

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

**Návrh zvýšení propustné výkonnosti tratě 501
v úseku Přelouč – Pardubice hl.n.**

Bc. Pavel Kracík

Diplomová práce

2018

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Kracík**
Osobní číslo: **D16373**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy**
Název tématu: **Návrh zvýšení propustné výkonnosti tratě 501 v úseku
Přelouč - Pardubice hl.n.**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod

1. Analýza současného stavu propustnosti
2. Návrhy na změny propustnosti
3. Zhodnocení předložených návrhů

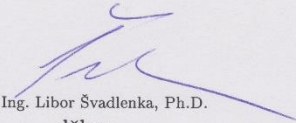
Závěr

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

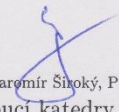
1. MOLKOVÁ, T. a kol., Kapacita železničních tratí. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. 150 s. ISBN 978-80-7395-317-1.
2. Směrnice SŽDC č. 104 Provozní intervaly a následná mezidobí. Praha: SŽDC, 2013. 63 s.
3. Interní materiály SŽDC
4. Předpis SŽDC(ČSD) D24 pro zjišťování kapacity železničních tratí. Praha: ČSD, 1965. 101 s.
5. Internetové stránky SŽDC. Dostupné z: <<http://www.szdc.cz/index.html>>

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

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


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

L.S.


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

V Pardubicích dne 5. února 2018

Prohlašuji:

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

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

V Pardubicích dne 18.5.2018

Bc. Pavel Kracík

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D. za poskytnutý čas a připomínky při vedení diplomové práce. Dále bych rád poděkoval společnosti SŽDC, s. o. za poskytnuté podklady.

ANOTACE

V této diplomové práci bude analyzován současný stav infrastruktury (2018), jízdní řád 2017/2018 a vypočítána propustná výkonnost v úseku Přelouč – Pardubice hl. n. Následně budou navrženy infrastrukturní úpravy tohoto úseku, vypočítány technologické ukazatele úprav a možnosti jejich využití. Navržené úpravy budou otestovány v SW OpenTrack.

KLÍČOVÁ SLOVA

jízdní řád, propustná výkonnost, SW OpenTrack, trať 501

TITLE

Suggestion for increasing throughput of track 501 in section Přelouč – Pardubice hl.n.

ANNOTATION

In this thesis will be analysed current state of infrastructure (2018), timetable 2017/2018 and calculated throughput in section Přelouč – Pardubice hl. n. Infrastructure modifications of this section will be proposed, technological parameters of the modifications and possibilities of their utilization will be calculated. Proposed modifications will be tested in SW OpenTrack.

KEYWORDS

timetable, throughput, SW OpenTrack, track 501

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM ZKRATEK	12
ÚVOD	13
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROPUSTNOSTI.....	14
1.1 Analýza infrastruktury	15
1.1.1 Železniční stanice Přelouč	16
1.1.2 Mezistaniční úsek Přelouč – Pardubice hl. n.	19
1.1.3 Železniční stanice Pardubice hl. n.	21
1.2 Analýza jízdního řádu 2017/2018	22
1.2.1 Analýza rozsahu dopravy.....	22
1.2.2 Výpočet propustnosti úseku.....	23
1.2.3 Analýza konfliktů	29
2 NÁVRHY NA ZMĚNY PROPUSTNOSTI.....	34
2.1 Infrastrukturní úpravy	34
2.1.1 Infrastrukturní úpravy pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	34
2.1.2 Infrastrukturní úpravy pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.....	41
2.2 Výpočet technologických parametrů.....	45
2.2.1 Výpočet technologických parametrů pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	45
2.2.2 Výpočet technologických parametrů pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.....	50
2.3 Výpočet propustnosti	51
2.4 Příklady využití čtyřkolejného úseku.....	52
2.4.1 Příklady využití pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč	52
2.4.2 Příklady využití pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.	55
2.5 Vytvoření modelu v simulačním programu OpenTrack	61
3 ZHODNOCENÍ PŘEDLOŽENÝCH NÁVRHŮ	65
3.1 Zhodnocení úprav infrastruktury.....	65
3.2 Zhodnocení změn v technologických parametrech.....	67
3.3 Zhodnocení změn propustnosti	69
3.4 Zhodnocení práce se simulačním programem OpenTrack.....	70
ZÁVĚR	74
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	75

SEZNAM PŘÍLOH.....	77
--------------------	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Železniční trať č. 010 (501) s vyznačením analyzovaného úseku.....	16
Obr. 2 Omezující rychlost v železniční stanici Přelouč.....	18
Obr. 3 Střední zhlaví železniční stanici Přelouč.....	19
Obr. 4 Vyznačení konfliktů směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	31
Obr. 5 Vyznačení konfliktů směr Přelouč – Pardubice hl. n.	33
Obr. 6 Návrh zčtyřkolejnění úseku Přelouč – Valy u Přelouče.....	35
Obr. 7 Návrh nového zhlaví u zastávky Valy u Přelouče.....	36
Obr. 8 Návrh nové kolejové spojky mezi kolejemi č. 104 a 4.....	37
Obr. 9 Úprava prostorových oddílů autobloku směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	39
Obr. 10 Využití 7. koleje v železniční stanici Přelouč.....	43
Obr. 11 Úprava prostorových oddílů autobloku směr Přelouč – Pardubice hl. n.	44
Obr. 12 Následné a příjezdné mezidobí dle Směrnice SŽDC č. 104.....	46
Obr. 13 Boční ochrana u vlaků s rychlostí vyšší než 120 km/h.....	47
Obr. 14 Vyznačení časového okna pro sled Ex 546 – Os 5002 – R 896.....	53
Obr. 15 Posun trasy vlaku Nex 49304.....	55
Obr. 16 Vznik mezery mezi vlaky Ex 273 a Os 8653.....	56
Obr. 17 Posun trasy vlaku Os 9319.....	58
Obr. 18 Vyznačení trasy vlaku Os 25011.....	59
Obr. 19 Posun trasy vlaku Nex 69101.....	60
Obr. 20 Moduly simulačního programu OpenTrack.....	62
Obr. 21 Zadání parametrů hnacího vozidla řady 162.....	63
Obr. 22 Tvorba infrastruktury – železniční stanice Přelouč.....	63
Obr. 23 Simulace železničního provozu – simulační program OpenTrack.....	64
Obr. 24 Graf – poměr délek stávajících a nově navržených úseků.....	66
Obr. 25 Simulace jízdy vlaků Os 5002, R 896.....	71
Obr. 26 Výřez ze NJŘ při simulaci Os 5002, R 896.....	72
Obr. 27 Simulace jízdy vlaku Os 5002.....	73
Obr. 28 Simulace jízdy vlaku R 896.....	73

