

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2020

ROBERT ČÁSTA

UNIVERZITA PARDUBICE

Dopravní fakulta Jana Pernera

Tvorba grafikonu vlakové dopravy na konkrétní výluku provozu
části trati

Bc. Robert Částa

Diplomová práce

2020

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Robert Částa
Osobní číslo:	D17386
Studijní program:	N3708 Dopravní inženýrství a spoje
Studijní obor:	Technologie a řízení dopravy
Téma práce:	Tvorba grafikonu vlakové dopravy na konkrétní výluku provozu
Zadávací katedra:	Katedra technologie a řízení dopravy

Zásady pro vypracování

Úvod

- 1 Charakteristika úseků dotčených výlukou
 - 2 Návrh grafikonu
 - 3 Konstrukce výlukového nákrešného jízdního řádu
 - 4 Posouzení variant
- Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **40-50**
Rozsah grafických prací: **4-5**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- 1) KOMÍNOVÁ, Lenka. KOORDINACE TVORBY VÝLUKOVÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ. Pardubice, 2019. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Pavel Drdla.
- 2) SŽDC SM124: Zjišťování kapacity dráhy. Praha, 2019.
- 3) S 33384/2013-OZŘP. SMĚRNICE SŽDC Č. 104: Provozní intervaly a následná mezidobí. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2013.

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

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **24. ledna 2020**

L.S.

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

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

V Pardubicích dne 5. února 2019

Prohlášení

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., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, 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. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 21.1.2020

Bc. Robert Částa

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Drdlovi, Ph.D. za odborné vedení práce, za jeho ochotu a užitečné rady během konzultací. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Edvardu Březinovi, CSc. za vstřícnost a ochotu při poskytnutí důležitých kontaktních údajů konzultantů na SŽDC.

Současně bych chtěl poděkovat všem ochotným zaměstnancům SŽDC za poskytnutí možnosti konstruovat výlukové nákresné jízdní řady a také za jejich odborné připomínky.

Anotace

Diplomová práce se zabývá možnostmi konstrukce výlukového jízdního řádu pro danou trať. Součástí práce je analýza nové směrnice SŽDC SM124 pro zjišťování kapacity. Dále se jedná o navržení nákrešných výlukových jízdních řádů a výpočet kapacity.

Klíčová slova

Bezbariérovost, nákrešný jízdní řád, taktovost, výluková činnost

Title

Problems creation railroad graphics to specific one exclusion operation of the track section

Annotation

The diploma thesis deal with possibility konstrukction exclusion railroad timetable for particular track section. This diploma included the analysis the new guideline SŽDC SM124 for capacity determination. Further this is about creation exclusion railroad graphic and capacity calculation.

Keywords

Barrier-free, train timetable draft, tactfulness, traffic closure

Obsah

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	11
Seznam zkratek.....	13
Úvod	15
1 Charakteristika úseků dotčených výlukou	16
1.1 Traťový úsek Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí	17
1.2 Traťový úsek Brandýs nad Orlicí – Choceň	23
1.3 Traťový úsek Ústí nad Orlicí – Česká Třebová.....	23
1.4 Traťový úsek Česká Třebová - Brno	24
1.5 Traťový úsek Brno - Kolín přes Havlíčkův Brod	26
1.6 Traťový úsek Choceň - Kolín	27
2 Návrh grafikonu.....	28
2.1 Předmět výluky	29
2.2 Jízdní doby.....	31
2.3 Staniční intervaly a následné mezidobí	33
2.4 Provozní aplikace KANGO a KADR	36
2.4.1 KADR	36
2.4.2 KANGO	38
2.5 Návrh náhradní autobusové dopravy	40
3 Konstrukce VNJR	42
3.1 Varianta A.....	43
3.2 Varianta B.....	50

4 Posouzení variant.....	57
4.1 Analýza směrnice SŽDC SM124	58
4.2 Separátní simulace	59
4.2.1 Vstupní a výstupní data.....	61
4.2.2 Zadání podmínek do simulace	63
4.2.3 Postup simulace	65
4.3 SepSim - Varianta A.....	65
4.3.1 Varianta A - 1. fáze.....	66
4.3.2 Varianta A - 2. fáze.....	68
4.3.3 Varianta A - 3. fáze.....	73
4.4 SepSim - Varianta B	76
4.4.1 Varianta B - Fáze 1	76
4.4.2 Varianta B - Fáze 2	77
4.4.3 Varianta B - Fáze 3	80
4.5 Zhodnocení variant	81
Závěr.....	83
Seznam použitých informačních zdrojů	84
Seznam příloh.....	90

Seznam obrázků

Obr. 1 Mapa traťového úseku dotčenou výlukou	16
Obr. 2 Oblouk u zastávky Bezprávi	17
Obr. 3 Pozemní komunikace spojující osadu Bezprávi a dopravnu	20
Obr. 4 Bezbariérovost zastávky Brandýs nad Orlicí	22
Obr. 5 Schéma svazkového VNJR	29
Obr. 6 Schéma výluky v dotčeném traťovém úseku	30
Obr. 7 Dráhový tachogram vlaku	31
Obr. 8 Schéma provozního intervalu postupného vjezdu a odjezdu	34
Obr. 9 Příklad provozního intervalu následné jízdy	34
Obr. 10 Další příklady provozního intervalu následné jízdy	34
Obr. 11 Výřez grafického rozhraní KADR	37
Obr. 12 Ukázka dopravních bodů a dopravních úseků	38
Obr. 13 Výřez VNJR z IS KANGO	39
Obr. 14 Trasa NAD Choceň - Ústí nad Orlicí město	40
Obr. 15 Trasa NAD Ústí nad Orlicí město - Česká Třebová	41
Obr. 16 Pobyt vlaků ND ve stanici Ústí nad Orlicí a Choceň	43
Obr. 17 Předjíždění vlaku Nex v žst. Choceň	44
Obr. 18 Předjíždění vlaku Nex v žst. Dlouhá Třebová	44
Obr. 19 Nákladní doprava v nočních hodinách	45
Obr. 20 Příklad svazkování vlaků v období mezi 19:30-20:30 hod.	46
Obr. 21 Svazkování vlaků během dopravní špičky	47
Obr. 22 Úprava trasy vlaku	51
Obr. 23 Pobyt vlaku Nex 61023 z dopravních důvodů	52
Obr. 24 Svazkování během ranní špičky	53
Obr. 25 Svazkování během sedla	53
Obr. 26 Využití propustnosti tratě 010	57
Obr. 27 Zdroj dat z IS KADR	62
Obr. 28 Oblast aplikování dat v SepSim	62
Obr. 29 Provozní intervaly křižování dopravní Brandýs nad Orlicí	63
Obr. 30 Provozní intervaly křižování dopravní Ústí nad Orlicí	63
Obr. 31 Příklad VNJR	69

Obr. 32 Varianta A: Výřez NJŘ ze simulace	69
Obr. 33 SepSim KADR - Konflikt ve VNJŘ	71
Obr. 34 Úprava pořadí jízdy vlaku 895	72
Obr. 35 Souhrn hodnot qw pro variantu A pro 4hod období.....	74
Obr. 36 Ukázka protokolu	75
Obr. 37 Varianta B - Konflikt vlaku 61023 a vlaku 1013	78
Obr. 38 KADR - upravení trasy vlaky 61023.....	79
Obr. 39 Souhrn hodnot qw pro Variantu B pro 4hod období	81

Seznam tabulek

Tab. 1 Traťové rychlosti v úseku Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí	19
Tab. 2 Výkonnostní parametry TSI INF.....	20
Tab. 3 Traťová třída zatížení	21
Tab. 4 Stoupání/spád traťového úseku	22
Tab. 5 Traťové rychlosti v úseku Choceň – Brandýs nad Orlicí.....	23
Tab. 6 Traťové rychlosti v úseku Ústí nad Orlicí – Česká Třebová.....	24
Tab. 7 Rozdělení dílčích dob provozních intervalů a následných mezidobí.....	28
Tab. 8 Porovnání jízdních dob během normálního stavu: směr Dlouhá Třebová.....	32
Tab. 9 Porovnání jízdních dob během normálního stavu: směr Choceň.....	32
Tab. 10 Porovnání jízdních dob při pomalé jízdě - směr Dlouhá Třebová	32
Tab. 11 Porovnání jízdních dob při pomalé jízdě - směr Choceň	32
Tab. 12 Výpis počtu změněných tras	48
Tab. 13 Výpis smazaných vlaků.....	49
Tab. 14 Vlaky jedoucí po odklonové trase	50
Tab. 15 Výstup z KANGA	54
Tab. 16 Seznam odklonových vlaků OD.....	55
Tab. 17 Limitní hodnoty a odvození kvality	59
Tab. 18 Optimální hodnoty čekání podle kategorie vlaku	60
Tab. 19 Koeficienty priorit jízdy vlaků	60
Tab. 20 Druhy vlaků.....	64
Tab. 21 Fáze 1 - výsledky analytické metody	66
Tab. 22 Fáze 1 - hodnoty simulačního výpočtu čekání	67
Tab. 23 Fáze 2 - hodnoty simulačního výpočtu čekání	68
Tab. 24 Výsledky vybraných vlaků.....	68
Tab. 25 Fáze 2 - simulační výpočet čekání po odstranění konfliktu	72
Tab. 26 Fáze 3 - hodnoty simulačního výpočtu čekání	73
Tab. 27 Výběr 2 vlaků s nejvyšším a nejmenším qw	73
Tab. 28 Protokol čekání vlaku 73 a 444 levá část	75
Pravá část tab. 28	75
Tab. 29 Varianta B - Analytické ukazatele propustnosti.....	76
Tab. 30 Fáze 1 - hodnoty simulačního výpočtu čekání	76
Tab. 31 Fáze 2 - hodnoty simulačního výpočtu čekání	77

Tab. 32 Fáze 2 - hodnoty simulačního výpočtu čekání po úpravě	79
Tab. 33 KANGO Fáze 3 - simulační výpočet čekání	80
Tab. 34 Fáze 3 - hodnoty simulačního výpočtu čekání	80
Tab. 35 Srovnání variant	81
Tab. 36 Porovnání analytických ukazatelů obou variant.....	82

Seznam zkratek

ČD	České dráhy
ČR	Česká republika
ČSAD	Československá státní automobilová doprava
DK	Dopravní kancelář
EC	Eurocity
Ex	Expres
EZZ	Elektronické zabezpečovací zařízení
GVD	Grafikon vlakové dopravy
HV	Hnací vozidla
CH	Chocẽ
IDS	Integrovaný dopravní systém
JŘ	Jízdní řád
NAD	Náhradní autobusová doprava
ND	Nákladní doprava
OD	Osobní doprava
OOSPO	Osoby s omezenou schopností pohybu nebo orientace
Os	Osobní vlak
Pn	Průběžný nákladní vlak
PZZ	Přejezdové zabezpečovací zařízení
Rj	Railjet
Rx	Rychlík vyšší kvality
RZZ	Reléové zabezpečovací zařízení

SZZ	Staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
TEN-T	Transevropská dopravní síť
TSI	Technická specifikace pro interoperabilitu
TZZ	Trat'ové zabezpečovací zařízení
UIC	Mezinárodní železniční unie
ÚnO	Ústí nad Orlicí
VHD	Veřejná hromadná doprava
VNJŘ	Výlukový nákresný jízdní řád
ZZ	Zabezpečovací zařízení
ŽST	Železniční stanice

Úvod

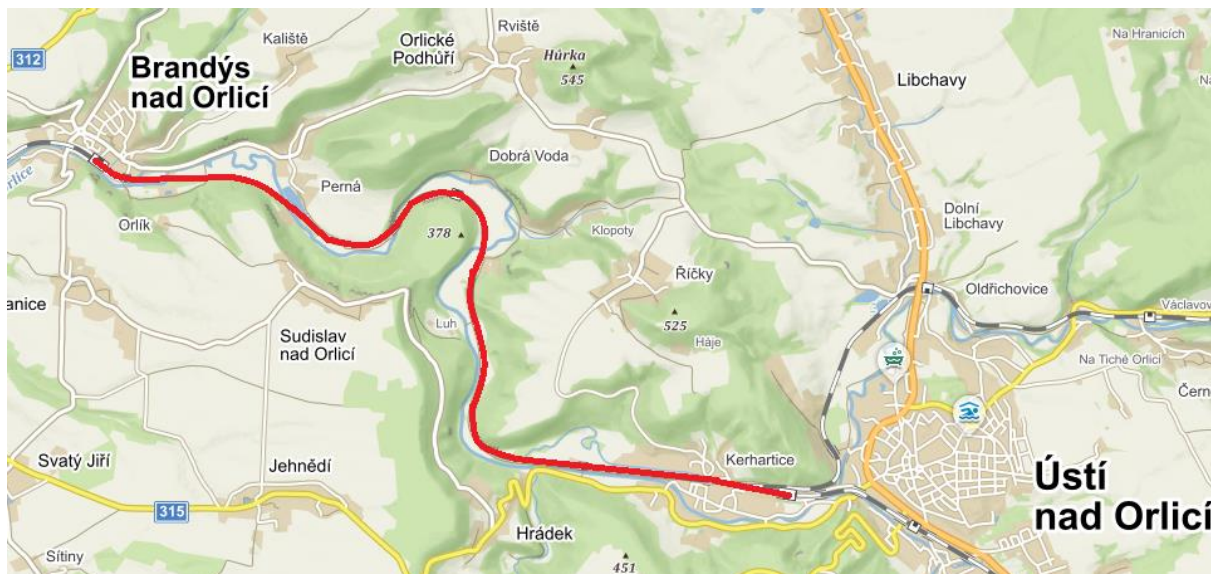
Železniční síť se v ČR začala rozvíjet už ve druhé polovině 19. století. Důvodem byla nejenom prezentace ekonomiky dané země, ale především přeprava materiálů jako dřevo, uhlí a ve válečných letech zbraňový arzenál, popř. celé armády. S tím, jak objem železniční přepravy rostl, bylo nutné začít s údržbou kolejnic, mostních konstrukcí a dalších drážních zařízení. Po změně režimu v roce 1989 se začala rozvíjet koncepce koridorových tratí, které byly navrženy pro rychlost $160 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. V příštích 19 letech se postupně obnovovala infrastruktura na nejdůležitějších koridorech, společně s jejich modernizací se začala měnit struktura řízení provozu (od systému hradel až po dálkové řízení dopravy). Od roku 1995 se provozování dráhy a drážní dopravy řídí zákonem č. 266/1994 Sb., o dráhách. V příštích 25 letech docházelo k nárůstu železničního provozu na hlavních koridorových tratích a s tím přišly větší požadavky na údržbu. Výsledkem jsou četné výlukové práce ovlivňující provoz nejenom v rámci jedné tratě, ale i na přípojných tratích. Bohužel v době neexistence vysokorychlostních tratí a malého podílu kapacitních alternativních tras je nutností provozovatele drážní dopravy často zavádět odklonové trasy, popř. dočasně zrušit linku. Diplomová práce se věnuje analýze traťového úseku mezi stanicemi Brandýs nad Orlicí a Ústí nad Orlicí. Dále návrhu výlukového grafikonu a jejímu vyhodnocení prostřednictvím simulačního programu. Autor práce se v první kapitole věnuje charakteristice výše zmíněného traťového úseku, včetně jeho přilehlých částí a ve stručnosti i objízdne trase. V praktické části se autor diplomové práce zabývá využitím nové směrnice SŽDC SM124, následně konstrukcí dvou variant výlukového nákrešného jízdního řádu (dále jen VNJR). V závěrečné části autor práce vyhodnotí obě varianty pomocí simulace.

Cílem diplomové práce je, po provedení analýzy současného stavu traťového úseku, zkonstruování dvou VNJR a jejich následné posouzení z hlediska kapacity, včetně výběru optimálního řešení.

1 Charakteristika úseků dotčených výlukou

Mezistaniční úsek Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí leží na železniční trati Kolín – Česká Třebová (v jízdním řádu (dále jen JŘ) pro cestující je označena jako 001 a 002, v pomůckách grafikonu jako 501). V tomto úseku byla v roce 2019 realizovaná výluková činnost v délce trvání 5 dnů (1). V rámci analýzy se kromě výše zmíněného mezistaničního úseku budou řešit i přilehlé traťové úseky 010 jako jsou Brandýs nad Orlicí – Choceň, Ústí nad Orlicí – Česká Třebová, Česká Třebová – Brno. Z důvodu použití objízdné trasy některých dálkových vlaků bude součástí analýzy i traťový úsek Brno – Kolín přes Havlíčkův Brod.

Předmětem analýzy bude charakterizace traťových poměrů, propustnosti (ta bude řešena jen v úseku Ústí nad Orlicí – Brandýs nad Orlicí v návrhové části) a charakter pozemních komunikací, po níž bude vedena náhradní autobusová doprava (dále jen NAD). Vlastníkem dotčených traťových úseků je Správa železniční dopravní cesty s. r. o. (dále jen SŽDC). V případě pozemní komunikace je její vlastnictví určeno příslušnou kategorií (2). Mapa s trasou traťového úseku je na obr. 1.



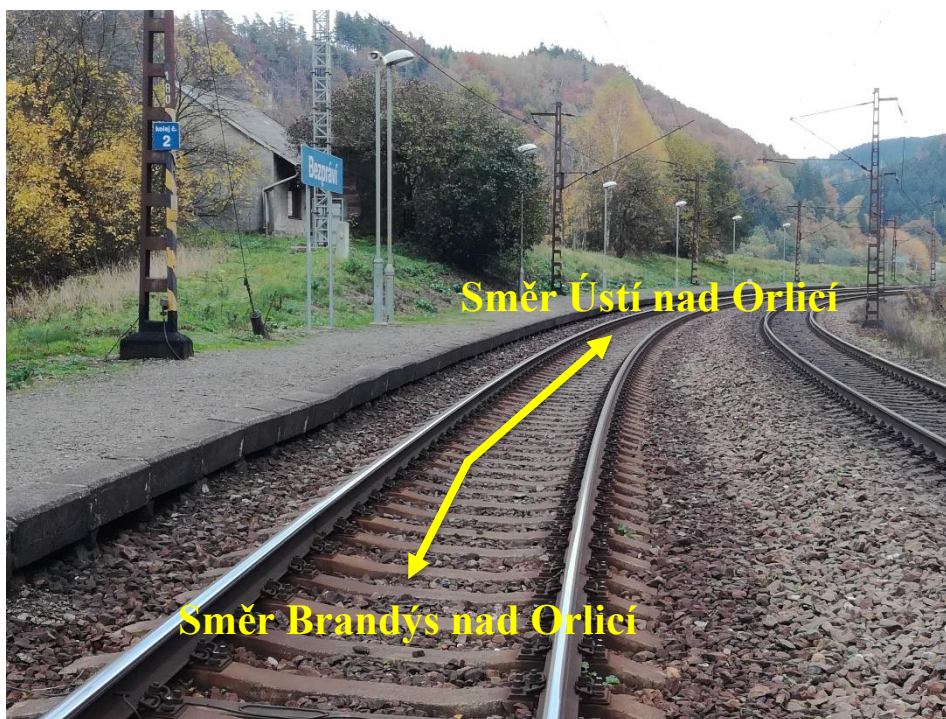
Obr. 1 Mapa traťového úseku dotčenou výlukou

Zdroj: (3), úprava autorem

1.1 Traťový úsek Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí

Traťový úsek Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí se nachází na železniční trati 501 Praha – Česká Třebová, která je součástí prvního a třetího koridoru. Podle nařízení 1315/2013/EU, Přílohy I je řešený úsek součástí hlavní transevropské dopravní sítě pro nákladní a osobní dopravu.

Je součástí nákladních koridorů RFC 7 (Praha – Vídeň/Bratislava – Atény) a RFC 9 (Praha – Čierna nad Tisou) (4). Trať má významné postavení především v mezinárodní přepravě. Je využívána vlaky vnitrostátní i mezinárodní osobní dopravy, kterou zde provozují dopravci ČD a.s., RegioJet a.s., Leo Express Global a. s., ARRIVA vlaky s. r. o. (5). V rámci nákladní železniční dopravy využívají zdejší trať dopravci jako např. ČD Cargo a. s., PKP Cargo International, METTRANS Rail s. r. o., BF Logistics s. r. o. a další. V České Třebové se nachází jeden z největších kontejnerových terminálů patřící společnosti Metrans Rail s. r. o. (6). Na obr. 2 je znázorněný stav RFC 7 koridoru.



Obr. 2 Oblouk u zastávky Bezprávi

Zdroj: foto a úprava autorem

Trat'ový úsek Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí leží v Pardubickém kraji v okrese Ústí nad Orlicí. Délka úseku činí 9,7 kilometrů (km 266,2 – 256,5) a prochází údolím Tiché Orlice (5). Úsek je dvojkolejný a elektrifikovaný stejnosměrným proudem s trakční napětíovou soustavou 3000 V. Trať má normální rozchod 1435 mm. Celkový počet dopraven určených pro nástup a výstup cestujících jsou tři (Brandýs nad Orlicí, Bezprávi, Ústí nad Orlicí). Podrobnější analýza dopraven je umístěna v příloze A včetně plánu stanic Ústí nad Orlicí a Brandýs nad Orlicí. Maximální traťová rychlost se pohybuje v rozmezí 80 – 120 km·hod⁻¹ (7). Úsek mezi stanicemi Brandýs nad Orlicí a Ústí nad Orlicí patří mezi poslední úseky na 1. koridoru, které neprošly modernizací na 160 km·hod⁻¹.

K roku 2018 je kapacita železniční trati 501 využita z téměř 100 % (8), následkem čehož dochází k velmi častým poruchám v dopravě, např. z důvodu velkého počtu vlaků (rozsah vlaků podle jednotlivých kategorií je uveden v příloze B), různými trakčními charakteristikami, selhání zabezpečovacího zařízení, přenášení zpoždění z vlaku na vlak atd. Tato problematika je řešena v rámci několika dnů trvajících výlukových činností, které se podílejí na tvorbě zpoždění vlaků. Podle informací získaných od SŽDC je na zdejším traťovém úseku až 5krát ročně omezena železniční doprava následkem výlukových prací. Zásadním problémem je problematika propustnosti. S propustností souvisí také elektrické mezidobí, které je často větší než následné mezidobí (tuto problematiku částečně řeší zvyšující se počet elektrických hnacích vozidel o výkonu až 6,4 MW). Samotná propustnost se v ČR řeší modernizací ZZ. Úsek okolo Bezprávi je vybavený nejmodernějším ZZ 3. kategorie (9), proto lze označit tento stav za vyhovující, neboť:

- rozdíly v rychlostech jsou malé, tzn. grafikon je rovnoběžný,
- traťová rychlost nepřekračuje 120 km·hod⁻¹, tzn. min. odstup následných vlaků může být vypočten na dva prostorové oddíly + dohlednost,
- celkový počet prostorových oddílů mezi Ústí nad Orlicí – Choceň je jedenáct, přičemž průměrná vzdálenost mezi prostorovými oddíly je 1 171 metrů. (9)

Největší zátěž na propustnost tvoří kolej č. 2 (směr Choceň) v žst. Brandýs nad Orlicí. Důvodem je úrovnové nástupiště, kdy v případě, že na koleji č. 1 stojí vlak, nemůže z hlediska bezpečnosti cestujících jet po 2. koleji jiný vlak. Tento stav by měl být odstraněn při optimalizaci traťového úseku Brandýs nad Orlicí (včetně) – Ústí nad Orlicí (mimo) v letech 2020 – 2021 (9).

Podle vyjádření SŽDC by stávající trať měla projít modernizací, při níž dojde k výměně traťových kolejí, rekonstrukci trakčního vedení, výstavbě výhybny a instalaci nových nástupišť ve stanici Brandýs nad Orlicí. Jejím cílem je udržení technického stavu tratě a zajištění bezpečnosti pro cestující minimálně do doby modernizace úseku Choceň - Ústí nad Orlicí, při níž by mělo dojít k výstavbě zcela nové trati vedenou z velké části v tunelech. Stávající trať zůstane zachovaná pro vlaky kategorie Os a Sp a nákladní dopravu (dále jen ND).

V tab. 1 jsou podrobně napsány kilometry a k nim příslušné traťové rychlosti.

Tab. 1 Traťové rychlosti v úseku Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí

Traťový úsek (km)	Traťová rychlost (vlaky OD)	Traťová rychlost (vlaky ND)
266,200 – 263,850	85 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
263,850 – 261,520	80 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
261,520 – 259,209	85 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
259,209 – 257,793	120 km·hod ⁻¹	(120 km·hod ⁻¹)
257,793 – 256,500	120/130 km·hod ⁻¹ (160 km·hod ⁻¹)	(120 km·hod ⁻¹)

Zdroj: (7), úprava autorem

Trať je vybavena traťovým zabezpečovacím zařízením 3. kategorie (autoblok). Na trase leží 3 úrovňová světelná přejezdová zabezpečovací zařízení (dále PZZ) 3. kategorie doplněná závorami. Všechny tři PZZ zajišťují křížení železniční tratě s místními komunikacemi. První z PZZ se nachází v 265,145 km, druhý v bezprostřední blízkosti zastávky Bezprávi v km 262,325 a třetí v km 261,275 nedaleko od stanice Brandýs nad Orlicí (7). Frekvence individuální automobilové dopravy je vzhledem ke kategorii pozemních komunikací minimální. Problémový může být PZZ v km 261,275 z důvodu nevhodného umístění v oblasti dopravní „Brandýs nad Orlicí předjízdna kolej“.

Splnění TSI INF parametrů:

V současné době ji splňuje. Řešená trať patří do kategorie P3/F1 (9), z čehož vyplívají následující výkonnostní parametry v tab. 2.

Tab. 2 Výkonnostní parametry TSI INF

Parametr	Stávající stav	Základní charakteristika
Obrys vozidla	GC	GC
Hmotnost na nápravu	22,5 t	22,5 t
Trat'ová rychlost	80–160 km·hod ⁻¹	120–200 km·hod ⁻¹
Využitelná délka nástupiště	140 m	200–400 m
Délka vlaku	666 m (podle TTP)	740–1050 m

Zdroj: (9), úprava autorem

Údaje pro obrys vozidla a hmotnosti na nápravu se považují za min. požadavky.

Splnění TSI CCS:

Trat' je vybavena vlakovým zabezpečovačem ETCS L2 i GSM-R (9), proto je TSI CCS splněné.

Splnění TSI PRM:

TSI PRM není splněné. V dopravnách Brandýs nad Orlicí a Bezpráví není splněná výška nástupišť a bezbariérový přístup. Příklad pozemní komunikace v oblasti Bezpráví je na obr. 3.



Obr. 3 Pozemní komunikace spojující osadu Bezpráví a dopravnu

Zdroj: foto a úprava autorem

Splnění TSI ENE:

Trakční napájecí stanice se nacházejí v sousedních stanicích Ústí nad Orlicí a Choceň. Trať je elektrifikovaná stejnosměrnou trakční soustavou 3000 V. V příštích desetiletích by mělo dojít ke konverzi na střídavou trakční soustavu. Z důvodu nevyhovující velikosti rozpětí sloupů trakčního vedení (dále jen TV) není TSI ENE splněno (9). Traťový úsek zahrnuje čtyři mostní konstrukce přes řeku Tichá Orlice o celkové délce 282 metrů. Původní příhradové konstrukce byly nahrazeny v roce 2000 plnostěnnými ocelovými mostními konstrukcemi.

Ve stanici Brandýs nad Orlicí a v zastávce Bezpráví chybí bezbariérové prvky, sloupy trolejového vedení pocházejí z doby elektrifikace v roce 1958 a vzhledem k způsobu směrovému řešení kolejí vně údolí, dochází k častým poškozením kolejnic. Příkladem poškození je např. vlnovitost koleje, skluzové vlny, boční opotřebení (důvodem jsou četné oblouky poloměru > 600 m) (10). Kombinace trasování, provozního zatížení a zastaralosti traťového úseku patří tato část mezi nejnáročnější a nejproblematictější tratě nejenom v rámci 1. koridoru, ale také v síti SŽDC.

Působením odstředivých a řídících sil pohybujících kolejových vozidel dochází v obloucích (poloměr > 600 m) k nadměrnému namáhání železničního svršku. Poslední komplexní rekonstrukci traťový úsek prošel v letech 1980–1982 (10). Příznivým stavem je vedení tratě na náspech, popř. v odřezech, proto nedochází během povodní k jejímu okamžitému zaplavení. Naopak zastaralost konstrukce a silný provoz způsobuje velice rychlé zhoršení hodnot rozchodu. Z tohoto důvodu zde dochází k častému vyloučení jedné ze dvou traťových kolejí. Délka zábrzdne vzdálenosti je 1000 m. Třída zatížení je D4, která umožňuje provozovat vlaky s vozy o 2–4 nápravách s nápravovou hmotností 22,5 t, popř. 6nápravové vozy o nápravové hmotnosti 18 t. Normativ délky vlaků OD je 350 m a u nákladních vlaků 639 m, přičemž největší povolená délka nákladních vlaků je 700 m (9). Tabulka č. 3 uvádí třídu zatížení (dále TTZ) pro konkrétní trať.

Tab. 3 Traťová třída zatížení

Traťový úsek	Maximální TTZ s přidruženou rychlostí	TTZ s maximální přidruženou rychlostí
Přelouč – Česká Třebová	D4/120 km·hod ⁻¹	C3/160 km·hod ⁻¹

Zdroj: (11), úprava autorem

Nesplnění požadavků TSI ohledně bezbariérovosti na obr. 4.



Obr. 4 Bezbariérovost zastávky Brandýs nad Orlicí

Zdroj: foto a úprava autorem

Výhodou tohoto úseku je absence železničního tunelu, následkem čehož by neměl vzniknout problém s obrysy vozidel jako např. v nelahozevských tunelech. Traťová třída zatížení na celém 1. koridoru je D4 (tj. max. hmotnost 22,5 t na nápravu a max. hmotnost 8 tun na běžný metr vozidla). Vyšší traťová třída v ČR neexistuje (11). Nejvyššího stoupání 6 ‰ dosahuje trať mezi km 258,001 – 256,548 v Ústí nad Orlicí (7). Tabulka č. 4 znázorňuje stoupání/spád rozhodující pro stanovení normativu hmotnosti a brzdění vlaků.

Tab. 4 Stoupání/spád traťového úseku

Směr jízdy	Rozhodný spád	Třída sklonu
Ústí nad Orlicí – Choceň	4‰	I.
Choceň – Ústí nad Orlicí	0‰	III.

Zdroj: (12), úprava autorem

Sklonově se nejedná o náročnou trať a v porovnání s tratí Brno – Havlíčkův Brod, je pro nákladní dopravce tato trasa výhodnější. Výsledkem je bohužel neefektivní využití kapacity havlíčkobrodské tratě, a naopak zaplnění již zatížené tratě 501.

1.2 Traťový úsek Brandýs nad Orlicí – Choceň

Traťový úsek Brandýs nad Orlicí – Choceň má délku 4,9 km a je součástí tratě 501 Praha – Česká Třebová. Trať prošla v roce 2002 optimalizací (mimo stanici Brandýs nad Orlicí). Jejím cílem byla obnova kolejového svršku, nové trakční vedení, přestavba dvou PZZ, nové TZZ, výstavba nových opěrných a obkladních zdí, rekonstrukce dvou mostních objektů a propustků (13). Ačkoliv se v úseku zvýšila bezpečnost, nebylo součástí optimalizace nové vedení trasy. Následkem je poměrně velký propad rychlosti (ze 160 na 85 km·hod⁻¹) a přítomnost dvou PZZ přes místní komunikaci. Rychlost v obloucích je 85 km·hod⁻¹ pro vozidla klasické stavby (pro naklápěcí soupravy 100 km·hod⁻¹). V celém úseku je zavedený autoblok se samočinnou kontrolou volnosti tratě. Největší sklon činí 2,5 ‰ (7). Nejedná se o trať s náročnými sklonovými poměry. Ačkoliv tento úsek není předmětem výluky, bude pravděpodobně stanice Choceň využita pro případné technologické úkony a využití NAD. Tab. 5 představuje traťové rychlosti v úseku Choceň – Brandýs nad Orlicí.

Tab. 5 Traťové rychlosti v úseku Choceň – Brandýs nad Orlicí

Traťový úsek (km)	Traťová rychlost (vlaky OD)	Traťová rychlost (vlaky ND)
271,04 – 269,78	160 km·hod ⁻¹	(160 km·hod ⁻¹)
269,78 – 268,737	110/115 km·hod ⁻¹ (140 km·hod ⁻¹)	(110 km·hod ⁻¹)
268,737 – 267,758	80/85 km·hod ⁻¹ (100 km·hod ⁻¹)	70 km·hod ⁻¹
267,758 – 266,100	85 km/hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹

Zdroj: (7), úprava autorem

1.3 Traťový úsek Ústí nad Orlicí – Česká Třebová

Traťový úsek Ústí nad Orlicí – Česká Třebová má délku 10,6 km. V mezistaničním úseku se nachází zastávka Ústí nad Orlicí město a železniční stanice (dále jen žst.) Dlouhá Třebová (7). Dominantou tohoto úseku je 445 metrů dlouhá estakáda u obce Dlouhá Třebová (8). Zdejší estakáda byla součástí modernizace tratě v letech 2002–2004 mezi Ústí nad Orlicí (mimo) a odbočkou Parník (13). Se zprovozněním estakády vznikl izolovaný úsek délky cca 5,5 km s traťovou rychlostí 160 km·hod⁻¹.

V tomto období neměli dopravci k dispozici dostatečný počet výkonných hnacích vozidel (výjimkou jednotky řady 680 Pendolino, Taurus), proto zde nebyla do nákupu nových hnacích vozidel (railjet, řada 380) a především přestavby žst. Ústí nad Orlicí naplno zužitkovaná rychlost 160 km·hod⁻¹.

Vážnější situace je v úseku odb. Parník – žst. Česká Třebová. Česká Třebová je jeden z největších dopravních uzlů v ČR. Infrastruktura uzlu Česká Třebová je zařazena do sítě TEN-T jako hlavní trať pro osobní a nákladní dopravu. Tento úsek, včetně samotné žst. Česká Třebová, je jeden z posledních na 1. koridoru, které neprošly modernizací.

V minulých letech byla provedena modernizace SZZ a TZZ, rekonstrukce nástupišť a výpravní budovy, včetně zřízení nového terminálu veřejné hromadné dopravy (dále jen VHD). V současné době probíhají přípravy na modernizaci stávajícího uzlu. Jeho cílem je zvýšení traťové rychlosti v celém uzlu Česká Třebová (ze 60 km·hod⁻¹ na 80 km·hod⁻¹), zlepšení provozní spolehlivosti a bezpečnosti provozu (14). Stávající uzel Česká Třebová je na hraně své životnosti. Proto nebude k uskutečnění manipulačních a technologických operací využita doprava Česká Třebová. V tab. 6 jsou znázorněny traťové rychlosti v jednotlivých úsecích.

Tab. 6 Traťové rychlosti v úseku Ústí nad Orlicí - Česká Třebová

Traťový úsek (km)	Traťová rychlost (vlaky OD)	Traťová rychlost (vlaky ND)
256,548 – 255,549	130 km·hod ⁻¹	(120 km·hod ⁻¹)
255,549 – 249,751	160 km·hod ⁻¹	(120 km·hod ⁻¹)
249,751 – 249,147	120 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
249,147 – 247,485	90/100 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
247,485 – 247,018	90/95 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
247,018 – 246,693	80/75 km·hod ⁻¹	70 km·hod ⁻¹
246,693 – 245,878	60 km·hod ⁻¹	60 km·hod ⁻¹

Zdroj: (7), úprava autorem

Z tab. 6 lze zjistit, že v km 249,751 je traťová rychlost snížena o 40 km·hod⁻¹. Tyto propady rychlostí částečně vyřeší již výše zmíněná modernizace. Jedná se o jeden z nejrizikovějších úseků na trati 501. Důvodem je silné dopravní zatížení (křižovatka dvou koridorových tratí), blízkost intermodálního terminálu METRANS, zastaralost technických prvků a zařízeních atd.

1.4 Traťový úsek Česká Třebová - Brno

Traťový úsek Česká Třebová – Brno hl. n. má délku 91 km a je součástí 1. tranzitního koridoru. Trať 326 je v celé délce elektrifikovaná dvěma trakčními soustavami (3000 V a 25 kV/50 Hz) a dvoukolejná, popř. čtyřkolejná v traťovém úseku ze směru

Brno Židenice do dopravní Brno Maloměřice. Trať prochází členitým terénem údolí řeky Svitava. Za dopravnou Svitavy v km 228,0 se nachází styk dvou napájecích soustav. Největšího převýšení 9 ‰ trať dosahuje v Brně Maloměřicích (7). Mimo města Brno a Česká Třebová zajišťuje trať 326 spojení s městy Svitava (16 937 obyv.), Letovice (6 744 obyv.) a Blansko (20 650 obyv.) (15). Trať je silně zatížena osobní i nákladní dopravou. Často je preferovaná nákladními dopravci před trasou přes Havlíčkův Brod z důvodu mírných sklonových poměrů. V oblasti osobní dopravy je spojení mezi Českou Třebovou a Brnem zajištěno vlaky kategorie Os, R, EC, rj národního dopravce České dráhy a. s. (dále jen ČD). Od roku 2016 ji využívá i soukromý dopravce Regiojet a. s. (16). Trať prošla rekonstrukcí a elektrifikací na konci 90. let 20. století. Předmětem rekonstrukce byla modernizace stanic a všech zastávek, rekonstrukce PZZ, TZZ a SZZ na 3. kategorii, mostů, propustků atd. Bohužel předmětem modernizace nebylo napřímení oblouků (zejména v úseku Blansko – Brno). Maximální traťová rychlost traťového úseku je $140 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Dále ve stanicích Adamov, Rájec-Jestřebí, Letovice, Březová nad Svitavou a Opatov chybí mimoúrovňová nástupiště (13). Ostatní stanice prošly pouze poloperonizací. Nejužším hrdlem na celé trase je úsek Blansko – Brno Maloměřice z důvodu komplikovaného trasování v úzkém údolí řeky Svitava. Dále dochází v úseku Blansko – Brno k vlnkovitosti traťových kolejí, což má za následek časté vibrace železničního vozu. Dochází tak ke snižování komfortu cestujících. Důvodem vlnkovitosti kolejí jsou četné oblouky malého poloměru (podobný problém je i v úseku Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí). Technický stav železničního svršku je v daném úseku na hranici životnosti. V příštích letech by mělo dojít k modernizaci úseku Blansko – Brno Maloměřice. V této době bude pravděpodobně přesměrovaná významná část dálkových vlaků přes Havlíčkův Brod (17). Podobný princip se uplatní v případě výlukové činnosti mezi dopravami Brandýs nad Orlicí a Ústí nad Orlicí. Podle informací získaných na základě konzultace na SŽDC budou ve stávající trase ponechány všechny vlaky kategorie Os a rychlíkové linky R19 a některé dálkové vlaky kategorie Ex.

