

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Zvýšení propustnosti dvoukolejných úseků  
během výlukové činnosti  
v obvodu Oblastního ředitelství Brno

Jiří Handl

Diplomová práce

2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří Handl**  
Osobní číslo: **D14588**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**  
Název tématu: **Zvýšení propustnosti dvoukolejných úseků během výlukové  
činnosti v obvodu Oblastního ředitelství Brno**  
Zadávací 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 dvoukolejných úseků
  - 2 Zřízení odbočky ve vybraném úseku
  - 3 Přínosy navrženého opatření
- Závěr
-

Rozsah grafických prací: 4 - 5  
Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná  
Seznam odborné literatury:


SŽDC D24 Předpis pro zjišťování kapacity železničních tratí, SŽDCs. o., 37s, účinností od 1.7.2004,  
MOLKOVÁ, T. MOJŽÍŠ, V. DRDLA, P. -a kol. Kapacita železničních tratí. Pardubice: Tiskárny Havlíčkův Brod, a. s. 2010. 150s. ISBN 978-80-7395-317-1  
BULÍČEK, J. MOJŽÍŠ, V. MOLKOVÁ, T. a kol. Modelování technologických procesů v dopravě. Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2011. 223s. ISBN 978-80-7395-442-0

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Jaroslav Matuška, Ph.D.**  
Katedra technologie a řízení dopravy

Datum zadání diplomové práce: **1. února 2017**  
Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2017**

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

L.S.

  
doc. Ing. Jaromír Šíroky, 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 Kuřimi dne 26. 5. 2017

Jiří Handl



Rád bych poděkoval doc. Ing. Jaroslavu Matuškovi, Ph.D. za cenné rady při řešení mé práce a za její zodpovědné vedení.

## **ANOTACE**

Tato práce se zabývá posouzením přínosů zřízení odbočky ve vybraném mezistaničním úseku při výluce jedné ze dvou traťových kolejí, kdy dochází k obousměrnému jednokolejnému provozu, za využití ukazatelů propustnosti, kritérií míry zpoždění, náskoku a počtu vlaků, které není možné daným mezistaničním úsekem provést.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

výluka, propustnost, zpoždění, náskok, odbočka

## **TITLE**

Increasing the throughput of double-track railway lines during maintenance of railway lines in the Regional Directorate Brno

## **ANNOTATION**

This thesis focuses deals with the evaluation of the benefits of the installation of the railway station in the selected section when one of the track tracks is blocked, where bi-directional single-track operation occurs, using the permeability indicators, the criteria of the delay rate and the number of trains that cannot be performed by the intermediate section

## **KEYWORDS**

inoperative, throughput, delay, prior ride, turntable

# OBSAH

ÚVOD .....	12
1 ANALÝZA DVOUKOLEJNÝCH ÚSEKŮ .....	13
1.1 Vytipování úseků .....	13
1.1.1 Moravský Písek – Břeclav přednádraží .....	14
1.1.2 Veselí nad Moravou – Brno-Černovice .....	16
1.1.3 Lanžhot – Brno-Horní Heršpice .....	16
1.1.4 Brno hlavní nádraží – km 267,713 (Golčův Jeníkov – Čáslav).....	18
1.1.5 Brno-Maloměřice St6 – Březová nad Svitavou .....	20
1.1.6 Shrnutí kapitoly 1.1 .....	21
1.2 Analýza při výlukové činnosti .....	22
1.2.1 Zjednodušená grafická metoda tvorby VNJŘ.....	24
1.2.2 Rohatec – Hodonín .....	25
1.2.3 Kyjov – Nemočice .....	25
1.2.4 Hrušovany u Brna – Modřice.....	28
1.2.5 Kuřim – Tišnov .....	29
1.2.6 Brno-Maloměřice St6 – Adamov.....	30
1.2.7 Shrnutí kapitoly 1.2.....	32
1.3 Závěry analýzy .....	33
2 ZŘÍZENÍ ODBOČKY VE VYBRANÉM ÚSEKU.....	35
2.1 Současný stav traťového úseku Hrušovany u Brna – Modřice.....	35
2.1.1 Parametry traťového úseku – současný stav .....	35
2.1.2 Rozsah vlakové dopravy v GVD 2016/2017 .....	36
2.1.3 Výpočet ukazatelů propustnosti.....	38
2.1.4 Výsledky ukazatelů propustnosti .....	45
2.2 Stav při výluce traťové koleje úseku Hrušovany u Brna – Modřice.....	47
2.2.1 Parametry traťového úseku při výluce .....	47
2.2.2 Rozsah vlakové dopravy při výluce traťové koleje .....	47
2.2.3 Výpočet ukazatelů propustnosti.....	51
2.2.4 Výsledky ukazatelů propustnosti .....	53
2.3 Stav při zřízení odbočky v úseku Hrušovany u Brna - Modřice.....	54
2.3.1 Parametry traťového úseku po zřízení odbočky .....	54
2.3.2 Rozsah vlakové dopravy při zřízení odbočky.....	56

2.3.3	Výpočet ukazatelů propustnosti Hrušovany u Brna - Holasice .....	62
2.3.4	Výsledky ukazatelů propustnosti .....	64
2.3.5	Výpočet ukazatelů propustnosti Hrušovany u Brna - Holasice .....	65
2.3.6	Výsledky ukazatelů propustnosti .....	67
3	PŘÍNOSY NAVRŽENÉHO OPATŘENÍ .....	68
3.1	Porovnání situace č. 1 a situace č. 3 .....	68
3.1.1	Ukazatele propustnosti vyjadřující počet vlaků .....	69
3.1.2	Ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení .....	69
3.1.3	Ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků .....	69
3.2	Porovnání situace č. 2 a situace č. 4 .....	70
3.2.1	Ukazatele propustnosti vyjadřující počet vlaků .....	70
3.2.2	Ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení .....	71
3.2.3	Ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků .....	72
3.3	Porovnání situace č. 2 a situace č. 5 .....	73
3.3.1	Ukazatele propustnosti vyjadřující počet vlaků .....	73
3.3.2	Ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení .....	74
3.3.3	Ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků .....	75
	ZÁVĚR .....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....	77
	SEZNAM PŘÍLOH .....	78



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Dvukolejné tratě OŘ Brno .....	14
Obr. 2: Varianty jízd v úseku Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St3 .....	18
Obr. 3: Varianty jízd v úseku Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St6 .....	21
Obr. 4: Výseky NJŘ v úseku Kyjov – Nemočice .....	27
Obr. 5: Schéma středu mezistaničního úseku Hrušovany u Brna – Modřice .....	36
Obr. 6: Grafické zjištění hodnoty $t_{n-mez}$ .....	39
Obr. 7: NJŘ Hrušovany u Brna – Modřice GVD 2016/2017 a GVD 2015/2016 .....	48
Obr. 8: Výsek VNJŘ Hrušovany u Brna – Modřice, dle ROV 33044, dne 19. 3. 2016 .....	49
Obr. 9: Výsek zkonstruovaného VNJŘ úseku Hrušovany u Brna – Modřice .....	50
Obr. 10: Výsek NJŘ úseku Hrušovany u Brna – Modřice .....	50
Obr. 11: Schéma odbočky Holasice .....	55
Obr. 12: Případy výluk v úseku Hrušovany u Brna – Holasice – Modřice .....	57
Obr. 13: Výsek zkonstruovaného VNJŘ úseku Hrušovany u Brna – Holasice .....	59
Obr. 14: Výsek zkonstruovaného VNJŘ úseku Holasice – Modřice .....	61
Obr. 15: Grafické zjištění hodnoty $t_{n-mez}$ při výluce Holasice – Modřice .....	65
Obr. 16: Graf s porovnáním ukazatelů propustnosti vyjadřující počet vlaků situace č. 2 a č. 4 ....	70
Obr. 17: Graf s porovnáním ukazatelů propustnosti vyjadřující počet vlaků situace č. 2 a č. 5 ....	73

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Vstupní parametry tratě č. 316, Moravský Písek – Břeclav přednádraží .....	15
Tab. 2: Vstupní parametry tratě č. 318, Veselí nad Moravou – Brno-Černovice .....	16
Tab. 3: Vstupní parametry tratě č. 320 Lanžhot – Brno-Horní Heršpice .....	17
Tab. 4: Vstupní parametry tratě č. 324 Brno-Maloměřice St3 – Golčův Jeníkov .....	19
Tab. 5: Vstupní parametry tratě č. 326 Brno-Maloměřice St6 – Březová nad Svitavou .....	20
Tab. 6: Vybrané úseky pro přijetí opatření ke zvýšení propustnosti .....	21
Tab. 7: Vybrané úseky s výlukovou činností v GVD 2015/2016 .....	23
Tab. 8: Výsledky analýzy metodou zjednodušené tvorby VNJŘ .....	33
Tab. 9: Délky prostorových oddílů úseku Hrušovany u Brna - Modřice .....	36
Tab. 10: Počet vlaků úseku Hrušovany u Brna – Modřice .....	38
Tab. 11: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Hrušovany u Brna - Modřice .....	46
Tab. 12: Počet vlaků úseku Hrušovany u Brna – Modřice dle VNJŘ .....	51
Tab. 13: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Hrušovany u Brna – Modřice dle VNJŘ .....	53
Tab. 14: Délky prostorových oddílů úseku Hrušovany u Brna – Holasice – Modřice .....	56
Tab. 15: Počet Os vlaků v jednotlivých taktech úseku Hrušovany u Brna – Modřice .....	58
Tab. 16: Počet vlaků úseku Hrušovany u Brna – Holasice dle VNJŘ .....	60
Tab. 17: Počet vlaků úseku Holasice – Modřice dle VNJŘ .....	62
Tab. 18: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Hrušovany u Brna – Holasice dle VNJŘ .....	64
Tab. 19: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Holasice – Modřice dle VNJŘ .....	67
Tab. 20: Porovnání ukazatelů propustnosti vyjadřující míru vytížení situace č. 2 a č. 4 .....	71
Tab. 21: Porovnání ukazatelů propustnosti vyjadřující míru vytížení situace č. 2 a č. 4 .....	75

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CDP.....	Centrální dispečerské pracoviště
ČD, a.s.....	České dráhy, akciová společnost
GVD.....	Grafikon vlakové dopravy
IDS.....	Integrovaný dopravní systém
JMK.....	Jihomoravský kraj
JŘ.....	Jízdní řád
KADR.....	Kapacita dráhy
NJŘ.....	Nákresný jízdní řád
OŘ.....	Oblastní ředitelství
ROV.....	Rozkaz o výluce
SR.....	Staniční řád
St3.....	Stavědlo číslo tři
St6.....	Stavědlo číslo šest
SZZ.....	Staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC.....	Správa železniční dopravní cesty, státní organizace
TTP.....	Tabulky traťových poměrů
TZZ.....	Traťové zabezpečovací zařízení
VNJŘ.....	Výlukový nákresný jízdní řád
ŽUB.....	Železniční uzel Brno

## ÚVOD

Oblastní ředitelství Brno, organizační jednotka Správy železniční dopravní cesty, státní organizace, zajišťuje provozuschopnost tratí (údržbu a opravy železniční dopravní cesty), správu movitého a nemovitého majetku, řízení železničního provozu a další činnosti související s předmětem podnikání na území Jihomoravského kraje a kraje Vysočina.

Oblastní ředitelství Brno spravuje 1407,5 km tratí, z toho 303,199 km tratí dvoukolejných. Při opravách, údržbě, přestavbě nebo k obnovení sjízdnosti železniční dopravní cesty nebo odstranění překážky způsobující nesjízdnost, mohou být z provozu vyloučeny traťové nebo staniční koleje, výhybky, točny, pevná zařízení elektrické trakce apod., anebo může být vyloučeno zabezpečovací zařízení, a to zcela, nebo jen z části.

Podle rozsahu vyloučení zařízení dochází k omezení v podobě snížení propustnosti, které buď vyžaduje, nebo nevyžaduje přijetí dopravních opatření pro zachování plynulosti dopravy. Mezi případy vyloučení, které nevyžaduje přijetí opatření, se řadí výluky staničních kolejí, výhybek (mimo krajních) a výluky některých traťových kolejí na dvoukolejných tratích s menším rozsahem dopravy. Případy vyloučení s přijetím dopravních opatření jsou výluky traťových kolejí nebo krajních výhybek na jednokolejných tratích a výluky traťových kolejí na dvoukolejných tratích s větším rozsahem dopravy v závislosti na délce traťového úseku.

Přijátá dopravní opatření se mohou týkat veškeré dopravy v místě, a to v případech zastavení provozu, kdy rozsah vyloučení neumožňuje daným místem projet. Jedná se o výluky traťových kolejí na jednokolejných tratích (krajních výhybek). Veškeré vlaky jsou odřeknuty a v případě osobní dopravy nahrazeny náhradní autobusovou dopravou. Dále se přijátá dopravní opatření mohou týkat pouze části dopravy. V tomto případě se jedná o výluky jedné ze dvou traťových kolejí na tratích s velkým rozsahem dopravy, kde dochází k obousměrnému provozu po jedné traťové koleji. Velkým rozsahem dopravy je myšleno, že veškeré pravidelné vlaky nelze z kapacitních důvodů po jedné koleji provést.

Tato práce se zabývá případem výluky traťové koleje na dvoukolejných tratích v územní působnosti Oblastního ředitelství Brno, kdy rozsah dopravy je tak velký, nebo mezistaniční úsek tak dlouhý, že veškeré vlaky není možné po zbývající jedné traťové koleji provést a musí dojít k jejich odřeknutí.

**Cílem práce je na vybraném dvoukolejném mezistaničním úseku v obvodu OŘ Brno zvýšit propustnost při výluce jedné z traťových kolejí, prostřednictvím vybudování odbočky, za využití ukazatelů propustnosti, kritéria počtu odřeknutých vlaků a výše zpoždění.**

# 1 ANALÝZA DVOUKOLEJNÝCH ÚSEKŮ

V územní působnosti OŘ Brno se nachází celkem pět dvoukolejných tratí. Jedná se o tyto tratě dle číslování NJŘ:

- trať č. 316, km 131,338 (Nedakonice – Moravský Písek) –Břeclav,
- trať č. 318, Veselí nad Moravou - Brno hlavní nádraží,
- trať č. 320, Lanžhot – Brno hlavní nádraží,
- trať č. 324, Brno hlavní nádraží – km 267,713 (Golčův Jeníkov – Čáslav),
- trať č. 326, Brno-Židenice – km 228,995 (Březová nad Svitavou – Svitavy).

## 1.1 Vytipování úseků

Kapitola čerpá ze zdroje (1). Vytipování úseků vhodných pro vytvoření opatření, které by zmírnilo dopady výluky traťové koleje je provedeno v následujících kapitolách. Kritéria pro zvolení úseku jsou:

- délka mezistaničního úseku,
- jízdní doba zastavujícího vlaku,
- jízdní doba projíždějícího vlaku,
- počet pravidelných vlaků v období 24 hodin.

Délka mezistaničního úseku je myšlena jako vzdálenost mezi vjezdovými návěstidly sousedních dopraven s kolejovým rozvětvením uváděna v km, která je zjištěna z TTP.

Jízdní doba zastavujícího vlaku je doba jízdy vlaku mezi dvěma dopravními s kolejovým rozvětvením, který obsluhuje všechny přepravní body na trati. Jedná se o vybraný vlak kategorie Os, který zastavuje ve všech stanicích a zastávkách. Tyto údaje jsou zjištěny ze SJŘ příslušného vlaku. Vlak kategorie Os reprezentuje vlak s nejdelší jízdní dobou mezi dvěma sousedními dopravními.

Jízdní doba projíždějícího vlaku je doba jízdy vlaku mezi dvěma dopravními s kolejovým rozvětvením, který projíždí všechny přepravní body na trati (mimo dopravní, kde pravidelně zastavuje). Jedná se o vybraný vlak kategorie R, Sp, který zastavuje pouze ve významných stanicích, zastávky projíždí. Údaje jsou zjištěny taktéž ze SJŘ. Vlak kategorie R a Sp reprezentuje vlak s nejkratší jízdní dobou mezi dvěma sousedními dopravními.

Jízdní doba vlaků nákladní dopravy zkoumána není. Tato doba je závislá na mnoha okolnostech, je velmi různorodá a zpravidla se jedná o dobu, která se pohybuje v intervalu zkoumaných reprezentativních zástupců vlaků osobní dopravy kategorie Os a R, Sp.

Počet pravidelných vlaků je zjištěn ze Seznamů vlaků pro staniční zaměstnance, který byl vytvořen pro účely této práce pro každou dopravnu zvlášť. Zdrojovým podkladem byl

Seznam vlaků pro staniční zaměstnance GVD 2015/2016, ze kterého byly vyjmuty lokomotivní vlaky, vlaky podle potřeby, vlaky rušící. Dále byl seznam upraven individuálně pro každou stanici, s ohledem na zaústěné vedlejší jednokolejné tratě, výchozí a končící vlaky tak, aby u každé stanice byl uveden pouze údaj o pravidelných vlacích jedoucích z vedlejší stanice zkoumaného úseku.

Do zkoumaných úseků nejsou zahrnuty úseky sousedící s železniční stanicí Brno hlavní nádraží. Jedná se o uzlovou železniční stanici a veškeré sousedící úseky jsou příliš krátké pro vytváření jakýkoliv opatření. S ohledem na nejasnosti ohledně koncepce ŽUB Brno by takové zkoumání nebylo přínosné.

Na Obr. 1 je mapa s červeně vyznačenými dvoukolejnými tratěmi na územní působnosti OŘ Brno.



Obr. 1: Dvoukolejná trať OŘ Brno  
Zdroj: Autor na podkladě (2)

### 1.1.1 Moravský Písek – Břeclav přednádraží

Trať Nedakonice – Břeclav je trať s označením 316 dle SJŘ. Dopravná Nedakonice se nachází v sousedním obvodu OŘ Olomouc, hraničním mezistaničním úsekem je Nedakonice – Moravský Písek. Prvním zkoumaným mezistaničním úsekem v této práci na území OŘ Brno je Moravský Písek – Bzenec přívoz.

Reprezentativním vlakem pro určení jízdní doby zastavujícího vlaku je vlak 4202, pro určení jízdní doby projíždějícího vlaku vlak 103. Tabelární jízdní řády jsou v *Příloze A*.

Do dopravní Moravský Písek zajíždějí taktéž vlaky ze směru Bzenec z trati č. 318. Tyto vlaky se do počtu pravidelných vlaků nezapočítávají.

Obdobně se nezapočítávají vlaky v dopravně Rohatec, jezdící na a z odbočné tratě směru Sudoměřice na Moravě. Tyto vlaky jsou končící a výchozí ve stanici Hodonín a projíždějí až zkoumaný úsek Rohatec – Hodonín. Proto se tyto vlaky započítají do počtu pravidelných vlaků dopravní Hodonín. V dopravně Hodonín ovšem nebudou uvedeny vlaky z dalších dvou odbočných jednokolejných tratí, a to tratě Hodonín – Čejč – Zaječí a tratě Hodonín – Holíč nad Moravou. Dále v dopravně Hodonín nebudou uvedeny výchozí a končící vlaky směru Lužice. Údaj v Tab. 1 v řádku Hodonín má reprezentovat počet pravidelných vlaků úseku Rohatec – Hodonín a tak tyto vlaky nelze započítávat.

Železniční stanice Břeclav je reprezentována obvodem přednádraží, který je sousedním dopravním bodem výhybny Hrušky. Dalším dopravním bodem je Břeclav obvod osobní nádraží. Úsek obvod přednádraží – obvod osobní nádraží zkoumán nebude, jedná se o jízdy v rámci jedné uzlové železniční stanice.

*Tab. 1: Vstupní parametry tratě č. 316, Moravský Písek – Břeclav přednádraží*

Dopravná s kolejovým rozvětvením	Délka mezistaničního úseku (km)	Jízdní doba zastavujícího vlaku (min)	Jízdní doba projíždějícího vlaku (min)	Počet pravidelných vlaků za 24 hodin (ks)
Moravský Písek	-	-	-	-
Bzenec přívoz	2,930	4	3	138
Rohatec	6,010	6	3,5	138
Hodonín	4,799	6,5	3,5	170
Lužice	2,790	3,5	3	163
Moravská Nová Ves	2,695	3	2	163
Hrušky	4,451	6	3	163
Břeclav přednádraží	0,890	2	2	163

Zdroj: Autor na podkladě (1)

### **Dílčí shrnutí**

Nejdelším mezistaničním úsekem je Bzenec přívoz – Rohatec, ale jízdní doba a počet vlaků v tomto úseku je vzhledem ke vzdálenosti přijatelná. Nejvhodnějším úsekem na přijetí opatření ke zvýšení propustnosti na této trati je tak úsek Rohatec – Hodonín, v tomto úseku je nejdelší jízdní doba zastavujícího a projíždějícího vlaku a také největší počet pravidelných vlaků za období 24 hodin.

### 1.1.2 Veselí nad Moravou – Brno-Černovice

Dvukolejný úsek tratě Veselí nad Moravou – Brno-Černovice se v celé délce nachází na území Oblastního ředitelství Brno.

Pro účely zjištění jízdní doby zastavujícího vlaku je využit TJŘ vlaku 4102, projíždějícího pak TJŘ vlaku 1720. Oba TJŘ jsou v *Příloze B* této práce.

V Bzenci nejsou uvedeny v počtech pravidelných vlaků vlaky odbočující jednokolejně tratě směru Moravský Písek, v dopravně Blažovice poté vlaky směru Holubice.

Tab. 2: Vstupní parametry tratě č. 318, Veselí nad Moravou – Brno-Černovice

Dopravná s kolejovým rozvětvením	Délka mezistaničního úseku (km)	Jízdní doba zastavujícího vlaku (min)	Jízdní doba projíždějícího vlaku (min)	Počet pravidelných vlaků za 24 hodin (ks)
Veselí nad Moravou	-	-	-	-
Bzenec	8,502	9,5	9	59
Vlkoš	5,818	8	8	57
Kyjov	5,918	8,5	7,5	64
Nemotice	13,398	15	13,5	56
Nesovice	6,533	9,5	8	59
Bučovice	5,237	8	6,5	59
Slavkov u Brna	8,330	11	8	60
Blažovice	5,330	10,5	7	60
Šlapanice	3,972	6,5	5	118
Brno-Slatina	2,16	5	3,5	120
Brno-Černovice	2,437	3,5	2,5	120

Zdroj: Autor na podkladě (1)

#### Dílčí shrnutí

Podle Tab. 2 omezujícím úsekem na celé trati je úsek Kyjov – Nemotice, s délkou mezistaničního úseku 13,398 km. Projíždějící vlak má jízdní dobu 13,5 minut a vlak zastavující 15 minut. Z Veselí nad Moravou do Blažovic je počet pravidelných vlaků téměř totožný. Dvojnásobný nárůst je ve zbývající části trati a to Blažovice – Brno-Černovice, kde je naopak poloviční vzdálenost mezistaničního úseku a jízdní doby. Z tohoto důvodu je tato část trati v normálu s ostatními úseky. Vhodným úsekem na vytvoření opatření ke zvýšení propustnosti je tak úsek Kyjov – Nemotice.

### 1.1.3 Lanžhot – Brno-Horní Heršpice

Trat' č. 320 dříve začínala ve stanici Kúty, která se v současné době nachází na území Slovenské republiky. Přečlovým mezistaniční úsek mezi OŘ Brno a Slovenskou republikou je tedy Kúty – Lanžhot. První zkoumaný úsek na trati Lanžhot – Brno hlavní nádraží je Lanžhot – Břeclav. Počet zkoumaných úseků je devět.



Reprezentativním vlakem pro určení jízdní doby zastavujícího vlaku je v úseku Lanžhot – Břeclav vlak 4270, v úseku Břeclav – Brno vlak 4610, pro určení jízdní doby projíždějícího vlaku, je v celém úseku vlak 282. Tabeleární jízdní řády jsou v *Příloze C*.

Železniční stanice Břeclav je složena z obvodu osobního nádraží a obvodu přednádraží. Tyto obvody na sebe bezprostředně navazují, jedná se o uzlovou stanici a jízda vlaku, který reprezentuje vlak nejrychlejší, je dvě minuty. Úsek Břeclav osobní nádraží – Břeclav přednádraží zkoumán nebude, avšak pro sousední dopravny bude zkoumán úsek Lanžhot – Břeclav osobní nádraží a úsek Břeclav přednádraží – Podivín.

U dopravny Břeclav nebude taktéž zkoumán počet pravidelných vlaků za 24 hodin, tento údaj není vypovídající, protože tímto bodem prochází mimo tratě Lanžhot – Brno, taktéž trať Moravský Písek – Břeclav. Pro potřeby práce bude pro dopravnu Břeclav využit údaj o počtu vlaků dopravny Podivín. Za předpokladu, že ve stanici Podivín není žádný výchozí a končící pravidelný vlak osobní dopravy, lze předpokládat, že tento údaj bude ve skutečnosti totožný.

V dopravně Zaječí jsou ze seznamu vlaků vypuštěny vlaky z odbočné tratě Zaječí – Čejč – Hodonín, stejně jako v dopravně Šakvice vlaky tratě Šakvice – Hustopeče u Brna. Tyto vlaky nemají vliv na propustnost zkoumaného úseku. V seznamu vlaků u dopravny Brno-Horní Heršpice jsou zachovány pouze vlaky jedoucí v mezistaničním úseku Modřice – Brno-Horní Heršpice. Veškeré zjištěné údaje jsou uvedeny v Tab. 3.

*Tab. 3: Vstupní parametry tratě č. 320 Lanžhot – Brno-Horní Heršpice*

Dopravna s kolejovým rozvětvením	Délka mezistaničního úseku (km)	Jízdní doba zastavujícího vlaku (min)	Jízdní doba projíždějícího vlaku (min)	Počet pravidelných vlaků za 24 hodin (ks)
Lanžhot	-	-	-	-
Břeclav	5,427	7,5	4,5	100
Břeclav přednádraží	-	-	-	-
Podivín	7,399	7,5	4	154
Zaječí	5,717	7	3	160
Šakvice	4,225	4,5	2,5	174
Vranovice	7,125	10	4	195
Hrušovany u Brna	5,682	7	3	206
Modřice	9,357	13	4,5	212
Brno-Horní Heršpice	1,402	3	2	161

Zdroj: Autor na podkladě (1)

### **Dílčí shrnutí**

V Tab. 3 je mezistaniční úsek Hrušovany u Brna – Modřice nejdelším mezistaničním úsekem, s nejdelší jízdní dobou, jak zastavujícího, tak projíždějícího vlaku a dokonce s největším počtem pravidelných vlaků z celé trati Lanžhot – Brno-Horní Heršpice. Z uvedených důvodů

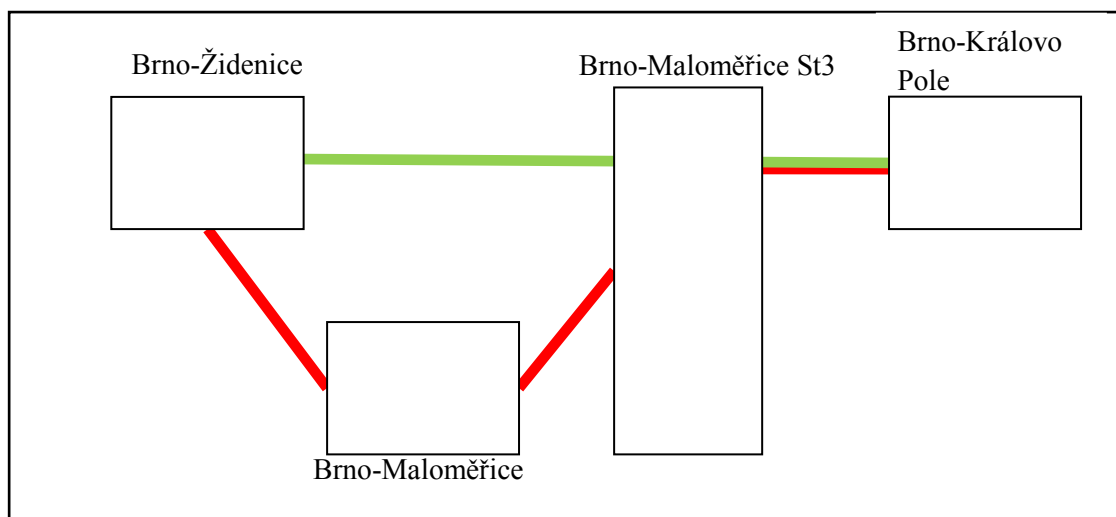
je úsek Hrušovany u Brna – Modřice nejvhodnějším kandidátem na vytvoření opatření ke zvýšení propustnosti.

#### 1.1.4 Brno hlavní nádraží – km 267,713 (Golčův Jeníkov – Čáslav)

Ze stanice Brno hlavní nádraží do stanice Kutná Hora vede dvoukolejná trať č. 324 dle označení NJŘ. Na území působnosti OŘ Brno se pak nachází její část a to Brno hlavní nádraží – km 267,713 mezi stanicemi Golčův Jeníkov – Čáslav. Stanice Golčův Jeníkov je tak poslední stanicí OŘ Brno, proto poslední zkoumaný mezistaniční úsek je Vlkaneč – Golčův Jeníkov.

Vlaky, podle kterých byla zkoumána jízdní doba zastavujících vlaků, představuje pro část trati, konkrétně Brno-Maloměřice St3 – Žďár nad Sázavou, vlak 4600, pro část tratě Žďár nad Sázavou – Golčův Jeníkov pak vlak 5904. Projíždějící vlak je v celém úseku reprezentován vlakem 988.

Počet pravidelných vlaků za 24 hodin byl pro jednotlivé stanice upraven tak, aby vždy odpovídal vlakům, které jedou v daném mezistaničním úseku. Ve stanici Tišnov tak byly vynechány vlaky odbočné tratě do Nedvědice, ve stanici Křižanov tratě na Studenec, ve Žďáře nad Sázavou tratě od Nového Města na Moravě, ve Světlé nad Sázavou tratě od Zruče nad Sázavou. Havlíčkův Brod byl upraven tak, aby obsahoval pouze vlaky v úseku Pohled – Havlíčkův Brod, ostatní vlaky byly vynechány.



Obr. 2: Varianty jízdy v úseku Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St3

Zdroj: Autor

Úsek Brno hlavní nádraží – Brno-Židenice není z důvodu uvedených v první kapitole zkoumán. Úsek Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St3 v práci zkoumán také není, jedná se o krátký mezistaniční úsek, u kterého je možná jízda dvěma variantami, a to Brno-Židenice –

Brno-Maloměřice – Brno-Maloměřice St3 přes železniční stanici, přičemž jízda v úseku Brno-Maloměřice – Brno-Maloměřice St3 je jízda v rámci jedné železniční stanice, nebo standardně po traťových kolejích v úseku Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St3. Na Obr. 2 jsou uvedeny obě varianty jízdy přes stanice barvou červenou, po traťových kolejích zelenou. Vlaky jsou vedeny pravidelně po traťových kolejích, ale pro případ potřeby při výlukách a mimořádnostech je možné využít dvoukolejný úsek červené varianty na Obr. 2.