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Parametry železniční stanice Přelouč	17
Tab. 2 Nástupiště a pravidelné zastavování vlaků v železniční stanici Přelouč	18
Tab. 3 Parametry mezistaničního úseku	20
Tab. 4 Dopravní v mezistaničním úseku.....	20
Tab. 5 Parametry železniční stanice Pardubice hl. n.	21
Tab. 6 Nástupiště a pravidelné zastavování vlaků v železniční stanici Pardubice hl. n.	22
Tab. 7 Rozsah dopravy směr Pardubice hl. n. – Přelouč	23
Tab. 8 Rozsah dopravy směr Přelouč – Pardubice hl. n.	23
Tab. 9 Tabulka pro výpočet četnosti výskytu sledu dvou vlaků na dvoukolejně trati.....	25
Tab. 10 Výpočet propustnosti.....	28
Tab. 11 Porovnání jízdních dob Os 5002 a R 896	30
Tab. 12 Porovnání jízdních dob Os 8653 a Ex 273	32
Tab. 13 Porovnání délek prostorových oddílů směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	40
Tab. 14 Porovnání délek prostorových oddílů směr Přelouč – Pardubice hl. n.....	45
Tab. 15 Výpočet následného mezidobí Os 5002, R896.....	48
Tab. 16 Výsledná velikost následného mezidobí Os 5002, R896	48
Tab. 17 Parametry souprav	49
Tab. 18 Původní následná mezidobí pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	49
Tab. 19 Nová následná mezidobí pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč	49
Tab. 20 Změny velikostí následných mezidobí pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč.....	50
Tab. 21 Výsledná velikost následného mezidobí Os 8653, Ex 273.....	50
Tab. 22 Původní následná mezidobí pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.....	51
Tab. 23 Nová následná mezidobí pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.	51
Tab. 24 Změny velikostí následných mezidobí pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.....	51
Tab. 25 Výpočet nové propustnosti	52
Tab. 26 Aplikace navržených změn Nex 49304, Ex 572.....	54
Tab. 27 Aplikace navržených změn Os 9319, Ex 125.....	57
Tab. 28 Aplikace navržených změn Nex 69101, Ex 1359.....	60
Tab. 29 Vyhodnocení infrastrukturních úprav.....	65
Tab. 30 Poměr délek původních a nových úseků	66
Tab. 31 Relativní úspory velikostí následných mezidobí směr Přelouč – Pardubice hl. n.	67
Tab. 32 Relativní úspory velikostí následných mezidobí směr Přelouč – Pardubice hl. n.	68

Tab. 33 Využití nově navržené infrastruktury – rozsah dopravy	69
Tab. 34 Změna ve velikosti propustnosti.....	70

SEZNAM ZKRATEK

CDP	centrální dispečerské pracoviště
ČR	Česká republika
DOZ	dálkově ovládané zabezpečovací zařízení
ETCS	European train control system
GVD	grafikon vlakové dopravy
JŘ	jízdní řád
JOP	jednotné obslužné pracoviště
NJŘ	nákresný jízdní řád
RFC	rail freight corridor
RZZ	reléové zabezpečovací zařízení
SŘ	staniční řád
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽDC	správa železniční dopravní cesty
TK	temeno kolejnice
TTP	tabulky traťových poměrů
TZZ	traťové zabezpečovací zařízení
ŽST	železniční stanice

ÚVOD

V současné době (2018) se železniční síť v České republice potýká s problémem přetížení jednotlivých tratí. K tomuto jevu nejvíce přispělo otevření železničního trhu pro osobní dopravu. Největší dopady jsou především na trať 010 (501), která patří k nejvíce vytíženým na železniční síti v České republice. Negativním důsledkem přetížení těchto tratí jsou vznikající konflikty především mezi dálkovou a regionální osobní dopravou. Tento problém se nejvíce projevuje na železniční trati č. 010 (501) v úseku mezi železničními stanicemi Přelouč a Pardubice hl. n.

Smyslem této práce je analyzovat úsek mezi železničními stanicemi Přelouč a Pardubice hl. n. a navrhnout jeho úpravu. Analytická část této práce se zaměří především na současný stav infrastruktury (2018), analýzu jízdního řádu a výpočet propustnosti. V návrhové části se práce zaměří na nejvíce omezující část úseku mezi železničními stanicemi Přelouč a Pardubice hl. n., jehož návrh řešení požaduje Správa železniční dopravní cesty. Cílem práce pak bude navrhnout zčtyřkolejnění úseku mezi železniční stanicí Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče tak, aby bylo možno řešit vznikající konflikty ve výše zmíněném úseku a řešit předjíždění osobních (resp. pomalejších) vlaků vlaky vyšších kategorií (resp. vlaky rychlejšími) v tomto úseku.

Cílem této práce je analyzovat současný stav infrastruktury (2018), analyzovat jízdní řád, vypočítat propustnost daného úseku a navrhnout úpravu úseku mezi železničními stanicemi Přelouč a Pardubice hl. n. Pro infrastrukturní návrhy dále vypočítat jednotlivé technologické ukazatele a aplikovat navržená opatření pro konkrétní případy.

1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PROPUSTNOSTI

Železniční trať č. 010 (č. 501 dle nákrešného jízdního řádu) je součástí I. a III. tranzitního koridoru. Dále jí prochází dva evropské nákladní železniční koridory rail freight corridor (RFC) a to konkrétně koridory RFC7 a RFC9. Začátek této trati leží v železniční stanici (ŽST) Česká Třebová v kilometru 245,878 a konec trati dále v ŽST Praha-Libeň v kilometru 404,485. (1)(5)

Nejvytíženější částí této trati je úsek mezi ŽST Přelouč a ŽST Pardubice hl. n. V tomto úseku dochází ke vzniku konfliktů mezi jednotlivými kategoriemi vlaků. Příkladem takového konfliktu jsou například konflikty mezi vlaky kategorie R a Os v úseku ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče. Řešení tohoto konfliktu v podobě návrhu zčtyřkolejnění tohoto úseku požaduje Správa železniční dopravní cesty (SŽDC). Tato práce se tímto problémem bude zabývat v analytické části, kde bude problém analyzován a dále v návrhové části, kde bude navrženo odstranění tohoto problému. V části vyhodnocení bude návrh zhodnocen a bude zde popsáno jeho možné použití a implementace do praxe. Z těchto důvodů se analyzovaná oblast zaměří na mezistaniční úsek mezi ŽST Přelouč a ŽST Pardubice hl. n. včetně těchto ŽST. (1)(6)

Problematika tratě č. 010 (501) a mezistaničního úseku Přelouč – Pardubice hl. n. již byla řešena a blíže popsána v jiných diplomových pracích, ale tato práce z důvodu jiného zaměření poukáže na jiné problémy, které se v tomto mezistaničním úseku objevují, viz (8) a (9).

V této části kapitoly bude provedena analýza výše zmíněného mezistaničního úseku Přelouč – Pardubice hl. n včetně těchto ŽST. V rámci analytické části byly stanoveny následující parametry:

Analyzované parametry:

1. infrastruktura,
2. rozsah dopravy dle JŘ 2017/2018,
3. shrnutí nalezených nedostatků.

V následující části textu budou jednotlivé body analýzy popsány a bude zde dále definován jejich cíl.

V rámci analyzovaného parametru infrastruktura bude provedena analýza mezistaničního úseku Přelouč – Pardubice hl. n. a budou zde popsány jednotlivé technické parametry tohoto mezistaničního úseku. Tímto je myšleno popis stávajícího stavu (2018), přičemž hlavní zaměření bude na části, které budou využity při uvažovaném částečném zčtyřkolejnění. Dále zde budou analyzovány ŽST Přelouč a ŽST Pardubice hl. n., které budou analyzovány stejným způsobem a bude zde kladen důraz na možnosti využití ŽST Přelouč k uvažovanému

částečnému zčtyřkolejnění. V analýze bude přiložen plánek ŽST Přelouč s vyznačenými nedostatky a možnými oblastmi úprav, kterými se bude zabývat návrhová část této práce.

