 Návoz pro ranní špičku .....	28
3.5 Ranní špička.....	29
3.6 Dopoludní odstup a dopolední sedlo.....	31
3.7 Odpolední návoz .....	31
3.8 Večerní odstup a sedlo .....	31

3.9	Návrh výlukového GVD v severní části výluky .....	32
<b>4.</b>	<b>DOPAD VÝLUKY NA CESTUJÍCÍ .....</b>	<b>33</b>
4.1	Počet výlukou omezených cestujících ve směru HA→LT .....	33
4.2	Počet výlukou omezených cestujících ve směru LT→HA .....	36
<b>ZÁVĚR</b>	<b>39</b>	
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>		<b>40</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>		<b>41</b>



## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Linka metra C .....	11
Obrázek 2 Schéma stanice Pražského povstání.....	17
Obrázek 3 Schéma stanice Nádraží Holešovice .....	18
Obrázek 4 Kyvadlová doprava .....	24
Obrázek 5 Přejít ranního sedla do ranní špičky .....	29

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Jízda ve správném/nesprávném směru .....	15
Tabulka 2 Tabulka cestujících využijí NAD ze stanice PP .....	33
Tabulka 3 Cestující, kteří využijí kyvadlovou dopravu .....	34
Tabulka 4 Cestující, kteří využijí kyvadlovou i NAD XC .....	35
Tabulka 5 Cestující přistupující do vyloučené části pokračující za vyloučenou část trasy linky .....	35
Tabulka 6 Cestující jedoucí do některé z vyloučených stanic.....	36
Tabulka 7 Cestující jedoucí skrze výluku .....	37
Tabulka 8 Cestující jedoucí z vyloučené oblasti do úseku PP-HA .....	37

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BD – Budějovická

DC – Dopravní cesta

DK – Depo Kačerov

DP – Dopravní podnik hlavního  
města Prahy

FR – Florenc

GOS – Grafikon oběhu souprav

GVD – Grafikon vlakové dopravy

HA – Háje

HN – Hlavní nádraží

CH – Chodov

IP – I. P. Pavlova

KB – Kobylisy

KC – Kačerov

LA – Ládví

LT – Letňany

MU – Muzeum

NAD – Náhradní autobusová  
doprava

NH – Nádraží Holešovice

OP – Opatov

PN – Pankrác

POD-M – Plán organizace  
dopravy - metra

PP – Pražského povstání

PR – Prosek

RO – Roztyly

ROV – Rozkaz o výluce

SZ – Střížkov

VL – Vltavská

VY – Vyšehrad

# ÚVOD

Tato práce ve spolupráci s Dopravním podnikem hlavního města Prahy bude sloužit jako návrh veškerých potřebných opatření pro výlukou části trati metra z provozu. Úkolem této práce je seznámit se s provozem na trase linky metra C, s problematikou zabývající se výlukovou činností na dráze speciální (metra). Analýza a návrh zabezpečení míst ohrožení, obrátů v nově vzniklých koncových stanicích. Výpočet jízdních dob v nesprávném směru, doby obratu a další technologické ukazatele. Dále v této práci bude snaha zjistit množství cestujících, kterých se výluka denně dotkne, pro případ přepravních požadavků v jednotlivých mezistaničních úsecích a pro zavedení náhradní autobusové dopravy.

# **1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY METRA**

Dráha speciální neboli metro, je hlavním páteřním dopravním systémem hlavního města Prahy. Celá síť metra se skládá ze třech tras označených písmeny A, B, C. Postupem času byly tyto úseky budovány a modernizovány až do současného stavu. V současné době činí provozní délka celé sítě metra 65,1 km a v provozu je 61 stanic. (1)

## **1.1 HISTORIE DOPRAVNÍHO PODNIKU HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY**

Při zpracování jakékoliv závěrečné práce, týkající se především organizace a postupů jednoho podniku, připadá vhodné zmínit historii. Ta předcházela dosažení dnešní úrovně významu.

Na začátku datování historie Dopravního podniku Prahy byly provozovatelem městské hromadné dopravy od roku 1897 Elektrické podniky královského hlavního města Prahy, provozující elektrickou městskou hromadnou dopravu a zároveň si vytvářející vlastní elektrický proud pro napájení veškerých elektrických soustav. Díky možnosti vlastního zdroje elektrické energie se povedlo soustředit MHD pouze do rukou jednoho městského podniku. Elektrické podniky následně začaly odkupovat koněspřežné dráhy, které postupně elektrifikovaly a tím se postupně staly monopolní organizací, tramvajové dopravy v Praze. V roce 1942 došlo k začlenění elektráren do Městských podniků pražských, které byly později přejmenovány na Dopravní podniky hlavního města Prahy (dále jen DP), a to v roce 1946. Z počátku se DP věnoval nejen městské hromadné dopravě, ale také údržbou komunikací a svozem komunálního odpadu. Postupem času však od sebe odděloval dílčí obory činností do ostatních dceřiných společností. Nakonec zbyl pouze obor zabývající se městskou hromadnou dopravou (2).

## **1.2 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VÝLUKY METRA**

Výluky metra dělíme na základě doby pro zrealizování nutné činnosti, a to na noční, denní a vícedenní. Noční výluky jsou zaváděny v době od ukončení provozu na lince do jeho zahájení a jsou spojeny se základní údržbou trati, či drobných oprav ve stanicích. Patří sem například čištění návěstidel, mazání kolejových spojek, mytí stanic atd. Při nočních výlukách provoz není dotčen. Denní výluky jsou už trochu složitější, jelikož je nutné vyloučit část trati.

Tyto výluky už jsou spojeny s rozsáhlejšími opravami kolejiště nebo stanic. Tato výluka je spojená s vypnutím napájecí přívodové kolejnice (dále jen PK) vzhledem k bezpečnosti práce v kolejišti. Posledním druhem je výluka vícedenní, při které je nutno předběžného naplánování provozu. U výluk vícedenních je zapotřebí razantní změna grafikonu vlakové dopravy (dále jen GVD), a zavedení kyvadlové dopravy pro odbavení co největšího počtu cestujících na trase linky. Tyto výluky jsou spojeny především s výměnnou pražců, podbíjení a jiných stavebních prací v úsecích trati, nebo stanic.

Při výluce denní, nebo vícedenní je nutno zajistit bezpečnost práce v kolejišti. Toto se zajišťuje vyloučením mezistaničního úseku před a za místem prací v kolejišti, pokud se jedná o práce na staničních kolejích. Pokud se však jedná o práci v kolejišti je možno vyloučit pouze daný mezistaniční úsek, aby byl co nejméně omezen provoz. Vypnutí PK je další samozřejmostí při práci v kolejišti a také osazení konců vyloučeného úseku krycími přenosnými návěstidly doplněné výkolejkami na temeni kolejnic. Dále budou veškerá opatření popsána v kapitole zabývající se kritickými místy při výluce.

### **1.3 DOPRAVNĚ TECHNICKÉ PARAMETRY LINKY METRA C**

Výstavba trasy linky metra C byla zahájena v roce 1966, a pokračovala až do roku 1971, kdy byl dobudován první úsek. Provoz byl však zahájen až 19. 5. 1974 a to na prvním zprovozněném úseku metra v Praze na lince C, a to mezi stanicemi Sokolovská (dnes Florenc) – Kačerov. Postupem času, od zprovoznění prvního úseku v roce 1974, až do dnešní doby byla linka metra C budována několika etapách. Konečné podoba provozu linky vede ze stanice Háje do stanice Letňany. Touto výstavbou byla co do kapacity přepravy spojena severovýchodní a jihovýchodní část Prahy s centrem. Trasa linky metra C je 22,4 kilometru dlouhá a nachází se na ní 20 stanic. Tuto trasu je možno urazit za 36 minut, a to cestovní rychlostí  $v_c=37,61 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Spojovací koleje do Depa Kačerov (dále jen DK) se nachází ve stanici Kačerov ve směru LT-HA. Ve stanici KC je umožněn nástup a odstup souprav v závislosti na přepravní poptávce, odstup přebytečných souprav snížením poptávky, nebo jejich nedostatkem v závislosti na denním období sedla, ranní/odpolední špičce. Nasazení a odstup souprav v druhé řadě je plánován za grafikonu oběhu souprav (dále jen GOS) s nutností údržby, nebo správkového stavu s ohledem na množství aktuálně najetých kilometrů dle jejich aktuálního oběhu. Tato technologie však zcela spadá pod správu depa

a veškerá manipulace proběhne v rámci depa. Na základě této skutečnosti tím provoz nebude dotčen (2).

Obrázek 1 Linka metra C

## MAPA PRAŽSKÉHO METRA - LINKA C



(3)

## 2 ANALÝZA PŘÍPRAVNÉ FÁZE VÝLUKY

Tato kapitola bude obsahovat veškeré potřebné informace pro realizaci výlukové činnosti. Jedná se především o technické a technologické postupy, které budou během výluky uplatňovány při výlukovém provozu

### 2.1 ROZKAZ O VÝLUCE DRÁHY SPECIÁLNÍ

Jeden z dokumentů, který je před začátkem výluky nutno sestavit (dle vzoru) je Rozkaz o výluce (dále jen ROV). V rozkaze o výluce dráhy speciální, který je po jeho předložení dále schvalován na oboru dopravy musí být uvedeny veškeré technologie, technologické a technické procesy postupu před a při organizaci výluky a následně technologie a způsob ukončení výluky.

