



# VYUŽITÍ KAPACITY DRÁHY NA TRAŤOVÉM ÚSEKU BRNO-MALOMĚŘICE – TIŠNOV PŘED A PO ZAVEDENÍ ODKLONOVÝCH TRAS Z I. TRANZITNÍHO KORIDORU

## THE USE OF THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE CAPACITY ON THE BRNO-MALOMĚŘICE – TIŠNOV LINE SECTION BEFORE AND AFTER THE INTRODUCTION OF DIVERSION ROUTES FROM THE CZECH FIRST TRANSIT CORRIDOR

Vladimír Zeman<sup>1</sup>, Pavel Drdla<sup>2,\*</sup>

**Abstrakt** *Tento článek hodnotí využití kapacity dopravní infrastruktury na traťovém úseku Brno-Maloměřice – Tišnov s využitím metodiky Správy železnic dle SM 124. Nejprve je prováděno zjišťování plánovaného a skutečného provozu z hlediska jeho intenzity a druhového složení vlaků před a po zavedení odklonových tras z I. tranzitního koridoru. Následně je vyhodnocena kapacita obou traťových kolejí v jednotlivých mezistanicích úsecích. Dále je diskutována otázka nedostatečného počtu nástupištních hran ve stanici Tišnov a představeno řešení dle autorů a dle plánovaného projektu rekonstrukce. Rovněž jsou prezentovány výsledky separátní simulace provozu na zhlaví v obvodu St. 3 stanice Brno-Maloměřice a na kuřimském zhlaví v Tišnově.*

**Klíčová slova** *kapacita dráhy, železnice, Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje, řízení železničního provozu, separátní simulace*

**Summary** *This article evaluates the use of the transport infrastructure capacity on the Brno-Maloměřice – Tišnov line section using the methodology of Správa železnic (Czech railway infrastructure manager) according to SM 124. First, the planned and actual traffic is determined in terms of its intensity and the type of composition of trains before and after the introduction of diversion routes from the Czech first transit corridor. Subsequently, the capacity of both tracks in all interstation sections is evaluated. Furthermore, the issue of the insufficient number of platforms in the station Tišnov is discussed and a solution according to the authors and according to the planned reconstruction project is presented. There are also presented the results of a separate traffic simulation at the junctions in the St. 3 of the station Brno-Maloměřice and at the set of junctions in the station Tišnov from the side of the station Kuřim.*

**Keywords** *capacity of railway infrastructure, railway, IDS JMK (Integrated Transport System of South-Moravian Region), railway transport dispatching, separate simulation*

<sup>1</sup> Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Česká republika

<sup>2</sup> Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, 532 10 Pardubice, Česká republika

\* korespondenční autor: Pavel Drdla, E-mail: [pavel.drdla@upce.cz](mailto:pavel.drdla@upce.cz)

## 1 ÚVOD

Provoz na traťovém úseku Brno-Maloměřice – Tišnov v období platnosti jízdního řádu (dále jen JŘ) 2021/2022 představuje nejen souběh příměstských osobních vlaků Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje (dále jen IDS JMK) jakožto linky S3, linek rychlíkové linky R9 (Praha – Havlíčkův Brod – Brno) a pravidelných systémových vlaků ČD Cargo, ale také při výlukách na I. tranzitním koridoru tvoří hlavní železniční spojnici mezi Čechami a (jižní) Moravou, což se projevuje zejména mimořádným trasováním linky Ex3 (Praha – Brno – Vídeň / Bratislava – Budapešť) a expresních vlaků dopravce RegioJet v tomto úseku a také provážením množství tranzitních nákladních vlaků různých dopravců, pro které byla zřízena rovněž veřejná přípravní a postrková služba (dále jen VPS).

Ačkoliv byl na charakterizovaném traťovém úseku ještě před zřízením I. tranzitního koridoru zmíněný typ provozu realizován, je třeba uvést, že rozhodně ne v takové intenzitě. Z hlediska kapacity dráhy si daný provoz vyžaduje také určitou kvalitu, jak uvádí (Bulíček a kol., 2022). Je tedy základní otázkou tohoto článku, do jaké míry může tento traťový úsek splňovat nároky na kvalitu železničního provozu. Jedná se o část trati č. 324 Odb. Brno-Židenice – Havlíčkův Brod (dle JŘ), resp. o trať č. 251 Tišnov – Hustopeče u Brna (dle knižního JŘ). Analyzovaný traťový úsek byl uveden do provozu r. 1953 jako dvoukolejný, později byl v celé délce elektrifikován a vybaven traťovým zabezpečovacím zařízením typu automatický blok a reléovým staničním zabezpečovacím zařízením (v žst. Kuřim v současnosti elektronickým stavědlem obsluhovaným z JOP). Jediný železniční přejezd na trati Brno – Havlíčkův Brod se nachází na říkonínském zhlaví v Tišnově (Vaněk, 2020) (Zeman, 2022).

Do analýzy byl zahrnut úsek trati od obvodu stavědla 3 (St. 3) žst. Brno-Maloměřice, který tvoří v provozních aplikacích samostatný dopravní bod, až po stanici Tišnov včetně a mezilehlé stanice Brno-Královo Pole a Kuřim. Článek je průřezovou prezentací výsledků diplomové práce. (Zeman, 2022)

## 2 SROVNÁNÍ INTEZITY PROVOZU PŘED A PO ZAVEDENÍ ODKLONOVÝCH TRAS

Na jednu stranu by bylo snadné srovnat počty vlaků dle JŘ 2020/2021 a JŘ 2021/2022, z čehož by se stanovilo jednoznačně, o kolik byla intenzita provozu navýšena. Na druhou stranu je na významnějších a kapacitně „schopnějších“ tratích důležité sledovat i skutečné využití kapacity, neboť ne všechny původně objednané trasy mohou být využity a zároveň mohou být realizovány i další později objednané ad hoc trasy. Jedná se ne tolik o problém osobní dopravy, která je z větší míry provozována v závazku veřejné služby, ale zejména o problém dopravy nákladní.

Pro provoz dle JŘ 2020/2021 (před změnou k 6. 4. 2021) je uveden počet vlaků (v pracovní den) v jednotlivých traťových úsecích v tabulce 1 na základě podkladů jízdního řádu na Portále provozování dráhy.