Tab. 4: Vstupní parametry tratě č. 324 Brno-Maloměřice St3 – Golčův Jeníkov

Dopravná s kolejovým rozvětvením	Délka mezistaničního úseku (km)	Jízdní doba zastavujícího vlaku (min)	Jízdní doba projíždějícího vlaku (min)	Počet pravidelných vlaků za 24 hodin (ks)
Brno-Maloměřice St3	-	-	-	-
Brno-Královo Pole	4,720	6	4,5	169
Kuřim	7,999	10,5	6,5	164
Tišnov	9,828	12	8	159
Říkonín	7,371	8	6,5	85
Vlkov u Tišnova	8,320	9	6,5	85
Křižanov	11,139	12	8	85
Sklené nad Oslavou	5,360	5,5	5,5	81
Ostrov nad Oslavou	7,212	7,5	5	81
Žďár nad Sázavou	6,820	10	9,5	81
Sázava u Žďáru	5,911	7	5,5	92
Přibyslav	7,312	9	5,5	92
Pohled	5,694	8,5	5	92
Havlíčkův Brod	4,372	9,5	7	92
Okrouhlice	7,320	8,5	9,5	93
Světlá nad Sázavou	4,777	7,5	5,5	93
Leština u Světlé	9,784	13	11	84
Vlkaneč	3,516	6,5	5	84
Golčův Jeníkov	8,325	10,5	10,5	84

Zdroj: Autor na podkladě (1)

### Dílčí shrnutí

Nejdelším úsekem v Tab. 4 je mezistaniční úsek Vlkov u Tišnova – Křižanov, ovšem jízdní dobou 12 minut zastavujícího vlaku se řadí až na druhé místo, podle projíždějícího se dělí až o páté místo s mezistaničním úsekem Kuřim – Tišnov. Největší počet pravidelných vlaků je v úseku Brno-Maloměřice St3 – Brno-Královo Pole, ale zároveň se jedná o nejkratší úsek a nejkratší jízdní dobu obou vlaků. Za pozornost stojí nenápadné údaje, které se nacházejí v úseku Kuřim – Tišnov. Délka úseku je na druhém místě. Počet vlaků je téměř totožný s nejvyšším počtem v tabulce a jízda pomalého vlaku je na druhém místě. Z toho důvodu je tento úsek vhodný pro opatření ke zvýšení propustnosti.

### 1.1.5 Brno-Maloměřice St6 – Březová nad Svitavou

Trať Brno-Židenice – Svitavy je trať s označením č. 326 dle NJŘ. Stanice Svitavy se nachází v sousedním obvodu OŘ Hradec Králové, hraničním mezistaničním úsekem je tedy Březová nad Svitavou – Svitavy a posledním zkoumaným úsekem, který se nachází ještě na území obvodu OŘ Brno, je mezistaniční úsek Letovice – Březová nad Svitavou.

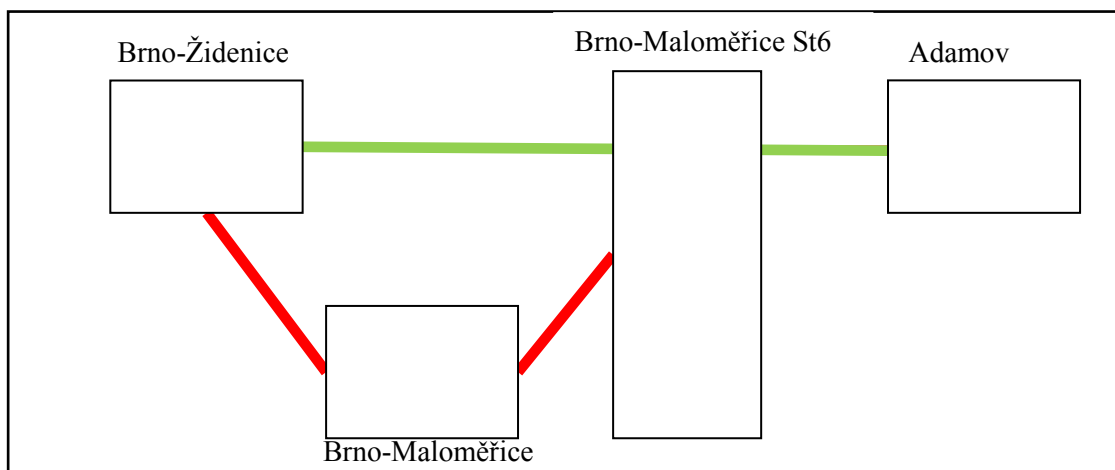
Zástupci jízdních dob zastavujícího a projíždějícího vlaku jsou 4704 a 576. Tabeleární jízdní řády jsou v *Příloze E* této práce. Ve stanici Skalice nad Svitavou nejsou v počtech pravidelných vlaků zahrnuty vlaky odbočné tratě Chornice – Boskovice – Skalice nad Svitavou. V Březové nad Svitavou taktéž chybí výchozí a končící vlaky směru Svitavy, které nemají vliv na poslední zkoumaný úsek Letovice – Březová nad Svitavou.

Úsek Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St6 v práci zkoumán není. Jedná se o krátký mezistaniční úsek, u kterého je možná jízda dvěma variantami, a to Brno-Židenice – Brno-Maloměřice – Brno-Maloměřice St6 přes železniční stanici, přičemž jízda v úseku Brno-Maloměřice – Brno-Maloměřice St6 je jízda v rámci jedné železniční stanice, nebo standardně po traťových kolejkách v úseku Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St6, pro představu jsou obě varianty vyobrazeny na Obr. 3, první barvou červenou, druhá zelenou. Přičemž vlaky jsou vedeny pravidelně po traťových kolejkách, ale pro případ potřeby při výlukách a mimořádnostech je možné využít dvoukolejný úsek červené varianty na Obr. 3.

Tab. 5: Vstupní parametry tratě č. 326 Brno-Maloměřice St6 – Březová nad Svitavou

Dopravná s kolejovým rozvětvením	Délka mezistaničního úseku (km)	Jízdní doba zastavujícího vlaku (min)	Jízdní doba projíždějícího vlaku (min)	Počet pravidelných vlaků za 24 hodin (ks)
Brno-Maloměřice St6	-	-	-	-
Adamov	8,205	10,5	9	205
Blansko	6,130	8,5	6	205
Rájec-Jestřebí	2,707	8,5	3	197
Skalice nad Svitavou	6,950	7,5	5	173
Letovice	7,291	11,5	6	152
Březová nad Svitavou	7,602	10	5,5	132

Zdroj: Autor na podkladě (1)



Obr. 3: Varianty jízd v úseku Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St6

Zdroj: Autor

### Dílčí shrnutí

Úsek Brno-Maloměřice St6 – Adamov má v Tab. 5 nejvyšší hodnoty ve třech ze čtyř zkoumaných kritérií, v posledním zkoumaném se jedná o hodnotu 10,5 minuty jízdy zastavujícího vlaku, což je druhá nejvyšší hodnota. Podle údajů v Tab. 5 je tak nejvhodnějším úsekem pro přijetí opatření na zvýšení propustnosti úsek Brno-Maloměřice St6 – Adamov.

### 1.1.6 Shrnutí kapitoly 1.1

Z pěti dvoukolejných tratí, které se nachází na územní působnosti OŘ Brno, bylo na základě délky úseku, doby jízdy zastavujícího a projíždějícího vlaku a počtu pravidelných vlaků vybráno celkem pět mezistaničních úseků vhodných pro navrzení opatření ke zvýšení propustnosti. Tyto úseky jsou v podstatě nejkritičtějším místem na jednotlivých tratích, jejich přehled je uveden v Tab. 6.

Tab. 6: Vybrané úseky pro přijetí opatření ke zvýšení propustnosti

Vybraný úsek	Délka mezistaničního úseku (km)	Jízdní doba zastavujícího vlaku (min)	Jízdní doba projíždějícího vlaku (min)	Počet pravidelných vlaků za 24 hodin (vlaků/čas)
Rohatec – Hodonín	6,010	6	3,5	138
Kyjov – Nemořice	13,398	15	13,5	56
Hrušovany u Brna – Modřice	9,357	13	4,5	212
Kuřim – Tišnov	9,828	12	8	159
Brno-Maloměřice St6 – Adamov	8,205	10,5	9	205

Zdroj: Autor

## 1.2 Analýza při výlukové činnosti

Kapitola čerpá ze zdrojů (1), (3) a (4). U osobní dopravy se na rozdíl od nákladní klade velký důraz na dodržování a kvalitu JŘ. I když tento trend se poslední období promítá i do nákladní dopravy, zejména s přepravou ucelených kontejnerových vlaků. Při pohledu na NJŘ všech vybraných mezistaničních úseků, mají společnou vlastnost typickou pro osobní dopravu. V nočním období je osobní doprava téměř nulová, až na dva páry nočních vlaků v úseku Rohatec – Hodonín, Hrušovany u Brna – Modřice a Brno-Maloměřice St6 – Adamov a také víkendové „divadelní“ vlaky, které jsou v JŘ zakresleny mezi půlnocí a jednou hodinou ranní. Termínem „základní dopravní opatření“ je v práci myšleno odříkání vlaků z důvodu nedostatečné kapacity. Výluková činnost může být pro drobné opravné a údržbové práce, nebo pro stavební práce rozsáhlejšího charakteru, které je nutné konat více dní nepřetržitě. Některé opravné a údržbové práce lze pro jejich povahu konat v nočních hodinách a tak je možné efektivně využít grafikon, ve kterém jsou zálohy na tyto činnosti zahrnuty právě v nočních hodinách.

Při noční výluce jedné z traťových kolejí pro běžné opravné a údržbové práce, která netrvá zpravidla déle jak čtyři hodiny, nedochází k přijetí základních dopravních opatření pro obousměrný jednokolejný provoz, který má za následek výrazné snížení propustnosti. Křižování a sled nákladních vlaků řídí operativně dispečerský aparát.

K přijetí základních dopravních opatření pro výluku jedné z traťových kolejí tak dochází u výluk konaných v denní době, zejména v ranních a odpoledních špičkách pracovních dnů, ale mnohdy i víkendových dnů.

V GVD 2015/2016 se v mezistaničních úsecích Rohatec – Hodonín a Kuřim – Tišnov nekonaly žádné výluky v denní době. Všechny pravidelné opravné a údržbové práce byly prováděny v nočních hodinách, nedošlo tak ke snížení propustnosti, která by měla za následek přijetí základních dopravních opatření, křižování a předjíždění nákladních vlaků bylo řízeno operativně dispečerským aparátem. V ostatních úsecích bylo nutné pro povahu prací konat výluky v denní době a bylo nutné přijetí základních dopravních opatření, tzn. zkonstruovat výlukový NJŘ, protože kapacita úseku byla pro pravidelné vlaky nedostačující a nebylo možné daným úsekem všechny vlaky provést. V Tab. 7 je uveden přehled všech vybraných úseku s uvedením konaných výluk.

Tab. 7: Vybrané úseky s výlukovou činností v GVD 2015/2016

Vybraný úsek	Výluky v denní době	Období konání výluky	VNJŘ v pracovní den
Rohatec – Hodonín	NE	pouze v nočních hodinách	NE
Kyjov – Nemočice	ANO	5 dní nepřetržitě	ANO
Hrušovany u Brna – Modřice	ANO	pouze ve dnech pracovního klidu	NE
Kuřim – Tišnov	NE	pouze v nočních hodinách	NE
Brno-Maloměřice St6 – Adamov	ANO	4 dní nepřetržitě	ANO

Zdroj: Autor na podkladě (1)

Jak je patrné z Tab. 7 u tří z pěti úseku se v GVD 2015/2016 nekonstruoval VNJŘ. U mezistaničního úseku Hrušovany u Brna – Modřice se výluky konaly v denní době, ale pouze ve dnech pracovního klidu. U zbývajících dvou úseku se výluky konaly nepřetržitě, což znamená, že se konaly déle než jeden den, do VNJŘ tak byly zahrnuty ranní i odpolední špičky pracovních dnů.

Výchozími kritérii pro provedení analýzy při výluce jedné z traťových kolejí, kdy dochází k obousměrnému jednokolejnému provozu za použití zjednodušené grafické metody tvorby výlukových NJŘ jsou:

- odřeknuté vlaky v jednotlivých sledovaných obdobích,
- počet vlkm odřeknutých vlaků osobní a nákladní dopravy ve všech sledovaných obdobích, který se určí podle vzorce (1):

$$Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} \quad [vlkm] \quad (1)$$

kde:  $Q_{vlkm}$  počet km odřeknutých vlaků za všechna sledovaná období [vlkm],

$Q_{vl}$  počet odřeknutých vlaků za všechna období [-],

$v_{mú}$  vzdálenost mezistaničního úseku [km].

Výchozí kritéria se analyzují v časovém období dopravní špičky, a to ranní a odpolední, a dále v období dopravního sedla, vše v pracovním dni. Ranní špička se uvažuje v hodinovém období od 05:00 do 09:00, odpolední od 14:00 do 18:00, dopravní sedlo od 9:00 do 14:00.

Analýza úseku Kyjov – Nemočice a Brno-Maloměřice St6 – Adamov bude provedena na základě VNJŘ, které zkonstruoval přidělcce kapacity pro potřeby realizovaných výluk a pro porovnání také zjednodušenou grafickou metodou tvorby VNJŘ popsanou v kapitole 1.2.1.

U úseku Hrušovany u Brna – Modřice je provedena analýza na základě zjednodušené grafické metody tvorby VNJŘ. Na základě zkonstruovaného VNJŘ analýzu provést nelze, protože byl konstruován na dny pracovního klidu a reprezentativním dnem pro analýzu je pracovní den.

Analýza Hrušovany u Brna – Modřice, Rohatec – Hodonín, Kuřim – Tišnov ve všech sledovaných obdobích, je provedena pouze zjednodušenou grafickou metodou tvorby VNJŘ, protože v GVD 2015/2016 se zde výluky v denní době a v pracovním den nekonaly.

Při tvorbě VNJŘ vstupují do samotného procesu parametry jako je druh vlaku, důležitost vlaku, oběhy vozidel, typ traťového a staničního zabezpečovacího zařízení, rychlost jízdy odbočkou, upřednostňované vlaky samotným dopravcem a také pomalé jízdy v provozované koleji z důvodu prací v sousední vyloučené koleji. Tvůrcem VNJŘ je přidělcce kapacity, provozovatel dráhy SŽDC, s.o., který při tvorbě musí být navíc nediskriminační. Na všech dotčených mezistaničních úsecích byly v GVD 2015/2016 provozovatelem osobní dopravy železniční dopravce České dráhy, a.s., ovšem v nákladní dopravě je dopravců více.

Samotná konstrukce VNJŘ je tedy poměrně náročná, do procesu vstupuje mnoho proměnných veličin a výsledek je dán spoluprací týmu provozovatele dráhy a provozovatelů drážní dopravy. Pro potřeby analýzy výlukové činnosti v této práci je dostačující metoda, která bude zjednodušená. Tato metoda je popsána v kapitole 2.1.1.

Vzdálenost pro výpočet vlkm je zjištěna z aplikace DYPOD, kterou provozuje SŽDC, s. o.

### **1.2.1 Zjednodušená grafická metoda tvorby VNJŘ**

Pro potřeby této práce bude dostačující zjednodušená metoda tvorby VNJŘ, kterou si autor sám navrhl. Postup metody je následující. V aplikaci ISOŘ KADR Desktop se vygeneruje NJŘ pro daný úsek. U takto vygenerovaného NJŘ je možné si určit konkrétní den v roce a filtr zobrazovaných vlaků. Reprezentativním NJŘ je tedy všední den, který bude obsahovat ranní, odpolední špičky a sedla. Jsou v něm zahrnuty pouze pravidelné vlaky, vynechány jsou vlaky lokomotivní, podle potřeby a ad hoc trasy. U takto vygenerovaného NJŘ jsou odstraněny grafickou metodou všechny vlaky, které jsou v kolizi pro jednokolejný provoz s ohledem na důležitost vlaků dle předpisu SŽDC D1 – Dopravní a návěštní předpis. Nezohledňují se obraty vozidel, nepřipouští se zpoždění vlaků a potřeby dopravců.

Tato zjednodušená metoda je volena z důvodu, že výsledkem této kapitoly bude pouze jeden mezistaniční úsek, u kterého bude dále proveden návrh na opatření ke zvýšení propustnosti. Metoda je tedy určena pouze pro zvolení nejvhodnějšího úseku.



### 1.2.2 Rohatec – Hodonín

V GVD 2015/2016 se v tomto úseku konaly pouze výluky v nočních hodinách. Byl zde tak efektivně využit čas zálohy zanesený v GVD pro údržbu a opravy. Analýza tohoto úseku je tedy provedena pouze pomocí zvolené zjednodušené metody tvorby výlukových NJŘ.

Železniční stanice Rohatec a Hodonín jsou vybaveny staničním zabezpečovacím zařízením ESA-11. Stanice jsou v základním stavu řízeny traťovým dispečerem z CDP Přerov, s možností předání obsluhy na místní řízení. Mezistaniční úsek je vybaven tříznakovým obousměrným automatickým blokem. Změna směru jízdy při výluce, kdy je zapotřebí využívat jednu z traťových kolejí obousměrně s ohledem na obsluhu traťového a staničního zabezpečovacího zařízení, je tedy otázkou několika vteřin. Délka úseku Rohatec – Hodonín pro určení vlkm dle aplikace DYPOD je 7 km.

V Příloze F je provedena zjednodušená grafická tvorba VNJŘ podle kapitoly 1.2.1 této práce, pro jednokolejný obousměrný provoz mezistaničního úseku Rohatec - Hodonín v jednotlivých obdobích.

Výsledkem jsou tyto odřeknuté vlaky:

a) v ranní špičce (5:00 - 9:00):

➤ 4201; 2700; 4203, 2707; 4204; 46777; 46980.

b) v odpolední špičce (14:00 - 18:00):

➤ 4213; 4214; 49072; 2714; 4217; 2743; 2716; 4219; 46983; 2740.

c) v sedle (9:00 - 14:00):

➤ 4207; 2704; 67203; 47006; 4208; 2708; 2713; 2736; 4211; 2710; 4213.

Počet vlkm odřeknutých vlaků za všechna období:

a) vlaky osobní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 22 \cdot 7 = 154 \text{ vlkm}$$

b) vlaky nákladní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 6 \cdot 7 = 42 \text{ vlkm}$$

### 1.2.3 Kyjov – Nemotice

V předmětném úseku se v GVD 2015/2016 konaly rozsáhlejší opravné práce, proto bylo nutné výluky konat nepřetržitě více dní. Tyto výluky se konaly i v pracovní den, byl na ně zpracován ROV č. 33144 a k němu zkonstruován VNJŘ. Analýza tohoto úseku je provedena zjednodušenou grafickou metodou tvorby VNJŘ a dále pro porovnání i analýza ze zkonstruovaného VNJŘ pro nepřetržitou výlukou.

Železniční stanice Kyjov je na nemotickém zhlaví vybavena SZZ TEST s ústředním stavědlem. Zabezpečovací zařízení ve stanici Nemotice je elektromechanické zabezpečovací zařízení s mechanickými návěstidly a mechanickými přestavníky a závorníky, je ovládáno z dopravní kanceláře a dvou závislých stavědel.

V mezistaničním úseku Kyjov - Nemotice je jednosměrné TZZ, a to reléový poloautomatický blok bez oddílových návěstidel. Jízda vlaku je zabezpečena telefonickým dorozumíváním. Při změně směru jízdy při výluce, kdy je zapotřebí využívat jednu z traťových kolejí obousměrně s ohledem na obsluhu TZZ a SZZ, je tedy potřeba počítat s časovou přírážkou. Vzdálenost úseku Kyjov – Nemotice pro určení vlkm je dle aplikace DYPOD 14,7 km.

### **Analýza metodou zjednodušené tvorby VNJŘ**

V Příloze G je provedena zjednodušená grafická tvorba VNJŘ. Podle této metodiky jsou odřeknuté vlaky:

a) v ranní špičce (5:00 - 9:00):

➤ 4101; 4103; 4107; 4110.

b) v odpolední špičce (14:00 - 18:00):

➤ 4116; 4119; 4118; 4121.

c) v sedle (9:00 - 14:00):

➤ 4111; 4112; 4115.

Počet vlkm odřeknutých vlaků za všechny období:

a) vlaky osobní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 14,7 \cdot 11 = 161,7 \text{ vlkm}$$

b) vlaky nákladní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 14,7 \cdot 0 = 0 \text{ vlkm}$$

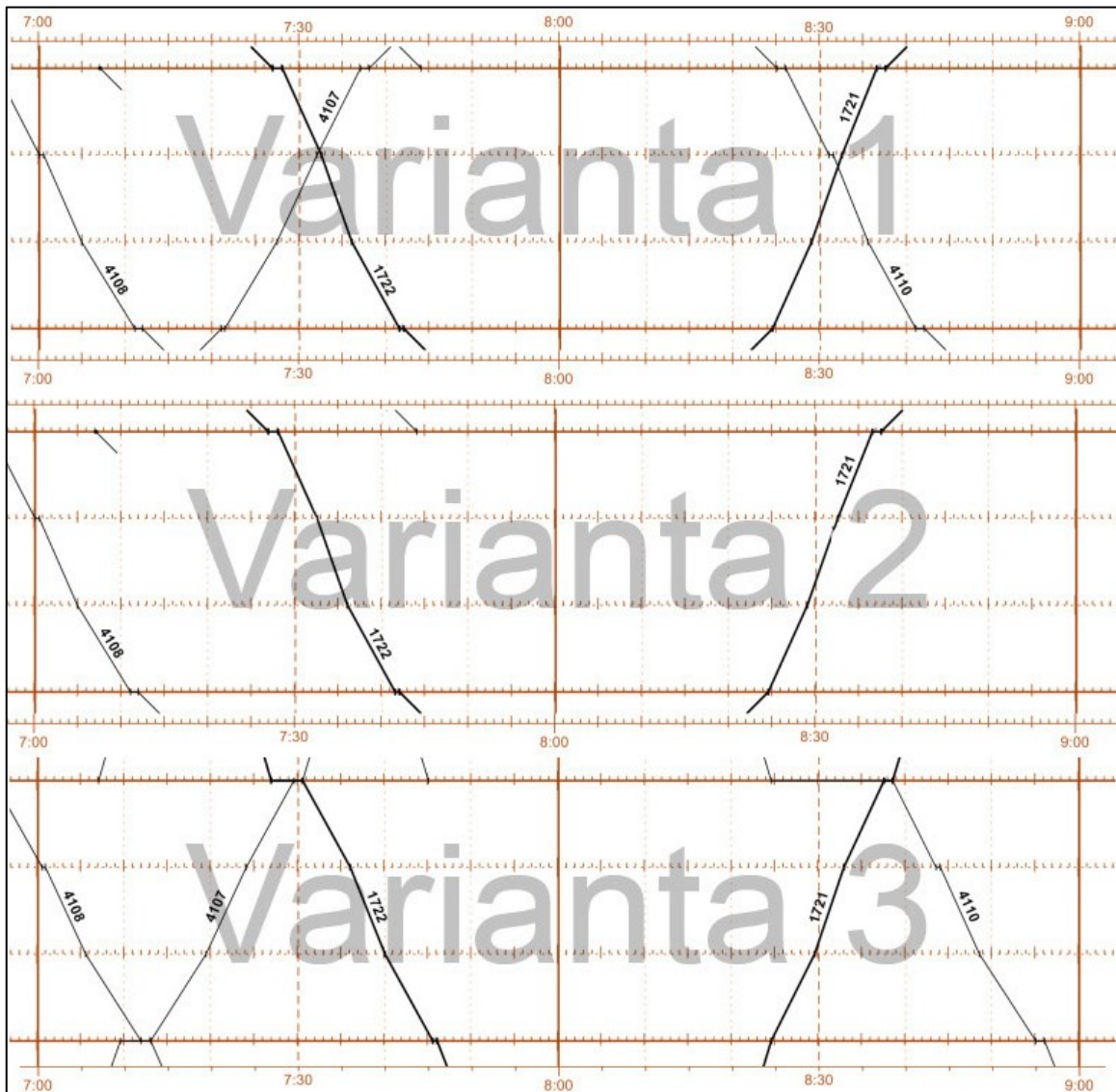
### **Analýza dle zkonstruovaného VNJŘ**

V GVD 2015/2016 se konala nepřetržitá výlučka druhé traťové koleje v úseku Kyjov – Nemotice, začátek výlučky byl dne 19. září, 8:45 hod, konec výlučky 23. září, 13:20 hod. Výlučka tak trvala nepřetržitě pět dní a obsáhla i pracovní den, který je reprezentativním pro zvolenou analýzu pomocí zjednodušené tvorby výlukového NJŘ. V tomto NJŘ nedochází k žádnému odřeknutí vlaků, pouze odsunutí do jiné polohy, vznikají tak nežádoucí náskoky vlaků a zpoždění, které jsou sice negativní, ale pokud zpoždění není příliš veliké, pořád se jedná o výhodnější opatření, než odřeknutí vlaků. S počtem 56 vlaků za období 24 hodin je kapacita dostačující i pro variantu jednokolejného provozu, proto bylo možné zvolit variantu bez odřikání vlaků.

### Zhodnocení výsledků obou analýz

Mezistaniční úsek Kyjov – Nemočice byl vybrán v první kapitole především pro svoji délku mezistaničního úseku, která činí 13,398 km a délky jízdních dob reprezentativních vlaků. Počet pravidelných vlaků 56 za období 24 hodin je kapacitně dostačující i pro jednokolejnou trať, především pokud je tento počet rozložen rovnoměrně do celého dne. Podle zjednodušené metody dojde za 24 hodin k odřeknutí 11 vlaků, ale u zbývajících se nepočítá se zpožděním ani s náskokem.

Na Obr. 4 jsou uvedeny tři varianty dvouhodinového výseku NJŘ dotčeného úseku v časech 6:50 - 8:50. Ta první je při běžném dvoukolejném provozu, druhá při jednokolejném provozu se zjednodušenou tvorbou VNJŘ a třetí při jednokolejném provozu se zrekonstruovaným VNJŘ pro vyluku druhé traťové koleje dle ROV 33144.



Obr. 4: Výseky NJŘ v úseku Kyjov – Nemočice  
Zdroj: Autor na podkladě (5)

### **Varianta 1:**

Jedná se o NJŘ při pravidelném dvoukolejném provozu, na Obr. 4 je tato varianta uvedena pouze pro srovnání s variantami jednokolejných provozů.

### **Varianta 2:**

Jedná se o zjednodušenou metodu tvorby VNJŘ pro jednokolejný obousměrný provoz. Podle této metody dojde za dvouhodinové období k odřeknutí vlaků 4107 a 4110, ovšem u vlaku 1722 se nepočítá se zpožděním.

### **Varianta 3:**

Tato varianta je pro nepřetržitou výlukou druhé traťové koleje, která se konala v září GVD 2015/2016. Z výseku výlukového jízdního řádu lze vyčíst, že nedochází k odřeknutí žádného vlaku. Dochází ovšem k časovým posunům. Vlak 4107 odjíždí z Nemotic v 7:13, namísto v 7:21, dochází k náskoku 8 minut. Tento náskok musí být cestující veřejnosti 14 dní dopředu oznámen výlukovým JŘ, s tímto náskokem vlak vyjíždí již z výchozí stanice Brno hl. n., takže ve všech přepravních bodech mezi stanicemi Brno hl. n. – Kyjov musí cestující počítat s časovým posunem, jedná se celkem o 18 stanic a zastávek. Vlaky 1722 a 4110 jsou opožděny, u prvního se počítá se zpožděním 3 minuty, u druhého se zpožděním 13 minut.

Výsledky obou analýz se v tomto případě rozcházejí. Tato skutečnost je dána především tím, že počet pravidelných vlaků 56 za období 24 hodin je kapacitně únosný i pro jednokolejně tratě, proto je tedy možné vlaky odsunout do jiné, ještě přijatelné polohy, tzn., že zpoždění a náskok vlaků není větší než 15 minut.

## **1.2.4 Hrušovany u Brna – Modřice**

V GVD 2015/2016 se konaly výluky jak v noční době, tak v denní. Ovšem v denní době pouze ve dnech pracovního klidu, ale i přesto musel být pro tuto výlukou zpracován výlukový NJŘ, kde bylo odřeknuto mnoho vlaků, které by nebylo možné daným úsekem provést. Tento výlukový NJŘ jako podklad pro analýzu výlukové činnosti nelze v této práci použít právě proto, že byl zkonstruován pro dny pracovního klidu. Samotná potřeba tvorby výlukového NJŘ i v dny pracovního klidu má vypovídající hodnotu o přetíženosti úseku a bude to zmíněno v závěru práce. V práci je ale reprezentativním dnem pracovní den, jeho dopravní špičky a sedlo. Analýza tohoto úseku je tedy provedena pouze pomocí zvolené zjednodušené metody tvorby VNJŘ.

Železniční stanice Hrušovany u Brna a Modřice jsou vybaveny zabezpečovacím zařízením 3. kategorie s rychlostní návěstní soustavou. Jedná se o hybridní zabezpečovací zařízení

s počítačovým ovládním z jednotného obslužného pracoviště s bezpečným povelováním a zobrazováním, v základním stavu dálkově ovládným z CDP Přerov.

V mezistaničním úseku Hrušovany u Brna–Modřice je zabezpečovací zařízení 3. kategorie tříznakový obousměrný automatický blok se sedmi prostorovými oddíly. Změna směru jízdy při výluce je tedy otázkou několika vteřin. Pro určení počtu vlkm jsou od sebe stanice vzdáleny 11,2 km.

V Příloze H je provedena zjednodušená grafická tvorba VNJR. Podle této metody jsou odřeknuté vlaky:

a) v ranní špičce (5:00 - 9:00):

- 4920; 4611; 4621; 4922; 4610; 4923; 4601; 4612; 48336; 4650; 4614; 4929; 4603; 4616; 4903; 4618; 46884; 4642.

b) v odpolední špičce (14:00 - 18:00):

- 4619; 4919; 4602; 4938; 4623; 4914; 4940; 4624; 4945; 44727; 4911; 4604; 44772.

c) v sedle (9:00 - 14:00):

- 4649; 4613; 4908; 4928; 4905; 4620; 41730; 49304; 4937; 4615; 4910; 4939; 4907; 4622; 4941; 48323; 4617; 4912; 45004; 4619.