V každém ROV je nutno mít uvedeny následující body:

- Stručný název prací (výluky) důvodů výluky
- Místo a popis konání prací (výluky)
  - V jakém úseku bude prováděna práce
  - Jaké práce budou prováděny
- Termín konání prací (výluky)
  - Termíny pro splnění určité práce při výluce
  - Důvody k dodržení termínu splnění práce
- Jména vedoucího výlukových prací, pracovní dohled (dozor)
  - Jména včetně kontaktních údajů na vedoucí zodpovídajících za určitou část prací
  - Kontaktní údaje na zástupce dodavatelských firem
- Podmínky pro zajištění prací (výluky)
  - Kdo a jakým způsobem zajistí splnění prací
  - V jakém časovém rozsahu bude práce dokončena.
- Zapínání a vypínání PK
- Omezení rychlosti jízd
  - Povětšinou v určených úsecích na 40 km.h<sup>-1</sup>
  - V nesprávném směru při jízdě s přepravou osob 60 km.h<sup>-1</sup>
- Dopravní opatření
  - Zajištění potřebných dopravních opatření



- Posilování osádek až po způsoby kontroly před ukončením výluky
- Zpravování vlakových čet
  - Jakým způsobem budou vlakové čety informovány
  - Kde budou vlakové čety informovány
- Přepравní opatření
  - Úprava a zavedení hlášení ve stanicích
  - Úprava a zavedení hlášení v soupravách pro informování cestujících
- Jiná opatření
  - Ostatní záležitosti, které nebylo možno z koncepčních důvodů zařadit do předchozích bodů
  - Práce nutné ochraně zařízení, na kterých nebude prováděna práce

(3)

## 2.2 JÍZDNÍ DOBY

Změna jízdních dob se oproti výchozím GVD změní především u kyvadlové dopravy, kde bude vyžadována jízda v nesprávném směru. Jízda v nesprávném směru s vypnutým vlakovým zabezpečovačem může být uskutečněna pouze při rychlosti 60 km.h<sup>-1</sup>, oproti běžné traťové rychlosti 80 km.h<sup>-1</sup>. Další jízdní dobu, kterou bude zapotřebí vypočítat je jízdní doba při obratu a z tohoto výsledku následně i celá doba obratu potřebná při jednotlivých druzích obratové technologie.

### 2.2.1 JÍZDNÍ DOBY V MEZISTANIČNÍCH ÚSECÍCH

Změna jízdních dob oproti původním GVD se bude lišit pouze v úseku PP-MU u kyvadlové dopravy. V tomto úseku bude vedena kyvadlová doprava v první i v druhé traťové koleji. V první traťové koleji se bude jednat o jízdu v nesprávném směru mezi stanicemi MU-PP, a ve druhé traťové koleji v úseku PP-MU. Pobyty ve stanicích zůstanou zachovány, jediným rozdílem bude obrat souprav ve stanici MU, kde bude interval uzpůsoben k jízdním dobám ve směru MU-PP v závislosti na křižování vlaků ve stanici PP. Jízdní doby v mezistaničním úseku budou počítány dle vzorců 1 až 6 v tomto pořadí:

$$t_r = \frac{v_{max}}{a_1} \quad [s] \quad (1)$$

kde:

$t_r$  – čas pro dosažení maximální povolené rychlosti [s]

$v_{\max}$  – maximální povolená rychlost s vypnutým vlakovým zabezpečovačem [m. s<sup>-1</sup>]

$a_1$  – konstanta zrychlení soupravy [m. s<sup>-2</sup>]

(Zdroj: autor)

Dále je nutno zjistit dráhu, kterou dané vozidlo za  $t_r$  urazí pro nutný výpočet jeho zábrzdné vzdálenosti a času do následující stanice.

$$S_{\text{rozjezdu}} = \frac{1}{2} * a_1 * t_r^2 \quad [\text{m}] \quad (2)$$

kde:

$S_{\text{rozjezdu}}$  – dráha, kterou vozidlo urazí za čas rozjezdu na maximální povolenou rychlost [m]

$a_1$  – konstanta zrychlení soupravy [m. s<sup>-2</sup>]

$t_r$  – čas pro dosažení maximální povolené rychlosti [s]

(Zdroj: autor)

Analogicky je dopočítán čas a dráha potřebná pro zastavení soupravy do stanice ( $t_b$  – čas potřebný pro zastavení (3),  $S_{\text{zastavení}}$  – dráha pro zastavení soupravy (4)). Další faktor, který zde bude hrát roli je změna konstanty  $a_1$  na konstantu  $a_2$ , která nám bude udávat konstantu „zpomalení“.

Pro případ volného úseku jízdy maximální rychlostí využijeme vzorec rovnoměrného pohybu pro zjištění doby jízdy sníženou rychlostí.

$$t_{\text{jizdy}} = \frac{s}{v_{\max}} \quad [\text{s}] \quad (5)$$

kde:

$t_{\text{jizdy}}$  – doba jízdy maximální dovolenou rychlostí s vypnutým vlakovým zabezpečovačem [s]

$s$  – dráha využitelná pro jízdu maximální povolenou rychlostí [m]

$v_{\max}$  – maximální povolená rychlost s vypnutým vlakovým zabezpečovačem [m. s<sup>-1</sup>]

(Zdroj: autor)

Výslednou dobu jízdy posléze dostaneme součtem všech výše vypočtených časových hodnot podle vzorce:

$$\sum T = t_r + t_{zastavení} + t_{jízdy} \quad [s] \quad (6)$$

(Zdroj: autor)

Časové hodnoty jízd v mezistaničních úsecích budou následně využity při tvorbě GVD. Pro ukázkou následuje Tabulka 1 s jízdními dobami pro jízdu ve správném a nesprávném směru při jízdě kyvadlové dopravy.

Tabulka 1 Jízda ve správném/nesprávném směru

Úsek	1. traťová kolej		Úsek	2. traťová kolej	
	správný	nesprávný		správný	nesprávný
MU/C-IP	70	90	PP-VY	70	90
pobyt	30	30	pobyt	20	20
IP-VY	90	115	VY-IP	105	135
pobyt	20	20	pobyt	30	30
VY-PP	70	90	IP-MU/C	70	90
Celkem:	280	345	Celkem:	295	365
Rozdíl:	-	65	Rozdíl:	-	70

(Zdroj: autor)

## 2.3 TECHNOLOGIE A DOBY OBRATU

Při plánování obrátů ve stanicích je nutno brát v potaz traťové poměry v závislosti na kolejovém rozvětvení stanice a možnosti z toho plynoucí pro tvorbu GVD. Správně zvolené technologie obrátů jsou nedílnou součástí tvorby GVD, dodržení potřebných provozních intervalů a v neposlední řadě plánování směn strojvedoucích. Obrat soupravy s cestujícími je zakázaný. Obrat souprav na dráze speciální je možno provést hned několika způsoby. Prvním způsobem, který bude v tomto návrhu použit, je obrat za pomoci obrátové čety (dále jen OC). Na tento obrat je zapotřebí minimálně 165 s, včetně odbavení cestujících na příjezdu a odjezdu, a následná jízda soupravy na obrat a z obratu. Tato technologie obratu bude více upřesněna při popisu obratu souprav ve stanici NH. Druhým způsobem obratu je obrat s výměnou strojvedoucího (dále jen OVS), na který je vyměřená doba obratu opět 165 s, včetně odbavení cestujících na příjezdu a odjezdu, jízda soupravy na obrat a z obratu. U této technologie dojde k výměně kmenového strojvedoucího, z tohoto důvodu není tato

technologie u strojvedoucích příliš oblíbená. Důvodem je neosobní předání soupravy a jediná možnost předání informací o soupravě je za pomoci vysílačky. Předposlední možný obrat soupravy se dá realizovat za pomoci obratového strojvedoucího, který si v obratové stanici přistoupí na zadní stanoviště z pohledu příjezdu vlaku z traťové na staniční kolej. Kmenový strojvedoucí ve směru příjezdu na staniční kolej „zatáhne“ soupravu do obratového prostoru, kde si ji druhý strojvedoucí přebere (předání řídicí pravomoci). Během cesty zpět k nástupní hraně si původní kmenový strojvedoucí přejde skrz soupravu na nově vzniklé přední stanoviště. Tento druh obratu se ovšem téměř vůbec nepožívá z důvodu častých potíží s elektrodynamickými zámky mezi jednotlivými vozy. Existuje i modifikace tohoto obratu tzv. za pomoci částečné manipulační čety (dále jen MC) kdy je kmenový strojvedoucí členem manipulační čety „vytažen“ z obratového prostoru zpět k nástupní hraně. Přechod kmenového strojvedoucího z nově vzniklého zadního stanoviště na přední (ve směru nového směru jízdy) následně probíhá během odbavení cestujících a doba obratu není ve výsledku o tolik prodloužena. Posledním a zároveň nejčastěji používaným obratem v běžném denním provozu je obrat, kdy kmenový strojvedoucí „zatáhne“ soupravu do obratového prostoru, zneprovozní první stanoviště, přejde po manipulační lávce na druhé stanoviště, na kterém opět zprovozní stanoviště a se soupravou vyjede zpět k nástupní hraně na staniční kolej. Na tento obrat je počítána doba 250 s (6).