Pro tuto analýzu budou využity především služební pomůcky SŽDC v podobě tabulek traťových poměrů (TTP), jízdního řádu (JŘ) 2017/2018, staničních řádů (SŘ) jednotlivých ŽST a plánek ŽST Přelouč a ŽST Pardubice hl. n.

Pro analýzu ŽST byla stanovena následující struktura:

- technické parametry,
- kolejové uspořádání dopravní,
- možnosti využití pro plánované zčtyřkolejnění.

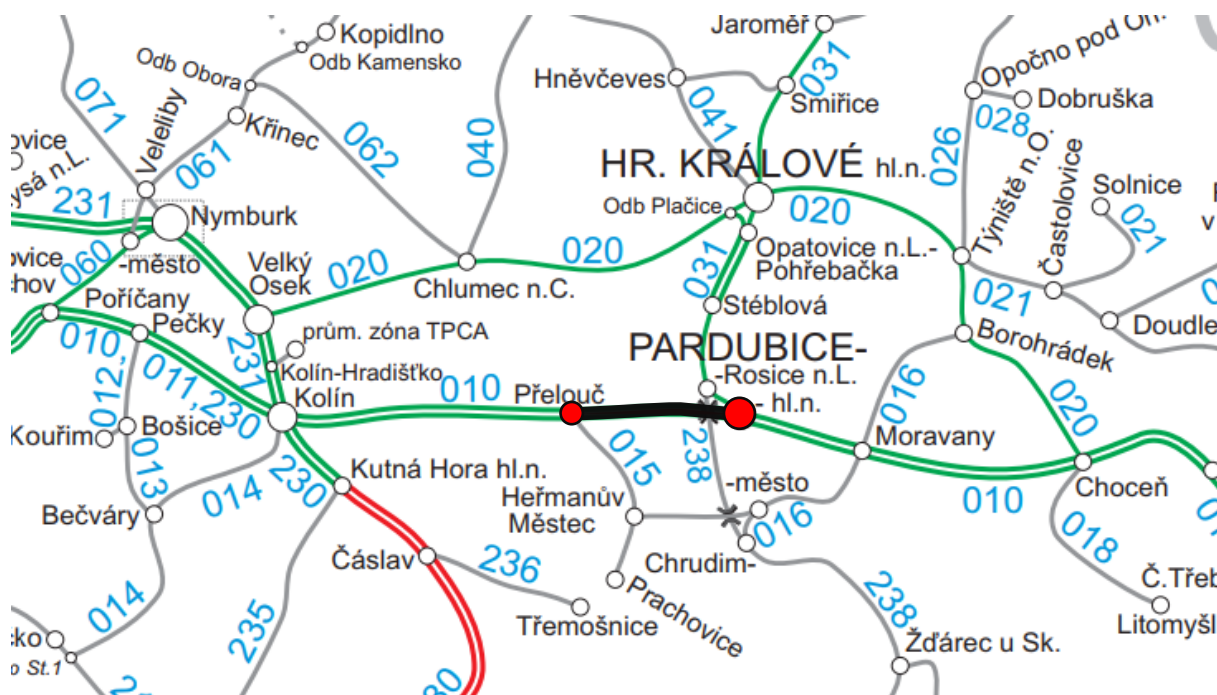
V rámci technických parametrů bude analyzováno např. staniční zabezpečovací zařízení (SZZ), poloha na trati a elektrifikace. V rámci kolejového uspořádání dopravní je uvažováno jeho rozložení, počet dopravních kolejí, počet nástupišť a dále zaústění dalších tratí a vleček. V poslední části bude analyzována možnost využití současného stavu (2018) pro plánované zčtyřkolejnění.

V rámci druhého bodu analýzy bude řešena problematika rozsahu dopravy pro JŘ 2017/2018 v analyzovaném úseku.

V posledním bodě analýzy budou shrnuty veškeré výsledky a závěry provedené analýzy. Budou zde vypsány nalezené nedostatky a dále jakým způsobem bude navrženo jejich řešení.

1.1 Analýza infrastruktury

Jak již bylo uvedeno v úvodu této kapitoly, v tomto bodě bude analyzován současný stav infrastruktury (2018) ŽST Přelouč, ŽST Pardubice hl. n. a mezistaničního úseku, který se mezi nimi nachází. Bude zde kladen důraz především na prvky infrastruktury, které lze potenciálně využít k plánovanému zčtyřkolejnění úseku mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče, které požaduje ze zadání SŽDC. Analyzovaný úsek je vyznačen na obrázku Obr. 1.



Obr. 1 Železniční trať č. 010 (501) s vyznačením analyzovaného úseku

Zdroj: (5), úprava autor

1.1.1 Železniční stanice Přelouč

Tato ŽST již byla analyzována v jiných diplomových pracích, ovšem z jiných důvodů, s jiným účelem a jiným celkovým zaměřením práce, viz (8) a (9). Analýza bude provedena v obdobném rozsahu se zaměřením na nalezení kritických částí infrastruktury, které negativně ovlivňují současný provoz a také prvky, které budou využity k uvažovanému zčtyřkolejnění zmíněném v úvodu této práce. Analýza infrastrukturních prvků této ŽST bude zásadní v následné návrhové části.

Výpravní budova analyzované ŽST se nachází v 319,135. km. Začátek této stanice je u vjezdového návěstidla 1L (2L) v kilometru 316,757 a konec stanice u vjezdového návěstidla 1S (2S) kilometru 319,849. Analyzovaná ŽST se skládá ze dvou částí a to z nákladního nádraží a osobní stanice. Plánek této stanice je přiložen v příloze A. Celá ŽST je vybavena SZZ 3. kategorie typu SZZ – ETB s dálkově ovládaným zabezpečovacím zařízením (DOZ) z centrálního dispečerského pracoviště (CDP) Praha. Obvod celé ŽST je elektrifikován stejnosměrnou trakční napájecí soustavou 3 kV. (2)(3)

Jednotlivé parametry analyzované ŽST jsou v tabulce Tab. 1.

Tab. 1 Parametry železniční stanice Přelouč

Parametr	Druh
Staniční zabezpečovací zařízení	SZZ-ETB
Elektrifikace	=3kV
Počet kolejí	5+8
Počet nástupišť	5
Délka ŽST	3,092 km

Zdroj: (2)(3)

Do obvodu ŽST je zaústěna regionální železniční trať č. 015 (č. 517 dle NJŘ), která je vedena přes ŽST Heřmanův Městec a ŽST Prachovice. Tato regionální trať je zaústěna do obvodu nákladního nádraží, a to konkrétně do koleje č. 105. Provoz na této regionální trati je veden motorovou trakcí a trať není v celé délce elektrifikována. Do obvodu této ŽST jsou dále zaústěny dvě vlečky. První vlečka společnosti EXCALIBUR ARMY, spol. s r.o. je zaústěna do obvodu osobní stanice do koleje č. 4. Druhá vlečka společnosti Cerea, a.s. je zaústěna rovněž do obvodu osobní stanice do koleje č. 10 (dále do koleje č. 4). Nákladní nádraží se skládá celkem z 8 kolejí s označením 101-113, přičemž dopravní koleje č. 101 a 102 navazují na traťové koleje č. 1 a 2. Obvod nákladního nádraží je spojen s obvodem osobního nádraží celkem 3 kolejemi a to kolejemi č. 101, 102 a 5a. (1)(2)(3)