Počet vlkm odřeknutých vlaků za všechna období:

a) vlaky osobní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 11,2 \cdot 43 = 481,6 \text{ vlkm}$$

b) vlaky nákladní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 11,2 \cdot 8 = 89,6 \text{ vlkm}$$

### 1.2.5 Kuřim – Tišnov

Veškeré opravné a údržbové práce bylo možné v tomto úseku v GVD 2015/2016 konat v nočních hodinách za efektivního využití zálohy, která je pro tyto účely určena. Analýza je provedena pouze pomocí zvolené zjednodušené metody tvorby VNJR.

Ve stanicích je zabezpečovací zařízení 3. kategorie, reléové zabezpečovací zařízení cestového systému se skupinově přestavovanými výhybkami a rychlostní návěstní soustavou světelných návěstidel. V mezistaničním úseku je traťové zabezpečovací zařízením 3. kategorie, tříznakový obousměrný universální automatický blok. Obě stanice jsou obsazeny výpravčími ve službě, podle typu SZZ a TZZ je změna směru jízdy při výluce záležitostí několika vteřin. Pro určení počtu vlkm jsou od sebe stanice vzdáleny 11,4 km.

V Příloze I je provedena zjednodušená grafická tvorba VNJR. Podle této metody jsou odřeknuté vlaky:

a) v ranní špičce (5:00 - 9:00):

- 4923; 4962; 67201; 4925; 4964; 4600; 4603; 68203; 4961; 45306; 4924; 4612; 4965; 48336; 4613.

b) v odpolední špičce (14:00 - 18:00):

- 4621; 4968; 4970; 4967; 4972; 4602; 4974; 65201; 4911; 4969; 4976; 4947; 4605; 4971; 4629; 4604; 4913.

c) v sedle (9:00 - 14:00):

- 4618; 4615; 14908; 4620; 4910; 4617; 4622.

Počet vlkm odřeknutých vlaků za všechna období:

a) vlaky osobní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 11,4 \cdot 34 = 387,6 \text{ vlkm}$$

b) vlaky nákladní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 11,4 \cdot 5 = 57 \text{ vlkm}$$

### 1.2.6 Brno-Maloměřice St6 – Adamov

V dotčeném úseku se v GVD 2015/2016 konaly rozsáhlejší opravné práce, proto bylo nutné výluky konat nepřetržitě více dní. Tyto výluky se konaly i v pracovní den, byl na ně zpracován ROV č. 33182 a k němu zkonstruován výlukový NJŘ. Analýza tohoto úseku je provedena zjednodušenou grafickou metodou tvorby výlukového NJŘ a dále pro porovnání i analýza ze zkonstruovaného výlukového NJŘ pro nepřetržitou výlukou.

Železniční stanice Brno-Maloměřice je vybavena staničním zabezpečovacím zařízením 3. kategorie, reléové zabezpečovací zařízení s rychlostní návěstní soustavou světelných návěstidel. Stanice Adamov je vybavena zabezpečovacím zařízením 3. kategorie s rychlostní návěstní soustavou. Jedná se o hybridní zabezpečovací zařízení s počítačovým ovládáním a reléovými závislostmi obsluhované z jednotného obslužného pracoviště. V mezistaničním úseku Brno-Maloměřice – Adamov je zabezpečovací zařízení 3. kategorie, tříznakový obousměrný automatický blok.

Obě stanice jsou obsazeny výpravčími ve službě, podle typu SZZ a TZZ je změna směru jízdy při výluce záležitostí několika vteřin. Pro určení počtu vlkm jsou od sebe stanice vzdáleny 9,6 km.

### **Analýza metodou zjednodušené tvorby VNJŘ**

V Příloze J je provedena zjednodušená grafická tvorba výlukové NJŘ. Podle této metody jsou odřeknuté vlaky:

a) v ranní špičce (5:00 - 9:00):

- 4004; 4001; 4703; 4705; 4001; 4707; 1973; 4706; 572; 4711; 4708; 4713; 861.

b) v odpolední špičce (14:00 - 18:00):

- 4720; 4058; 4725; 867; 866; 4722; 4060; 4727; 4724; 4062; 4729; 869; 49303; 41734; 4726; 4066; 573; 4731; 4067.

c) v sedle (9:00 - 14:00):

- 872; 4710; 46884; 4715; 4712; 4717; 863; 73; 4009; 4719; 4716; 4721; 865; 75; 4013; 4723; 44727.

Počet vlkm odřeknutých vlaků za všechna období:

a) vlaky osobní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 9,6 \cdot 45 = 432 \text{ vlkm}$$

b) vlaky nákladní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 9,6 \cdot 4 = 38,4 \text{ vlkm}$$

### **Analýza dle zkonstruovaného VNJŘ**

V GVD 2015/2016 se konala nepřetržitá výluka druhé traťové koleje v úseku Brno Maloměřice St6 – Adamov dle ROV 33182, začátek výluky byl dne 17. listopadu, 7:30, konec výluky 21. listopadu, 4:05. Výluka tak trvala nepřetržitě pět dní a obsáhla i pracovní den, který je reprezentativním pro zvolenou analýzu pomocí zjednodušené tvorby VNJŘ. K odřeknutí vlaků nákladní dopravy nedochází, ty mohou jet odklonovou trasou anebo vyčkat vhodného okamžiku např. ve večerním dopravním sedle.

Ve VNJŘ k ROV 33182 dochází k odřeknutí těchto vlaků osobní dopravy:

a) v ranní špičce (5:00 - 9:00):

- 4004; 4702; 4740; 4706; 4708; 4008; 4710; 4701; 4703; 4705; 4707; 4709; 4711; 4743; 4713; 4001; 4003; 4006; 4005; 4065; 4742.

b) v odpolední špičce (14:00 - 18:00):

- 4720; 4748; 4722; 4750; 4724; 4752; 4726; 4754; 4747; 4725; 4749; 4727; 4751; 4729; 4753; 4731; 4067; 4064; 4058; 4063; 4060; 4062; 4653; 4066.

c) v sedle (9:00 - 14:00):

- 4010; 4712; 4012; 4714; 4014; 4716; 4744; 4718; 4746; 4745; 4715; 4007; 4717; 4009; 4719; 4011; 4721; 4013; 4723.

Počet vlkm odřeknutých vlaků za všechny období:

a) vlaky osobní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 9,6 \cdot 64 = 614,4 \text{ vlkm}$$

b) vlaky nákladní dopravy:

$$\text{➤ } Q_{vlkm} = Q_{vl} \cdot v_{mú} = 9,6 \cdot 0 = 0 \text{ vlkm}$$

### **Zhodnocení výsledků obou analýz**

Celkový počet odřeknutých vlaků za všechny tři sledované období podle zjednodušené metody je 49 oproti 64 podle skutečného zkonstruovaného VNJŘ. Tato skutečnost je dána tím, že u zjednodušené metody se neuvažují všechny vstupní proměnné jako při skutečné konstrukci VNJŘ, tzn. především oběhy vozidel a specifické požadavky dopravce. U zjednodušené metody dochází i k odřeknutí mezinárodního expresu, který je v kolizi s vlakem stejné kategorie. Podle skutečného výlukového NJŘ dochází celkově k většímu počtu odřeknutých vlaků. Dopravce požadoval ponechat zachované rychlíkové vozby a mezinárodní, aby bylo možné toto zrealizovat, muselo dojít k odsunutí vlaků do jiných poloh a tím se ještě více zmenšila propustnost. V tomto případě i s ohledem na oběhy vozidel bylo nejvýhodnější odřeknutí veškeré vozby regionální příměstské dopravy. Ve VNJŘ nedochází k odřeknutí žádného vlaku nákladní dopravy. Tyto vlaky je možné vést v době nočního klidu, kdy je osobní doprava nulová. Pro potřeby práce je tedy výsledek zjednodušené metody tvorby výlukového NJŘ vypovídající a dostačující.

### **1.2.7 Shrnutí kapitoly 1.2**

V Tab. 8 jsou uvedena získaná data z provedené analýzy podle zjednodušené metody tvorby VNJŘ a dále v každém řádku červeně podbarveny nejvyšší hodnoty daného kritéria.

Úsek Hrušovany u Brna – Modřice je ve sledovaném kritériu počtu odřeknutých vlaků s hodnotou 51, úsekem s nejvyšší hodnotou, stejně tak v počtu vlkm odřeknutých vlaků, a to s hodnotou 571,2 vlkm. V dílčích hodnotách jednotlivých období měl pouze úsek Brno-Maloměřice St6 - Adamov vyšší hodnotu počtu odřeknutých vlaků v odpolední špičce a úsek Kuřim - Tišnov vyšší hodnotu v počtu vlkm v odpolední špičce. Ve všech ostatních dílčích hodnotách byl úsek Hrušovany u Brna - Modřice na prvním místě, z toho vyplývá, že ze všech analyzovaných mezistaničních úseků bude právě na tomto navrženo opatření ke zvýšení propustnosti.



Tab. 8: Výsledky analýzy metodou zjednodušené tvorby VNJR

	Rohatec - Hodonín	Kyjov- Nemotice	Hrušovany- Modřice	Kuřim- Tišnov	Brno-Maloměřice- Adamov
Odřeknuté vlaky ranní špička	7	4	18	15	13
Odřeknuté vlaky odpolední špička	10	4	13	17	19
Odřeknuté vlaky sedlo	11	3	20	7	17
<b>Celkem</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>51</b>	<b>39</b>	<b>49</b>
Počet vlkm ranní špička	49	58,8	201,6	171	124,8
Počet vlkm odpolední špička	70	58,8	145,6	193,8	182,4
Počet vlkm sedlo	77	44,1	224	79,8	163,2
<b>Celkem</b>	<b>196</b>	<b>161,7</b>	<b>571,2</b>	<b>444,6</b>	<b>470,4</b>

Zdroj: Autor

### 1.3 Závěry analýzy

V kapitole 1.2 bylo provedeno vytipování dvoukolejných úseků, které jsou vhodné pro navržení opatření ke zvýšení propustnosti při výluce z jedné traťových kolejí, kdy dochází k obousměrnému jednokolejnému provozu. Výsledkem z každé z pěti zkoumaných dvoukolejných tratí je vždy jeden, kritický mezistaniční úsek. Kritickým je myšleno podle hodnot délky mezistaničního úseku, jízdní doby zastavujícího a projíždějícího vlaku a také podle počtu pravidelných vlaků za období 24 hodin, které projedou daným mezistaničním úsekem.

Kritickými mezistaničními úseky zkoumaných tratí jsou:

- Rohatec - Hodonín,
- Kyjov - Nemotice,
- Hrušovany u Brna - Modřice,
- Kuřim - Tišnov,
- Brno-Maloměřice St6 – Adamov.

Tyto úseky byly v kapitole 1.2 podrobeny analýze při obousměrném jednokolejném provozu, kdy je vyloučena jedna z traťových kolejí. Pro analýzu všech úseků byla zvolena zjednodušená grafická metoda tvorby VNJR při jednokolejném provozu, kterou si autor sám navrhl. Tato metoda měla za úkol vybrat podle zvolených kritérií jeden nejvhodnější úsek, na kterém bude v další části diplomové práce navrženo opatření ke zvýšení propustnosti. Kritérii jsou počty odřeknutých vlaků, které nelze místem s výlukou z důvodu snížení propustnosti provést a jejich počet vlkm. Počet odřeknutých vlaků byl zkoumán v období, ranní, odpolední špičky a sedla, tzn. 5:00 – 18:00.

V GVD 2015/2016 se výluky jedné z traťové koleje, při které bylo nutné z důvodu nedostatečné kapacity konstruovat přidělcem kapacity VNJŘ, konaly v úsecích:

- Kyjov – Nemočice,
- Brno-Maloměřice St6 – Adamov.

U těchto úseků bylo provedeno porovnání se zjednodušenou grafickou metodou tvorby VNJŘ. U úseku Kyjov - Nemočice byly dle zkonstruovaného VNJŘ přidělcem vlaky odsunuty do jiných poloh. V tomto úseku projede za období 24 hodin pouze 56 vlaků, tento počet je možné uspokojit i při jednokolejním provozu. Při výluce Brno-Maloměřice St6 – Adamov byly odřeknuty všechny vlaky regionální dopravy v celkovém počtu 64 vlaků za sledované období ranní, odpolední špičky a sedla, tzn. 05:00 - 18:00.

Nejvhodnější místo pro opatření ke zvýšení propustnosti bylo ovšem vybráno pouze na základě zjednodušené metody tvorby výlukových NJŘ, kterou bylo možné provést u všech úseků. Podle této metody je nejvhodnějším úsekem Hrušovany u Brna – Modřice, za sledované období by bylo odřeknuto 51 vlaků. Tento úsek je tak vytížený, že pro zmírnění dopadů se nepřetržité výluky konaly ve dnech pracovního klidu, a i přesto bylo nutné týmem provozovatele dráhy a drážní dopravy zkonstruovat výlukový NJŘ, kde došlo k odřeknutí vlaků.

## **2 ZŘÍZENÍ ODBOČKY VE VYBRANÉM ÚSEKU**

Kapitola čerpá ze zdrojů (6) a (7). Jedním z opatření na zvýšení propustnosti mezistaničního úseku během výluky jedné z traťových kolejí je zřízení odbočky vložení kolejové spojky. Při běžném provozu, kdy jsou využity obě traťové koleje, je plněn GVD bez odchylek, tak zřízením odbočky v mezistaničním úseku ke zvýšení propustnosti nedochází. Naopak může nastat situace, kdy je na zřízení odbočky potřeba využít dva prostorové oddíly, aby byla dodržena zábrzdna vzdálenost. V takovém případě je propustnost traťových kolejí snížena o jeden prostorový oddíl. Pokud je délka prostorových oddílů dostatečná na zřízení odbočky s využitím pouze jednoho prostorového oddílu, je propustnost traťových kolejí před zřízením odbočky a po jejím zřízení obdobná. V případě, že se nekoná výluka traťových kolejí, nachází odbočka využití při mimořádnostech v provozu, jako jsou uvážnutí vlaku, zmírnění narušení GVD nepravidelnostmi zpožděními vlaků a při dalších mimořádnostech. Při uvážnutí vlaku na trati se délka jednokolejného provozu zkrátí na polovinu.

Z důvodu, kdy po zřízení odbočky ke zvýšení propustnosti při dvoukolejném provozu nedochází, je pro potřeby práce nutné jednu z traťových kolejí vyloučit a pracovat s propustností jedné obousměrně pojížděné traťové koleje. Při zřízení odbočky tak dojde na polovině obousměrně pojížděném mezistaničním úseku ke zdvojkolejnění a k výraznému zvýšení propustnosti. Neboli dojde ke zkrácení kritického místa na polovinu, které představuje jednokolejný obousměrný provoz.

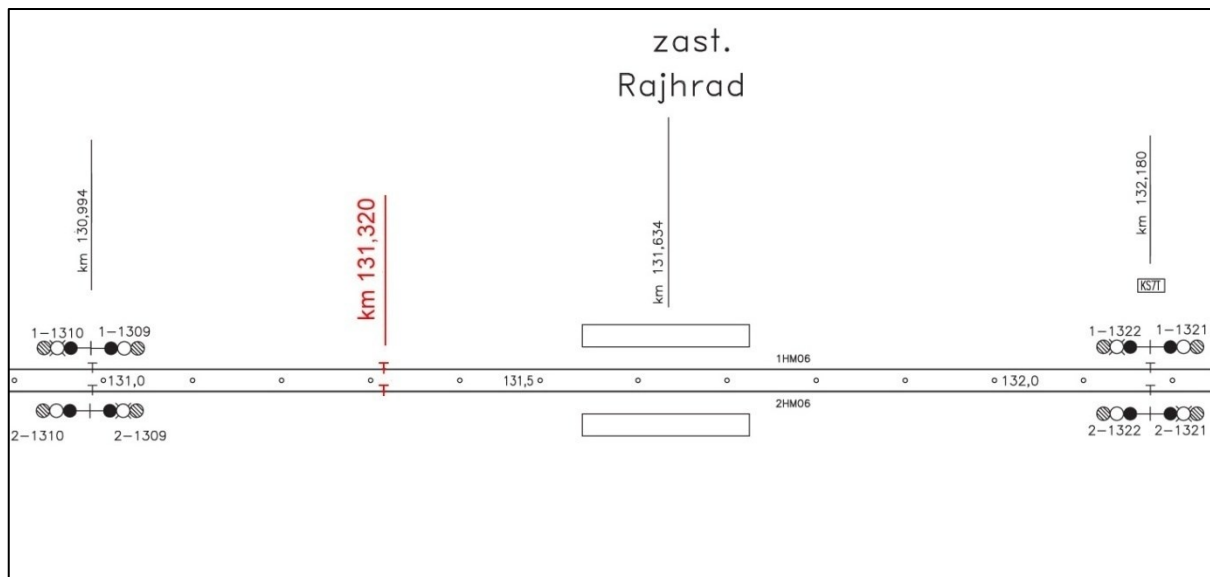
### **2.1 Současný stav traťového úseku Hrušovany u Brna – Modřice**

Před samotným návrhem opatření ke zvýšení propustnosti je nutné nejdříve detailně zjistit současný stav, na základě jehož bude opatření realizováno.

#### **2.1.1 Parametry traťového úseku – současný stav**

Pro navržení vhodného místa ke vložení odbočky je potřebné zjistit některé stavební parametry daného úseku. Traťová rychlost v úseku je 160 km/h, trať je dálkově řízena z CDP Přerov a vybavena traťovým zabezpečovacím zařízením – obousměrný automatický blok se zábrzdnou vzdáleností 1000 m. V obou traťových kolejích, v obou směrech je 7 prostorových oddílů, jejichž jednotlivá délka je totožná, celkový přehled je uveden v Tab. 9. Mezistaniční úsek má délku 9,357 km, leží v něm tři zastávky, a to Vojkovice nad Svratkou v km 128,293 (ve 2. prostorovém oddílu), Rajhrad v km 131,634 (ve 4. prostorovém oddílu) a Popovice u Rajhradu v km 133,597 (v 6. prostorovém oddílu). Střed mezistaničního úseku se nachází v km 131,320, což je 4,679 km od vjezdových návěstidel obou stanic. Je to poloviční

vzdálenost délky mezistaničního úseku. Km 131,320 se nachází mezi soustavou oddílových návěstidel v km 130,994 a zastávkou zastávky Rajhrad v km 131,634, jak je možné zhlédnout na Obr. 5. Střed mezistaničního úseku je teoreticky bez ohledu na ostatní parametry nejvhodnějším místem pro zřízení odbočky.



Obr. 5: Schéma středu mezistaničního úseku Hrušovany u Brna – Modřice  
Zdroj: Autor na podkladě (1)

Tab. 9: Délky prostorových oddílů úseku Hrušovany u Brna - Modřice

1., (2.) traťová kolej			
pořadí	Návěstidla	kilometrická poloha	délka oddílu
-	1S, (2S) Hrušovany u Brna	126,641	-
1.	1-1275, 1-1276; (2-1275, 2-1276)	127,645	1,004
2.	1-1293, 1-1294; (2-1293, 2-1294)	129,300	1,655
3.	1-1309, 1-1310; (2-1309, 2-1310)	130,994	1,694
4.	1-1321, 1-1322; (2-1321, 2-1322)	132,180	1,186
5.	1-1333, 1-1334; (2-1333; 2-1334)	133,320	1,140
6.	1-1349, 1-1350; (2-1349; 2-1350)	134,980	1,660
7.	1L, (2L) Modřice	135,998	1,018

Zdroj: Autor na podkladě (1)

## 2.1.2 Rozsah vlakové dopravy v GVD 2016/2017

Na trati je doprava organizována podle GVD nerovnoběžného (komerčního) a nepárového. Mezistaniční úsek je součástí tratě Lanžhot – Brno-Horní Heršpice, která má silnou vnitrostátní dopravu a to v příměstském systému v úseku Brno – Hrušovany u Brna (Vranovice) a dále mezi městy Brno – Břeclav – Olomouc. Nezastupitelný význam má i v mezinárodní dopravě do Rakouska a na Slovensko. Vlaky kategorie Sp a R zde dosahují

rychlosti 140 – 160 km/h, vlaky komerční kategorie EN, EC, IC, Rx a RailJet využívají maximální rychlosti 160 km/h.

### **Dálková osobní doprava**

Doprava je rozdělena na relace:

- **Brno – Hodonín – (Olomouc)**, kde je vedeno 11 párů vlaků jednotkami 660 s rychlostí 160 km/h a 1 pár vlaků vedených soupravou s řídicím vozem s rychlostí 140 km/h, vlaky jezdí v hodinovém taktu.
- **Praha – Brno – Bratislava – (Budapešť)**, kde je vedeno 10 párů vlaků klasickou soupravou s hnacím vozidlem řady 350, nebo 380 s rychlostí 160 km/h, vlaky jezdí ve dvouhodinovém taktu.
- **Praha – Brno –Wien–Graz**, kde je vedeno 7 párů vlaků vysokorychlostní vlakovou soupravou ViaggioComfort s hnacím vozidlem řady 1216 s rychlostí 160 km/h, vlaky jezdí ve dvouhodinovém taktu.
- **Praha – Brno – Bratislava– (Staré Město u Uherského Hradiště)**, kde jsou vedeny 3 páry vlaků soukromého dopravce RegioJet, a.s. klasickou soupravou s lokomotivou rychlostí 160 km/h.

### **Příměstská osobní doprava**

Ve sledovaném úseku je příměstská doprava vedena ve 30' intervalu s prokladem na 15' interval v době ranní dopravní špičky, resp. na 20' v době odpolední dopravní špičky.

Ve večerních hodinách v době od 20 do 23 hodin je provedena redukce na 60' interval.

Během 24 hodin všedního dne je zavedeno 42 vlaků v sudém směru, 42 vlaků v lichém směru. Na zkoumané trati je vozba vlaků osobní dopravy zajištěna elektrickými hnacími vozidly řady 242 a čtveřicí osobních vozů typu Bdmtee. Rychlost těchto souprav je stanovena na 120 km/h. Dále jsou na trati nasazovány motorové soupravy řady 814 – Regionova, a to v provedení tří nebo dvou vozové jednotky. V ranní a odpolední špičce je nasazována ještě motorová souprava řady 854 a jeden vůz 053. Tyto soupravy mají maximální rychlost 80 km/h.

### **Nákladní doprava**

Z celoevropského hlediska je trať zařazena do sítě TEN-T (nákladní koridor). Nákladní dopravu zde provozuje velké množství dopravců, především ČD Cargo, METRANSRail, ARRIVA, UNIPETROL, LTE a AWT.

Ve sledovaném úseku je zakresleno celkem 53 nákladních vlaků. Dle směru jízdy jezdí 24 vlaků v sudém směru a 29 vlaků v lichém směru. Rychlosti vlaků nejsou příliš rozdílné a pohybují se od 90 km/h do 100 km/h.

Pro přehlednost veškerých vlaků autor sestavil Tab. 10, kde jsou uvedeny všechny vlaky podle jejich druhu v daném mezistaničním úseku, mimo vlaků podle potřeby, nejedoucích, podle tabulky 5 SJŘ a mimo vlaků ad hoc tras. Jako zdroj dat byl použit vygenerovaný NJŘ z aplikace ISOŘ KADR Desktop pro pracovní den 5. 4. 2017, tento NJŘ je uveden v *Příloze K* této práce.

Největšího vytížení tratě je dosahováno v pracovní dny a to především z důvodu silného zatížení regionální dopravou v rámci IDS JMK. V době dopravní špičky (ranní i odpolední) jezdí osobní vlaky ve čtvrt hodinovém taktu. V dopravním sedle pak pravidelně v půlhodinovém taktu. Za dopravní špičku je všeobecně považováno hodinové rozpětí od 05:00 do 09:00 a od 14:00 do 18:00, dopravním sedlem pak časové rozpětí od 09:00 do 14:00 a od 18:00 do 22:00. Počty jednotlivých druhů vlaků ve třech různých výpočetních obdobích jsou uvedeny v Tab. 10.

*Tab. 10: Počet vlaků úseku Hrušovany u Brna – Modřice*

období	traťová kolej	Ex	R	Sp	Nex	Os	Celkem (N)
05:00 - 09:00	1. TK	2	2	0	3	11	<b>18</b>
	2. TK	5	1	2	3	15	<b>26</b>
14:00 - 18:00	1. TK	5	2	2	3	13	<b>25</b>
	2. TK	5	2	1	7	12	<b>27</b>
00:00 - 24:00	1. TK	20	8	4	24	42	<b>98</b>
	2. TK	20	8	4	29	42	<b>103</b>

Zdroj: Autor na podkladě (5)

### 2.1.3 Výpočet ukazatelů propustnosti

Základním dokumentem pro oblast propustnosti na tratích ve správě SŽDC s. o. je předpis SŽDC D24. Propustnou výkonností nebo zkráceně též propustností železničního traťového úseku (trati) se ve smyslu předpisu SŽDC D24 rozumí takový rozsah vlakové dopravy, který za daného stavu a technického vybavení provozních zařízení trati a při zachování řádu, platného pro jejich využívání, může být na zjišťované trati v určitém časovém období trvale a pravidelně zvládnut. Propustnost se tedy vyjadřuje počtem vlaků pro každou traťovou kolej zvlášť, jež může být na dané trati trvale a plynule provázen zpravidla za 24 hodin.

Kapacita neboli propustnost traťových kolejí závisí na provozních podmínkách a uvažovat výpočetní čas pouze  $T=1440$  min by přineslo zkreslené výsledky. Proto jsou výpočty

provedeny v uvažovaném čase jak  $T=1440$  min, tak  $T=240$  min, což představuje čtyřhodinovou dopravní špičku, jak je uvedeno v kapitole 2.1.2.

Kapacita traťového úseku je vypočtena pomocí graficko-analytické metody způsobem uvedeným v předpise SŽDC D24. Ještě před analytickým výpočtem propustnosti se graficky podle NJŘ v Příloze K této práce určí základní ukazatele, a to sice celková doba obsazení mezistaničního úseku a čas obsazení úseku jedním vlakem s průměrným časem obsazení, v nichž je počítána kapacita pro každou traťovou kolej zvlášť.

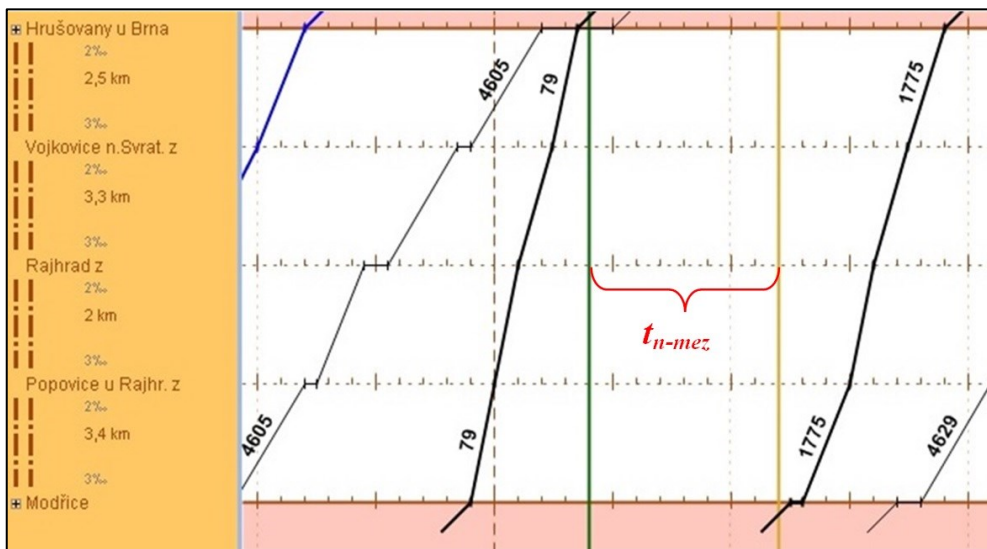
Celková doba obsazení v jednotlivých obdobích je vypočtena sečtením graficky zjištěných mezer, tedy dob, kdy zařízení není používáno (v mezistaničním úseku se nenachází vlak) a následně od hodnoty sledovaného období je celková doba mezer odečtena.

Celková doba obsazení se vypočte podle vzorce (2):

$$T_{obs} = T - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) \quad [\text{min}] \quad (2)$$

$T_{obs}$	celková doba obsazení	[min]
$T$	výpočetní čas	[min]
$t_{n-mež}$	dílčí čas, kdy zařízení není používáno	[min]

Grafické zjištění hodnoty  $t_{n-mež}$  bylo provedeno v aplikaci ISOŘ KADR Desktop na NJŘ, který je Přílohou K této práce, způsob zjištění je zobrazen na Obr. 6.



Obr. 6: Grafické zjištění hodnoty  $t_{n-mež}$

Zdroj: Autor na podkladě (5)

Okamžik, kdy zařízení není již používáno, se považuje čas průjezdu (příjezdu) do přední stanice, v případě času, jehož hodnota končí 0,5', se čas zaokrouhlí na celé minuty směrem na čas pozdější.

Okamžik, kdy se zařízení považuje za používané, je čas postavení odjezdového návěstidla do polohy dovolující jízdu vlaku pro odjezd (průjezd) vlaku v zadní stanici. Okamžik postavení návěstidla je 1' před časem odjezdu (průjezdu) vlaku v zadní stanici. V případech, kdy hodnota toho času končí 0,5', se čas zaokrouhlí na celé minuty na čas dřívější. V některých případech je hodnota času mezi postavením návěstidla a průjezdem (odjezdem vlaku) 1,5'.

Na Obr. 6 je okamžik, kdy zařízení není používáno reprezentováno průjezdem vlaku 79 stanicí Hrušovany u Brna z důvodu, že reálný okamžik průjezdu je 17:30:50 a je zaokrouhlen na 17:31.

Níže jsou provedeny výpočty celkových dob obsazení pro každou traťovou kolej zvlášť:

### 1. traťová kolej:

$$T(05:00 - 09:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ = 240 - (1 + 12 + 1 + 1 + 2 + 27 + 10 + 8) = 240 - 62 = \mathbf{178 \text{ min}}$$

$$T(14:00 - 18:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ = 240 - (7 + 2 + 7 + 8 + 7 + 8 + 8) = 240 - 47 = \mathbf{131 \text{ min}}$$

$$T(00:00 - 24:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ = 1440 - (16 + 7 + 13 + 28 + 34 + 31 + 7 + 55 + 24 + 1 + 12 + 1 + 1 + 2 + 27 + 10 \\ + 8 + 17 + 13 + 1 + 3 + 6 + 17 + 13 + 17 + 8 + 12 + 8 + 7 + 2 + 7 + 8 \\ + 7 + 8 + 8 + 7 + 2 + 8 + 8 + 14 + 1 + 8 + 19 + 1 + 20 + 6 + 46 + 9 \\ + 5) = 1440 - 593 = \mathbf{847 \text{ min}}$$

### 2. traťová kolej:

$$T(05:00 - 09:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ = 240 - (4 + 5 + 8 + 16) = 240 - 33 = \mathbf{207 \text{ min}}$$

$$T(14:00 - 18:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ = 240 - (5 + 4 + 4 + 1 + 1 + 5) = 240 - 20 = \mathbf{220 \text{ min}}$$

$$T(00:00 - 24:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ = 1440 - (27 + 62 + 37 + 1 + 28 + 16 + 4 + 5 + 8 + 16 + 7 + 16 + 13 + 12 + 7 + 12 \\ + 13 + 8 + 7 + 2 + 5 + 4 + 4 + 1 + 1 + 5 + 3 + 2 + 5 + 39 + 32 + 110 \\ + 7 + 1) = 1440 - 520 = \mathbf{920 \text{ min}}$$



Pro výpočet propustnosti je potřeba znát hodnotu průměrné doby obsazení traťové koleje připadající na jeden vlak  $t_{obs}$ , tato hodnota se vypočte podle vzorce: (3):

$$t_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} \quad [\text{min}] \quad (3)$$

$t_{obs}$  průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak [min]

$T_{obs}$  celková doba obsazení [min]

$N$  počet vlaků [min]

Počet vlaků  $N$  pro jednotlivá období je uveden v kapitole 2.1.2 Rozsah vlakové dopravy v GVD 2016/2017 v Tab. 10.