### **2.3.1 OBROT VE STANICI PRAŽSKÉHO POVSTÁNÍ**

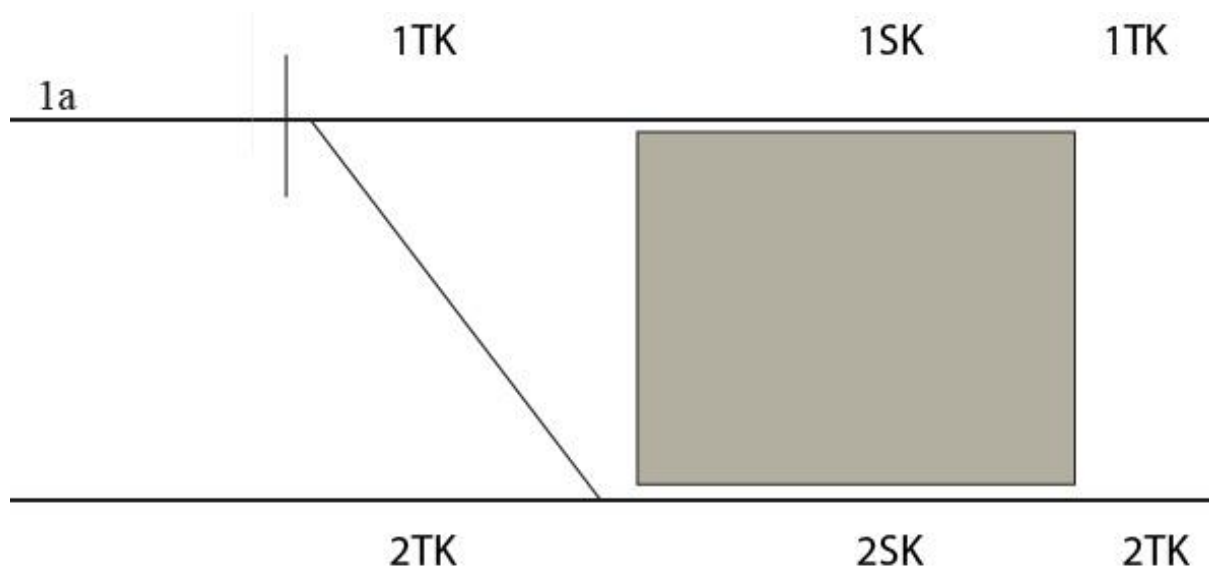
Tato stanice pro obrat souprav během výluky byla zvolena z důvodu jejího kolejového rozvětvení. Stanice PP je poslední možná stanice s kolejovým rozvětvením umožňující obratovou technologii před další stanicí s kolejovým rozvětvením FR/C, která bude v této době ve výluce.

Stanice Pražského povstání je tvořena dvěma staničníma kolejemi od sebe oddělenými ostrovním nástupištěm. Dále je v této stanici pro možný obrat v provozu „protisměrná kolejová spojka“ ve směru PP-VY. Za využití této „protisměrné kolejové spojky“ budou v této stanici prováděn obrat úvrat'ovou jízdou za využití technologie OVS. V této kolejové spojnici je maximální průjezdní rychlost stanovena na 40 km.h<sup>-1</sup>.

Jak již bylo výše zmíněno v této stanici bude prováděn obrat soupravy pomocí technologie OVS, z důvodu dodržení potřebných provozních intervalů především v denním špičkovém provozu. Obrat bude prováděn následovně:

Souprava, která má provést obrat, přijíždí z 1. traťové koleje na 1. staniční kolej, kde na vjezdové hraně nástupiště čeká obratový strojvedoucí. Ten nasedá do soupravy na zadní stanoviště. Po postavení jízdní cesty odjíždí souprava se strojvedoucími na obou stanovištích na obratovou kolej 1A, přesněji mezi návěstidly PP-L1y a PP-S1x. Na obratové koleji předává kmenový strojvedoucí řízení obratovému strojvedoucímu, který se stává novým kmenovým strojvedoucí soupravy (dojde k vystřídání strojvedoucího) a ze stanoviště soupravy, které obsadil, se nově stává stanoviště přední. Po postavení jízdní cesty od návěstidla PP-S1x za návěstidlo PP-L2x přes kolejovou spojku stanice PP odjíždí nový kmenový strojvedoucí se soupravou na 2. staniční kolej. Původní kmenový strojvedoucí z nového zadního stanoviště na 2. staniční koleji vystupuje a diagonálně se přesouvá po nástupišti na vjezdovou hranu u 1. staniční koleje (pokud nemá jiné povinnosti, příp. bezpečnostní přestávku), kde očekává příjezdu následující soupravy, která má ve stanici provést obrat. Souprava na 2. staniční koleji mezitím odbavuje cestující a dokončuje proceduru OVS, po které odjíždí na 2. traťovou kolej ve směru HA.

Obrázek 2 Schéma stanice Pražského povstání



## PRAŽSKÉHO POVSTÁNÍ

(Zdroj: autor dle plánů)

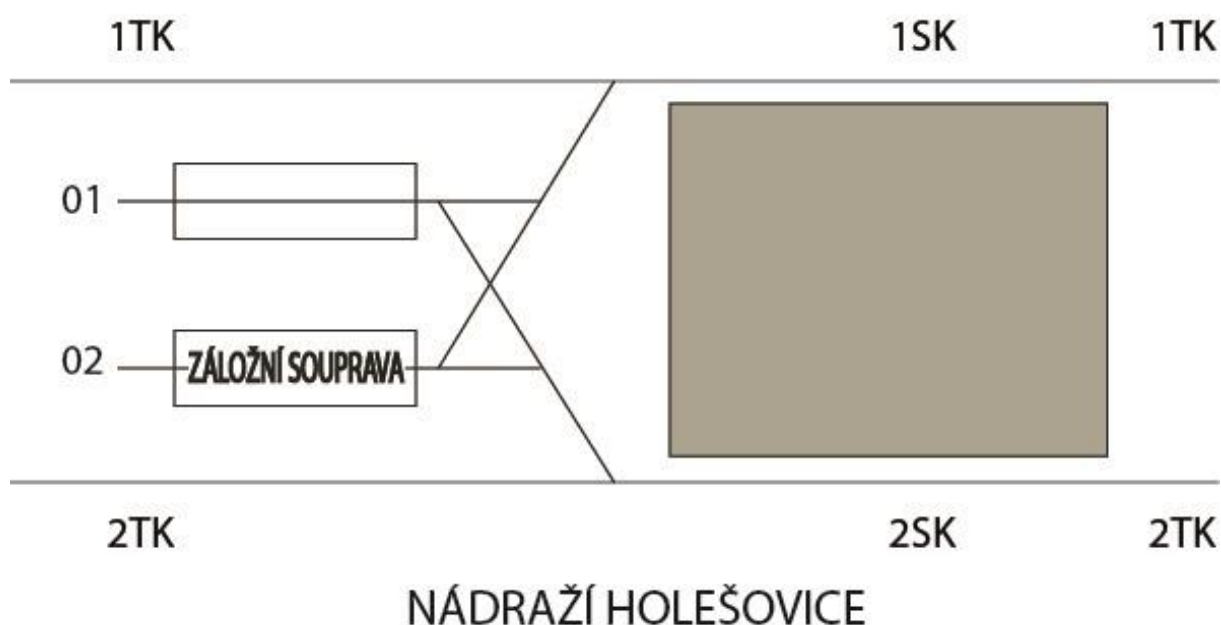
I zde by byla možnost využití technologie obratu za pomoci OC, která je časově stejně náročná. Ovšem tato technologie by značně zvyšovala náklady na personál, pokud by

nedocházelo k tomu, že by se po uskutečnění obratu člen OC stal novým kmenovým strojvedoucím, ať už z provozních důvodů, nebo pracovní doby strojvedoucího (povinná pracovní přestávka, konec denní pracovní doby).

### 2.3.2 OBRAT VE STANICI NÁDRAŽÍ HOLEŠOVICE

Na druhém konci vyloučeného úseku bude řešen obrat ve stanici Nádraží Holešovice (NH). V této stanici bude probíhat mnohem jednodušší technologický postup při obratu souprav, než tomu bylo ve stanici PP, a to především díky mnohem lepšímu kolejovému rozvětvení stanice, které bude při výlukové činnosti patřičně využito.

Obrázek 3 Schéma stanice Nádraží Holešovice



(Zdroj: autor dle plánů)

Stanice NH disponuje hned dvěma odstavně obratovými kolejemi číselně označenými 01 a 02, které jsou zároveň napojeny na oba směry jízdy metra. Tyto dvě odstavně obratové koleje umožňují deponaci maximálně dvou souprav (na každé koleji jedna, v tomto případě je znemožněno jejich využití pro provozní účely/obratovou činnost). Dále je mezi odstavně obratovými kolejemi v této stanici možnost využití manipulační lávky, která je především využívána při obratu soupravy samotným strojvedoucím. K obratu samotným strojvedoucím však dochází jen v některých případech provozu. V našem návrhu se obrat samotným strojvedoucím bude praktikovat v době ranního, nočního a víkendového provozu.