Tab. 1 Počty provozovaných vlaků na traťovém úseku Brno-Maloměřice – Tišnov dle JŘ 2020/2021; zdroj: Správa železnic, Portál, 2022

| <b>Sudý směr (Brno – Tišnov) – počty vlaků</b>  |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
|---|----|----|----|----|-----|----|----|----|------|--|
| Druh vlaku                                      | R  | Sp | Os | Sv | Nex | Pn | Mn | Lv | suma |  |
| <b>Traťový úsek</b>                             |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
| Brno-Maloměřice – Brno-Maloměřice St. 3         | 0  | 0  | 0  | 5  | 12  | 9  | 1  | 1  | 25   |  |
| Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St. 3           | 22 | 2  | 52 | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 78   |  |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Královo Pole       | 22 | 2  | 52 | 5  | 12  | 9  | 1  | 1  | 104  |  |
| Brno-Královo Pole – Kuřim                       | 11 | 1  | 52 | 4  | 12  | 9  | 1  | 1  | 91   |  |
| Kuřim – Tišnov                                  | 11 | 1  | 52 | 4  | 12  | 9  | 1  | 1  | 91   |  |
| Tišnov – Říkonín                                | 11 | 0  | 13 | 0  | 12  | 9  | 1  | 1  | 47   |  |
| <b>Lichý směr (Tišnov – Brno) – počty vlaků</b> |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
| Druh vlaku                                      | R  | Sp | Os | Sv | Nex | Pn | Mn | Lv | suma |  |
| <b>Traťový úsek</b>                             |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
| Říkonín – Tišnov                                | 11 | 0  | 13 | 0  | 12  | 9  | 1  | 5  | 51   |  |
| Tišnov – Kuřim                                  | 11 | 1  | 52 | 4  | 12  | 9  | 1  | 5  | 95   |  |
| Kuřim – Brno-Královo Pole                       | 11 | 1  | 52 | 4  | 12  | 9  | 1  | 5  | 95   |  |
| Brno-Královo Pole – Brno-Maloměřice St. 3       | 22 | 2  | 52 | 5  | 12  | 9  | 1  | 5  | 108  |  |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Židenice           | 22 | 2  | 52 | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 76   |  |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Maloměřice         | 0  | 0  | 0  | 5  | 12  | 9  | 1  | 5  | 32   |  |

Pro srovnání je v tabulce 2 uveden rozsah provozu dle JŘ 2021/2022, který již obsahuje zapracované trasy odklonových expresů a nákladních vlaků.

Tab. 2 Počty provozovaných vlaků na traťovém úseku Brno-Maloměřice – Tišnov dle JŘ 2021/2022; zdroj: Správa železnic, Portál, 2022

| <b>Sudý směr (Brno – Tišnov) – počty vlaků</b>  |    |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
|---|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|------|--|
| Druh vlaku                                      | Ex | R  | Sp | Os | Sv | Nex | Pn | Mn | Lv | suma |  |
| <b>Traťový úsek</b>                             |    |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
| Brno-Maloměřice – Brno-Maloměřice St. 3         | 0  | 0  | 0  | 0  | 3  | 36  | 17 | 1  | 1  | 58   |  |
| Brno-Židenice – Brno-Maloměřice St. 3           | 28 | 22 | 1  | 52 | 1  | 0   | 0  | 0  | 0  | 104  |  |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Královo Pole       | 28 | 22 | 1  | 52 | 4  | 36  | 17 | 1  | 1  | 162  |  |
| Brno-Královo Pole – Kuřim                       | 28 | 11 | 1  | 52 | 1  | 36  | 17 | 1  | 1  | 148  |  |
| Kuřim – Tišnov                                  | 28 | 11 | 1  | 52 | 1  | 36  | 17 | 1  | 1  | 148  |  |
| Tišnov – Říkonín                                | 28 | 11 | 0  | 13 | 0  | 36  | 17 | 1  | 1  | 107  |  |
| <b>Lichý směr (Tišnov – Brno) – počty vlaků</b> |    |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
| Druh vlaku                                      | Ex | R  | Sp | Os | Sv | Nex | Pn | Mn | Lv | suma |  |
| <b>Traťový úsek</b>                             |    |    |    |    |    |     |    |    |    |      |  |
| Říkonín – Tišnov                                | 28 | 11 | 0  | 13 | 1  | 36  | 17 | 1  | 4  | 111  |  |
| Tišnov – Kuřim                                  | 28 | 11 | 1  | 52 | 3  | 36  | 17 | 1  | 4  | 153  |  |
| Kuřim – Brno-Královo Pole                       | 28 | 11 | 1  | 52 | 3  | 36  | 17 | 1  | 4  | 153  |  |
| Brno-Královo Pole – Brno-Maloměřice St. 3       | 28 | 22 | 2  | 52 | 4  | 36  | 17 | 1  | 4  | 166  |  |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Židenice           | 28 | 22 | 1  | 52 | 0  | 0   | 0  | 0  | 0  | 103  |  |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Maloměřice         | 0  | 0  | 1  | 0  | 4  | 36  | 17 | 1  | 4  | 63   |  |

Dále zde jsou uvedeny počty vlaků prezentované na Portále provozování dráhy v mapách železniční sítě Správy železnic. Tyto údaje ovšem zachycují provoz pouze v I. čtvrtletí roku 2022 a měly by ukazovat hodnotu odpovídající 9. decilu. Nelze však určit z níže uvedených dat, zda se jedná o vlaky sudé či liché a rovněž nelze určit, o jaký druh vlaku se jedná. Údaje jsou souhrnně uvedeny v tabulce č. 3.