1.5 Traťový úsek Brno - Kolín přes Havlíčkův Brod

Traťový úsek se skládá ze dvou tratí (trať 324 Brno hl. n. – Kutná Hora hl. n., trať 502 Kutná Hora hl. n. – Kolín). Traťový úsek je v celé trase dvoukolejný a elektrifikovaný dvěma napájecími soustavami (3000 V a 25 kV / 50 Hz) (7). Trať je součástí nákladního tranzitního koridoru RFC 7 (4) (před elektrifikací a rekonstrukcí tratě 326 z České Třebové se jednalo o hlavní spojnici moravské metropole s Prahou). V současném grafikonu vlakové dopravy (dále jen GVD) je zatížení dálkovou dopravou menší. Osobní doprava je významná především v brněnské aglomeraci v úseku Tišnov - Brno hl. n., kde je ve špičkových časech zajištěný interval 15 minut (16). Trasu přes Havlíčkův Brod využívají dálkové vlaky ČD linky R9 (Praha - Kolín - Havlíčkův Brod - Brno) (18). Trasa obsluhuje města jako Kuřim (10 891 obyv.), Tišnov (9 214 obyv.), Žďár nad Sázavou (20 994 obyv.), Havlíčkův Brod (23 101 obyv.), Čáslav (10 397 obyv.), Kutná Hora (20 536 obyv.) (15). Mimo Brno traťový úsek neobsluhuje velká osídlení. Nepředpokládá se zastavování vlaků EC a rj v kterékoli nácestné stanici. V případě soukromého dopravce Regiojet a. s. budou pobyty jeho vlaků záviset na obchodní strategii dopravce.

Celková délka úseku je 193,6 km a doba jízdy činí 2:54 hod., což je o 30 minut více než jízdní doba vlaku kategorie R přes Českou Třebovou (u vlaků kategorie EC je pod 2 hod.). Vzdálenost je přibližně totožná s variantou přes Českou Třebovou. Nejvyšší rychlost na celé trase je $140 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ (s délkou pojižděného úseku cca 2 km). Sklonová náročnost (až 17,4 ‰), nižší průměrná rychlost (7), probíhající opravy tratě u Tišnova a Žďáru nad Sázavou činí tuto trať v porovnání s 1. koridorem naprosto nekonkurenceschopnou (především pro nákladní dopravce). Kapacita úseku je využita jen na 65 % (8). Tuto problematiku částečně řeší nová cenová politika, kterou vyhlásila SŽDC v Prohlášení o dráze pro rok 2018, se kterou souvisí i snížení ceny pro nákladní dopravu. V případě výluky mezi Brandýsem nad Orlicí a Ústím nad Orlicí bude součástí diplomové práce řešení odklonové trasy přes Havlíčkův Brod pro vlaky linky Ex3 (Budapest/Wien/Bratislava - Praha) a vlaky soukromého dopravce Regiojet.

1.6 Traťový úsek Choceň - Kolín

Poslední z analyzovaných tratí v diplomové práci je část tratě 501 mezi dopravnou Choceň a Kolín. Společně s předchozím úsekem do České Třebové je tato část trasy jedna z nejvytíženějších v ČR (6). Zajišťuje obsluhu Hradecko-pardubické oblasti (více než 330 000 obyv.) (19). Mimo železniční stanici Pardubice hl. n. je celá trať po modernizaci a nejvyšší traťová rychlost činí $160 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ (7). Největším problémem na trati je extrémně silné provozní zatížení (zejména úsek Kolín – Pardubice hl. n.). Na rozdíl od úseku Blansko – Brno hl. n. trať prochází rovinatým terénem, bez oblouků o malých poloměrech a s výjimkou uzlu Pardubice hl. n. nejsou zde velké propady rychlosti.

2 Návrh grafikonu

Směrnice SŽDC č. 104 (v účinnosti od 1. 10. 2013) upravuje, popř. rozvádí ustanovení základních předpisů SŽDC v oblasti provozních intervalů a následných mezidobí. Směrnice obsahuje závazné ustanovení a zásady, kterými je se třeba řídit při výpočtu a využití technologických dob. Tato směrnice ruší platnost původní směrnice SŽDC (ČD) D 23 z roku 2002 (20). V tab. 7 je přehled úkonů potřebný pro stanovení provozních intervalů a následných mezidobí.

Tab. 7 Rozdělení dílčích dob provozních intervalů a následných mezidobí

Dílčí doba	Složka	Značka
Jízda 1. vlaku k uvolnění		J₁
Rušení VC po 1. vlaku	Zjištění konce vlaku – automaticky	R _K
	Obsluha ZZ pro zrušení VC.	R _{ZZ}
	Odhláška. - automaticky	R _O
Příprava VC pro 2. vlak	Změna traťového souhlasu.	P _S
	Telefonický nebo osobní příkaz – nezapočítává se	P _P
	Přestavování výhybek zaměstnancem SŽDC	P _V
	Obsluha ZZ pro přípravu VC	P _{ZZ}
	Doba zpoždění rozsvícení návěstidla – nezapočítává se	P _{ZN}
Jízda 2. vlaku od obsazení		J₂
Dohlednost nebo výprava vlaku		d

Zdroj: (21), úprava autorem

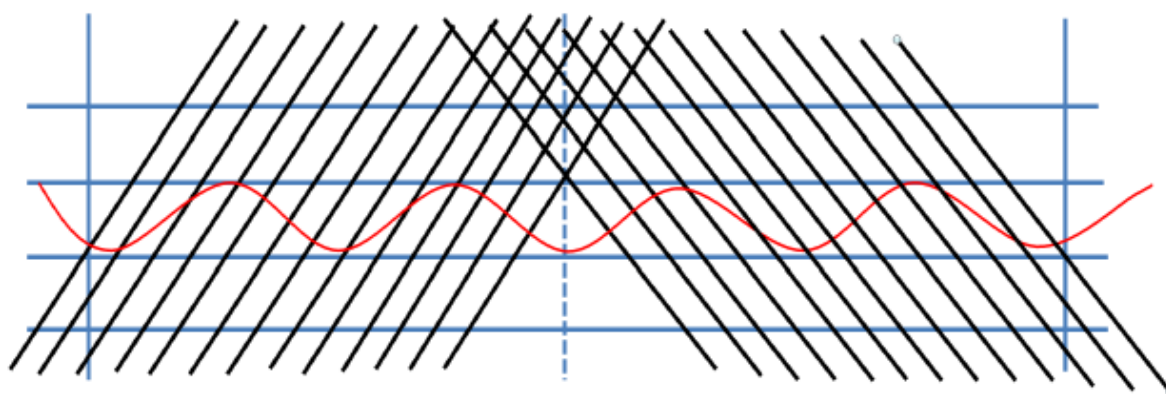
Postup výpočtu jednotlivých složek je uvedený v příloze C. Časová hodnota provozního intervalu a následného mezidobí musí být definovaná všemi předepsanými úkony. Nezapočítávají se úkony, které nejsou součástí provozních intervalů, resp. následných mezidobí (21). Dílčí jízdní doby se určí z výpočtu dynamiky vlaku v programu KANGO. Časové údaje budou vyjádřeny v minutách a výsledné hodnoty zaokrouhleny na půl minuty. Autor diplomové práce bude v návrhové části určovat jízdní doby, provozní a traťové intervaly pro dopravnu Brandýs nad Orlicí, Ústí nad Orlicí a její mezistaniční úsek.

2.1 Předmět výluky

Hlavní činností provozovatele dráhy SŽDC je zajišťování provozuschopnosti celostátních, regionálních drah a státem vlastněných vleček. Při udržování optimální kvality infrastruktury dochází k omezení provozu, tj. výluka. Podle technické normy TNŽ 01 01 01 je výluka definovaná jako „*Přerušení vlakové dopravy nebo posunu na koleji (části koleje), na širé trati nebo dopravně s kolejištěm na určitý čas, též pro dlouhodobou nesjízdnost, za účelem uskutečnění potřebných oprav nebo jiných činností*“. Organizování výlukových činností probíhá v souladu se směrnici SŽDC D7/2. (22)

V případě nahrazení osobních vlaků NAD je potřeba řešit problematiku frekvence spojů tak, aby došlo k přesměrování velké části vlaků (tj. dálkové Ex a nákladní vlaky ze směru Břeclav, popř. Brno) přes Havlíčkův Brod. To je v současnosti komplikované z důvodu konkurenčního boje mezi národním dopravcem ČD a. s. a konkurenčním dopravcem Regiojet a. s. Dalším řešením je spojování souprav ve stanici Choceň a Česká Třebová.

Výlukový nákresný jízdní řád (dále jen „VNJŘ“) se konstruuje pro posouzení propustnosti konkrétního traťového úseku. Pro maximální využití kapacity se navrhuje trasy vlaků do svazku. Z důvodu zajištění stability JŘ při dalších nepravidelnostech se aplikuje 5 min záloha v rámci každé zkreslené hodiny výluky (22). Pro minimalizaci odřeknutí vlaků autor zvolil svazkování. Na obr. 5 je znázorněn příklad svazkování.



Obr. 5 Schéma svazkového VNJŘ

Zdroj: (22)

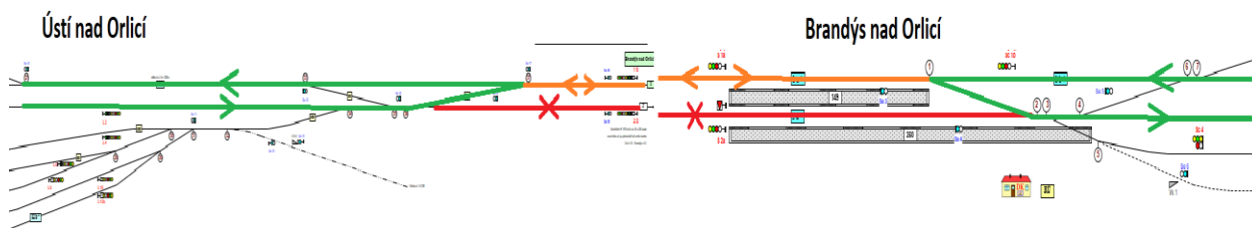
Dále je na základě vyhlášky č. 173/1995 Sb., platným Prohlášením o dráze a vztaznými směrnici SŽDC, nutné dodržovat obecné podmínky pro operativní řízení provozu (22). Jako základní pravidlo se uvažuje dodržování přednosti vlaků.

Přednost vlaků je stanovena v tomto pořadí:

- vlaky vedené v mimořádném zájmu, nutně pomocné vlaky,
- vlaky kategorie Ex a R s dovolenou rychlostí $> 140 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$, mezistátní nákladní vlaky kat. Nex s dovolenou rychlostí $> 100 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ a min. trakčním výkonem $2,1 \text{ kW} \cdot \text{hrt}^{-1}$,
- vlaky Ex a R s dovolenou rychlostí do $140 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$,
- nákladní vlaky expresní,
- nákladní vlaky ostatní,
- lokomotivní, služební a pracovní. (22)

VNJŘ zaměstnanci konstruují v komplexní aplikaci návrhu grafikonu online „KANGO“, nebo v aplikaci pro přidělení kapacity dráhy „KADR“ (22). Autor práce v návrhové části vypracuje 2 VNJŘ v obou aplikacích.

Pro výluky Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí bude VNJŘ posuzovat přilehlé traťové úseky (Brandýs nad Orlicí – Chocẽň a Ústí nad Orlicí – Česká Třebová). Příčinou omezení provozu je broušení kolejnicových hlav koleje č. 2 pro sudý směr v úseku od 257,585 do 258,913 km. Délka opravovaného úseku je 1,328 km. Začátek pomalé jízdy leží za koncem výhybny v brandýském zhlaví. Vlaky v sudém směru budou muset přejet na kolej č. 1. Vedení vlaku v nesprávném směru bude probíhat mezi 257,738 – 266,149 km. Umístění pomalé jízdy (stanovena $50 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$) je v úseku 257,585 – 258,913 km. Na obrázku č. 6 je znázorněn průběh výluky.

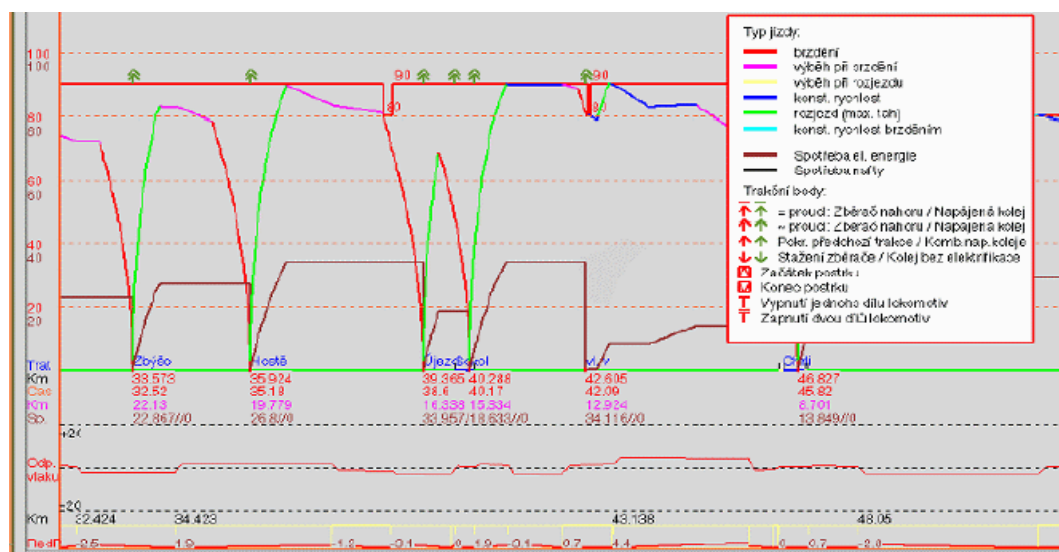


Obr. 6 Schéma výluky v dotčeném traťovém úseku

Zdroj: (23), (24), úprava autorem

2.2 Jízdní doby

Hodnoty současných jízdních dob jsou převzaty ze současného grafikonu. Samotný výsledek jízdních dob je závislý na traťové rychlosti, třídě sklonu, hmotnosti a délky vlaku. Matematicky je nutné sledovat trakční odpory překonávané tažnou silou (22). Samotný postup výpočtu jízdních dob (při aplikaci pomalé jízdy) není předmětem diplomové práce. Tyto výpočty provádějí v současnosti počítačové aplikace, jejichž výsledkem je dráhový tachogram. Na obr. 7 je znázorněn příklad dráhového tachogramu.



Obr. 7 Dráhový tachogram vlaku

Zdroj: (25)

Na základě platného GVD a konzultace u Odboru plánování a koordinace výluk, byla vypracovaná tab. 8 a 9 porovnávající průměrnou jízdní dobu vlaku dané kategorie a jízdní dobu NAD v úseku Choceň – Ústí nad Orlicí – Česká Třebová. Pro jízdní dobu vlaku Ex projíždějící dopravnou Ústí nad Orlicí byl zvolen vlak IC 572/573. Pro jízdní dobu vlaku Ex s pobytem v Ústí nad Orlicí město byl zvolen pár vlaků EC 144/145. Pro vlaky kategorie R byl zvolen vlak R 862/863. Pro směr Česká Třebová, se budou jízdní doby zjišťovat pro vlaky kategorie Nex a Pn. Autor vybral vlak Nex 41 375 s průjezdem stanicí Ústí nad Orlicí a pro opačný směr vlak Nex 40 738. Dále byly zjišťovány jízdní doby u vlaků Pn (62 131/62 132). Výsledky jízdních dob jsou v tabulkách č. 8 až 11.

Tab. 8 Porovnání jízdních dob během normálního stavu: směr Dlouhá Třebová

Jízdní doby (min)									
Z	Do	Ex (PR) ¹	Ex (Z) ²	R	Sp	Os	Nex	Pn	NAD
Choceň	Brandýs n. Orl.	3,5	3	4	4,5	4,5	4	3,5	11
Brandýs n. Orl.	Ústí n. Orl.	8	8	8	9	9,5	10,5	8	20
Ústí n. Orl.	Česká Třebová	8,5	10	9	-	11	-	-	18

Zdroj: (16), úprava autorem

Tab. 9 Porovnání jízdních dob během normálního stavu: směr Choceň

Jízdní doby (min)									
Z	Do	Ex (PR)	Ex (Z)	R	Sp	Os	Nex	Pn	NAD
Česká Třebová	Ústí n. Orl.	8	10	8,5	-	11,5	-	-	18
Ústí n. Orl.	Brandýs n. Orl.	7	7	6	8,5	9,5	10	8,5	20
Brandýs n. Orl.	Choceň	3	3	3	4	3,5	3,5	3,5	11

Zdroj: (16), úprava autorem

V tab. 10 a 11 jsou vypočítané hodnoty jízdních dob pro pomalou jízdu z IS KANGO.

Tab. 10 Porovnání jízdních dob při pomalé jízdě - směr Dlouhá Třebová

Jízdní doby (min)									
Z	Do	Ex (PR)	Ex (ZÚ) ³	R	Sp	Os	Nex	Pn	NAD
Choceň	Brandýs n. Orl.	3,5	3	4	4,5	4,5	4	3,5	11
Brandýs n. Orl.	Ústí n. Orl.	9	8,5	8,5	9,5	11,5	12,5	9	20
Ústí n. Orl.	Česká Třebová	8,5	10	9	-	11	-	-	18

Zdroj: KANGO, úprava autorem

Tab. 11 Porovnání jízdních dob při pomalé jízdě - směr Choceň

Jízdní doby (min)									
Z	Do	Ex (PR)	Ex (Z)	R	Sp	Os	Nex	Pn	NAD
Česká Třebová	Ústí n. Orl.	8	10	8,5	-	11,5	-	-	18
Ústí n. Orl.	Brandýs n. Orl.	8	7,5	6,5	9,5	10,5	11,5	9,5	20
Brandýs n. Orl.	Choceň	3	3	3	4	3,5	4	4	11

Zdroj: KANGO, úprava autorem

¹ PR – projíždí zastávkou Ústí nad Orlicí město

² Z – pobyt v Ústí nad Orlicí město

³ ZÚ – pobyt ve stanici Ústí nad Orlicí

Největší rozdíl v jízdních dobách představoval nákladní vlak kategorie Nex (přirážka 2 min). U ostatních spojů činily přirážky mezi 0,5–1 min. Jízdní doby jsou pouze orientační. V průběhu konstrukce VNJR autor zjistil, že jízdní doby se např. u kategorie Ex může lišit v rozmezí 8 - 10 min.

2.3 Staniční intervaly a následné mezidobí

Výpočet provozních intervalů a následných mezidobí:

$$I/M = j_1 + r + p + j_2 + d \quad (42)$$

kde: j_1 jízda 1. vlaku k uvolnění (min)

r rušení vlakové cesty po 1. vlaku (min)

p příprava vlakové cesty pro 2. vlak (min)

j_2 jízda 2. vlaku od obsazení (min)

d dohlednost nebo výprava 2. vlaku

Provozní intervaly podle ohrožení jízd vlaků dělí na:

- **Staniční intervaly**

- provozní interval postupných vjezdů,
- provozní interval postupného vjezdu a odjezdu,
- provozní interval postupného vjezdu a průjezdu,
- provozní interval postupného odjezdu a vjezdu,
- provozní interval postupných odjezdů,
- provozní interval postupného odjezdu a průjezdu,
- provozní interval postupného průjezdu a vjezdu,
- provozní interval postupného průjezdu a odjezdu,
- provozní interval postupných průjezdů. (21)

Místem ohrožení jsou zhlaví stanic a odbočky (řešený mezistaniční úsek nedisponuje odbočkou), staniční koleje a nástupiště (21). Složitost výpočtu staničního intervalu ve stanici Brandýs nad Orlicí spočívá v poloze úrovnového nástupiště v místě kolejového křížení hlavních dopravních kolejí. Pro 1. a 2. dopravní kolej je stanovena traťová rychlost 85 km·hod⁻¹, pro kolejové spojky 40 km·hod⁻¹. Traťová rychlost v žst. Ústí nad Orlicí činí 120 až 130 km·hod⁻¹.

Po modernizaci dopravní se rychlost kolejových spojek na brandýském zhlaví zvýšila na 80 až 100 km·hod⁻¹. Na obr. 8 je uvedený příklad intervalu postupného vjezdu a odjezdu.



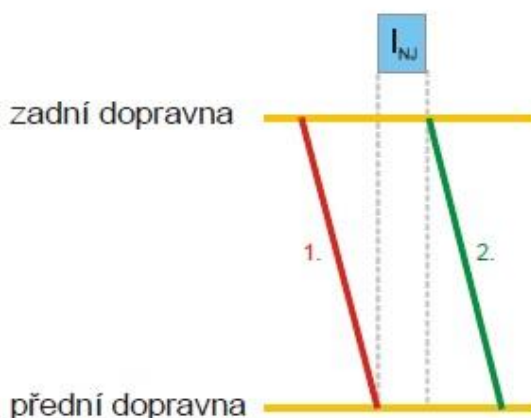
Obr. 8 Schéma provozního intervalu postupného vjezdu a odjezdu

Zdroj: (21)

- *Trat'ové intervaly*

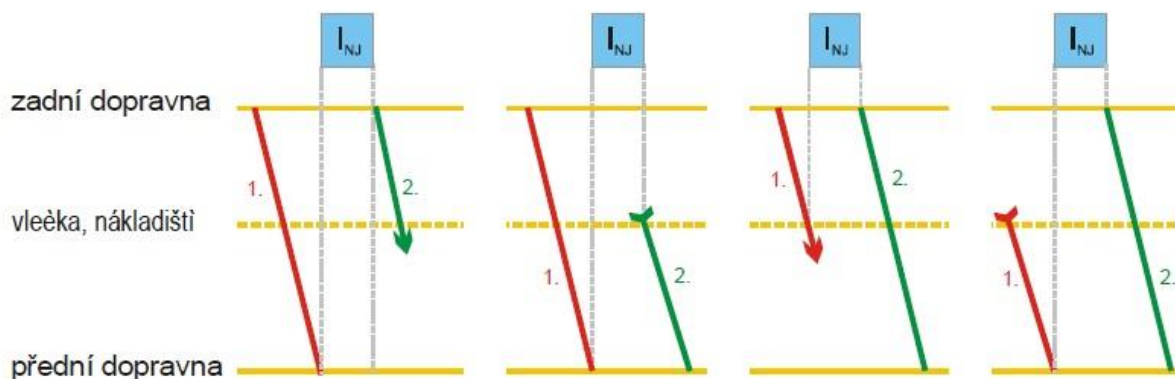
- provozní interval následné jízdy,
- provozní interval protisměrné jízdy. (21)

Místem ohrožení u trat'ových intervalů je prostorový oddíl. První vlak opouští prostorový oddíl a druhý vlak do něj vstupuje. Děje se tak v dopravnách a na některých stanovištích, která nejsou zároveň dopravnami (21). Mezistaniční úsek je rozdělený do 7 prostorových oddílů. Na obr. 9 a 10 je uvedený příklad provozního intervalu následné jízdy.



Obr. 9 Příklad provozního intervalu následné jízdy

Zdroj: (21)



Obr. 10 Další příklady provozních intervalů následné jízdy

Zdroj: (21)

Poslední složkou je dohlednost a výprava vlaku. Ta je definovaná jako „*Doba, kterou je strojvedoucí schopen bezpečně registrovat změnu návěstního znaku na návěstidle*“. (21) Podle směrnice 104 se dohlednost předpokládá ve výši 0,20 min.

I v případě nahrazení osobních vlaků NAD je potřeba řešit problematiku vysokého provozu přesměrováním velké části vlaků (tj. dálkové a nákladní vlaky ze směru Břeclav, popř. Brno) přes Havlíčkův Brod. To je v současnosti komplikované z důvodu konkurenčního boje mezi národním dopravcem ČD a. s. a konkurenčním dopravcem Regiojet a. s. Dalším řešením je spojování souprav ve stanici Choceň a Česká Třebová. Technologie spojování souprav ve stanici Brandýs nad Orlicí (popř. Choceň) je k roku 2019 z legislativního hlediska možná pouze v rámci jednoho dopravce. Nicméně například při zahajování provozu autobloku ve stanici Ústí nad Orlicí bylo aplikováno spojení souprav dopravce Regiojet s jednotkou Flirt dopravce Leo Express. **Podle informací získaných od zaměstnanců SŽDC je postup spojování souprav označen jako nejméně pravděpodobná varianta, a proto se autor zaměří na odklon vlaků přes Havlíčkův Brod, popř. zachování stávajícího rozsahu provozu.** Postup výpočtu intervalu křižování a postupných vjezdů v dopravně Brandýs nad Orlicí bude uveden v příloze C. Ostatní hodnoty intervalů jsou převzaty z dříve zpracovaných výlukových jízdních řádů a na základě konzultace s konstruktéry VNJŘ.

2.4 Provozní aplikace KANGO a KADR

Tato kapitola pojednává o použití provozních aplikací KADR a KANGO, které jsou určeny pro tvorbu výlukových jízdních řádů zaměstnanci SŽDC. Autor v této práci využil obě aplikace pro zkonstruování 2 variant řešení. První varianta VNJR byla vypracovaná v aplikaci KADR, druhá varianta v aplikaci KANGO. Varianty NVJR budou detailněji popsány v kapitole 3.1 a 3.2.

2.4.1 KADR

ISOŘ KADR je jeden z modulů systému ISOŘ, který vyvinula společnost OLTIS Group. Důvodem byla rostoucí poptávka po dopravě a též požadavky dopravců po vlakové trase v režimu ad hoc. Softwarové řešení v té době neexistovalo. Vývoj systému probíhal v letech 2005-2006 (zahájení ostrého provozu proběhlo během začátku platnosti JR 2006/2007). V rámci liberalizace dopravy ISOŘ KADR vytváří prostředí pro tři uživatele:

- dispečerský aparát,
- přidělcce kapacity,
- One Stop Shop (dále jen OSS) (26).

Pro transparentnost a zabránění diskriminace je uživatelům umožněno si určit své požadavky na ad hoc trasy, které budou viditelné pro ostatní dopravce či nikoliv. Základním prvkem je požadavek, který je definován 4 fázemi:

- žádost o kapacitu,
- žádost o trasu,
- aktivace trasy,
- sledování průběhu jízdy vlaku (26).

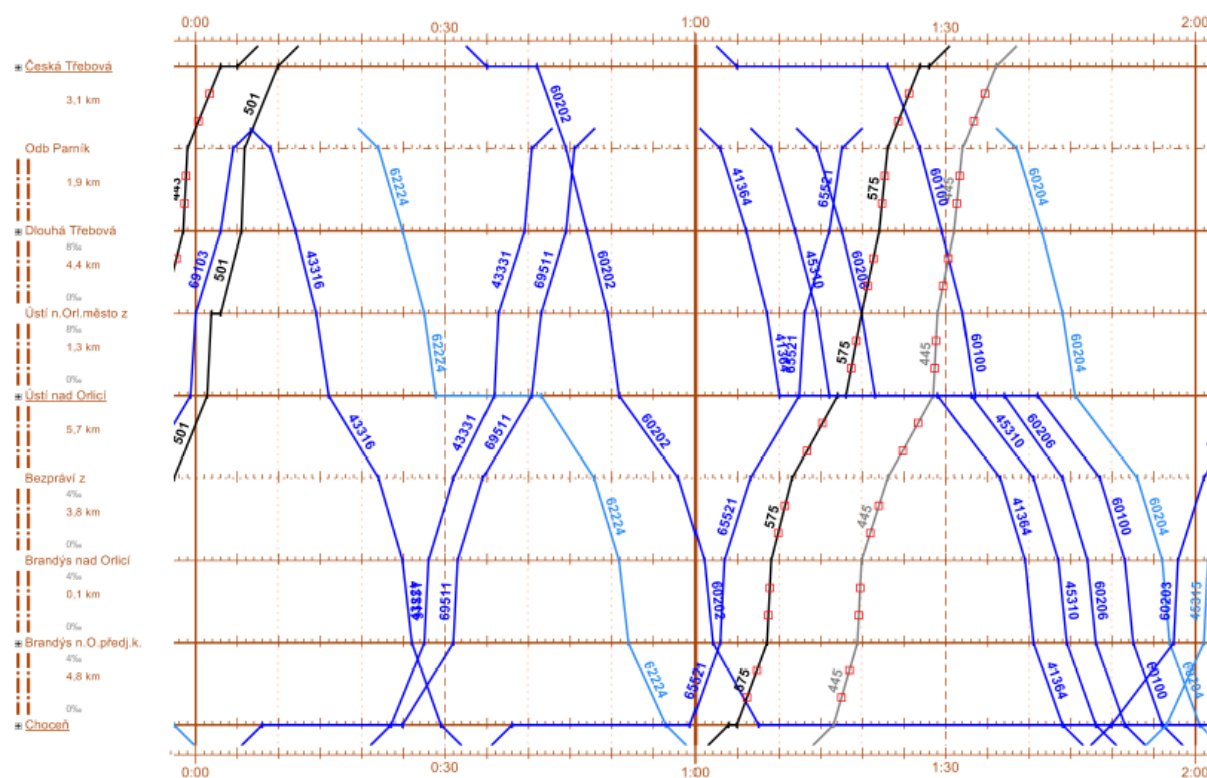
Konstrukce VNJR je možná v případě, že trasy vlaků z platného ročního JR, trasy vlaků v režimu ad hoc žádosti a popř. nové trasy vlaků v rámci VNJR, jsou aktivní (tj. znázorněné). Konstrukce VNJR není možná pokud je trasa vlaku vedena po nesprávné koleji, nesprávném směru či nulté koleji. Tato podmínka je neměnná (22).

Grafické rozhraní KADRU se liší od KANGA např. v barvě a tloušťce čar (trasa vlaku), měřítku dopravních bodů (KADR nerozlišuje vzdálenosti dopravních bodů), znázornění času je ve formátu X:00 a X:30. Dále jsou definované vzdálenosti mezi jednotlivými dopravními body a sklonové poměry.

Barevné znázornění trasy vlaků (pouze v rámci DP):

- černá - vlaky Ex, R, Sp,
- šedá - vlaky Os,
- modrá - vlaky Nex,
- světle modrá - vlaky Mn

Výše uvedené poznatky jsou znázorněné na obr. 11.



Obr. 11 Výřez grafického rozhraní KADR

Zdroj: KADR, úprava autorem

Počet evidovaných požadavků jednotlivých dopravců a registrovaných uživatelů v tomto systému se zvyšuje (26), proto se v budoucnosti počítá s plným přechodem z webové aplikace KANGO na KADR.

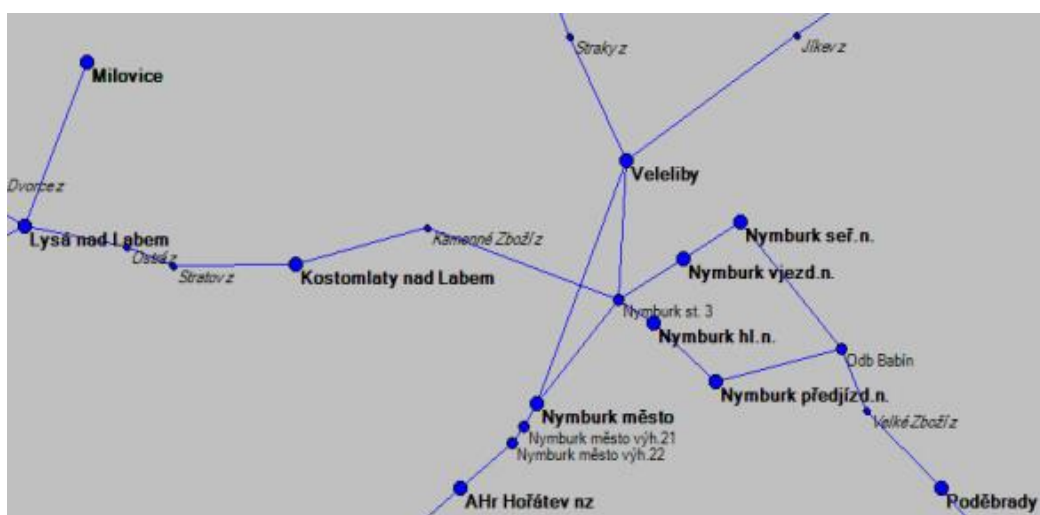
Nicméně v době, kdy autor diplomové práce (dále jen DP) zajišťoval přístup do systému KADR došlo k velkému výpadku systému, po němž byl autorovi přístup do testovací verze zamítnut. Podmínky pro její přístup byly od té doby zajištěny pouze pro konstruktéry VNJŘ.

Autor práce konstrukci VNJŘ prováděl pod dohledem zkušeného konstruktéra VNJŘ. V současné době je získání přístupu do systému KADR složitý.

2.4.2 KANGO

KANGO (Komplexní analýza nákrešného grafikonu on-line) je aplikace pro tvorbu ročního jízdního řádu vycházející z modulu SENA JŘ (Sestava nákrešných jízdních řádů). Vznikla vývojem v letech 2005 až 2009 (27) jako nástupce aplikací Centrální editor vlaků (CEV), SENA JŘ, Grafický editor standartních dat a Automatizovaný systém oběhů. Aplikace KANGO je určena pouze pro zaměstnance SŽDC (22). Základními moduly IS KANGO je:

- **KANGO-Kmen** – je editor kmenových dat obsahující např. železniční síť, hnací vozidla, vozový park, ...). Síť KANGO-Kmen se sestává ze dvou základních bodů (dopravní bod, dopravní úsek) (27). Příklad dopravních bodů a dopravních úseku je na obr. 12.



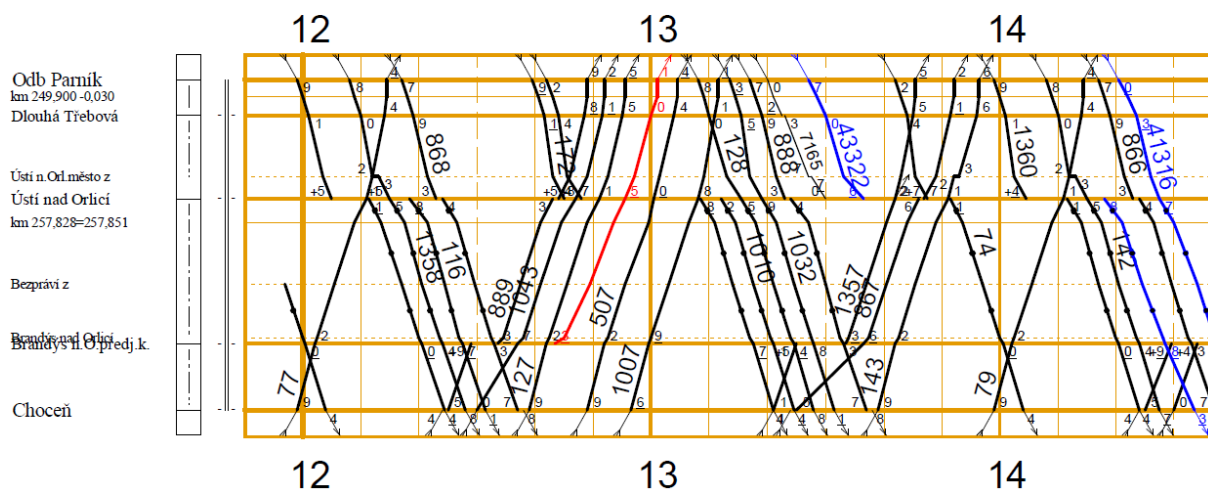
Obr. 12 Ukázka dopravních bodů a dopravních úseků

Zdroj: (27)

- **KANGO-Vlak** – slouží jako editor vlaků,
- **KANGO-GVD** – modul používaný pro tvorbu JŘ a jejich následný výstup.

Aplikace KANGO neslouží ke tvorbě JŘ pro vlaky ad hoc a na rozdíl od ISOŘ KADR nemá vlastní testovací verzi. Pro samotnou tvorbu JŘ v IS KANGO je nutné mít k dispozici data o železniční síti, vozidlech a jejich charakteristikách apod. Podkladem pro tvorbu VNJŘ je načtený NJŘ z modulu KANGO-Vlak.

Výhodou oproti aplikaci KADR je možnost vrácení trasy vlaku do listu GVD. Dále si konstruktér může pro každý vlak definovat kolej (staniční i traťovou kolej), po které povede trasa vlaku. Obr. 13 představuje výřez VNJŘ zkonstruovaného v IS KANGO.



Obr. 13 Výřez VNJŘ z IS KANGO

Zdroj: KANGO, úprava autorem

Shrnutí: Autor diplomové práce využil pro sestavení VNJŘ obě provozní aplikace. Jak IS KANGO, tak KADR má své výhody tak i nevýhody. V následujícím shrnutí jsou vypsány poznatky ohledně výše uvedených aplikací.

KADR je na zpracování JŘ jednodušší a časově méně náročný. Výhodou je možnost znázornění aktuálních tras vlaků (včetně vlaků v režimu ad hoc). Další výhodou je generování výstupů v MS Excel, kde jsou zobrazeny informace o všech trasách, které byly součástí grafikonu. V tabulkové formě jsou označeny např. počet smazaných, modifikovaných, odklonových tras včetně NAD. Dále jsou součástí výstupu z KADRU odchylky na vstupu a výstupu z oblasti v minutách. Výstup z KADRU bude součástí elektronické přílohy ve STAGU. Nevýhodou je nemožnost měnit trasy vlaků jinak než jejich posunutím nebo smazáním. Další nevýhodou jsou u online verze práce s daty, která jsou zajišťovaná z aplikace KANGO cca 30 dní před platností JŘ (22). U testovací verze navíc hrozilo v průběhu konstrukce VNJŘ smazání grafikonu z důvodu např. údržby programu. Velkou překážkou pro autora práce byla nemožnost pracovat s testovací verzí z důvodu znemožnění přístupu k ostrým datům (např. ochrana dat ostatních subjektů).

KANGO neobsahuje testovací verzi, proto se z důvodu nemožnosti přidávat ad hoc vlaky, začíná přecházet na KADR. Nespornou výhodou KANGA je možnost výpočtu podrobné dynamiky jízdy vlaku (zde byly určeny přírážky na jízdních dobách).

Dále je možné upravovat staniční nebo traťovou kolej (např. jízda po nesprávné koleji). Největší nevýhodou je nezohlednění dodatečně přidělených tras. KANGO pracuje pouze s ročním JŘ (22). Dalším nedostatkem je vyšší pracnost konstrukce (před posunem trasy je nutné odemknout zámek, poté definovat traťovou a staniční kolej, a nakonec posun celé trasy vlaku). Z pohledu autora je konstrukce jízdního řádu v KANGU pracnější, nicméně samotný grafikon je přehlednější a vizuálně atraktivnější. Navíc umožňuje výpočet dynamiky vlaku (v KADRU tato funkce chybí). Bohužel KANGO neumožňuje generování podrobného výstupu dat z grafikonu v programu Excel.