Tato možnost se naskytuje díky dlouhého provozního intervalu 600 s. V této stanici bude navrženo několik druhů technologie obratu z důvodu provozních intervalů a zkrácené délce provozované trati. V době provozu ranní a odpolední špičky bude používán obrat za pomoci obratové čety z důvodu zachování v co největší míře původního provozního intervalu, který je využíván v běžném provozu. Mezi ranním a nočním provozem však bude využito obratu pomocí manipulační čety (dále jen MC), nebo již výše zmíněné OVS jako tomu bylo ve stanici PP (6).

V prvním případě bude představena technologie obratu využitím OC. Při této technologii je dána maximální doba pro obrat 165 s. S tím že u tohoto obratu se nevyužívá přechodu strojvedoucího z jednoho konce soupravy na druhý po nástupní hraně, nebo po manipulační lávce nebude k tomuto času nic připočítáno.

Vlak přijíždějící z 2. traťové koleje na 2. staniční kolej přijede k nástupní hraně, kde na vjezdové i odjezdové hraně budou čekat členové obratové čety. Během výstupu cestujících oba členové obratové čety obsadí obě stanoviště soupravy a předají si řízení soupravy z předního na zadní stanoviště ze směru příjezdu soupravy. Nový kmenový obratový strojvedoucí na nově vzniklém předním stanovišti „zatáhne“ soupravu proti směru původního příjezdu na odstavně obratovou kolej (nejlépe kolej 01). Na této odstavně obratové koleji opět dojde k předání řídicí pravomoci soupravy na přední stanoviště ve směru příjezdu do stanice NH ze směru LT. Následuje „vytažení“ soupravy z odstavně obratové koleje zpět k nástupní hraně, nyní však na první kolej. Po příjezdu na první staniční kolej si obratová četa naposledy předá pravomoc k řízení soupravy, tak aby řídicí a zároveň přední stanoviště bylo na pozici odjezdové nástupní hrany ve směru NH – LT. Zde si soupravu opět přebere původní kmenový strojvedoucí, který v průběhu obratu přešel diagonálně od odjezdové hrany 2. koleje k odjezdové hraně 1. koleje. Původní kmenový strojvedoucí soupravu přebírá po opuštění řídicích stanovišť obratovou četou, pokud nemá nařízenou povinnou dobu odpočinku. V tomto případě je původní kmenový strojvedoucí nahrazen novým kmenovým strojvedoucím. Původní / nový kmenový strojvedoucí provede předodjezdovou proceduru a vyčká odbavení cestujících. Po odbavení cestujících původní/nový kmenový strojvedoucí odjíždí ve směru NH – LT (6).

Další druhem využívané technologie obratu bude OVS/MC. Technologie obratu bude velice podobná technologii obratu za využití OC. Rozdílem zde bude že druhý strojvedoucí, nebo člen manipulační čety po předání řízení na zadní stanoviště ve směru příjezdu soupravy, „zatáhne“ soupravu na odstavně obratovou kolej (z druhé staniční) proti

směru příjezdu soupravy (01 nebo 02 dle dispozic). Pokračuje dle technologie OC až po vytažení a předání řídicí pravomoci na 1 staniční koleji. Z první staniční koleje po odbavení cestujících odjíždí souprava pod vedením nového kmenového strojvedoucího, nebo původního kmenového strojvedoucího. Původní kmenový strojvedoucí přejde po nástupní hraně na nově vzniklé přední stanoviště soupravy během odbavení cestujících. Přejechod strojvedoucího kolem soupravy je přibližně roven době odbavení cestujících proto zde zůstane stejný interval jako u OC, tedy 165 s.

V poslední řadě bude využit obrat samotným strojvedoucím. Tento obrat je velice časově náročný, a proto není při úvratovém obratu přes obratové koleje často využíván. Jde o to že kmenový strojvedoucí, který na NH přijede na druhou staniční kolej kde zneprovozní přední stanoviště na odjezdové hraně 2. staniční koleje a následně přejde na zadní stanoviště na příjezdové hraně 2. staniční koleje. Zde následuje zprovoznění a „zatažení“ soupravy na odstavně obratovou kolej. Následně opět zneprovoznění stanoviště a přechod po manipulační lávce na druhý konec soupravy, zprovoznění, „vytažení“ soupravy na první staniční kolej, kde opět následuje zneprovoznění a přechod na přední stanoviště na odjezdové nástupní hraně 1. staniční koleje. Při přechodu strojvedoucího po nástupní hraně mezi stanovišti dochází k odbavení cestujících (druhá staniční kolej – výstup, první staniční kolej – nástup). Tento obrat je velice časově náročný vzhledem k častému přesunu samotného strojvedoucího kolem soupravy. Celá doba obratu se vypočítá dle vzorce 7.

$$t_{oss} = t_{ppnh} + t_{jn} + t_{ppml} + t_{jz} + t_{ppnh} \quad [s] \quad (7)$$

(Zdroj: autor)

kde:

$t_{oss}$  – doba obratu samotným strojvedoucím [s]

$t_{ppnh}$  – doba přechodu strojvedoucího z předního na budoucí přední stanoviště po nástupní hraně [s]

$t_{jn}$  – doba jízdy na odstavně obratovou kolej stanice NH z druhé staniční koleje [s]

$t_{ppml}$  – doba přechodu strojvedoucího po manipulační lávce [s]



$t_{jz}$  – doba jízdy z odstavně obratové koleje na první staniční kolej [s]

$t_{ppnh}$  – doba přechodu strojvedoucího z předního na budoucí přední stanoviště po nástupní hraně [s]

Časově tento obrat ve stanici NH vyhází přibližně na 390 s. Místo doby přechodu strojvedoucího po nástupní hraně by se dala použít časová hodnota pro pobyt ve stanici. Tato doba je však mnohem kratší než doba přechodu strojvedoucího, tudíž jsou tyto doby zaměněny.

Pro srovnání výpočet doby obratu využití OC, jakožto časově nejkratší doby obratu. Pro tento obrat je počítáno s dobou obratu 165 s včetně veškerých náležitostí. Oproti obratu je zde patrný rapidní pokles doby potřebné pro obrat s následkem mít v pohotovosti obratovou četou (finanční náklady).

$$t_{OC} = t_{pob} + t_{jn+jz} + t_{pob} \quad [s] \quad (8)$$

(Zdroj: autor)

kde:

$t_{oc}$  – doba obratu obratovou četou [s]

$t_{pob}$  – doba pobytu ve stanici (včetně předání řídicí pravomoci) [cca 30 s]

$t_{jn+jz}$  – doba jízdy na a z obratu [cca 105 s]

$t_{pob}$  – doba pobytu ve stanici (včetně předání řídicí pravomoci) [cca 30 s]

## 2.4 PŘÍVODNÍ KOLEJNICE

Přívodní kolejnice (dále jen PK) je hlavní součást pražského metra sloužící k napájení vozidel elektrickou energií stejnosměrným proudem. PK je upevněna na konzolu válcových profilů s porcelánovými izolátory. Závěsy na konzole pro PK jsou běžně řešeny po 5,4, nebo dle potřeby. Závěsy jsou v menším rozestupu, a to především ve zhlavích stanic (místa připojení napájecích kabelů). Konzole nesoucí PK jsou upevněny na koncích dřevěných pražců, nebo na betonových pražcích na předem určeném místě z hlediska profilu pražce. Odběr proudu je u pražského metra využíván ze spodní části PK postranním sběračem

vozu, situovaným na podvozku, přibližně v polovině pevného rozvoru. PK kolejnice je shora a ze stran chráněna před náhodným dotykem chráněna (laminátovým) krytem. Tento kryt zároveň chrání PK na povrchových tratích před povětrnostními vlivy a nepřízní počasí. PK je umístěna povětšinou na levé straně koleje ve směru jízdy (ve stanicích s ostrovním nástupištěm na straně pravé). Kolejnice se svařují u podzemních tratí na délku maximálně 100 m u povrchových maximálně na délku 37,5 m. Mezi svařenými úseky se zřizují tzv. dilatační styky.

Při pracích v kolejišti je nutno vyloučit z provozu napájení PK. Tato činnost se provádí tzv. odpojovačem (zkratovačem), který je umístěn na začátku/konci obvodu napájení za použití PK. Od odpojovače je dále PK bez elektřiny až po další místo napájení chráněného odpojovačem. Druhou možností, jak vyřadit PK kolejnici z provozu je za využití přenosné zkratovací soupravy. Ta je umístěna dle potřeby zachování provozu trasy a tím může nahradit jeden nebo oba odpojovače. Pokud není PK zkratována, musí být považována za přívodní kolejnici pod napětím.