Tab. 3 Skutečné počty vlaků na traťovém úseku Brno-Maloměřice – Tišnov v I. kvartálu let 2019-2022; zdroj: Správa železnic, Portál, 2022

| Období                                    | I/2019 | I/2020 | I/2021 | I/2022 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| <b>Traťový úsek</b>                       |        |        |        |        |
| Řikonín – Tišnov                          | 80     | 75     | 80     | 150    |
| Tišnov – Kuřim                            | 150    | 155    | 160    | 230    |
| Kuřim – Brno-Královo Pole                 | 155    | 155    | 165    | 230    |
| Brno-Královo Pole – Brno-Maloměřice St. 3 | 220    | 185    | 180    | 263    |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Židenice     | 150    | 155    | 140    | 218    |
| Brno-Maloměřice St. 3 – Brno-Maloměřice   | 75     | 35     | 40     | 55     |

Nerovnoměrnosti v tabulce 3 v daných letech je možné vysvětlit organizací provozu v železničním uzlu Brno a na trati č. 324. V roce 2019 byla realizována rozsáhlá výluka v žst. Brno hlavní nádraží, kdy byly mezi stanicemi Brno-Královo Pole a Brno hl. n. zavedeny vlaky linky S33 (20 párů denně), neboť ostatní větší část zejména tranzitní osobní dopravy byla odkloněna přes Brno-dolní nádraží. Některé linky osobní dopravy byly rovněž trasovány přes vlastní stanici Brno-Maloměřice. V roce 2020 potom mohl být nižší počet nákladních vlaků zapříčiněn dlouhodobými výlukami spojenými s rekonstrukcemi na trati č. 324 mezi stanicemi Křižanov a Sklené nad Oslavou a Žďár nad Sázavou a Sázava u Žďáru, kde byl mimořádně zaveden jednokolejný provoz. Do provozu v roce 2022 se potom již významně promítají odklonové trasy z I. tranzitního koridoru.

Pro zjištění skutečného počtu vlaků je možné dále využít ISOŘ (Informační systém operativního řízení), kam jsou vjezdy, odjezdy a průjezdy vlaků zaznamenávány při vedení dopravní dokumentace ať již v elektronickém dopravním deníku nebo prostřednictvím provozních aplikací GRADO a GTN. Proto byla provedena analýza údajů v ISOŘ v období 1.-14. 3. 2021 (před zavedením odklonů) a posléze 4.-31. 10. 2021 (po zavedení odklonů). Výběr období měl pokrýt rovnoměrně všechny dny v týdnu a zároveň neměl vykazovat sezónní výkyvy. Pro počet vlaků byla jako screenline stanovena žst. Kuřim. Počty vlaků v ostatních úsecích by bylo možné případně snadno dopočítat na základě znalostí o trase jednotlivých druhů vlaků. Pro březen 2021 jsou počty vlaků uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. 4 Počty vlaků dle ISOŘ, březen 2021; zdroj: Správa železnic, ISOŘ, 2022

| Datum   | Počet vlaků | Datum    | Počet vlaků |
|---------|-------------|----------|-------------|
| PO 1.3. | 157         | PO 8.3.  | 162         |
| ÚT 2.3. | 159         | ÚT 9.3.  | 158         |
| ST 3.3. | 162         | ST 10.3. | 161         |
| ČT 4.3. | 161         | ČT 11.3. | 154         |
| PÁ 5.3. | 172         | PÁ 12.3. | 162         |
| SO 6.3. | 98          | SO 13.3. | 91          |
| NE 7.3. | 86          | NE 14.3. | 80          |

V tabulce 4 jsou patrné odchylky počtu vlaků zejména o víkendech. Hodnotě 9. decilu odpovídá 162 vlaků za den (dohromady v obou směrech). Pro říjen 2021 jsou údaje o počtu vlaků uvedeny v tabulce 5.

V tabulkách 4 a 5 jsou pro jednotlivé dny v týdnu použity následující zkratky: PO – pondělí, ÚT – úterý, ST – středa, ČT – čtvrtek, PÁ – pátek, SO – sobota, NE – neděle.

Tab. 5 Počty vlaků dle ISOŘ, říjen 2021; zdroj: Správa železnic, ISOŘ, 2022

| Datum     | Počet vlaků | Datum     | Počet vlaků | Datum     | Počet vlaků | Datum     | Počet vlaků |
|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| PO 4.10.  | 236         | PO 18.10. | 274         | PO 11.10. | 265         | PO 25.10. | 256         |
| ÚT 5.10.  | 250         | ÚT 19.10. | 228         | ÚT 12.10. | 239         | ÚT 26.10. | 242         |
| ST 6.10.  | 252         | ST 20.10. | 250         | ST 13.10. | 253         | ST 27.10. | 230         |
| ČT 7.10.  | 253         | ČT 21.10. | 238         | ČT 14.10. | 217         | ČT 28.10. | 212         |
| PÁ 8.10.  | 258         | PÁ 22.10. | 239         | PÁ 15.10. | 209         | PÁ 29.10. | 229         |
| SO 9.10.  | 194         | SO 23.10. | 205         | SO 16.10. | 198         | SO 30.10. | 198         |
| NE 10.10. | 180         | NE 24.10. | 187         | NE 17.10. | 183         | NE 31.10. | 186         |

V tabulce 5 je opět patrný rozdíl počtu vlaků v pracovní dny a o víkendech a také ve státní svátek 28. 10. Celkově však odpovídá hodnotě 9. decilu 258 vlaků za den, což znamená nárůst intenzity provozu oproti údajům v tabulce 4 (březen 2021) přibližně o 60 %. To ovšem neznamená pouze zvýšení počtu vlaků, ale také nárůst nároku na kapacitu dráhy zejména při uvážení heterogenity charakteru jízdy vlaků, kdy je třeba uvažovat též o předjíždění pomalejších vlaků v operativním řízení provozu.

Zatímco před zavedením odklonových tras se skladba druhu vlaků patrně příliš neodlišovala od té, která byla představována JŘ, po zavedení bylo třeba provést analýzu počtu provozovaných vlaků dle jejich druhu, přičemž výsledky jsou uvedeny v tabulce 6.

Tab. 6 Průměrné počty vlaků dle druhu, říjen 2021; zdroj: Správa železnic, ISOŘ, 2022

| Druh vlaku | Procentuální zastoupení | Průměrný denní počet | Druh vlaku | Procentuální zastoupení | Průměrný denní počet |
|------------|-------------------------|----------------------|------------|-------------------------|----------------------|
| Ex         | 21,96 %                 | 50,21                | Nex        | 14,74 %                 | 33,71                |
| R          | 8,48 %                  | 19,39                | Pn         | 7,62 %                  | 17,43                |
| Sp         | 0,28 %                  | 0,64                 | Mn         | 0,30 %                  | 0,68                 |
| Os         | 39,04 %                 | 89,29                | Lv         | 6,00 %                  | 13,71                |
| Sv         | 0,87 %                  | 2,00                 | Služ       | 0,72 %                  | 1,64                 |