Níže jsou provedeny výpočty průměrné doby obsazení připadající na jeden vlak pro každou traťovou kolej zvlášť:

### 1. traťová kolej:

$$t(05:00 - 09:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(05:00 - 09:00)_{obs}}{N} = \frac{179}{18} = 9,94 \text{ min}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(14:00 - 18:00)_{obs}}{N} = \frac{131}{25} = 5,24 \text{ min}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(00:00 - 24:00)_{obs}}{N} = \frac{847}{98} = 8,64 \text{ min}$$

### 2. traťová kolej:

$$t(05:00 - 09:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(05:00 - 09:00)_{obs}}{N} = \frac{207}{26} = 7,96 \text{ min}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(14:00 - 18:00)_{obs}}{N} = \frac{220}{27} = 8,15 \text{ min}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(00:00 - 24:00)_{obs}}{N} = \frac{920}{103} = 8,93 \text{ min}$$

Propustnost lze členit dle na maximální a praktickou. Maximální propustnost ve výpočtu nezahrnuje žádné časové ztráty a předpokládá, že zařízení slouží výhradně činnosti, pro kterou je určeno.

Maximální propustnost se určuje na základě vzorce (4):

$$N_{max} = \frac{T}{t_{obs}} \quad [\text{vlaký/výpočetní čas}] \quad (4)$$

$N_{max}$  maximální propustnost [vlaký/výpočetní čas]

$T$  výpočetní čas [min]

$t_{obs}$  průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak [min]

Níže jsou provedeny výpočty maximální propustnosti pro každou traťovou kolej zvlášť:

**1. traťová kolej:**

$$N(05:00 - 09:00)_{max} = \frac{T(05:00 - 09:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{9,94} = \mathbf{24}$$

$$N(14:00 - 18:00)_{max} = \frac{T(14:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{5,24} = \mathbf{45}$$

$$N(00:00 - 24:00)_{max} = \frac{T(00:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{1440}{8,64} = \mathbf{166}$$

**2. traťová kolej:**

$$N(05:00 - 09:00)_{max} = \frac{T(05:00 - 09:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{7,96} = \mathbf{30}$$

$$N(14:00 - 18:00)_{max} = \frac{T(14:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{8,15} = \mathbf{29}$$

$$N(00:00 - 24:00)_{max} = \frac{T(00:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{1440}{8,93} = \mathbf{161}$$

Praktická propustnost zahrnuje také časovou zálohu (mezeru) nutnou pro odstranění eventuálních poruch či nepravidelností. Před výpočtem praktické propustnosti je potřebné znát hodnotu průměrné časové mezery (průměrné doby, kdy zařízení není používáno), je to záloha připadající na jeden průměrný vlak nezbytná k odstranění eventuálních nepravidelností.

Průměrná časová mezera se vypočte podle vzorce: (5)

$$t_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} \quad [\text{min}] \quad (5)$$

$t_{mez}$  průměrná časová mezera připadající na jeden vlak [min]

$T$  výpočetní čas [min]

$T_{obs}$  celková doba obsazení [min]

$N$  počet vlaků [vlaky]

Níže jsou vypočteny průměrné časové mezery:

**1. traťová kolej:**

$$t(05:00 - 09:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 178}{18} = \mathbf{3,44 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 131}{25} = \mathbf{4,36 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{1440 - 847}{98} = \mathbf{6,05 \text{ min}}$$

## 2. traťová kolej:

$$t(05:00 - 09:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 207}{26} = 1,27 \text{ min}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 220}{27} = 0,74 \text{ min}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{1440 - 920}{103} = 5,05 \text{ min}$$

Před samotným výpočtem praktické propustnosti je potřebné znát ještě další hodnoty, a to dobu obsazení mezistaničního úseku pravidelnými vlečkovými a služebními vlaky, které nejsou zahrnuty do NJŘ. Takové vlaky se v dotčeném úseku nenachází, tzn., že hodnota této doby je nulová. Další hodnota potřebná pro výpočet je doba potřebná na pravidelné plánované prohlídky mostů, trakčního vedení a na jiné plánované výluky. Tato hodnota je stanovena předpisem SŽDC D24. Její hodnota pro výpočetní čas  $T=1440$  min je 60', pro čas  $T=240$  min je 10'.

Praktická propustnost se vypočte podle vzorce: (6):

$$n = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} \quad [\text{vlaky}/\text{čas}] \quad (6)$$

$n$	praktická propustnost	[vlaky/čas]
$T$	výpočetní čas	[min]
$T_{výl}$	celková doba na pravidelné prohlídky	[min]
$T_{st}$	celková doba obsazení vlečkovými a služebními vlaky	[min]
$t_{obs}$	průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak	[min]
$t_{mez}$	průměrná časová mezera připadající na jeden vlak	[min]

Níže jsou provedeny výpočty praktické propustnosti pro každou traťovou kolej zvlášť:

### 1. traťová kolej:

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{9,94 + 3,44} = 17$$

$$n(14:00 - 18:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{5,24 + 4,36} = 23$$

$$n(00:00 - 24:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{1440 - (60 + 0)}{8,64 + 6,05} = 93$$

## 2. traťová kolej:

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{7,96 + 1,27} = 24$$

$$n(14:00 - 18:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{8,15 + 0,74} = 25$$

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{1440 - (60 + 0)}{8,93 + 5,05} = 98$$

Dalším ukazatelem propustnosti mimo maximální a praktické propustnosti je stupeň obsazení traťové koleje  $S_o$ , který představuje její časové vytížení. Jedná se o míru obsazenosti, určující společně s kapacitou o jaký druh GVD se jedná. U druhu GVD mohou nastat tyto tři případy:

- $S_o < 0,5$ : GVD se považuje za slabě obsazený s nevyužitou kapacitou,
- $S_o = 0,5$  až  $0,67$ : GVD se považuje za dostatečně obsazený s využitou normativní kapacitou,
- $S_o > 0,67$ : GVD se považuje za přetížený.

Stupeň obsazení se vypočte jako poměr celkového času obsazení daného zařízení (traťové koleje) pravidelnou vlakovou dopravou k celkovému času ve sledovaném období, od kterého je odečten čas potřebný na výluky a na stálé manipulace.

Stupeň obsazení se vypočte podle vzorce: (7)

$$s_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} \quad [-] \quad (7)$$

$s_o$	stupeň obsazení	[-]
$T_{obs}$	celková doba obsazení	[min]
$T$	výpočetní čas	[min]
$T_{výl}$	celková doba na pravidelné prohlídky	[min]
$T_{st}$	celková doba obsazení vlečkovými a služebními vlaky	[min]

Níže jsou uvedeny výpočty stupně obsazení traťových kolejí:

### 1. traťová kolej:

$$s(05:00 - 09:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{178}{240 - (10 + 0)} = 0,77$$

$$s(14:00 - 18:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{131}{240 - (10 + 0)} = 0,56$$

$$s(00:00 - 24:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{847}{1440 - (60 + 0)} = 0,59$$

## 2. traťová kolej:

$$s(05:00 - 09:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{207}{240 - (10 + 0)} = 0,9$$

$$s(14:00 - 18:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{220}{240 - (10 + 0)} = 0,96$$

$$s(00:00 - 24:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{920}{1440 - (60 + 0)} = 0,67$$

Posledním zkoumaným kritériem je koeficient využití praktické propustnosti (v procentech), který vychází z počtu vlaků a vyjadřuje poměr mezi celkovým počtem pravidelných vlaků a praktické propustnosti.

Koeficient praktické propustnosti se vypočte podle vzorce: (8)

$$K_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 \quad [ \% ] \quad (8)$$

$K_{prakt}$	koeficient využití praktické propustnosti	[ % ]
$n$	praktická propustnost	[vlaky/čas]
$N$	počet vlaků	[vlaky]

Níže jsou uvedeny výpočty koeficientu využití praktické propustnosti traťových kolejí:

### 1. traťová kolej:

$$K(05:00 - 09:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{18}{17} \cdot 100 = 105,88 \%$$

$$K(14:00 - 18:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{25}{23} \cdot 100 = 108,7 \%$$

$$K(00:00 - 24:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{98}{93} \cdot 100 = 105,38 \%$$

### 2. traťová kolej:

$$K(05:00 - 09:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{26}{24} \cdot 100 = 108,33 \%$$

$$K(14:00 - 18:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{27}{25} \cdot 100 = 108,00 \%$$

$$K(00:00 - 24:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{103}{98} \cdot 100 = 105,10 \%$$

## 2.1.4 Výsledky ukazatelů propustnosti

V Tab. 11 je uveden souhrn všech získaných výsledků jednotlivých ukazatelů propustnosti pro období ranní (5-9), odpolední (14-18) špičky a celého dne (0-24).

Tab. 11: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Hrušovany u Brna - Modřice

traťová kolej	období	$T_{obs}$	$t_{obs}$	$N_{max}$	$t_{mez}$	$n$	$s_o$	$K_{prakt}$
1. TK	5-9	178	9,94	24	3,44	17	0,77	105,88
	14-18	131	5,24	45	4,36	23	0,56	108,70
	0-24	874	8,64	166	6,05	93	0,59	105,38
2. TK	5-9	207	7,96	30	1,27	24	0,9	108,33
	14-18	220	8,15	29	0,74	25	0,96	108,00
	0-24	920	8,93	161	5,05	98	0,67	105,10

Zdroj: Autor

$T_{obs}$	celková doba obsazení	[min]
$t_{obs}$	průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak	[min]
$N_{max}$	maximální propustnost	[vlaky/výpočetní čas]
$t_{mez}$	průměrná časová mezera připadající na jeden vlak	[min]
$n$	praktická propustnost	[vlaky/čas]
$s_o$	stupeň obsazení	[-]
$K_{prakt}$	koeficient využití praktické propustnosti	[ %]

Ve třech sledovaných obdobích je stupeň obsazení v rozmezí 0,5 – 0,67, v takovém případě se GVD považuje za dostatečně obsazený s využitou kapacitou, i když  $s_o$  s hodnotou 0,67 u období T=1440 min u druhé traťové koleje představuje horní hranici tohoto rozmezí. Zbývající tři období, kdy se jedná o dopravní špičky, je stupeň obsazení v rozmezí 0,77 – 0,96, což představuje hodnotu, kdy se GVD považuje za přetížený: Traťový úsek Hrušovany u Brna – Modřice patří mezi úsek s tzv. smíšeným provozem, kde jezdí vlaky osobní dopravy (dálkové, příměstské) dohromady s vlaky nákladní dopravy. Pro takový úsek je hodnota koeficientu využití praktické propustnosti, kdy se úsek nepovažuje za přetížený:

- pro celý den 60 %,
- pro špičky 75 %.

Tento koeficient je poměr vlaků, které ve skutečnosti daným úsekem projedou (podle JŘ) a praktickou propustností, ve které jsou zahrnuty veškeré časové zálohy. Nejvyšší hodnotou 108,7 % disponuje první traťová kolej v odpolední špičce, kdy hodnota praktické propustnosti je 23 vlaků a skutečný počet vlaků, který daným úsekem projede je 25. Pro všechny ostatní období i koleje tato hodnota přesahuje 100 %, tzn., že traťový úsek je přetížený.

Přetížení traťového úseku je dáno především tím, že v dopravních špičkách je regionální doprava posílena o vložené spoje, které tvoří 15' takt a dále silnou nákladní dopravou, která je součástí transevropského nákladního železničního koridoru. Podle ukazatelů kapacity by bylo vhodné výhledově uvažovat o zvýšení propustnosti tohoto úseku i při běžném stavu, kdy se

nekoná výlučka. Jedním z opatření by mohlo být vybudování třetí a čtvrté traťové koleje a oddělení regionální a dálkové osobní dopravy.

Pro potřeby této práce jsou hodnoty ukazatelů propustnosti nezbytné k porovnání s hodnotami při výluce bez zřízení odbočky a při výluce po jejím zřízení.

## **2.2 Stav při výluce traťové koleje úseku Hrušovany u Brna – Modřice**

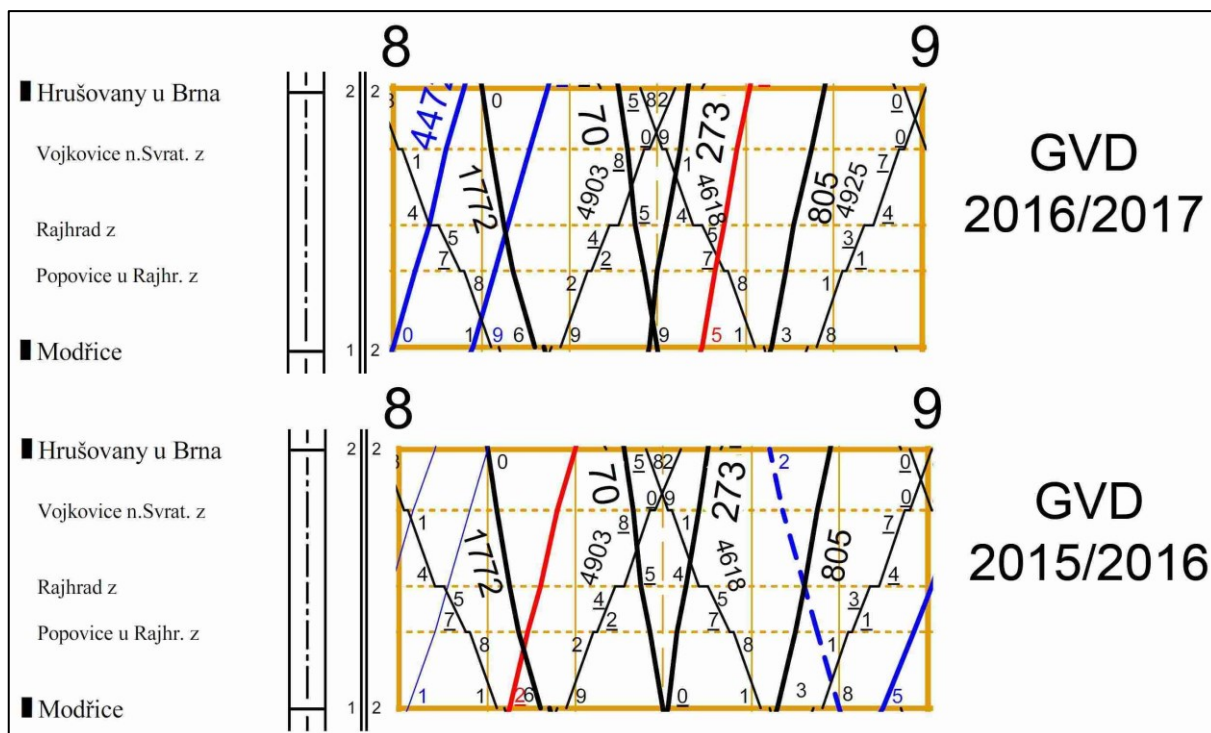
Před vlastním návrhem na zřízení odbočky v mezistaničním úseku Hrušovany u Brna – Modřice je nutné pracovat s JŘ sestaveným na jednokolejný obousměrný provoz, ke kterému dojde při výluce jedné z traťových kolejí. Na tomto úseku je JŘ sestaven na dvoukolejný provoz s jednosměrně pojížděnou traťovou kolejí. Při pohledu na NJŘ toho mezistaničního úseku je zřejmé, že veškeré vlaky není možné pouze po jedné traťové koleji provést. Je nutné tedy sestavit NJŘ, kde budou některé vlaky v tomto úseku odřeknuty a protisměrné vlaky, u nichž bude vycházet křižování na trati, přesunuty do jiných časových poloh tak, aby bylo křižování přesunuto do jedné ze stanic.

### **2.2.1 Parametry traťového úseku při výluce**

Parametry traťového úseku Hrušovany u Brna při výluce jedné z traťových kolejí jsou totožné jako za běžného provozu. Dokonce jsou totožné při jízdě ve správném i protisprávném směru. To je dáno tím, že jednotlivé délky prostorových oddílů, nástupišť zastávek, polohy oddílových i vjezdových návěstidel jsou totožné. Na stavební i provozní vlastnosti nemá vliv to, která z traťových kolejí bude vyloučena. Model při obousměrně pojížděné první nebo druhé traťové koleji je stejný. Lze tedy obecně říct, že termín výlučka jedné z traťových kolejí nemá vliv na to, která z nich bude vyloučena.

### **2.2.2 Rozsah vlakové dopravy při výluce traťové koleje**

V praxi se pro sestavení VNJŘ potřebného pro výlučku jedné z traťových kolejí na tratích SŽDC, s.o. využívá aplikace ISOŘ KADR Desktop anebo KANGO GVD. V těchto aplikacích zpracovatelé vytvoří jako výstup VNJŘ pro jednokolejný provoz. Jedná se o upravený NJŘ daného GVD, kde jsou odřeknuté vlaky a křižování vycházející na trať přeloženy do sousedních stanic. Při křižování se počítá mezi příjezdem prvního vlaku a odjezdem protisměrného vlaku s přírůžkou jedné minuty, při jízdě následného vlaku poté s přírůžkou v podobě následného mezidobí.



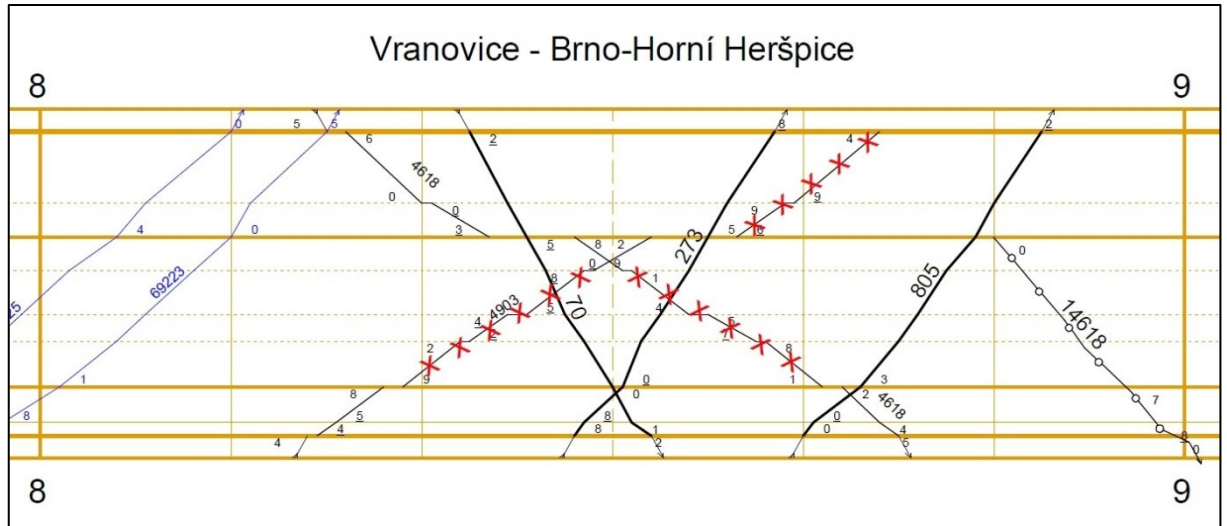
Obr. 7: NJŘ Hrušovany u Brna – Modřice GVD 2016/2017 a GVD 2015/2016  
Zdroj: Autor na podkladě (1)

V mezistaničním úseku Hrušovany u Brna – Modřice se polohy vlaků v GVD 2015/2016 a GVD 2016/2017 příliš neliší (bez ohledu na nákladní vlaky). Rozdíly lze porovnat na Obr. 6, kmenové vlaky osobní dopavy 4903, 4618, 1772, 805 a 70 jsou vedeny v totožných polohách, pouze vlak 273 je odsunut o jednu a půl minuty. Tento hodinový výsek se periodicky opakuje každou hodinu, navíc kritický svazek vlaků 4903, 4618, 70 a 273 se opakuje každou hodinu i ve dnech pracovního klidu. V současném GVD se výluka traťové koleje v dotčeném úseku nekonala, ale v GVD 2015/2016 ano, konkrétně ve dnech pracovního klidu. Sestavení VNJŘ pro potřeby této práce je provedeno v aplikaci ISOŘ KADR Desktop v současném GVD s využitím metodiky VNJŘ sestaveného v GVD 2015/2016.

Reprezentativním dnem pro konstrukci VNJŘ jednokolejného obousměrného provozu mezistaničního úseku Hrušovany u Brna – Modřice je pracovní den 5. dubna 2017, ve VNJŘ nejsou zahrnuty vlaky podle potřeby, nejedoucí, podle tabulky 5 SJŘ a ad hoc trasy. Konstrukce VNJŘ je prováděna podle metodiky konstrukce VNJŘ k výluce, která se konala v GVD 2015/2017 dle ROV 33044, etapa D dne 19. března 2016 (den pracovního klidu) v čase 07:45 – 16:15. U již zmiňovaného kritického svazku vlaku 4903, 4618, 70 a 273, který se opakuje každou hodinu, všechny dny v týdnu, se vlaky 4903 a 4618 v úseku Hrušovany u Brna – Modřice odřeknou. Toto lze shlédnout na výseku časového rozpětí 08:00-09:00

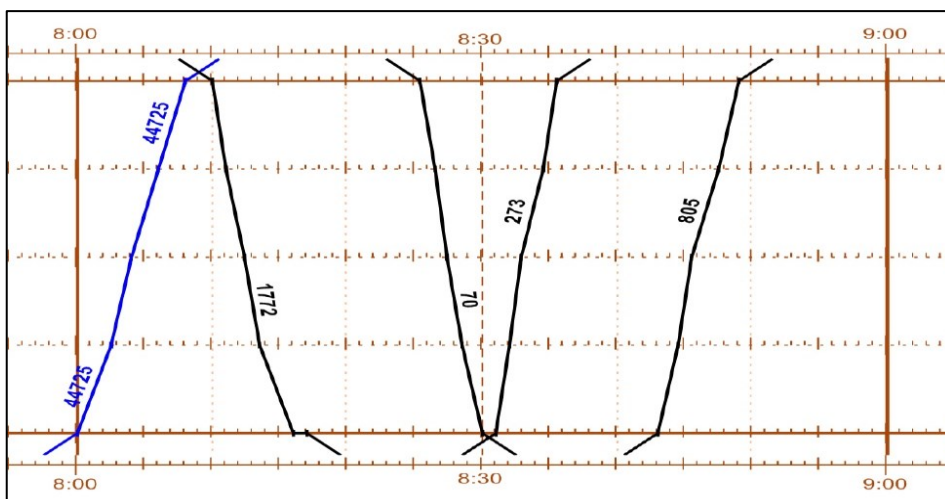


VNJŘ k výluce dle ROV 33044, který je zobrazen na Obr. 7. Metoda odřeknutí osobních vlaků regionální dopravy se využila také při výluce v úseku Brno-Maloměřice St6 – Adamov, jak je uvedeno v kapitole 1.2.6. Odřeknuté osobní vlaky jsou nahrazovány náhradní autobusovou dopravou.

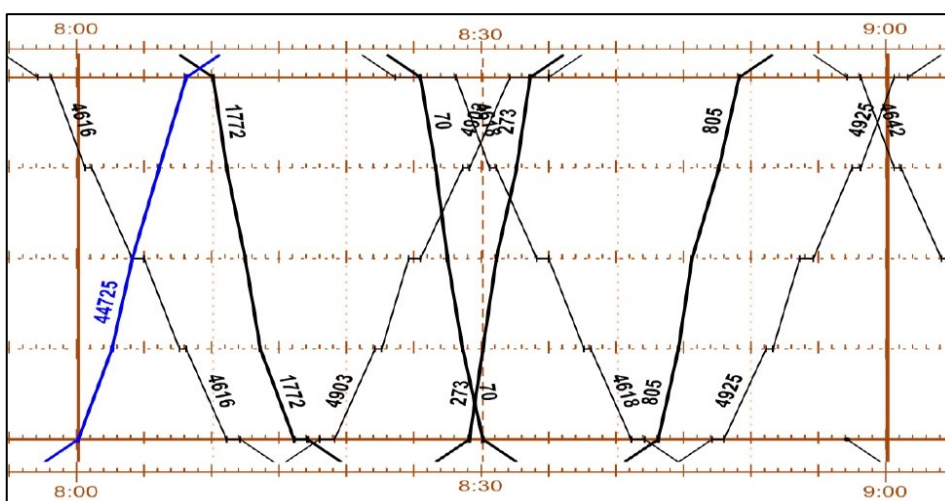


Obr. 8: Výsek VNJŘ Hrušovany u Brna – Modřice, dle ROV 33044, dne 19. 3. 2016  
Zdroj: (1)

Pro konstrukci VNJŘ byl použit jako podklad NJŘ vygenerovaný v aplikaci ISOŘ KADR, který je Přílohou K této práce. Zkonstruovaný VNJŘ v aplikaci ISOŘ KADR Desktop na 5. dubna 2017 je v Příloze L této práce. Všechny vlaky osobní regionální dopravy jsou odřeknuty z důvodu kolize s vlaky vyšší kvality. Ostatní vlaky, u kterých vychází pomyslné křižování na traťovou kolej (grafické čáry vlaku se protínají na trati), jsou odsunuty do jiných poloh, aby křižování bylo provedeno v jedné ze sousedních stanic. Pro křižování vlaků je interval mezi příjezdem (průjezdem) prvního vlaku a odjezdem (průjezdem) protisměrného vlaku 1', stejně jako ve VNJŘ k výluce dle ROV 33044 mezi vlaky 70 a 279. Pokud příjezd (průjezd) vlaku při křižování vychází na 0,5', je tato hodnota zaokrouhlena na celé minuty směrem nahoru a pak je teprve použit interval pro křižování v hodnotě 1'. Při konstrukci tedy nastaly případy, kdy u křižování je celkový interval 1,5'.



Obr. 9: Výsek zkonstruovaného VNJŘ úseku Hrušovany u Brna – Modřice  
Zdroj: Autor na podkladě (5)



Obr. 10: Výsek NJŘ úseku Hrušovany u Brna – Modřice  
Zdroj: Autor na podkladě (5)

Ve zkonstruovaném VNJŘ došlo k odřeknutí všech 42 párů vlaků osobní regionální dopravy. Ostatní vlaky osobní dopravy, jejichž křižování vycházelo pomyslně na trať, byly přesunuty do jiné, pozdější polohy. Do dřívější polohy je nebylo možné přesunout z důvodu vyhlášeného jízdního řádu cestující veřejnosti. Ve všech případech, mimo jednoho, se přesunutí týkalo lichého expresu v hodinové periodě, jako na Obr. 9 expresu 273. Na Obr. 9 je zobrazen hodinový výsek 08:00 – 09:00 z konstruovaného VNJŘ, pro porovnání na Obr. 10 stejný hodinový výsek NJŘ, ze kterého autor při konstrukci vycházel.

Liché expresy byly v kolizi se sudými, kdy křižování vycházelo na trať do míst před zastávkou Vojkovice nad Svatkou. Křižování bylo nutné přesunout do stanice Modřice s posunutím lichého expresu vždy o +2'. Vyjma jednoho případu vlaku Ex 1031 soukromého

dopravce RegioJet, a.s., který byl v kolizi v křižování s vlakem nákladní dopravy Nex 44750, a proto byl přesunut o +1'. Bylo výhodnější přesunout Ex 1031 o +1', a to i přesto, že vlak kategorie Ex má přednost před vlakem Nex, protože v případě zachování vlaku Ex 1031, by bylo nutné Nex 44750 přesunout o +25'. Celkem bylo přesunuto čtrnáct Ex o +2 a jeden Ex o +1'.

Pro potřeby výpočtů ukazatelů propustnosti v kapitole 2.2.3 je v Tab. 12 uveden počet vlaků v jednotlivých obdobích podle autorem zkonstruovaného VNJŘ, obdobně jako v Tab. 10 pro dvoukolejný provoz bez výluky traťové koleje podle NJŘ GVD 2016/2017.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 35 minut, náskok 0 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 55 minut, náskok 0 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 160 minut, náskok 56 minut.

Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 4 minuty,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 8 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 29 minut.

Počet odřeknutých nákladních vlaků 0, počet odřeknutých vlaků osobní dopravy 84.

Tab. 12: Počet vlaků úseku Hrušovany u Brna – Modřice dle VNJŘ

období	Ex	R	Sp	Nex	Os	Celkem (N)
05:00 - 09:00	7	3	2	6	0	<b>18</b>
14:00 - 18:00	9	4	3	10	0	<b>26</b>
00:00 - 24:00	40	16	8	53	0	<b>117</b>

Zdroj: Autor

### 2.2.3 Výpočet ukazatelů propustnosti

V případě jednokolejného obousměrného provozu dle autorem sestrojeného VNJŘ se provozní podmínky v sedle a v dopravních špičkách neliší, mimo proložený dvouhodinový takt vlaků R, vlaky Sp, na takt hodinový. Pro pozdější porovnání stavu před a po navrženém opatření, kdy se předpokládá, že provozní podmínky ve špičce a sedle budou odlišné, jsou výpočty provedeny v uvažovaném čase jak  $T=1440$  min, tak  $T=240$  min, což představuje v provozu dle zkonstruovaného VNJŘ pomyslnou čtyřhodinovou dopravní špičku.

Níže jsou výpočty veškerých ukazatelů propustnosti obdobně jako v kapitole 2.1.3.