## **2.5 KYVADLOVÁ DOPRAVA METRA**

Aby byl zachován co největší počet přepravených cestujících do centra, ze stanice Háje a z přilehlých velkých sídlišť po trase linky metra C (Chodov, Kačerov), bude ve druhé traťové koleji mezi stanicemi PP – MU zavedena čistě kyvadlová doprava. V první koleji bude však také zavedena kyvadlová doprava ve směru PP – MU. Ta však bude limitována provozem ve správném směru, tedy do stanice MU bude zajiždět pouze jeden ze čtyř vlaků. Nespornou výhodou zavedené kyvadlové dopravy bude udržení cestujících v páteřním systému pražské hromadné dopravy. To bude mít za následek nezahlcení (již třeba posílené) povrchové dopravy, a nahrazení neexistující povrchové dopravy náhradní autobusovou linkou. Tímto krokem bude umožněna přeprava cestujících na přestupní stanici MU/C s návazností na trasu linky metra A (MU/A). Dále po přestupu na linku A je možno ve stanici Můstek(A) přestoupit na trasu linky metra B. U této kyvadlové dopravy bude stěžejním problémem návaznost volných mezidobí ve stanici pro uskutečnění obratu ve stanici PP. Zde bude zapotřebí vyhnout se kolizi při obratu souprav, které budou jezdit dle výlukového grafikonu pouze mezi stanicemi Háje a Pražského povstání. Technologie křižování kyvadlové a zkrácené dopravy (HA – PP) bude dále upřesněna v kapitole návrhu výlukového GVD. V rámci kyvadlové dopravy je nutno dodržovat provozní předpisy, které příkazují při jízdě v nesprávném směru s vypnutým vlakovým zabezpečovačem, aby na stanovišti strojvedoucího byla přítomna dvoučlenná vlaková četa. Ve stanici PP bude zapotřebí co

nejkratší doby stání na 2. SK pro výstup a nástup nových cestujících u kyvadlové dopravy vedené pouze v úseku PP – MU. Tento interval výměny cestujících bude nutno ve špičkovém intervalu provozu zkrátit na maximálně 35 sekund. V době sedlového, popřípadě nočního provozu bude možno interval pro výměnu cestujících prodloužit dle přepravních potřeb. Jak už bylo výše uvedeno vzhledem k počtu nutného osazení soupravy bude třeba ve směru PP – MU dvou strojvedoucích, jelikož souprava pojedí v nesprávném směru jízdy po 2. traťové koleji. Na zpáteční cestě ze stanice MU – PP však bude stačit pouze jeden strojvedoucí. V tomto případě bude nutno spočítat potřebnou dobu jízdy a obrátů kyvadlové dopravy. Tato informace je zapotřebí kvůli zjištění, zda na tuto kyvadlovou dopravu budou stačit dva strojvedoucí, nebo bude nutno počítat se tříčlennou vlakovou četou. Tříčlenná vlaková četa by byla zapotřebí v případě, že obrát ve stanici MU bude zkrácen na tak minimální dobu, za kterou by kmenový strojvedoucí ve směru MU – PP nebyl schopen časově stihnout přechod na druhý konec soupravy pro posílení nově vzniklého kmenového strojvedoucího pro směr PP – MU v 1. traťové koleji. V případě, že by to daný strojvedoucí časově nestíhal byl by na vjezdové hraně 1 SK nahrazen novým strojvedoucím, který by posílil na dvou člennou vlakovou četou. Původní kmenový strojvedoucí by následně mohl vypomoci při obrátu souprav ve stanici PP u souprav v provozu mezi stanicemi PP – HA (6).

Když je jasný rozsah kyvadlové dopravy je možno určit v jakém rozmezí bude nutné vypnutí PK. Pro zachování nejmenšího vypnutého úseku bude nutno vypnout PK v úseku dále popsaném. Ve druhé traťové koleji bude PK rozpojena fyzicky nestandardním způsobem oproti Místním provozním a bezpečnostním předpisům (dále jen MPBP), provedeno kvalifikovanými osobami pro tuto činnost. Takto bude PK rozpojena ve stanici VL ve 2TK směrem do stanice FR/C. PK bude vypnuta až po odpojovač 66-02 ve stanici HN. V první koleji bude nutno PK také rozpojit fyzicky nestandardním způsobem oproti MPBP. Z druhé strany v první traťové koleji bude PK vypnuta odpojovačem 66-01 nacházejícím se za stanicí FR/C. Díky zkratování PK v obou směrech bude umožněna práce osob v kolejišti na sanaci kolejového křížení ve stanici FR/C bez porušení MPBP.

## MAPA PRAŽSKÉHO METRA - LINKA C



(3, s doplněním autora)

### 2.6 INTERVAL 450 A 600 SEKUND

V této kapitule bude pojednáno o intervalu 450 (v MHD známý jako dělený 15minutový interval) a intervalu 600 s. Význam těchto intervalů spočívá při využití v sedlovém provozu mezi špičkami, nočním provozu a v neposlední řadě ve víkendovém provozu. Tyto intervaly byly dlouhodobě počítány „grafikonisty“ na základě požadavků Regionálního organizátora pražské integrované dopravy (ROPID), kteří mají na starost každoročně předložit reálné návrhy grafikonu vlakové dopravy pro všechny tři linky metra. Úkolem je co nejlépe optimalizovat časové přestupní vazby v přestupních stanicích metra a zároveň i návaznost na pozemskou linkovou dopravu. Proto je nutno tyto intervaly v co největším množství případů zachovat, vzhledem k poloze souprav na trati. To však nemusí být reálné v některých případech výluk, kde se nám změní počty využívaných souprav, mimořádné obraty souprav, výstup cestujících a odbavení nových cestujících ve stanicích, kde obrat v normálním provozu není a jiné další časová zkrácení/navýšení (6).

### 3 NÁVRH VÝLUKOVÉHO GVD

V této kapitole bude popsán a v opodstatněných případech okomentován návrh výlukového GVD. Zároveň budou popsány nestandardní situace „výjezdy“ a „zátahy“ souprav, zavádění manipulačních a obratových čet. Celý výlukový GVD je v grafické podobě součástí přílohy.

#### 3.1 POTŘEBNÝ POČET SOUPRAV

Pro danou výlukou je zapotřebí stanovit potřebný počet souprav pro provoz v obou úsecích HA – PP a NH – LT. Stěžejním v této výluce je skutečnost že vyloučená severní část trati bude bez přístupu k DK, tudíž bude znemožněno navázení souprav do špičkového provozu. Proto bude nutno stanovit si minimální potřebný počet souprav, které bude nutno během denního provozu a noční přepravní výluky někde na trati deponovat. Jižní část trati bude naprosto bez problému díky napojení na DK.

V severní části trati bude také zapotřebí zachování pásmového provozu mezi stanicemi NH – LA a běžný provoz mezi stanicemi NH – LT. Minimální počet potřebných souprav bude stanoven dle vzorce 9.

$$N_{svmin} = \frac{t_{jLT-NH} + t_{jNH-LT} + 2 * t_{obMIN}}{I_{pr}} \quad [\text{souprav}] \quad (9)$$

(Zdroj: autor)

kde:

$N_{svmin}$  – minimální počet potřebných souprav [souprav]

$t_{jLT-NH}$  – doba jízdy mezi stanicemi LT – NH včetně pobytů ve stanicích[s]

$t_{jNH-LT}$  – doba jízdy mezi stanicemi LT – NH včetně pobytů ve stanicích[s]

$t_{obMIN}$  – minimální doba obratu v koncových stanicích [s]

$I_{pr}$  – interval provozu souprav v mezistaničních úsecích [s]

Co se týče hodnoty  $I_{pr}$  je dle POD-M pro prázdninový mimo pásmový provoz stanoven na 150 s. Tedy pro provoz mezi LT – NH bude potřeba  $8,9 \approx 9$  souprav. Analogicky dle stejného vzorce za změny jízdnicích dob (nyní pro stanice LA – NH) a změny intervalu (300 s) provozu pro pásmový provoz LA – NH je zapotřebí  $2,96 \approx 3$  soupravy. Výsledkem je,

že v severní vyloučené části metra je pro zajištění a pokrytí přepravní potřeby zapotřebí 12 souprav. Navíc je nutno v této části zapotřebí ponechat alespoň dvě soupravy pro případné nahrazení při poruše na trati (ve stanici LT – na koleji 2A2 „na zadní pozici“, a ve stanici NH – na odstavně obratové koleji 02). Dále se při výluce tohoto druhu přidávají dvě soupravy pro případ poruchy a tím nahrazení záložních souprav ve vyloučeném úseku. Tyto soupravy budou deponovány ve stanici VL (1SK a na 1TK FR/C-VL na tzv. „5“-kové pozici – souprava umístěna v tunelu před stanicí VL. Z těchto výpočtů bylo dosaženo, že pro zajištění provozu v severní části trati bude zapotřebí 19 souprav. Zbylé soupravy, jejichž deponovací pozice nebyla výše uvedena, budou umístěny dle dispozic a to následovně. Naplnění pozic ve stanici LT na odstavně obratových kolejích a na kolejích 1A a 2A dále jedna souprava ve stanici LA na 0-té koleji, jedna souprava na odstavně obratové koleji 01 ve stanici NH a jedna souprava na 1. SK. Zbylé potřebné soupravy budou umístěny ve stanici VL. Dvě soupravy, první na 2. SK a druhá na „5“-kové pozici na 2. TK VL – NH.