Dle údajů v tabulce 6 tvoří osobní doprava takřka 70 % veškeré dopravy na sledovaném úseku. Při tomto poměru je potom otázkou, zda může být také nákladní doprava provozována v odpovídající kvalitě, když se uváží, že osobní vlaky jsou provozovány v pevně daném časovém rastru a rychlíky a expresní vlaky mají před vlaky nákladní dopravy přednost. Dalším neméně důležitým poznatkem je zastoupení služebních vlaků. Nejedná se pouze o jízdy motorových vozíků Správy železnic a montážních vozů trolejového vedení, ale také o preferované jízdy diagnostických vozidel. Neméně důležitým zjištěním je zastoupení lokomotivních vlaků v celkovém provozu. Dříve se jednalo zejména o postrková hnací vozidla ř. 230 dopravce ČD Cargo vracející se z Vlkova u Tišnova do Brna-Maloměřic, k nim nyní přistupují vozidla dopravce RegioJet při jízdě na/z VPS. Ovšem často jsou zastoupeny i jízdy hnacích vozidel pro soupravu vozů nebo odstupující od ní. Z technologického hlediska je zde proto třeba spatřovat jisté nevyužití hnacích vozidel, které by mohlo být sníženo lepší organizací práce dopravců nebo ochotou ke vzájemné spolupráci. Rovněž hnací vozidla VPS by měla být vytížena co možná nejvíce. Nejde pouze o provedení vlaků, které by bez dodatečného HV přesahovaly technický normativ hmotnosti, ale také o umožnění zrychleného provážení vlaků celým úsekem, který je pro jeho sklonovou náročnost jednoznačně omezující. Rozhodnutí o využití vozidel VPS záleží na provozním dispečerovi 8 Centrálního dispečerského pracoviště Správy železnic v Přerově. Využití celkem 4 disponibilních HV pro VPS na přibližně 8 vlaků denně (Sůra, 2022) je dle názoru autorů nedostatečně málo.

### 3 ANALYTICKÉ ZJIŠŤOVÁNÍ VYUŽITÍ KAPACITY TRAŤOVÝCH KOLEJÍ

Propustnost traťových kolejí se zjišťuje v podmínkách Správy železnic dle směrnice *SM 124 Zjišťování kapacity dráhy* z roku 2019, která nahradila dřívější předpis *ČSD D24* platný od roku 1965. Výpočet se provádí sumarizací dob obsazení traťového úseku. Na tratích s více prostorovými oddíly se místo jízdních dob mezi stanicemi uvažují následná mezidobí a na dvoukolejných tratích se pro účel výpočtu zpravidla počítá s jednosměrným pojižděním traťových kolejí. Zeman (2022) uvádí tabulky následných mezidobí na základě údajů z Portálu provozování dráhy a na základě vlastního výpočtu autorů dle *Směrnice č. 104* Správy železnic. Pro srovnání bylo možné přihlídnout k údajům o zjišťování propustnosti v bakalářské práci Bernáta (2015) a diplomové práci Blažka (2008).

Z hlediska metodiky SM 124 je vypovídající veličinou stupeň obsazení ( $S$ ), který je poměrem celkové doby obsazení ( $B$ ) na výpočetním čase ( $T$ ). Pro různé provozní podmínky má tato bezrozměrná veličina své limitní hodnoty, totiž optimální a kritickou hodnotu, jejichž přesažení potom indikuje rizikovou, resp. nevyhovující kvalitu provozu. Na analyzovaném úseku byly zjištěny pro celkové doby obsazení a stupně obsazení uvedené v tabulce 7.

Tab. 7 Celková doba obsazení a stupeň obsazení traťových kolejí; zdroj: Zeman, 2022

| Provoz                                     | a) JŘ 2020/2021               |                         | b) JŘ 2021/2022               |                         |
|--|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|
|  | celková doba obsazení ( $B$ ) | stupeň obsazení ( $S$ ) | celková doba obsazení ( $B$ ) | stupeň obsazení ( $S$ ) |
| Brno-Maloměřice – Brno-Královo Pole (2.TK) | 447,42 min                    | 0,311                   | 699,63 min                    | 0,486                   |
| Brno-Královo Pole – Kuřim (2.TK)           | 374,17 min                    | 0,260                   | 608,96 min                    | 0,423                   |
| Kuřim – Tišnov (2.TK)                      | 386,97 min                    | 0,269                   | 599,51 min                    | 0,416                   |
| Tišnov – Kuřim (1.TK)                      | 437,04 min                    | 0,304                   | 668,73 min                    | 0,464                   |
| Kuřim – Brno-Královo Pole (1.TK)           | 424,02 min                    | 0,295                   | 655,39 min                    | 0,455                   |
| Brno-Královo Pole – Brno-Maloměřice (1.TK) | 405,30 min                    | 0,282                   | 588,53 min                    | 0,409                   |

Je-li pro daný charakter provozu dle SM 124 optimální hodnotou stupně obsazení  $S=0,4$ , je třeba uvést, že v provozním konceptu dle JŘ 2021/2022 dochází na všech mezistaničních úsecích v obou traťových kolejích k jejímu mírnému přesažení a kvalita provozu se tedy pohybuje v rizikovém pásmu.

Za limitující úseky je třeba považovat zvláště 2. TK Brno-Maloměřice – Brno-Královo Pole, kde dochází k rozjezdům nákladních vlaků z Brna-Maloměřic přes obvod St.3 do „táhlého“ stoupání, a 1. TK Tišnov – Kuřim, kde se k ostatní dopravě připojují výchozí regionální vlaky zpravidla z vedlejších kolejí, tedy jízdou rychlostí nejvýše  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  v obvodu kuřimského zhlaví v Tišnově. Proto budou níže uvedeny výsledky separátní simulace provozu na dotčených zhlavích.

Zjišťování propustnosti traťových kolejí analytickou metodou počítá s dobou obsazení, ale odhlíží od nutnosti vypravit vlaky v přesně dané časové poloze zejména s ohledem na pravidelné intervaly integrovaného taktového jízdního řádu (ITJŘ). Nastává potom situace, kdy sice by bylo možné přidat další vlak, ale není pro něj dostatečné „časové okno“, aby jeho čas odjezdu nekolidoval s jízdou vlaků v přesně daných časových polohách. Na analyzovaném traťovém úseku se potom jedná o problém, kdy interval osobních vlaků v dopravní špičce je 15 minut. Je možné v provozní praxi vypravit mezi odjezdy dvou osobních vlaků jen jeden vlak jiného druhu, případně nejvýše dva vlaky projíždějící. Narušit pravidelnost ITJŘ není žádoucí, nicméně s ohledem na přednost vlaků druhu R a Ex není mnohdy jiná možnost. Opačně však je v daném traťovém úseku zavedeno opatření dle prováděcího nařízení k předpisu Správy železnic D7 část B, které dovoluje navýšit zpoždění vlaků druhu R o 5 minut a druhu Ex o 2 minuty vinou jízdy ve sledu za vlakem druhu Os. Je tak učiněn určitý ústupek pro operativní řízení provozu, z čehož je rovněž evidentní, že na analyzovaném traťovém úseku je kvalita provozu opravdu mírně ohrožena.