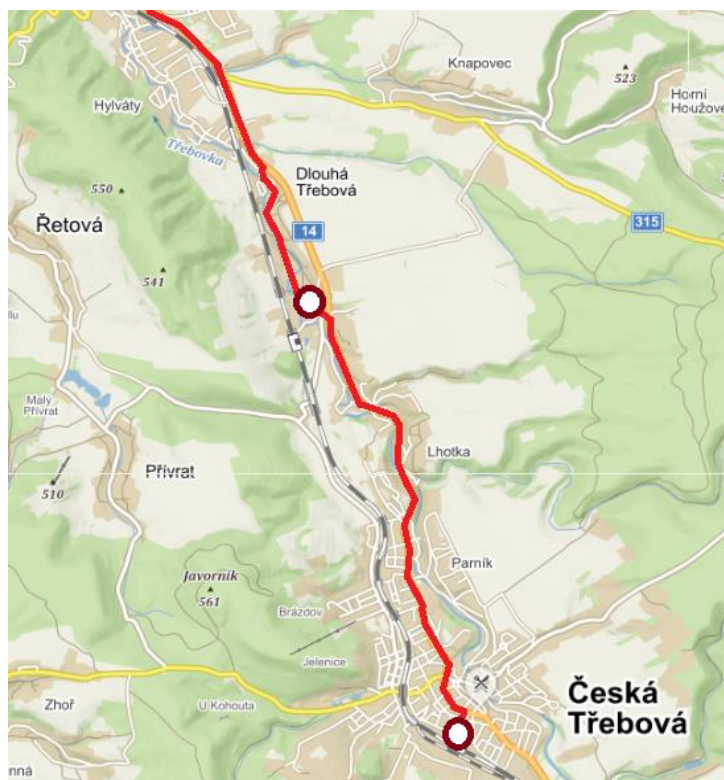
2.5 Návrh náhradní autobusové dopravy

Součástí omezení provozu je zavedení náhradní autobusové dopravy (dále jen „NAD“), podle § 54 odst. 1 a § 55 zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „Zákon o dráhách“). Rozhodnutí ohledně NAD podává Drážní úřad na základě žádosti SŽDC. SŽDC provádí koordinaci výluky, které vyžadují NAD, s příslušnými vlastníky pozemních komunikací tak, aby NAD nebyla narušena uzavírkami pozemních komunikací (28). K vzhledem dlouhé objízdné trase a celkové rychlosti přepravy by omezení provozu na pozemní komunikaci vedlo ke značnému prodloužení cestovních dob. Z tohoto důvodu musí být NAD zavedena v době, kdy na objízdných komunikacích nedochází ke stavebním činnostem NAD bude zavedena v úseku Choceň – Česká Třebová. Na obr. 14 a 15 je zobrazena trasa NAD se zastávkami.



Obr. 14 Trasa NAD Choceň - Ústí nad Orlicí město

Zdroj: (3), úprava autorem



Obr. 15 Trasa NAD Ústí nad Orlicí město - Česká Třebová

Zdroj: (3), úprava autorem

Podle v minulosti realizovaných NAD, doporučuje autor použít pro každý nahrazený spoj maximálně 2 autobusy. NAD bude nahrazovat všechny vlaky kategorie Os a Sp. Náklady na zajištění NAD závisí na délce trasy, kterou vykoná autobus nejen v úseku, kde probíhá výluka, ale také na jízdě z garáží na místo nasazení a zpět. Délka nahrazeného úseku činí 30 km. Dalším důležitým faktorem ovlivňující celkové náklady na zajištění NAD je cena za 1 km, která závisí na konkrétním dopravci zajišťující NAD v příslušném úseku. Obvykle se cena pohybuje okolo 23 až 26 Kč za 1 km. Tato cena se odvíjí od druhu přistaveného vozidla, které bude využíváno v době výluky (29). Další veličinou ovlivňující cenu NAD jsou náklady na personál (2× řidič v jednom směru).

3 Konstrukce výlukového nákresného jízdního řádu

Tato kapitola se zabývá samotnou konstrukcí 24 hod. výlukového JŘ naplánovaného na první pracovní den v týdnu. Autorem práce byly navrženy dvě varianty VNJR, které byly posuzovány z hlediska výsledné propustnosti, míry zpoždění na vstupu a výstupu, důležitosti vlaků a praxe v ostrém provozu. Bohužel z časových důvodů nebylo možné konstruovat grafikon pod dohledem jedné a téže osoby, a proto bylo rozhodnuto o konstrukci grafikonu pod dohledem dvou konstruktérů grafikonu (tj. v Praze a v České Třebové).

První varianta byla vypracovaná v programu KADR. Tzn. varianta A spočívá v minimalizování počtu odřeknutých vlaků. Základním kritériem bylo zachování všech vlaků kategorie Ex a R. Vlaky kategorie Os a Sp byly v úseku Choceň – Česká Třebová nahrazeny NAD. Odklonová trasa pro rameno Kolín – Brno (– Rakousko/Slovensko) je vedena přes Havlíčkův Brod. Tato odklonová trasa byla určena pouze pro vybrané nákladní vlaky kategorie Nex. Ostatní vlaky kategorie Nex ve směru Ostrava (– Polsko/Slovensko) byly až na výjimky (např. z důvodu malé důležitosti), zachovány. Totéž platí o vlacích Nex s výchozím/koncovým bodem v terminálu Metrans v České Třebové. U výše popsáných vlaků došlo ke změně časových poloh průjezdu omezujícím úsekem. Z důvodu výrazného snížení propustnosti traťového úseku bylo nutné odříct (smazat) trasu některým nákladním vlakům (zejména kategorie Pn).

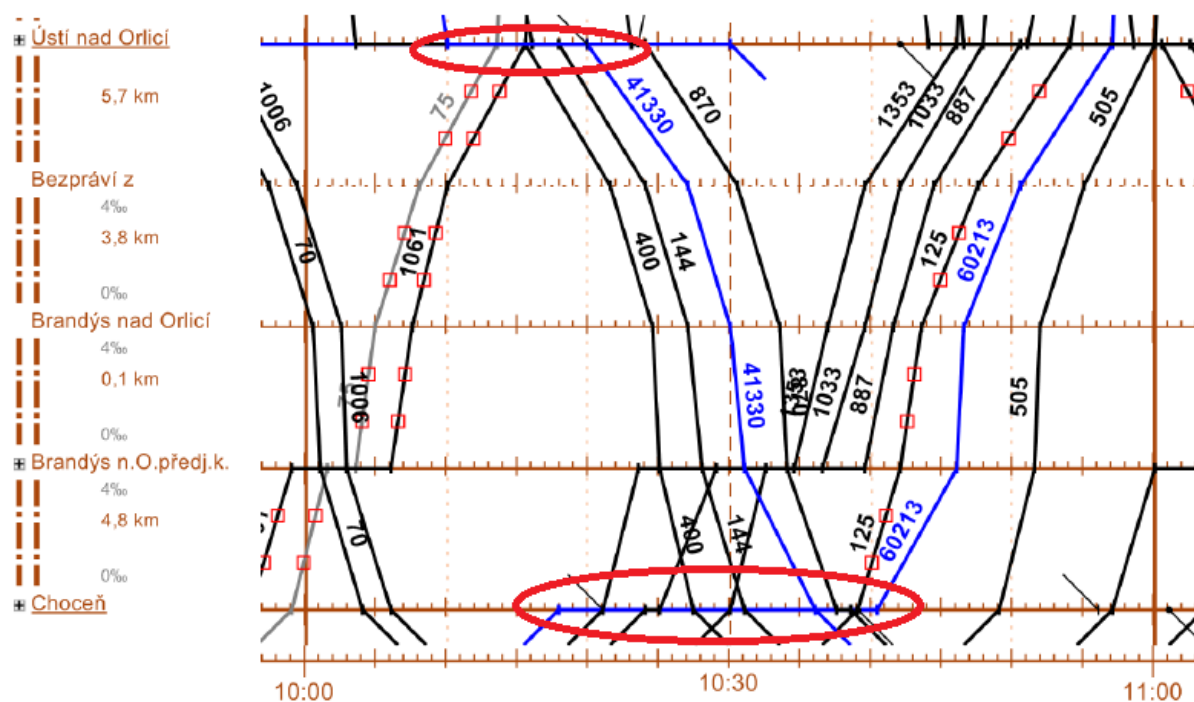
Druhá varianta, tzn. varianta B, byla vytvořená v programu KANGO na pracovišti v České Třebové. Varianta B již počítá s větším zastoupením odklonových tras vlaků. Oproti variantě A byla navržena odklonová trasa přes Havlíčkův Brod i pro vlaky kategorie Ex (pouze pro některé spoje bez pobytu v České Třebové). Pro nákladní vlaky platí stejné podmínky jako ve variantě A. Tato varianta počítá s větší přesností a menšími odchylkami v provozu. Na druhou stranu je počet zrušených či odkloněných vlaků oproti předchozí variantě větší.

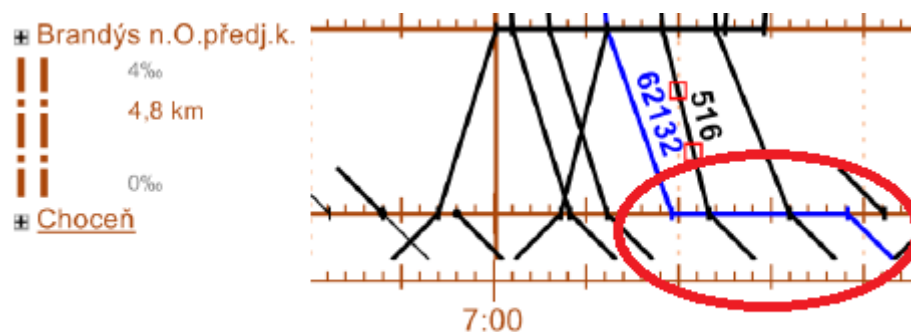
V následujících kapitolách budou tyto varianty představeny podrobněji. Z důvodu obsáhlosti problematiky (změny tras se týkaly více než 220 vlaků) se autor práce detailněji zaměří jen některé konkrétní případy.

Zajímavostí je i odlišný přístup konstruktérů grafikonu, kdy ve variantě A bylo navrženo předjíždění vlaků v dopravnách mezi Pardubice hl. n. – Brandýs nad Orlicí a ve variantě B nikoli.

3.1 Varianta A

Tato kapitola pojednává o postupu a koncepci VNJR, vytvořený v programu KADR. Varianta A definuje situaci tzn. nejmenšího odporu, kdy grafikon respektuje, pokud možno největší počet požadavků ze strany dopravců. V současné době dopravci požadují v co největší míře zachování stávajícího provozu, což má za následek velmi vysoké nároky na propustnost. Dalším problémem je omezený počet staničních kolejí v dopravních Chocně, Brandýs nad Orlicí a Ústí nad Orlicí. Problematiku délky staničních kolejí autor řešil prostřednictvím posunu trasy vlaku do takové časové polohy, kdy ve stanici nehrozila konfliktní situace. Tyto konfliktní situace s nedostatečnou délkou kolejí nebo vyčerpanou kapacitou hrozily zejména u nákladních vlaků kategorie Nex. Pro tyto případy byly vhodné stanice Chocně a Ústí nad Orlicí. Příklad pobytu vlaku Nex pro účely předjíždění osobních vlaků je na obr. 16.

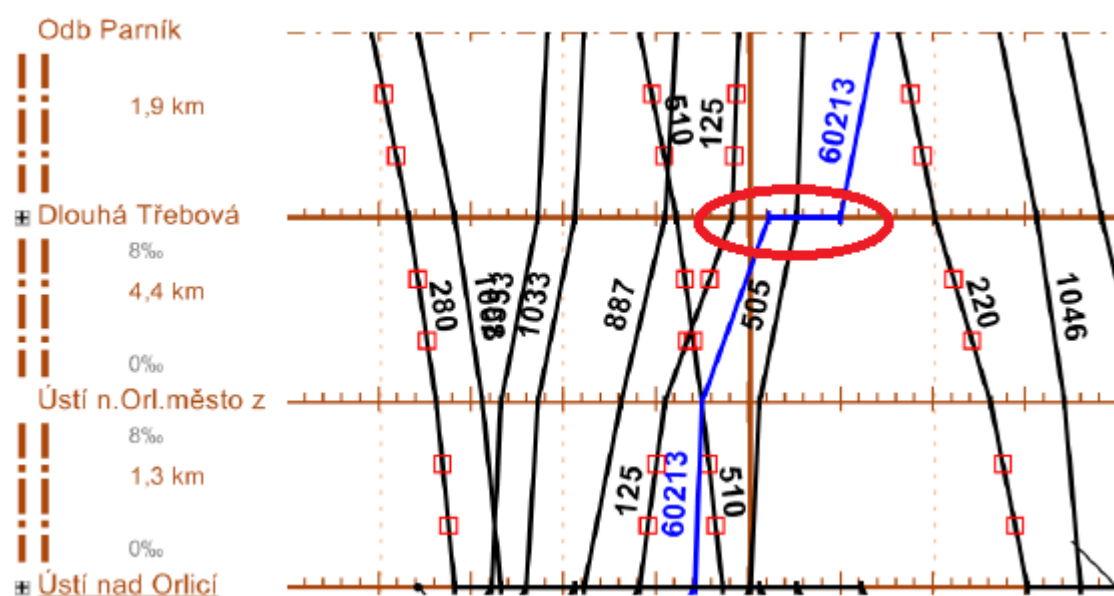




Obr. 17 Předjíždění vlaku Nex v žst. Choceň

Zdroj: KADR, úprava autorem

Totožná situace, kdy v důsledku výlukových prací došlo ke změně pořadí jízdy vlaku je znázorněna na obr. 18.



Obr. 18 Předjíždění vlaku Nex v žst. Dlouhá Třebová

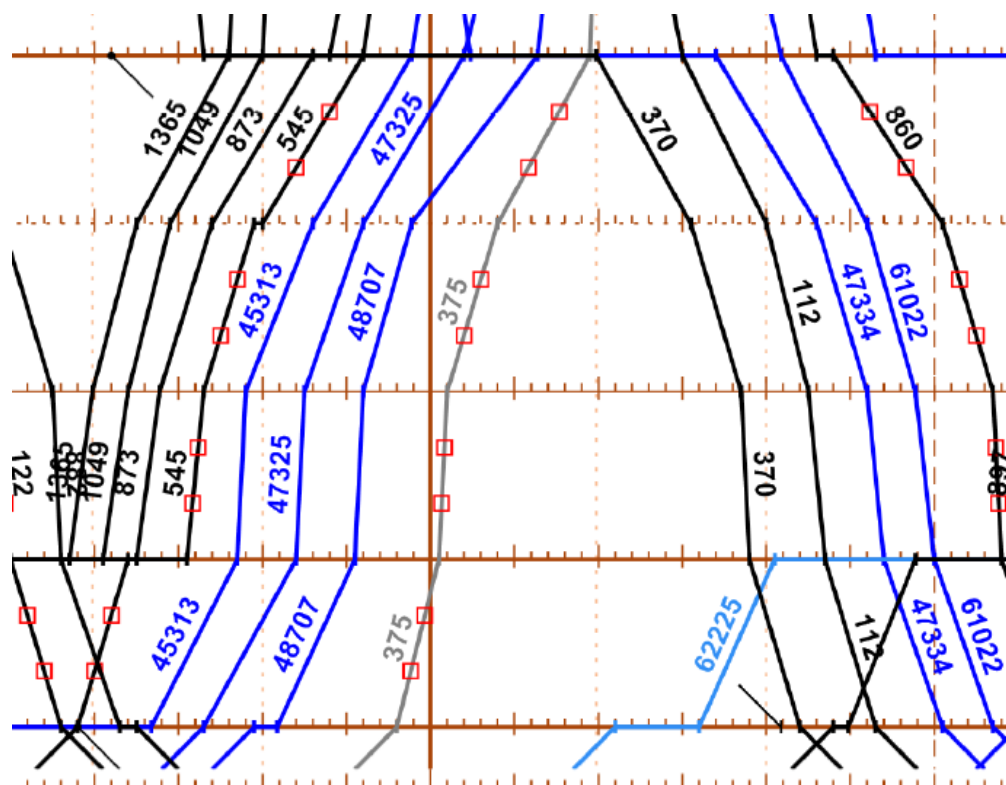
Zdroj: KADR, úprava autorem

Hodnoty následného mezidobí jsou při jízdě ve svazku určeny na základě tabulek následného mezidobí a konzultace s konstruktéry VNJR. Minimální hodnoty mezidobí jsou 2 min. Tabulky následných mezidobí jsou k dispozici v příloze H a CH. Výpočet intervalu křižování je uveden v příloze C. Hodnota intervalu křižování vychází na 0,5 min. Z důvodu zajištění spolehlivosti a stability jízdního řádu se zapracovávají tzv. časové rezervy. Ty jsou ve většině případů ovlivněny přístupem tvůrce grafikonu (minimální rezerva by měla činit 5 min). Bohužel v extrémních případech nebylo možné ve výlukových jízdních rádech vložit 5 min. rezervu, aniž by došlo k výraznější redukci vlaků v dané oblasti. Ukázkovým příkladem je právě výluka Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí.

Zdroj: KADR, úprava autorem

Dalším řešením problematiky propustnosti vyloučeného úseku byl posun odjezdu vlaku v některé z nácestných stanic, kde měl vlak dlouhý pobyt z důvodů, které nesouvisely s vlakovotvorbou nebo výměnou vlakové čety či hnacího vozidla. Tyto informace získal autor během konzultace.

Trasy vlaků osobní dopravy ve vyloučeném úseku byly řešeny pomocí svazkování (ideální počet jsou tři až čtyři vlaky ve svazku). Tento stav je uskutečnitelný u jednodušších výlukových činností. V případě výluky Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí je toto provedení z důvodu velmi intenzivního provozu během špičkového času nerealizovatelný. V nejsložitějších situacích byly do jednoho svazku vloženy po až 8 trasách. Obr. 20 znázorňuje výše uvedený případ.

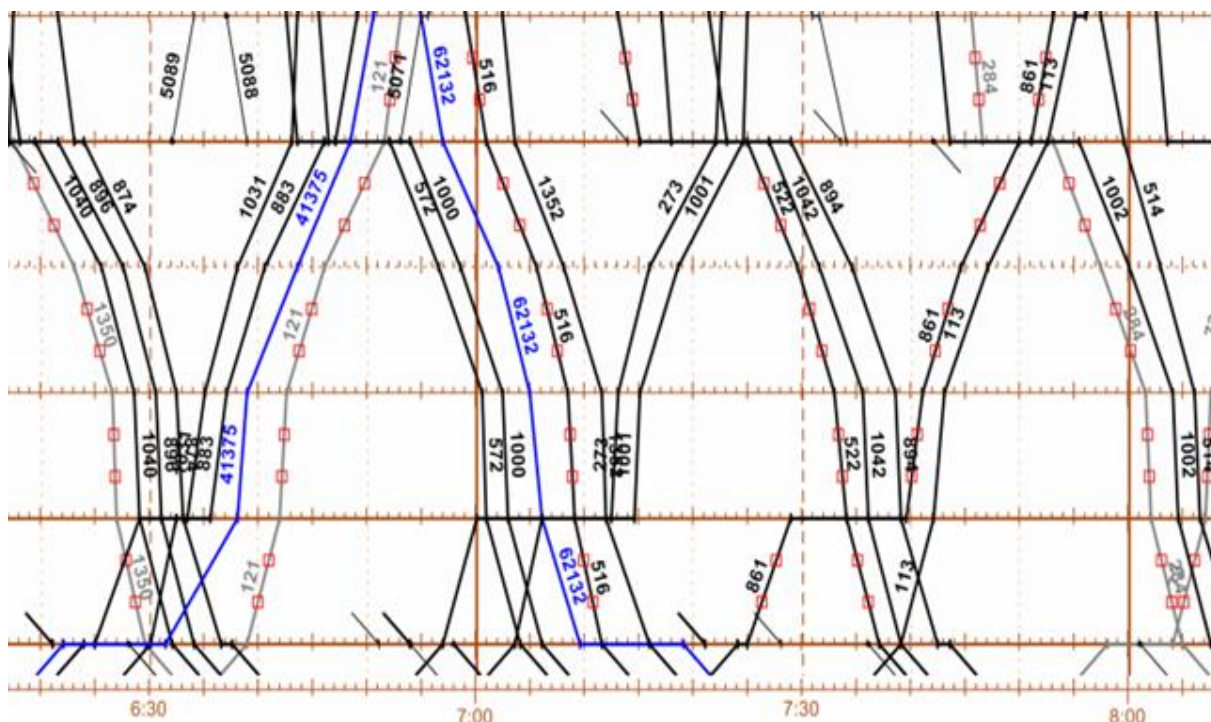


Obr. 20 Příklad svazkování vlaků v období mezi 19:30-20:30 hod.

Zdroj: KADR, úprava autorem

Počty svazků se určují na základě dopravní situace. Výše uvedený případ znázorňuje svazkování ve večerních hodinách, kdy ještě dojíždějí cestující ze zaměstnání a zároveň vznikl prostor pro vlaky ND.

Obr. 21 znázorňuje svazkování v čase dopravní špičky.



Obr. 21 Svazkování vlaků během dopravní špičky

Zdroj: KADR, úprava autorem

Během špičkového času se do VNJR podařilo zakreslit pouze jeden pár nákladních vlaků. Z důvodu minimalizace zpoždění (max. doba zpoždění 15 minut) byly navrženy trasy vlaků po menších svazcích. Během dopravního sedla je osobní doprava mírně utlumena, proto bylo v období 9:00–15:00 hod. vloženo 9 nákladních vlaků.

Varianta A představuje situaci, kdy jsou dopravci ochotni zpozdít vlaky v řádech jednotek až desítek minut. U některých nákladních vlaků představuje zpoždění na výstupu nad 100 minut. Jedná se o případy, kdy z důvodu vysoké priority vlaku, času průjezdu, popř. počátku trasy nelze provést odřeknutí vlaku nebo odklon. Tabulka č. 12 představuje část výstupu z KADRU, ze kterého je patrný počet vlaků jednotlivých dopravců, modifikovaných tras, smazaných vlaků, vlaků nahrazených NAD a odklonových tras.

Tab. 12 Výpis počtu změněných tras

Název	Počet tras celkem / modifikovaných / smazaných / náhradní doprava / odklonem
PKP Cargo	4/3/0/0/1
ARRIVA vlaky s.r.o.	16/6/0/0/0
Cargo Motion s.r.o.	4/1/1/0/0
CER Slovakia a. s.	4/1/0/0/4
ČD Cargo, a.s.	164/49/10/0/1
České dráhy, a.s.	280/129/0/40/0
DB Cargo Czechia s.r.o.	2/0/0/0/0
IDS CARGO a.s.	4/4/1/0/0
Leo Express s.r.o.	24/18/0/0/0
LTE Logistik a Transport Czechia s.r.o.	2/0/0/0/2
LTE Logistik a Transport Slovakia s.r.o.	2/0/0/0/0
METRANS Rail s.r.o.	22/11/0/0/1
Rail Cargo Carrier - Czech Republic s.r.o.	2/1/0/0/0
RegioJet a.s.	44/42/0/0/0
RM LINES, a.s.	5/0/0/0/0
UNIPETROL DOPRAVA, s.r.o.	8/2/1/0/1
VÍTKOVICKÁ DOPRAVA a.s.	2/0/0/0/0

Zdroj: KADR

Na základě tab. 12 je patrné, že i přes použití podmínky pro zachování co největšího počtu vlaků bylo nutné smazat 13 vlaků nákladní dopravy.

V tab. 13 jsou vypsané zrušené vlaky včetně relace, kategorie a dopravce.

Tab. 13 Výpis smazaných vlaků

Doprovce	Vlak	Relace
Cargo Motion s.r.o.	Pn 59883	Kolín seř. n. – Ostrava-Bartovice
ČD Cargo, a.s.	Nex 60214	Česká Třebová odj. sk – Hněvice seř. n.
ČD Cargo, a.s.	Nex 61023	Praha-Uhřetěves – Česká Třebová vjezd.sk.
ČD Cargo, a.s.	Pn 62220	Česká Třebová odj. sk. – Nymburk vjezd. n.
ČD Cargo, a.s.	Pn 62227	Nymburk seř.n. – Česká Třebová vjezd.sk.
ČD Cargo, a.s.	Pn 64000	Třinec – Kladno-Dubí
ČD Cargo, a.s.	Pn 65520	Břeclav přednádraží – Praha-Malešice
ČD Cargo, a.s.	Pn 65532	Lichkov – Praha-Libeň
ČD Cargo, a.s.	Nex 48739	Nové Sedlo u Lokte – Lúky pod Makytou
ČD Cargo, a.s.	Pn 62131	Most n.n. odjezd – Č.Třebová vjezd.sk.
ČD Cargo, a.s.	Pn 60205	Cheb – Č.Třebová vjezd.sk.

Zdroj: KADR

Odklonová trasa pro variantu A je určena pouze pro vlaky nákladní dopravy. Je vedena z Brna přes Havlíčkův Brod do Kolína. Odklonová trasa je vhodná pro její malou vytíženost (vyhýbá se dopravně Česká Třebová a Pardubice). Bohužel v úseku Brno Židenice – Tišnov je velmi silná příměstská doprava, a to v rozsahu 5–8 hod a mezi 15–20 hod. Nicméně na základě konzultace s vedoucím diplomové práce bylo rozhodnuto, že posouzení kapacity odklonové trasy by znamenalo zbytečné rozšíření diplomové práce. Dalším problémem jsou sklonové poměry na trati, následkem čehož jsou nuceni nákladní dopravci používat postrk. V případě potřeby odklonu vlaku v kritickém čase navrhuje autor operativní provoz v daném úseku.

V tab. 14 jsou vypsané všechny vlaky po odklonové trase.

Tab. 14 Vlaky jedoucí po odklonové trase

Dopravce	Vlak	Relace
PKP Cargo International	Nex 49304	Devínská Nová Ves - Emden Hbf
CER Slovakia a. s.	Nex 47760	Kúty - Děčín hl. n. nákl. n.
CER Slovakia a. s.	Nex 47761	Děčín hl. n. nákl. n. - Kúty
CER Slovakia a. s.	Nex 47763	Děčín hl. n. nákl. n. - Kúty
CER Slovakia a. s.	Nex 47762	Kúty - Děčín hl. n. nákl. n.
LTE Logistik a Transport Czechia s.r.o.	Nex 47770	Kúty - Ústí n. L. hl. n. sever
LTE Logistik a Transport Czechia s.r.o.	Nex 47771	Ústí n. L. hl. n. sever - Kúty
METRANS Rail s.r.o.	Nex 41316	Dunajská Streda - Bremerhaven Kaiserhbf
UNIPETROL DOPRAVA, s.r.o.	Nex 47748	Kúty - Most n. n. příjezd.

Zdroj: KADR

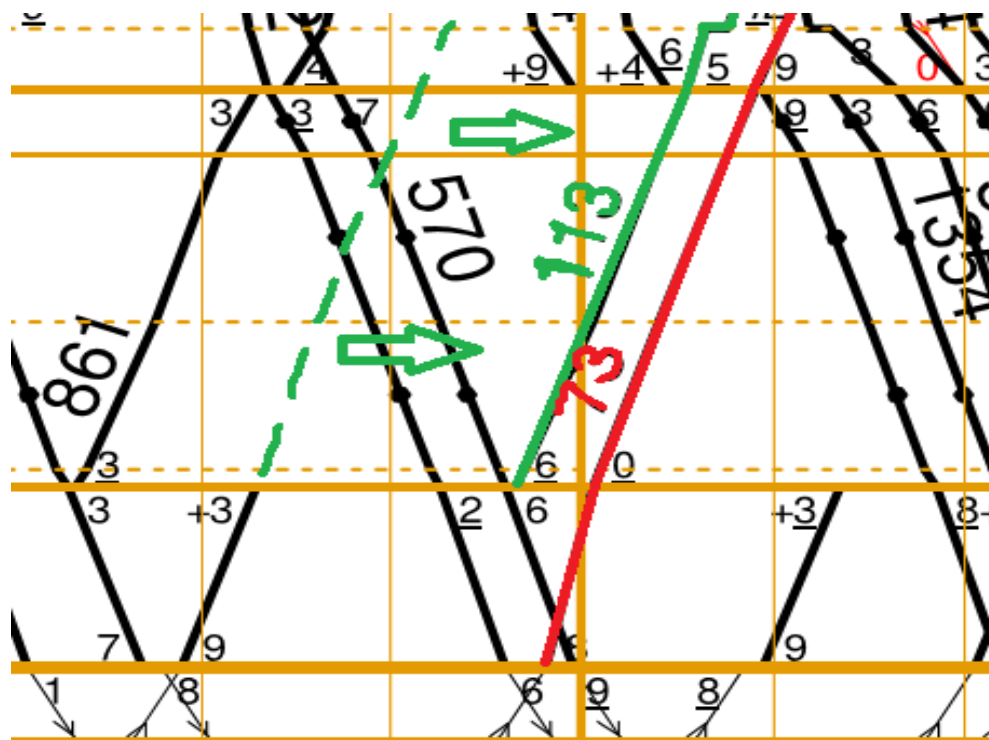
Shrnutí: Varianta A je z pohledu dopravce nejpriznivější varianta, protože částečně zachovává původní rozsah dopravních výkonů. Z regionální osobní dopravy je celkem 40 osobních a spěšných vlaků nahrazeno NAD. Dálková osobní doprava zůstala neměnná. Oproti normálnímu stavu se pouze liší posunutými časy průjezdu opravovaným úsekem. Kompletní VNJR je umístěn v příloze D v podobě PDF dokumentu. Podle autora práce je varianta A z pohledu stability JŘ nevhodná. Průměrná doba zpoždění u vlaku OD činila na výstupu 12,5 min. a to za předpokladu, že všechny vlaky přijely do vstupního bodu včas (v provozu nereálná situace). Průměrná doba zpoždění u vlaku ND činila na výstupu 22,18 min. Do tohoto času nejsou započítány časy výstupů u vlaků, kterým byl posunutý odjezd z dopravní na dřívější dobu. Největší zpoždění, které činilo 225 min, bylo zjištěno u vlaku Nex 43205 dopravce ČD Cargo, a.s. z Polské republiky do Mladé Boleslavi.

3.2 Varianta B

Varianta B představuje z hlediska propustnosti stabilnější variantu. Mimo zajištění odklonových tras pro ND počítá s odklonem i pro některé expresy pro směr z/do Bratislava/Wien. Podobně jako variantu A i variantu B autor vypracoval pod dohledem zkušeného konstruktéra VNJR, tentokrát v programu KANGO na Oddělení výlukových jízdních řádů v České Třebové. Oproti variantě A byly navrženy pobyty vlaků pouze ve

stanicích Brandýs nad Orlicí a Ústí nad Orlicí. Během konstrukce VNJŘ autor respektoval sledy jednotlivých vlaků podle původního grafikonu (s výjimkou vlaků ND).

Hodnota následného mezidobí byla zvýšena na 3 min. Hodnota intervalu křižování je 0,5 min. Dále byly upraveny trasy vlaků tak, aby nedošlo ke zbytečným přírážkám vlaků kategorie railjet (dále jen rj). Obr. 22 představuje postup úpravy trasy vlaku Ex 113 do pozdější časové polohy.



Obr. 22 Úprava trasy vlaku

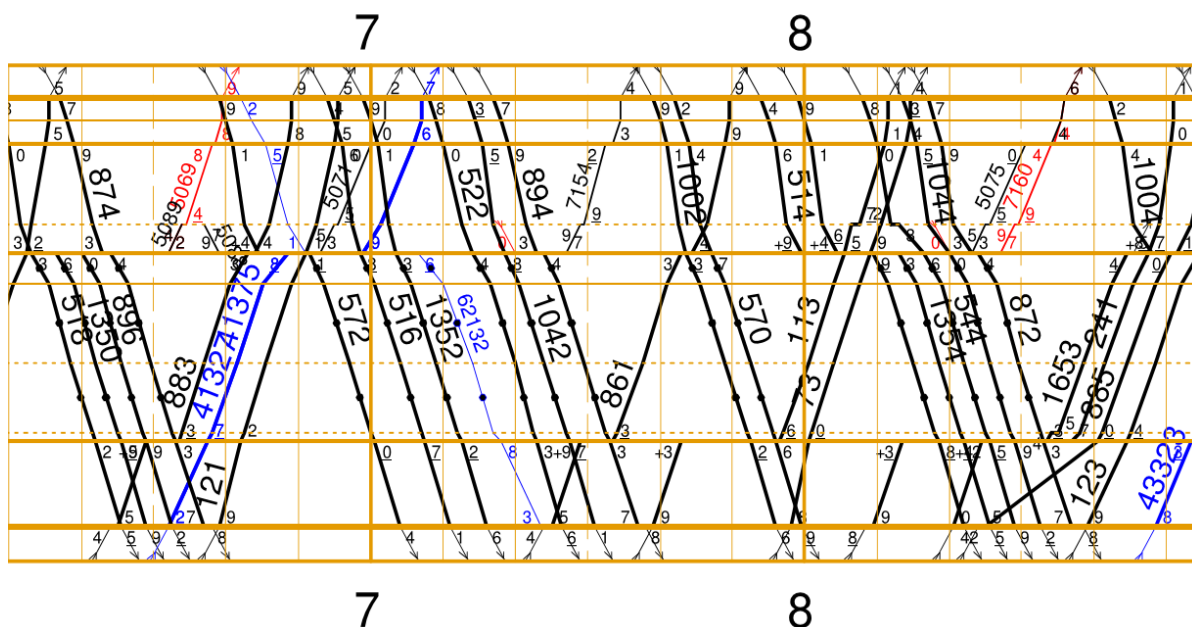
Zdroj: KANGO, úprava autorem

Posunem trasy vlaku Ex 113 se docílilo průjezdu dvojice vlaků RJ 1002 a Ex 570. Umožněním průjezdu výše představené dvojice vlaků nedošlo k vytvoření konfliktu s vlakem Ex 113 a Ex 73. Důvodem preference včasnosti vlaku Ex 73 před Ex 113 je její minimalizace zpoždění na české straně. Podle vyjádření SŽDC jsou vlaky railjet nejsledovanějšími vlaky v ČR. Tato podmínka je plněna na základě dohody mezi SŽDC, ČD a rakouským dopravcem OBB. Bohužel tuto informaci autor získal až během konstrukce varianty B, proto mají vlaky railjet ve variantě A stejná kritéria jako ostatní vlaky kategorie Ex.

- 1. vlak – vlak kategorie Nex,
- 2. vlak – vlak kategorie Ex, R.

Zdroj: KANGO, úprava autorem

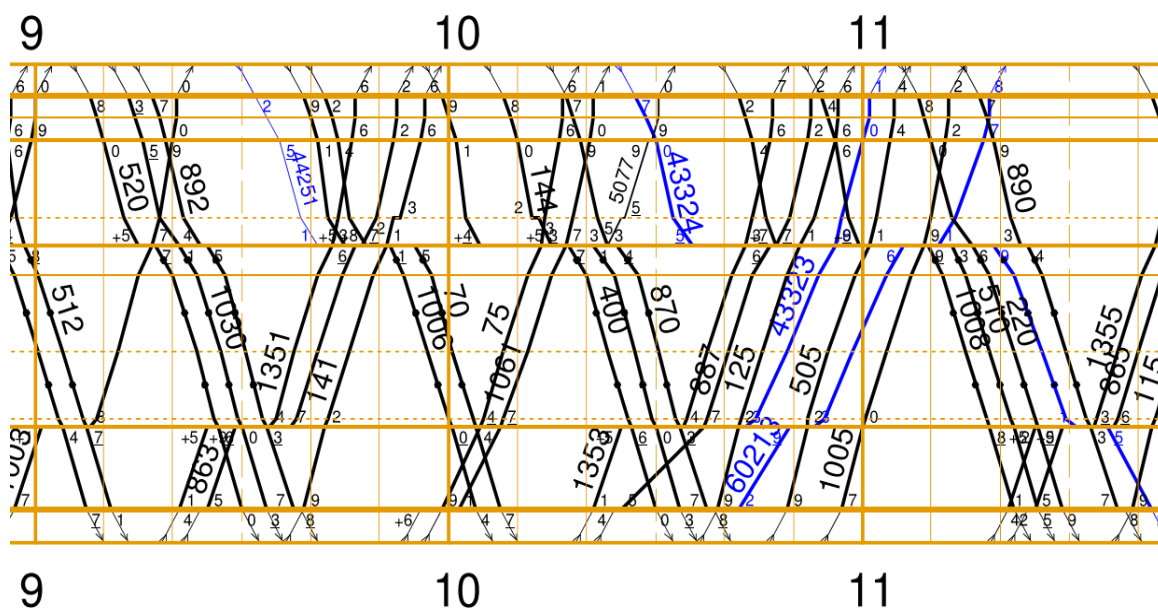
Podobně jako ve variantě A bylo použito svazkování. Počet svazků záviselo na dopravní situaci. Optimální počet svazků jsou 2-3, nicméně z důvodu velké vytíženosti traťového úseku bylo nutné zkonstruovat trasy vlaků ve více svazcích. Dále se počet svazků odvíjí od doby, kdy probíhá přeprava. Na obr. 24 je znázorněna ukázka svazkování v době přepravní špičky.



Obr. 24 Svazkování během ranní špičky

Zdroj: KANGO, úprava autorem

Nejvyšší počet svazků je v tomto případě sedm a znázorňuje situaci, kdy je větší preference pro cesty do Pardubic (popř. Hradec Králové) a do Prahy. V sedlovém čase je počet svazků menší. Díky tomu bylo umožněno vložit některé vlaky ND. To je patrné z obr. 25.



Obr. 25 Svazkování během sedla

Zdroj: KANGO, úprava autorem

Bohužel na rozdíl od KADRU nebylo dostupné generování výstupních údajů v MS Excel týkající se zpoždění na vstupu a výstupu. V následující tab. 15 je vytvořený základní výstup dat z KANGA.

Tab. 15 Výstup z KANGA

<i>Pravidelné vlaky opožděné na výlucce o více než 1 hodinu</i>	<i>Pravidelné vlaky nezkreslené ve výlukovém GVD</i>	<i>Vlaky podle potřeby nezkreslené ve výlukovém GVD</i>
62224 CDC	65601 CDC	
43323 Metrans	1300/1301 CD	
43322 Metrans	43413 CDC	
47334 CDC	41325 Metrans	
62200 CDC	40738 CDC	
66011 CDC	60401 CDC	
60215 CDC	41330 Metrans	
69103 IDS	69100 IDS	
	43205 CDC	
	65532 CDC	
	60106 CDC	
	60104 CDC	
	60802 CDC	
	40737 CDC	
	40736 CDC	
	46605 Arriva	
	46606 Arriva	
	48739 CDC	
	69101 IDS	
	41332 Metrans	
	60214 CDC	
	41355 CDC	
	46601 Arriva	
	60205 CDC	
	60801 CDC	
	43412 CDC	

<i>Pravidelné vlaky opožděné na výluce o více než 1 hodinu</i>	<i>Pravidelné vlaky nezkrácené ve výlukovém GVD</i>	<i>Vlaky podle potřeby nezkrácené ve výlukovém GVD</i>
	62130 CDC	
	69102 IDS	
	60402 CDC	
	60420 CDC	
	62222 CDC	
	62223 CDC	

Zdroj: KANGO, úprava autorem

Celkový počet vlakových tras, nezkrácený ve VNJR např. z důvodu smazání trasy nebo odklonu přes Havlíčkův Brod, je 32 nákladních vlaků. V případě vlaků osobní dopravy byla autorem navržena odklonová trasa pro následující vlaky zobrazené v tab. 16.