Pro jižní část trati bylo dle vzorce 9 zjištěna potřeba  $12,06 \approx 13$  souprav pro provoz mezi stanicemi PP – HA. Další souprava navíc bude využita pro provoz kyvadlové dopravy ve 2. TK mezi MU/C – PP. Další navýšení počtu souprav bude způsobeno prodloužením jízd souprav do stanice MU/C (každá čtvrtá souprava ve směru HA – PP). V této části však problém s množstvím souprav bude řešen možnostmi vytažením potřebných souprav z DK do provozu. Pro zahájení denního provozu bude rozmístění souprav na trati následovné. Dvě soupravy budou během noční výluky provozu ve stanici MU/C na obou SK, jedna souprava umístěna ve stanici PP na 4-té koleji. Další možná deponace souprav je možná až ve stanici HA, kde budou umístěny dvě soupravy na 1. a 2. SK, dvě soupravy na odstavně obratových kolejích 01 a 02, nakonec další čtyři soupravy je možno deponovat na kolejích 1a a 2a a to včetně jedné záložní soupravy tzv. „horké zálohy. V tomto úseku tedy bude pro zahájení provozu na trati k dispozici osm souprav + záloha.

### **3.2 PRINCIPY TVORBY GVD**

Návrh výlukového GVD bude vycházet ze současných GVD pro trasu C, z důvodu zachování časů odjezdů prvních vlaků s přepravou cestujících. Kyvadlová doprava mezi stanicemi PP – MU/C bude navržena tak, aby bylo dosaženo co nejefektivnějšího křižování a obrátů souprav ve stanici PP.

Provozní den je zahájen jízdou tzv. kontrolních vlaků. Každý úsek na trati musí být tímto vlakem projet po ukončení přepravní výluky. Kontrolní vlaky jsou dále zaváděny i během provozního dne v úsecích vzniku mimořádné události (střet osoby se soupravou, střet dvou souprav, porucha traťového a zabezpečovacího zařízení, ...). Jízda kontrolních vlaků je řízena max.  $40 \text{ km.h}^{-1}$ , a během této jízdy musí být zapnuto osvětlení tunelu. Tyto vlaky nesmějí přepravovat cestující. Pravidelné ranní kontrolní vlaky jsou rovněž uvedeny v GVD. Většina těchto vlaků vyjíždí z odstavných míst na trati.

Číslo oběhů souprav budou zvolena v rozsahu... (při potřebě souprav), v závislosti na dodržení množství najetých kilometrů v úseku s možností správkového stavu. V úseku odříznutého od DK budou nasazeny soupravy po periodické prohlídce tak, aby nedošlo k razantnímu překročení kilometrického proběhu vozidel mezi periodickými prohlídkami. Číslování traťových kolejí, výhybek a značení dalších traťových zařízení bude prováděno od počátku trasy C, tedy ze stanice Letňany (LT). Kolej ve směru LT – HA je kolej druhá (sudý směr od počátku ke konci trati), naopak kolej ve směru HA – LT je kolej první (lichý směr od konce k počátku trati). Od této skutečnosti se dále odvíjí číslování vlaků, v sudém směru sudá čísla a zrcadlově v lichém směru čísla lichá.

### **3.3 ZAČÁTEK PROVOZU, RANNÍ SEDLO**

Ranní sedlo bude zahájeno najetím kontrolního vlaku se zapnutým osvětlením tunelu rychlostí  $40 \text{ km.h}^{-1}$  ve 4:25. Tento kontrolní vlak následně provede obrat ve stanici PP a pokračuje jako vlak s cestujícími do stanice HA s příjezdem 4:52. Ranní sedlo následně pokračuje provozem vlaků v intervalu 600 s do 5:03, kdy začíná provoz v intervalu 300 s. V tomto intervalu provoz pokračuje do 6:30 kdy je zahájen návoz souprav do ranní špičky. Při intervalu 600 s jsou umožněny obraty ve stanici HA samotným strojvedoucím (250 s), a ve stanici PP je prováděn obrat přes úvratřovou kolejovou spojku technologií OC. Po provedení obratu ve stanici PP bude strojvedoucí přecházet ze zadního na přední stanoviště (po obratu) po nástupní hraně 2. SK(120 s). Po přechodu kolem soupravy se soupravou odjíždí zpět ve 2. TK směr HA. Ranní sedlo se od začátku provozu liší především snížením intervalu provozu na 300 s. To zapříčiní znemožnění obratu s přechodem strojvedoucího ve stanici PP a tato obratová technologie OC bude nahrazena technologií OVS. Obrat ve stanici HA zůstává stejný.

### **3.4 NÁVOZ PRO RANNÍ ŠPIČKU**

Na trase C v jižní části výluky je ve stanici HA v období přepravní výluky odstaveno 8 souprav, z nichž sedm bude nasazeno přímo jako dopravní a jedna zůstane jako záložní. Pro naplnění provozního intervalu ve špičce je však zapotřebí nasadit na trať další vlaky pro doplnění potřebného počtu dopravních soupravy (výpočet v kapitole 3.1). Tyto vlaky budou vypravovány z DK do 2SK ve stanici KC a následně budou úvraťovou jízdou pokračovat do stanice HA, kde budou již následně vypravovány v intervalu ranní špičky. První vlak do ranní špičky bude vypraven ze stanice HA z koleje 1A1. Následně vlaky pro doplnění provozu bude možno vypravit z DK pouze s kmenovým strojvedoucím díky dostatečnému následnému mezidobí mezi vlaky ve směru HA, a obrát vlaku ve stanici KC „zabezpečuje“ vlaková četa samostatně včetně přechodu na opačné stanoviště. Poslední vyjíždějící vlak do ranní špičky z DK je však zapotřebí navézt na 2. SK obsazený na obou stanovištích (kmenový strojvedoucí vyjíždí z haly depa na zadním stanovišti). Po příjezdu do stanice KC a předání řízení od prvního „vyjíždějícího“ strojvedoucího pokračuje v intervalu 150 s ve směru HA





doplnění vlaků do špičky odpolední). Ve stanici PP bude stále veden obrat technologií OVS, ale změnou je změna technologie obratu ve stanici HA. Ve stanici HA v sedlovém provozu je dostačující technologie obratu samotným strojvedoucím, kdežto po zkrácení sedlového intervalu na polovinu pro ranní špičku je nutno využít technologie OVS nebo úplné OC. Zvolená obratová technologie záleží na plánu práce vlakové čety (konec služby, povinná bezpečnostní přestávka, ...). Ranní špička byla dále autorem zkrácena do 8:00, vzhledem k dřívějšímu nástupu vlaků do ranní špičky, a následně některé vlaky jedou v intervalu 150 s až do 8:25, kdy je poslední odstup vlaku ve stanici HA na kolej 2A1

V ranní špičce se autor rozhodl zachovat interval 150 s pro uspokojení co největší přepravní poptávky do centra. Tento provozní interval má však za následek zastavení kyvadlové dopravy v 1. TK, kterou není možno uskutečňovat při dodržení provozních intervalů v úseku PP – HA. (souprava bude odstavena ve stanici MU/C na 1. SK) Pro provoz kyvadlové dopravy v 1. TK je zapotřebí dlouhého pobytu na 2. SK (čekání pro najetí do provozního intervalu). To není možné, jelikož na 2. SK v době, příjezdu kyvadlové dopravy z 1. TK stále probíhá odbavení cestujících v 2. SK předchozího vlaku po obratu z úseku HA – PP. Další variantou, jak zamezit zastavení kyvadlové dopravy, autor navrhoval omezit kyvadlovou dopravu pouze na 1. kolej (bez pokračování do stanice HA). Zde nastal problém s nedostatečným intervalem pro příjezd předání řízení a odjezd pro který byla zjištěna hodnota 25 s do příjezdu dalšího vlaku z 1. TK na 1. SK ve správném směru. Tato hodnota je velice nedostačující hned z důvodu, že potřebný interval pro předání řízení je minimálně 35 s. Za dobu předání se však obrat nestihne uskutečnit z důvodu, že je nutno připočítat nějakou přírůžku na odbavení cestujících (výstup a následný nástup). Pro tuto variantu, aby mohla být použita do provozu bylo by zapotřebí navýšit provozní interval minimálně o 60 s. To by znamenalo vznik intervalu v ranní špičce 210 s, který z názoru autora není vhodný pro přepravu tak velkého množství lidí, které je nutno v ranní špičce převést do centra. Nevýhodou zrušení kyvadlové dopravy bude „nadkapacitní“ obsazení kyvadlové dopravy ve 2. koleji pro cestující, kteří budou pokračovat do některé ze stanic ve vyloučeném úseku.

Odpolední špička je provozně stejná jako špička ranní, lišící se pouze jiným intervalem a to 165 s. Z tohoto důvodu odpolední špička nebude znovu popisována.