Za běžných podmínek se nemusí rizikovost kvality provozu vždy projevit, ale přichází ke slovu zvláště při uvážení větších zpoždění vlaků a při výlukách. Zatímco plánované výluky infrastruktury se zpravidla zavádějí tak, aby provoz co nejméně omezily, mohou neplánovaná omezení způsobit obtíže daleko větší. Příčinou může být například uvážnutí vlaku na trati z důvodu poruchy hnacího vozidla nebo zastavení provozu pro překážku na trati, také se může jednat o obsazení kolejového obvodu ať již pro závadu na zabezpečovacím zařízení nebo při vyhodnocení lomu kolejnice. S ohledem na stáří infrastruktury a vozidlového parku nejsou tyto události nikterak vzácné nebo nepravděpodobné.

#### **4 KAPACITA DOPRAVNÍCH KOLEJÍ A OBSAZENÍ NÁSTUPIŠTNÍCH HRAN VE STANICI TIŠNOV**

Stanice Tišnov je významnou pásmovou stanicí pro linku S3 IDS JMK a je též odbočnou stanicí pro trať do Žďáru nad Sázavou přes Nové Město na Moravě, na které je vedena linka S31. Je rovněž stanicí, kde zastavují rychlíky linky R9. Počet zastavujících a zejména výchozích a končících vlaků osobní dopravy s sebou nese požadavek na dostatečný počet nástupištních hran, přičemž za určitých podmínek lze nedostatečný počet částečně suplovat délkou.

V současné situaci jsou v Tišnově dvě ostrovní nástupiště přístupná podchodem. Bezbariérový přístup je možný za asistence staničního dozorce po služebním přechodu. II. nástupiště je mezi kolejemi č. 4 a 2, III. nástupiště potom mezi kolejemi č. 1 a 3. Vystává otázka, kde je nástupiště I. Původně bylo ve stanici zřízeno jako boční, bylo ovšem později zrušeno (Vaněk, 2020). Svůj význam mělo zejména v dobách, kdy ještě nebyly nasazovány vratné soupravy.

Na regionální trati osobní vozbu pravidelně zajišťují trojdílné motorové jednotky RegioNova ř. 814.2, na lince S3 jsou postupně od r. 2013 nasazovány do klasických souprav řídicí vozy ř. Bfhpvee, s ústupem řady 560 jsou ve vyšší míře provozovány také nové dvou- a trojdílné jednotky RegioPanter (ř. 650, 660), v budoucnu je možné počítat s majoritním provozem dvou- a čtyřdílných elektrických jednotek Moravia, které jsou během podzimu roku 2022 postupně uváděny do zkušebního provozu.

Zvyšování zastoupení vratných souprav umožnilo zkracování intervalu linky S3 až na současných 15 minut v dopravní špičce. Takový interval ovšem opět klade vyšší nároky na počet nástupištních hran v obrátových stanicích. V současnosti není možné vytvořit takový plán obsazení staničních kolejí v žst. Tišnov, aby se zcela zamezilo pravidelným vjezdům na obsazenou kolej, řazení více souprav za sebou k odjezdu na jedné koleji a přestavování souprav. Pokud není pro příjezd končícího osobního vlaku volná 3. nebo 4. staniční kolej, je třeba postavit vjezdovou vlakovou cestu na hlavní koleje (1., 2. SK) a soupravu následně přestavit nebo provést vjezd na obsazenou kolej. Ani jedno z řešení není vyhovující, vjezdy na obsazenou kolej jsou vždy určitým rizikem. Na reléovém zabezpečovacím zařízení jsou realizovány na přivolávací návěst. Pro příjezd vlaků ze směru od Nedvědice toto není vhodné, neboť by tak nebylo vybaveno traťové zabezpečovací zařízení 2. kategorie typu reléový poloautomatický blok a bylo by nutné následně zavést dopravní opatření (telefonické dorozumívání).

V diplomové práci Zemana (2022) bylo představeno možné obsazení kolejí s nástupištní hranou v případě současných čtyř nástupištních hran a zároveň při (znovu)zřízení I. nástupiště (5. nástupištní hrany), jejíž umístění bylo doporučeno u 8. staniční koleje jakožto nástupiště bočního. Příchod by byl realizován přes 10. SK manipulační nebo by tato kolej byla pro tento účel zkrácena a ukončena zarážedlem. V odbočných a pásmových stanicích bývá zřízení takového bočního nástupiště běžné. Jako příklad lze uvést I. nástupiště ve Žďáře nad Sázavou u 10. SK nebo u 5. SK v Českém Brodě, který je významnou pásmovou stanicí pražské aglomerace.

Na rok 2025 plánuje Správa železnic kompletní rekonstrukci žst. Tišnov. Prospekt stavby (Správa železnic, web, 2022) výslovně uváděl rekonstrukci čtyř nástupištních hran. Je třeba uvést, že toto by jistě nebylo dostatečným řešením. Určitým ústupkem by byla možnost rozdělit 3. a 4. SK cestovými návěstidly na dvě koleje, aby nemusely být realizovány pravidelné vjezdy na obsazenou kolej.

Pracovní porady v rámci Správy železnic pro přípravu staveb v době po dokončení a odevzdání diplomové práce Zemana (2022) však představovaly jiný koncept nástupišť: Zřízení bočního I. nástupiště u 8. SK, která by byla vybudována jako kusá na místě současné 10. SK s možností vjezdu pouze od Kuřimi, poloostrovního nástupiště II.A u 6. SK ve směru od Kuřimi a II.B u 6a. SK ve směru od Řikonína/Nedvědice při současně možném využití pobytu vlaku v celé délce II. nástupiště. III. nástupiště by bylo ostrovní v poloze současného II. nástupiště a IV. nástupiště rovněž ostrovní v poloze současného III. nástupiště. Délky nástupišť a dopravních kolejí shrnuje tabulka 8.