V obvodu osobního nádraží je celkem 5 pravidelně využívaných dopravních kolejí. Dále se zde nachází celkem 4 nástupiště, viz Tab. 2. U výpravní budovy se nachází nástupiště č. 1, které je rozděleno na část 1 s délkou 134 m a 1A s délkou 86 m. U nástupiště 1A pravidelně zastavují osobní vlaky ve směru Heřmanův Městec vedené motorovou trakcí. Směrem od výpravní budovy se nachází nástupiště č. 2 s délkou 221 m. Na tomto nástupišti pravidelně zastavují osobní vlaky. Dále se ve stanici nachází úroňové nástupiště č. 3 s délkou 264 m. Na tomto nástupišti pravidelně zastavují vlaky kategorie R a Os. Ostrovní nástupiště č. 4 má délku 289 m, výšku 550 mm nad temenem kolejnice (TK) a příchod na toto nástupiště je přes podchod. Toto nástupiště se nachází mezi dopravními kolejemi č. 2 a 4. U tohoto nástupiště pravidelně zastavují vlaky kategorie R a Os ve směru z Pardubic do Kolína. Na nástupiště č. 2. a 3. je přístup umožněn úroňovými přechody a k nástupišťům č. 1 a 1.A je příchod umožněn přímo od čekárny pro cestující. (3)(4)

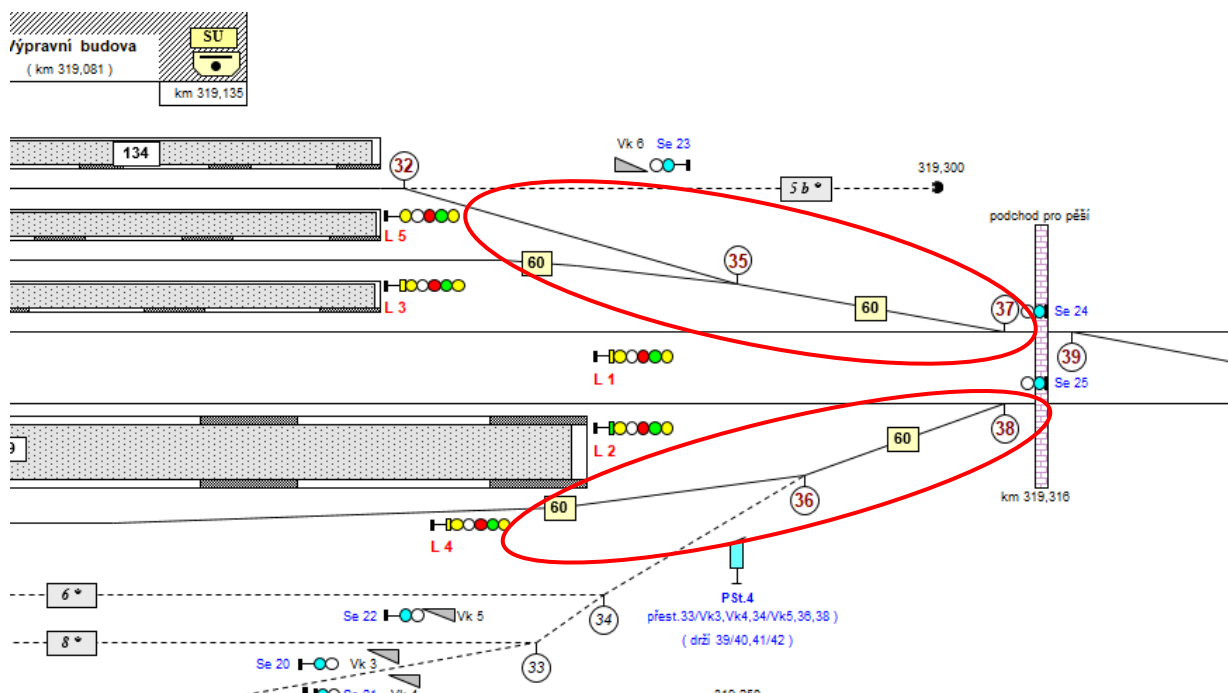
Tab. 2 Nástupiště a pravidelné zastavování vlaků v železniční stanici Přelouč

Nástupiště	Délka [m]	Kategorie vlaku	Směr
1.	134 m	-	-
1A.	86 m	Os	Heřmanův Městec
2.	221 m	Os	Pardubice hl. n.
3.	264 m	R, Os	Pardubice hl. n.
4.	289 m	R, Os	Kolín

Zdroj: (3)(4)

Z pohledu rozložení nástupišť nebyl v analýze shledán žádný nedostatek, ovšem problémem jsou úrovnňová nástupiště č. 2 a 3, která nejsou bezbariérově přístupná a rovněž nemají výšku 550 mm nad TK. Vzhledem k zaměření práce nebude problematika přístupu a typu nástupišť v této práci řešena.

Dále jsou problémem staniční výhybky, které umožňují jízdu vlaku pouze na 60 km/h, které snižují rychlost jízdy vlaků ve stanici. Konkrétně se jedná o výhybky na zhlaví osobního nádraží, viz Obr. 2 a Obr. 3. Řešením se bude zabývat návrhová část této práce.

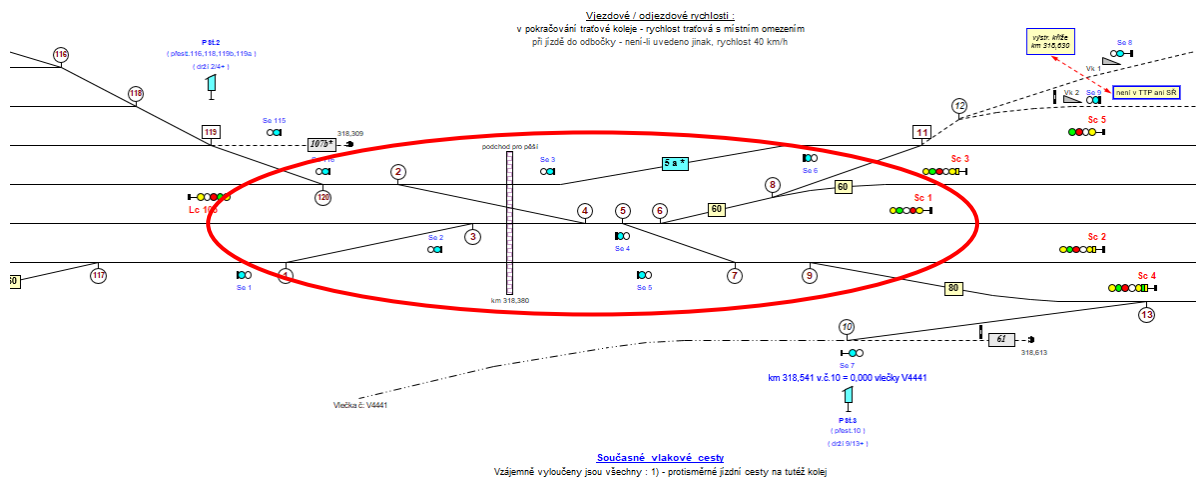


Obr. 2 Omezující rychlost v železniční stanici Přelouč

Zdroj: (1), úprava autor

Dalším nedostatkem z pohledu zčtyřkolejnění je rovněž tvar středního zhlaví v obvodu osobního nádraží, které ve směru z ŽST Přelouč do ŽST Pardubice neumožňuje přímou jízdu vlaku ze 2. nástupiště (kolej č. 3) do obvodu nákladního nádraží na kolej č. 105. Jízda na kolej č. 105 je možná pouze z koleje č. 5 (nástupiště č. 1A a 1) přes kolej č. 5a. Takovéto uspořádání zhlaví je z důvodu návaznosti na regionální trať č. 015 (517), kdy osobní vlak směrem do

Heřmanova Městce odjíždí z koleje č. 5, pokračuje přes kolej č. 5a, kolej č. 105 a dále na regionální trať. Možností změny tvaru zhlaví, napojení obvodu osobního a nákladního nádraží a dále změnou zastavování vlaků ve stanici se bude zabývat návrhová část.