Tab. 16 Seznam odklonových vlaků OD

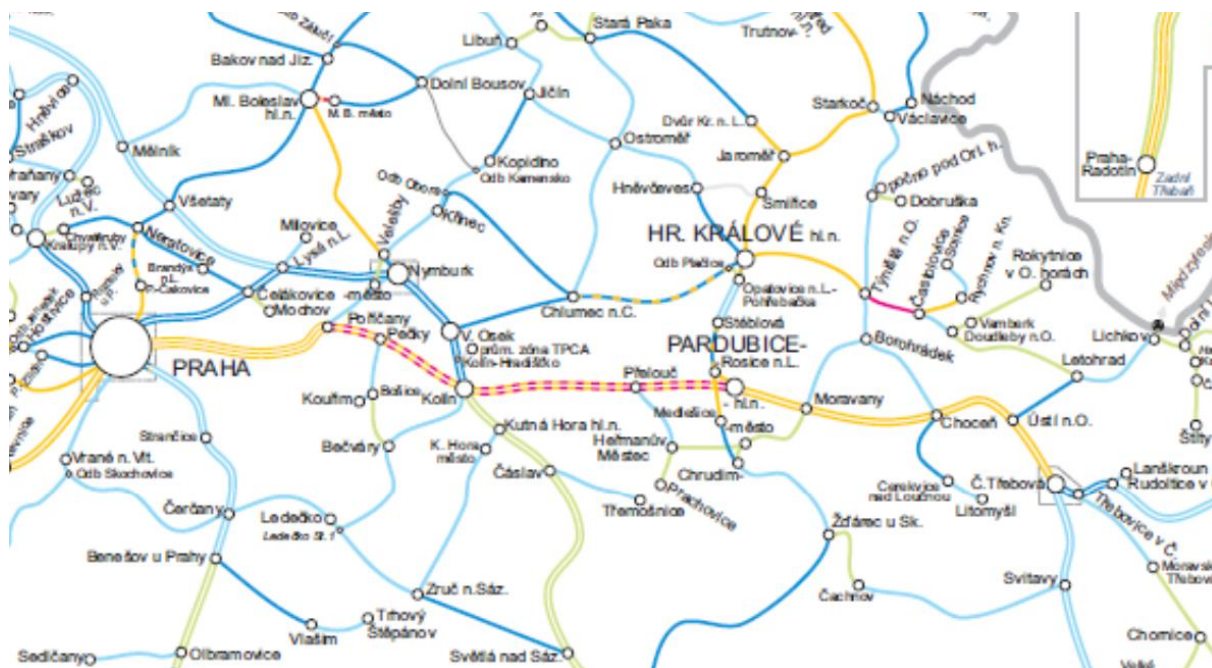
Dopravce	Vlak	Relace
ČD a.s.	Ex 273	Praha hl.n. - Budapest-Nyugati pu.
ČD a.s.	Ex 275	Praha hl.n. - Budapest-Nyugati pu.
ČD a.s.	Ex 277	Praha hl.n. - Budapest-Nyugati pu.
ČD a.s.	Ex 279	Praha hl.n. - Budapest-Nyugati pu.
ČD a.s.	Ex 281	Praha hl.n. - Budapest-Nyugati pu.
Regiojet a.s.	Ex 1033	Praha hl. n. - Wien Hbf.
Regiojet a.s.	Ex 1037	Praha hl. n. - Wien Hbf.
Regiojet a.s.	Ex 1041	Praha hl.n. - Bratislava hl.st.
Regiojet a.s.	Ex 1045	Praha hl.n. - Bratislava hl.st.
Regiojet a.s.	Ex 1047	Praha hl.n. - Bratislava hl.st.
ČD a.s.	Ex 278	Budapest-Nyugati pu. - Praha hl.n.
ČD a.s.	Ex 280	Budapest-Nyugati pu. - Praha hl.n.
ČD a.s.	Ex 282	Budapest-Nyugati pu. - Praha hl.n.
Regiojet a.s.	Ex 1046	Bratislava hl.st. - Praha hl.n.
Regiojet a.s.	Ex 1048	Bratislava hl.st. - Praha hl.n.
Regiojet a.s.	Ex 1050	Bratislava hl.st. - Praha hl.n.

Zdroj: KANGO, úprava autorem

Shrnutí: Varianta B zajišťuje díky většímu zastoupení odklonových tras lepší stabilitu JŘ, což má za následek menší zpoždění vlaků na výstupu. Z pohledu konstruktéra grafikonu může mít rozvětvení vlakových tras vlaků osobní dopravy do dvou relací Česká Třebová/Havlíčkův Brod pozitivní efekt (což se prokáže na koeficientu čekání určený separátní simulací v kapitole 4), protože nedochází ve špičkových časech k výrazným nepravidlostem v dopravě na jednokolejném úseku. Navíc může efektivněji využívat alternativní trasu přes Havlíčkův Brod bez nutnosti použití postrku (tato podmínka neplatí pro dlouhé vlaky ND). Velkým omezením je četná příměstská doprava v úseku Tišnov – Brno, ve které může dojít k obdobnému problému jako na trati u Bezpráví. Dalším problémem je delší jízdní doba (prodloužení jízdní doby o cca 40 minut u Ex). Velkým omezením je poté komunikace s jednotlivými dopravci, kteří preferují dlouhé pobyty před trasou, která je časově náročnější, a navíc z důvodu neobsloužení Pardubic a Hradce Králové, energetické náročnosti (z důvodu většího převýšení) i ztrátovější. V současné době se odklonové trasy navrhuji pouze při mimořádných událostech na trati nebo při velkých výlukových akcích (např. budoucí optimalizace traťového úseku Blansko – Brno).

4 Posouzení variant

Problematika kapacity železničních tratí je jedním z nejzávažnějších problémů na české železnici. Zvyšování kapacity je jedním ze základních cílů Evropské komise v oblasti železničního výzkumu pro období 2014–2020. Nedostatečná kapacita se projevuje zejména v okolí velkých aglomerací (Praha, Brno a Ostrava) (30). Ke zhoršení situace došlo po spuštění Open Access provozu (nástup dopravce Regiojet a. s., Leo Express Global a. s., Arriva vlaky s. r. o.). Rozsah kapacity je k současnému GVD zejména na 1. koridoru nevyhovující (týká se to především úseku Pardubice – Poříčany) (8). V traťovém úseku Česká Třebová – Pardubice hl. n. je využití propustnosti traťových kolejí a s tím související kvalita traťových kolejí na rizikové úrovni (žlutá/červená trasa). Je pravděpodobné, že pokud nedojde minimálně k přidání kolejových vložek (především v úseku okolo Bezpráví), nebo k přesměrování části tranzitu přes alternativní trasy (např. přes Havlíčkův Brod), bude situace ve stávajícím úseku nevyhovující (červená trasa). Situaci s využitím propustnosti tratí znázorňuje obr. 26.



Obr. 26 Využití propustnosti tratě 010

Zdroj: (8), úprava autorem

V této kapitole se autor diplomové práce zaměří na možné použití nové směrnice SM 124 a samotné vyhodnocení variant podle separátní simulace.

4.1 Analýza směrnice SŽDC SM124

Směrnice SŽDC SM124 upravuje metodiku pro zjišťování kapacity traťových kolejí, zhlaví a kolejových skupin. Postupy ve směrnici SŽDC SM124 se používají pro posuzování stávající infrastruktury a stávajícího provozu včetně jejich změn. Dále směrnice ruší pojem teoretická a praktická propustnost. Z pohledu provozovatele infrastruktury mohou změny spočívat v organizačních nebo investičních opatření. Z pohledu dopravců se změny týkají počtu jízd, konceptu jízdního řádu, nasazení nových vozidel apod. SŽDC SM124 ustanovuje kromě druhů vlaků definovaných v předpise D1 následující skupiny vlaků:

- dálková osobní doprava (Ex a R),
- regionální (popř. příměstská) osobní doprava (Sp a Os),
- nákladní doprava (Nex, Pn, Mn a vlečky). (38)

Směrnice SŽDC SM124 představuje kapacitu jako schopnost realizovat určitý dopravní výkon v určité kvalitě (směrnice D24 charakterizuje propustnou výkonnost jako rozsah dopravy, která může být za daného vybavení trati a při zachování řádu pro její využívání, může být trvale a pravidelně zvládnut) (20). Nejdůležitějšími parametry ovlivňující kapacitu jsou:

- podoba infrastruktury,
- počet a kvalifikace zaměstnanců zúčastněných na řízení provozu a technologie jejich práce,
- rozsah a struktura dopravy, požadavky na časové polohy jednotlivých jízd,
- požadavky na kvalitu provozu (zejména spolehlivost a rychlost),
- výše zpoždění (na vstupu a uvnitř vyšetřovaného zařízení),
- velikost rezerv (přirážky v jízdních dobách, rezervy v pobytech, následná mezidobí) (20).

Ukazatele pro vyjádření kapacity

- **Dopravní výkon:** lze jej popsat jako rozsah dopravy, provozní koncept nebo JŘ
- **Metody pro zjišťování kapacity:**
 - konstrukční metody,
 - analytické metody,
 - simulační metody,
 - separátní simulace,
 - extenzivní simulace,
 - metoda přepočtu čekání na přírůstek zpoždění (21).

Protože autor práce řešil problematiku propustnosti pro jeden mezistaniční úsek (tj. Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí), bude použita návrhové části separátní simulace. **Směrnice SŽDC SM124 je v platnosti od 7. 6. 2019.**

4.2 Separátní simulace

Separátní simulace je jedna z metod zjišťování kapacity traťových kolejí a zhlaví. Výhodou této metody je její použití pro stanice na dvoukolejné trati, které nejsou vybaveny ani poloperonizací. Metodou separátní simulace se zjišťuje kapacita odděleně pro jednotlivá zařízení. **Čekání v provozu** (w) představuje hlavní hodnotící kritérium této metody. Simulací zjištěná hodnota se porovná s příslušnou limitní hodnotou. Vedlejším výstupem je pravděpodobnost čekání (P_w). Zjišťování propustnosti separátní metodou se provádí iterativně (tj. snižování a zvyšování počtu jízd na vstupu modelu). Hodnotícími ukazateli se stanovenými limitními hodnotami je **koeficient čekání v provozu** (q_w) a hodnota **čekání v provozu**. Jejich hodnoty jsou výsledkem simulace, které se porovnají s příslušnými limitními hodnotami (20). V tab. 17. jsou uvedeny limitní hodnoty a odvození kvality.

Tab. 17 Limitní hodnoty a odvození kvality

Úroveň kvality provozu	Hodnota q_w
Vyhovující	$q_w \leq 100 \%$
Riziková	$100 \% < q_w \leq 170 \%$
Nevyhovující	$q_w > 170 \%$

Zdroj: (20)

Limitní hodnoty čekání v provozu se odvozují od druhové skladby (20). V následující tabulce č. 18 jsou uvedeny optimální hodnoty čekání v provozu (w_{opt}).

Tab. 18 Optimální hodnoty čekání podle kategorie vlaku

Kategorie vlaku	Hodnota w_{opt}
Ex	0,25
R	0,30
Nex	1,40
Pn	1,80

Zdroj: (20)

Další funkcí separátní simulace je zjištění pravděpodobnosti zpoždění (P_w), které je vyšší než zvolená hodnota. Výchozími daty jsou informace o vlacích (priorita vlaku, popis pravděpodobnosti vstupního zpoždění) a technologické doby pro všechny dvojice vlaků. V rámci simulace jsou jednotlivým vlakům přiřazeny vstupní hodnoty zpoždění.

V tab. 19 jsou uvedeny priority vlaku, které ovlivňují způsob řešení konfliktu mezi vlaky. Jednotlivé hodnoty jsou vypracovány ve směrnici SŽDC SM124.

Tab. 19 Koefficienty priorit jízd vlaků

Druh jízdy	Hodnota priority
Ex	2,5
R	1,8
Sp	1,5
Os	1,0
Nex	0,5
Pn	0,2

Zdroj: (20), úprava autorem

Největší hodnotu priority mají vlaky kategorie Ex. Znamená to, že vlaky Ex simulace upřednostní před R, Nex a Pn. Nejnižší hodnotu priority mají vlaky Nex a Pn (shodně 0,5). Autor práce použije pro simulaci program **SepSim** pracující v prostředí MS Excel. Autorem programu SepSim je Ing. Pavel Krýže, Ph.D.

Simulace programem SepSim nebyla doposud použita na simulování jízdy vlaků během výlukové činnosti. Hodnoty simulace budou v porovnání s normálním stavem (tj. jízda bez omezení) nepříznivé. To je dáno tím, že simulační programy se pro posouzení výlukových jízdních řádů nepoužívají. **Účelem této práce je zjistit a porovnat nepříznivé hodnoty u obou variant a v závěru práce určit variantu s menší pravděpodobností zpoždění.** Samotný program byl poskytnutý autorovi DP pouze pro účely vyhodnocení variant VNJR bez možnosti dalšího šíření simulačního programu.

4.2.1 Vstupní a výstupní data

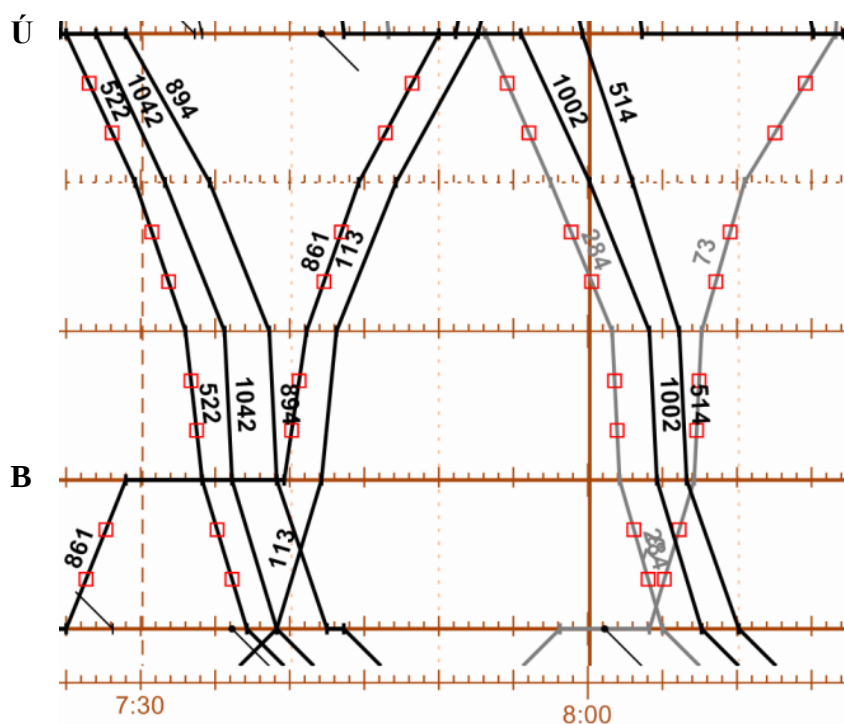
Vstupní data potřebná pro simulování jízdy vlaku jsou:

- název a zkratka bodu (v tomto případě Ústí nad Orlicí, Brandýs nad Orlicí)
- definování čísla traťové koleje (včetně čísla koleje pro jízdu vlaku po nesprávném směru),
- kategorie vlaků + hodnota priority,
- typy vlaků (např. SOpp - sudý osobní průjezd v obou dopravnách),
- časy odjezdů/příjezdů/průjezdů všech vlaků,
- provozní intervaly a následná mezidobí.

Výstupem simulace je:

- NJŘ (pouze pro 1 iteraci),
- podrobný protokol obsahující údaje o pravděpodobnosti zpoždění jednotlivých vlaků při n-iteraci,
- výsledky analytické metody (např. využití propustnosti, stupeň obsazení, čekání v provozu, přírůstek zpoždění atd.).

Pro potřeby simulace autor práce pracoval s údaji v podobě výstupů obou VNJR. Ukázky aplikování dat z VNJR jsou na obrázcích č. 27 a č. 28.



Obr. 27 Zdroj dat z IS KADR

Zdroj: KADR, úprava autorem

druh	číslo	platnost	kategorie	typ	ruš./zvl./tab.5 SJŘ	vstupní zpoždění		1. bod			2. bod			četnost jízdy
						uživatelé zadané	poslední	bod	čas	kol.	bod	čas	kol.	
Ex	522	2		SOzU				U	7:25:00	1	B	7:34:00		
Ex	1042	2		SOzU				U	7:27:00	1	B	7:36:00		
R	894	2		SOzU				U	7:29:00	1	B	7:39:00		
R	861	2		LOz				B	7:39:30	1	U	7:50:00		
Ex	113	2		LOpp				B	7:42:00	1	U	7:52:30		
Ex	284	2		SOzU				U	7:53:00	1	B	8:02:00		
Ex	1002	2		SOzU				U	7:55:30	1	B	8:04:30		
Ex	514	2		SOpp				U	7:59:30	1	B	8:06:30		
Ex	73	2		LOpp				B	8:07:00	1	U	8:16:30		

Obr. 28 Oblast aplikování dat v SepSim

Zdroj: (31), úprava autorem

Nezbytnou součástí programu SepSim je list „nastavení“, ve které se definují podmínky, za kterých proběhne samotná simulace. V „nastavení“ lze určit výpočetní dobu, parametry výpočtu, parametry NJŘ, parametry týkající se technologických dob, analytické metody, a nakonec název projektu. Údaje zadané v „nastavení“ autor práce doplnil po konzultaci se samotným autorem programu v Praze.

4.2.2 Zadání podmínek do simulace

Pro analytické určení kapacity je třeba vyplnit hodnotu analyzovaného období. Dalším předpokladem pro posouzení variant byla nutnost doplnění technologických dob (následné mezidobí a provozní intervaly).

Hodnoty provozních intervalů pro obě dvě dopravní jsou uvedeny v obrázku č. 29 a č. 30.

		2. vlak	LOpp	LNpp	LOzU	LOzB	LNzB	LNzU	LOz
1. vlak									
SOpp			0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5
SNpp			1	1	1	1	1	1	1
SOzU			0,5	1	0,5	0,5	1	1	0,5
SNzU			1	1	1	1	1	1	1
SNzB			1	1	1	1	1	1	1

Obr. 29 Provozní intervaly křižování dopravní Brandýs nad Orlicí

Zdroj: autor

		2. vlak	SOpp	SNpp	SOzU	SNzU	SNzB
1. vlak							
LOpp			0,5	1	0,5	1	1
LNpp			1	1	1	1	1
LOzU			0,5	1	0,5	1	1
LOzB			0,5	1	0,5	1	1
LNzB			1	1	1	1	1
LNzU			1	1	1	1	1
LOz			0,5	1	0,5	1	1

Obr. 30 Provozní intervaly křižování dopravní Ústí nad Orlicí

Zdroj: autor

Pro variantu A je celkový počet objektů vložených do simulačního procesu činící **254 vlaky**. Rozlišovaly se následující kategorie vlaků:

- Ex – celkem 153 tras,
- R – celkem 34 tras,
- Nex – celkem 53 tras,
- Pn – celkem 14 tras.

Pro variantu B je celkový počet objektů vložených do simulačního procesu činící **237 vlaky**. Rozlišovaly se následující kategorie vlaků:

- Ex – celkem 140 tras,
- R – celkem 30 tras,
- Nex – celkem 49 tras,
- Pn – celkem 18 tras.

Pro obě varianty byly určeny shodné priority, pravděpodobnosti zpoždění dle SŽDC SM124 a limitní následné zpoždění. Podle SŽDC SM124 je následné zpoždění definováno jako „Zpoždění, které vzniklo přenosem zpoždění z jiného vlaku (posunového dílu, popř. jiného dopravního prostředku)“. V případě, že toto zpoždění vzniklo z důvodu omezení kapacity zařízení infrastruktury, jednalo se o čekání v provozu (20). Pro jednotlivé druhy vlaku byly zadané hodnoty uvedené v tab. 20.

Tab. 20 Druhy vlaků

Označení druhy	Priorita	Zpoždění		Limitní následně zpoždění
		Pravděpodobnost	Střední hodnota	
Ex	2,5	0,5	7	0,25
R	1,8	0,5	7	0,3
Nex	0,5	0,5	30	1,4
Pn	0,2	0,5	30	1,8

Zdroj: (20), úprava autorem

Výše uvedené hodnoty byly doplněny či změněny po konzultacích s autorem programu SepSim. Poslední údaje před spuštěním simulace jsou základní parametry výpočtu. Pro obě varianty byla provedena simulace na základě 1 replikace (iterace), poté po 500 replikací (iterací).

4.2.3 Postup simulace

Autor práce rozdělil simulování jízd vlaků do 3 fází. Kompletní výstupy a části VNJR (vykreslí se pouze při počtu replikací = 1) jsou uvedeny v příloze F a G.

- 1. fáze: simulace s 1 replikací a uživatelem dané vstupní zpoždění,
- 2. fáze: simulace s 1 replikací a náhodným zpožděním,
- 3. fáze: simulace s 500 replikacemi a náhodným zpožděním.

Rozhodující pro posouzení simulace jízdy vlaku je 3. fáze. Rozhodující veličinou pro určení optimální varianty bude koeficient čekání a hodnoty z protokolu (tj. pravděpodobnosti zpoždění).

4.3 SepSim – Varianta A

V této kapitole se autor zabýval samotným procesem simulace, rozdělenou na tři fáze. Pro každou fázi bude posouzena hodnota koeficientu čekání, pravděpodobnosti zpoždění, VNJR (pouze pro 1 replikaci). V následujících podkapitolách budou převládat tabulky s hodnotami, které budou barevně vyjádřeny úrovní kvality.

- Optimální (zařízení s přiměřenými rezervami),
- Optimální (ukazatelé kapacity mají optimální hodnoty),
- Riziková (silně zatížené zařízení, není dosaženo kritických hodnot),
- Nedostatečná (ukazatele kapacity překračují kritické hodnoty) (20).

4.3.1 Varianta A–1. fáze

Podstatou 1. fáze je nasimulování vlaků pomocí uživatelem zadaným vstupním zpožděním, které se rovnalo nule. Druhou podmínkou byl počet pokusů, které se rovnaly 1 replikaci. V tab. 21 jsou zjištěné hodnoty analytické metody.

Tab. 21 Fáze 1 - výsledky analytické metody

	N	T_{OBS}	t_{OBS}	S	S_{OPT}	S_{KRIT}	n_{OPT}	K
0 - 24 h	254	1258	4,95	0,87	0,40	0,60	116	218 %
5 - 20 h	179	859	4,80	0,95	0,40	0,60	75	238 %
14 - 15 h	14	70	4,96	1,16	0,62	0,75	7	187 %

Zdroj: (31)

kde: N počet vlaků (-),

T_{obs} výpočetní doba (min),

t_{obs} výpočetní doba pro 1 vlak (min),

S stupeň obsazení (poměr celkové doby obsazení k T_{obs}) (-),

S_{opt} optimální stupeň obsazení (-),

S_{krit} kritický stupeň obsazení (-),

n_{opt} optimální propustná výkonnost (počet jízd) (-),

K využití propustnosti (poměr počtu jízd k propustnosti v %) (-).

Při počtu 254 vlaků vyšel stupeň obsazení na 0,87, přičemž o 45 % převýšil kritickou hodnotu S . Využití propustnosti vychází na 238 %. Optimální hodnota K je $K_{opt} \leq 100 \%$. I přes to, že hodnoty se mohou jevit jako velmi kritické, podle vyjádření SŽDC je dodržení podmínky $K_{opt} \leq 100 \%$ v podmínkách výluky na trati 501 nemožný. Zajímavostí je poslední řádek tabulky č. 21, který představuje hodnoty v nejkritičtější období mezi 14 – 15 hod.

V tabulce č. 22 jsou hodnoty simulačního výpočtu čekání.

Tab. 22 Fáze 1 - hodnoty simulačního výpočtu čekání

Simulační výpočet čekání							
	<i>N</i>	<i>JD</i>	<i>D_{IN}</i>	<i>P_W</i>	<i>w</i>	<i>w_{OPT}</i>	<i>q_w</i>
suma	254		0,00		169,00	147,85	
na 1 vlak		9,66	0,00	22 %	0,67	0,58	114 %
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	187	9,49	0,00	23 %	0,16	0,26	61 %
nákladní	67	10,11	0,00	19 %	2,08	1,48	140 %
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	153	9,36	0,00	21 %	0,14	0,25	55 %
R	34	10,10	0,00	32 %	0,25	0,30	83 %
NEx	53	10,04	0,00	17 %	0,15	1,40	11 %
Pn	14	10,39	0,00	29 %	9,39	1,80	522 %

Zdroj: (31)

kde: *N*.....počet vlaků (-),
JD.....jízdní doba (min),
D_{in}.....vstupní zpoždění (min),
S.....stupeň obsazení (poměr celkové doby obsazení k *T_{obs}*) (-),
P_w.....pravděpodobnost čekání (%),
w.....čekání (min),
w_{opt}.....optimální hodnoty čekání v provozu (min),
q_w.....koeficient čekání (%).

Nejsledovanější veličinou v této práci je koeficient čekání, jehož optimální hodnota je závislá na kategorii vlaku. Nejvyšší prioritu, udělující nejnižší *w_{opt}*, jsou vlaky kategorie Ex. Při nulovém vstupním zpoždění simulace zjistila příznivé hodnoty pro vlaky kategorie Ex, R a Nex. Naopak vlaky kategorie Pn měly z důvodu dlouhých pobytů ve stanicích Brandýs nad Orlicí, Ústí nad Orlicí, popř. Choceň, několikanásobně překročenou optimální hodnotu čekání v provozu. Koeficient čekání činil 522 %. Hodnota průměrného čekání (*w*) za všechny jízdy činí 169 minut. Program SepSim dokáže určit *w* v jednotlivých časech pro každý vlak zvlášť.

Fáze 1 představuje ideální situaci, kdy na vlaky nepůsobí žádné vstupní zpoždění. Hodnoty výše uvedené jsou pouze orientační, nezobrazují skutečný stav, a proto budou sloužit pouze k porovnávání výsledků ve shrnutí. Ukázka VNJR a sloupcový graf koeficientu čekání pro 4hod. období fáze 1 je uvedený v příloze F.

4.3.2 Varianta A - 2. fáze

Podstatou 2. fáze je nasimulování vlaků s náhodným zpožděním na vstupu. Druhou podmínkou byl počet pokusů, který se rovnal 1 replikaci. Výsledky analytických ukazatelů propustnosti jsou v tab. 23.

Tab. 23 Fáze 2 - hodnoty simulačního výpočtu čekání

Simulační výpočet čekání							
	N	JD	D_{IN}	P_W	W	W_{OPT}	q_W
suma	254		2052,34		1328,80	147,85	
na 1 vlak		9,66	8,08	76%	5,23	0,58	899%
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	187	9,49	3,09	76%	4,18	0,26	1612%
nákladní	67	10,11	22,01	76%	8,17	1,48	551%
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	153	9,36	2,89	76%	4,12	0,25	1647%
R	34	10,10	3,99	79%	4,45	0,30	1482%
NEx	53	10,04	24,21	74%	6,98	1,40	499%
Pn	14	10,39	13,69	86%	12,69	1,80	705%

Zdroj: (31), úprava autorem

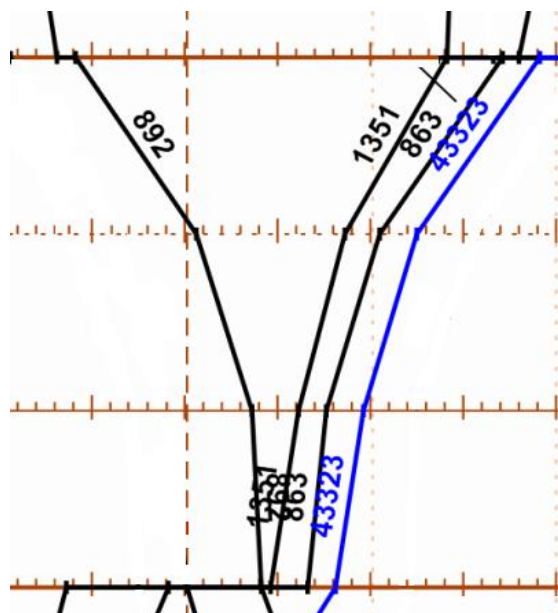
S náhodným zpožděním na vstupu se hodnota koeficientu čekání výrazně zvýšila. Na 1 vlak vychází koeficient čekání 899 %. Pravděpodobnost čekání je 76 % (v porovnání s 1. fází se jedná o 54 % nárůst). Oproti předchozí simulaci vychází koeficient čekání nejméně příznivě pro vlaky osobní dopravy. Pro ukázkou toho, proč mají vlaky osobní dopravy vyšší hodnoty w , poslouží tabulka č. 24.

Tab. 24 Výsledky vybraných vlaků

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D_{IN}	p_W	W	W_{OPT}	q
R	892	9:24:00	10,0	0,78		0,00	0,30	0%
Ex	1351	9:34:30	9,5	0,96	100%	1,82	0,25	728%
R	863	9:36:30	10,5	5,39	100%	1,39	0,30	464%
NEx	43323	9:38:00	11,0	0,00	100%	2,28	1,40	163%

Zdroj: (31), úprava autorem

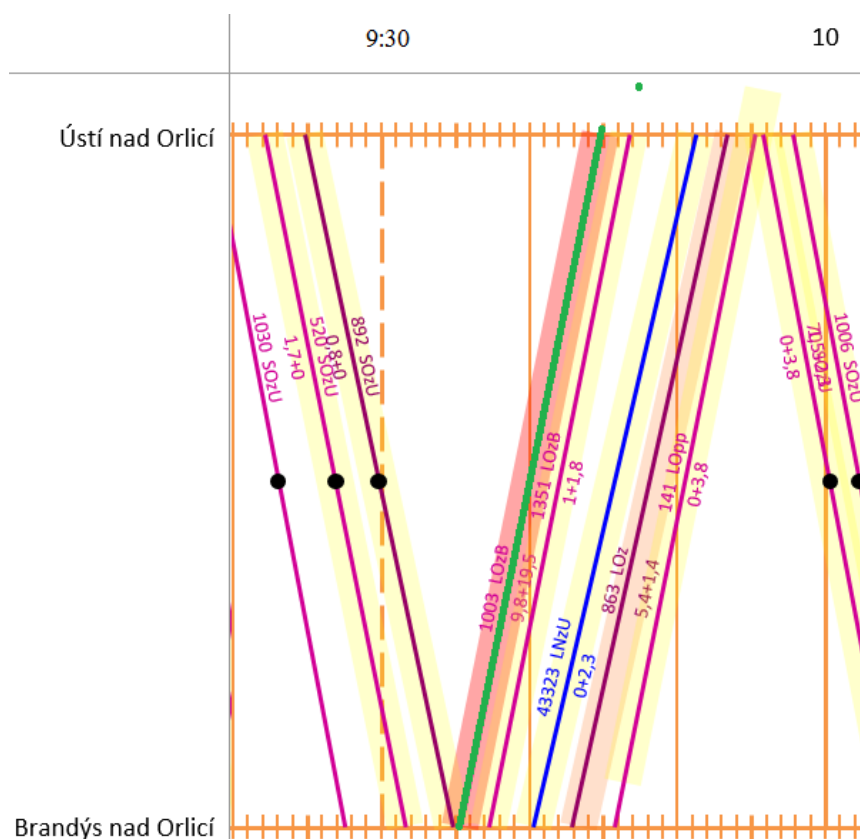
V následujícím obr. 31 představuje výřez 4 výše vybraných vlaků.



Obr. 31 Příklad VNJR

Zdroj: KADR

Následující obrázek číslo 32 představuje výřez NJŘ vygenerovaného ze simulace.



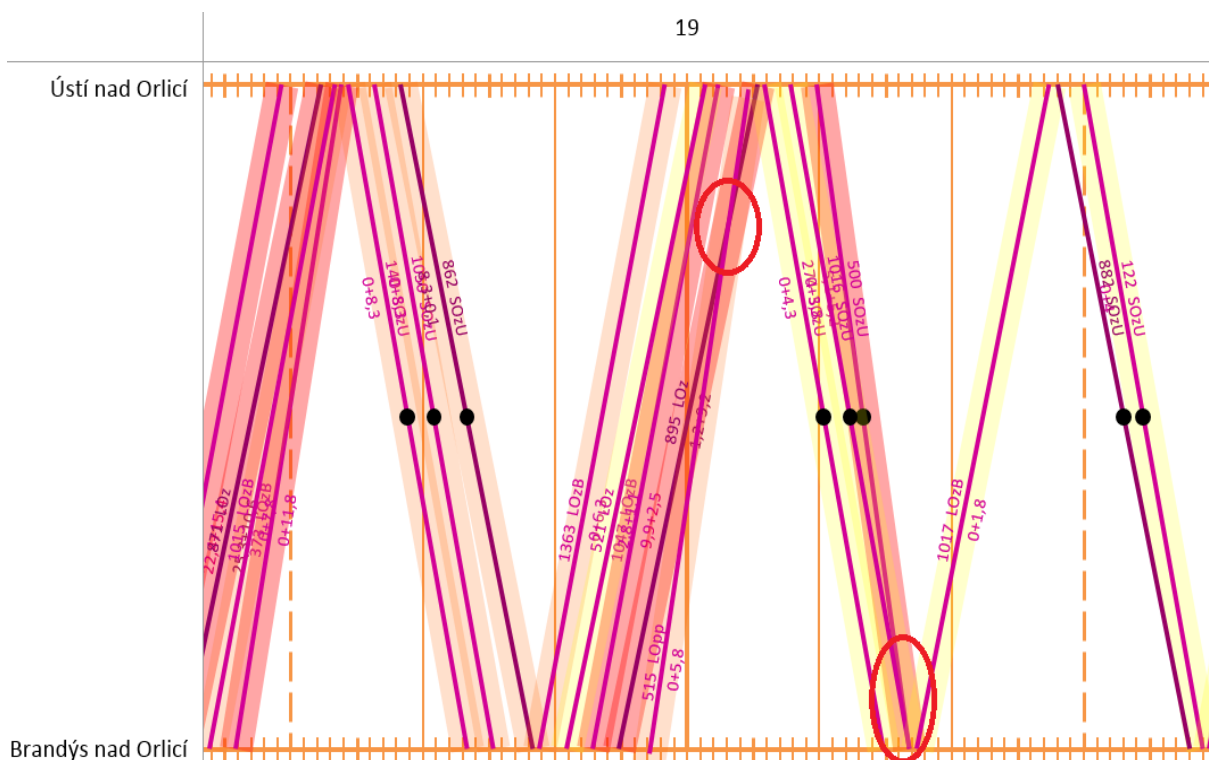
Obr. 32 Varianta A: Výřez NJŘ ze simulace

Zdroj: (31), úprava autorem

Obrázek č. 32 je výsledkem simulace v grafické podobě. Jeho cílem je znázornit pořadí jízdy vlaků, jejich zpoždění na vstupu i výstupu a případné konflikty.

Ke každému vlaku je přiřazena konkrétní hodnota zpoždění. Příkladem je vlak 863 kategorie R. Pravidelný odjezd z dopravny Brandýs nad Orlicí vlaku 863 je v 9:36:30 hod. a příjezd do Ústí nad Orlicí v 9:47:00 hod. podle zkonstruovaného výlukového grafikonu. Trasa je barevně podbarvena (čím tmavší, tím větší zpoždění) a navíc je pod čarou trasy je vygenerovaná hodnota 5,4 + 1,4 min. První hodnota představuje náhodné vstupní zpoždění, které simulace určila na základě směrnice SŽDC SM124 (viz. tab. 20 - Druhy vlaků). Druhá hodnota představuje zpoždění, které vzniklo z důvodu pomalé jízdy, čekáním na uvolnění mezistaničního úseku atd. Podle tab. 24 je logické, že vlak 863 bude při vstupu do omezujícího úseku čekat. Důvodem čekání je ze strany simulace upřednostnění jízdy nákladního vlaku Nex 43323 a výrazně zpožděného Ex 1003 (označeno zelenou čarou). Nejdůležitější hodnota q je podílem $\frac{w}{w_{opt}}$, přičemž w_{opt} pro kategorii R činí 0,3. Co se týče vlaku 1003, to mělo na vstupu zpoždění 9,8 min. Protože předchozí vlaky měly na vstupu menší zpoždění, tak je simulace upřednostnila před zpožděnou 1003. Hodnoty w_{opt} mají nákladní vlaky větší, proto mají ve výsledku menší koeficient čekání než vlaky OD.

Nejzávažnějším problémem je, pokud nastane konflikt. Obr. 33 znázorňuje případ vlaku 515 a 500 kdy došlo k předjetí pomalejšího vlaku na téže traťové koleji.

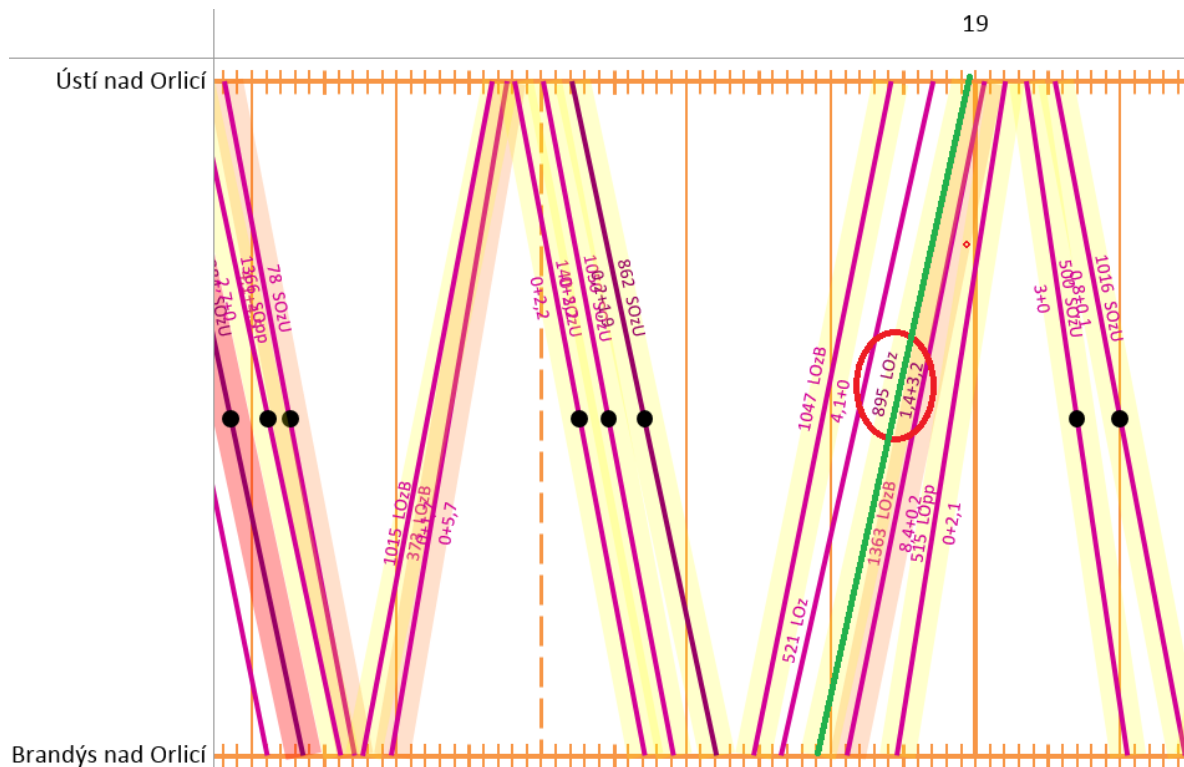


Obr. 33 SepSim KADR - Konflikt ve VNJR

Zdroj: (31), úprava autorem

Řešením výše uvedeného problému je buď změnit priority vlaků, nebo upravit jejich časy odjezdů, popř. změnit pořadí (vlak Ex pojede před R). Po provedení několika pokusů s úpravou priority vlaků a posunem odjezdu o 0,5 min došlo ke změně pořadí vlaků.

Na obr. 34 je znázorněna změna pořadí vlaku.