**Celková doba obsazení (2):**

$$\begin{aligned} T(05:00 - 09:00)_{obs} &= T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ &= 240 - (1 + 10 + 6 + 7 + 10 + 8 + 6 + 3 + 7 + 6 + 21 + 1 + 8 + 6 + 11) = 240 - 111 \\ &= \mathbf{129 \text{ min}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T(14:00 - 18:00)_{obs} &= T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ &= 240 - (9 + 5 + 10 + 6 + 20 + 1 + 3 + 7 + 1 + 0 + 0) = 240 - 62 = \mathbf{178 \text{ min}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T(00:00 - 24:00)_{obs} &= T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) = \\ &= 1440 - (0 + 4 + 5 + 1 + 28 + 34 + 12 + 7 + 11 + 2 + 61 + 1 + 10 + 6 + 7 + 10 + 8 \\ &\quad + 6 + 3 + 7 + 6 + 21 + 1 + 8 + 6 + 11 + 9 + 7 + 22 + 1 + 9 + 6 + 11 + 7 \\ &\quad + 39 + 6 + 1 + 3 + 7 + 6 + 0 + 9 + 5 + 10 + 6 + 20 + 1 + 3 + 7 + 1 + 0 \\ &\quad + 0 + 3 + 6 + 20 + 2 + 3 + 11 + 18 + 9 + 70 + 2 + 0) = 1440 - 616 \\ &= \mathbf{824 \text{ min}} \end{aligned}$$

**Průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak (3):**

$$t(05:00 - 09:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(05:00 - 09:00)_{obs}}{N} = \frac{129}{18} = \mathbf{7,17 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(14:00 - 18:00)_{obs}}{N} = \frac{178}{26} = \mathbf{6,84 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(00:00 - 24:00)_{obs}}{N} = \frac{824}{117} = \mathbf{7,04 \text{ min}}$$

**Maximální propustnost (4):**

$$N(05:00 - 09:00)_{max} = \frac{T(05:00 - 09:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{7,17} = \mathbf{33}$$

$$N(14:00 - 18:00)_{max} = \frac{T(14:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{6,84} = \mathbf{35}$$

$$N(00:00 - 24:00)_{max} = \frac{T(00:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{1440}{7,04} = \mathbf{204}$$

**Průměrné časy mezery (5):**

$$t(05:00 - 09:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 129}{18} = \mathbf{6,17 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 178}{26} = \mathbf{2,38 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{1440 - 824}{117} = \mathbf{5,26 \text{ min}}$$

**Praktická propustnost (6):**

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{7,17 + 6,17} = 17$$

$$n(14:00 - 18:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{6,84 + 2,38} = 24$$

$$n(00:00 - 24:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{1440 - (60 + 0)}{7,04 + 5,26} = 112$$

**Stupeň obsazení (7):**

$$s(05:00 - 09:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{129}{240 - (10 + 0)} = 0,56$$

$$s(14:00 - 18:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{178}{240 - (10 + 0)} = 0,77$$

$$s(00:00 - 24:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{824}{1440 - (60 + 0)} = 0,60$$

**Koeficient využití praktické propustnosti (8):**

$$K(05:00 - 09:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{18}{17} \cdot 100 = 105,88 \%$$

$$K(14:00 - 18:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{26}{24} \cdot 100 = 108,33 \%$$

$$K(00:00 - 24:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{117}{112} \cdot 100 = 104,46 \%$$

## 2.2.4 Výsledky ukazatelů propustnosti

V Tab. 13 je uveden souhrn všech získaných výsledků jednotlivých ukazatelů propustnosti a to pro zvolená období ranní, odpolední špičky a celého dne.

Tab. 13: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Hrušovany u Brna – Modřice dle VNJR

traťová kolej	období	$T_{obs}$	$t_{obs}$	$N_{max}$	$t_{mez}$	$n$	$s_o$	$K_{prakt}$
TK	5-9	129	7,17	33	6,17	17	0,56	105,88
	14-18	178	6,84	35	2,38	24	0,77	108,33
	0-24	824	7,04	204	5,26	112	0,60	104,46

Zdroj: Autor

Hodnoty ukazatelů propustnosti při jednokolejném provozu jsou důkazem, že trať je přetížena. Je to dáno především koeficientem využití praktické propustnosti, jehož hodnota je ve sledovaných obdobích větší než 100 %. Trať je přetížena i přesto, že bylo odřeknuto

v daném úseku 42 párů osobních vlaků, které mají nejdelší časy obsazení úseku, protože obsluhují tři zastávky.

### **2.3 Stav při zřízení odbočky v úseku Hrušovany u Brna - Modřice**

Teoreticky nejvhodnější místo ke zřízení odbočky se nachází v km 131,320 ve středu mezistaničního úseku, v blízkosti zastávky Rajhrad (Obr. 5), bez ohledu na umístění oddílových návěstidel a polohy zastávky. Pro možnost jízdy všemi možnými variantami, je vhodné odbočku řešit dispozičně vložením rozložené kolejové spojky. S ohledem na traťovou rychlost 160 km/h by měla být umožněna jízda odbočným směrem alespoň rychlostí 100 km/h.

Z důvodu, že mezistaniční úsek má délku 9,357 km a nachází se v něm tři zastávky (prodlužuje se obsazení úseku vlakem, který zastávky obsluhuje), jsou rozloženými kolejovými spojkami s možností jízdy odbočným směrem rychlostí 100 km/h vybaveny obě sousední stanice. Hrušovany u Brna na vranovickém zhlaví a Modřice na hrušovanském zhlaví.

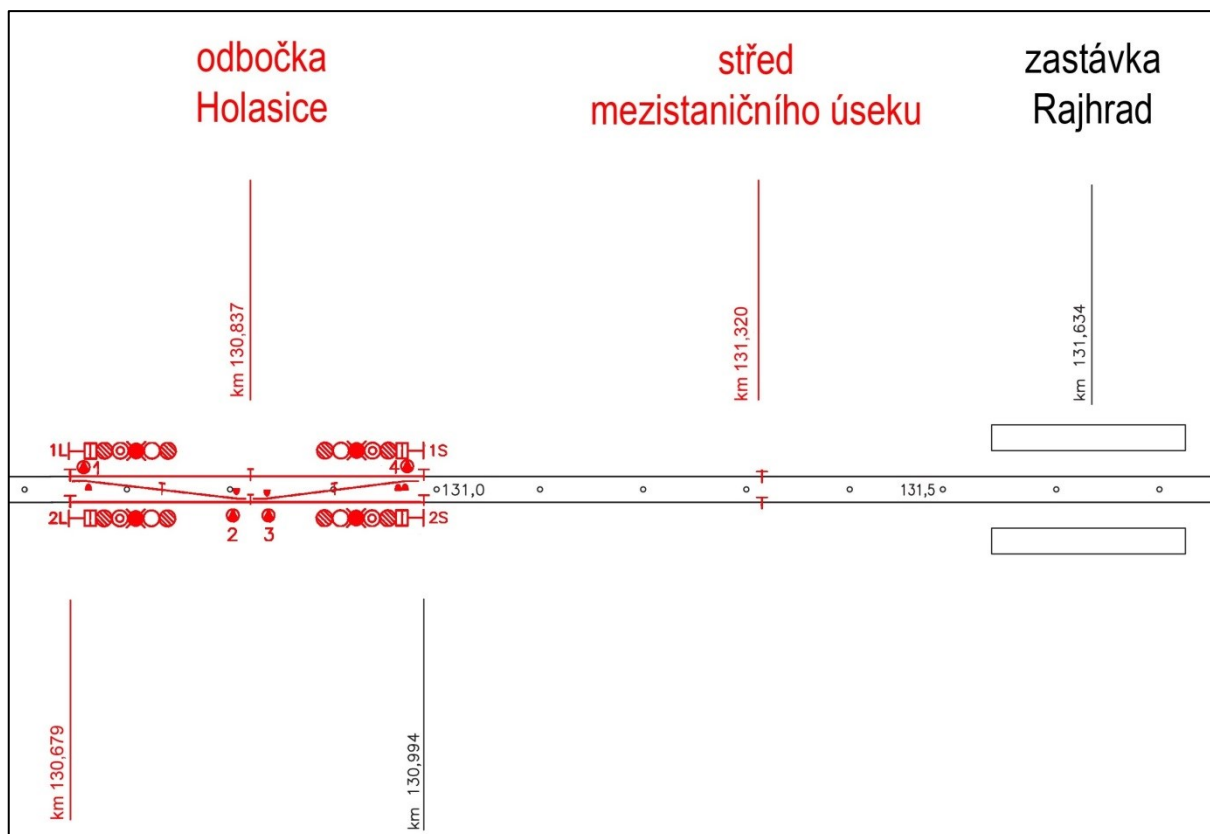
Stavební délka rozložené kolejové spojky s možností jízdy rychlostí 100 km/h do odbočného směru je 313 m. Po započtení prostoru pro bezстыkovou kolej a umístění zabezpečovacích prvků je celková stavební délka 315 m. Se stavební délkou 315 m je počítáno i v této práci.

#### **2.3.1 Parametry traťového úseku po zřízení odbočky**

Střed mezistaničního úseku se nachází ve 4. prostorovém oddílu, jehož délka je 1186 m. Vložením odbočky délky 315 m do středu mezistaničního úseku by došlo ke zkrácení 4. prostorového oddílu na délku 871 m. Tato délka by nesplňovala zábrzdnu vzdálenost, která činí 1000 m. Bylo by nutné spojit 3. a 4. prostorový oddíl a došlo by tak ke snížení propustnosti při běžném provozu ze sedmi prostorových oddílů na šest. Dále by odbočka zasahovala do prostoru nástupiště zastávky Rajhrad, což není vhodné.

Nejvhodnějším řešením se jeví vložit odbočku do prostorového oddílu, který sousedí se 4. prostorovým oddílem a je blíže ke středu mezistaničního úseku. Takovým oddílem je 3. prostorový oddíl. Délka 3. prostorového oddílu dle Tab. 9 je 1694 m. Po vložení odbočky o délce 315 m, tak dojde ke zkrácení oddílu na 1379 m, čímž bude zachována zábrzdna vzdálenost.

Třetí prostorový oddíl se nachází v katastrálním území obce Holasice, z toho důvodu je vhodné dopravní bod odbočky pojmenovat po této obci. Dále pro potřeby této práce bude odbočka nazývána jako odbočka Holasice.



Obr. 11: Schéma odbočky Holasice

Zdroj: Autor na podkladě (5)

Oddílová návěstidla v km 130,994 (hranice mezi 3. a 4. prostorovým oddílem) jsou nahrazena vjezdovými návěstidly odbočky Holasice (1S, 2S), jak je možné shlédnout na Obr. 11. Vjezdová návěstidla 1L a 2L (ze směru Hrušovany u Brna) jsou vybudována o 315 m dále směrem od návěstidel 1S a 2S. Oddílová návěstidla v km 129,300 (ve směru Modřice) a v km 132,180 (ve směru Hrušovany u Brna) jsou vybavena návěstím terčem, který upozorňuje, že se jedná o poslední návěstidlo autobloku před vjezdovým návěstidlem do dopravní s kolejovým rozvětvením, základní návěst je výstraha. Schéma odbočky Holasice, včetně předvěstí vjezdových návěstidel, je v Příloze M této práce, nově budované záležitosti jsou vyznačeny červenou barvou obdobně jako na Obr. 11, který je pro ilustraci v podstatě výřezem tohoto schématu. Polohy oddílových, vjezdových návěstidel a délky prostorových oddílů po zřízení odbočky Holasice jsou pro přehled uvedeny v Tab. 14.

Tab. 14: Délky prostorových oddílů úseku Hrušovany u Brna – Holasice – Modřice

1., (2.) traťová kolej			
pořadí	návěstidla	kilometrická poloha	délka oddílu
-	1S, (2S) Hrušovany u Brna	126,641	-
1.	1-1275, 1-1276; (2-1275, 2-1276)	127,645	1,004
2.	1-1293, 1-1294; (2-1293, 2-1294)	129,300	1,655
3.	1L, (2L) Holasice	130,679	1,379
-	1S, (2S) Holasice	130,994	(0,315)
4.	1-1321, 1-1322; (2-1321, 2-1322)	132,180	1,186
5.	1-1333, 1-1334; (2-1333; 2-1334)	133,320	1,140
6.	1-1349, 1-1350; (2-1349; 2-1350)	134,980	1,660
7.	1L, (2L) Modřice	135,998	1,018

Zdroj: Autor na podkladě (1)

Po zřízení odbočky nedojde za dvoukolejného provozu ke snížení propustnosti, stav zůstává beze změny, počet prostorových oddílů je před a po zřízení odbočky Holasice totožný.

### 2.3.2 Rozsah vlakové dopravy při zřízení odbočky

Při výluce jedné z traťových kolejí dochází k obousměrnému provozu v mezistaničním úseku Hrušovany u Brna - Modřice po jedné traťové koleji. V případě, že tento stav bude považován za stav výchozí pro potřeby této kapitoly, jedná se o jednokolejnou trať, jejíž propustnost je vypočtena v kapitole 2.2.3. Tento jednokolejný traťový úsek je přetížen, navíc je odřeknuto 42 párů pravidelných vlaků, které není možné provést.

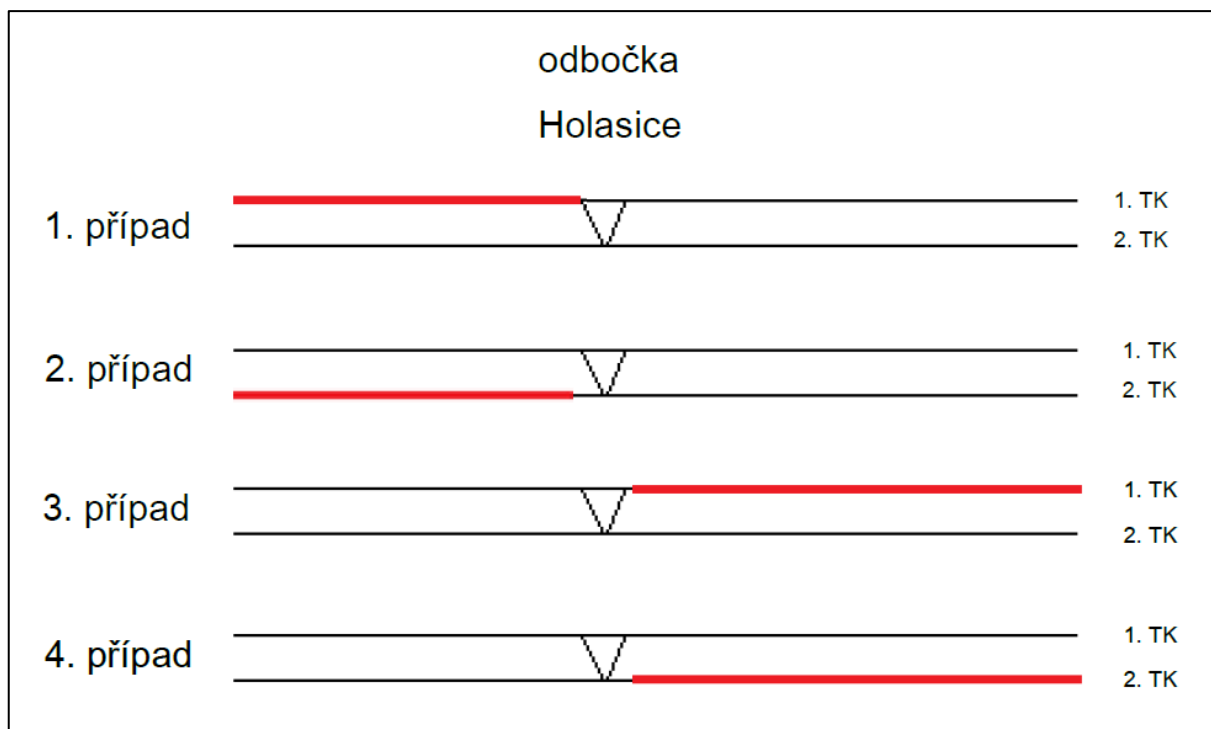
Jedno z opatření ke zvýšení propustnosti jednokolejného mezistaničního úseku je vybudování další traťové koleje. Při standardní situaci, kdy se jedná reálně o jednokolejnou trať (z důvodu výluky druhé koleje), se vybudování další traťové koleje řadí mezi opatření, které je časově a ekonomicky nejnáročnější, ovšem s největším přínosem zvýšení kapacity.

V případě jednokolejného provozu způsobeného výlukou traťové koleje dojde obrazně k vybudování další traťové koleje na polovině úseku tím, že se v blízkosti jeho středu vloží odbočka. Vybudováním další traťové koleje je myšleno to, že není potřeba vylučovat celou traťovou kolej, ale vždy jen její polovinu, odbočka umožní před vyloučenou polovinou traťové koleje, aby vlaky přešly na kolej, která ve výluce není.

Při současném stavu mohou vzniknout dva případy výluky, buď se vyloučí první, nebo druhá traťová kolej. Dojde k jednokolejnému obousměrnému provozu, jehož parametry z pohledu technologie řízení lze považovat za totožné bez ohledu na to, která kolej bude vyloučena.

V případě zřízení odbočky při výluce mohou nastat čtyři případy, jak je možné zhlédnout na Obr. 12.





Obr. 12: Případy výluk v úseku Hrušovany u Brna – Holasice – Modřice  
Zdroj: Autor

Červenou barvou na Obr. 12 je vyznačena výluka dotčené koleje. Případy, které mohou nastat jsou:

- 1. případ: výluka 1. traťové koleje Hrušovany u Brna – Holasice,
- 2. případ: výluka 2. traťové koleje Hrušovany u Brna – Holasice,
- 3. případ: výluka 1. traťové koleje Holasice – Modřice,
- 4. případ: výluka 2. traťové koleje Holasice – Modřice.

Z pohledu řízení provozu a výpočtu propustnosti lze považovat 1. případ a 2. případ, stejně jako 3. případ a 4. případ, za totožný. Mohou tedy nastat dva případy a to jednokolejný provoz v úseku Hrušovany u Brna – Holasice, nebo jednokolejný provoz v úseku Holasice – Modřice.

Výluka traťové koleje v mezistaničním úseku Modřice – Brno-Horní Heršpice je obdobná jako případ výluky traťové koleje Hrušovany u Brna – Holasice (resp. Holasice – Modřice). V tomto úseku je stejná traťová rychlost, stejný počet vlaků a délka úseku mezi dopravami s kolejovým rozvětvením je obdobná také. V případě, že se koná výluka v úseku Modřice – Brno-Horní Heršpice, základní dopravním opatřením je odřeknutí vlaků kategorie Os doplňkových v 15' taktu. V Tab. 15 je uveden přehled regionálních vlaků, které obsluhují všechny přepravní body na trati (včetně zastávek) podle taktu, který tvoří v GVD 2016/2017, dle NJŘ v Příloze K této práce.

Tab. 15: Počet Os vlaků v jednotlivých taktach úseku Hrušovany u Brna – Modřice

období	05:00 – 09:00			14:00 – 18:00			00:00 – 24:00		
takt	60'	30'	15'	60'	30'	15'	60'	30'	15'
počet lichých vlaků	4	3	4	4	4	4	20	14	8
počet sudých vlaků	5	5	5	3	5	4	18	15	9
celkem	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>38</b>	<b>29</b>	<b>17</b>

Zdroj: Autor na podkladě (1)

Podkladem ke zjištění propustnosti po zřízení odbočky v dotčeném úseku je zkonstruovaný VNJŘ, který je potřebné sestrojít pro jednokolejný provoz Hrušovany u Brna – Holasice a pro jednokolejný provoz Holasice – Modřice. Dále je tedy uveden rozsah vlakové dopravy a metodika konstrukce pro každý úsek zvlášť.

### Hrušovany u Brna - Holasice

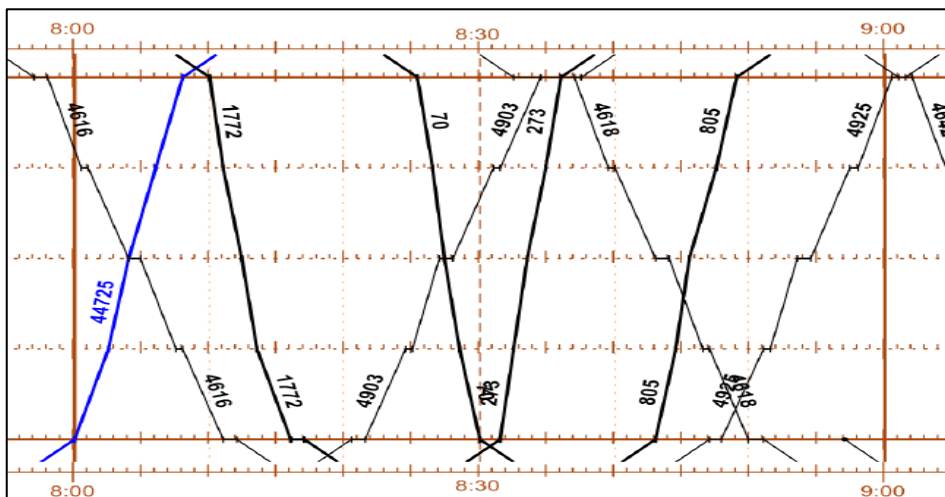
Reprezentativním dnem pro konstrukci VNJŘ jednokolejného obousměrného provozu úseku Hrušovany u Brna – Holasice je pracovní den 5. dubna 2017, obdobně jako v kapitole 2.2.2. Konstrukce VNJŘ je prováděna v aplikaci ISOŘ KADR Desktop. Při konstrukci jsou odřeknuty vlaky 15' doplňkového taktu. Vlaky, jejichž pomyslné křižování vychází na jednokolejný úsek, jsou odsunuty do jiné časové polohy. U vlaků nákladní dopravy je časový posun možný do dřívější i pozdější polohy. U vlaků osobní dopravy je možný pouze do přijatelné pozdější polohy, z důvodu vyhlášení JŘ cestujícím. Není možné s vlaky odjet dříve tak, aby cestující spoje promeškali. U vlaků kategorie Ex, R a Sp je přijatelné zpoždění do 5', u vlaků Os pak do 10'.

Z důvodu, že není možné v aplikaci ISOŘ KADR Desktop vložit do vodorovné osy nový dopravní bod, je konstrukce VNJŘ prováděna tak, že grafické křižování je provedeno pomyslně v dopravním bodě Rajhrad, který se nachází v případě výluky Hrušovany u Brna – Holasice ještě ve dvoukolejném úseku. Při křižování na odbočce Holasice je považován čas příjezdu (průjezdu) sudého vlaku dopravním bodem Rajhrad za okamžik, kdy tento vlak již jednokolejný úsek opustil a je možné zařízení obsadit protisměrným lichým vlakem včetně rezervy pro postavení vlakové cesty. Pokud příjezd (průjezd) vlaku vychází na 0,5' je tato hodnota zaokrouhlena na celé minuty nahoru a potom provedeno křižování. Ve VNJŘ jsou tedy případy, kdy se čáry sudého a lichého vlaku v dopravním bodě Rajhrad protínají, nebo je mezi nimi maximálně 0,5' interval.

Pro křižování vlaků ve stanici Hrušovany u Brna je interval mezi příjezdem (průjezdem) prvního vlaku a odjezdem (průjezdem) protisměrného vlaku 1', stejně jako ve VNJŘ k výluce dle ROV 33044 mezi vlaky 70 a 279 a stejně jako v kapitole 2.2.2 této práce.

Zkonstruovaný VNJŘ pro jednokolejný provoz úseku Hrušovany u Brna – Holasice je Přílohou N této práce. Dle Tab. 16 došlo k odřeknutí celkem 17 vlaků 15' taktu, ostatní vlaky byly přesunuty do jiné časové polohy. U lichých vlaků kategorie Os 60' taktu dochází periodicky každou hodinu ke 2' zpoždění z důvodu křižování na odbočce Holasice se sudým vlakem kategorie Ex. U lichých vlaků kategorie Ex dochází periodicky každou hodinu ke 2' zpoždění z důvodu zpoždění lichého vlaku 60' taktu jedoucího před vlakem Ex. Největšího zpoždění v této hodinové periodě potom dosahuje sudý vlak kategorie Os 60' taktu v celkové výši 9', který vyčkává na křižování ve stanici Hrušovany u Brna s lichým vlakem Ex. Celou tuto situaci lze zhlédnout na Obr. 13, který je výsekem hodinové periody VNJŘ v období 08:00 – 09:00, lichý Os 60' takt je tu reprezentován vlakem 4903, sudý Ex vlakem 70, lichý Ex vlakem 273 a sudý Os 60' taktu vlakem 4618. Pro porovnání polohy vlaků bez časového posunu lze rozdíl zhlédnout na Obr. 10.

Výjimku přijatelného zpoždění vlaku kategorie Os do 10' tvoří vlak 4632 (sudý Os 60' taktu), který vyčkává na křižování ve stanici Hrušovany u Brna s lichým vlakem Ex 283 o 3' déle než ve standardní periodě. Je to dáno tím, že vlak 283 je v GVD veden o 3' v pozdější poloze než ostatní Ex. Celková doba zpoždění vlaku 4632 je tedy 12'.



Obr. 13: Výsek zkonstruovaného VNJŘ úseku Hrušovany u Brna – Holasice  
Zdroj: Autor na podkladě (5)

U sudých vlaků kategorie Os 30' taktu dochází periodicky ke 4' zpoždění z důvodu křižování s vlaky Os 30' taktu lichého směru ve stanici Hrušovany u Brna.

Pro výpočet propustnosti v kapitole 2.3.3 je potřebné znát počet vlaků v jednotlivých výpočetních obdobích, přehled je uveden v Tab. 16.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 6 minut, náskok 0 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 56 minut, náskok 10 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 200 minut, náskok 10 minut.

Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 42 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 65 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 263 minut.

Počet odřeknutých nákladních vlaků 0, počet odřeknutých vlaků osobní dopravy 17.

Tab. 16: Počet vlaků úseku Hrušovany u Brna – Holasice dle VNJŘ

Období	Ex	R	Sp	Nex	Os	Celkem (N)
05:00 - 09:00	7	3	2	6	17	<b>35</b>
14:00 - 18:00	9	4	3	10	16	<b>42</b>
00:00 - 24:00	40	16	8	53	67	<b>184</b>

Zdroj: Autor

### Holasice - Modřice

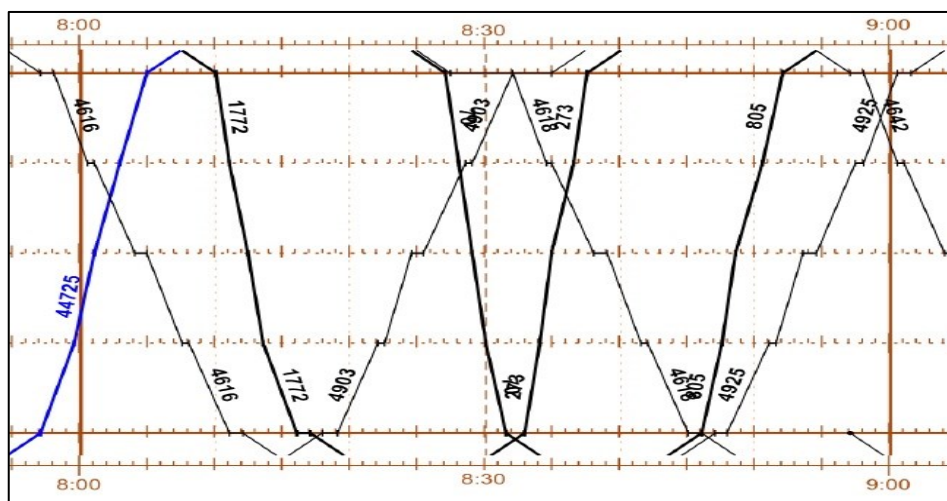
Výchozí podmínky pro konstrukci VNJŘ jsou obdobné jako u úseku Hrušovany u Brna – Holasice. Konstruováno v ISOŘ KADR Desktop, na den 5. 4. 2017, je odřeknut 15' takt Os vlaků. U vlaků osobní dopravy je možné pouze zpoždění (Ex – do 5', Os – do 10'), u nákladních zpoždění i náskok.

Z důvodu, že není možné v aplikaci ISOŘ KADR Desktop vložit do vodorovné osy nový dopravní bod, je konstrukce VNJŘ prováděna tak, že grafické křižování je provedeno pomyslně v dopravním bodě Rajhrad, který se nachází v případě výluky Holasice - Modřice již v jednokolejném úseku s následujícími časovými přírážkami, aby reálné křižování proběhlo v místě odbočky Holasice. Časová přírážka 3' mezi odjezdem (průjezdem) lichého vlaku dopravním bodem Rajhrad a příjezdem (průjezdem) protisměrného sudého vlaku dopravním bodem Rajhrad. Tato přírážka zahrnuje dobu jízdy vlaku mezi dopravním bodem Rajhrad a odbočkou Holasice (1'), rezervu pro postavení vlakové cesty pro sudý vlak (1') a jízdu vlaku mezi Holasicemi a Rajhradem (1'). S těmito podmínkami je možné při konstrukci VNJŘ provádět pomyslné křižování v místě dopravního bodu Rajhrad, přičemž

reálně bude křižování vycházet graficky v místě odbočky Holasice. Pokud odjezd (průjezd) lichého vlaku v Rajhradě vychází na 0,5', je tato hodnota zaokrouhlena na celé minuty nahoru a dále započítána přírážka 3'. Stejně tak pokud vychází příjezd (průjezd) sudého vlaku v Rajhradě na 0,5', je tato hodnota zaokrouhlena na celé minuty směrem dolů a dále připočtena přírážka 3'.

Pro křižování vlaků ve stanici Modřice je interval mezi příjezdem (průjezdem) prvního vlaku a odjezdem (průjezdem) protisměrného vlaku 1' stejně jako ve VNJŘ k výluce dle ROV 33044 mezi vlaky 70 a 279 a stejně jako v kapitole 2.2.2 této práce.

Zkonstruovaný VNJŘ pro jednokolejný provoz úseku Holasice – Modřice je *Přílohou O* této práce. V tomto VNJŘ došlo k odřeknutí 17 vlaků 15'taktu, ostatní vlaky byly přesunuty do jiné časové polohy. U periodicky opakujícího se svazku sudý Ex (70), lichý Os 60'taktu (4903), sudý Os 60'taktu (4618) a lichý Ex (273) dochází ke křižování v místě odbočky Holasice.



Obr. 14: Výsek zkonstruovaného VNJŘ úseku Holasice – Modřice  
Zdroj: Autor na podkladě (5)

Z Obr. 14 je možné vyčíst následující. Sudý Ex (70) je periodicky každou hodinu o 2' opožděn, křižuje s lichým Os 60'taktu (4903) na odbočce Holasice. Lichý Ex (273) křižuje se sudým Ex (70) v Modřicích a je o 4' opožděn. Sudý Os 60'taktu (4618) křižuje na odbočce Holasice s lichým Ex (273) a je o 4' opožděn. Dále dochází ke zpoždění lichých vlaků kategorie R a Sp relace Brno – Břeclav – Olomouc ve výši 3' z důvodu, že tyto vlaky se křižují se zpožděnými sudými vlaky Os 60'taktu v dopravě Modřice. Dále dochází ke zpoždění třech sudých vlaků soukromého dopravce RegioJet, a.s. o 2'. Veškerá zpoždění jsou v souladu s podmínkou přijatelného zpoždění, vlaky Ex do 5', vlaky Os do 10'.