Obr. 3 Střední zhlaví železniční stanice Přelouč

Zdroj: (1), úprava autor

V případě opačného směru z ŽST Pardubice do ŽST Přelouč je situace obdobná. V případě uvažovaného zčtyřkolejnění a využití současného stavu infrastruktury (2018) je vhodné využít rovněž kolejiště v obvodu nákladního nádraží a obvodu osobního nádraží, a to konkrétně kolejí č. 104 a 4. Problémem je zde chybějící kolejová spojka mezi těmito kolejemi. V kapitole č. 2. bude navrženo doplnění této kolejové spojky tak, aby byla umožněna přímá jízda vlaku z koleje č. 104 na kolej č. 4.

Nalezené nedostatky:

- výhybky pouze na 60 km/h,
- spojení obvodu osobního a nákladního nádraží,
- úroňová nástupiště.

V návrhové části bude řešena problematika spojení obvodu osobního a nákladního nádraží a výhybek na zhlaví. Jak již bylo zmíněno výše, problémem úroňových nástupišť se tato práce vzhledem ke svému zaměření zabývat nebude.

1.1.2 Mezistaniční úsek Přelouč – Pardubice hl. n.

Mezistaniční úsek mezi ŽST Pardubice hl. n. a ŽST Přelouč začíná u vjezdového návěstidla 1S v ŽST Pardubice hl. n. v kilometru 306,750 a končí u vjezdového návěstidla 1L v kilometru 316,757. Celková délka mezistaničního úseku je tedy 10,007 km od vjezdových návěstidel příslušných ŽST. Mezistaniční úsek je v celé své délce dvoukolejný.

V tomto mezistaničním úseku je nainstalováno traťové zabezpečovací zařízení (TZZ) 3. kategorie s tříznakým obousměrným autoblokem. Celý mezistaniční úsek je elektrifikován

stejnoseměrnou trakční napájecí soustavou 3 kV. Detailní výčet jednotlivých parametrů je vypsán v tabulce Tab. 3.

Tab. 3 Parametry mezistaničního úseku

Parametr	Hodnota
Délka	10,007 km
Trakční napájecí soustava	=3kV
Zabezpečovací zařízení	TZZ – AB
Počet zastávek	3
Počet přejezdů (PZZ)	3
Normativ zatížení trati	D4 (22,5 t / 8t)
Vlakový zabezpečovač	ETCS L2 + GSM-R, LS

Zdroj: (1), (3)

V celém úseku se nachází celkem 3 železniční zastávky a to Pardubice-Svítkov v kilometru 308,192, dále Pardubice-Opočíněk v kilometru 312,00 a dále Valy u Přelouče v kilometru 316,070. Celkový výčet informací o ŽST a zastávkách v tomto mezistaničním úseku je uveden v tabulce Tab. 4. V celé délce mezistaničního úseku se nachází 3 přejezdy a normativ zatížení je kategorie D4, tedy standardní pro koridorové tratě v České republice (ČR). Hlavním vlakovým zabezpečovačem je v tomto úseku typ LS a dále nově vybudovaný zabezpečovač ETCS úrovně L2 doplněný komunikačním systémem GSM-R.

Tab. 4 Dopravní v mezistaničním úseku

ŽST / zastávka	Kilometrická poloha na trati
ŽST Pardubice hl. n.	306,750 (1S)
Pardubice-Svítkov	308,192
Pardubice-Opočíněk	312,000
Valy u Přelouče	316,070
ŽST Přelouč	316,757 (1L)

Zdroj: (1)(3)

Z hlediska vedení tratě je v úseku od ŽST Přelouč až po zastávku Valy u Přelouče trať vedena po levém břehu Labe v rovině bez převýšení. V dalším úseku přes zastávku Pardubice-Opočíněk a Pardubice-Svítkov je trať vedena střídavě přes násypy a dále zářezy, čímž značně omezují možnosti rozšíření v tomto úseku. Dalším důvodem je nově rekonstruovaný most přes silnici č. III/32221.

Z analýzy mezistaničního úseku mezi ŽST Přelouč a ŽST Pardubice hl. n. vyplývá, že k infrastrukturním úpravám je nejvhodnější úseku mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče.

1.1.3 Železniční stanice Pardubice hl. n.

Pro současnou návrhovou variantu není počítáno s úpravou a využitím této ŽST. Ovšem pro úplnost a doplnění analyzované oblasti bude provedena analýza obdobným způsobem jako v případě ŽST Přelouč. Tato ŽST byla rovněž analyzovaná v jiné diplomové práci s jiným zaměřením, ale jak již bylo zmíněno výše, viz (8). Dále plánovaná rekonstrukce této ŽST nebude v této práci uvažována. Tedy tato práce bude vycházet se současného stavu infrastruktury (2018).

Výpravní budova této stanice se nachází v kilometru 305,690. Začátek této stanice je ve směru od ŽST Kostěnice u návěstidla 1L (2L) v kilometru 304,293 a konec u vjezdového návěstidla 1S v kilometru 306,750 ve směru z Přelouče. Délka této ŽST je celkem 2,457 km. Plánek této stanice je přiložen v příloze A. V této ŽST je dle (3) nainstalováno reléové zabezpečovací zařízení (RZZ), přičemž není v současnosti (2018) zapojeno do systému DOZ. A dále obvod celé ŽST je stejně jako v případě ŽST Přelouč elektrifikován stejnosměrnou trakční napájecí soustavou 3 kV. (2)(3)

Jednotlivé parametry analyzované ŽST jsou v tabulce Tab. 5.

Tab. 5 Parametry železniční stanice Pardubice hl. n.

Parametr	Druh
Staniční zabezpečovací zařízení	RZZ
Elektrifikace	=3kV
Počet kolejí	22
Počet nástupišť	6
Délka ŽST	2,457 km

Zdroj: (2)(3)

Do ŽST Pardubice hl. n. je zaústěna celostátní trať č. 031 (505) vedená z ŽST Hradec Králově hl. n. Tato železniční trať je rovněž elektrifikovaná. Dále do ŽST Pardubice hl. n. je zaústěno celkem 7 vleček, ovšem v rámci analýzy není nutný detailní popis jako v případě ŽST Přelouč.