Tab. 8 Počty a délky nástupištních hran v žst. Tišnov; zdroj: Zeman, 2022

|                          |    | Současný stav | Návrh dle autora | Návrh dle projektu |
|--------------------------|----|---------------|------------------|--------------------|
| Počet nástupištních hran |    | 4             | 5                | 7/6                |
| Kolej                    | 1  | 300           | 300              | 250                |
|                          | 2  | 300           | 300              | 250                |
|                          | 3  | 300           | 300              | 250                |
|                          | 4  | 300           | 300              | 250                |
|                          | 6  | -             | -                | 170/315            |
|                          | 6a | -             | -                | 100/-              |
|                          | 8  | -             | 300              | 170                |

Podle vyhodnocení obsazení staničních kolejí v žst. Tišnov na základě metodiky SM 124 se zohledněním odklonových tras z I. koridoru bylo v (Zeman, 2022) dosaženo jednoznačně zjištění, že současné čtyři nástupištní hrany se jeví jako nedostatečné. Naopak výsledky pro využití pěti nástupištních hran „vypadají“ daleko příznivěji. Jedná se sice o výpočty ukazatelů kapacity staničních kolejí, ale je důležité připomenout, že přestože je v Tišnově 8 průjezdných dopravních kolejí, není možné vždy využít všechny. Pro vlaky osobní dopravy zastavující je nutné využít jednu z kolejí s nástupištní hranou, pro nákladní vlaky je potom třeba přihlížet k jejich délce, která ovšem u kolejí 7 a 8 (a při uvažování dalšího provozu též u kolejí 5 a 6) nemusí být dostatečná. Využití jiných kolejí než 1-4 tedy není vždy zcela žádoucí. Provoz byl hodnocen pro dopolední a odpolední dopravní špičku, jak uvádí tabulka 9.

Tab. 9 Ukazatele kapacity staničních kolejí žst. Tišnov; zdroj: Zeman, 2022

|        |          |              |               | k            | 4        | 5       | 6      | 7       | 8       |        |
|--------|----------|--------------|---------------|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 6-8h   | $\alpha$ | N            | $P_{V OPT}$   | $P_{V KRIT}$ | S        | 0,531   | 0,425  | 0,354   | 0,303   | 0,265  |
|        | 2,124    | 26           | 4,31 %        | 8,62 %       | $P_V$    | 21,61 % | 7,98 % | 2,59 %  | 0,74 %  | 0,19 % |
|        | b        | $q_{PV OPT}$ | $q_{PV KRIT}$ | v            | 1,283    | 0,305   | 0,026  | 0,016   | 0,003   |        |
|        |          | 11,011       | 100 %         | 200 %        | $q_{PV}$ | 502 %   | 185 %  | 60,06 % | 17,22 % | 4,40 % |
| 15-17h | $\alpha$ | N            | $P_{V OPT}$   | $P_{V KRIT}$ | S        | 0,602   | 0,482  | 0,402   | 0,344   | 0,301  |
|        | 2,410    | 30           | 4,43 %        | 8,87 %       | $P_V$    | 26,95 % | 9,22 % | 2,66 %  | 0,65 %  | 0,14 % |
|        | b        | $q_{PV OPT}$ | $q_{PV KRIT}$ | v            | 1,332    | 0,262   | 0,053  | 0,010   | 0,002   |        |
|        |          | 9,639        | 100 %         | 200 %        | $q_{PV}$ | 608 %   | 208 %  | 59,97 % | 14,75 % | 3,12 % |

kde je:

$k$  - počet staničních kolejí [-],

$\alpha$  - koeficient shlukovitosti [-],

$N$  - počet vlaků [-],

$P_{V OPT}$  - výsledná optimální hodnota pravděpodobnosti plánovaného čekání (pro daný provoz vypočtená na základě SM 124 dle poměru osobních a nákladních vlaků) [-],

$P_{V KRIT}$  - kritická hodnota pravděpodobnosti plánovaného čekání (pro daný provoz vypočtená na základě SM 124 dle poměru osobních a nákladních vlaků) [-],

$S$  - stupeň obsazení [-],

$P_V$  - výsledná hodnota pravděpodobnosti plánovaného čekání [-],

$b$  - průměrná doba obsazení [min],

$q_{PV OPT}$  - optimální hodnota koeficientu plánovaného čekání [-],

$q_{PV KRIT}$  - kritická hodnota koeficientu plánovaného čekání [-],

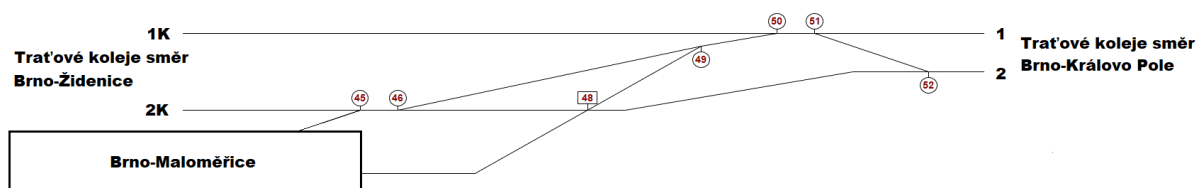
$v$  - průměrné plánované čekání [min].



Při plánované přestavbě stanice Tišnov je jistě možné příznivě hodnotit vybudování většího počtu nástupištních hran. Podle Zemanem (2022) navrženého obsazení kolejí by sice bylo pět nástupištních hran dostačujících, ovšem s ohledem na další možný růst intenzity příměstské dopravy i na mimořádnosti v dopravě je větší počet nástupištních hran vhodnou rezervou. Větší počet nástupištních hran má také význam při uvážení jejich poměrně malých délek, kdy nebude již možné u některých hran přistavit dvě běžné soupravy osobních vlaků za sebe. Také u plánovaného nástupiště III. a IV. (u hlavních kolejí) dojde ke zkrácení nástupištních hran na 250 m, což může být limitující u některých dálkových vlaků osobní dopravy. Rovněž je třeba přihlídnout k tomu, že 8. SK má být dle projektu realizována jako kusá s užitečnou délkou 175 m, což sice bude pro vratné soupravy osobních vlaků dostatečné, nicméně je to jisté omezení pro vlečku zaústěnou pouze do této koleje, neboť na ni bude možný vjezd pouze úvratí přes tuto kolej. Jedná se o vlečku na tělese původní trati dnes sice využívanou jen pro přístup k transformační stanici, nicméně při uvážení dřívějšího významu této vlečky (Vaněk, 2020) je takto jednoznačně potvrzeno, že její další využití a rozvoj by byl nesnadný. Pokud bude 8. SK nově zřízena jako kusá, nebude ji možné již využít jako předjízdnu, využití 6. SK v tomto ohledu bude také omezené, neboť konfigurace kolejiště omezí její užitečnou délku na 348 m (včetně koleje 6a). Rovněž 7. SK bude omezena na 467 m. Ačkoliv u 5. a 5a. SK dojde ke zvýšení celkové užitečné délky, je třeba říci, že ve stanici Tišnov po přestavbě bude pouze pět plně využitelných staničních kolejí s dostatečnou délkou. Vzhledem k výpočtům uvedeným v tabulce 9 je možné konstatovat, že po přestavbě by se obsazení staničních kolejí ve stanici Tišnov mohlo pohybovat v rizikovém pásmu.