### **3.6 DOPOLEDNÍ Odstup A DOPOLEDNÍ SEDLO**

Dopolední odstup je započat prvním vlakem, který odstoupí ve stanici HA 7:53, kde bude deponován pro možný rychlejší nástup do odpolední špičky. Ve stanici HA bude deponována většina souprav z ranní špičky. zbylé soupravy nepotřebné pro provoz v dopoledním sedle budou „zataženy“ do DK z 2. SK stanice KC, po ukončení období ranní špičky. Následuje prodloužení provozního intervalu na interval 150 s. Tento interval je zaváděn na odjezdu ze stanice HA. Další věcí je opětovné „rozjetí“ kyvadlové dopravy v 1. koleji s pokračováním do stanice HA.

### **3.7 ODPOLEDNÍ NÁVOZ**

Odpolední návoz začíná prvním „vytáhnutím“ soupravy z koleje 02 s odjezdem v 15:18 ze stanice HA. Pro odpolední špičku téměř vystačí deponované soupravy ve stanici HA po odstupu z ranní špičky. Tyto soupravy najíždějí přímo do intervalu odpolední špičky (165 s) a tím odpadá zdoluhavý návoz souprav z DK. Jedna souprava, kterou už nebylo možno deponovat ve stanici HA (nutnost provádět obraty souprav na koleji 01), je nutno tuto soupravu navézt z DK a to samostatnou vlakovou četou, která si samostatně „zabezpečí“ obrat soupravy na 2. SK včetně přechodu na druhé stanoviště. Tato souprav již následně pokračuje v intervalu odpolední špičky do stanice HA.

### **3.8 VEČERNÍ Odstup A SEDLO**

Večerní odstup je zahájen prvním „zatáhnutím“ soupravy z oběhu do DK v 18:58 a následují soupravy tak, aby se pootočil systém GOS pro další denTyto začínají odstupovat odlišně oproti dopolednímu odstupu, kdy je zapotřebí „zatáhnout“ soupravy potřebné při špičkovém intervalu. Poslední souprava, kterou je nutno „zatáhnout“ bude deponována ve stanici HA.

V průběhu odstupu souprav z odpolední špičky dochází k přechodu intervalu na sedlový provoz 300 s. Přechod na interval sedlového provozu začíná v 19:00. Soupravy jedoucí ve směru PP – HA po 19-té hodině odstupují z 2. SK do DK. Sedlový provoz následně pokračuje do 21:00. Od tohoto času začíná interval večerního provozu 600 s. Po navýšení intervalu dochází k dalším odstupům souprav, které odstupují ve stanici HA a tím ukončují svůj denní provoz a dochází ke změně oběhu pro následující den.

### **3.9 NÁVRH VÝLUKOVÉHO GVD V SEVERNÍ ČÁSTI VÝLUKY**

Pro severní část výluky se bude jednat o GVD se zastaveným GOS. Veškeré návozy a odstupy souprav budou prováděny ve stanici LT. Odlišností jsou dvě soupravy deponovány ve stanici VL v 2. koleji, které budou „vytáhnuty“ do ranní špičky. Po konci ranní špičky budou soupravy opět vráceny do stanice VL a bude přidána jedna souprava, aby bylo možno zachovat obraty souprav ve stanicích NH, LA a LT. V severní části bude zachován částečný pásmový provoz mezi stanicemi NH-LA a to od 9:14, dle nové koncepce prázdninového GVD. Pásmový provoz bude ukončen přechodu provozního intervalu na interval 600 s. Pro provoz v severní části výluky zůstávají stejné provozní intervaly špičky a sedla jako v části jižní. Jediným problémem je zde potřeba delšího času pro navezení potřebných souprav do intervalu a jejich delší potřebný čas pro odstup z provozního intervalu. Veškeré tyto nástrahy k vypořádání jsou způsobeny nemožného spojení s DK.

## 4 DOPAD VÝLUKY NA CESTUJÍCÍ

Tato kapitola se bude zabývat počtem cestujících, kterých se výluka části trasy metra dotkne. Dále se v této kapitole autor zaměří na počet osob, které bude nutno v průběhu výluky přepravit ať už v rámci kyvadlové dopravy PP – MU/C, nebo v rámci NAD, která bude zajišťována ve dvou okruzích, a to mezi stanicemi PP – NH a okruhem druhým, který bude zajišťovat přepravu pouze mezi stanicemi MU/C – HN. První okruh bude zajišťovat hlavní přepravní proces napříč centrem Prahy. Druhý okruh mezi stanicemi HN – MU/C bude mít za úkol přepravu cestujících mezi složkou železniční dopravy a složkou MHD (7).

### 4.1 POČET VÝLUKOU OMEZENÝCH CESTUJÍCÍCH VE SMĚRU HA→LT

Plánovaná výluka této práce ve směru HA – LT začíná ve stanici Pražského povstání (PP), tudíž také poslední stanice, která bude obsluhována obousměrně bez omezení a jejím denním obratem cestujících v počtu 36 805 osob za den. Z tohoto obratu stanice tvoří 20 241 osob nastupujících v této stanici a 16 564 osob vystupujících. Pro účel toho, abychom zjistili počet cestujících, kterých se bude týkat přestoupení ve stanici na NAD ve vyloučeném úseku PP – NH při nevyužití kyvadlové dopravy, tudíž budeme zkoumat mezistaniční úseky mezi stanicemi PP – FR, PP – VL, PP – NH, PP – KB, PP – LA, PP – SZ, PP – PR, PP – LT. Tyto informace ohledně počtu cestujících získáme z křížové tabulky přepravních mezistaničních vztahů.

Tabulka 2 Tabulka cestujících využijí NAD ze stanice PP

	FR	VL	NH	KB	LA	SZ	PR	LT	celkem
PP	1 318	530	332	677	284	275	179	357	3 952
PN	2 011	951	455	1 122	523	423	264	496	6 245
BD	2 797	1 298	776	1 430	763	768	322	756	8 910
KC	2 394	1 268	667	1 198	605	472	234	437	7 275
RO	732	290	248	313	157	112	78	97	2 027
CH	1 500	723	389	660	329	256	115	246	4 218
OP	1 529	643	430	629	267	214	91	175	3 978
HA	1 783	938	462	805	290	247	130	224	4 879
Celkem:	14 064	6 641	3 759	6 834	3 218	2 767	1 413	2 788	41 484

(6)

V tabulce 2 byla zaměřena pozornost pouze na přepravní vztahy v jednom směru tedy v počátečním směru velkého okruhu NAD. Zde bylo z celkového součtu zjištěno, že bude nutno v tomto směru přepravit přibližně 41 484 cestujících. Nejsou zde započítány stanice, které budou obsluhovány výše navrženou kyvadlovou dopravou a dále stanice HN, která bude mnohem lépe časově dostupná z přestupní stanice MU/C, při využití kyvadlové dopravy a následně NAD malého okruhu.

*Tabulka 3 Cestující, kteří využijí kyvadlovou dopravu*

	VY	IP	MU	Celkem:
PP	543	2 658	1 330	4 531
PN	1 729	4 243	19 155	25 127
BD	2 074	5 853	2 549	10 476
KC	1 657	4 229	2 306	8 192
RO	497	1 447	716	2 660
CH	1 586	3 530	1 737	6 853
OP	880	2 595	1 454	4 929
HA	1 824	3 959	1 874	7 657
Celkem:	10 790	28 514	31 121	70 425

(6)

V Tabulce 3 byla zaměřena pozornost na cestující, kteří využijí kyvadlovou dopravu ve směru PP – MU/C, buď za účelem přestoupení na jinou linku metra, nebo za účelem přestupu na NAD.

Pokud bude pozornost zaměřena pouze na přestupní vztahy, které vedou ze stanic HA↔PP do stanice HN, je dosaženo závěru, že 13 638 osob denně využije v tomto směru jak kyvadlovou dopravu mezi stanicemi PP – MU/C tak i NAD XC druhého, malého okruhu, který bude jezdit pouze mezi stanicemi MU/C – HN.

Tabulka 4 Cestující, kteří využijí kyvadlovou i NAD XC

	HN
PP	1 551
PN	2 229
BD	3 069
KC	2 197
RO	537
CH	1 805
OP	967
HA	1 283
Celkem:	13 638

(6)

V poslední tabulce by se rád autor pozastavil u počtu cestujících, kteří budou ve směru PP – LT nastupovat už do vyloučené části trasy linky. Zde nebude uvažována stanice PP, jakož to stanice, ve které bude stále veden normální obousměrný provoz, tudíž cestující budou načítáni až od stanice VY a pouze po stanici VL, která je poslední ve vyloučeném úseku.