Obr. 34 Úprava pořadí jízdy vlaku 895

Zdroj: (31), úprava autorem

V případě změny priority vlaku autor zvýšil prioritu kategorie Ex z 2,5 na 2,8. Pro kategorii R byla snížena priorita z 1,8 na 1,5 a u vlaku Nex z 0,5 na 0,4. Úpravou priority došlo ke snížení zpoždění vlaků Ex. Naopak vstupní zpoždění u R895 vzrostlo z 1,2 min na 1,4 min. Současně došlo s úpravou tras ke změnám ve výpočtu simulace. Výsledek je v tab. 25.

Tab. 25 Fáze 2 - simulační výpočet čekání po odstranění konfliktu

Simulační výpočet čekání							
	N	JD	D_{IN}	P_W	w	w_{OPT}	q_w
suma	254		1687,68		970,45	147,85	
na 1 vlak		9,65	6,64	69%	3,82	0,58	656%
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	187	9,49	3,34	71%	3,04	0,26	1174%
nákladní	67	10,11	15,86	63%	5,99	1,48	404%
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	153	9,35	3,11	70%	3,01	0,25	1205%
R	34	10,10	4,40	76%	3,18	0,30	1058%
NEx	53	10,04	18,27	64%	6,21	1,40	443%
Pn	14	10,39	6,73	57%	5,18	1,80	288%

Zdroj: (31), úprava autorem

V porovnání s předchozím stavem došlo ke snížení P_w o 7 %. Koeficient čekání q_w se snížil z 899 % na 656 %.

Nicméně z důvodu malé reprezentativnosti simulace po provedení 1 replikace, vložil autor práce do v elektronické podobě do STAGU pouze VNJR vygenerovaný simulací a bude s výše provedenými úpravami pracovat ve 3. fázi.

4.3.3 Varianta A - 3. fáze

Podstatou 3. fáze je nasimulování vlaků s náhodným zpožděním na vstupu. Druhou podmínkou byl počet pokusů, které se rovnaly 500 replikaci. Výsledky analytických ukazatelů propustnosti jsou v tab. 26.

Tab. 26 Fáze 3 - hodnoty simulačního výpočtu čekání

Simulační výpočet čekání							
	N	JD	D_{IN}	P_W	W	W_{OPT}	q_W
suma	254		1669,41		1375,96	147,85	
na 1 vlak		9,66	6,57	74%	5,42	0,58	931%
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	187	9,49	3,52	76%	4,27	0,26	1648%
nákladní	67	10,11	15,09	69%	8,62	1,48	581%
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	153	9,36	3,52	76%	4,11	0,25	1646%
R	34	10,10	3,53	78%	4,97	0,30	1656%
NEx	53	10,04	15,03	69%	7,96	1,40	569%
Pn	14	10,39	15,35	70%	11,11	1,80	617%

Zdroj: (31), úprava autorem

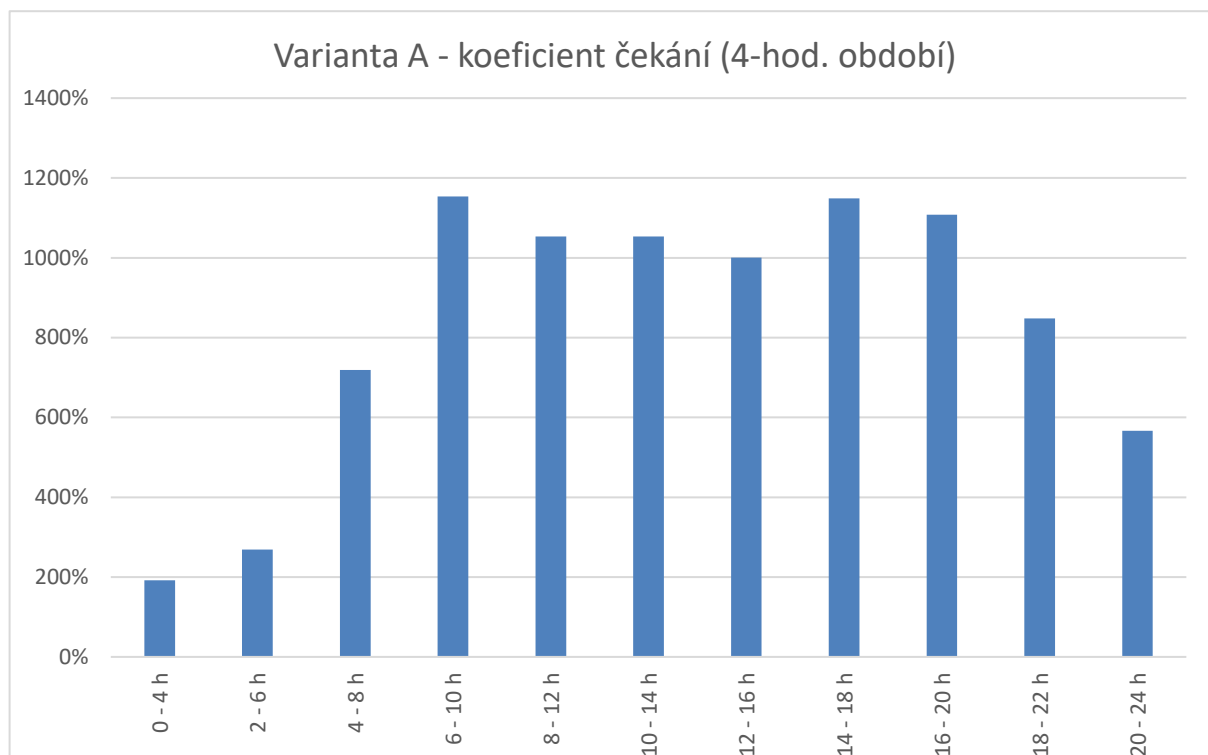
S náhodným zpožděním na vstupu se hodnota koeficientu čekání výrazně zvýšila. Na 1 vlak vychází koeficient čekání 931 %. Pravděpodobnost čekání je v průměru 74 % (v porovnání s 1. fází se jedná o 52 % nárůst). Oproti předchozí simulaci vychází koeficient čekání nejméně příznivě pro vlaky osobní dopravy. V následující části autor vybere 2 vlaky s nejmenším q_w a s nejvyšším q_w , viz tab. č. 27.

Tab. 27 Výběr 2 vlaků s nejvyšším a nejmenším q_w

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D_{IN}	p_W	W	W_{OPT}	q
Ex	444	4:29:30	9,0	3,42	22%	0,24	0,25	96%
Ex	73	8:07:00	9,5	3,37	90%	9,84	0,25	3936%

Zdroj: (31), úprava autorem

Pravděpodobnost čekání vlaku Ex 73 (Praha hl. n. - Graz Hbf.) je 91 %. Důvodem je vysoký počet vlaků v daném období vlivem ranní špičky a hustoty provozu. Simulací přiřazené vstupní zpoždění činí cca 3,5 min. Podrobnější náhled na čekání vlaku Ex 73 a Ex 444 a jejich pravděpodobnosti jsou v protokolu ve formě tabulky číslo 28. Souhrn dat z výsledků analytické metody je zobrazen ve formě sloupcového grafu obr. 35.



Obr. 35 Souhrn hodnot q_w pro variantu A pro 4hod období

Zdroj: autor

Tab. 28 Protokol čekání vlaku 73 a 444 levá část

druh	číslo	pravd.		pravděpodobnost čekání (pW) v uvedeném rozmezí									
		w=0	w>0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ex	444	78,4	21,6	12,2	7,4	1,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Ex	73	10,8	89,2	4,2	4,4	8,0	6,4	10,8	7,4	4,0	4,6	2,2	

Pravá část tab. 28

pravděpodobnost čekání (pW) v uvedeném rozmezí													90%	95%	podíl
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	999				
													0,9	1,5	0,2
2,2	1,4	1,6	1,6	1,0	1,0	2,2	2,2	2,0	1,8	1,2	19,0		25,5	27,7	0,9

Zdroj: (31), úprava autorem

Řešení problematiky vlaku 73 bude uvedeno v příloze F.

V obr. 36 je ukázka protokolu kde jsou uvedeny hodnoty pravděpodobnosti čekání.

druh	číslo	pravd.		pravděpodobnost čekání (pW) v uvedeném rozmezí														90%	95%	podíl >w _{opt}
		w=0	w>0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20	perc.	
dolní hranice int.																				
horní hranice int.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	999		

Obr. 36 Ukázka protokolu

Zdroj: (31)

- 1. - 2. sloupec: čísla a kategorie vlaku,
- 3. - 4. sloupec: P čekání w=0 a P nenulového čekání,
- 5. - 25. sloupec: P čekání v určitém časovém intervalu (min). Např. pro vlak 73 platí P = 8 % čekání v intervalu 2 - 3 minut,
- 26. - 27. sloupec:
 - 90 % percentil: pro vlak 73 existuje 10% možnost doby čekání o délce 25,5 minut,
 - 95 % percentil: pro vlak 73 existuje 5 % možnost doby čekání o délce 27,7 minut,
- 28. sloupec: podíl vlaků s vyšší hodnotou w než w_{opt}. (31)

Kompletní tabulka výpočtu simulace všech vlaků je umístěna v příloze F. Kompletní protokol bude k dispozici v elektronické podobě ve STAGU.

4.4 SepSim - Varianta B

V této kapitole se autor zabýval samotným procesem simulace, rozdělenou na tři fáze. Pro každou fázi bude posouzena hodnota koeficientu čekání, pravděpodobnosti zpoždění, VNJR (pouze pro 1 replikaci).

4.4.1 Varianta B - Fáze 1

Podstatou 1. fáze je nasimulování vlaků pomocí uživatelem zadaným vstupním zpožděním, které se rovnalo nule. Druhou podmínkou byl počet pokusů, které se rovnaly 1 replikaci. V tab. 29 jsou zjištěné hodnoty analytické metody.

Tab. 29 Varianta B - Analytické ukazatele propustnosti

Analytické ukazatele propustnosti - podrobnosti viz samostatný list								
	N	T_{OBS}	t_{OBS}	S	S_{OPT}	S_{KRIT}	n_{OPT}	K
0 - 24 h	237	1175	4,96	0,82	0,40	0,60	116	204%
5 - 20 h	156	749	4,80	0,83	0,40	0,60	75	208%
8 - 9 h	12	63	5,25	1,05	0,62	0,75	7	169%

Zdroj: (31), úprava autorem

Při počtu 237 vlaků vyšel stupeň obsazení na 0,82, přičemž o více než 36 % převýšil kritickou hodnotu S . Využití propustnosti vychází na 208 %. Optimální hodnota K je $K_{opt} \leq 100$ %. Změnou oproti variantě A je kritické období, které je nyní posunuté na 8–9 hod. Srovnání analytických ukazatelů obou variant bude v kapitole 4.5 .

V tabulce č. 30 jsou hodnoty simulačního výpočtu čekání.

Tab. 30 Fáze 1 - hodnoty simulačního výpočtu čekání

	N	JD	D_{IN}	P_W	W	W_{OPT}	q_W
suma	237		0,00		30,00	145,00	
na 1 vlak		9,57	0,00	11%	0,13	0,61	21%
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	170	9,05	0,00	7%	0,12	0,26	45%
nákladní	67	10,88	0,00	19%	0,15	1,51	10%
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	140	9,00	0,00	8%	0,14	0,25	56%
R	30	9,28	0,00	3%	0,02	0,30	6%
NEx	49	10,64	0,00	18%	0,15	1,40	11%
Pn	18	11,53	0,00	22%	0,14	1,80	8%

Zdroj: (31), úprava autorem

Nejsledovanější veličinou je opět koeficient čekání, jehož optimální hodnota je závislá na kategorii vlaku. Nejvyšší prioritu, udělující nejnižší w_{opt} mají vlaky kategorie Ex.

Při nulovém vstupním zpoždění zjistila simulaci příznivé hodnoty pro vlaky všech kategorií. Hodnota průměrného čekání (w) za všechny jízdy činí 30 minut.

Fáze 1 opět představuje ideální situaci, kdy na vlaky nepůsobí žádné vstupní zpoždění. Hodnoty výše uvedené jsou pouze orientační, nejsou reprezentativní, a proto budou sloužit pouze k porovnávání výsledků ve shrnutí. Část VNJR a sloupcový graf koeficientu čekání pro 4-hod. období fáze 1 je umístěný v příloze G.

4.4.2 Varianta B - Fáze 2

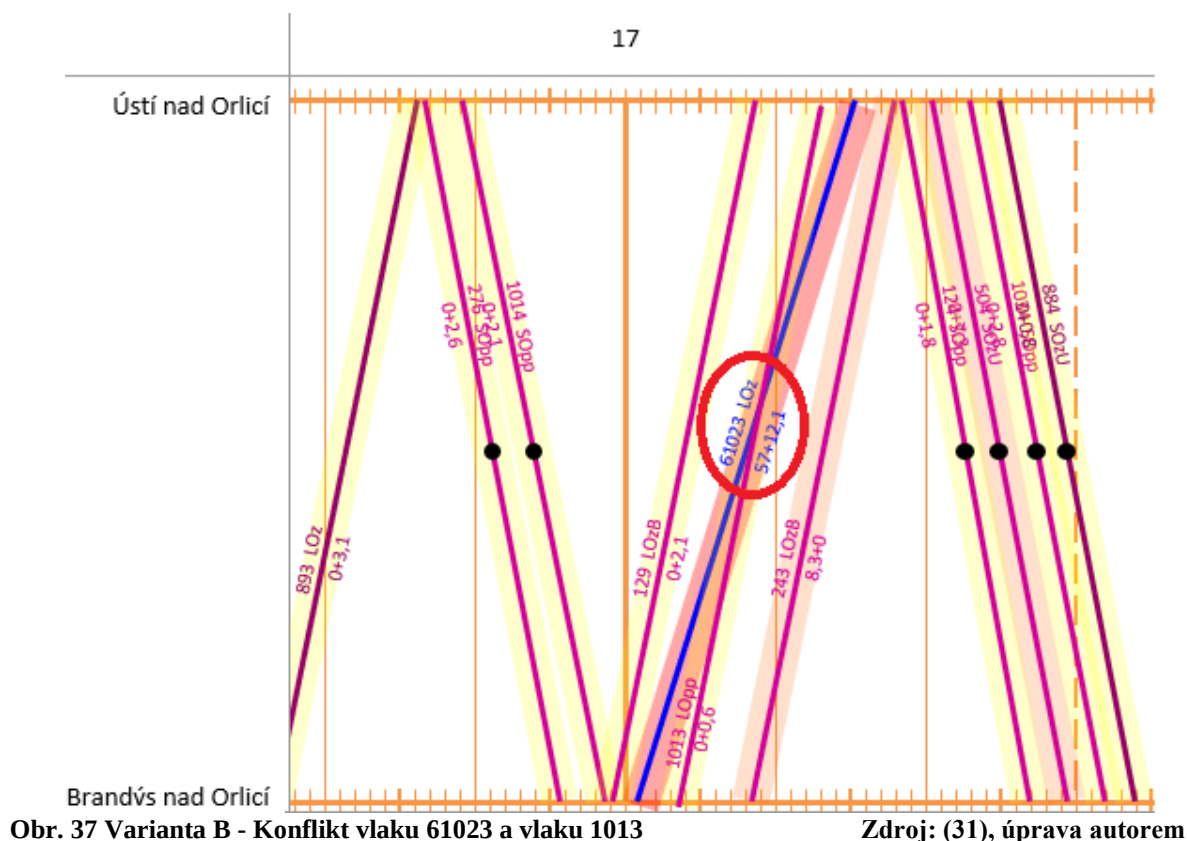
Podstatou 2. fáze je nasimulování vlaků s náhodným zpožděním na vstupu. Druhou podmínkou byl počet pokusů, které se rovnaly 1 replikaci. Výsledky analytických ukazatelů propustnosti jsou v tab. 31.

Tab. 31 Fáze 2 - hodnoty simulačního výpočtu čekání

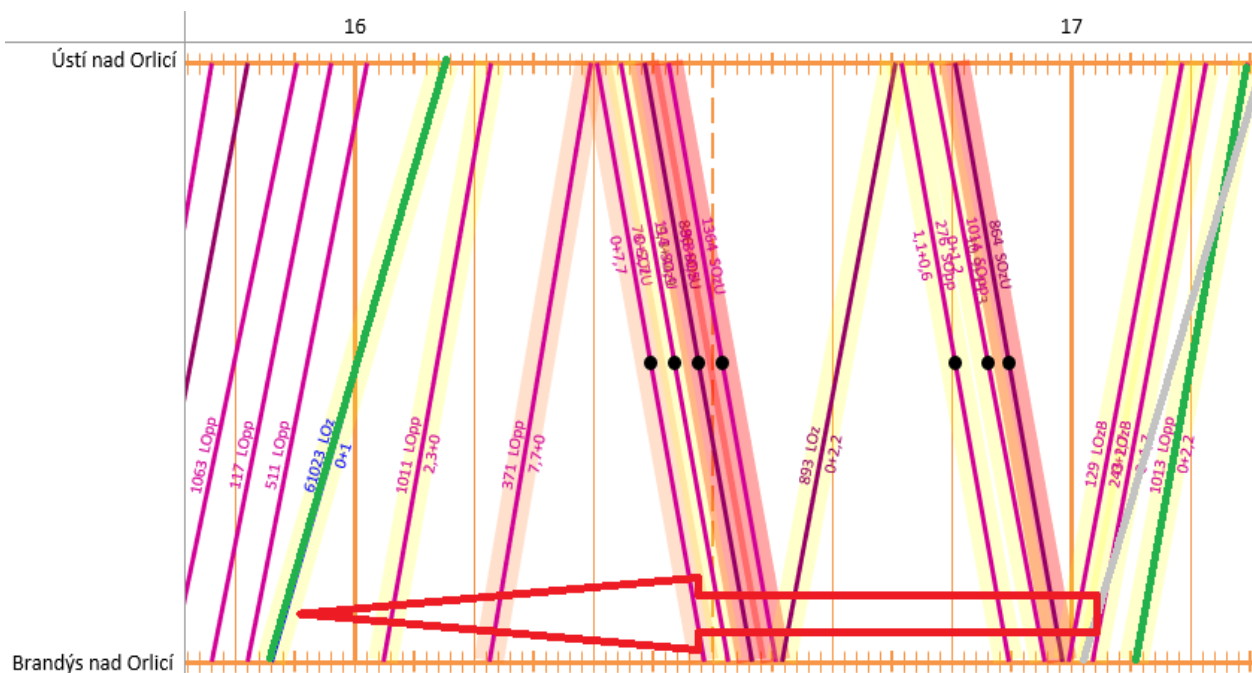
Simulační výpočet čekání							
	N	JD	D_{IN}	P_w	w	w_{OPT}	q_w
suma	237		1605,63		1079,48	145,00	
na 1 vlak		9,65	6,77	64%	4,55	0,61	744%
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	170	9,11	3,64	62%	3,15	0,26	1217%
nákladní	67	11,03	14,72	69%	8,12	1,51	539%
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	140	9,07	3,75	64%	3,02	0,25	1209%
R	30	9,28	3,13	53%	3,74	0,30	1247%
NEx	49	10,85	13,52	71%	7,63	1,40	545%
Pn	18	11,53	17,99	61%	9,44	1,80	524%

Zdroj: (31), úprava autorem

S náhodným zpožděním na vstupu se hodnota koeficientu čekání výrazně zvýšila. Na 1 vlak vychází koeficient čekání 744 %. Pravděpodobnost čekání je 64 % (v porovnání s 1. fází se jedná o 53 % nárůst). Součástí simulace vygenerovaný VNJR. Při první simulaci došlo k vytvoření konfliktu, jak názorně ukazuje obr. 37.



Vlak Nex 61023 má podle zkonstruovaného výlukového GVD odjezd z dopravní Brandýs nad Orlicí v 15:52:00 hod. a příjezd do Ústí nad Orlicí má zadáný v 16:06:30 hod. Vlak Ex 1013 má odjezd stanovený v 17:03:00 hod. a příjezd do Ústí nad Orlicí 17:12:30 hod. Simulace vlivem uděleného vstupního zpoždění přetrasovala Nex 61023 o 57 min. navíc. Vlivem dopravní situace, mu simulace přidělila dalších 12,1 min. zpoždění. Vlivem vyšší priority u vlaku 1013, bylo jeho vstupní zpoždění nulové a na výstupu činilo 0,6 min. Tato kombinace způsobila v mezistaničním úseku Brandýs - Ústí nad Orlicí konflikt předjíždění vlaku na téže koleji. Proto autor práce překonfiguroval priority vlaků kategorie Ex z 2,5 na 2,8 a pro vlaky kategorie R snížil 1,8 na 1,5. Na obr. 38 je znázorněný výsledek po úpravě parametrů. Zelená trasa představuje výše zmíněné vlaky 61023 a 1013 po úpravě. Šedá trasa představuje původní trasu 61023.



Obr. 38 KADR - upravení trasy vlaky 61023

Zdroj: úprava autorem

Úpravou došlo ke změně výstupů ze simulace. To znázorňuje tabulka číslo 32 hodnot simulačního výpočtu čekání.

Tab. 32 Fáze 2 - hodnoty simulačního výpočtu čekání po úpravě

Simulační výpočet čekání						
	N	JD	D _{IN}	P _W	w	w _{OPT}
suma	237		1093,24		783,46	145,00
na 1 vlak		9,65	4,61	55%	3,31	0,61
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy						
os. dálková	170	9,11	1,79	52%	2,15	0,26
nákladní	67	11,03	11,76	63%	6,24	1,51
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků						
Ex	140	9,07	1,51	54%	1,77	0,25
R	30	9,28	3,12	43%	3,94	0,30
NEx	49	10,85	12,59	65%	4,25	1,40
Pn	18	11,53	9,50	56%	11,65	1,80

Zdroj: (31), úprava autorem

Po úpravě priorit pro vlaky kategorie Ex a R se hodnota koeficientu čekání zvýšila o 18 % a pravděpodobnost čekání se snížila z 64 % na 55 %. Zvýšením priority vlaků Ex se snížil koeficient čekání ze 1209 % na 706 %. Snížením priority vlaků kategorie R se zvýšil koeficient čekání z 1247 na 1315 %. Pravděpodobnost čekání se u kat. R snížila z 53 % na 43 %.

Nicméně z důvodu malé reprezentativnosti simulace po provedení 1 replikace, vložil autor práce v elektronické podobě do STAGU pouze VNJR vygenerovaný simulací a bude s výše provedenými úpravami pracovat ve 3. fázi.

4.4.3 Varianta B - Fáze 3

Podstatou 3. fáze je nasimulování vlaků s náhodným zpožděním na vstupu. Druhou podmínkou byl počet pokusů, které se rovnaly 500 replikaci. Výsledky analytických ukazatelů propustnosti jsou v tab. 33.

Tab. 33 KANGO Fáze 3 - simulační výpočet čekání

Simulační výpočet čekání							
	N	JD	D_{IN}	P_W	w	w_{OPT}	q_W
suma	237		1585,77		954,28	145,00	
na 1 vlak		9,65	6,69	61%	4,03	0,61	658%
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy							
os. dálková	170	9,10	3,47	57%	2,55	0,26	983%
nákladní	67	11,03	14,87	70%	7,79	1,51	516%
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků							
Ex	140	9,06	3,47	57%	2,32	0,25	930%
R	30	9,28	3,47	57%	3,58	0,30	1192%
NEx	49	10,85	14,98	68%	6,50	1,40	465%
Pn	18	11,53	14,56	74%	11,27	1,80	626%

Zdroj: (31), úprava autorem

S náhodným zpožděním na vstupu se hodnota koeficientu čekání výrazně zvýšila. Na 1 vlak vychází koeficient čekání 658 %. Pravděpodobnost čekání je v průměru 61 % (v porovnání s 1. fází se jedná o 50 % nárůst). Oproti předchozí simulaci vychází koeficient čekání nejméně příznivě pro vlaky osobní dopravy. V tab. 34 je výsledek vlaků s nejvyšším q_w a nejnižším q_w .

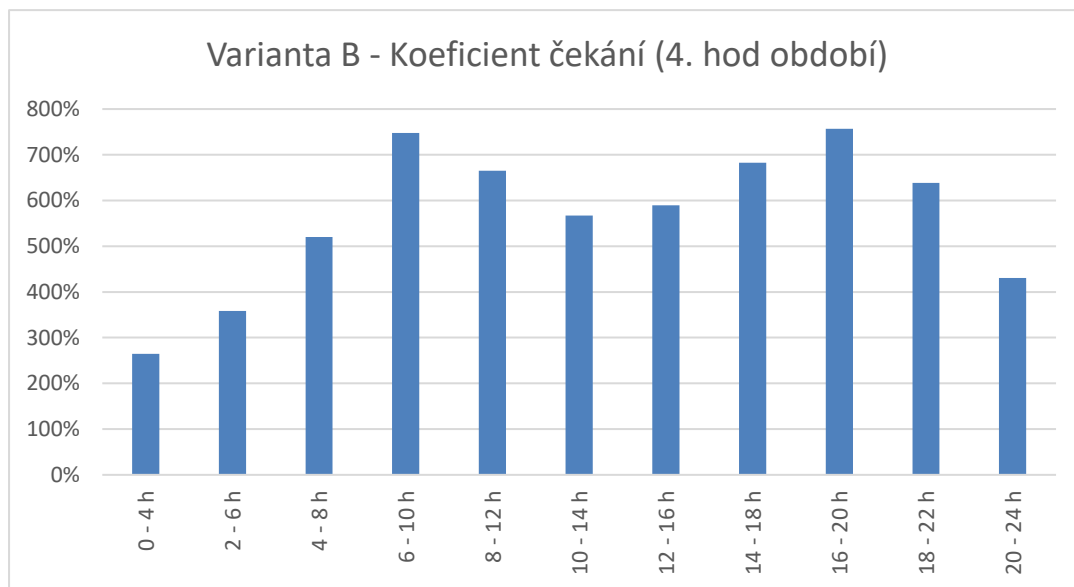
Tab. 34 Fáze 3 - hodnoty simulačního výpočtu čekání

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D_{IN}	p_W	w	w_{OPT}	q
Ex	575	1:08:00	9,5	3,50	21%	0,38	0,25	153%
R	861	7:33:30	9,5	3,67	71%	6,89	0,30	2296%

Zdroj: (31), úprava autorem

Pravděpodobnost čekání vlaku R861 (Praha hl. n. - Brno hl. n.) je 71 %. Simulací přiřazené vstupní zpoždění činí cca 3,67 min.

Souhrn dat z výsledků analytické metody je zobrazen ve formě sloupcového grafu v obr. 39.



Obr. 39 Souhrn hodnot qw pro Variantu B pro 4hod období

Zdroj: autor

Řešení problematiky vlaku 861 je uvedeno v příloze G. Kompletní tabulka výpočtu simulace všech vlaků je umístěna v příloze G. Kompletní protokol bude k dispozici v elektronické podobě ve STAGU.

4.5 Zhodnocení variant

Na závěr zhodnocení variant lze konstatovat, že varianta B má ve všech fázích příznivější výsledky než varianta A. Důvodem je snížení počtu vlaků (o 17 vlaků). Podle autora práce je pro zajištění větší stability JŘ nutný odklon části vlaků OD a ND během ranní a odpolední špičky. V tabulce č. 35 je porovnání nejsledovanějších veličin u obou variant pro 500 replikací.

Tab. 35 Srovnání variant

	Varianta A			Varianta B		
	Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3	Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3
Koeficient čekání (q_w)	114 %	656 %	931%	21 %	540 %	658 %
Pravděpodobnost čekání (P_w)	11 %	69 %	74 %	11 %	55 %	61 %

Zdroj: autor

Porovnáním obou variant bylo zjištěno, že mimo 1. fázi nebyla splněna optimální hodnota q_{opt} . Nicméně se jedná o hodnoty, které jsou v případě takto zatíženého úseku s omezenou propustností a kapacitou, akceptovatelné (v případě varianty B).

Program SepSim byl původně navržen pro posouzení kapacity traťového úseku během normálního stavu. V současné době nejsou pro potřeby konstrukce výlukového GVD používány simulační programy. V této práci byl pro výlukový JŘ poprvé použit program SepSim, který dokázal, že s použitím vstupních zpoždění se výrazně zhorší doba čekání a zvýší pravděpodobnost čekání. Proto je nutné prokazovat kapacitu traťového úseku i s hodnotami vstupního zpoždění (fáze 2 a 3), přičemž kvalitativně jsou nejvíce odpovídající výsledky určeny ve 3. fázi. Tabulka č. 36 představuje analytické ukazatele obou variant.

Tab. 36 Porovnání analytických ukazatelů obou variant

Analytické ukazatele propustnosti - podrobnosti viz samostatný list									
		N	T_{OBS}	t_{OBS}	S	S_{OPT}	S_{KRIT}	n_{OPT}	K
Varianta A	0 - 24 h	254	1259	4,96	0,87	0,40	0,60	116	219 %
Varianta B	0 - 24 h	237	1171	4,94	0,81	0,40	0,60	117	203 %

Zdroj: autor

Podle tab. 36 je využití propustnosti vyšší u varianty A z důvodu větší hustoty provozu. Stupeň obsazení (S) je též vyšší ve variantě A, nárůst víc než 100 % oproti S_{opt} . Podobný nárůst se vyskytuje i u varianty B. Právě hodnota S vypovídá o cca 50% snížení propustnosti traťového úseku.

Varianta B poskytuje větší stabilitu JŘ, menší doby čekání a jejich pravděpodobnosti. Nicméně je důležité si uvědomit, že odkloněním části vlaků po alternativní trase, se může problém s kapacitou přesunout na alternativní trasu. Největší riziko s nedostatečnou kapacitou hrozí v části trasy mezi Brnem a Tišnovem. Proto by bylo zřejmě nutné řídit provoz vlaků operativně.

Závěr

Tato práce se zabývá analýzou traťového úseku Brandýs nad Orlicí – Ústí nad Orlicí včetně jeho přilehlých úseků. Dále je v této práci řešena analýza nové směrnice SŽDC SM124 a následně jejího využití při posuzování kapacity úseku omezenou výlukovou činností.

V první části jsou popsány úseky dotčené výlukovou činností. Autor práce se zde zabývá detailní analýzou kvality infrastruktury, charakteristiky provozu, traťových rychlostí, sklonových poměrů, typem staničního a traťového ZZ. Cílem první kapitoly bylo především vyjmenování problémových stavů na konkrétním traťovém úseku. Ve druhé části se autor práce zabýval již konkrétní podobou výluky, včetně organizace provozu a jejích dopadů. Součástí druhé kapitoly bylo stanovení přírážek k jízdním dobám pomocí programu KANGO. Následně byly stanoveny staniční intervaly v železničních stanicích Brandýs nad Orlicí a Ústí nad Orlicí. Na konec byl autorem navržena trasa NAD včetně počtu vozidel. Cílem druhé kapitoly bylo zajištění podkladů pro následný návrh variant řešení. Ve třetí části se autor již zabýval samotnou konstrukcí VNJR ve dvou variantách, které ve čtvrté kapitole posuzoval z hlediska kvality a stability.

Závěrečná část obsahuje samotné posuzování kvality provozu pomocí simulačního programu SepSim. Kromě analýzy nové směrnice SŽDC SM124 je součástí čtvrté kapitoly také zhodnocení obou variant řešení, včetně výběru nejvhodnější varianty.

Přínos práce spočívá v prvním využití simulačního programu SepSim pro posouzení VNJR, na jehož základě se zhodnotí dopad výluky na provoz v daném úseku. Navržená varianta zajišťuje nejmenší pravděpodobnost čekání a následně kumulaci zpoždění na výstupu.

Autor diplomové práce se domnívá, že cíl práce, stanovený v části Úvod, byl splněn.

Seznam použitých informačních zdrojů

- (1) SPRÁVA ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY: Plán omezení provozování dráhy v roce 2019. SŽDC [online]. Praha: Správa železniční dopravní cesty, c2018 [cit. 11. 04. 2018] z: https://www.uicr.cz/images/Dokumenty/Vyhlasiky/2018/Plan_omezeni_provozovani_drahy_v_roce_2019_-_komplet_UPDI-2487_18-OPDI-SPR_ML.pdf.
- (2) DOPRAVNÍINFO.CZ: Síť pozemních komunikací [online]. Praha: Ředitelství silnic a dálnic, c2009 [cit. 11. 05. 2018]. Dostupné z: <http://portal.dopravniinfo.cz/centralni-evidence-pozemnich-komunikaci/sit-pozemnich-komunikaci#>.
- (3) MAPY.CZ [online]. Praha: Seznam.cz, c2018 [cit. 11. 06. 2018]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>.
- (4) SŽDC: Síť koridorů RFC [online]. Praha: Rail Net Europe, c2016 [cit. 11. 05. 2018]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/rfc9/sit-koridoru.html>.
- (5) HAAS, Václav. Olomoucko-pražská dráha: Výhled do budoucna. Tisk Centrum s. r. o., Moravany u Brna: Regionální organizátor Pražské integrované dopravy, 2015, s. 82-108.
- (6) ŽESNAD.CZ: Členové sdružení [online]. Praha: ŽESNAD.CZ, c2018 [cit. 11. 05. 2018]. Dostupné z: <https://www.zesnad.cz/>.
- (7) POMŮCKY GVD: Tabulky traťových poměrů [online]. Praha: SŽDC, c2018 [cit. 11. 05. 2018]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/>.
- (8) BREJCHA, Radim. Zvyšování kapacity tratí v ČR. SŽDC [online]. Praha: Odbor strategie, 2014, 13. listopadu 2014 [cit. 11. 05. 2018]. Dostupné z: <https://www.sizi.cz/file.php?nid=14068&oid=4665866>.
- (9) AKTUALIZACE STUDIE PROVEDITELNOSTI ÚSEKU ÚSTÍ NAD ORLICÍ - CHOCEŇ: A.1 Shrnutí. Praha, 2018.
- (10) HRUBEŠ, Lubor. Problematika malých poloměrů na hlavních tratích. SŽDC [online]. Pardubice: Správa dopravní cesty Pardubice, 2010, 23. března 2010 [cit. 11. 06. 2018]. Dostupné z: <https://www.szdc.cz/soubory/konference-a-seminare/zdc-2010/08sb.pdf>.

- (11) KRÝŽE, Pavel. Dovolené traťové třídy a zatížení. SŽDC [online]. Praha: OLTIS Group, 2018, 31. října 2018 [cit. 11. 08. 2018]. Dostupné z: <file:///C:/Users/Robert%20I.%20Uhersk%C3%BD/Downloads/trz.pdf>.
- (12) AKTUALIZACE STUDIE PROVEDITELNOSTI ÚSEKU ÚSTÍ NAD ORLICÍ - CHOCEŇ: A.4 Dopravní technologie. Praha, 2018.
- (13) POPIS I. KORIDORU. K-report.net: Koridory [online]. Praha: Společnost přátel kolejové dopravy, 2006, 26. 10. 2006 [cit. 11. 13. 2018]. Dostupné z: <https://www.k-report.net/koridory/soucasn3.htm>.
- (14) MODERNIZACE ŽELEZNIČNÍHO UZLU ČESKÁ TŘEBOVÁ: Oznámení záměru. SUDOP Brno [online]. Brno: SUDOP Brno, 2017, c2017 [cit. 11. 15. 2018]. Dostupné z: https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1BBSzc3OF9vem5hbWVuaURPQ180NzI1OTQ4MDk1MDA2MTcyMjQyLnBkZg/PAK778_oznameni.pdf.
- (15) POČET OBYVATEL V OBCÍCH: Obyvatelstvo. Český statistický úřad [online]. Praha: Český statistický úřad, 2018, 30. 4. 2018 [cit. 11. 15. 2018]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/61546986/13007218.pdf/1d52a859-3564-48e4-a816-45352d519a59?version=1.0>.
- (16) IDOS.CZ. IDOS.cz: Spojení [online]. Brno: CHAPS spol., c2018 [cit. 11. 08. 2018]. Dostupné z: <https://jizdnirady.idnes.cz/vlaky/idos/>.
- (17) SŽDC CHYSTÁ VELKÉ OPRAVY KORIDORŮ Z KONCE 90. LET, VE HŘE JE 8 NEJHORŠÍCH ÚSEKŮ. Zdopravy.cz [online]. Praha: Zdopravy, 2017, 23. 10. 2017 [cit. 11. 15. 2018]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/szdc-chysta-velke-opravy-koridoru-z-konce-90-let-ve-hre-je-8-nejhorsich-useku-3361/>.
- (18) MAPA LINEK DÁLKOVÉ DOPRAVY V ČR: Kapesní jízdní řády linek dálkové dopravy. České dráhy [online]. Praha: ČD., 2017, 10. 12. 2017 [cit. 11. 14. 2018]. Dostupné z: <https://www.cd.cz/jizdni-rad/jizdni-rady-dalkovych-vlaku/-29764/>.
- (19) HRADECKO-PARDUBICKÁ AGLOMERACE. Integrované územní investice [online]. Praha: Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2015, c2015 [cit. 11. 16. 2018]. Dostupné z: <https://www.sizi.cz/file.php?nid=14068&oid=4665866>.

- (20) SŽDC SM124: Zjišťování kapacity dráhy. Praha, 2019.
- (21) S 33384/2013-OZŘP. SMĚRNICE SŽDC Č. 104: Provozní intervaly a následná mezidobí. Praha: Správa železniční dopravní cesty, 2013.
- (22) KOMÍNOVÁ, Lenka. KOORDINACE TVORBY VÝLUKOVÝCH JÍZDNÍCH ŘÁDŮ. Pardubice, 2019. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Pavel Drdla.
- (23) PLÁNKY STANIC: Brandýs nad Orlicí. In: Pomůcky GVD: Plánky stanic [online]. Praha: SŽDC, c2018, [cit. 11. 08. 2018]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/data/planky/planky.html>.
- (24) PLÁNKY STANIC: Ústí nad Orlicí. SŽDC [online]. Praha: SŽDC, c2018 [cit. 11. 11. 2018]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/data/planky/planky.html>.
- (25) TVORBA JÍZDNÍHO ŘÁDU POMOCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY NA ČESKÝCH DRÁHÁCH: Tvorba grafikonu vlakové dopravy (jádro SENA). Zabezpečovací technika [online]. Pardubice: Spolek přátel železnic. [cit. 01. 04. 2019]. Dostupné z: <http://spz.logout.cz/zabezpec/sena/sena.html>.
- (26) VĚDECKOTECHNICKÝ SBORNÍK ČD Č. 24/2007: Přidělování kapacity dráhy a vlakových tras pro ad hoc požadavky s využitím ISOŘ KADR. Vědeckotechnický sborník ČD [online]. 2007, 1-14 [cit. 15. 11. 2019]. Dostupné z: <<https://vts.cd.cz/documents/168518/195423/2403.pdf/6ec80778-3a15-45c5-ba71-0793dc5f3117>>
- (27) VĚDECKOTECHNICKÝ SBORNÍK ČD Č. 47/2019: Popis železniční sítě pro konstrukci jízdního řádu a řízení provozu. Vědeckotechnický sborník ČD [online]. 2019, Březen 2019, 2019(47), 1-12 [cit. 16. 11. 2019]. Dostupné z: https://vts.cd.cz/documents/168518/233051/09_4719_Fiala_Popis+%C5%BEElezni%C4%8Dn%C3%AD+s%C3%ADt%C4%9B+pro+konstrukci+j%C3%ADzdn%C3%ADho+%C5%99%C3%A1du+a+%C5%99%C3%ADzen%C3%AD+provozu_kor.pdf/260d717c-ab66-49f9-a515-4e0c1fec6ae2
- (28) ZÁKON 266/1994 SB., O DRÁHÁCH: Povinnosti dopravce. Ve znění pozdějších předpisů. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, 1994.