## 5 SEPARÁTNÍ SIMULACE PROVOZU NA ZHLAVÍ V OBVODU ST. 3 BRNO-MALOMĚŘICE

Provoz dle JŘ 2021/2022 byl dále vyhodnocen z hlediska kapacity zhlaví v obvodu St.3 Brno-Maloměřice. Jde o místo, kde jsou do dvoukolejné trati z Brna-Židenic zaústěny dvě koleje z vlastní stanice Brno-Maloměřice a dále vedou již jen dvě koleje ve směru na Brno-Královo Pole. Obvod St. 3 je významným místem segregace osobní a nákladní železniční dopravy v rámci železničního uzlu Brno (ŽUB). V podobném smyslu slouží též obvod St. 6 stanice Brno-Maloměřice, kde se odděluje nákladní doprava od ostatního provozu na Českou Třebovou. Nákladní transit přes ŽUB je potom realizován přes stanici Brno-Maloměřice a Brno dolní nádraží a opět se spojuje s trasou osobní dopravy až ve stanicích Brno-Horní Heršpice, příp. Modřice. Segregované vedení nákladní dopravy přes ŽUB je velkou výhodou z hlediska kapacity dráhy, neboť tak dochází ke zdatelné homogenizaci provozu. V tomto ohledu byly již vznešeny mnohé kritické hlasy proti zrušení tzv. nákladního průtahu přes ŽUB (Rolník, 2014).



Obr. 1 Schéma kolejiště Brno-Maloměřice St. 3; zdroj: Správa železnic, Portál, 2022

Na obrázku 1 je schéma kolejiště obvodu St. 3 stanice Brno-Maloměřice. Za běžného provozu lze předpokládat, že všechny vlaky osobní dopravy využívají traťové koleje 1K nebo 2K a všechny nákladní vlaky jedou přes vlastní stanici Brno-Maloměřice. Nejvíce kolizním bodem je potom dvojice výhybek 45 a 46, neboť přes ni dochází ke vjezdu lichých nákladních vlaků do stanice Brno-Maloměřice rychlostí  $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a k průjezdu sudých vlaků osobní dopravy z traťové koleje 2K. Významné omezení představuje i jízda vlaků ve sledu, zvláště potom v sudém směru, kdy nákladní vlaky se ze stanice Brno-Maloměřice rozjíždějí do výrazného stoupání, zatímco vlaky osobní dopravy již využívají limit traťové rychlosti  $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

S ohledem na dynamické vlastnosti jednotlivých druhů vlaků byla vytvořena separátní simulace provozu na zhlaví v obvodu St.3 Brno-Maloměřice a byly zjišťovány hodnoty průměrného čekání v provozu ( $w$ ) a koeficient čekání v provozu ( $q_w$ ) jakožto využití optimální hodnoty průměrného čekání v provozu ve smyslu *SM 124*. Pro staniční technologické časy byly využity zásady dle *Směrnice č. 104*. Simulace byla provedena v 500 replikacích pro běžný pracovní den s uvážením náběhové a výběhové fáze.

Výsledky separátní simulace pro jednotlivé druhy vlaků i celkově shrnuje tabulka 10. Provoz dle JŘ 2020/2021 slouží jako reference a z hlediska simulace také jako kalibrace modelu.

Tab. 10 Výsledky separátní simulace zjišťování kapacity zhlaví v obvodu Brno-Maloměřice St. 3; zdroj: Zeman, 2022

| provoz     | JŘ 2020/21 |      |                | JŘ 2021/22 |                |
|------------|------------|------|----------------|------------|----------------|
| druh vlaku | $w_{OPT}$  | $w$  | $q_w$          | $w$        | $q_w$          |
| Ex         | 0,25       | -    | -              | 0,14       | 56,36 %        |
| R          | 0,30       | 0,12 | 40,14 %        | 0,16       | 54,55 %        |
| Os         | 0,60       | 0,10 | 17,10 %        | 0,20       | 33,19 %        |
| Nex        | 1,40       | 0,10 | 7,27 %         | 0,19       | 13,62 %        |
| Pn         | 1,80       | 0,14 | 8,02 %         | 0,20       | 10,95 %        |
| Mn         | 1,80       | 0,06 | 3,16 %         | 0,19       | 10,79 %        |
| Lv         | 1,80       | 0,16 | 8,94 %         | 0,26       | 14,50 %        |
| průměr     | 0,75       | 0,11 | <b>14,95 %</b> | 0,21       | <b>24,95 %</b> |

Je patrné, že nejvyšší hodnoty koeficientu čekání v provozu muselo být dosaženo u vlaků druhu Ex, resp. R, neboť pro tyto vlaky figuruje nejnižší limitní hodnota, totiž optimální hodnota průměrného čekání v provozu ( $w_{OPT}$ ). Celkově však lze uzavřít, že zdaleka nebyly dosaženy vysoké hodnoty koeficientu čekání v provozu ukazující na jeho rizikovou či nedostatečnou kvalitu, a proto by provoz v obvodu St. 3 mohl být v budoucnu i mírně zvýšen bez vážnějších důsledků pro kapacitu dráhy.