V obvodu analyzované ŽST se celkem nachází 22 dopravních kolejí, které jsou pravidelně využívány. Dále se zde nachází celkem 6 nástupišť. Koncové nástupiště č. 1A je dlouhé 118 m, nachází se u výpravní budovy a nástupiště 1B s délkou 121 m se rovněž nachází u výpravní budovy. U výpravní budovy se dále nachází nástupiště č. 1 s délkou 348 m. Dále

v obvodu ŽST Pardubice hl. n. nachází 3 ostrovní nástupiště, ke kterým je příchod umožněn dvěma podchody. Ostrovní nástupiště č. 2 má délku 250 m a dále ostrovní nástupiště č. 3 a 4 mají shodnou délku 346 m. U ostrovního nástupiště č. 3 zastavují pravidelně osobní vlaky ve směru Kolín a dále vlaky dálkové dopravy ve stejném směru. U ostrovního nástupiště č. 4 zastavují rovněž osobní vlaky ve směru Česká Třebová a dále vlaky dálkové dopravy ve stejném směru. Pro analyzovaný úsek jsou podstatné právě tyto dvě nástupiště. Seznam nástupišť s jejich parametry a pravidelně zastavujícími kategoriemi vlaků, které jsou podstatné pro tuto práci, je uveden v tabulce Tab. 6. (1)(2)(3)

Tab. 6 Nástupiště a pravidelné zastavování vlaků v železniční stanici Pardubice hl. n.

Nástupiště	Délka [m]	Kategorie vlaku	Směr
1A.	118 m	-	-
1B.	121 m	-	-
1.	348 m	-	-
2.	266 m	-	-
3.	346 m	Ex, R, Os	Kolín
4.	346 m	Ex, R, Os	Česká Třebová

Zdroj: (3)(4)

Z hlediska analýzy nebyly nalezeny žádné nedostatky, které by negativně ovlivňovaly provoz v analyzovaném úseku. V této práci nebudou v rámci ŽST Pardubice hl. n. navrhovány žádná opatření ke změně současného stavu (2018).

1.2 Analýza jízdního řádu 2017/2018

V této kapitole bude provedena analýza JŘ 2017/2018, která se zaměří na rozsah dopravy dle jednotlivých kategorií vlaků, propustnost analyzovaného úseku a konflikty vznikající mezi jednotlivými kategoriemi vlaků.

1.2.1 Analýza rozsahu dopravy

V této podkapitole bude analyzován rozsah dopravy v analyzovaném úseku, který bude následně využit pro výpočet propustnosti v následující podkapitole.

V tomto úseku provozuje své linky několik železničních dopravců. Osobní dopravu provozují celkem 4 dopravci. Nejvýznamnějšími z nich jsou České dráhy, a.s., dále soukromí dopravci RegioJet, a.s., LEOExpress, a. s. a ARRIVA vlaky s.r.o. Detailní popis jednotlivých linek u osobních dopravců je přiložen v příloze B. Pro tuto práci není popis jednotlivých linek podstatný a slouží pouze pro doplnění této práce. Z nákladních dopravců jsou nejvýznamnější ČD Cargo, a.s., AWT, a.s. dále METRANS, a.s. a IDS CARGO, a.s. (4)

V následující části bude analyzován rozsah dopravy, kdy analýza rozsahu dopravy je rozdělena dle jednotlivých kategorií vlaků. Rozdělení dle dopravců není dále v analýze uvažováno. Vzhledem k zaměření práce bude uvažováno pouze krátké dvouhodinové okno v období ranní špičky mezi 6-8 hodinou, kdy tato data budou sloužit rovněž pro výpočet propustnosti. Stanovení rozsahu dopravy bude rozděleno dle jednotlivých směrů, viz Tab. 7 a Tab. 8.

Tab. 7 Rozsah dopravy směr Pardubice hl. n. – Přelouč

Směr	Pardubice hl. n. – Přelouč							
	Ex	R	Os	Os	Nex	Pn	Mn	Sv
Kategorie	Ex	R	Os	Os	Nex	Pn	Mn	Sv
Stanovená rychlost	160	160	140	80	95	100	-	80
Počet	11	3	2	0	3	1	0	0

Zdroj: (4)

V opačném směru z Pardubic do Přelouče je rozsah dopravy větší než v opačném směru. V tomto směru jede celkem 14 vlaků kategorií Ex a R oproti 2 vlakům regionální dopravy. Vlaky kategorie Sp jsou brány pod kategorií Os. Z hlediska dálkové nákladní dopravy jedou v úseku 4 vlaky Nex a Pn. Celkem tedy v časovém okně mezi 6-8 hodinou jede 20 vlaků.

Tab. 8 Rozsah dopravy směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Směr	Přelouč – Pardubice hl. n.							
	Ex	R	Os	Os	Nex	Pn	Mn	Sv
Kategorie	Ex	R	Os	Os	Nex	Pn	Mn	Sv
Stanovená rychlost	160	160	140	80	100	90	-	80
Počet	6	1	3	1	4	1	0	1

Zdroj: (4)

Z tabulky vyplývá jasná převaha dálkové dopravy nad regionální, kdy z hlediska osobní dopravy projíždí úsekem 7 vlaků kategorií Ex a R oproti 4 vlakům regionální dopravy. Z hlediska dálkové dopravy projíždí úsekem 5 vlaků kategorie Nex a Pn. Celkem v tomto směru projíždí mezi 6-8 hodinou 17 vlaků.

1.2.2 Výpočet propustnosti úseku

V této části bude proveden výpočet propustnosti analyzovaného mezistaničního úseku. Výpočet bude sloužit k posouzení současného stavu (2018) a dále jako výchozí podklad k porovnání a vyhodnocení jednotlivých návrhů v kapitolách 2.1 a 3.1.

Provoz na trati č. 010 (501) je charakterizován především dálkovou dopravou (osobní, nákladní), kdy se v průběhu dne projevuje značná nerovnoměrnost z hlediska počtu a rozložení jednotlivých kategorií vlaků. Příkladem může být provoz během ranní špičky mezi 6-8 h a dále

během nočních hodin, kdy během ranní špičky je jasná převaha osobní dopravy a dále během nočních hodin převaha nákladních vlaků především kategorie Nex a Pn.

Výpočet propustnosti bude proveden pro časové okno v období ranní špičky mezi 6-8 hodinou. Toto časové omezení je vzhledem k zaměření této práce dostačující. Vypočtená propustnost bude v této práci brána pouze jako ukazatel návrhu, viz kapitola 2.1 a 3.1. Tedy tento výpočet není hlavním výsledkem této práce.

Na této trati je grafikon vlakové dopravy (GVD) nerovnoběžný a k výpočtu propustnosti nerovnoběžného GVD lze využít metodu grafickou nebo analytickou. K výpočtu propustnosti bude použita analytická metoda pravděpodobnosti a matematické statistiky. Metodika výpočtu bude vycházet z předpisu SŽDC (ČSD) D24, viz (18) a dále (12), (19).

Propustnost dle (18) a (12) je definována následujícím způsobem: *Propustná výkonnost neboli propustnost traťového úseku (trati) označuje takový rozsah vlakové dopravy, který za daného stavu a technického vybavení zařízení tratí a při zachování postupů, platných pro jejich využívání může být na zjišťované trati za určité časové období trvale a pravidelně zvládnut. Propustnost se vyjadřuje počtem vlaků za čas v každém směru, který může být na dané trati trvale a plynule prováděn zpravidla za 24 h.*

Pro výpočet propustnosti je nutno znát tyto údaje:

- rozsah vlakové dopravy dle jednotlivých druhů,
- předpokládané jízdní doby,
- předpokládané provozní intervaly a následná mezidobí,
- minimální hodnotu záložního času – z,
- časovou hodnotu stálých manipulací $T_{stál}$,
- časovou hodnotu předpokládaných výluk $T_{výl}$. (19)

Veškeré informace o rozsahu dopravy, jízdních dobách, provozních intervalech a následných mezidobích budou čerpány z interních materiálů SŽDC (1). Minimální hodnota záložního času bude určena dle předpisu SŽDC D24, případně dalších metodik. Vzhledem k úzkému výpočetnímu oknu bude ve výpočtu celková doba výluk $T_{výl}$ a celková doba stálých manipulací $T_{stál}$ zanedbána.