Tabulka 5 Cestující přistupující do vyloučené části pokračující za vyloučenou část trasy linky

	NH	KB	LA	SZ	PR	LT	Celkem:
VY	243	463	265	235	114	271	1 591
IP	1 479	3 244	1 529	1 375	629	1 274	9 530
MU	645	1 997	1 154	1 173	476	774	6 219
HN	1 181	2 382	1 016	897	414	748	6 638
FR	1 947	3 831	2 258	1 777	574	1 017	11 404
VL	625	2 601	1 571	1 303	482	618	7 200
Celkem:	6 120	14 518	7 793	6 760	2 689	4 702	42 582

(6)

Díky této poslední tabulce určeného omezení cestujících se konečně dostaneme k celkovému počtu cestujících, kteří budou jakkoli limitováni výlukou v jejich předpokládané trase jízdy ve směru mezi stanicemi HA – LT. Počet cestujících zjistíme dle vzorce 1:

$$\Sigma_{HA \rightarrow LT} = C_{NAD} + C_{KD} + C_{HN} + C_{VO} \quad [\text{osoby}] \quad (10)$$

(Zdroj: autor)

kde:

$\Sigma_{HA \rightarrow LT}$  Počet cestujících dotčených výlukou [osob]

$C_{NAD}$  Počet cestujících využívajících NAD [osob]

$C_{KD}$  Počet cestujících využívajících kyvadlovou dopravu [osob]

$C_{HN}$  Cestující do stanice HN [osob]

$C_{VO}$  Cestující jedoucí z vyloučené oblasti [osob]

Tímto vzorcem bylo zjištěno, že denně bude výlukou zasaženo 168 129 cestujících využívajících linku metra C ve směru HA – LT.

## 4.2 POČET VÝLUKOU OMEZENÝCH CESTUJÍCÍCH VE SMĚRU LT→HA

V tomto směru trasy linky metra bude výluka metra začínat ve stanici Nádraží Holešovice (dále jen NH). Tato stanice je zároveň poslední možnou stanicí umožňující obrat souprav metra před vyloučenou stanicí metra Florenc. Z této stanice však nebude zaveden kyvadlovou dopravu do stanice Vltavská, vzhledem k nízké poptávce cestujících ve směru LT – VL. Stanice NH se svým denním obratem 41 525 cestujících patří na lince C k velmi vyrovnaným stanicím v počtu nastupujících a vystupujících osob.

V Tabulce 6 je vidět množství cestujících, kteří nastoupí v nevyložené části LT – NH. Tito cestující dále budou pokračovat do jedné z vyloučených stanic trasy linky C.

Tabulka 6 Cestující jedoucí do některé z vyloučených stanic

	VL	FR	HN	MU	IP	VY	Celkem:
LT	1 088	1 600	1 104	1 249	1 957	347	7 345
PR	537	668	492	575	767	131	3 170
SZ	793	1 007	619	1 068	928	126	4 541
LA	1 158	2 012	1 017	1 296	1 493	249	7 225
KB	2 259	3 748	2 514	2 852	3 479	435	15 287
NH	442	1 950	1 451	1 195	1 673	245	6 956
Celkem:	6 277	10 985	7 197	8 235	10 297	1 533	44 524



(6)

Z této tabulky je vidět, že z této vyloučené oblasti bude nutno denně zajistit NAD pro 44 524 cestujících. Tyto spoje NAD budou vedeny ze stanice NH přes ostatní vyloučené stanice až do další stanice s oboustranným provozem tudíž stanice PP.

Tabulka 7 Cestující jedoucí skrze výluky

	PP	PN	BD	KC	RO	CH	OP	HA	Celkem
LT	343	709	1 009	546	131	361	244	285	3 628
PR	179	262	366	295	74	163	101	119	1 559
SZ	175	303	445	311	61	169	128	144	1 736
LA	167	540	670	551	124	280	250	276	2 858
KB	544	1 174	1 696	1 237	285	749	548	757	6 990
NH	337	605	931	801	178	516	286	479	4 133
Celkem:	1 745	3 593	5 117	3 741	853	2 238	1 557	2 060	20 904

(6)

V Tabulce 7 je zaměřena pozornost na cestující využívající přepravní službu skrze vyloučené stanice v centru. V tabulce je dále vidět, že množství cestujících skrze výluky je oproti cestujícím, kteří využijí přepravní službu do vyloučené oblasti je přibližně poloviční. To je zapříčiněno především dojezdem do centra s mnohem vyšší pracovní nabídkou, než je tomu u stanic mezi stanicemi PP – HA.

Tabulka 8 Cestující jedoucí z vyloučené oblasti do úseku PP-HA

	PP	PN	BD	KC	RO	CH	OP	HA	Celkem
VL	442	966	1 404	1 049	291	673	572	857	6 254
FR	935	1 853	2 477	2 053	495	1 567	1 068	1 575	12 023
HN	1 166	1 972	2 773	1 873	421	1 968	820	1 168	12 161
MU	678	1 367	1 748	1 523	430	1 403	899	1 397	9 445
IP	1 848	3 860	5 181	3 702	913	3 366	2 129	3 355	24 354
VY	196	798	964	716	165	568	323	635	4 365
Celkem:	5 265	10 816	14 547	10 916	2 715	9 545	5 811	8 987	68 602

(6)

V Tabulce 8 je patrná obdoba Tabulky 5, tudíž cestujících, kteří využijí služeb centra Prahy a následně se vrací domů. Z této tabulky by byla možnost stejně jako v opačném směru samostatně osamostatnit stanici HN, u které je velká pravděpodobnost využití kratší trasy NAD XC s přestupem na přestupní stanici MU/C s možností využití kyvadlové dopravy. Dále díky této poslední tabulce můžeme určit konečný počet cestujících, kterých se výluky dotkne

ve směru LT – HA. Analogicky za pomoci sumy celkového počtu cestujících bylo zjištěno vzorcem 2, že v tomto směru linky se výluka dotkne 134 030 cestujících denně.

$$\sum LT \rightarrow NH = C_{DV} + C_{NAD} + C_{VO} \quad [\text{osoby}] \quad (11)$$

(Zdroj: autor)

kde:

$\sum LT \rightarrow NH$  Počet cestujících dotčených výlukou [osob]

$C_{DV}$  Počet cestujících do vyloučené oblasti [osob]

$C_{NAD}$  Počet cestujících za vyloučenou oblast [osob]

$C_{VO}$  Cestující jedoucí z vyloučené oblasti [osob]

V závěru této kapitoly bylo zjištěno součtem výsledků vzorce 1 a 2, že při sjednocení směru trasy linky se výluka denně dotkne 302 159 cestujících denně. Ovšem nesmí zde být opomenuty přestupní vazby mezi linkami ve stanicích MU/C a FR, kde ve stanici MU/C přistupuje na linku C 55 226 cestujících a ve stanici FR na linku C přistupuje 41 998 cestujících. U těchto hodnot ale není specifikováno, kterým směrem se cestující dále na lince ubírají, tudíž jsou zahrnuti pouze do konečného součtu výlukou postižených cestujících. Po započítání cestujících přistupujících v přestupních stanicích bylo zjištěno a zároveň konečně staven počet cestujících, kterých se výluka dotkne, jelikož obě přestupní stanice jsou ve výluce. Definitivně bylo stanoveno, že výluka se celkově dotkne 399 373 cestujících denně. Vzhledem k husté dopravní síti v centru Prahy je možno uvažovat, že cestující ve výluce, kteří potřebují využít metro mezi stanicemi FR – VY mohou být pohodlně přepraveni ať už tramvajovou nebo autobusovou dopravou.

## ZÁVĚR

Práci byly nově poznány věci a veškeré technologie týkající se přípravy výluk na dráze speciální, a to především nutných náležitostí týkajících se ROV a veškeré skutečnosti a náležitosti, které musí být při výluce splněny. Dále byly učiněny nové poznatky, co se týče aktuálního provozu na trase linky metra C, věci týkající se vozidel a intervalů během denního provozu. Práce zabývala obraty v určených stanicích vzhledem k jejich možnostem a pro provoz potřebných uskutečnění výluky v potřebném rozsahu. V práci nebyla opomenuta zmínka o možnosti a využitelnost kyvadlové dopravy v části vyloučeného úseku a NAD v ať už v malém okruhu MU/C – HN nebo v celém rozsahu výluky mezi stanicemi PP – NH. Práce se následně zabývala návrhem a schůdností několika variant výlukového GVD v pracovní prázdninový den. V poslední řadě se práce zaměřila na množství cestujících, kterých se daná výluka denně dotkne, kde bylo zjištěno, že denně se výluka dotkne 399 373 cestujících.

Tato práce autorovi ve výsledku darovala mnoho zajímavých zjištění, co se týče dráhy speciální. Tato práce dala autorovi takový impuls, že by se rád i v budoucnu zaobíral tímto systémem MHD a tím nadále rozšířil své znalosti v tomto odvětví.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) *Komplexní přepravní průzkum metra 2008*. Praha: Dopravní podnik hl. m. Prahy, a. s. a ROPID, CHAPS spol. s r. o., listopad 2008.
- (2) *Historie Dopravního podniku* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://www.dpp.cz/historie/#zakladni-data-z-historie-mhd-v-praze/>
- (3) POD-M plán organizace dopravy na rok 2016
- (4) Trasa metra C. *Metro Praha* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-12-17]. Dostupné z: <http://metropraha.eu/trasa-metra-c/>
- (5) Rozkaz o výluce 17-2016-01
- (6) SŽDC D7/2 Organizování výlukových činností, 2015
- (7) Interní informace a materiály DP, poskytnuty dne: 14. 10. 2016
- (8) Schéma na základě plánů metra

# **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A – Návrh GVD