Vlaky nákladní dopravy jsou ve většině případů přeloženy do pozdější časové polohy. V časovém období 17:00 – 20:00 je v úseku Hrušovany u Brna – Modřice zvýšená frekvence nákladních vlaků, které z důvodu silné osobní dopravy není možné provést. Nákladní vlak 44750 je nutné přesunout o 136 minut do jiné časové polohy a vlak 46888 o 48 minut. Oba tyto nákladní vlaky jsou přesunuty z období odpolední špičky do období večerního sedla. Z tohoto důvodu je nutné sestavit Tab. 17, kde jsou uvedeny jednotlivé počty vlaků, které se oproti jednokolejnému provozu Hrušovany u Brna – Modřice budou lišit. Celková doba zpoždění u nákladních vlaků činí 876 minut, což je dáno především tím, že je upřednostňována osobní doprava před nákladní a nákladní vlaky jsou přesouvány do volných míst.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 50minut, náskok 14 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 223 minut, náskok 13 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 876 minut, náskok 31 minut.

Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 20 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 54minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 180 minut.

Počet odřeknutých nákladních vlaků 0, počet odřeknutých vlaků osobní dopravy 17.

Tab. 17: Počet vlaků úseku Holasice – Modřice dle VNJR

období	Ex	R	Sp	Nex	Os	Celkem (N)
05:00 - 09:00	7	3	2	6	17	<b>35</b>
14:00 - 18:00	9	4	3	8	16	<b>40</b>
00:00 - 24:00	40	16	8	53	67	<b>184</b>

Zdroj: Autor

### 2.3.3 Výpočet ukazatelů propustnosti Hrušovany u Brna - Holasice

Níže jsou uvedeny výpočty veškerých ukazatelů propustnosti pro obousměrně pojížděnou traťovou kolej při jednokolejném provozu pro úsek Hrušovany u Brna – Holasice. Vstupní hodnoty, především  $t_{n-meZ}$ , byly zjištěny ze zkonstruovaného VNJR, který je Přílohou N této práce. Zařízení (traťová kolej) se považuje za neobsazené okamžikem příjezdu (průjezdu) sudého vlaku dopravním bodem Rajhrad a před okamžikem průjezdu (odjezdu) lichého vlaku dopravním bodem Rajhrad.

**Celková doba obsazení (2):**

$$T(05:00 - 09:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) =$$

$$= 240 - (10 + 2 + 7 + 13 + 3 + 5 + 16 + 11 + 2 + 5) = 240 - 74 = \mathbf{166 \text{ min}}$$

$$T(14:00 - 18:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) =$$

$$= 240 - (15 + 2 + 4 + 3 + 5 + 4 + 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 3) = 240 - 45 = \mathbf{195 \text{ min}}$$

$$T(00:00 - 24:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mež} + t_{2-mež} + \dots + t_{n-mež}) =$$

$$= 1440 - (15 + 5 + 2 + 12 + 33 + 39 + 3 + 17 + 4 + 1 + 21 + 11 + 7 + 32 + 17 + 10$$

$$+ 2 + 7 + 13 + 3 + 5 + 16 + 11 + 2 + 5 + 1 + 10 + 11 + 8 + 2 + 1 + 10$$

$$+ 7 + 16 + 2 + 1 + 6 + 3 + 15 + 2 + 4 + 3 + 5 + 4 + 2 + 1 + 3 + 1 + 2$$

$$+ 3 + 1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 20 + 19 + 10 + 15 + 13 + 53 + 10 + 4)$$

$$= 1440 - 568 = \mathbf{872 \text{ min}}$$

**Průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak (3):**

$$t(05:00 - 09:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(05:00 - 09:00)_{obs}}{N} = \frac{166}{35} = \mathbf{4,74 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(14:00 - 18:00)_{obs}}{N} = \frac{195}{42} = \mathbf{4,64 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(00:00 - 24:00)_{obs}}{N} = \frac{872}{184} = \mathbf{4,74 \text{ min}}$$

**Maximální propustnost (4):**

$$N(05:00 - 09:00)_{max} = \frac{T(05:00 - 09:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{4,74} = \mathbf{50}$$

$$N(14:00 - 18:00)_{max} = \frac{T(14:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{4,64} = \mathbf{51}$$

$$N(00:00 - 24:00)_{max} = \frac{T(00:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{1440}{4,74} = \mathbf{303}$$

**Průměrné časy mezery (5):**

$$t(05:00 - 09:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 166}{35} = \mathbf{2,11 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 195}{42} = \mathbf{1,07 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{1440 - 872}{184} = \mathbf{3,08 \text{ min}}$$

**Praktická propustnost (6):**

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{4,74 + 2,11} = 33$$

$$n(14:00 - 18:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{4,64 + 1,07} = 40$$

$$n(00:00 - 24:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{1440 - (60 + 0)}{4,74 + 3,08} = 176$$

**Stupeň obsazení (7):**

$$s(05:00 - 09:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{166}{240 - (10 + 0)} = 0,72$$

$$s(14:00 - 18:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{195}{240 - (10 + 0)} = 0,85$$

$$s(00:00 - 24:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{872}{1440 - (60 + 0)} = 0,63$$

**Koeficient využití praktické propustnosti (8):**

$$K(05:00 - 09:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{35}{33} \cdot 100 = 106,06 \%$$

$$K(14:00 - 18:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{42}{40} \cdot 100 = 105 \%$$

$$K(00:00 - 24:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{184}{176} \cdot 100 = 104,55 \%$$

### 2.3.4 Výsledky ukazatelů propustnosti

V Tab. 18 je uveden souhrn všech získaných výsledků jednotlivých ukazatelů propustnosti, a to pro zvolená období ranní, odpolední špičky a celého dne.

Tab. 18: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Hrušovany u Brna – Holasice dle VNJR

traťová kolej	období	$T_{obs}$	$t_{obs}$	$N_{max}$	$t_{mez}$	$n$	$s_o$	$K_{prakt}$
TK	5-9	166	4,74	50	2,11	33	0,72	106,06
	14-18	195	4,64	51	1,07	40	0,85	105
	0-24	872	4,74	303	3,08	176	0,63	104,55

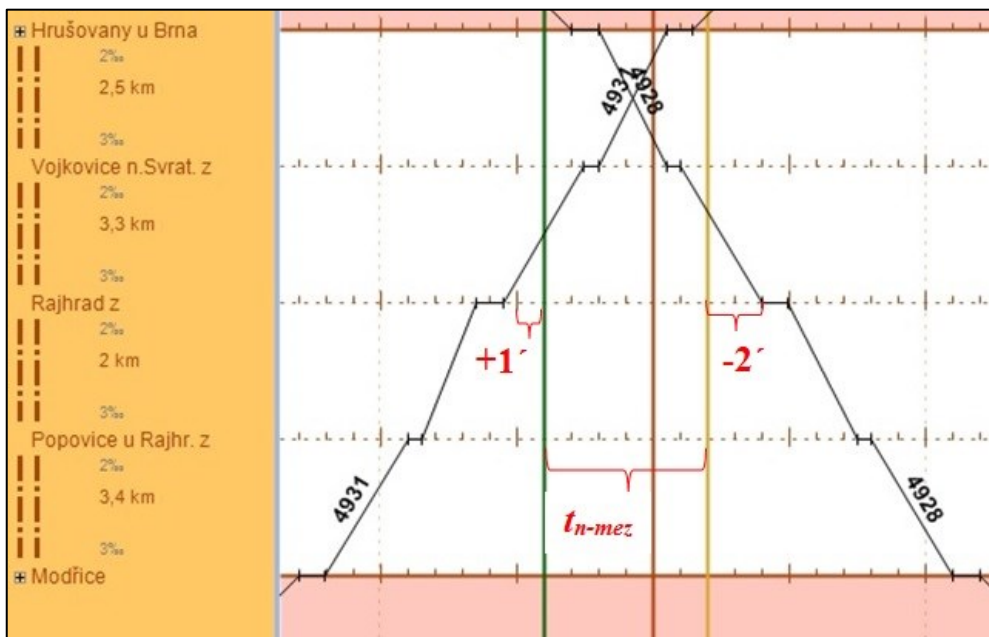
Zdroj: Autor

Hodnoty ukazatelů, které vyjadřují míru obsazení traťového úseku, jsou podobné jako v předchozích případech.



### 2.3.5 Výpočet ukazatelů propustnosti Hrušovany u Brna - Holasice

Při zjišťování hodnoty časové mezery platí následující podmínky. Zařízení se považuje za neobsazené až 1' po odjezdu (průjezdu) lichého vlaku, což představuje dobu jízdy vlaku z dopravního bodu Rajhrad do odbočky Holasice. Při jízdě sudého vlaku se zařízení považuje za neobsazené s časovou přírážkou -2', což představuje jízdu lichého vlaku z Rajhradu do Holasice a časovou přírážku pro postavení vlakové cesty. Tyto hodnoty je možné zhlédnout na Obr. 15, kde lichý vlak představuje vlak 4631 a sudý 4928. Odjezd vlaku 4931 je 11:54:30, tato hodnota je zaokrouhlena na 11:55 o 0,5' na pozdější čas. Dílčí časová mezera na Obr. 15, kdy zařízení není používáno (včetně přírážek), činí 6'.



Obr. 15: Grafické zjištění hodnoty  $t_{n-mez}$  při výluce Holasice – Modřice  
Zdroj: Autor na podkladě (5)

Níže jsou vypočteny ukazatele propustnosti.

**Celková doba obsazení (2):**

$$T(05:00 - 09:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mez} + t_{2-mez} + \dots + t_{n-mez}) = \\ = 240 - (5 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 8 + 2 + 4 + 9) = 240 - 36 = \mathbf{204 \text{ min}}$$

$$T(14:00 - 18:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mez} + t_{2-mez} + \dots + t_{n-mez}) = \\ = 240 - (6 + 4 + 4 + 1 + 2 + 3 + 2) = 240 - 22 = \mathbf{218 \text{ min}}$$

$$T(00:00 - 24:00)_{obs} = T_{240} - (t_{1-mez} + t_{2-mez} + \dots + t_{n-mez}) =$$

$$\begin{aligned}
&= 1440 - (13 + 5 + 10 + 33 + 37 + 1 + 23 + 10 + 15 + 5 + 23 + 15 + 5 + 2 + 2 + 2 \\
&\quad + 1 + 1 + 8 + 2 + 4 + 9 + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 6 + 7 + 6 + 4 + 4 + 1 \\
&\quad + 2 + 3 + 2 + 2 + 1 + 2 + 3 + 1 + 8 + 1 + 9 + 12 + 51 + 6 + 2 + 3) \\
&= 1440 - 371 = \mathbf{1069 \text{ min}}
\end{aligned}$$

**Průměrná doba obsazení připadající na jeden vlak (3):**

$$t(05:00 - 09:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(05:00 - 09:00)_{obs}}{N} = \frac{204}{35} = \mathbf{5,83 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(14:00 - 18:00)_{obs}}{N} = \frac{218}{40} = \mathbf{5,45 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{obs} = \frac{T_{obs}}{N} = \frac{T(00:00 - 24:00)_{obs}}{N} = \frac{1069}{184} = \mathbf{5,81 \text{ min}}$$

**Maximální propustnost (4):**

$$N(05:00 - 09:00)_{max} = \frac{T(05:00 - 09:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{5,83} = \mathbf{41}$$

$$N(14:00 - 18:00)_{max} = \frac{T(14:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{240}{5,45} = \mathbf{44}$$

$$N(00:00 - 24:00)_{max} = \frac{T(00:00 - 18:00)}{t_{obs}} = \frac{1440}{5,81} = \mathbf{247}$$

**Průměrné časy mezery (5):**

$$t(05:00 - 09:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 204}{35} = \mathbf{1,03 \text{ min}}$$

$$t(14:00 - 18:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{240 - 218}{40} = \mathbf{0,55 \text{ min}}$$

$$t(00:00 - 24:00)_{mez} = \frac{T - T_{obs}}{N} = \frac{1440 - 1069}{184} = \mathbf{2,02 \text{ min}}$$

**Praktická propustnost (6):**

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{5,83 + 1,03} = \mathbf{33}$$

$$n(14:00 - 18:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{240 - (10 + 0)}{5,45 + 0,55} = \mathbf{38}$$

$$n(05:00 - 09:00) = \frac{T - (T_{výl} + T_{st})}{t_{obs} + t_{mez}} = \frac{1440 - (60 + 0)}{5,81 + 2,02} = \mathbf{176}$$

**Stupeň obsazení (7):**

$$s(05:00 - 09:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{204}{240 - (10 + 0)} = \mathbf{0,88}$$

$$s(14:00 - 18:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{218}{240 - (10 + 0)} = \mathbf{0,94}$$

$$s(00:00 - 24:00)_o = \frac{T_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{st})} = \frac{1069}{1440 - (60 + 0)} = \mathbf{0,77}$$

**Koeficient využití praktické propustnosti (8):**

$$K(05:00 - 09:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{35}{33} \cdot 100 = \mathbf{106,06 \%}$$

$$K(14:00 - 18:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{40}{38} \cdot 100 = \mathbf{105,26 \%}$$

$$K(00:00 - 24:00)_{prakt} = \frac{N}{n} \cdot 100 = \frac{184}{176} \cdot 100 = \mathbf{104,54 \%}$$

### 2.3.6 Výsledky ukazatelů propustnosti

V Tab. 19 je uveden souhrn všech získaných výsledků jednotlivých ukazatelů propustnosti a to pro zvolená období ranní, odpolední špičky a celého dne.

Tab. 19: Výsledky ukazatelů propustnosti úseku Holasice – Modřice dle VNJŘ

Traťová kolej	Období	$T_{obs}$	$t_{obs}$	$N_{max}$	$t_{mez}$	$n$	$s_o$	$K_{prakt}$
TK	5-9	204	5,83	41	1,03	33	0,88	106,06
	14-18	218	5,45	44	0,55	38	0,94	105,26
	0-24	1069	5,81	247	2,02	176	0,77	104,54

Zdroj: Autor

Míra ukazatelů, které vyjadřují míru obsazení daného zařízení, je v podobném rozsahu jako u předešlých případů mimo stupeň obsazení ( $s_o$ ) v odpolední špičce. Tento stav je dán především tím, že průměrný čas, kdy zařízení není používáno ( $t_{obs}$ ), je minimální z důvodu výrazné frekvence pravidelných nákladních vlaků. V praxi je situace taková, že některé nákladní vlaky své pravidelné trasy nevyužívají. S přihlédnutím k této skutečnosti by stupeň obsazení v odpolední špičce nebyl tak vysoký. Stav s touto hodnotou je pro zařízení, které slouží svému účelu nepřetržitě neudržitelný. Krátkodobě je pro účely výluk přijatelný.

### 3 PŘÍNOSY NAVRŽENÉHO OPATŘENÍ

Pro zjištění přínosů navrženého opatření v podobě zřízení odbočky Holasice byly zkoumány všechny možné stavy, které mohou nastat. U těchto stavů byly analyzovány ukazatele propustnosti traťových kolejí, počty odřeknutých vlaků, které nebylo možné z důvodu snížení propustnosti úsekem provést a výše časových posunů (zpoždění, náskok), které bylo nutné učinit z důvodu přesunu křižování do dopraven s kolejovým rozvětvením.

Situace, které mohou nastat v současném stavu jsou:

- situace č. 1 - dvoukolejný provoz Hrušovany u Brna - Modřice,
- situace č. 2 - jednokolejný provoz Hrušovany u Brna - Modřice.

Situace, které mohou nastat při navrhovaném opatření jsou:

- situace č. 3 - dvoukolejný provoz Hrušovany u Brna - Modřice,
- situace č. 4 - jednokolejný provoz Hrušovany u Brna - Holasice,
- situace č. 5 - jednokolejný provoz Holasice - Modřice.

Pro zjištění přínosu navrhovaného opatření je nutné porovnat mezi sebou tyto situace:

- situace č. 1 a situace č. 3,
- situace č. 2 a situace č. 4,
- situace č. 2 a situace č. 5.

V jednotlivých porovnáních jsou ukazatele rozděleny na ukazatele propustnosti, které vyjadřují počet vlaků, které je možným úsekem provést (počet vlaků, maximální propustnost a praktická propustnost). Dále na ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení (stupeň obsazení a koeficient využití praktické propustnosti) a na ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků (zpoždění, náskok, počet odřeknutých vlaků, které není možné úsekem provést).

#### 3.1 Porovnání situace č. 1 a situace č. 3

Jednotlivé ukazatele propustnosti při dvoukolejném provozu Hrušovany u Brna - Modřice za současného stavu a po zřízení odbočky jsou obdobné. K dispozici jsou dvě traťové koleje se stejným počtem prostorových oddílů.

Přínosy zřízení odbočky Holasice při dvoukolejném provozu jsou při neplánovaných provozních situacích jako uváznutí vlaku, překážka na trati, lom kolejnice, mimořádná událost apod. V současném stavu bez odbočky Holasice dochází k nemožnosti využít traťovou kolej a jednokolejnému provozu v celém úseku Hrušovany u Brna - Modřice. Při stavu s odbočkou se tento nežádoucí stav promítne pouze na polovinu úseku. Přínosy stavu s odbočkou těchto neplánovaných situací je možné vztáhnout na porovnání situace č. 2 a situace č. 4 (resp. č. 5)

neboli jednokolejného úseku Hrušovany u Brna - Modřice a jednokolejného úseku Hrušovany u Brna - Holasice (resp. jednokolejného úseku Holasice - Modřice). Neplánovanou situaci je možné si představit jako výlukou koleje, nebo stav, kdy zařízení není možné využít.

### 3.1.1 Ukazatele propustnosti vyjadřující počet vlaků

Pro zjištění propustnosti celého dvoukolejného úseku Hrušovany u Brna - Modřice je možné ukazatele počtu vlaků ( $N$ ), maximální propustnosti ( $N_{max}$ ) a praktické propustnosti ( $n$ ) jednotlivých traťových kolejí sečíst. Tyto ukazatele vyjadřují počet vlaků, které je možné daným zařízením provést.

Celkový počet vlaků, které podle GVD úsekem Hrušovany u Brna - Modřice projede za jednotlivá období (dle Tab. 10) je:

- $N(05:00 - 09:00) = 18 + 26 = 44$  vlaků,
- $N(14:00 - 18:00) = 25 + 27 = 52$  vlaků,
- $N(00:00 - 24:00) = 98 + 103 = 201$  vlaků.

Celková maximální propustnost celého úseku Hrušovany u Brna - Modřice za jednotlivá období (dle Tab. 11) je:

- $N_{max}(05:00 - 09:00) = 24 + 30 = 54$  vlaků,
- $N_{max}(14:00 - 18:00) = 45 + 29 = 74$  vlaků,
- $N_{max}(00:00 - 24:00) = 166 + 161 = 327$  vlaků.

Praktická propustnost celého úseku Hrušovany u Brna - Modřice za jednotlivá období (dle Tab. 11) je:

- $n(05:00 - 09:00) = 17 + 24 = 41$  vlaků,
- $n(14:00 - 18:00) = 23 + 25 = 48$  vlaků,
- $n(00:00 - 24:00) = 93 + 98 = 191$  vlaků.

### 3.1.2 Ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení

Podle ostatních ukazatelů propustnosti, které jsou uvedeny v Tab. 11 vztahujících se k jednotlivým traťovým kolejím a vyjadřujících míru vytížení zařízení, je mezistaniční úsek Hrušovany u Brna - Modřice přetížen. Výhledově je vhodné uvažovat o zvýšení propustnosti stavebními úpravami v podobě vybudování třetí traťové koleje.

### 3.1.3 Ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků

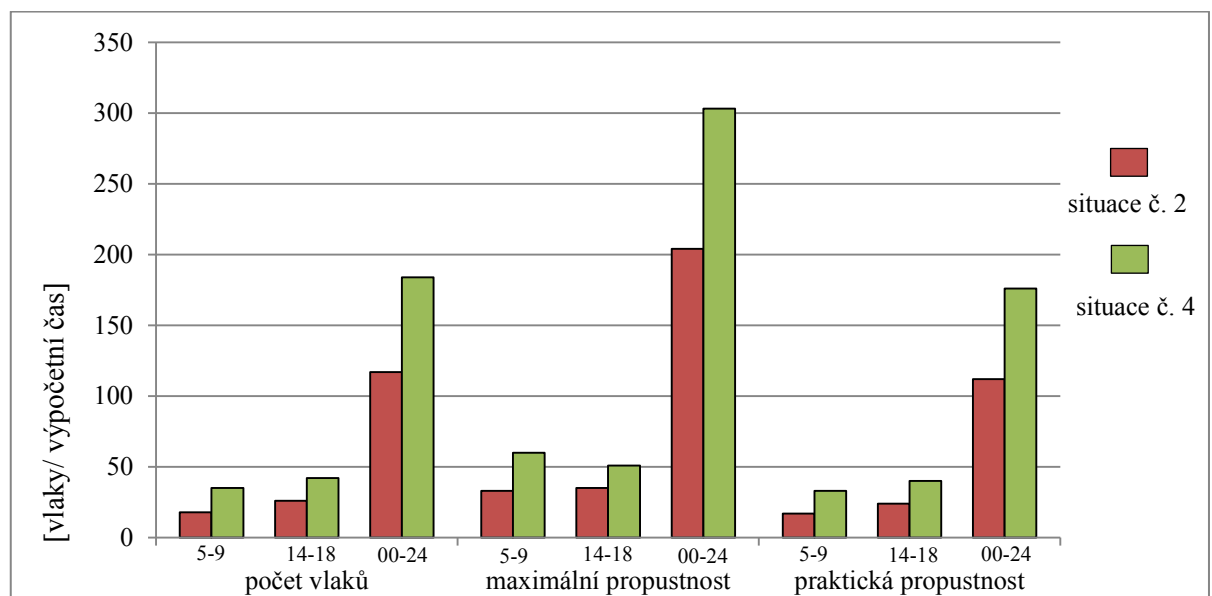
Ukazatele počtu odřeknutých vlaků a výše časového posunu (zpoždění, náskok) se v tomto případě neuvažuje. Předpokládá se, že vlaky jezdí podle platného GVD.

### 3.2 Porovnání situace č. 2 a situace č. 4

Při současném stavu dochází při výluce jedné z traťových kolejí v úseku Hrušovany u Brna – Modřice k jednokolejnému provozu v celém úseku (situace č. 2). Po zřízení odbočky je možné konat výluky pouze v úseku Hrušovany u Brna - Holasice (situace č. 4), nebo v úseku Holasice – Modřice (situace č. 5), která je předmětem kapitoly 3.3.

#### 3.2.1 Ukazatele propustnosti vyjadřující počet vlaků

V případě situace č. 4 lze považovat ukazatele počtu vlaků ( $N$ ), maximální propustnosti ( $N_{max}$ ) a praktické propustnosti ( $n$ ) za ukazatele celého úseku Hrušovany u Brna - Modřice. Je to dáno tím, že jednokolejný úsek Hrušovany - Holasice je v rámci celého úseku kritickým místem. Teoreticky by tyto ukazatele pro úsek Holasice – Modřice byly odlišné, protože v tomto úseku jsou k dispozici dvě traťové koleje, ale vlaky je nutné provést celým úsekem a propustnost je závislá na kritickém místě celého úseku.



Obr. 16: Graf s porovnáním ukazatelů propustnosti vyjadřující počet vlaků situace č. 2 a č. 4  
Zdroj: Autor

Na Obr. 16 je uveden graf s porovnání vybraných ukazatelů v jednotlivých výpočetních obdobích následujících situací:

- situace č. 2: jednokolejný provoz Hrušovany u Brna – Modřice (současný stav),
- situace č. 4: jednokolejný provoz Hrušovany u Brna – Holasice (návrh).

Z Obr. 16 vyplývá, že navrhované řešení se zřízením odbočky přinese zvýšení ukazatelů ve všech obdobích.

Navýšení počtu vlaků, které reálně úsekem projede je:

- 05:00 – 09:00: nárůst o 94,4 %,
- 14:00 – 18:00: nárůst o 61,54 %,
- 00:00 – 24:00: nárůst o 57,26 %.

Navýšení maximální propustnosti celého sledovaného úseku je:

- 05:00 – 09:00: nárůst o 81,2 %,
- 14:00 – 18:00: nárůst o 45,74 %,
- 00:00 – 24:00: nárůst o 48,53 %.

Navýšení praktické propustnosti celého sledovaného úseku je:

- 05:00 – 09:00: nárůst o 94,12 %,
- 14:00 – 18:00: nárůst o 66,67 %,
- 00:00 – 24:00: nárůst o 57,14 %.

### 3.2.2 Ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení

Pro porovnání ukazatelů propustnosti vyjadřujících míru vytížení situace č. 2 a č. 4 je sestavena Tab. 20. V případě stupně obsazení ( $s_o$ ) dochází k mírnému nárůstu ve všech obdobích (zhoršení stavu).

Hodnota koeficientu využití praktické propustnosti ( $K_{prakt}$ ) v období ranní špičky a celého dne mírně vzrostla (zhoršení stavu), v období odpolední špičky naopak významně klesla (zlepšení stavu).

Z dlouhodobého hlediska není žádoucí jako v případě kapitoly 3.1.2, která uvažuje o přijetí opatření ke zvýšení propustnosti v podobě výstavby další traťové koleje. Situace č. 2 a č. 4 jsou určeny pro potřeby výluk, což je v rámci nepřetržitého využívání zařízení časově zanedbatelné období.

Tab. 20: Porovnání ukazatelů propustnosti vyjadřující míru vytížení situace č. 2 a č. 4

Období	$s_o$ Situace č. 2	$s_o$ Situace č. 4	$K_{prakt}$ Situace č. 2	$K_{prakt}$ Situace č. 4
5-9	0,56	0,72	105,88	106,06
14-18	0,77	0,85	108,33	105
0-24	0,60	0,63	104,46	104,55

Zdroj: Autor

### 3.2.3 Ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků

V případě výluky traťové koleje v celém úseku Hrušovany u Brna – Modřice dochází k odřeknutí všech 84 vlaků osobní regionální dopravy. Úsekem jsou vedeny pouze nákladní vlaky a vlaky osobní dálkové dopravy. Pro zachování dopravní obslužnosti je nutné odřeknuté vlaky nahradit NAD. Objednavatel dopravy je Jihomoravský kraj a provozovatel železniční dopravce ČD, a.s. Rozhodnutí o tom, zda budou nahrazeny všechny spoje, nebo jenom jejich část, je na individuální dohodě obou stran, pro každý případ samostatně. Zpravidla se nahrazují pouze vlaky 60' a 30'taktu. Takt 15'se NAD nenahrazuje, z tohoto důvodu dojde mezi objednavatelem a dopravcem k dodatečnému zrušení objednávky 17 vlaků 15'taktu. Nahrazuje se NAD pouze zbylých 67 spojů. Samotná organizace a příprava NAD je časově i personálně náročná. Je potřebné vyhlásit soutěž na autobusového dopravce, označit místa zastávek NAD, zajistit koordinátory dopravy apod.

Výhodnějším řešením je přijatelné zpoždění vlaků (Os do 10', Ex do 5'). Při situaci č. 2 není možné spoje regionální dopravy úsekem provést. Za předpokladu, že by jejich část byla odsunuta do jiné polohy, by se jednalo již o nepřijatelné zpoždění, například i 100'. Z toho důvodu není možné výhodnější řešení využít.

Níže jsou vyjmenované ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků.

Počty odřeknutých vlaků:

- 05:00 – 09:00: situace č. 2: 20 vlaků; situace č. 4: 0 vlaků,
- 14:00 – 18:00: situace č. 2: 23 vlaků; situace č. 4: 0 vlaků,
- 00:00 – 24:00: situace č. 2: 84 vlaků; situace č. 4: 0 vlaků.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období situace č. 2 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 35 minut, náskok 0 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 55 minut, náskok 0 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 160 minut, náskok 56 minut.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období situace č. 4 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 6 minut, náskok 0 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 56 minut, náskok 10 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 200 minut, náskok 10 minut.

Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období situace č. 2 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 4 minuty,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 8 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 29 minut.



Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období situace č. 4 jsou:

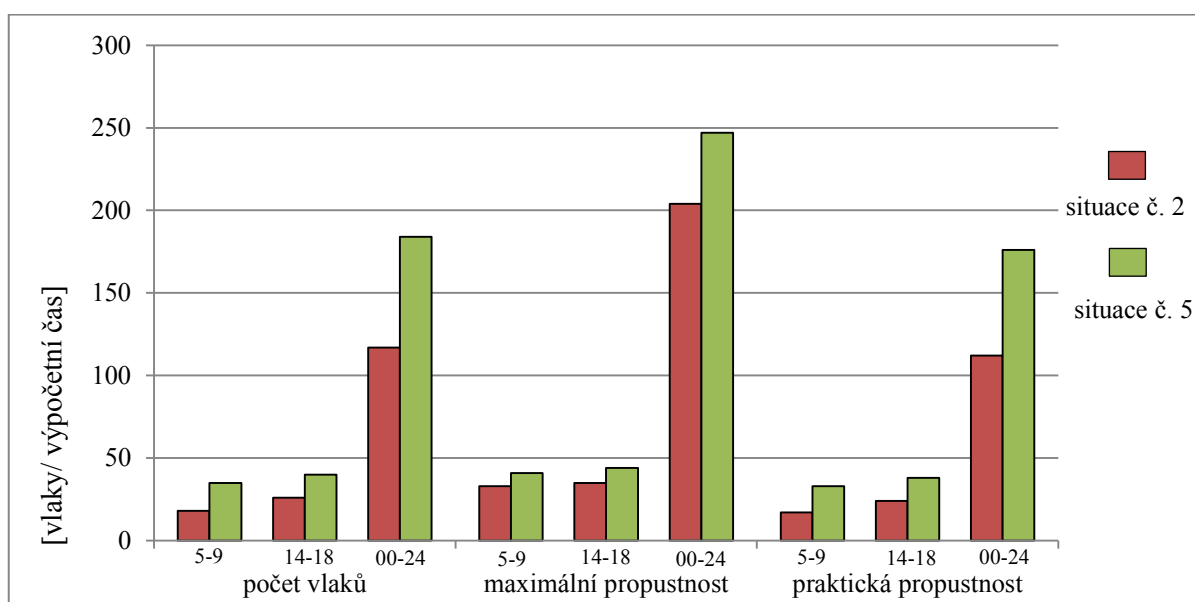
- 05:00 – 09:00: zpoždění 42 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 65 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 263 minut.

### 3.3 Porovnání situace č. 2 a situace č. 5

V této kapitole je provedeno porovnání situace jednokolejného provozu celého úseku Hrušovany u Brna – Modřice (současný stav) a situace jednokolejného úseku Holasice – Modřice (navrhovaný stav).