Při výpočtu metodou pravděpodobnosti a matematické statistiky je nutno určit následující:

1. omezující mezistaniční úsek,
2. rozsah dopravy N,
3. doba obsazení sledem vlaků,
4. celková doba obsazení T_{obs} ,
5. průměrný čas obsazení mezistaničního úseku t_{obs} ,
6. minimální hodnota záložního času – z
7. propustnost n,
8. další ukazatelé využití praktické propustnosti. (18)(20)

Omezujícím úsekem je v tomto případě analyzovaný mezistaniční úsek Přelouč – Pardubice hl. n.

Ve druhém kroku je vypočítána četnost pomocí tabulky četností jednotlivých kategorií vlaků, která se vypočte na základě vzorce (1).

$$h(R, Pn) = \frac{N_R \cdot N_{Pn}}{N} \quad [-] \quad (1)$$

kde:

$h(R, Pn)$ četnost výskytu sledu vlaků kategorie R a Pn [vlaky]

N_R počet vlaků kategorie R [vlaky]

N_{Pn} počet vlaků kategorie Pn [vlaky]

Prakticky se výpočet provede v podobě tabulky pro výpočet četností výskytu sledu vlaků, kdy díky dvoukolejné trati a jednosměrnému provozu na jednotlivých traťových kolejích je možno tuto tabulku upravit do zjednodušené podoby, viz Tab. 9.

Tab. 9 Tabulka pro výpočet četností výskytu sledu dvou vlaků na dvoukolejné trati

t_2	N	t_{21}	t_{22}	t_{23}	t_{24}	Σ
t_1		N_{21}	N_{22}	N_{23}	N_{24}	N_2
t_{11}	N_{11}					
t_{12}	N_{12}					
t_{13}	N_{13}					
t_{14}	N_{14}					
Σ	N_1					

Zdroj: (18)(19)

Ve třetím kroku je vypočítána doba obsazení sledem vlaků, která se vypočte pro každou dvojici vlaků zvlášť. V případě dvoukolejného mezistaničního úseku s jednosměrným provozem je časem obsazení následné mezidobí mezi jednotlivými sledy vlaků, kdy se hodnota následného mezidobí liší pro každou dvojici následných vlaků. Dle směrnice SŽDC č. 104 je následné mezidobí definováno následujícím způsobem: *Následné mezidobí (M) je nejkratší*

doba mezi okamžikem odjezdu nebo průjezdu prvního vlaku a okamžikem odjezdu nebo průjezdu druhého vlaku z téže (zadní) dopravní na tutéž traťovou kolej při dodržení pravidelných jízdních dob a předepsaných pobytů. Informace o velikostech následných mezidobí byly čerpány z interních materiálů SŽDC. (1)(18)

Celková doba obsazení mezistaničního úseku T_{obs} se vypočte jako součet násobků tabulky pro hodnoty četností sledů a tabulky jednotlivých dob obsazení sledů dvojic vlaků.

Následně průměrný čas obsazení mezistaničního úseku t_{obs} se vypočte jako podíl celkové doby obsazení T_{obs} a rozsahem dopravy N v daném časovém období, viz 1.2.1. Výpočet je naznačen ve vzorci (2).

$$t_{obs} = \frac{\Sigma t_{obs}}{N} = \frac{T_{obs}}{N} \quad [\text{min}] \quad (2)$$

kde:

t_{obs} průměrná doba obsazení [min]

T_{obs} celkový čas obsazení [min]

N celkový počet vlaků

Z vypočtených hodnot je nutno dále určit velikost záložního času (čas mezery t_{mez}). K určení velikosti tohoto času existuje více přístupů, viz (12). Vzhledem k výpočtu propustnosti dle předpisu SŽDC D24 bude uvedena metodika dle tohoto předpisu. Pro určení tohoto času lze využít tabulku IV, kdy z této tabulky lze určit velikost záložního času (času mezery) dle charakteristiky mezistaničního úseku a dále a známé velikosti t_{obs} vypočtené v předchozích krocích. Tato tabulka je uvedena v příloze C. Vzhledem k charakteru mezistaničního úseku (sloupec B) pro hodnotu t_{obs} menší než 5 min je velikost $z(t_{mez})$ 3,1 minut. (18)

V sedmém kroku se vypočte již konkrétní propustnost. Při výpočtu lze uvažovat praktickou propustnost a dále maximální propustnost. Praktická propustnost mezistaničního úseku se vypočte dle vzorce (3). Praktická propustnost je definována následujícím způsobem: *Propustnost praktická (technická) udává největší rozsah vlakové dopravy, stanovený se zřetelem na čas potřebný k výkonu předepsaných kontrolních prohlídek, údržby provozních zařízení a dále se zřetelem na nutnost vyrovnání zpoždění z nepravidelností a poruch ve vlakové dopravě [vlaků/výpočetní čas].*

$$n = \frac{T - (\Sigma t_{výl} + \Sigma t_{stál})}{t_{obs} + z} \quad [\text{vlaky/výpočetní čas}] \quad (3)$$

kde:

n praktická propustnost mezistaničního úseku [vlaky/výpočetní čas]

T výpočetní období [min]

$\Sigma t_{výl}$ celkový čas potřebný na pravidelné plánované prohlídky a plánované výluky [min]

$\Sigma t_{stál}$ celkový čas obsazení stálými manipulacemi [min]

t_{obs} průměrná doba obsazení [min]

z průměrná záloha připadající na jeden vlak [min]

Vzhledem k úzkému výpočetnímu oknu bude ve výpočtu celková doba výluk $T_{výl}$ a celková doba stálých manipulací $T_{stál}$ zanedbána. Druhou možností vyjádření propustnosti je výpočet maximální propustnosti. Ta se vypočte jako podíl výpočetního období ku průměrné době obsazení a je definována jako: *Propustnost maximální (teoretická) je propustnost, vypočítaná bez ohledu na jakoukoliv zálohu [vlaky/výpočetní čas].* Výpočet je naznačen ve vzorci (4).

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

N_{max} maximální propustnost [vlaky]

T výpočetní období [min]

t_{obs} průměrná doba obsazení [min]

V posledním kroku se vypočtou ukazatelé využití praktické propustnosti, konkrétně stupeň obsazení a koeficient využití praktické propustnosti. Hlavním ukazatelem využití propustnosti je stupeň obsazení, který se vypočte dle vzorce (5). Tento ukazatel slouží k výpočtu a posouzení využití propustnosti z časového hlediska. V ideálním případě by zařízení mělo dosahovat hodnot v intervalu $\langle 0,5; 0,67 \rangle$ tak, aby mohlo být označeno za dostatečně obsazené provozní zařízení.

$$S_o = \frac{\Sigma t_{obs}}{T - (T_{výl} + T_{stál})} \quad [-] \quad (5)$$

kde:

S_o stupeň obsazení [-]

T_{obs} celkový čas obsazení [min]

T výpočetní období [min]

$T_{výl}$ celkový čas potřebný na pravidelné plánované prohlídky a plánované výluky [min]

$T_{stál}$ celkový čas obsazení stálými manipulacemi [min]

Vzhledem k výpočtu v období ranní špičky se hodnoty času výluk $T_{výl}$ a stálých manipulací $T_{stál}$ vynechají. Druhým ukazatelem je koeficient využití praktické propustnosti, který se vypočte dle vzorce (6). Tento ukazatel slouží ke stanovení využití praktické propustnosti z hlediska počtu vlaků.

$$K_{vp} = \frac{N}{n} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6)$$

kde:

K_{vp} koeficient využití praktické propustnosti [%]

N rozsah dopravy [vlaky/výpočetní období]

n propustnost [vlaky/výpočetní období]

V tabulce Tab. 10 jsou vypočítány výše popsané parametry, kdy výsledek výpočtu je rozdělen dle jednotlivých směrů.