- (29) KREJSA, Tomáš. ANALÝZA NÁKLADŮ SOUVISEJÍCÍCH S VÝLUKOVOU ČINNOSTÍ: Náklady na zajištění náhradní autobusové dopravy. Pardubice, 2013. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera. Vedoucí práce Jindřich Ježek.
- (30) ZVYŠOVÁNÍ KAPACITY TRATÍ. In: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA DOPRAVNÍ [online]. Praha: Vysoké učení technické v Brně, 2015, s. 3-5 [cit. 7. 12. 2018]. ISBN 978 - 80 - 214 - 5231 - 2. Dostupné z: <https://www.sizi.cz/file.php?nid=14068&oid=4665850>.
- (31) Program SepSim pro simulaci jízdy vlaku vytvořený v MS Excel
- (32) BRANDÝS NAD ORLICÍ Historie a současnost. BRANDÝS NAD ORLICÍ: O městě [online]. Brandýs nad Orlicí: město Brandýs nad Orlicí, 2014, 17.12.2014 [cit. 11. 08. 2018]. Dostupné z: <http://www.mesto-brandys.cz/mesto/d-2822/p1=3199>.
- (33) OREDO: Autobusové linky OREDO k 10. 12. 2017. OREDO s. r. o.: Tarif IREDO [online]. Hradec Králové: OREDO, 2017, 10. 12. 2017 [cit. 11. 08. 2018]. Dostupné z: <http://www.oredo.cz/tarif-iredo/>.
- (34) DENÍK.CZ: Koridory Pardubickém kraji čeká modernizace. V Bezpráví posunou zastávku. Deník.cz: Koridory Pardubickém kraji čeká modernizace. V Bezpráví posunou zastávku [online]. Praha: Vltava Labe MEDIA, 2018, 23. 7. 2018 [cit. 11. 11. 2018]. Dostupné z: https://www.denik.cz/z_domova/koridory-ceka-modernizace-v-bezpravi-posunou-zastavku-20180723.html.
- (35) MĚSTO ÚSTÍ NAD ORLICÍ: O městě. Město Ústí nad Orlicí: O městě [online]. Ústí nad Orlicí: Město Ústí nad Orlicí, c2018 [cit. 11. 11. 2018]. Dostupné z: <https://www.ustinadorlici.cz/cs/mesto/mesto-usti-nad-orlici/o-meste>
- (36) PRŮJEZD ŽELEZNIČNÍM UZLEM ÚSTÍ NAD ORLICÍ – jak to nakonec dopadlo. Silnice - železnice: železniční infrastruktura [online]. Ostrava: KONSTRUKCE Media, c2017, 20. 7. 2017 [cit. 11. 11. 2018]. Dostupné z: <http://www.silnice-zeleznice.cz/clanek/prujezd-zeleznicnim-uzlem-usti-nad-orlici-jak-to-nakonec-dopadlo/>.
- (37) GEOPORTÁL ŘSD: Ústí nad Orlicí. ŘSD: Silniční a dálniční síť ČR [online]. Praha: ŘSD, c2018 [cit. 11. 11. 2018]. Dostupné z: <https://geoportal.rsd.cz/webappbuilder/apps/7/>.

- (38) PLÁNKY STANIC: Choceň. SŽDC [online]. Praha: SŽDC, c2018 [cit. 12. 4. 2018]. Dostupné z: <http://gvd.cz/cz/data/planky/planky.html>.
- (39) SŮRA, Jan. Alternativa pro koridor. SŽDC přidá další kolej mezi Týniště a Choceň, zrychlí na 140. Zdopravy.cz [online]. Praha: Zdopravy, 2018, 16. 10. 2018 [cit. 11. 14. 2018]. Dostupné z: <https://zdopravy.cz/alternativa-pro-koridor-szdc-prida-dalsi-kolej-mezi-tyliste-a-chocen-zrychli-na-140-17626/>.
- (40) AKTUALIZACE STUDIE PROVEDITELNOSTI ÚSEKU ÚSTÍ NAD ORLICÍ - CHOCEŇ: A.3 Dopravní technologie. Praha, 2018
- (41) AKTUALIZACE STUDIE PROVEDITELNOSTI ÚSEKU ÚSTÍ NAD ORLICÍ - CHOCEŇ: A.5 Dopravní technologie. Praha, 2018
- (42) DRDLA, Pavel a BULÍČEK, Josef. Situace v oblasti zjišťování kapacity a propustnosti železniční dopravní infrastruktury. Studijní opora předmětu Kapacita a propustnost železniční dopravy. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2017, s. 9-13.

PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha A *Dopravny v úseku Choceň - Ústí nad Orlicí*

Příloha B *Rozsah stávající vlakové dopravy*

Příloha C *Analýza a výpočet provozních intervalů*

Příloha D *VNJŘ: Varianta A*

Příloha E *VNJŘ: Varianta B*

Příloha F *SepSim: Varianta A*

Příloha G *SepSim: Varianta B*

Příloha H *Tabulka následných mezidobí Choceň - Ústí nad Orlicí*

Příloha CH *Tabulka následných mezidobí Ústí nad Orlicí - Choceň*

Příloha A – Dopravny v úseku Choceň – Ústí nad Orlicí

Tato příloha se bude zabývat vztahem dopraven vůči cestujícím, kteří jej budou využívat (popř. využívají) při výlukových činnostech. Předmětem této přílohy bude analýza bezbariérovosti, vzdálenosti kolejiště od stanovišť NAD, celková kompozice dopraven (typ nástupišť, kolejiště apod.), doby chůze od autobusových stanovišť na nástupiště (měřeno autorem na místě) a charakteristika města. Poznatky a časové údaje získal autor projektu během návštěvy dne 23. 11. 2018 v těchto níže zmíněných míst.

Železniční stanice Choceň

Leží na 271,04 kilometru dvoukolejné trati 010 Praha – Česká Třebová. Stanici využívají kromě Os a Sp i vlaky linky R18 (Praha – Zlín/Luhačovice/Veselí nad Moravou), R19 (Praha – Brno) (18). Jedná se o mezilehlou stanici, odbočnou pro trať 020 (Choceň – Velký Osek), 018 (Choceň – Litomyšl). Modernizace stanice Choceň proběhla v letech 2003 až 2005 a součástí rekonstrukce byla kompletní výměna nevyhovujících prvků (např. úroňové nástupištní hrany, kolejových prvků, modernizace staniční budovy atd.). Nejvýraznější změnou byla výstavba tří mimoúrovňových ostrovních nástupišť, jazykové nástupiště na západním zhlaví a oprava bočního nástupiště (13). Traťová rychlost ve stanici je $160 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. SZZ je 3. kategorie typu ESA 11 ovládanou dálkově z CDP Praha. Největší využití pro doby prostojů vlaků ND je nejvhodnější kolej č. 6 o délce 548 m (38). Pro většinu manipulačních a technologických operací bude v rámci diplomové práce využita stanice Choceň. Důvodem je větší počet dopravních kolejích. Nevýhodou je vytíženost stanice a malé délky předjízdňných kolejí. Stanice je silně vytížená (frekvence průjezdů, popř. pobytu cca. 5 minut) (16), navíc se jedná o odbočnou stanici pro trať směr Týniště nad Orlicí a Hradec Králové. V budoucnu se uvažuje o zdvoukolejnění železniční tratě 020 do stanice Velký Osek (39). Poté význam stanice pravděpodobně vzroste a situace začne být neúnosná. V současné době je cestujícím poskytován dostatečný komfort (informační systémy, napojení na IDS, blízkost autobusového nádraží a hlavně bezbariérovost).

Brandýs nad Orlicí

Brandýs nad Orlicí leží v chráněném území Přírodního parku Orlice. Pro potenciální návštěvníky města a jeho okolí slouží hustá síť cyklostezek a in-line stezek, vedoucí malebným údolím Tiché Orlice. Trasy cyklostezek spojují například Žamberk přes Letohrad, Českou Třebovou nebo Vysoké Mýto s trasováním přes Choceň. Počet obyvatel činí 1 345 (z roku 2016) (32).

V jižní okrajové části města se nachází stejnojmenné nádraží. Konfigurace dopravy je ovlivněna korytem řeky Tichá Orlice. Vlastní stanice je koncipována jako průjezdná stanice místního významu tvořenou čtyřmi dopravními a jednou manipulační kolejí. S výpravní budovou sousedí zastávka autobusové dopravy Brandýs nad Orlicí, „žel.st. Autobusovou přepravu zajišťuje společnost ČSAD Ústí nad Orlicí. Autobusové linky jsou zahrnuty do IDS IREDO (33). Na obr. 40 je přednádražní prostor, včetně umístění zastávky NAD.



Obr. 40 Přednádražní prostor směr centrum

Zdroj: foto a úprava autorem

Naproti autobusové zastávky je vybudované parkoviště s kapacitou 8 parkovacích míst pro osobní vozidla. Přednádražní prostory zajišťují dostatečný počet míst pro stání autobusů NAD a prostor pro obrat autobusu. Stav přednádražního prostoru je znázorněn na obr. 41.

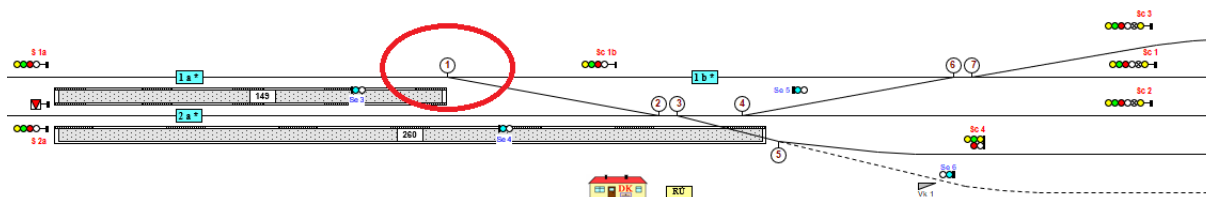


Obr. 41 Přednádražní prostor pohled na staniční budovu

Zdroj: foto a úprava autorem

Samotná stanice leží na km 266,214. Obě nástupištní hrany typu Tischer se nacházejí na ústeckém zhlaví. Společně se zastávkou Bezpráví je jedinou stanicí na trati 010 s úrovněnými nástupišti. Délka nástupištních hran je 145 m pro kolej č. 1 (směr Ústí nad Orlicí) a 260 m pro kolej č. 2 (směr Choceň) (14). Výška nástupištní hrany je 300 mm od temene kolejnice (12). Traťová rychlost hlavních kolejí je $85 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Na výhybkách je rychlost stanovena na $40 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Nevýhodou této dopravní je její konfigurace. Vzdálenost nástupiště od zastávky NAD je 169 m a dobu chůze autor naměřil v hodnotě 2:06 min. Nástupištní hrany společně se staniční budovou se nacházejí až za kolejovým rozvětvením na zhlaví ve směru Ústí nad Orlicí. Navíc není pro hlavní koleje zaručena dohlednost návěstidel, proto byly v lichém směru instalovány opakovací předvěsti. Nástupiště jsou řešena excentricky (nesplňují TSI PRM). Navíc jedno z nástupišť je umístěno mezi hlavními kolejemi. Výhodou polohy nástupišť koncem kolejového rozvětvení je snadná orientace cestujících prostoru dopravní.

Na obr. 42. je schematicky znázorněn stávající stav dopravní včetně označení místa ohrožení



Obr. 42 Schéma stanice Brandýs nad Orlicí na ústecko-orlickém zhlaví **Zdroj: (23), úprava autorem**

V prostřední části stanice v km 266,580 leží úrovňové PZZ pro komunikaci III. třídy. Nevýhodou tohoto přejezdu je délka přejezdu přes 4 staniční koleje (3). V dopravní kanceláři pracují 2 zaměstnanci řízení provozu (výpravčí a staniční dozorce). Typ SZZ je reléové ZZ 3. kategorie typu AŽD 71 s cestovou volbou a s elektronickou nadstavbou pro ETCS . Konec vlaku je zjišťován samočinnou činností ZZ. Traťové ZZ ve směru Ústí nad Orlicí je tříznakový obousměrný automatický blok typu AB88 a ve směru Choceň je tříznakový obousměrný automatický blok typu ABE-1. V rámci plánované optimalizace v nejbližších letech (2020 až 2021) budou stávající úrovňová nástupiště nahrazena mimoúrovňovými s výškou nástupiště hrany 550 mm nad traťovou kolejí (dále jen TK) s podchodem (12). V současnosti se jedná o jednu z nejzastaralejších stanic na celém 1. koridoru.

Ve srovnání se železniční dopravou, obsluhují autobusové spoje více obcí a zastávky autobusové dopravy mají ve městě Brandýs nad Orlicí lepší dostupnost. Oproti železniční dopravě mají autobusy např. ve směru Choceň o 12 minut delší cestovní doby. Ve směru Ústí nad Orlicí dokonce o 37 minut delší cestovní doby. Stanice není využívána dálkovou dopravou. Pobyt ve stanici mají pouze vlaky kategorie Os, a jeden pár kategorie Sp popř. vlaky nákladní dopravy z technologických důvodů. Vlaky kategorie Os (spoj Os 5001 – 5031) zde zastavují nejčastěji v periodě 1 hod, v čase X:37 pro směr Ústí nad Orlicí a v čase X:28 pro směr Choceň (hodinová perioda pouze v době dopravní špičky) (16). Charakter stanice není pro manipulační práce a obraty osobních vlaků vhodný. Předjízdne koleje č.3 a č. 4 slouží pro krátkodobé pobyty vlaků za účelem předjetí. Kolej č.6 slouží pro manipulace a během výluky je využita pouze příležitostně.

Pro potřeby pobytu vlaků osobní i nákladní dopravy jsou vhodné:

- 1. kolej: délka 747 m (staničení: 266,412 – 267,159),
- 2. kolej: délka 721 m (staničení: 266,211 – 267,128),
- 3. kolej: délka 752 m (staničení: 266,407 – 267,159),
- 4. kolej: délka 783 m (staničení 266,345 – 267,128) (12).

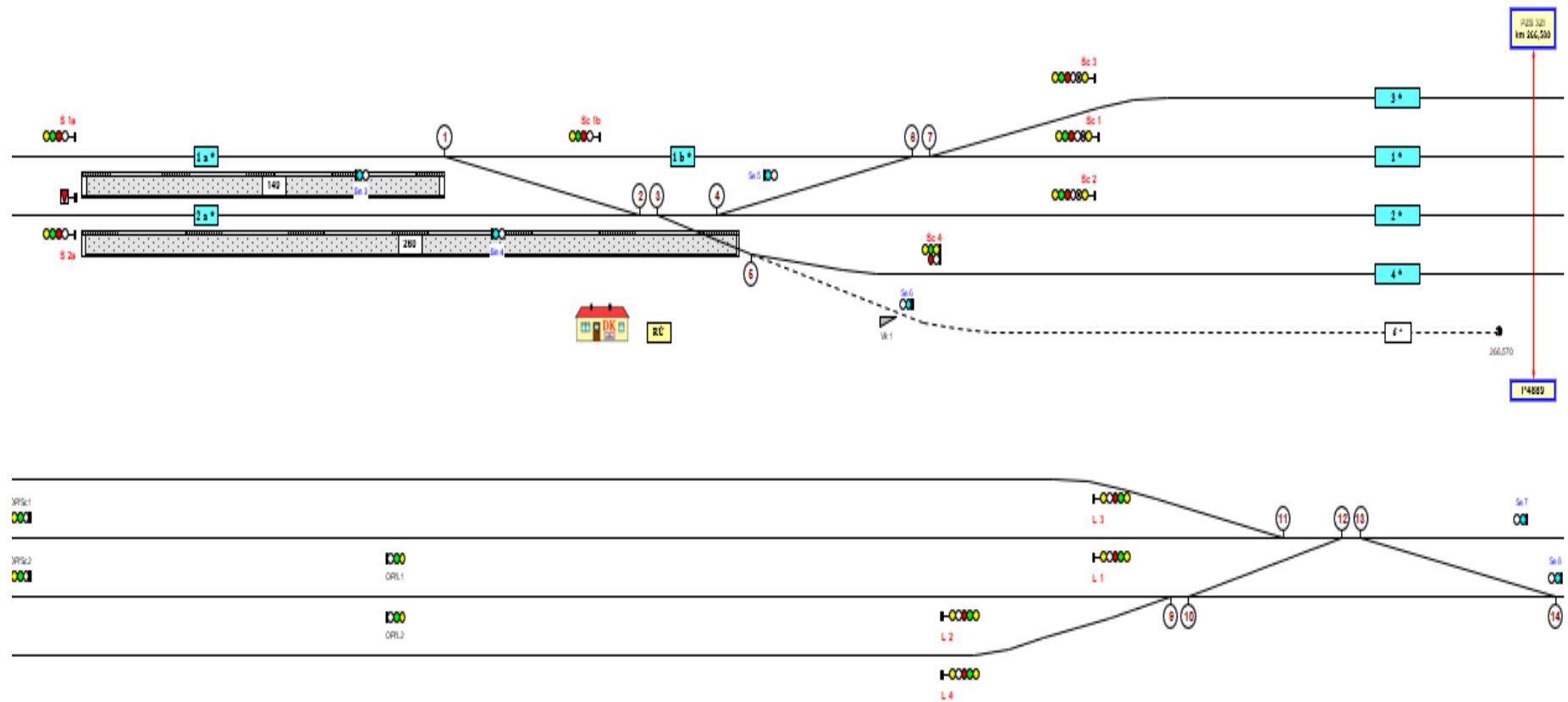
Nevýhodou pro cestující přestupující na NAD je velká vzdálenost od nástupištních hran na zastávku NAD a také špatná dostupnost od stanoviště VHD na nástupiště, což ilustruje obr. 43.



Obr. 43 Přístupová cesta na nástupiště Brandýs nad Orlicí

Zdroj: Autor

Následující obr. 44 představuje plánec dopravní Brandýs nad Orlicí.



Obr. 44 Plánek dopravný Brandýs nad Orlicí

Zdroj: (23), úprava autorem

Bezprávi

Je dopravna bez kolejového rozvětvení umístěna na km 263,315 zhruba 300 m od stejnojmenné osady. Jedná se o neobsazenou dopravnu. Dle vyjádření SŽDC by bylo součástí modernizace přesun zastávky do přímého úseku (34). Ke GVD 2019/2020 je využití zastávky osobními vlaky nízké, což dokazuje nezastavování všech osobních vlaků ve směru Lichkov (33). Nástupištní hrany jsou úrovně, s výškou nástupní hrany 330 mm (12), proto zde neplatí bezbariérovost. Zastávka leží po celé délce v oblouku, což značně ztěžuje práci průvodčích ve vypravování vlaků. V zhruba polovině dopravní se nachází přejezdové ZZ 3. kategorie vybavené závorami přes místní komunikaci. Zastávka je velice populární zejména mezi fanoušky železniční dopravy z důvodu malebné krajiny v okolí, hustoty provozu a zachovalosti celé části trati. K zastávce neexistuje přístupová komunikace vhodná pro NAD. Obr. 45 zachycuje nepříznivé traťové podmínky na zastávce Bezprávi.



Obr. 45 Oblouk v Bezprávi

Zdroj: foto a úprava autorem

Ústí nad Orlicí

Město Ústí nad Orlicí je okresní město ležící v Pardubickém kraji. Celkový počet obyvatel je cca 15 tisíc. Podobně jako město Brandýs nad Orlicí, je i Ústí nad Orlicí důležitou křižovatkou cyklostezek a in-line drah (35). V roce 2012 byly zahájeny přípravné práce k její modernizaci, která měla za cíl zvýšení traťové rychlosti, rekonstrukci ostrovních nástupišť, výstavbu zcela nové výpravní budovy, napřímení oblouku umožňující průjezd rychlostí až $160 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$, zrušení PZZ, nové parkoviště, nový informační systém pro cestující atd. (36). Největší změnou z hlediska jízdy vlaku je zrušení a napřímení oblouku, čímž se zvýšila traťová rychlost ze $70 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ na $130/160 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Největším přínosem rekonstrukce bylo zrušení PZZ. Na obr. 46 je předpokládané místo pro autobusy NAD.



Obr. 46 Stanoviště autobusů před nádražím v Ústí nad Orlicí

Zdroj: foto a úprava autorem

Stanice Ústí nad Orlicí je důležitým dopravním bodem v okolí. Je smíšenou stanicí podle povahy práce, mezilehlou po provozní stránce a odbočnou pro jednokolejnou trať pro směr Letohrad, Lichkov a do Polska. Stanice Ústí nad Orlicí se nachází na západním okraji města. Přístup na nástupiště je řešený mimoúrovňově, pro osoby s omezenou způsobilostí k pohybu jsou k dispozici výtahy (36). Pro cestující slouží nástupiště č. 1 v jižní části stanice (směr Česká Třebová) a nástupiště č. 2 (směr Kolín). Nástupiště č. 2 dále splňuje funkci přestupu hrana-hrana i pro směr Letohrad a Lichkov. Nástupiště č. 3 se nachází v nejsevernější části a slouží pro výstup/nástup cestujících ze směru Letohrad (19). Na rozdíl od stanice Brandýs nad Orlicí jsou zde bezbariérové úpravy. V tab. 1A jsou uvedeny délky nástupišť ve stanici Ústí nad Orlicí.

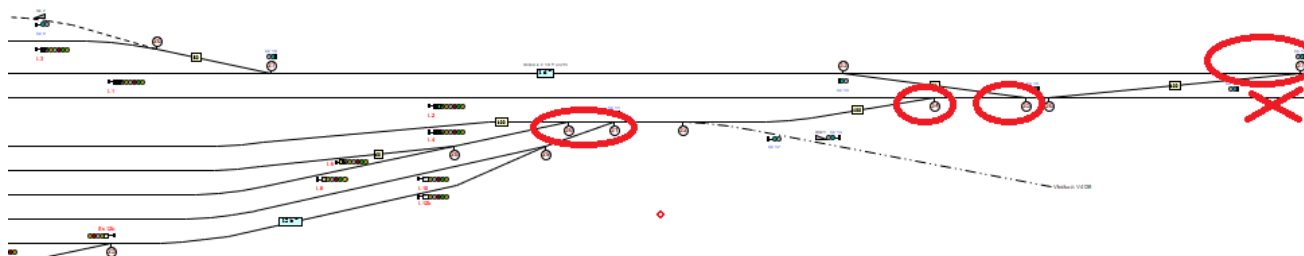
Tab. 1A Délky nástupišť železniční stanice Ústí nad Orlicí

Číslo nástupiště	Délka nástupiště (m)
Nástupiště č. 1	300
Nástupiště č. 2	300 - 450
Nástupiště č. 3	110

Zdroj: (24), úprava autorem

Vedle nových prostorů pro odbavení cestujících se nachází vysoce kapacitní parkoviště sousedící s autobusovou zastávkou Ústí n. Orli., „žel.st. pro výchozí/konečné stanoviště autobusových linek. Slouží i jako zastávka pro MHD Ústí nad Orlicí.

Staniční ZZ 3. kategorie je vybaveno zařízením ESA 44 JOP, řízenou dálkově z CDP Praha. Traťové ZZ přilehlých úseků trati 010 je tříznakový, obousměrný automatický blok se samočinnou kontrolou konce vlaku (24). Cestujícím jsou k dispozici, v přibližně 30 - minutových intervalech všechny linky vlaků kategorie Os, Sp, R a částečně i vlaky vyšší kategorie Ex a EC (16). Cestujícím je tak zaručena dostatečná nabídka vlakových spojů. V praktické části bude kolej č. 2 (směr Choceň) vyloučená a vlaky sudého směru budou vedeny po koleji č. 1. Situace je zobrazena na obr. 47.



Obr. 47 Schéma brandýského zhlaví ve stanici Ústí nad Orlicí

Zdroj: (24), úprava autorem

Napojení na hlavní komunikaci je řešeno pomocí místní komunikace vedenou mostním objektem přes Tichou Orlici. Za ní křižovatka s komunikací II/315 a po ulici M. R. Štefánika pokračuje k úrovněnému křížení se silnicí I/14, která zleva obchází centrum města (37). Nedostatkem je šířka prostoru křižovatky přístupové komunikace na stanici s místní komunikací (ulice Sokolská) ve tvaru T. Silniční dopravní vozidla větších rozměrů mohou mít zde problémy s odbočováním z hlavní komunikace na vedlejší a naopak. Situace je graficky znázorněna v obr. 48. Výhodou je využití nyní již zrušené přístupové komunikace k bývalé výpravní budově cyklostezkou a in-line stezkou.

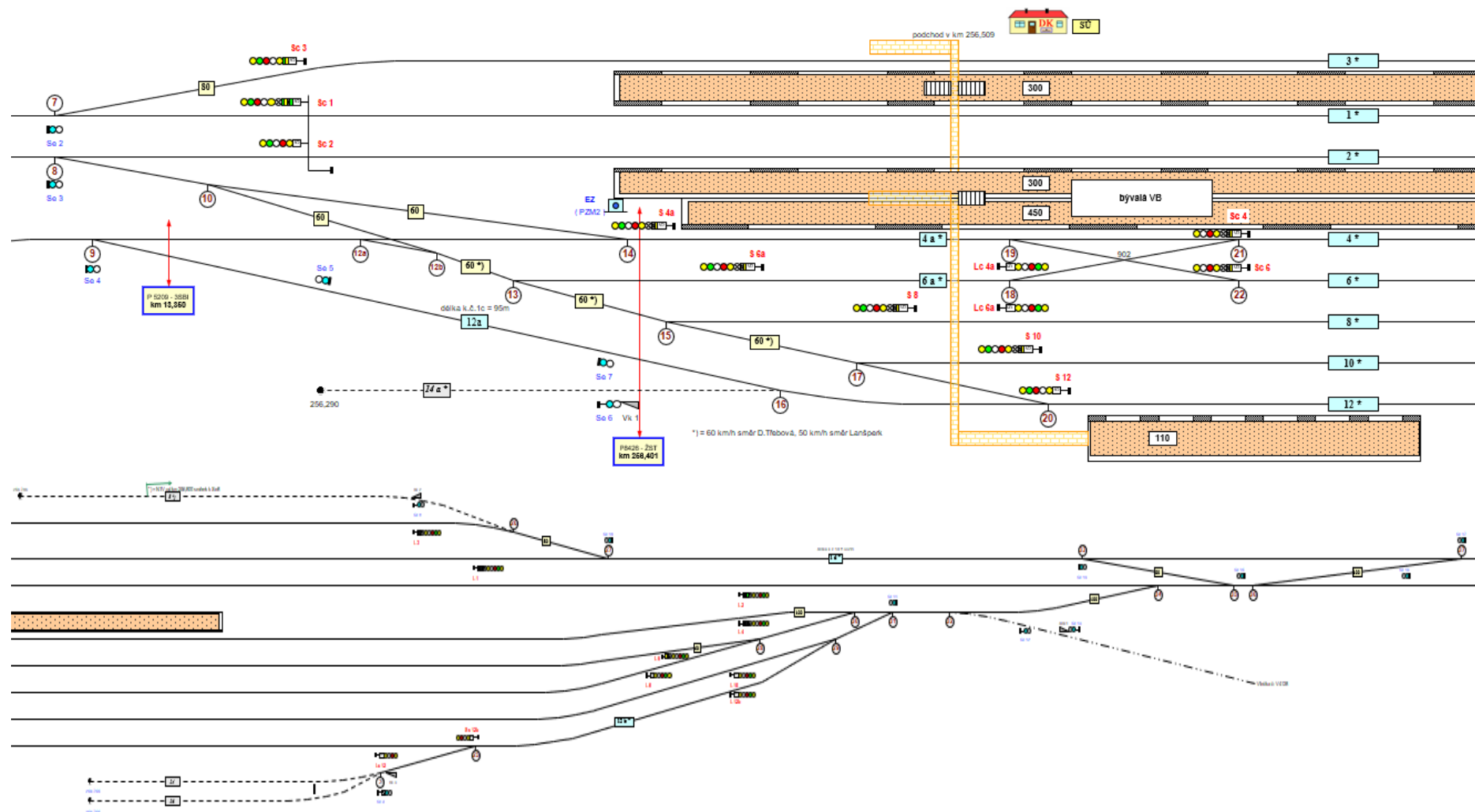


Obr. 48 Malý prostor na křížení komunikace s ulicí Sokolská **Zdroj: foto a úprava autorem**

Čas přechodu byl měřen od nástupiště č. 2 na autobusové stanoviště. Autor během přechodu využil komunikaci s podélným sklonem (vhodné pro OOSPO). Vzdálenost nástupiště od zastávky NAD je 63 m a dobu chůze autor naměřil v hodnotě 2:55 min. Počet spojů považuje autor za přiměřeně dostačující a vzhledem k počtu kolejí a uspořádání dopravy (směr Lichkov částečně oddělený od směru Pardubice – Česká Třebová) je možné provádět obraty a posuny vlakových souprav, aniž by došlo k omezení provozu na koridoru. Pro potřeby pobytu vlaků osobní i nákladní dopravy jsou vhodné:

- 2. kolej: délka 925 m (staničení: 256,287 – 257,212),
- 6. kolej: délka 550 m (staničení: 256,616 – 257,166),
- 8. kolej: délka 665 m (staničení: 256,495 – 257,160),
- 10. kolej: délka: 658 m (staničení 256,541 – 257,199) (24).

Kolej č. 4 je určena pro směr Letohrad. Tuto staniční kolej lze použít mezi návěstidlem Sc4 – L4 pro pobytu vlaků kratších délek (např. Os, R, popř. Ex). Traťová rychlost na kolejích č. 6, 8 a 10 je $60 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. U koleje č. 4 je traťová rychlost $100 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$ (24). Pro možné spojování souprav je zdejší doprava (díky jejímu atypickému uspořádání) nevhodná z důvodu malého počtu dopravních kolejí a taky existence odbočné tratě do Letohradu (nelze použít kolej č. 4 v celé délce a kolej č. 12.). Plánek stanice je přiložen v následujícím obr. 49.



Obr. 49 Plánek dopravný Ústí nad Orlicí

Zdroj: (24), úprava autorem

Příloha B – Rozsah stávající železniční dopravy

Vlaky Os zastavují ve stanicích Ústí nad Orlicí, Bezpráví, Brandýs nad Orlicí a Choceň. Vlaky kategorie R a Sp zastavují v Ústí nad Orlicí a Chocni. Většina Ex úsekem projíždějí.

Parametry vlaků Ex, R:

- Průměrná hmotnost: 440 t (včetně HV)
- Průměrná délka: 180 m (včetně HV)
- Podíl kotoučových brzd: 100 %
- Trakce: Elektrická/diessel (1 pár Arriva Express)

Parametry vlaků Os:

- Průměrná hmotnost: 200 t (včetně HV).
- Průměrná délka: 90 m (včetně HV)
- Podíl kotoučových brzd: 100 %
- Trakce: Elektrická

Parametry vlaků Nex, Pn:

- Průměrná hmotnost: 1 181,5 t (včetně HV).
- Průměrná délka: 427,6 m (včetně HV)
- Podíl kotoučových brzd: 25 % (pouze odhad)
- Trakce: Elektrická (40)

Tab. 1B Rozsah OD v pro GVD 2018/2019

			Ex	R+Sp	Os
Směr	S	ÚnO – CH	72	18	19
	L	CH – ÚnO	72	18	19
Σ			144	36	38
Z toho	Noc	22-6 hod	5	1	4
	Den	6-22 hod	67	15	15

Zdroj: (41)

Téměř 89 % vlaků OD jezdí v období 6-22 hod. U nákladní přepravy je to přibližně 61 % (zjišťováno pro vlaky Nex a Pn). Zhruba 1/3 vlaků zastavuje v Chocni, příp. rozjíždějí se z Chocně (důvodem je přecházení některých vlaků z/na trať 505), 5 vlaků zastavuje v „Brandýs nad Orlicí předjízdna kolej“, 6 vlaků v Ústí nad Orlicí. Ostatní nákladní vlaky úsekem projíždějí. V tab. 2B je uveden přehled a porovnání rozsahu vlakové dopravy v roce 2000 a 2017 poskytnuté projektové společností SUDOP Praha od SŽDC.

Tab. 2B Porovnání vlaků jednotlivých kategorií

<i>Úsek</i>	<i>2000 (den/noc)</i>					<i>2017 (den/noc)</i>			
	<i>Ex</i>	<i>R + Sp</i>	<i>Os</i>	<i>Nex + Pn</i>	<i>Mn</i>	<i>Ex</i>	<i>R + Sp</i>	<i>Os</i>	<i>Nex + Pn</i>
<i>ÚnO – CH</i>	31/3	17/10	24/7	48/30	2/0	121/13	33/1	28/9	43/46

Zdroj: (41), úprava autorem

Největšího zvýšení dosáhly vlaky kategorie Ex, a to o téměř 300 %. Příčinnou je liberalizace dopravy a s tím související vstup nových dopravců. Výsledkem je vyčerpaná kapacita traťového úseku. Ve výhledu (tj. za 10 let) se počítá s ještě vyšším navýšením počtu vlaků na trase. Dopravny Choceň a Ústí nad Orlicí nejsou zdrojem zátěžových proudů. S výjimkou manipulačních vlaků jsou určeny pro tranzitní přepravu. Skutečný rozsah nákladních vlaků pro rok 2018 se autorovi nepodařilo zjistit. Předpokládá se ale, že skutečný počet vlaků ND během GVD 2017/2018 bude přibližně stejný jako při platnosti GVD 2016/2017. Tyto podklady v tab. 3B, poskytlo SŽDC společnosti SUDOP Praha.

Tab. 3B Počet nákladních vlaků v roce 2017

	<i>Nex</i>	<i>Pn</i>	<i>Mn</i>	<i>Celkem</i>
<i>Celkem pro lichý a sudý směr</i>	47,7	40,8	0,02	88,5
<i>Z toho přes den (06-22)</i>	21,1	22,3	0,01	43,4
<i>noc (22-06)</i>	26,6	18,5	0,01	45,1

Zdroj: (41), úprava autorem

Rozdíl v počtu nákladních vlaků během dne a noci je nepatrný (přibližně 49:51 %). Přibližně 98 % výkonu v nákladní přepravě zajišťují vlaky kategorie Nex a Pn. Z tohoto důvodu nebude autor v části výpočtu propustnosti a následných mezidobých řešit manipulační vlaky.

Příloha C – Analýza a výpočet provozních intervalů

Obsluha zabezpečovacího zařízení

Železniční stanice Brandýs nad Orlicí disponuje staničním zabezpečovacím zařízením 3. kategorie typu reléové (dále jen RZZ). Dopravní kancelář je obsluhovaná 2 pracovníky a leží na 266,14 km. Délka kolejí (pro kolej č. 1, 2, 3 a 4) ve staničním prostoru je v rozmezí 721–783 m. Předjízdne koleje č. 3 a č. 4 dosahují užitečné délky 752 m, resp. 783 m (23). Maximální délka vlaků v ČR činí 740 m. Provoz zdejších vlaků není omezen. Po konzultacích v České Třebové byl autor informován o tom, že i přes nevhodné koncipování stanice a umístění PZZ, zdejší dopravně probíhá křižování i vlaků ND.

Následující tabulky představují časové hodnoty jednotlivých úkonů pro výpočet provozního intervalu a následného mezidobí. Tab. 1C popisuje úkony a časové hodnoty rušení vlakové cesty 1. vlaku.

Tab. 1C Rušení VC po 1. vlaku

Číslo úkonu	Popis úkonu	Činnost úkonu	Provádí	Doba trvání
1.a	EZZ: Automatické zrušení závěru jízdní cesty	Automatický rozpad VC	ZZ automaticky	0,05
1.b	RZZ: Automatické zrušení závěru jízdní cesty	Automatický rozpad VC	ZZ automaticky	0,05
Celkem (min)				0,05

Zdroj: (21), úprava autorem

Odhláška se používá v případech, kdy je místem ohrožení prostorový oddíl. Odhlášku lze podat poté, co vlak opustí prostorový oddíl. Tab. 2C představuje úkony s odhláškou související, včetně časových hodnot.

Tab. 2C Doba na odhlášku

Číslo úkonu	Popis úkonu	Provádí	Doba trvání
1.	Automatická odhláška - dlouhá	ZZ automaticky	0,15
Celkem (min)			0,15

Zdroj: (21), úprava autorem

Doba na odhlášku činí 0,15 min. Změna traťového souhlasu se provádí v případě provozního intervalu křižování. Podmínkou je existence poloautomatického bloku (reléový nebo hradlový), automatického hradla nebo automatického bloku. Změna traťového souhlasu se určí podle následující tab. 3C.

Tab. 3C Změna traťového souhlasu pro automatický blok

Typ odhlášky	Typ TZZ	Provádí	Doba trvání
Změna traťového souhlasu AB	Automatický blok	DK + ZZ automaticky	0,40
Celkem (min)			0,40

Zdroj: (21), úprava autorem

Přestavování jedné ústředně přestavované výhybky se určí podle tab. 4C.

Tab. 4C Doba na přestavení výhybky

Způsob přestavení	Popis	Doba trvání
Výhybka ústředně	Přestavení jedné ústředně přestavované výhybky	0,05
Výhybka na EZZ	Přestavení jedné ústředně přestavované výhybky na elektronickém ZZ	0,15
Celkem (min)		0,05-0,15

Zdroj: (21), úprava autorem

Obsluha elektronického ZZ (dále jen EZZ) a reléového ZZ (dále je RZZ) pomocí počátečního a koncového tlačítka je v tab. 5C.

Tab. 5C Obsluha EZZ a RZZ pro přípravu vlakové cesty

Číslo úkonu	Popis úkonu	Činnost úkonu	Provádí	Doba trvání
1.	Obsluha počátečního a koncového tlačítka Úkony vykonávané ZZ	Tlačítko + automatická příprava VC	DK + ZZ	0,10 + p _v
Celkem (min)				0,10

Zdroj: (39), úprava autorem

kde: p_v – přestavování výhybek,

DK – dopravní kancelář.

Celkový čas na obsluhu RZZ ve stanici Brandýs nad Orlicí činí **0,10 min tj. 6 s.**

Poslední složkou je dohlednost a výprava vlaku. Ta je definována jako „*doba, kterou je strojvedoucí schopen bezpečně registrovat změnu návěstního znaku na návěstidle.*“ (21)

Podle směrnice 104 se dohlednost předpokládá ve výši 0,20 min.

Příklad intervalu křižování

1. Jízda 1. vlaku (J_1)

Jízda prvního vlaku patří mezi dynamickou složku, která označuje dobu mezi referenčním časem prvního vlaku a uvolnění místa ohrožení 1. vlakem. Doba J_1 se určí jako rozdíl mezi dobou potřebnou na zastavení a předpokládanou dobou jízdy od místa určení až po zastavení (21). První vlak kategorie Ex, R ve směru Choceň na ústeckém zhlaví přejíždí z koleje č. 1 na kolej č. 2 (tzn. z nesprávné koleje na správnou). Rychlost na výhybce je $40 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$. Druhý vlak kategorie Ex, R zastavil z dopravních důvodů na koleji č. 3 v dopravně Brandýs nad Orlicí.