## 6 SEPARÁTNÍ SIMULACE PROVOZU NA KUŘIMSKÉM ZHLAVÍ STANICE TIŠNOV

Kuřimské zhlaví stanice Tišnov představuje klasické zhlaví na dvoukolejně trati, kdy hlavní koleje jsou propojeny dvojitou kolejovou spojkou, a z nich na obě strany odbočují ostatní staniční koleje. Končící osobní vlaky přijíždějí do stanice Tišnov od Kuřimi po 2. TK, zatímco výchozí opouštějí stanici po 1. TK. Zpravidla tak na kuřimském zhlaví musí každý obrátový osobní vlak jedenkrát přejet (ať při vjezdu nebo při odjezdu) ze sudé kolejové skupiny na lichou. Po dobu, kdy je pro takový vlak připravována nebo postavena vlaková cesta, není možný průjezd vlaků přes stanici. Že takto dochází k jistému omezení vlaků tranzitujících stanicí při uvážení traťové rychlosti 100 km·h<sup>-1</sup>, je zřejmé. Ve snaze kvantifikovat toto omezení byla vytvořena separátní simulace provozu na kuřimském zhlaví v Tišnově pro období odpolední dopravní špičky (15:20-17:20), výsledky uvádí tabulka 11.

Tab. 11 Výsledky separátní simulace zjišťování kapacity kuřimského zhlaví žst. Tišnov; zdroj: Zeman, 2022

| druh vlaku | $w_{OPT}$ | $w$  | $q_{w OPT}$ |
|------------|-----------|------|-------------|
| Ex         | 0,35      | 0,12 | 57%         |
| R          | 0,42      | 0,18 | 43%         |
| Os         | 0,84      | 0,40 | 47%         |
| Nex        | 1,96      | 0,33 | 17%         |
| Pn         | 2,52      | 0,30 | 12%         |
| průměr     | 1,06      | 0,33 | <b>31%</b>  |

Simulace byla provedena v 500 replikacích, přičemž nebylo operativně měněno obsazení kolejí, takže veškeré časové kolize se promítaly do zvýšení zpoždění druhého vlaku s ohledem na zachování následných mezidobí a staničních technologických intervalů.

Je patrné, že nejvíce byly ovlivněny jízdy vlaků druhu Ex a R. Nezanedbatelně se však provoz na zhlaví projevil i na zpožděních způsobených osobním vlakům ať již vlivem jízdy protisměrného vlaku nebo vlivem jízdy ve sledu. Celkově však je možné vyhodnotit kvalitu provozu na kuřimském zhlaví v Tišnově jako uspokojující, když koeficient čekání ( $q_{wOPT}$ ) dosahuje pouze hodnoty 31 %.

## 7 ZÁVĚR

Traťový úsek Brno-Maloměřice – Tišnov je v případě vedení odklonových tras z I. tranzitního koridoru velmi intenzivně využíván, neboť je na něm provozováno dle JŘ i dle zjištění autora přibližně o 60 % více vlaků. Stupeň obsazení obou traťových kolejí ve všech mezistaničních úsecích se pohybuje mírně nad optimální hodnotou a vykazuje tak již rizikovou kvalitu provozu. Ve stanici Tišnov je s ohledem k současnému provozu i k růstu intenzity příměstské dopravy současný počet čtyř nástupištních hran jednoznačně nedostatečný. Dle projektu rekonstrukce stanice Tišnov by měl být počet nástupištních hran zvýšen na sedm, nicméně při současném omezení počtu a délky některých staničních kolejí, což je nahlíženo jako ne zcela vhodné řešení s ohledem na možnosti provázení delších nákladních vlaků. Provoz na zhlaví v obvodu St. 3 stanice Brno-Maloměřice a na kuřimském zhlaví v Tišnově byl modelován prostřednictvím separátní simulace, přičemž nedošlo ke zjištění kapacitní nedostatečnosti těchto zhlaví.

Co se týká přijatelnosti rizika snížení kvality provozu, tak s ohledem na dočasnost zvýšení rozsahu provozu na této trati považují autoři toto ještě za přijatelné. Pokud by ale tato situace trvala delší dobu, tak by bylo potřeba přijmout jiná opatření, aby se riziko snížení kvality provozu minimalizovalo. Hlavní alternativní řešení by pak bylo využití dalších odklonových železničních tratí, kde ovšem podobné posouzení, jako je v tomto článku, by se také muselo provést.

## Literatura

Bernát, J. **2015**. Organizace vlakové dopravy po změně traťového zabezpečovacího zařízení v úseku Brno-Maloměřice - Brno-Královo Pole. Bakalářská práce. Pardubice: Univerzita Pardubice. Vedoucí práce doc. Ing. Jaromír Široký, Ph.D.

Blažek, J. **2008**. Prověření propustnosti železniční trati č. 250 s ohledem na možnost vložení tras vlaků vysokorychlostní dopravy v úseku Česká – Brno. Diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice. Vedoucí práce prof. Ing. Vlastislav Mojžíš, CSc.

Bulíček, J. et al. **2022**. Improving single-track railway line capacity using extended station switch point area. *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 2022, 24: 100354. [Online] Dostupné z: URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210970622000543> [přístup 2022-10-03].

Rolník, T. **2014**. Kvalita dopravního provozu severního zhlaví a jeho přilehlých úseku ŽUB v odsunuté poloze. Diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. Ivo Hruban, Ph.D.

Správa železnic. Pomůcky GVD. Portál provozování dráhy. Praha © **2022**. [Online] Dostupné z: URL <https://provoz.spravazeleznice.cz/Portal> [přístup 2022-04-20]

Správa železnic. Web ISOR. Praha © **2022**. [Online] Dostupné z: URL <https://isor.spravazeleznice.cz> [přístup 2022-04-21]

Správa železnic. Web Správy železnic. Praha © **2022**. [Online] Dostupné z: URL <https://www.spravazeleznice.cz> [přístup 2022-04-20]

Šůra, J. **2022**. Téměř devět vlaků denně. Správa železnic ukázala první data o využití státních postrků [online]. 4. 1. 2022. [Online] Dostupné z: URL <https://zdopravy.cz/temer-devet-vlaku-denne-sprava-zeleznice-ukazala-prvni-data-o-vyuziti-statnich-postrku-100602> [přístup 2022-09-04].

Vaněk, M. **2020**. Továrna Diana a historie trati Brno-Havlíčkův Brod. Tišnov: Miroslav Klepáček – Sursum. ISBN 978-80-7323-348-8.

Zeman, V. **2022**. Posouzení a změna kapacity na traťovém úseku Brno Maloměřice St. 3 - Tišnov. Diplomová práce. Pardubice: Univerzita Pardubice. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Drdla, Ph.D.