#### 3.3.1 Ukazatele propustnosti vyjadřující počet vlaků

Stejně jako v kapitole 3.2.1 lze při situaci č. 4 považovat ukazatele počtu vlaků ( $N$ ), maximální propustnosti ( $N_{max}$ ) a praktické propustnosti ( $n$ ) za ukazatele celého úseku Hrušovany u Brna - Modřice.



Obr. 17: Graf s porovnáním ukazatelů propustnosti vyjadřující počet vlaků situace č. 2 a č. 5  
Zdroj: Autor

Na Obr. 17 je graf s porovnáním vybraných ukazatelů v jednotlivých výpočetních obdobích těchto situací:

- situace č. 2: jednokolejný provoz Hrušovany u Brna – Modřice (současný stav),
- situace č. 5: jednokolejný provoz Holasice - Modřice (návrh).

Z Obr. 17 vyplývá, že navrhované řešení se zřízením odbočky přinese zvýšení ukazatelů ve všech obdobích.

Navýšení počtu vlaků, které reálně úsekem projede, je:

- 05:00 – 09:00: nárůst o 94,4 %,
- 14:00 – 18:00: nárůst o 53,85 %,
- 00:00 – 24:00: nárůst o 57,26 %.

Navýšení maximální propustnosti celého sledovaného úseku je:

- 05:00 – 09:00: nárůst o 81,2 %,
- 14:00 – 18:00: nárůst o 24,24 %,
- 00:00 – 24:00: nárůst o 21,08 %.

Navýšení praktické propustnosti celého sledovaného úseku je:

- 05:00 – 09:00: nárůst o 94,12 %,
- 14:00 – 18:00: nárůst o 58,33 %,
- 00:00 – 24:00: nárůst o 57,14 %.

### **3.3.2 Ukazatele propustnosti vyjadřující míru vytížení**

Pro porovnání ukazatelů propustnosti vyjadřujících míru vytížení situací č. 2 a č. 5 je sestavena Tab. 21: V případě stupně obsazení ( $s_o$ ) dochází k mírnému nárůstu ve všech obdobích (zhoršení stavu), kromě odpolední špičky, kdy dochází k výraznému zhoršení. Tento stav je dán především tím, že čas, kdy zařízení není používáno, je minimální z důvodu výrazné frekvence pravidelných nákladních vlaků. V praxi je situace taková, že některé nákladní vlaky své pravidelné trasy nevyužívají. S přihlédnutím k této skutečnosti by stupeň obsazení v odpolední špičce nebyl tak vysoký.

Hodnota koeficientu využití praktické propustnosti ( $K_{prakt}$ ) v období ranní špičky a celého dne mírně vzrostla (zhoršení stavu), v období odpolední špičky naopak významně klesla (zlepšení stavu) stejně jako v případě kapitoly 3.2.2.

Z dlouhodobého hlediska není žádoucí jako v případě kapitoly 3.1.2 uvažovat o přijetí opatření ke zvýšení propustnosti v podobě výstavby další traťové koleje. Situace č. 2 a č. 5 jsou určeny pro potřeby výluk, což je v rámci nepřetržitého využívání zařízení časově zanedbatelné období.

Tab. 21: Porovnání ukazatelů propustnosti vyjadřující míru vytižení situace č. 2 a č. 4

Období	$s_o$ Situace č. 2	$s_o$ Situace č. 5	$K_{prakt}$ Situace č. 2	$K_{prakt}$ Situace č. 5
5-9	0,56	0,88	105,88	106,06
14-18	0,77	0,94	108,33	105,26
0-24	0,60	0,77	104,46	104,54

Zdroj: Autor

### 3.3.3 Ukazatele časových posunů a počtu odřeknutých vlaků

Hodnoty časových posunů oproti kapitole 3.2.3 jsou rozdílné z důvodu, že jednokolejný kritický úsek je ve druhé polovině celého úseku Hrušovany u Brna - Modřice, konkrétně Holasice – Modřice. Počty odřeknutých vlaků zůstávají totožné.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období situace č. 2 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 35 minut, náskok 0 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 55 minut, náskok 0 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 160 minut, náskok 56 minut.

Celkové časové posuny u nákladních vlaků pro jednotlivá období situace č. 5 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 50 minut, náskok 0 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 223 minut, náskok 10 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 876 minut, náskok 10 minut.

Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období situace č. 2 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 4 minuty,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 8 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 29 minut.

Celkové časové posuny u osobních vlaků pro jednotlivá období situace č. 5 jsou:

- 05:00 – 09:00: zpoždění 20 minut,
- 14:00 – 18:00: zpoždění 54 minut,
- 00:00 – 24:00: zpoždění 180 minut.

## ZÁVĚR

Při výluce traťové koleje na dvoukolejných tratích dochází ke snížení propustnosti. Na daném úseku je možné využít pro provozování drážní dopravy pouze jednu ze dvou traťových kolejí. V oblasti působnosti OŘ Brno je celkem šest dvoukolejných tratí, dohromady s 53 dvoukolejnými mezistaničními úseky. V první části práce byl z každé trati na základě zvolených kritérií vybrán jeden kritický mezistaniční úsek.

Šest vybraných mezistaničních úseků bylo podrobeno analýze při výluce jedné ze dvou traťových kolejí. Mezistaniční úsek, na kterém bylo provedeno opatření ke zvýšení propustnosti byl vybrán na základě kritérií odřeknutých vlaků, které z důvodu snížení propustnosti vlivem výluky nelze provést a na základě vlků, které by odřeknuté vlaky ujeli v případě, že by se výluka nekonala.

Vybraným úsekem je úsek Hrušovany u Brna – Modřice, který je součástí trati Lanžhot – Brno-Horní Heršpice. Praktická propustnost celého úseku se dvěma traťovými kolejkami je 191 vlaků za 24 hodin. Při výluce jedné traťové koleje je praktická propustnost 112 vlaků za 24 hodin, což představuje snížení o 41,36 %. Navíc je nutné odřeknout veškeré vlaky regionální osobní dopravy, které zajišťují dopravní obslužnost a nahradit je autobusy.

Cílem této práce bylo zvýšení propustnosti při výluce jedné ze dvou traťových kolejí prostřednictvím zřízení odbočky na vybraném mezistaničním úseku. Zvýšení propustnosti se podařilo dosáhnout vybudováním odbočky Holasice v km 130,679 - 130,994 v mezistaničním úseku Hrušovany u Brna – Modřice s oboustrannou rozloženou kolejovou spojkou pro rychlost 100 km/h. Negativní vliv výluky na propustnost je odbočkou Holasice rozdělen na dva kratší úseky Hrušovany u Brna – Holasice a na úsek Holasice – Modřice.

V případě výluky úseku Hrušovany u Brna – Holasice, nebo Holasice – Modřice je praktická propustnost celého úseku Hrušovany u Brna – Modřice 176 vlaků za 24 hodin, což oproti současnému stavu při výluce činí nárůst o 57,14 %. Při zřízení odbočky jsou při výluce odřeknuty pouze osobní vlaky regionální dopravy 15'taktu. Je zachována dopravní obslužnost a není nutné zavádět náhradní autobusovou dopravu, která je časově a personálně náročná na přípravu i samotné provedení.

## SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) *Portál provozování dráhy* [online]. c2016 [cit. 2016-11-08].  
Dostupné z <<http://provoz.szdc.cz/portal>>
- (2) *Železniční mapy ČR* [online]. c2016 [cit. 2016-11-08].  
<<http://www.szdc.cz/o-nas/zeleznicni-mapy-cr.html>>
- (3) *SŽDC Předpis D7/2 Organizování výlukových činností*, SŽDC, s.o., 111s,  
s účinností od 11. 11. 2013.
- (4) BULÍČEK, J. MOJŽÍŠ, V. MOLKOVÁ, T. a kol. *Modelování technologických procesů v dopravě*. Tiskařské středisko Univerzity Pardubice, 2011, 223s.,  
ISBN 978-80-7395-442-0.
- (5) *Aplikace ISOŘ KADR Desktop Test*, verze 2.1.2.8.3.  
Dostupné z <<http://provozttest.szdc.cz/KADR/>>
- (6) MOLKOVÁ, T. –MOJŽÍŠ, V. –DRDLA, P. a kol. *Kapacita železničních tratí*.  
Pardubice: Tiskárny Havlíčkův Brod, a.s. 2010. 150s. ISBN 978-80-7395-317-1.
- (7) *SŽDCD24 Předpis pro zjišťování kapacity železničních tratí*, SŽDC s.o., 37s,  
s účinností od 1. 7. 2004.

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	Tabelární jízdní řády vlaků 4202, 103 .....	1
Příloha B	Tabelární jízdní řády vlaků 4102, 1720 .....	2
Příloha C	Tabelární jízdní řády vlaků 4270, 4610, 282 .....	4
Příloha D	Tabelární jízdní řády vlaků 4600, 5904, 988 .....	6
Příloha E	Tabelární jízdní řády vlaků 4704, 576 .....	9
Příloha F	Zjednodušený VNJŘ úseku Rohatec – Hodonín .....	10
Příloha G	Zjednodušený VNJŘ úseku Kyjov – Nemočice .....	11
Příloha H	Zjednodušený VNJŘ úseku Hrušovany u Brna – Modřice.....	12
Příloha I	Zjednodušený VNJŘ úseku Kuřim – Tišnov.....	13
Příloha J	Zjednodušený VNJŘ úseku Brno-Maloměřice St6 – Adamov .....	14
Příloha K	NJŘ Hrušovany u Brna – Modřice, 5. 4. 2017 .....	15
Příloha L	VNJŘ Hrušovany u Brna – Modřice, 5. 4. 2017.....	17
Příloha M	Schéma odbočky Holasice .....	19
Příloha N	VNJŘ Hrušovany u Brna – Holasice, 5. 4. 2017 .....	20
Příloha O	VNJŘ Holasice– Modřice, 5. 4. 2017 .....	22

# PŘÍLOHY

**Os 4202**

Olomouc hl.n. - Nedakonice - Břeclav os.n.

Lok. ř. 362. Normativ hmotnosti: R 250 tun

1	2	3	5	6	7	8
<b>Nedakonice</b> .....			5 37		5 37 <sup>5</sup>	140/ <sup>141</sup> <sub>98</sub>
Mor.Písek zast. z.....		3 <sup>5</sup>	5 41	0 <sup>5</sup>	41 <sup>5</sup>	
<b>Moravský Písek</b> .....		2	43 <sup>5</sup>	1 <sup>5</sup>	45	
Bzenec přívoz.....		4	49	2	51	
<b>Rohatec</b> .....		6	57	1	58	
Rohatec zastávka z.....		2	6 00	0 <sup>5</sup>	6 00 <sup>5</sup>	
<b>Hodonín</b> .....	3)	4	04 <sup>5</sup>	1 <sup>5</sup>	06	
Lužice .....		3 <sup>5</sup>	09 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	10	
Moravská Nová Ves .....		3	13	1	14	
Hrušky zastávka z .....		3 <sup>5</sup>	17 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	18	
Výh Hrušky .....		2			20	
<b>Břeclav přednádraží</b> .....		2			22	
<b>Břeclav os.n.</b> .....		2	6 24			

Zdroj: (1)

**Ex 103**

PL - Nedakonice - Břeclav os.n. - AT

Lok. ř. 380. Normativ hmotnosti: R 550 tun

Vlakové topení 1500 V, 50 Hz

1	2	3	5	6	7	8
<b>Nedakonice</b> .....					12 23	160/ <sup>192</sup> <sub>141</sub>
<b>Moravský Písek</b> .....		3			26	
Bzenec přívoz .....		2			28	
<b>Rohatec</b> .....		3 <sup>5</sup>			31 <sup>5</sup>	
<b>Hodonín</b> .....	3)	3 <sup>5</sup>	12 35	1	36	
Lužice.....		3			39	
Moravská Nová Ves .....		2			41	
Výh Hrušky.....		3			44	
<b>Břeclav přednádraží</b> .....		2			46	
<b>Břeclav os.n.</b> .....		2	12 48		12 56	

Zdroj: (1)



**Os 4102**

Motorový vůz ř. 854. Normativ hmotnosti: R 100 tun

Motorový vůz ř. 842.

1	2	3	5	6	7	8
↳ Veselí nad Moravou .....	P				<b>3 55</b>	<b>100/94*</b>
↳ Bzenec .....	⊕	<b>9<sup>5</sup></b>	<b>4 04<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>4 05</b>	<b>80/65</b>
↳ Vracov z.....		<b>3<sup>5</sup></b>	<b>08<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>09</b>	
↳ Vikoš .....	⊕	<b>4</b>	<b>13</b>	0 <sup>5</sup>	<b>13<sup>5</sup></b>	
↳ Kyjov zastávka z.....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>18</b>	0 <sup>5</sup>	<b>18<sup>5</sup></b>	
↳ Kyjov .....	N⊕	<b>3<sup>5</sup></b>	<b>22</b>	3	<b>25</b>	
↳ Bohuslavice u Kyj. z.....		<b>5<sup>5</sup>x</b>	<b>30<sup>5</sup></b>	▲	<b>30<sup>5</sup></b>	
↳ Nemotice .....	N⊕	<b>9<sup>5</sup></b>	<b>40</b>	2	<b>42</b>	
↳ Brankovice z.....		<b>5</b>	<b>47</b>	0 <sup>5</sup>	<b>47<sup>5</sup></b>	
↳ Nesovice .....	⊕	<b>4</b>	<b>51<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>52</b>	<b>95/89</b>
↳ Nevojice z.....		<b>3<sup>5</sup></b>	<b>55<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>56</b>	
↳ Bučovice .....	⊕	<b>4</b>	<b>5 00</b>	1	<b>5 01</b>	
↳ Marefy z.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>03<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>04</b>	
↳ Křižanovice z.....		<b>3</b>	<b>07</b>	0 <sup>5</sup>	<b>07<sup>5</sup></b>	
↳ Slavkov u Brna .....	P⊕	<b>4<sup>5</sup></b>	<b>12</b>	1 <sup>5</sup>	<b>13<sup>5</sup></b>	
↳ Křenovice dol.n. z.....		<b>4</b>	<b>17<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>18</b>	
↳ <b>Blažovice</b> .....		<b>6</b>	<b>24</b>	0 <sup>5</sup>	<b>24<sup>5</sup></b>	<b>**</b>
↳ Ponětovice z.....		<b>3<sup>5</sup></b>	<b>28</b>	0 <sup>5</sup>	<b>28<sup>5</sup></b>	
↳ Šlapanice .....	⊕	<b>2<sup>5</sup></b>	<b>31</b>	0 <sup>5</sup>	<b>31<sup>5</sup></b>	<b>100/88</b>
↳ Brno-Slatina.....	⊕	<b>5</b>	<b>36<sup>5</sup></b>	1	<b>37<sup>5</sup></b>	<b>95/93**</b>
↳ Odb Brno-Černovice .....		<b>3<sup>5</sup></b>			<b>41</b>	
↳ Brno-Černovice z.....		<b>2</b>	<b>43</b>	0 <sup>5</sup>	<b>43<sup>5</sup></b>	
↳ <b>Brno hl.n.</b> .....	P○	<b>6<sup>5</sup></b>	<b>5 50</b>			

o pravidelný vjezd na obsazenou kolej

\* je-li ve vlaku řazen motorový vůz ř. 810, platí **80/57**\*\* při skutečných brzdících procentech 106 a více platí **100/106**

Zdroj: (1)

# Sp 1720

Bojkovice - Veselí nad Moravou - Brno hl.n.

Lok. ř. 754. Normativ hmotnosti: R 250 tun

Motorový vůz ř. 854. Normativ hmotnosti: R 100 tun

1	2	3	5	6	7	8
↳ Veselí nad Moravou.....	P		6 00		6 01	100/94
↳ Bzenec.....	⊕	9	6 10	1	11	80/65
↳ Vracov z.....		3 <sup>5</sup>	14 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	15	
↳ Vikoš.....	⊕	4 <sup>5</sup>			19 <sup>5</sup>	
↳ Kyjov zastávka z.....		4	23 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	24	
↳ Kyjov.....	N⊕	3	27	1	28	
↳ Nemočice.....	N⊕	13 <sup>5</sup>	41 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	42	
↳ Nesovice.....	⊕	8	50	0 <sup>5</sup>	50 <sup>5</sup>	95/89
↳ Bučovice.....	⊕	6 <sup>5</sup>	57	1	58	
↳ Slavkov u Brna.....	P⊕	8	7 06	1	7 07	
↳ Blažovice.....		7			14	*
↳ Šlapanice.....	⊕	5			19	100/88
↳ Brno-Slatina.....	⊕	3 <sup>5</sup>			22 <sup>5</sup>	95/93*
↳ Odb Brno-Černovice.....		2 <sup>5</sup>			25	
↳ Brno hl.n. ....	PO	8	7 33			

o pravidelný vjezd na obsazenou kolej

\* při skutečných brzdících procentech 106 a více platí 100/106

Zdroj: (1)

**Os 4270**

Motorový vůz ř. 809.

1	2	3	5	6	7	8
<b>Kúty</b> .....	↕				<b>5 04</b>	<b>80/38</b>
Brodské z.....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>5 08<sup>5</sup></b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>09</b>	
Lanžhot.....		<b>6</b>	<b>15</b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>15<sup>5</sup></b>	
<b>Břeclav os.n.</b> .....		<b>7<sup>5</sup></b>	<b>5 23</b>			

Zdroj: (1)

**Os 4610**

Břeclav os.n. - Brno hl.n. - Tišnov

Lok. ř. 242. Normativ hmotnosti: R 300 tun

1	2	3	5	6	7	8
<b>Břeclav os.n.</b> .....					<b>5 15</b>	<b>120/94*</b>
<b>Břeclav přednádraží</b> .....		<b>2</b>			<b>17</b>	
Ladná z .....		<b>4</b>	<b>5 21</b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>21<sup>5</sup></b>	
Podivín .....		<b>3</b>	<b>24<sup>5</sup></b>	<b>1</b>	<b>25<sup>5</sup></b>	
Rakvice z .....		<b>3<sup>5</sup></b>	<b>29</b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>29<sup>5</sup></b>	
<b>Zaječí</b> .....		<b>3</b>	<b>32<sup>5</sup></b>	<b>1</b>	<b>33<sup>5</sup></b>	
<b>Šakvice</b> .....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>39</b>	
Popice z .....		<b>3</b>	<b>42</b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>42<sup>5</sup></b>	
Pouzďřany z.....		<b>3</b>	<b>45<sup>5</sup></b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>46</b>	
Vranovice.....		<b>3</b>	<b>49</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	
Žabčice z .....		<b>4</b>	<b>54</b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>54<sup>5</sup></b>	
Hrušovany u Brna .....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>58</b>	
Vojkovice n.Svrat. z.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>6 00<sup>5</sup></b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>6 01</b>	
Rajhrad z .....		<b>3</b>	<b>04</b>	<b>1</b>	<b>05</b>	
Popovice u Rajhr. z.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>07<sup>5</sup></b>	<b>0<sup>5</sup></b>	<b>08</b>	
Modřice .....		<b>3</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	
<b>Brno-Horní Heršpice</b> .....		<b>3</b>			<b>15</b>	
<b>Brno hl.n.</b> .....	PO	<b>4</b>	<b>6 19</b>		<b>6 23</b>	

o pravidelný vjezd na obsazenou kolej

\* pro hnací vozidlo schválené pro rychlost nad 120 km/h platí  $140 \frac{137}{94}$ 

Zdroj: (1)

# Ex 282

SK - Kúty - Svitavy - Praha hl.n.

Lok. ř. 380. Normativ hmotnosti: R 550 tun

Vlakové topení 1500 V, 50 Hz

1	2	3	5	6	7	8
<b>Kúty</b> .....	⚡		<b>6 47</b>		<b>6 49</b>	<b>160</b> <sup>194</sup> / <sub>143</sub>
Lanžhot .....		<b>7<sup>5</sup></b>			<b>56<sup>5</sup></b>	
<b>Břeclav os.n.</b> .....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>7 01</b>	<b>6</b>	<b>7 07</b>	
<b>Břeclav přednádraží</b> .....		<b>2</b>			<b>09</b>	
Podivín .....		<b>4</b>			<b>13</b>	
<b>Zaječí</b> .....		<b>3</b>			<b>16</b>	
<b>Šakvice</b> .....		<b>2<sup>5</sup></b>			<b>18<sup>5</sup></b>	
Vranovice .....		<b>4</b>			<b>22<sup>5</sup></b>	
Hrušovany u Brna .....		<b>3</b>			<b>25<sup>5</sup></b>	
Modřice .....		<b>4<sup>5</sup></b>			<b>30</b>	
<b>Brno-Horní Heršpice</b> .....		<b>2</b>			<b>32</b>	
<b>Brno hl.n.</b> .....	P <sup>☆</sup>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>95/74</b>

Zdroj: (1)

**Os 4600**

Břeclav os.n. - Brno hl.n. - Žďár nad Sázavou

Lok. ř. 242. Normativ hmotnosti: R 300 tun

1	2	3	5	6	7	8
<b>Brno hl.n.</b> .....	<b>P</b>		<b>5 49</b>		<b>5 53</b>	<b>95/74</b>
Odb Brno-Židenice z .....	●	<b>3<sup>5</sup></b>	<b>5 56<sup>5</sup></b>	1	<b>57<sup>5</sup></b>	
Brno-Maloměřice St.3 .....		<b>2<sup>5</sup></b>			<b>6 00</b>	
Brno-Lesná z .....		<b>3</b>	<b>6 03</b>	0 <sup>5</sup>	<b>03<sup>5</sup></b>	
Brno-Královo Pole .....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>06</b>	0 <sup>5</sup>	<b>06<sup>5</sup></b>	<b>115/104</b>
Brno-Řečkovice z .....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>09</b>	0 <sup>5</sup>	<b>09<sup>5</sup></b>	
Česká z .....		<b>4</b>	<b>13<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>14</b>	
Kuřim .....		<b>3</b>	<b>17</b>	1	<b>18</b>	
Čebín z .....		<b>5<sup>5</sup></b>	<b>23<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>24</b>	
Hradčany z .....		<b>3</b>	<b>27</b>	0 <sup>5</sup>	<b>27<sup>5</sup></b>	
<b>Tišnov</b> .....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>30</b>	1	<b>31</b>	<b>120/107</b>
Dolní Loučky z .....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>35<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>36</b>	
Říkonín.....		<b>3</b>	<b>39</b>	0 <sup>5</sup>	<b>39<sup>5</sup></b>	
Níhov z.....		<b>4</b>	<b>43<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>44</b>	
Vlkov u Tišnova .....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>48<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>49</b>	
Osová Bítýška z .....		<b>3</b>	<b>52</b>	0 <sup>5</sup>	<b>52<sup>5</sup></b>	
Ořechov z .....		<b>3</b>	<b>55<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>56</b>	
<b>Křižanov</b> .....		<b>5</b>	<b>7 01</b>	1	<b>7 02</b>	
Sklené nad Oslavou .....		<b>5<sup>5</sup></b>	<b>07<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>08</b>	
Laštovičky z .....		<b>3<sup>5</sup></b>	<b>11<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>12</b>	
Ostrov nad Oslavou .....		<b>3<sup>5</sup></b>	<b>15<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>16</b>	
<b>Žďár nad Sázavou</b> .....		<b>10</b>	<b>7 26</b>			

● z Odb Brno-Židenice z smíte odjet až po řádné výpravě vlaku denní (noční) návštěví "Odjezd" dané

Zdroj: (1)

# Os 5904

Žďár nad Sázavou - Kutná Hora hl.n. - Kolín

Lok. ř. 363. Normativ hmotnosti: R 250 tun

1	2	3	5	6	7	8
Žďár nad Sázavou .....					5 17	100/73
Hamry nad Sázavou z .....		3 <sup>5</sup>	5 20 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	21	
Sázava u Žďáru .....		3	24	1	25	
Nížkov z .....		3 <sup>5</sup>	28 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	29	
Ronov nad Sázavou z .....		2	31	0 <sup>5</sup>	31 <sup>5</sup>	
Přibyslav .....		2 <sup>5</sup>	34	0 <sup>5</sup>	34 <sup>5</sup>	
Přibyslav zastávka z .....		2 <sup>5</sup>	37	0 <sup>5</sup>	37 <sup>5</sup>	
Stříbrné Hory z .....		3	40 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	41	
Pohled .....		2	43	0 <sup>5</sup>	43 <sup>5</sup>	
Pohledští Dvořáci z .....		3	46 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	47	
Havlíčkův Brod .....		4	51	8	59	
Havl. Brod-Perknov z .....		4	6 03	0 <sup>5</sup>	6 03 <sup>5</sup>	
Okrouhlice .....		4	07 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	08	
Pohled z .....		3 <sup>5</sup>	11 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	12	
Světlá nad Sázavou .....		3 <sup>5</sup>	15 <sup>5</sup>	1	16 <sup>5</sup>	
Světlá n.Sáz.-Jos. z .....		3	19 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	20	
Sázavka z .....		5	25	0 <sup>5</sup>	25 <sup>5</sup>	
Leština u Světlé .....		4	29 <sup>5</sup>	1	30 <sup>5</sup>	
Nová Ves u Leštiny z .....		3	33 <sup>5</sup>	0 <sup>5</sup>	34	
Vlkaneč .....		3	37	0 <sup>5</sup>	37 <sup>5</sup>	
Golčův Jeníkov m. z .....		6 <sup>5</sup>	44	1	45	
Golčův Jeníkov .....		3	48	0 <sup>5</sup>	48 <sup>5</sup>	

Zdroj: (1)

## R 988

Brno hl.n. - Kutná Hora hl.n. - Praha odstavné n.

Lok. ř. 362. Normativ hmotnosti: R 550 tun

1	2	3	5	6	7	8
<b>Brno hl.n.</b> .....	<b>P</b>				<b>6 20</b>	<b>95/74</b>
Odb Brno-Židenice z .....		<b>3</b>			<b>23</b>	
Brno-Maloměřice St.3 .....		<b>2<sup>5</sup></b>			<b>25<sup>5</sup></b>	
Brno-Královo Pole .....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>6 30</b>	1	<b>31</b>	<b>120/114</b>
Kuřim .....		<b>6<sup>5</sup></b>	<b>37<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>38</b>	
<b>Tišnov</b> .....		<b>8</b>	<b>46</b>	1	<b>47</b>	
Říkonín.....		<b>6<sup>5</sup></b>			<b>53<sup>5</sup></b>	
Vlkov u Tišnova .....		<b>6<sup>5</sup></b>			<b>7 00</b>	
<b>Křižanov</b> .....		<b>8</b>	<b>7 08</b>	1	<b>09</b>	
Sklené nad Oslavou .....		<b>5<sup>5</sup></b>			<b>14<sup>5</sup></b>	<b>140<sup>148</sup><sub>105</sub></b>
Ostrov nad Oslavou .....		<b>5</b>			<b>19<sup>5</sup></b>	
<b>Žďár nad Sázavou</b> .....		<b>9<sup>5</sup></b>	<b>29</b>	1	<b>30</b>	<b>110/87</b>
Sázava u Žďáru .....		<b>5<sup>5</sup></b>			<b>35<sup>5</sup></b>	
Přibyslav .....		<b>5<sup>5</sup></b>	<b>41</b>	1	<b>42</b>	
Pohled.....		<b>5</b>			<b>47</b>	
<b>Havlíčkův Brod</b> .....		<b>7</b>	<b>54</b>	1	<b>55</b>	<b>140<sup>153</sup><sub>111</sub></b>
Okrouhlice .....		<b>9<sup>5</sup></b>			<b>8 04<sup>5</sup></b>	
<b>Světlá nad Sázavou</b> .....		<b>5<sup>5</sup></b>	<b>8 10</b>	1	<b>11</b>	
Leština u Světlé.....		<b>11</b>			<b>22</b>	
Vlkaneč .....		<b>5</b>			<b>27</b>	
Golčův Jeníkov m. z.....		<b>6</b>	<b>33</b>	1	<b>34</b>	
Golčův Jeníkov.....		<b>3<sup>5</sup></b>			<b>37<sup>5</sup></b>	
<b>Čáslav</b> .....		<b>13<sup>5</sup></b>	<b>51</b>	1	<b>52</b>	
<b>Kutná Hora hl.n.</b> .....		<b>8</b>	<b>9 00</b>		<b>9 01</b>	

Zdroj: (1)

**Os 4704**

Elektrická jednotka ř. 640.

1	2	3	5	6	7	8
<b>Sokolnice-Telnice</b> .....	⇄				<b>5 35</b>	<b>100/91</b>
Brno-Chrlice .....	⇄	<b>6</b>	<b>5 41</b>	5	<b>46</b>	
<b>Brno hl.n.</b> .....	PO	<b>9</b>	<b>55</b>	5	<b>6 00</b>	<b>95/74</b>
Odb Brno-Židenice z.....	●	<b>3<sup>5</sup></b>	<b>6 03<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>04</b>	<b>140<sup>143</sup><sub>100</sub></b>
Brno-Maloměřice St.6.....		<b>2<sup>5</sup></b>			<b>06<sup>5</sup></b>	
Bílovice n. Svit. z .....		<b>3</b>	<b>09<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>10</b>	
Babice n. Svitavou z .....		<b>4</b>	<b>14</b>	0 <sup>5</sup>	<b>14<sup>5</sup></b>	
Adamov .....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>17</b>	0 <sup>5</sup>	<b>17<sup>5</sup></b>	
Adamov zast. z .....		<b>2</b>	<b>19<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>20</b>	
Blansko .....		<b>6</b>	<b>26</b>	5	<b>31</b>	
Blansko město z .....		<b>2</b>	<b>33</b>	1	<b>34</b>	
Dolní Lhota z.....		<b>3</b>	<b>37</b>	▲	<b>37</b>	
Rájec-Jestřebí.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>39<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>40</b>	
Doubravice n.Svit. z.....		<b>3</b>	<b>43</b>	▲	<b>43</b>	
<b>Skalice nad Svitavou</b> .....		<b>4<sup>5</sup></b>	<b>47<sup>5</sup></b>	2	<b>49<sup>5</sup></b>	
Svitávka z.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>52</b>	0 <sup>5</sup>	<b>52<sup>5</sup></b>	
Zboněk z .....		<b>3</b>	<b>55<sup>5</sup></b>	0 <sup>5</sup>	<b>56</b>	
Letovice zastávka z .....		<b>2</b>	<b>58</b>	0 <sup>5</sup>	<b>58<sup>5</sup></b>	
Letovice.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>7 01</b>	1	<b>7 02</b>	
Rozhraní z.....		<b>5</b>	<b>07</b>	0 <sup>5</sup>	<b>07<sup>5</sup></b>	
Moravská Chrastová z.....		<b>2<sup>5</sup></b>	<b>10</b>	0 <sup>5</sup>	<b>10<sup>5</sup></b>	
<b>Březová nad Svitavou</b> .....		<b>1<sup>5</sup></b>	<b>7 12</b>			

o pravidelný vjezd na obsazenou kolej

● z Odb Brno-Židenice z směte odjet až po řádné výpravě vlaku denní (noční) návěstí "Odjezd" dané výpravčím

Zdroj: (1)

**Ex 576**

Brno hl.n. - Svitavy - Praha odstavné n.