Důležité parametry:

- Délka vlaku (l_v): 180 metrů,
- Odjezdová délka koleje (l_u): 783 metrů,
- Vjezdová rychlost 1. vlaku (v_1): $40 \text{ km} \cdot \text{hod}^{-1}$.

Hodnotu dynamické složky určíme ze vztahu č. 1:

$$t_{d1} = \frac{l_v - l_u}{v_1} * 0,06 \quad [\text{min}] \quad (1)$$

kde: l_v délka vlaku [m],

l_u užitečná délka koleje [m],

v_1 rychlost 1. vlaku [$\text{km} \cdot \text{hod}^{-1}$].

$$t_{d1} = \frac{|180 - 783|}{40} * 0,06 = 0,9045 \text{ min}$$

2. Statistická složka

Pro výpočet statické složky provozních intervalů je potřeba znát technologické časy. Tyto technologické časy se v praxi stanoví měřením. Pro účely této práce budou používány následující hodnoty v tab. 6C určené pro dopravnu Brandýs nad Orlicí, kde je reléové staniční zabezpečení:

Tab. 6C Technologické časy pro dopravnu Brandýs nad Orlicí

Obsluha ZZ pro zrušení vlakové cesty	0,05
Odhláška	0,15
Změna traťového souhlasu	0,4
Přestavování výhybek	0,05
Obsluha ZZ pro přípravu VC	0,1
Dohlednost	0,2

Zdroj: (39), úprava autorem

Celková doba technologických úkonů (tj. statistická složka pro 1. a 2. vlak) činí
 $t_{st} = 0,95 \text{ min}$

Hodnota intervalu: $0,95 - 0,9045 = 0,0455 = 0,5 \text{ min}$

3. Jízda 2. vlaku

Jízda druhého vlaku od obsazení (dynamická složka druhého vlaku) je doba mezi okamžikem obsazení místa ohrožení druhým vlakem (O) a referenčním časem druhého vlaku (R2), to znamená:

$$j_2 = j(O, R_2) = 0 \text{ min} \quad (21)$$

V tomto případě je dynamická složka druhého vlaku nulová, protože hodnota intervalu křížování je ovlivněna statickou složkou obou vlaků a dynamickou složkou 1. vlaku.

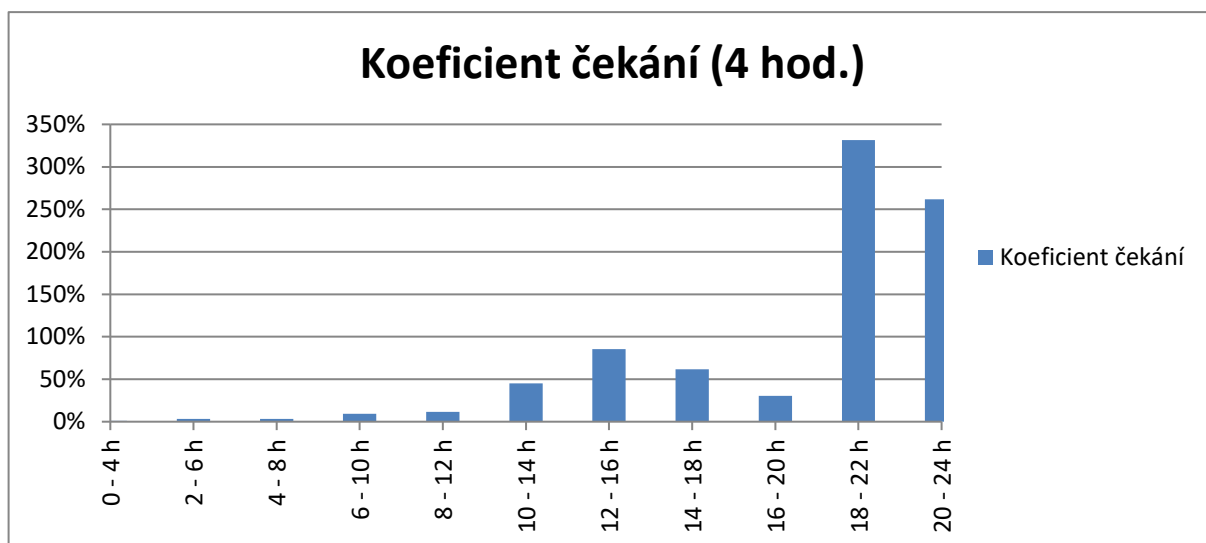
Příloha D – VNJŘ: Varianta A

Bude součástí elektronické přílohy v PDF.

Příloha E – VNJŘ: Varianta B

Bude součástí elektronické přílohy v PDF.

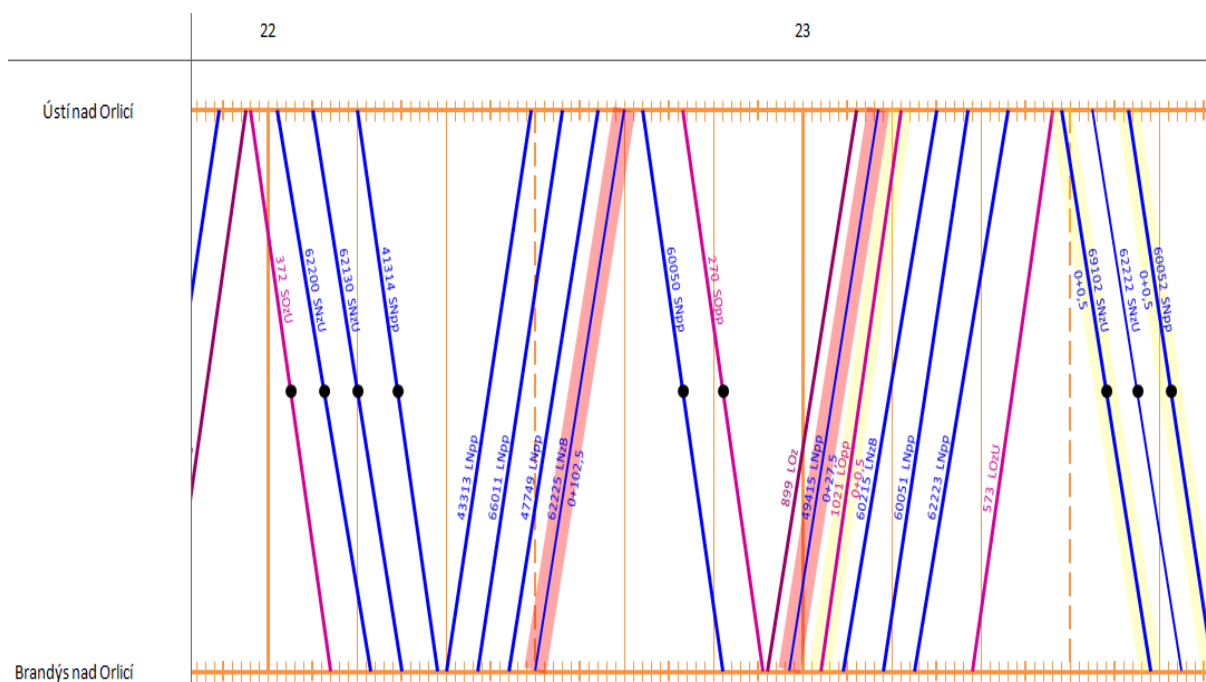
Příloha F – SepSim: Varianta A



Obr. 50 Sloupcový graf simulace bez vstupního zpoždění

Zdroj: (31), úprava autorem

Nejvyšší hodnota koeficientu čekání byla dosažena mezi 18 – 22 hod. Důvodem je upřednostnění vlaků osobní dopravy během odpolední špičky před nákladní dopravou. Tuto situaci znázorňuje obr. 51.



Obr. 51 VNJR vykreslený SepSim bez vstupního zpoždění

Zdroj: (31), úprava autorem

Tabulka 1F obsahuje souhrnné údaje všech vlaků za 24 hodin zjištěných simulací.

Tab. 1F Varianta A - výsledky simulace pro jednotlivé vlaky (500 replikací)

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
NEx	43316	0:16:00	10	16,07	43%	3,3	1,4	236%
NEx	43331	0:27:30	8,5	15,02	46%	3,08	1,4	220%
NEx	69511	0:31:00	9,5	15,51	45%	2,8	1,4	200%
Pn	62224	0:41:30	10,5	15,78	69%	8,04	1,8	447%
NEx	60202	0:51:00	11	14,35	46%	4,55	1,4	325%
NEx	65521	1:03:00	9,5	15,44	54%	3,88	1,4	277%
Ex	575	1:08:30	8,5	3,74	22%	0,46	0,25	184%
Ex	445	1:19:30	9	3,4	13%	0,34	0,25	135%
NEx	41364	1:29:30	11	14,37	66%	4,15	1,4	297%
NEx	45310	1:33:00	11,5	12,75	62%	3,53	1,4	252%
NEx	60206	1:37:00	11	14,49	62%	3,41	1,4	243%
NEx	60100	1:41:00	11,5	14,17	57%	3,43	1,4	245%
Pn	60204	1:45:30	11	16,25	64%	6,1	1,8	339%
NEx	60203	1:57:30	9,5	14,91	61%	4,26	1,4	304%
Pn	45315	2:01:00	11	13,61	69%	7,66	1,8	425%
NEx	61021	2:32:00	10,5	15,09	36%	2,1	1,4	150%
NEx	66031	2:37:03	9,4	14,44	33%	2	1,4	143%
Pn	64601	2:41:30	10,5	16,1	46%	4,49	1,8	249%
NEx	60102	2:53:00	9	14,88	47%	2,59	1,4	185%
Pn	52508	2:56:00	11	14,74	70%	6,1	1,8	339%
Pn	43207	3:08:00	10	14,38	51%	3,7	1,8	205%
NEx	42338	3:14:00	9,5	15,03	41%	1,76	1,4	126%
NEx	66010	3:19:00	8,5	15,04	40%	2,12	1,4	152%
Pn	60101	3:28:30	9,5	16,84	67%	6,8	1,8	378%
Pn	65533	3:40:00	11	16,3	59%	7,25	1,8	403%
NEx	46603	3:45:00	10	13,86	39%	2,36	1,4	168%
NEx	62133	4:17:00	9	15,48	42%	5,12	1,4	366%
Ex	1020	4:27:00	9	3,32	17%	0,29	0,25	116%
Ex	444	4:29:30	9	3,42	22%	0,24	0,25	96%
NEx	42306	4:33:00	10	16,53	54%	3,81	1,4	272%
Pn	43328	4:49:30	9,5	15,95	58%	8,07	1,8	448%
NEx	60105	5:00:00	11	17,41	54%	7,2	1,4	514%
NEx	43319	5:04:30	10,5	11,94	50%	6,61	1,4	472%
NEx	61020	5:16:00	12,5	17,87	64%	8,57	1,4	612%
R	898	5:24:00	10	3,54	32%	1,59	0,3	528%
NEx	48738	5:28:30	9,5	14,93	59%	8,9	1,4	635%
NEx	62201	5:39:00	9,5	15,64	72%	12,52	1,4	895%
R	641	5:42:00	10	3,32	66%	4,08	0,3	1360%
Ex	442	5:52:30	9	3,43	71%	2,62	0,25	1049%
Ex	574	5:55:30	9	3,7	59%	2,07	0,25	829%
Ex	518	5:58:30	8	3,66	61%	2,3	0,25	920%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	W _{OPT}	q
Ex	518	5:58:30	8	3,66	61%	2,3	0,25	920%
Ex	71	6:07:00	10	4	83%	6,9	0,25	2761%
Ex	1350	6:17:30	9,5	3,64	77%	3,79	0,25	1517%
Ex	1040	6:19:30	9,5	3,62	76%	3,47	0,25	1389%
R	896	6:21:30	9,5	3,63	77%	4,46	0,3	1487%
R	874	6:24:00	9	2,74	83%	5,13	0,3	1710%
Ex	1031	6:33:30	9,5	3,78	88%	4,98	0,25	1993%
R	883	6:35:30	10,5	3,33	89%	5,66	0,3	1885%
NEx	41375	6:38:00	10,5	15,13	97%	21,41	1,4	1530%
Ex	121	6:42:00	9,5	3,09	74%	3,38	0,25	1352%
Ex	572	6:52:00	9	3,23	89%	5,07	0,25	2028%
Ex	1000	6:54:00	9	3,23	88%	4,58	0,25	1831%
NEx	62132	6:57:00	9	15,72	94%	18,6	1,4	1329%
Ex	516	7:01:00	8	3,13	70%	3,01	0,25	1202%
Ex	1352	7:03:30	8,5	2,91	73%	3,19	0,25	1275%
Ex	273	7:12:30	9,5	3,13	90%	5,67	0,25	2269%
Ex	1001	7:14:30	10	3,25	83%	4,28	0,25	1714%
Ex	522	7:25:00	9	3,47	88%	5,54	0,25	2217%
Ex	1042	7:27:00	9	3,04	88%	5,12	0,25	2047%
R	894	7:29:00	10	3,61	90%	6,11	0,3	2037%
R	861	7:39:30	10,5	3,71	92%	8,56	0,3	2854%
Ex	113	7:42:00	10,5	3,66	88%	6,01	0,25	2404%
Ex	284	7:53:00	9	3,4	80%	4,82	0,25	1926%
Ex	1002	7:55:30	9	3,5	79%	4,26	0,25	1704%
Ex	514	7:59:30	7	3,25	73%	3,48	0,25	1393%
Ex	73	8:07:00	9,5	3,37	90%	9,84	0,25	3936%
Ex	1354	8:17:00	9	3,19	65%	3,01	0,25	1204%
Ex	1044	8:19:00	9	3,29	70%	3,27	0,25	1307%
Ex	544	8:21:00	9	3,24	70%	2,87	0,25	1147%
R	872	8:24:00	8	3,59	76%	5,42	0,3	1806%
Ex	241	8:32:30	9	3,69	87%	4,1	0,25	1639%
Ex	1041	8:35:00	9,5	3,6	84%	4,28	0,25	1711%
R	885	8:37:30	10,5	3,34	81%	4,72	0,3	1573%
Ex	123	8:42:00	9,5	3,15	67%	2,64	0,25	1056%
Ex	282	8:52:00	9	3,61	84%	3,62	0,25	1447%
Ex	1004	8:54:00	9	3,6	75%	3,14	0,25	1256%
Ex	512	8:58:30	7	3,49	64%	2,87	0,25	1150%
Ex	1003	9:06:00	9,5	4,23	82%	4,58	0,25	1832%
Ex	275	9:08:00	10	3,75	76%	3,72	0,25	1489%
Ex	1030	9:18:30	9	3,65	82%	4,59	0,25	1838%
Ex	520	9:20:30	9,5	3,82	76%	2,99	0,25	1195%
R	892	9:24:00	10	3,46	72%	4,38	0,3	1461%
Ex	1351	9:34:30	9,5	3,6	82%	3,38	0,25	1351%
R	863	9:36:30	10,5	3,35	79%	3,62	0,3	1206%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
NEx	43323	9:38:00	11	15	94%	18,01	1,4	1286%
Ex	141	9:42:00	9,5	3,21	62%	2,32	0,25	927%
Ex	70	9:52:00	9	4,03	79%	4,08	0,25	1632%
Ex	1006	9:54:00	9	3,8	75%	3,91	0,25	1564%
Ex	75	10:03:30	9,5	3,38	81%	3,97	0,25	1588%
Ex	1061	10:06:00	9	3,64	78%	4,19	0,25	1674%
Ex	400	10:15:30	9,5	3,76	88%	5,14	0,25	2055%
Ex	144	10:18:00	10	3,55	82%	4,04	0,25	1616%
NEx	41330	10:20:00	11	14,12	93%	19,8	1,4	1414%
R	870	10:24:00	10	3,25	72%	4,87	0,3	1623%
Ex	1353	10:34:30	11,5	3,8	81%	3,49	0,25	1395%
Ex	1033	10:36:30	11,5	3,51	77%	3,11	0,25	1242%
R	887	10:39:30	11	3,55	72%	3,21	0,3	1069%
Ex	125	10:42:00	12	3,49	68%	2,64	0,25	1055%
NEx	60213	10:46:00	11	15,96	85%	14,39	1,4	1028%
Ex	505	10:51:30	8,5	3,45	56%	3,49	0,25	1397%
Ex	280	11:00:30	9	3,89	73%	3,19	0,25	1275%
Ex	510	11:03:30	9,5	3,41	67%	2,4	0,25	960%
Ex	1008	11:06:00	9	3,49	70%	3,49	0,25	1394%
Ex	277	11:15:30	10	3,8	83%	4,54	0,25	1815%
Ex	1005	11:18:00	10	3,3	77%	4,87	0,25	1949%
Ex	1046	11:28:30	9	3,56	84%	5,48	0,25	2191%
Ex	220	11:30:30	9,5	3,71	81%	3,94	0,25	1577%
R	890	11:32:30	10	3,25	85%	5,43	0,3	1810%
Ex	1355	11:43:00	11,5	3,87	85%	4,56	0,25	1826%
Ex	115	11:46:00	10,5	3,46	80%	3,64	0,25	1456%
R	865	11:48:00	10,5	3,33	85%	4,6	0,3	1533%
Ex	72	11:59:00	9	3,03	87%	6,18	0,25	2472%
Ex	1060	12:01:00	9,5	3,46	82%	4,53	0,25	1812%
Ex	77	12:11:00	10	3,6	84%	8,13	0,25	3254%
Ex	1358	12:21:30	9,5	3,49	64%	2,98	0,25	1192%
Ex	116	12:24:00	9	3,47	65%	3,28	0,25	1310%
R	868	12:26:00	10	3,68	72%	4,77	0,3	1590%
Ex	1043	12:36:30	9,5	3,62	83%	4,26	0,25	1703%
R	889	12:38:30	10,5	3,29	80%	4,12	0,3	1374%
Ex	127	12:42:00	9,5	3,29	70%	2,68	0,25	1072%
Ex	172	12:52:00	9	3,57	82%	4,26	0,25	1702%
Ex	1010	12:54:00	9	3,41	82%	4,69	0,25	1875%
Ex	507	13:03:30	7,5	3,47	87%	5,68	0,25	2274%
Ex	279	13:06:00	9	3,77	80%	3,06	0,25	1223%
Ex	1007	13:08:00	10	4,29	76%	3,09	0,25	1236%
NEx	69101	13:11:00	10	14,85	93%	16,78	1,4	1198%
Ex	128	13:22:00	9	3,45	70%	2,79	0,25	1117%
Ex	1032	13:24:00	9	3,12	63%	2,52	0,25	1007%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
R	888	13:26:00	10	4	68%	3,93	0,3	1310%
Ex	1357	13:36:30	9,5	3,19	79%	3,38	0,25	1352%
R	867	13:38:30	10,5	3,36	83%	3,71	0,3	1237%
Ex	143	13:42:00	8,5	3,39	68%	2,19	0,25	875%
Ex	74	13:51:00	9	3,8	87%	7,14	0,25	2856%
Ex	79	14:00:30	8,5	3,44	56%	3,53	0,25	1412%
Ex	1360	14:09:30	9,5	3,64	76%	3,15	0,25	1259%
NEx	43322	14:11:30	10	12,69	90%	9,68	1,4	691%
Ex	142	14:15:00	11,5	3,63	59%	1,88	0,25	754%
NEx	43205	14:18:00	11	14,96	84%	15,66	1,4	1119%
NEx	60106	14:21:00	10,5	16,03	82%	13,08	1,4	935%
R	866	14:24:30	10	3,14	57%	3,64	0,3	1213%
Ex	1035	14:35:00	10	3,33	75%	3,4	0,25	1359%
R	891	14:37:00	10,5	4,02	74%	4,15	0,3	1383%
Pn	43204	14:40:00	11,5	14,18	86%	19,05	1,8	1058%
Ex	221	14:43:00	11,5	4,16	49%	2,2	0,25	881%
Pn	47200	14:47:30	10	16,24	80%	21,61	1,8	1201%
Ex	509	14:51:30	8	3,47	54%	4,45	0,25	1781%
Ex	278	14:59:30	11	3,48	86%	3,93	0,25	1573%
Ex	506	15:01:30	11	3,63	78%	3,78	0,25	1511%
Ex	1012	15:03:30	11	3,33	80%	3,39	0,25	1358%
Ex	1362	15:07:30	9,5	3	76%	3,77	0,25	1509%
Ex	173	15:17:30	10	3,82	91%	6,56	0,25	2623%
Ex	1009	15:19:30	10	3,2	88%	6,15	0,25	2461%
Ex	126	15:30:00	9	3,65	88%	6,68	0,25	2673%
Ex	1048	15:32:00	9	3,73	87%	6,57	0,25	2627%
Ex	886	15:34:00	10	3,63	88%	6,5	0,25	2600%
Ex	1359	15:44:30	9,5	3,33	92%	7,25	0,25	2899%
Ex	1063	15:46:30	10	3,22	92%	6,46	0,25	2584%
Ex	117	15:48:30	10,5	3,53	89%	5,2	0,25	2081%
Ex	511	15:51:30	9,5	3,6	88%	4,81	0,25	1924%
R	869	15:53:30	10,5	3,38	90%	6,41	0,3	2135%
Ex	76	16:04:30	9,5	3,81	92%	7,47	0,25	2989%
Ex	1364	16:07:00	10	3,72	89%	5,99	0,25	2397%
Ex	371	16:17:30	10	3,37	85%	6,37	0,25	2549%
Ex	1011	16:20:00	10	3,48	84%	6,17	0,25	2468%
Ex	114	16:30:30	9	3,56	85%	7,21	0,25	2885%
R	864	16:32:00	10	3,7	92%	8,25	0,3	2749%
Ex	1045	16:42:30	9,5	3,59	83%	4,69	0,25	1875%
R	893	16:44:30	10,5	3,68	86%	6,02	0,3	2006%
Ex	129	16:46:30	10,5	3,49	76%	3,45	0,25	1380%
Ex	243	16:51:30	7,5	3,46	76%	4,41	0,25	1765%
Ex	276	16:59:30	9	3,71	88%	4,74	0,25	1896%
Ex	504	17:01:30	9	3,5	84%	4,11	0,25	1644%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
Ex	1014	17:03:30	9	3,73	80%	4,56	0,25	1825%
Ex	281	17:13:00	10	3,61	90%	6,05	0,25	2420%
Ex	1013	17:15:00	10	3,51	86%	5,65	0,25	2262%
Ex	124	17:25:30	9	3,22	88%	5,77	0,25	2308%
Ex	1034	17:27:30	9	3,4	85%	5,8	0,25	2320%
R	884	17:29:30	10	3,65	91%	7,22	0,3	2405%
Ex	1037	17:40:00	9,5	3,18	93%	5,19	0,25	2076%
Ex	401	17:42:00	9,5	3,84	88%	4,65	0,25	1861%
Ex	145	17:44:00	10,5	3,5	86%	4,15	0,25	1661%
R	871	17:46:00	10,5	3,68	86%	5,86	0,3	1952%
Ex	513	17:51:30	7,5	3,86	75%	3,79	0,25	1518%
Ex	78	17:59:30	9	3,84	86%	5,42	0,25	2168%
Ex	1062	18:01:30	9,5	3,05	84%	3,91	0,25	1563%
Ex	1366	18:03:30	10	3,44	80%	2,93	0,25	1174%
Ex	373	18:14:00	8	3,56	89%	5,88	0,25	2353%
Ex	1015	18:16:00	9,5	3,35	85%	4,58	0,25	1834%
Ex	140	18:26:00	9	3,44	85%	4,3	0,25	1721%
Ex	1050	18:28:00	9	4,03	81%	4,53	0,25	1812%
R	862	18:30:00	10	3,77	81%	5,73	0,3	1909%
Ex	1047	18:40:30	9,5	3,65	88%	3,95	0,25	1580%
Ex	1363	18:42:30	9,5	3,17	85%	3,75	0,25	1500%
R	895	18:44:30	10,5	3,7	83%	4,7	0,3	1567%
Ex	521	18:47:00	10,5	3,74	75%	2,46	0,25	984%
Ex	515	18:51:30	7,5	3,8	69%	3,33	0,25	1333%
Ex	500	18:59:30	7	3,34	89%	5,68	0,25	2272%
Ex	274	19:01:30	9	3,24	82%	3,38	0,25	1352%
Ex	1016	19:04:00	9	2,86	72%	3,19	0,25	1276%
Ex	283	19:13:30	10	3,32	82%	3,62	0,25	1448%
Ex	1017	19:15:30	10	3,52	77%	3,72	0,25	1487%
Ex	122	19:26:00	9	3,63	83%	5,47	0,25	2189%
R	882	19:28:00	10	3,85	81%	7,42	0,3	2473%
Ex	1365	19:38:30	9,5	3,6	83%	3,16	0,25	1263%
Ex	1049	19:40:30	9,5	3,43	80%	2,57	0,25	1030%
R	873	19:42:30	10,5	3,79	80%	3,78	0,3	1259%
Ex	545	19:45:30	10,5	3,22	58%	1,3	0,25	521%
NEx	45313	19:48:30	10,5	16,26	85%	8,58	1,4	613%
NEx	47352	19:52:00	10	14	79%	8,15	1,4	582%
NEx	48707	19:55:30	11	13,91	77%	10,51	1,4	751%
Ex	375	20:00:30	9	3,62	43%	2,21	0,25	883%
Ex	370	20:10:00	9	3,87	72%	3,44	0,25	1378%
Ex	112	20:15:00	8,5	3,76	51%	1,49	0,25	596%
NEx	47334	20:17:00	10	15,37	87%	10,35	1,4	739%
NEx	61022	20:21:00	9	14,71	73%	10,17	1,4	727%
R	860	20:24:00	10	3,5	49%	4,15	0,3	1384%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
R	897	20:34:30	10,5	3,34	81%	4,35	0,3	1450%
NEx	43343	20:38:30	9,5	15,56	84%	10,33	1,4	738%
Ex	523	20:42:00	9,5	3,61	56%	1,73	0,25	693%
NEx	60801	20:45:00	9,5	16,17	83%	12,24	1,4	875%
Pn	62225	20:47:30	10	14,73	90%	24,47	1,8	1359%
Ex	517	20:51:00	9	3,21	61%	3,55	0,25	1419%
Ex	240	21:00:30	8	3,27	82%	4,68	0,25	1873%
Ex	272	21:02:30	9	3,37	73%	3,46	0,25	1384%
Ex	1018	21:04:30	9	3,94	74%	3,98	0,25	1591%
Ex	285	21:14:00	9,5	3,9	89%	6,19	0,25	2476%
Ex	1019	21:16:00	10,5	2,98	89%	5,63	0,25	2253%
Ex	1036	21:27:00	9	3,92	87%	7,47	0,25	2988%
Ex	120	21:29:00	10	3,56	84%	6,45	0,25	2582%
Ex	1367	21:39:30	9,5	3,57	84%	5,23	0,25	2094%
Ex	1051	21:41:30	9,5	3,35	81%	4,77	0,25	1906%
NEx	60057	21:45:00	9,5	13,77	91%	13,19	1,4	942%
R	875	21:48:30	9	3,7	81%	5,29	0,3	1764%
Ex	372	21:58:00	9	3,78	79%	4,74	0,25	1894%
NEx	62200	22:01:00	10,5	15,27	87%	8,53	1,4	609%
NEx	62130	22:05:00	10	13,38	85%	8,42	1,4	601%
NEx	41314	22:10:00	9	15,62	79%	8,15	1,4	582%
NEx	43313	22:20:00	9,5	16,04	81%	6,68	1,4	477%
NEx	66011	22:23:30	9,5	14,43	77%	6,59	1,4	471%
NEx	47749	22:27:00	10	17,11	74%	5,82	1,4	416%
Pn	49415	22:31:00	10	16,93	83%	15,27	1,8	849%
NEx	60050	22:42:00	9	15,57	81%	8,08	1,4	577%
Ex	270	22:46:30	9	3,53	46%	1,46	0,25	582%
R	899	22:56:00	10	3,9	77%	3,61	0,3	1203%
Ex	1021	23:01:30	9	3,28	58%	1,47	0,25	586%
NEx	60215	23:04:30	10,5	15,32	76%	5,39	1,4	385%
NEx	60051	23:09:00	9,5	14,45	71%	4,37	1,4	312%
NEx	62223	23:12:30	10,5	15,38	68%	4,51	1,4	322%
Ex	573	23:19:00	9	3,39	36%	1,13	0,25	452%
NEx	69102	23:28:30	10	15,33	85%	9,83	1,4	702%
Pn	62222	23:32:30	10	12,83	87%	16,96	1,8	942%
NEx	60052	23:36:00	9,5	14,42	79%	8,59	1,4	614%
Ex	443	23:46:30	9	3,7	47%	1,34	0,25	538%
NEx	69103	23:50:00	9,5	14,74	61%	3,96	1,4	283%

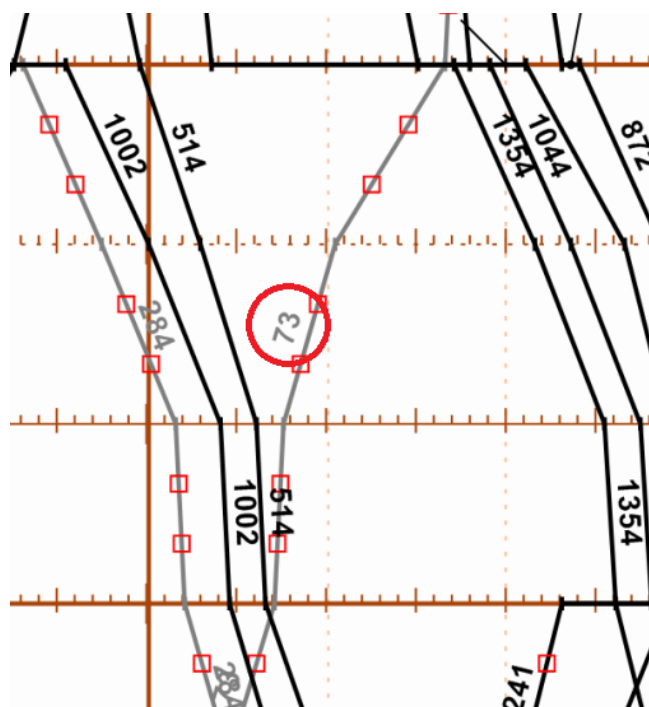
Úprava pravděpodobnosti zpoždění a koeficientu čekání pro vlak Ex 73

Následující tabulka 2F a obr. 52 představuje výsledek simulace jízdy vlaku 73. Pod ním je výřez VNJR zkonstruovaného v programu KADR.

Tab. 2F Výsledky pro vlak 73 po 1. simulaci

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D_{IN}	p_W	w	w_{OPT}	q
Ex	73	8:07:00	9,5	3,37	90%	9,84	0,25	3936%

Zdroj: (31)



Obr. 52 Trasa upravovaného vlaku

Zdroj: (31)

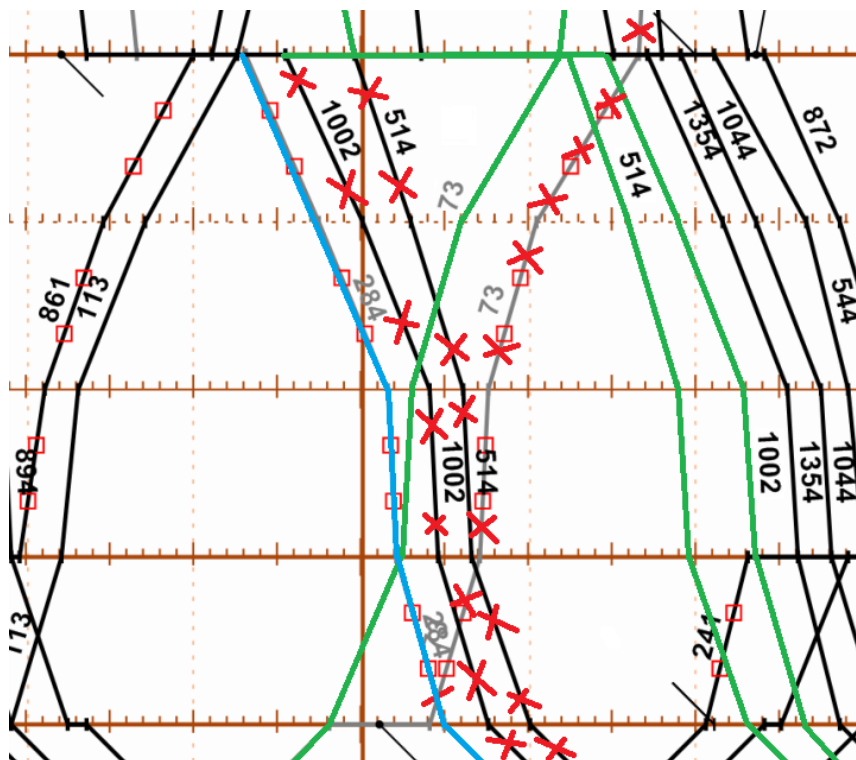
Úprava zpoždění spočívá ve změně pořadí jízdy vlaků Ex 73, Ex 514 a Ex 1002. Simulace po úpravě trasování nejvýrazněji ovlivnila trasu vlaku 284 (jako 1. vlak ve VNJR). V tabulce je znázorněn původní výsledek simulace před úpravou.

Tab. 3F porovnání vlaku s nejlepšími a nejhoršími koeficienty (Ex 284, Ex 73)

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _W	W	W _{OPT}	q
Ex	284	7:53:00	9,0	3,40	80%	4,82	0,25	1926%
Ex	73	8:07:00	9,5	3,37	90%	9,84	0,25	3936%

Zdroj: (31)

Obr. 53 je grafickým znázorněním trasování vlaku Ex 73. Modrá trasa označuje vlak 284, jejíž trasa nebyla, jakkoliv upravována.



Obr. 53 Úprava tras vlaků Ex 1002, Ex 514, Ex 73

Zdroj: (31)

Následující tabulka představuje výsledek simulace po úpravě trasy vlaku 73, 514, 1002.

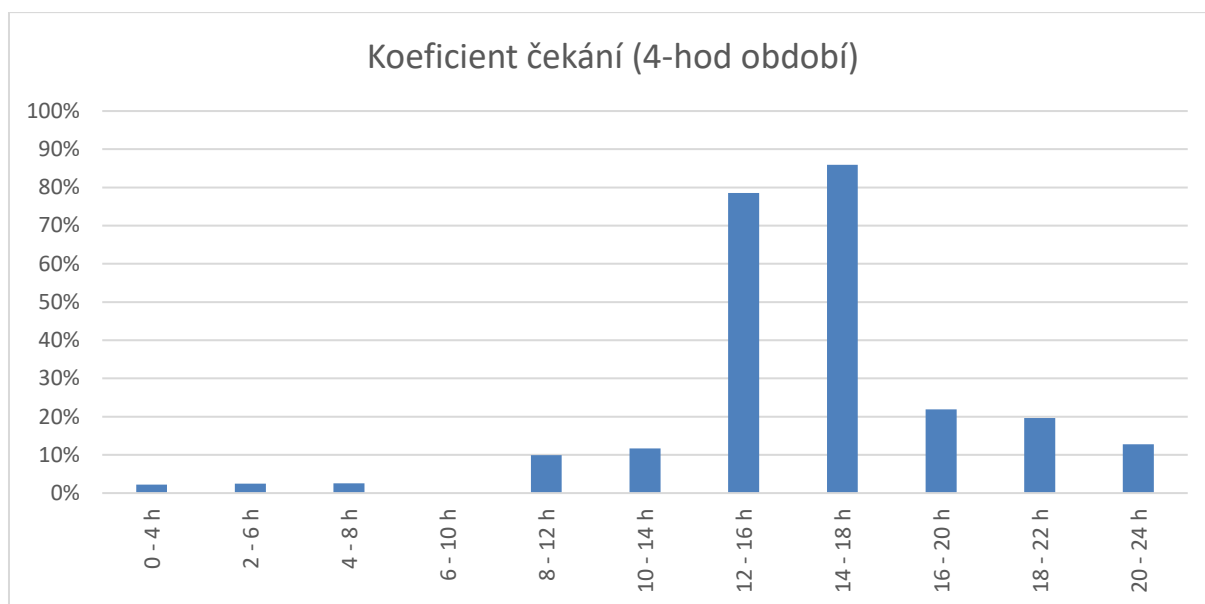
Tab. 4F Výsledky simulace pro jednotlivé vlaky

Výsledky podle jednotlivých vlaků									
druh	číslo	Odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q	Před úpravou (p _w , q)
Ex	284	7:53:00	9,0	3,37	88 %	10,13	0,25	4051 %	(80 %; 1926 %)
Ex	73	8:02:30	9,5	3,56	52 %	6,26	0,25	2503 %	(90 %; 3936 %)
Ex	514	8:12:30	7,5	3,11	58 %	2,52	0,25	1007 %	(73 % ;1393 %)
Ex	1002	8:14:30	9,0	3,10	61 %	1,98	0,25	792 %	(79 %; 1704 %)

Zdroj: (31)

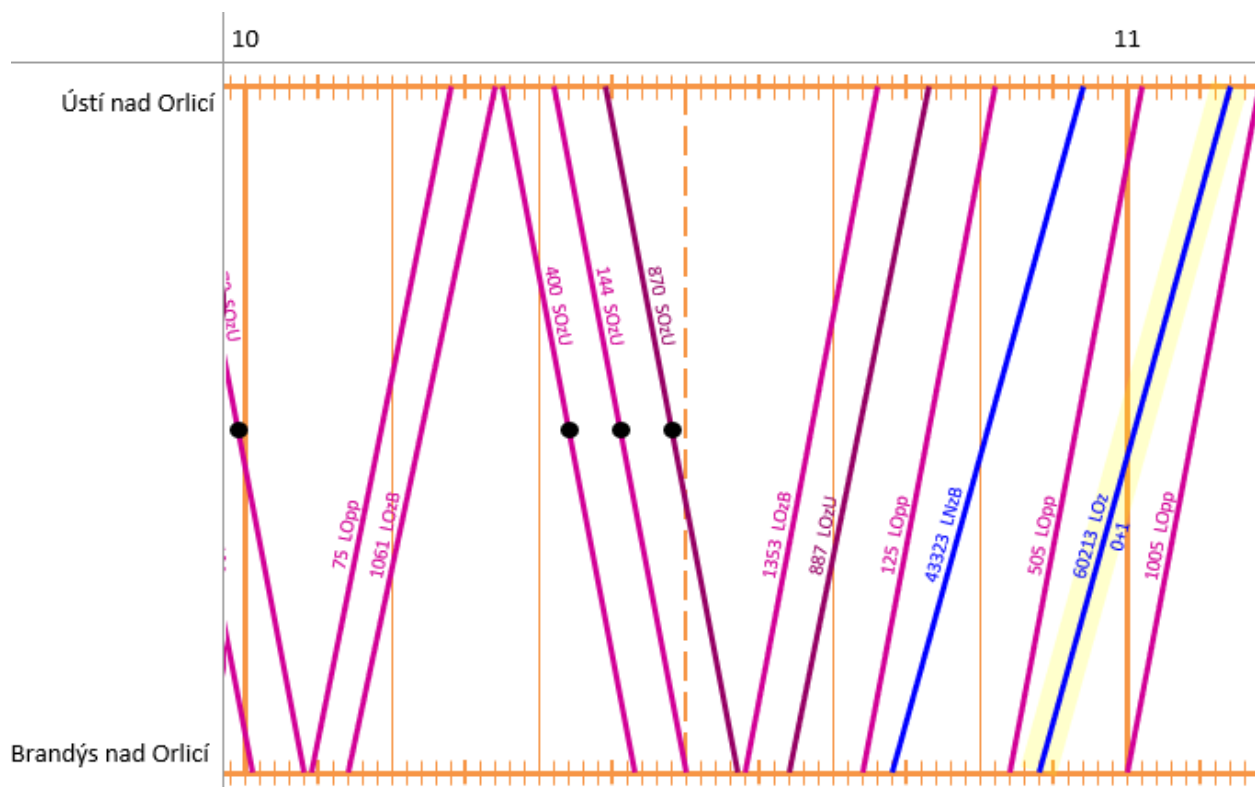
Ve třech případech došlo ke snížení pravděpodobnosti čekání a např. u vlaku Ex 1002 o téměř 100 % snížení koeficientu čekání. Naopak u vlaku Ex 284 došlo k rapidnímu zhoršení jeho parametrů. Hodnoty se mohou vlivem opakování simulace měnit, nicméně úprava trasování vlaků, změna priority jednotlivých kategorií úpravou technologických dob dochází k ovlivnění jízdy nejenom u konkrétně analyzovaných vlaků, ale i u vlaků se zachovanými parametry.

Příloha G – SepSim: Varianta B



Obr. 54 Sloupkový graf simulace bez vstupního zpoždění

Zdroj: (31)



Obr. 55 NJŘ vykreslený SepSim bez vstupního zpoždění

Zdroj: (31)

Úprava pravděpodobnosti zpoždění a koeficientu čekání pro vlak R861.

V tabulce 1G je výsledek vlaků s nejvyšším q_w a nejnižším q_w .

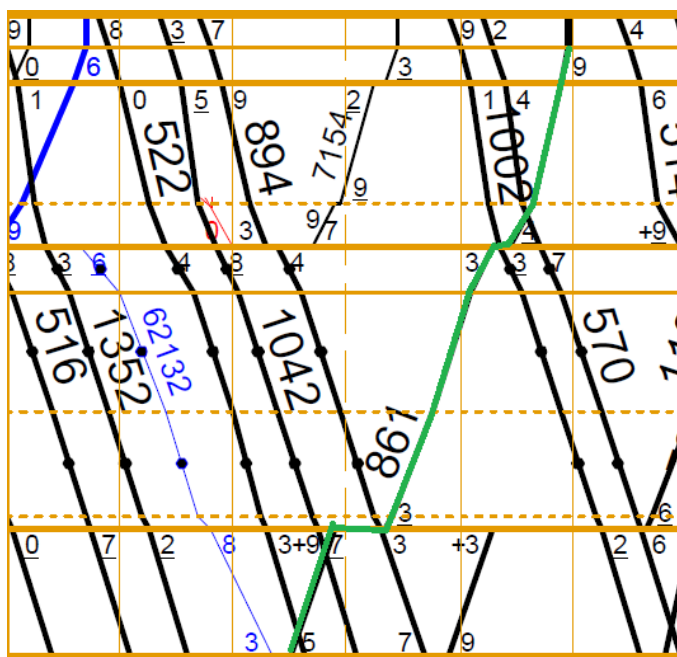
Tab. 1G Porovnání vlaku s nejlepšími a nejhoršími koeficienty (Ex 575, R 861)

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D_{IN}	p_w	w	w_{OPT}	q
Ex	575	1:08:00	9,5	3,50	21%	0,38	0,25	153%
R	861	7:33:30	9,5	3,67	71%	6,89	0,30	2296%

Zdroj: (31)

Pravděpodobnost čekání vlaku R861 (Praha hl. n. - Brno hl. n.) je 71 %. Simulací přiřazené vstupní zpoždění činí cca 3,67 min. Podrobnější náhled na čekání vlaku Ex 575 a R 861 a jejich pravděpodobnosti jsou v protokolu ve formě tabulky 2G.

Následující obrázek představuje výsledek simulace jízdy vlaku 861. Pod ním je výřez VNJR zkonstruovaného v programu. Součástí simulace je vygenerování protokolu pravděpodobnosti zpoždění.



Obr. 56 Trasa vlaku R 861

Zdroj: (31)

Tab. 2G Protokol pravděpodobnosti čekání vlaku Ex 575 a R 861

druh	číslo	pravd.		pravděpodobnost čekání (pW) v uvedeném rozmezí																				90% perc.	95% perc.	podíl >wop t	
dolní hranice int.		w=0	w>0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
horní hranice int.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	999			
Ex	575	79,2	20,8	11,6	4,8	1,6	0,6	1,0			0,2		0,2		0,2	0,4								0,2	0,9	1,9	0,2
R	861	28,8	71,2	8,6	6,2	6,0	7,2	4,4	3,0	2,0	1,2	1,2	2,0	2,4	1,6	1,4	1,4	2,0	1,8	1,4	0,8	2,4	2,8	11,4	20,8	23,7	0,7

Zdroj: (31)

Úprava zpoždění spočívá ve zvýšení priority vlaků kategorie R z 1,5 na 1,8 a u kategorie Ex z 2,8 na 2,5 (tj. původní hodnoty dle směrnice SM124). Výsledek je uvedený v tab. 3G.

Tab. 3G Výsledek vlaku R 861 po opakovaných pokusech

Výsledky podle jednotlivých vlaků									
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D_{IN}	p_W	w	w_{OPT}	q	Před úpravou (p_w, q)
R	861	7:33:30	9,5	3,45	67%	5,88	0,30	1961%	(71%; 2296%)

Zdroj: (31)

Upravením priority došlo ke snížení pravděpodobnosti čekání o 4 %. Koefficient čekání se snížil na 1961%. Opětovnou simulací s opravenými hodnotami došlo ke změně dalších parametrů. Ty jsou znázorněny v následující tabulce 4G.

Tab. 4G Souhrn údajů výpočtu čekání po opakovaných pokusech

Simulační výpočet čekání								
	N	JD	D_{IN}	P_W	w	w_{OPT}	q_W	Před úpravou ($P; q$)
suma	237		1587,86		932,16	145,00		
na 1 vlak		9,65	6,70	61%	3,93	0,61	643%	(61%; 658%)
Výsledky podle jednotlivých druhů dopravy								
os. dálková	170	9,10	3,53	58%	2,54	0,26	980%	(57%; 983%)
nákladní	67	11,03	14,74	69%	7,48	1,51	496%	(70%; 516%)
Výsledky podle jednotlivých druhů vlaků								
Ex	140	9,06	3,54	58%	2,41	0,25	965%	(57%; 930%)
R	30	9,28	3,51	55%	3,12	0,30	1040%	(57%; 1192%)
NEx	49	10,85	14,72	67%	6,18	1,40	442%	(68%; 465%)
Pn	18	11,53	14,78	75%	11,00	1,80	611%	(74%; 626%)

Zdroj: (31)

Oproti původnímu stavu došlo jen k mírnému zlepšení parametrů. Vzhledem k tomu, že u vlaku 861 došlo jen ke 4% snížení pravděpodobnosti čekání, neměla by další úprava priority jednotlivých kategorií vlaků příliš smysl (změny by byly pouze mírného rázu). Výsledky simulačního procesu pro všechny vlaky jsou uvedeny v tab. 5G.

Tab. 5G Varianta B - výsledky simulace pro jednotlivé vlaky (500 replikací)

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
NEx	43341	23:55:30	12,5	15,17	71%	3,5	1,4	250%
Pn	49415	0:02:00	11	15,02	68%	6,45	1,8	358%
Pn	66041	0:08:00	10	14,04	64%	7,6	1,8	422%
NEx	60053	0:15:00	9	16,33	49%	3,33	1,4	238%
NEx	69511	0:21:00	8	15,57	53%	3,02	1,4	216%
NEx	43331	0:27:00	8	15,46	51%	2,81	1,4	201%
NEx	42339	0:35:00	8	15,43	50%	3,5	1,4	250%
NEx	43316	0:44:30	11,5	12,62	63%	9	1,4	643%
Ex	547	0:59:00	8	3,44	38%	0,81	0,25	325%
Pn	65521	1:00:00	13	14,77	84%	9,41	1,8	523%
Ex	575	1:08:00	9,5	3,32	25%	0,45	0,25	180%
NEx	60215	1:13:00	10	14,36	58%	4,89	1,4	349%
Ex	445	1:19:00	9	3,29	18%	0,43	0,25	172%
NEx	60054	1:29:00	9,5	15,82	77%	6,07	1,4	433%
NEx	45310	1:33:00	11	13,74	70%	5,05	1,4	360%
Pn	62224	1:38:00	11	16,61	74%	8,83	1,8	490%
NEx	60202	1:43:00	11	13,71	59%	4,19	1,4	299%
NEx	60206	1:48:00	11	15,13	59%	3,61	1,4	258%
NEx	47201	1:53:00	11	16,47	55%	3,82	1,4	273%
NEx	60100	1:58:00	11	13,5	56%	3,88	1,4	277%
NEx	60204	2:02:00	12	12,83	54%	4,39	1,4	314%
NEx	60203	2:15:00	12	16,9	72%	6,28	1,4	448%
Pn	65501	2:19:00	14	14,19	81%	10,33	1,8	574%
NEx	69103	2:25:00	13	13,51	62%	3,85	1,4	275%
NEx	61021	2:32:00	10	14,37	54%	2,88	1,4	206%
Pn	66031	2:37:00	11	16,32	68%	7,68	1,8	427%
Pn	64601	2:42:00	11,5	15,89	71%	10,7	1,8	595%
NEx	60102	2:54:30	10	15,42	71%	5,25	1,4	375%
Pn	64400	2:59:00	10,5	15,84	74%	8,57	1,8	476%
NEx	42338	3:04:30	10,5	16,76	65%	4,07	1,4	291%
Pn	66010	3:10:30	10	15,28	70%	8,97	1,8	498%
NEx	60101	3:21:00	10	14,12	71%	4,71	1,4	336%
NEx	60055	3:30:00	9	13,06	54%	3,56	1,4	254%
NEx	66021	3:39:00	10	13,55	54%	4,85	1,4	346%
NEx	48358	3:52:00	10,5	14,6	62%	3,79	1,4	271%
Pn	65533	4:03:00	14	14,05	76%	10,62	1,8	590%
Pn	62133	4:10:00	11	13,54	65%	9,87	1,8	549%
Ex	1020	4:24:00	9	3,59	36%	0,58	0,25	233%
Ex	444	4:28:00	9	3,21	22%	0,36	0,25	143%
NEx	42306	4:30:30	11,5	15,32	60%	3,56	1,4	255%
NEx	60400	4:35:30	11,5	15,89	61%	4,87	1,4	348%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
NEx	60105	4:48:00	11	12,92	73%	6,64	1,4	474%
Pn	62201	4:53:00	11	12,89	74%	10,41	1,8	579%
NEx	43320	5:05:00	10,5	13,1	77%	6,38	1,4	456%
NEx	49304	5:09:30	10,5	14,32	68%	6,09	1,4	435%
NEx	61020	5:14:00	11	15,61	65%	5,79	1,4	414%
Pn	48738	5:19:00	11	13,32	69%	11,41	1,8	634%
R	898	5:24:00	9	3,73	33%	1,67	0,3	556%
Pn	62227	5:33:30	11,5	16,85	94%	21,08	1,8	1171%
Pn	64401	5:37:00	12	15,79	88%	22,01	1,8	1223%
Ex	641	5:42:00	9,5	3,41	53%	2,01	0,25	805%
Ex	442	5:52:00	9	3,5	74%	5	0,25	1999%
Ex	71	6:03:00	9	3,17	66%	4,75	0,25	1901%
Ex	518	6:13:00	9	3,73	72%	3,03	0,25	1212%
Ex	1350	6:16:30	9	3,81	61%	2,23	0,25	894%
Ex	896	6:20:00	9	3,5	59%	2,27	0,25	908%
Ex	874	6:24:00	9	3,83	55%	2,99	0,25	1195%
Ex	883	6:33:30	9,5	3,84	74%	3,46	0,25	1383%
NEx	41327	6:37:00	11,5	14,3	84%	14,39	1,4	1028%
Ex	121	6:42:00	9	3,74	56%	2,66	0,25	1066%
Ex	572	6:51:30	9	3,66	75%	4,35	0,25	1739%
Ex	516	6:58:30	9	3,87	53%	1,72	0,25	688%
Ex	1352	7:03:30	9	3,38	37%	1,4	0,25	561%
Pn	62132	7:06:30	11,5	14,34	73%	12,4	1,8	689%
Ex	522	7:14:00	9	3,64	35%	1,13	0,25	453%
Ex	1042	7:18:30	9	3,35	37%	1,42	0,25	566%
R	894	7:24:00	9	3,51	43%	2,82	0,3	939%
R	861	7:33:30	9,5	3,45	67%	5,88	0,3	1961%
Ex	1002	7:43:30	9	3,05	58%	2,42	0,25	967%
Ex	570	7:47:00	9	3,62	62%	3,1	0,25	1240%
Ex	113	7:56:30	11,5	3,84	69%	3,56	0,25	1422%
Ex	73	8:00:00	9	3,52	75%	4,25	0,25	1702%
Ex	514	8:09:30	9	3,31	80%	3,61	0,25	1442%
Ex	1354	8:13:00	9	3,91	72%	2,66	0,25	1066%
Ex	544	8:16:30	9	3,34	64%	1,97	0,25	786%
Ex	1044	8:20:00	9	3,85	55%	2,31	0,25	924%
R	872	8:24:00	10	3,37	49%	3,41	0,3	1137%
Ex	1653	8:34:30	10	4,06	74%	3,17	0,25	1268%
Ex	241	8:37:00	10,5	3,52	67%	2,35	0,25	938%
R	885	8:40:00	10,5	3,33	64%	3,04	0,3	1013%
Ex	123	8:44:00	10,5	3,21	59%	1,84	0,25	735%
Ex	1004	8:55:00	9	3,84	76%	3,81	0,25	1523%
Ex	512	8:58:30	9	3,37	68%	2,44	0,25	978%
Ex	1003	9:08:00	9	3,53	77%	5,03	0,25	2011%
Ex	520	9:17:30	9	3,75	69%	3,21	0,25	1283%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _W	w	w _{OPT}	q
Ex	1030	9:21:00	9	3,46	57%	1,7	0,25	678%
R	892	9:25:00	8,5	3,62	53%	2,64	0,3	881%
Ex	1351	9:34:00	9	3,53	73%	2,84	0,25	1138%
R	863	9:37:00	9,5	3,4	65%	2,73	0,3	909%
Ex	141	9:42:00	9	3,63	48%	1,83	0,25	732%
Ex	1006	9:51:30	9	3,15	67%	2,68	0,25	1072%
Ex	70	9:55:00	9	3,63	57%	2,62	0,25	1048%
Ex	75	10:04:30	9,5	3,72	71%	3,09	0,25	1237%
Ex	1061	10:07:00	10	3,3	62%	2,93	0,25	1171%
Ex	400	10:17:30	9	3,5	77%	3,25	0,25	1300%
Ex	144	10:21:00	9	3,72	59%	2,6	0,25	1038%
R	870	10:24:30	9	3,54	54%	3,38	0,3	1127%
Ex	1353	10:34:00	9	3,16	78%	3,36	0,25	1342%
R	887	10:37:00	9,5	3,8	71%	3,33	0,3	1109%
Ex	125	10:42:00	9	3,23	59%	1,21	0,25	484%
NEx	43323	10:44:00	13	14,99	79%	10,98	1,4	784%
Ex	505	10:52:00	9	3,84	32%	1,04	0,25	415%
NEx	60213	10:53:00	13	13,94	79%	8,51	1,4	608%
Ex	1005	11:00:00	9	3,23	28%	1,67	0,25	666%
Ex	1008	11:09:30	9	3,55	62%	2,46	0,25	984%
Ex	510	11:13:00	9	3,77	50%	1,8	0,25	718%
Ex	220	11:16:00	9,5	3,79	49%	1,52	0,25	609%
NEx	43324	11:19:00	12	15,61	69%	8,96	1,4	640%
R	890	11:24:00	9	3,25	33%	2,57	0,3	857%
Ex	1355	11:33:30	9	3,51	68%	2,67	0,25	1068%
R	865	11:36:00	10	3,44	62%	2,2	0,3	732%
Ex	115	11:42:00	9	3,29	46%	1,71	0,25	685%
Ex	72	11:51:30	9	3,11	74%	4,32	0,25	1730%
Ex	77	12:02:00	9	3,58	58%	3,05	0,25	1219%
Ex	1060	12:11:30	9	3,33	71%	2,81	0,25	1123%
Ex	1358	12:15:00	9	3,34	58%	1,45	0,25	580%
Ex	116	12:18:30	9	3,6	46%	1,29	0,25	515%
R	868	12:24:00	9	3,64	33%	2,87	0,3	956%
R	889	12:33:30	9,5	3,32	67%	3,4	0,3	1133%
Ex	1043	12:37:00	10	3,75	50%	1,45	0,25	580%
Ex	127	12:42:00	9	3,54	34%	0,68	0,25	272%
NEx	43309	12:43:30	12	16,41	78%	7,44	1,4	531%
Ex	507	12:52:00	8,5	3,25	21%	1,05	0,25	422%
Ex	1007	12:59:30	8,5	3,55	27%	2,44	0,25	975%
Ex	172	13:08:30	9	3,53	57%	2,34	0,25	935%
Ex	1010	13:12:00	9	3,51	50%	1,44	0,25	578%
Ex	128	13:15:30	9	3,72	43%	1	0,25	400%
Ex	1032	13:19:00	9	3,39	46%	1,32	0,25	529%
R	888	13:24:00	9	3,46	39%	2,92	0,3	975%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
Ex	1357	13:33:30	8,5	3,32	67%	2,73	0,25	1093%
R	867	13:36:30	9,5	3,69	59%	2,69	0,3	896%
Ex	143	13:42:00	9	3,42	52%	1,68	0,25	674%
Ex	74	13:51:30	9	3,75	65%	3,53	0,25	1413%
Ex	79	14:02:00	9	3,59	58%	2,53	0,25	1013%
Ex	1360	14:11:30	9	3,51	72%	2,9	0,25	1159%
Ex	142	14:15:00	9	3,7	53%	1,26	0,25	504%
NEx	43322	14:18:00	10	15,28	74%	8,34	1,4	596%
NEx	41316	14:27:30	10	15,98	53%	10,28	1,4	734%
R	891	14:38:00	9,5	3,58	57%	2,02	0,3	672%
Ex	1035	14:41:00	10	3,89	38%	1,26	0,25	503%
Ex	221	14:45:30	9	3,29	38%	1,51	0,25	602%
Ex	1012	14:55:00	9	3,34	64%	4,26	0,25	1702%
Ex	509	15:04:30	8,5	3,09	71%	2,9	0,25	1161%
Ex	1009	15:07:30	8,5	3,63	64%	2,49	0,25	996%
Ex	173	15:10:30	8,5	3,49	67%	2,99	0,25	1194%
Ex	506	15:19:30	9	3,87	81%	3,82	0,25	1528%
Ex	1362	15:23:00	9	3,82	69%	2,97	0,25	1189%
Ex	126	15:26:30	9	3,29	56%	2,68	0,25	1071%
R	886	15:30:00	9	3,22	55%	5	0,3	1666%
Ex	1359	15:39:30	8,5	3,45	79%	3,49	0,25	1397%
R	869	15:41:30	9,5	3,48	80%	3,45	0,3	1149%
Ex	1063	15:44:30	10,5	3,3	70%	1,76	0,25	704%
Ex	117	15:48:00	10	3,6	58%	1,35	0,25	539%
Ex	511	15:51:00	10	3,35	55%	1,4	0,25	560%
NEx	61023	15:52:00	14,5	14,64	86%	11,22	1,4	801%
Ex	1011	16:00:00	9	3,47	36%	2,04	0,25	817%
Ex	371	16:03:30	8,5	3,68	42%	3,08	0,25	1231%
Ex	76	16:12:30	9	3,31	69%	2,92	0,25	1168%
Ex	1364	16:16:00	9	4	55%	1,83	0,25	733%
Ex	114	16:19:30	9	3,36	45%	1,61	0,25	645%
R	864	16:24:00	9	3,52	46%	2,45	0,3	818%
R	893	16:33:30	9,5	3,5	71%	5,11	0,3	1705%
Ex	276	16:44:00	9	3,62	64%	2,95	0,25	1180%
Ex	1014	16:47:00	9,5	3,32	61%	2,85	0,25	1140%
Ex	129	16:57:00	9,5	3,77	74%	2,89	0,25	1156%
Ex	243	17:00:00	9,5	3,93	66%	3,11	0,25	1246%
Ex	1013	17:03:00	9,5	3,73	65%	2,79	0,25	1115%
Ex	504	17:13:00	9	4,12	80%	4,05	0,25	1620%
Ex	124	17:16:30	8,5	3,82	73%	2,45	0,25	979%
Ex	1034	17:20:00	9	3,68	60%	1,94	0,25	774%
R	884	17:24:00	9	3,56	54%	2,76	0,3	920%
Ex	401	17:34:00	9	3,26	71%	3,07	0,25	1227%
R	871	17:37:00	9,5	3,72	65%	2,99	0,3	996%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
Ex	145	17:42:00	8,5	3,87	47%	2,24	0,25	896%
Ex	78	17:51:00	9	3,44	67%	3,02	0,25	1207%
Ex	1062	17:54:30	9	3,97	57%	3,03	0,25	1211%
Ex	513	18:04:00	9	3,97	76%	3,92	0,25	1568%
Ex	373	18:07:00	9	3,24	72%	2,51	0,25	1004%
Ex	1015	18:10:00	9	4	57%	2,59	0,25	1037%
Ex	502	18:19:30	9	3,75	79%	3,17	0,25	1269%
Ex	1366	18:23:00	9	3,19	69%	2,53	0,25	1011%
Ex	140	18:26:30	9	3,7	53%	2,12	0,25	848%
R	862	18:30:00	9	3,47	48%	3,4	0,3	1135%
Ex	1363	18:39:30	8,5	3,09	73%	3,24	0,25	1295%
R	895	18:42:30	9	3,52	68%	3,19	0,3	1062%
Ex	521	18:46:00	9,5	3,65	54%	1,65	0,25	660%
Ex	515	18:52:00	8,5	3,23	38%	1,97	0,25	786%
Ex	274	19:01:00	9	3,66	62%	2,84	0,25	1138%
Ex	1016	19:04:30	9	4,04	50%	2,16	0,25	866%
Ex	500	19:08:00	9	3,62	43%	3,24	0,25	1296%
Ex	1017	19:17:30	9	3,29	73%	2,9	0,25	1158%
Ex	283	19:20:30	9	3,49	66%	2,27	0,25	908%
Ex	1365	19:24:00	8,5	3,79	65%	1,83	0,25	730%
R	873	19:29:30	9	3,38	50%	2,71	0,3	904%
Ex	1049	19:32:30	9	3,81	61%	2,55	0,25	1020%
Ex	122	19:42:00	9	3,47	73%	3,06	0,25	1222%
R	882	19:45:30	9	3,58	63%	2,97	0,3	992%
Ex	370	19:49:00	9	2,83	48%	1,7	0,25	680%
Ex	545	19:58:30	9,5	3,94	69%	3,11	0,25	1243%
Ex	375	20:03:30	9	3,41	55%	1,53	0,25	611%
Ex	112	20:15:00	9	3,75	59%	2,02	0,25	807%
NEx	61022	20:18:00	10,5	14,46	73%	8,86	1,4	633%
R	860	20:24:00	9	3,88	39%	2,04	0,3	679%
R	897	20:33:30	9,5	3,43	59%	4,78	0,3	1594%
Ex	1018	20:43:30	9	3,77	54%	2,25	0,25	899%
Ex	272	20:47:00	9	3,43	52%	2,54	0,25	1015%
Ex	523	20:56:30	8,5	3,07	73%	3,55	0,25	1419%
Ex	517	20:59:30	8,5	3,78	71%	2,11	0,25	843%
Ex	1019	21:03:00	8	3,4	58%	1,83	0,25	733%
Ex	571	21:06:00	8	3,49	58%	2,48	0,25	990%
Ex	240	21:14:30	9	3,32	76%	2,99	0,25	1195%
Ex	120	21:18:00	9	3,74	64%	2,61	0,25	1045%
Ex	1036	21:21:30	9	3,59	55%	2,61	0,25	1043%
Ex	1367	21:31:00	9	3,56	77%	3,77	0,25	1506%
Ex	1051	21:34:00	9,5	3,26	68%	2,33	0,25	932%
NEx	60057	21:36:00	12	14,56	86%	8,41	1,4	601%
NEx	60403	21:41:00	11,5	16,06	79%	7,05	1,4	504%

Výsledky podle jednotlivých vlaků								
druh	číslo	odj. dle JŘ	JD	D _{IN}	p _w	w	w _{OPT}	q
R	875	21:47:30	9	3,66	44%	2,03	0,3	676%
Ex	372	21:57:00	9	3,78	62%	2,65	0,25	1059%
NEx	47334	22:00:00	11	16,76	73%	6,76	1,4	483%
NEx	41314	22:05:00	11	14,79	63%	5,68	1,4	405%
Pn	62200	22:09:30	11,5	13,35	68%	11,99	1,8	666%
Ex	640	22:14:00	9	3,14	24%	0,68	0,25	274%
NEx	43315	22:23:30	10,5	14,54	89%	8,6	1,4	614%
NEx	61111	22:28:30	10	12,66	76%	6,73	1,4	480%
NEx	60050	22:40:00	10	13,72	75%	8,02	1,4	573%
Ex	270	22:46:30	9	3,36	37%	1,01	0,25	405%
R	899	22:56:00	9,5	3,33	68%	3,12	0,3	1041%
Ex	1021	23:01:30	9	3,42	47%	1,03	0,25	413%
Pn	66011	23:03:00	12	13,87	85%	9,68	1,8	538%
NEx	60051	23:08:00	11,5	13,35	67%	4,8	1,4	343%
NEx	47749	23:12:30	12	14,91	63%	4,56	1,4	326%
Ex	573	23:19:00	9,5	3,35	33%	1,08	0,25	434%
NEx	61110	23:29:00	11	14,05	87%	9,59	1,4	685%
NEx	60052	23:36:30	10	14,79	75%	10,13	1,4	724%
Ex	443	23:47:00	9	3,03	63%	2,46	0,25	984%
Ex	501	23:54:30	8,5	3,47	34%	1,01	0,25	403%

Príloha H – Tabulka následných mezidobí Choceň - Ústí nad Orlicí

NÁSLEDNÁ MEZIDOBÍ				CHOCEŇ – BRANDÝS NAD ORLICÍ																		
traťová kolej:		1	JEDE JAKO DRUHÝ																			
druh (rychlost) vlaku zast./proj.	jízdní doba	Ex/R		Os ₁₆₃	Os ₄₇₁	Os ₈₁₄	nákladní rychlý				nákladní střední				nákladní pomalý				Lv			
		PP	ZP	ZZ	ZZ	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	ZZ		
JEDE JAKO PRVNÍ	Ex/R	PP	2,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	4,5	4,5	2,0	2,0	2,5	1,5
		ZP	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	4,0	3,0	3,0	5,5	5,5	3,0	3,0	3,5	2,5
	Os ₁₆₃	ZZ	4,0	4,0	3,0	3,0	3,5	2,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	3,0	3,0	5,0	5,5	3,0	3,0	3,5	2,5
	Os ₄₇₁	ZZ	3,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	2,5	2,5	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	2,0
	Os ₈₁₄	ZZ	4,5	4,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	5,0	5,0	3,0	3,0	3,5	2,5
	nákl. rychlý	PP	3,5	4,0	2,5	3,0	3,0	2,5	3,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	2,5	2,5	5,0	5,0	2,5	2,5	3,0	2,0
		PZ	5,0	4,0	3,0	3,0	3,5	2,5	3,5	3,5	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	2,5	5,0	5,0	2,5	2,5	3,5	3,0
		ZP	5,5	6,0	4,5	5,0	5,0	4,5	5,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	4,5	4,5	6,0	6,0	4,5	4,5	5,0	4,5
		ZZ	7,5	8,5	7,0	7,0	7,5	6,5	7,5	5,5	5,5	6,0	7,5	5,5	4,5	4,5	6,0	6,5	4,5	5,0	7,5	7,5
	nákl. střední	PP	3,5	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	3,5	3,0	2,5	2,5	3,0	3,5	2,5	2,5	5,0	5,0	2,5	2,5	3,0	2,5
		PZ	6,0	5,0	4,0	4,0	4,5	3,5	4,5	4,5	3,0	3,0	4,5	4,0	3,0	3,0	5,0	5,5	3,0	3,0	4,5	4,0
		ZP	8,5	9,0	7,5	8,0	8,0	7,5	8,5	7,5	6,5	6,5	8,0	7,0	6,5	6,5	8,0	8,0	6,5	6,5	8,5	7,0
		ZZ	10,0	12,0	10,5	10,5	11,0	10,0	11,0	8,0	9,0	9,5	11,0	7,5	6,5	7,5	9,0	8,5	7,5	8,5	11,0	11,0
	nákl. pomalý	PP	6,0	6,5	5,0	5,5	6,0	5,0	6,0	5,0	4,0	4,0	6,0	4,5	4,0	4,0	5,5	5,5	4,0	4,0	6,0	4,5
		PZ	7,0	6,0	5,0	5,0	5,5	4,5	5,5	5,5	4,0	4,0	5,5	5,0	4,0	4,0	5,5	5,5	4,0	4,0	5,5	5,0
		ZP	8,0	8,5	7,0	7,5	8,0	7,0	8,0	7,0	6,0	5,5	8,0	6,5	5,5	5,5	7,0	7,0	5,5	5,5	8,0	6,5
		ZZ	9,0	10,0	8,5	9,0	9,5	8,5	9,5	7,0	7,5	8,0	9,5	6,5	5,5	5,5	7,5	7,0	6,0	6,5	9,5	9,5
	Lv	PP	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0	1,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	4,5	4,5	2,0	2,0	2,5	2,0
ZZ		5,5	4,0	3,0	3,0	3,5	2,5	3,5	3,0	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	2,5	4,0	4,5	2,5	2,5	3,5	3,5	

parametry vlaků: Ex/R: lok. 380 (162) + 550 t; Os₁₆₃: lok. 163 + 300 t; Os₄₇₁: el. jednotka 471; Os₈₁₄: mot. vůz 814;

nákl. rychlý: lok. 163, 363 + 1000 t, 650 m; nákl. střední: 163, 363 + 2000 t, 650 m; nákl. pomalý: 740 až 745 + 700 t, 650 m; Lv: rychlost 80 km/h

PP - v obou stanicích projíždí PZ - v zadní stanici projíždí, v přední zastavuje ZP - v zadní stanici zastavuje, v přední projíždí ZZ - v obou stanicích zastavuje

NÁSLEDNÁ MEZIDOBÍ			BRANDÝS NAD ORLICÍ – ÚSTÍ NAD ORLICÍ																			
traťová kolej:		1	JEDE JAKO DRUHÝ																			
druh (rychlost) vlaku zast./proj.	jízdní doba		Ex/R		Os ₁₆₃	Os ₄₇₁	Os ₈₁₄	nákladní rychlý				nákladní střední				nákladní pomalý				Lv		
			PP	PZ	ZZ	ZZ	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	ZZ	
JEDE JAKO PRVNÍ	Ex/R	PP 8,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,0	3,0	
		PZ 8,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	3,0	3,0	
	Os ₁₆₃	ZZ 8,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	
		ZZ 8,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	
	Os ₄₇₁	ZZ 8,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	
		ZZ 9,5	4,0	3,5	3,5	3,5	3,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	3,5	
	nákl. rychlý	PP 8,5	3,5	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	3,5	3,0	
		PZ 9,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	3,5	
		ZP 10,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0	5,5	5,0
		ZZ 10,5	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	5,5	5,5	5,5	5,0
	nákl. střední	PP 9,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	3,5	
		PZ 9,5	4,5	4,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,0	
		ZP 13,5	9,0	7,5	7,0	7,0	7,0	8,5	7,5	7,5	7,5	8,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	8,5	8,0	
		ZZ 14,0	9,0	8,5	8,0	8,0	7,5	8,5	8,5	7,0	7,0	8,5	8,0	7,0	7,0	7,5	7,5	7,0	7,0	9,0	8,5	
	nákl. pomalý	PP 13,5	9,0	6,5	6,0	6,0	5,0	9,0	7,5	7,0	6,0	8,5	7,0	4,5	4,5	5,5	5,0	4,5	4,5	9,0	7,5	
		PZ 13,5	8,5	8,0	7,5	7,5	7,0	8,0	8,0	6,0	6,5	8,0	7,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,0	5,0	8,5	8,0	
		ZP 16,0	11,5	9,0	8,5	8,5	7,5	11,5	10,0	9,5	8,5	11,0	9,5	6,5	6,5	8,0	7,0	6,5	6,5	11,5	10,0	
		ZZ 15,0	10,0	9,5	9,0	9,0	8,5	9,5	9,5	7,5	8,0	9,5	9,0	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5	6,5	10,0	9,5	
	Lv	PP 8,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5	3,0	2,5	
		ZZ 8,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5	3,5	2,5	

parametry vlaků: Ex/R: lok. 380 (162) + 550 t; Os₁₆₃: lok. 163 + 300 t; Os₄₇₁: el. jednotka 471; Os₈₁₄: mot. vůz 814;

nákl. rychlý: lok. 163, 363 + 1000 t, 640 m; nákl. střední: 163, 363 + 2000 t, 640 m; nákl. pomalý: 740 až 745 + 700 t, 640 m; Lv: rychlost 80 km/h

PP - v obou stanicích projíždí PZ - v zadní stanici projíždí, v přední zastavuje ZP - v zadní stanici zastavuje, v přední projíždí ZZ - v obou stanicích zastavuje

Příloha CH – Tabulka následných mezidobí Ústí nad Orlicí - Chocẽ

NÁSLEDNÁ MEZIDOBÍ			ÚSTÍ NAD ORLICÍ – BRANDÝS NAD ORLICÍ																		
traťová kolej:		2	JEDE JAKO DRUHÝ																		
druh (rychlost) vlaku zast./proj.	jízdní doba		Ex/R		Os ₁₆₃	Os ₄₇₁	Os ₈₁₄	nákladní rychlý				nákladní střední				nákladní pomalý				Lv	
			PP	ZP	ZZ	ZZ	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	ZZ
JEDE JAKO PRVNÍ	Ex/R	PP 7,0	3,0	2,0	2,0	2,5	1,5	2,5	2,5	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0
		ZP 8,0	4,0	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5
	Os ₁₆₃	ZZ 10,0	4,5	4,0	3,5	4,0	2,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
		Os ₄₇₁	ZZ 9,5	4,0	3,5	3,0	3,5	2,0	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0
	Os ₈₁₄	ZZ 11,5	6,0	5,5	5,0	5,5	4,0	5,0	3,5	4,5	3,0	5,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	4,5
		nákl. rychlý	PP 8,0	4,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5
	PZ 10,0		5,0	4,5	4,0	4,5	3,0	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,5
	ZP 9,5		5,0	4,0	4,0	4,5	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	ZZ 11,5		5,5	5,0	4,5	5,0	3,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5
	nákl. střední	PP 8,0	4,5	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
		PZ 10,0	5,0	4,5	4,0	4,5	3,0	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,5
		ZP 10,5	6,0	5,0	5,0	5,5	4,5	5,5	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		ZZ 12,5	6,5	6,0	5,5	6,0	4,5	5,5	5,5	5,0	5,0	5,5	5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	6,0
	nákl. pomalý	PP 9,5	6,0	5,5	5,0	5,5	4,5	5,0	5,0	4,5	4,0	5,0	5,0	3,5	3,5	4,5	4,5	3,5	3,5	5,5	5,0
		PZ 11,5	7,0	6,5	6,0	6,5	5,0	6,0	6,0	5,5	5,5	6,0	6,0	4,5	4,5	4,5	4,5	3,5	3,5	6,0	6,5
		ZP 13,0	8,0	7,5	7,0	7,5	6,0	7,0	6,5	6,5	6,0	7,0	6,5	5,5	5,0	6,0	6,0	5,5	5,5	7,5	7,0
		ZZ 15,0	9,0	8,5	8,0	8,5	7,0	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	6,5	6,5	6,5	6,0	5,5	5,5	8,0	8,5
	Lv	PP 8,0	3,5	3,0	2,5	3,0	2,0	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0
ZZ 9,5		3,5	3,0	2,5	3,0	2,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	

parametry vlaků: Ex/R: lok. 380 (162) + 550 t; Os₁₆₃: lok. 163 + 300 t; Os₄₇₁: el. jednotka 471; Os₈₁₄: mot. vůz 814;

nákl. rychlý: lok. 163, 363 + 1000 t, 650 m; nákl. střední: 163, 363 + 2000 t, 650 m; nákl. pomalý: 740 až 745 + 1350 t, 650 m; Lv: rychlost 80 km/h

PP - v obou stanicích projíždí PZ - v zadní stanici projíždí, v přední zastavuje ZP - v zadní stanici zastavuje, v přední projíždí ZZ - v obou stanicích zastavuje

NÁSLEDNÁ MEZIDOBÍ			BRANDÝS NAD ORLICÍ – CHOCEŇ																			
traťová kolej:		2	JEDE JAKO DRUHÝ																			
druh (rychlost) vlaku zast./proj.	jízdní doba	Ex/R		Os ₁₆₃	Os ₄₇₁	Os ₈₁₄	nákladní rychlý				nákladní střední				nákladní pomalý				Lv			
		PP	PZ	ZZ	ZZ	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	PZ	ZP	ZZ	PP	ZZ		
JEDE JAKO PRVNÍ	Ex/R	PP 3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	
		PZ 3,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	2,5	
	Os ₁₆₃	ZZ 4,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
	Os ₄₇₁	ZZ 4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	
	Os ₈₁₄	ZZ 5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,0	
	nákl. rychlý	PP 3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,0
		PZ 5,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	
		ZP 5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		ZZ 7,0	6,0	6,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	5,5	5,5	6,0	6,0	5,5	5,5	6,0	6,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0
	nákl. střední	PP 3,5	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0
		PZ 5,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,0
		ZP 6,5	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0
		ZZ 7,5	6,5	6,5	6,0	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	6,5	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5
	nákl. pomalý	PP 5,0	5,0	4,5	4,0	4,0	4,0	5,0	4,5	4,0	4,0	5,0	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	5,0	4,5	4,5
		PZ 5,5	4,5	4,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5
		ZP 8,0	8,5	7,5	6,5	6,5	6,5	8,0	7,5	7,0	7,0	8,0	7,5	7,0	7,0	7,5	7,5	7,0	7,0	8,0	7,5	7,5
		ZZ 9,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,5	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	7,5	7,5	8,0	8,0	8,0
	Lv	PP 3,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5	3,0	2,5	2,5
ZZ 4,0		3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	

parametry vlaků: Ex/R: lok. 380 (162) + 550 t; Os₁₆₃: lok. 163 + 300 t; Os₄₇₁: el. jednotka 471; Os₈₁₄: mot. vůz 814;

nákl. rychlý: lok. 163, 363 + 1000 t, 650 m; nákl. střední: 163, 363 + 2000 t, 650 m; nákl. pomalý: 740 až 745 + 1350 t, 650 m; Lv: rychlost 80 km/h

PP - v obou stanicích projíždí PZ - v zadní stanici projíždí, v přední zastavuje ZP - v zadní stanici zastavuje, v přední projíždí ZZ - v obou stanicích zastavuje