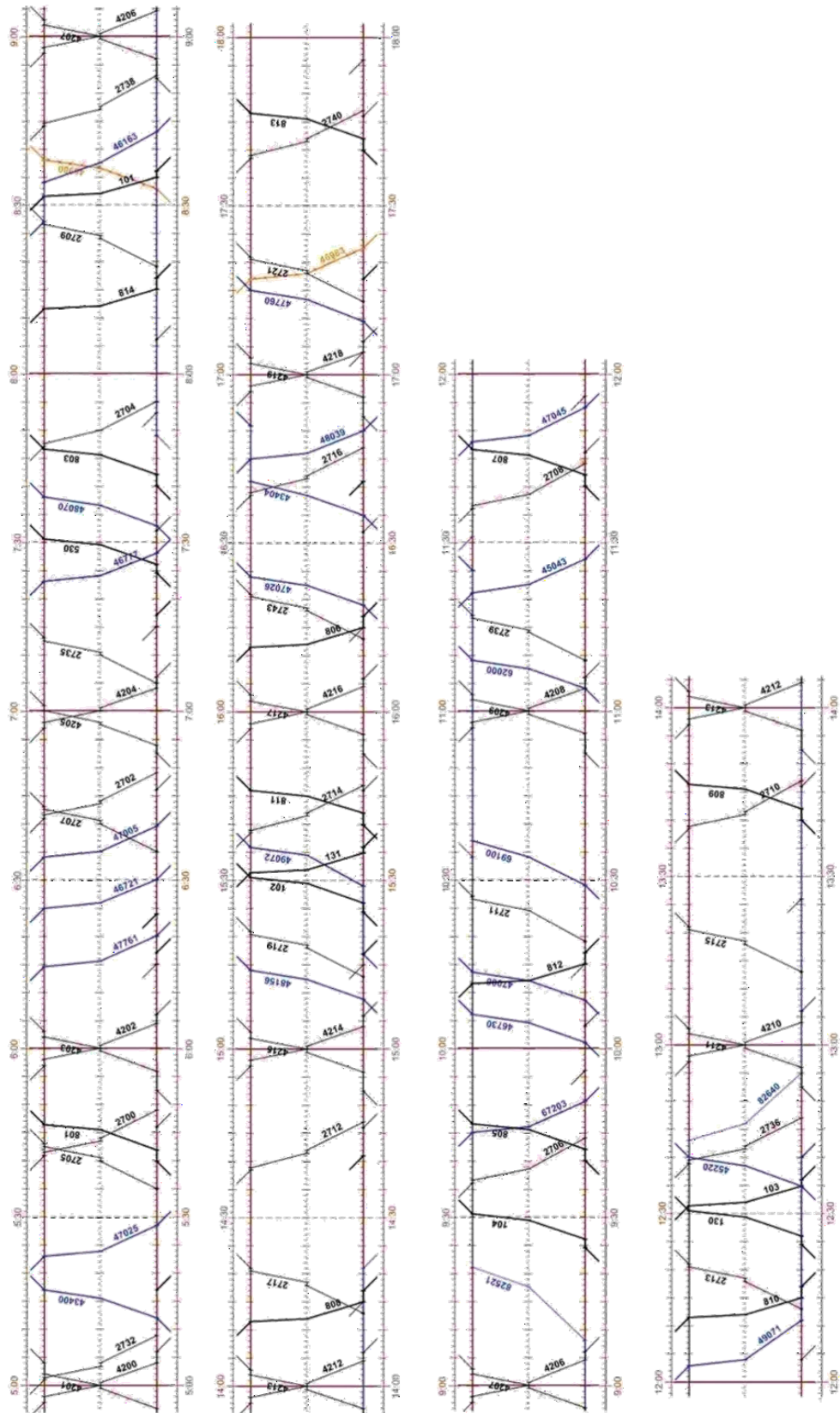
Lok. ř. 362, 380. Normativ hmotnosti: R 550 tun

1	2	3	5	6	7	8
<b>Brno hl.n.</b> .....	P				<b>6 08</b>	<b>95/74</b>
Odb Brno-Židenice z.....		<b>3</b>			<b>11</b>	<b>140<sup>143</sup><sub>100</sub></b>
Brno-Maloměřice St.6.....		<b>3</b>			<b>14</b>	
Adamov .....		<b>9</b>			<b>23</b>	
Blansko .....		<b>6</b>			<b>29</b>	
Rájec-Jestřebí.....		<b>3</b>			<b>32</b>	
<b>Skalice nad Svitavou</b> .....		<b>5</b>			<b>37</b>	
Letovice.....		<b>6</b>			<b>43</b>	
Březová nad Svitavou.....		<b>5<sup>5</sup></b>			<b>48<sup>5</sup></b>	
<b>Svitavy</b> .....		<b>9<sup>5</sup></b>			<b>6 58</b>	

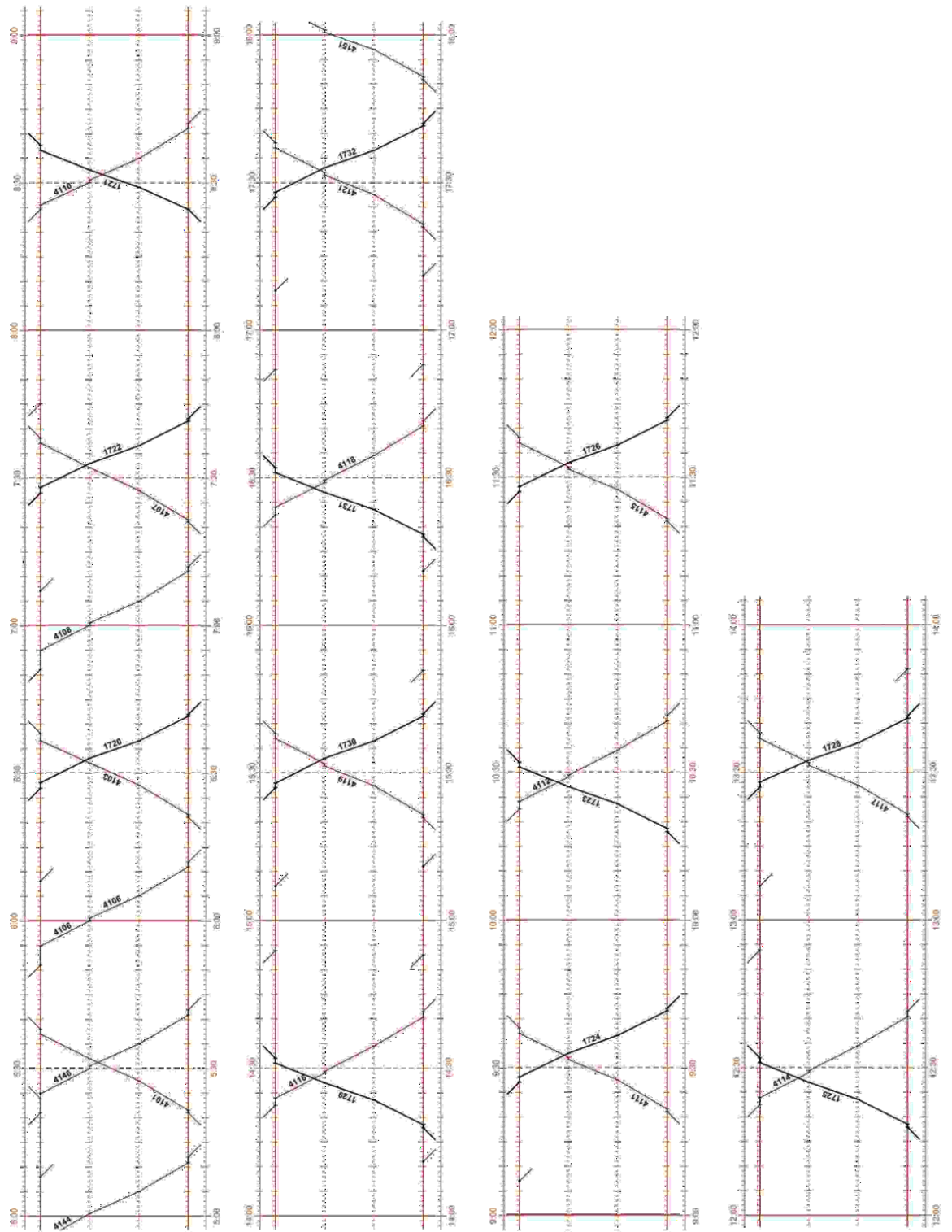
SJŘ 316/320 osobní, platí od 13. prosince 2015

Zdroj: (1)

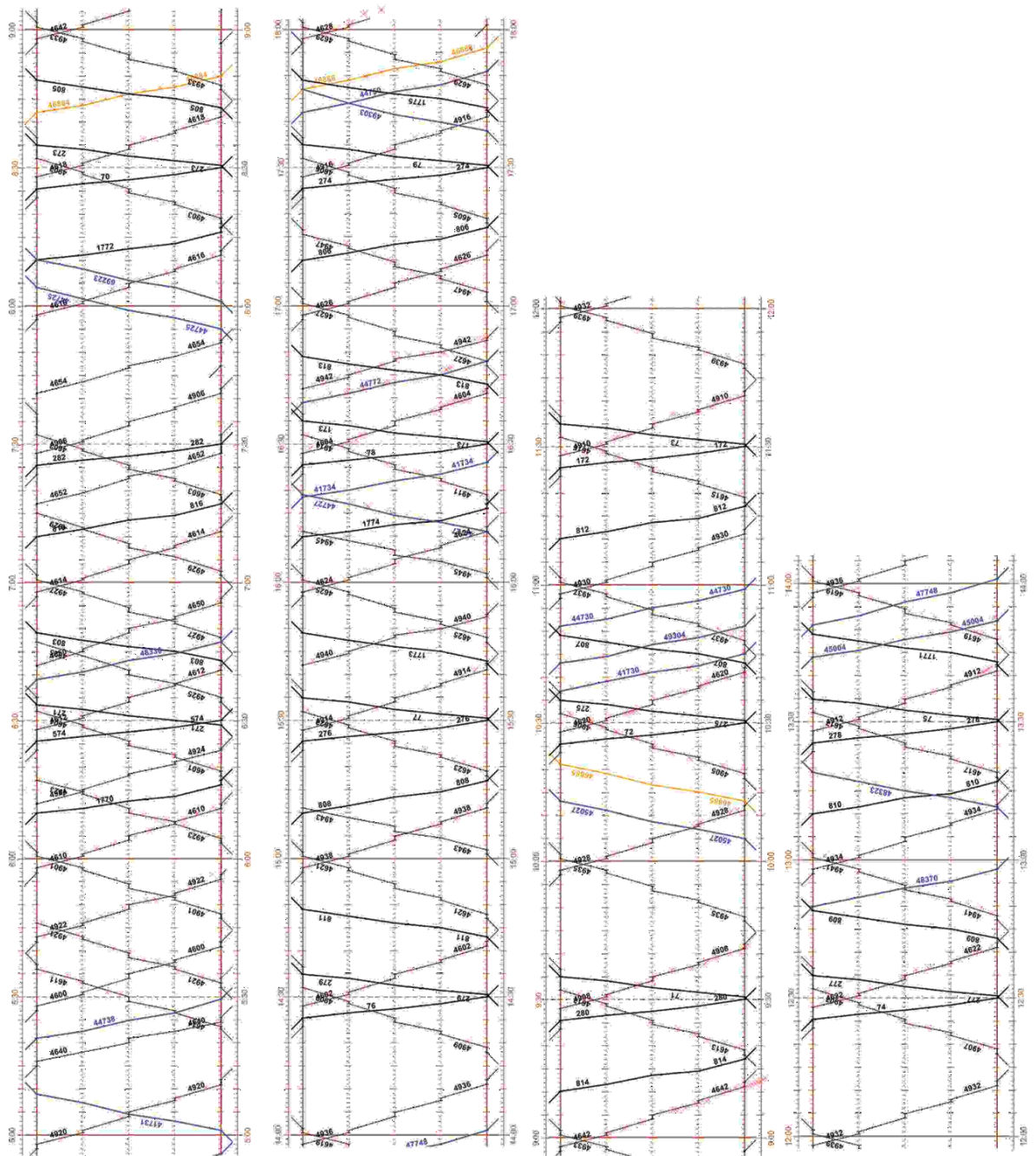




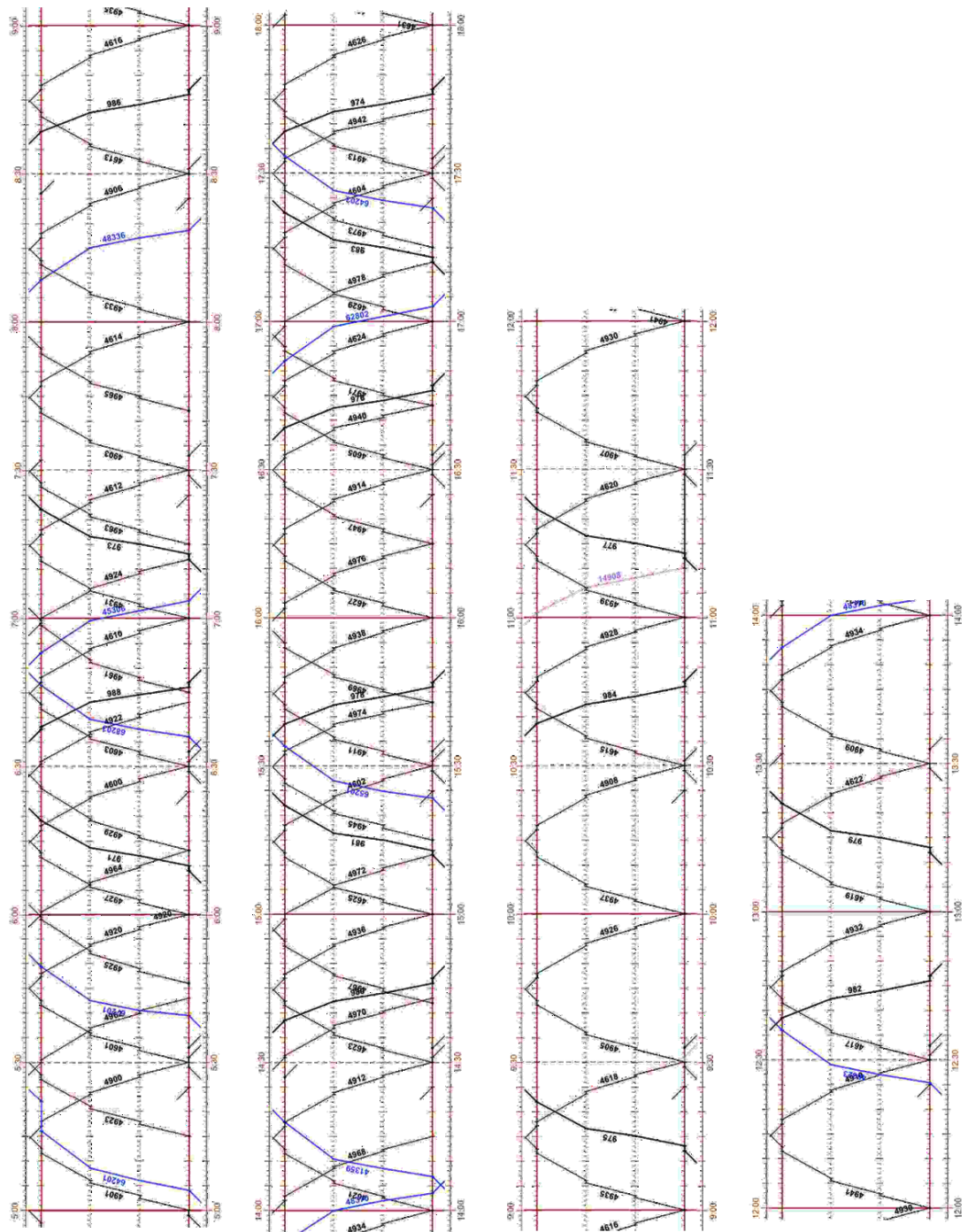
Zdroj: Autor na podkladě (5)



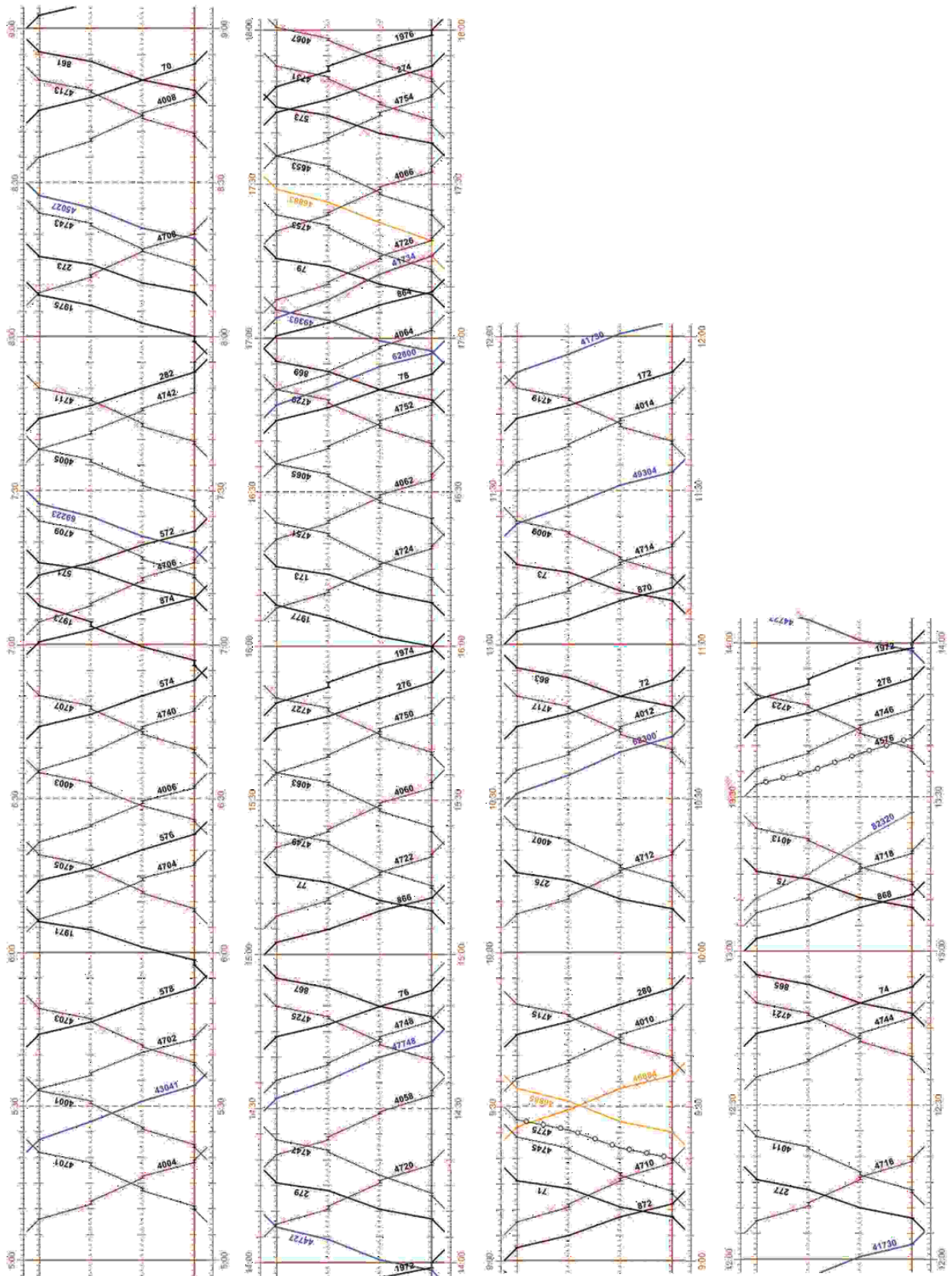
Zdroj: Autor na podkladě (5)



Zdroj: Autor na podkladě (5)



Zdroj: Autor na podkladě (5)



Zdroj: Autor na podkladě (5)



**VNJR list 6.4.2017**  
MÚPÚK KÚK Ekvéno záspéekovné sástežé (kúste prápá) **Hrušovany u Brna - Modřice DP**

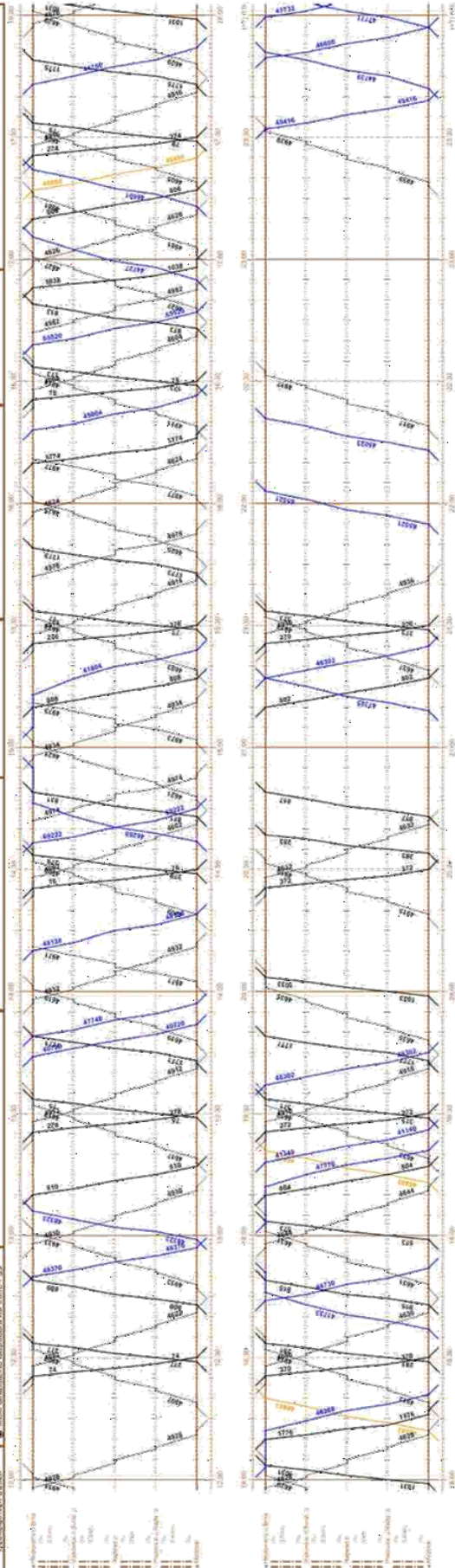
Ústřední úřad zeměměřičství a katastru ČR  
Úřad územního plánování  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu

Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu

Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu

Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu

Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu  
Úřad územního a katastrálního inženýringu

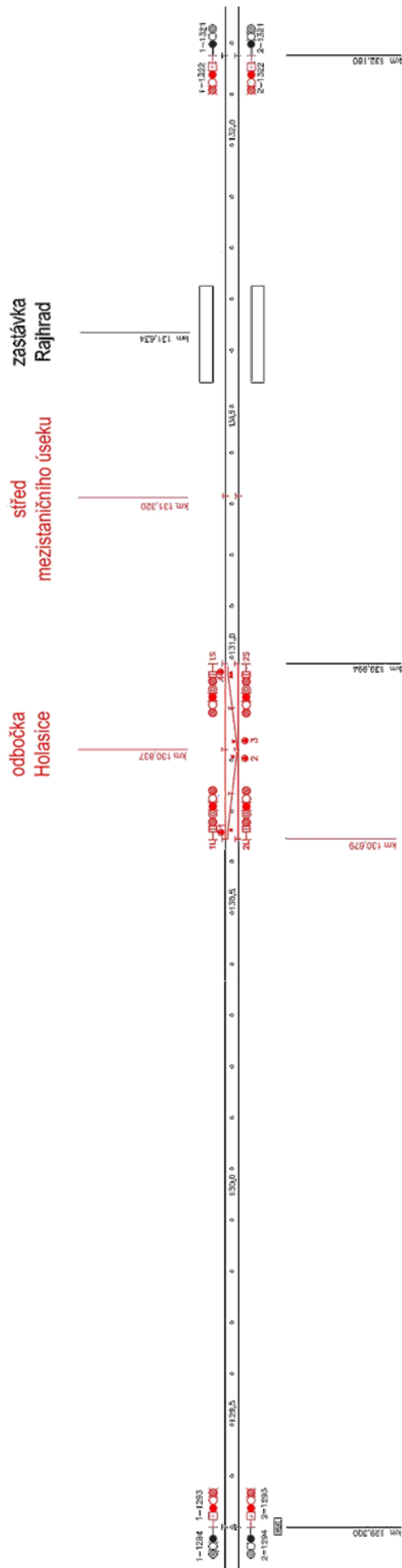


Zdroj: (5)

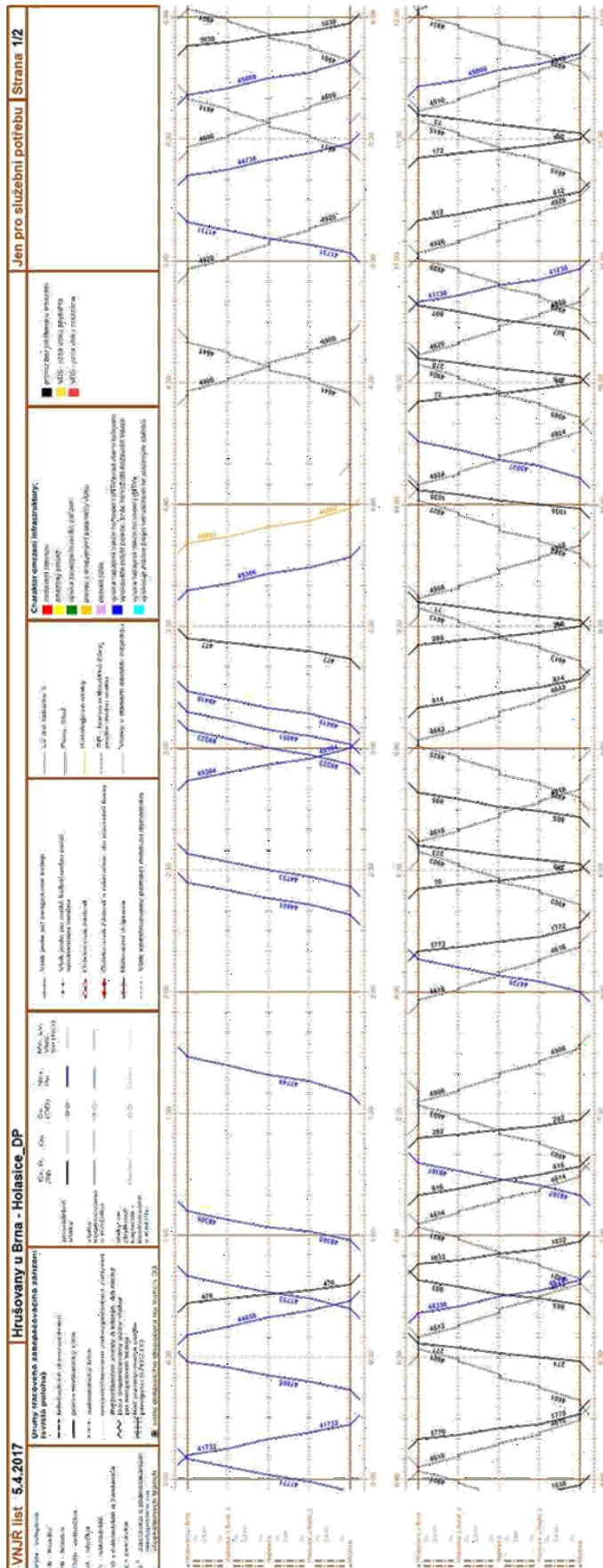








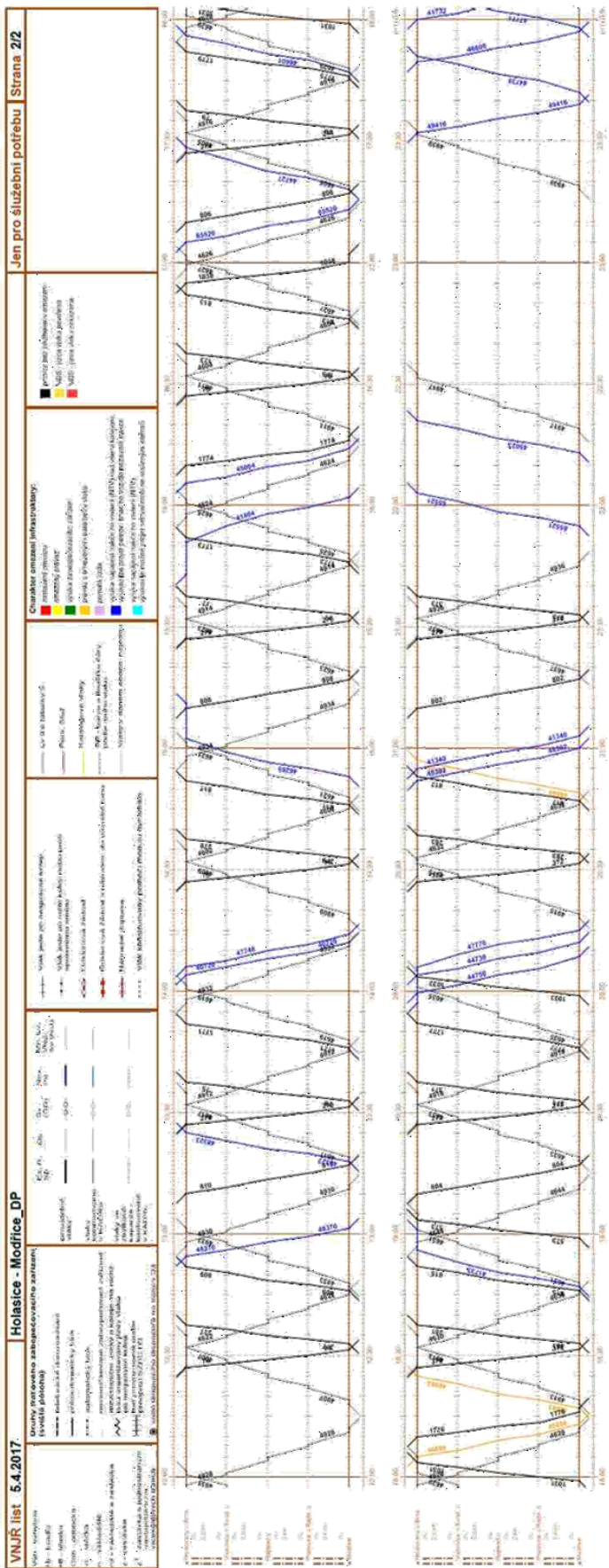
Zdroj: Autor na podkladě (1)



Zdroj: Autor







Zdroj: Autor