Tab. 10 Výpočet propustnosti

Parametr	6-8 hodin	
	1.TK	2.TK
	Přelouč – Pardubice	Pardubice – Přelouč
T [min]	120	120
N [vlaků]	17	20
T_{obs} [min]	71,5	78,5
t_{obs} [min]	4,2	3,91
t_{mez} [min]	3,1	3,1
$T_{výl}$	-	-
$T_{stál}$	-	-
n [vlaků]	16	17
N_{max} [vlaků]	29	31
S_o [-]	0,6	0,65
K_{vp} [%]	103,5	116,9

Zdroj: autor s využitím (1)(12)(18)

Z výsledků vyplývá, že praktická propustnost mezistaničního úseku ve směru Přelouč – Pardubice hl. n. je celkem 16 vlaků. Maximální propustnost, která neuvažuje žádný čas mezery je celkem 29 vlaků. Stupeň obsazení je 0,6, kdy tato hodnota odpovídá dostatečně obsazenému provoznímu zařízení. Koeficient využití praktické propustnosti dosahuje hodnoty 103,5 %, což značí přetížení úseku.

V opačném směru Pardubice – Přelouč je praktická propustnost 17 vlaků a maximální propustnost 31 vlaků. Stupeň obsazení má velikost 0,65 jako v opačném případě hodnota odpovídá dostatečně obsazenému provoznímu zařízení. Koeficient využití praktické propustnosti je 116,9 %, kdy tato hodnota rovněž značí přetížení úseku.

Velikost vypočtených hodnot je ovlivněna použitou metodou výpočtu propustnosti, kdy metoda pravděpodobnosti a statistiky částečně zkresluje dosažené výsledky. Zásadní vliv na výpočet praktické propustnosti má volba velikosti záložního času (průměrné doby mezery t_{mez}), která byla zvolena dle tabulky č. IV v předpisu SŽDC D24. Jak již bylo zmíněno v této kapitole, existuje více přístupů k určení této hodnoty a pro výpočet byla použita metodika dle předpisu SŽDC D24.

1.2.3 Analýza konfliktů

Zásadním problémem v analyzovaném úseku jsou rozdílné rychlosti vlaků, které jsou zde vedeny. Příkladem může být dálková doprava v podobě linek Ex, R a dále linky regionální osobní dopravy. (4)

Konkrétním příkladem konfliktu v analyzovaném úseku je konflikt osobních vlaků a rychlíků, kdy osobní vlaky díky dlouhým jízdním dobám (obsazení mezistaničního úseku) snižují propustnost mezistaničního úseku a neumožňují vložení dalších tras dálkových vlaků. Dále tyto osobní vlaky často vyčkávají na předjetí ve stanicích a tím prodlužují své pobyty a dále svou celkovou dobu jízdy.

Nejvíce se tento problém projevuje v období ranní špičky mezi 6 až 8 hodinou (4). Analýza konfliktů, mezi jednotlivými kategoriemi vlaků bude dále rozdělena dle jednotlivých směrů, kde konflikty vznikají.

Analýza konfliktů pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

Jako konflikt je v tomto směru označena situace, kdy jako první jede rychlejší vlak ve směru ŽST Přelouč (Ex, R, Nex), dále za ním odjíždí pomalejší vlak (Os, Nex), který zastavuje v ŽST Přelouč, kde je následně předjet rychlejším vlakem. Dále díky dlouhé jízdní době pomalého vlaku nelze vložit další trasu rychlejšího vlaku (dálková doprava) případně zkrátit dobu jízdy pomalého vlaku. Přičemž nejvýznamnější je v tomto případě vztah pomalého a následně druhého rychlého vlaku. Kategorie Nex značí případné další druhy nákladních vlaků (Pn, Mn).

Pro popis výše popsané situace bude vybrána konkrétní dvojice vlaků, pro které je tento problém pro analyzovaný úsek nejvíce omezující, tedy konflikt v období ranní špičky od 6 do 8 hodin. Konkrétně se jedná o vlak Os 5002 a R 896. V tabulce Tab. 11 je uveden JŘ obou

vlaků. Podtržené údaje v tabulce značí půlminutu a v závorce průjezd vlaku. Informace o jízdních dobách byly čerpány z JŘ 2017/2018.

Tab. 11 Porovnání jízdních dob Os 5002 a R 896

Zastávka	Os 5002		R 896	
	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd
Pardubice hl. n.	6:16	6:32	6: <u>36</u>	6:38
Pardubice – Svítkov z	6:35	6: <u>35</u>	-	-
Pardubice – Opočínec z	6: <u>38</u>	6: <u>38</u>	-	-
Valy u Přelouče z	6: <u>41</u>	6:42	-	-
Přelouč nákl. n.	-	(6: <u>43</u>)	-	(6:46)
Přelouč	6:45	6:50	-	(6: <u>46</u>)
Celkem [min]		13		8,5

Zdroj: (1)

Z hodnot v tabulce Tab. 11 vyplývá, že jízdní doba v analyzovaném úseku osobního vlaku č. 5002 je celkem 13 minut a jízdní doba vlaku č. 896 je 8,5 minuty. Osobní vlak č. 5002 je veden v relaci mezi ŽST Česká Třebová – Kolín. Tento vlak pravidelně přijíždí do ŽST Pardubice hl. n. v 6:16 a dále vyčkává na předjetí vlaky vyšších kategorií u nástupiště č. 3. Dále dle JŘ 2017/2018 ze stanice odjíždí v 6:32 a zastavuje ve všech zastávkách a tím dochází k zásadnímu prodloužení jízdní doby vzhledem k nutným opětovným rozjezdům, brzděním a pobytům v zastávkách. Osobní vlak č. 5002 dále po zastavení v zastávce Valy u Přelouče pokračuje po 2. traťové koleji do obvodu nákladního nádraží v ŽST Přelouč a projíždí po koleji č. 102 do obvodu osobního nádraží, konkrétně na kolej č. 4 a zastavuje u 4. nástupiště v 6:45. Dále tento vlak vyčkává na předjetí rychlíkem č. 896 a vlakem č. 1350. Osobní vlak odjíždí ze stanice následně po předjetí v 6:50. Díky tomu dochází k 5minutovému prostoji ve stanici. (1)(4)

Rychlík č. 896 je veden v relaci mezi ŽST Staré Město u Uherského Hradiště – Praha-Smíchov. Tento vlak pravidelně zastavuje v ŽST Pardubice hl. n. u 3. nástupiště, přijíždí do této stanice v 6:36, odjíždí v 6:38 a následně projíždí analyzovaný úsek bez zastavení. Projíždí následně i ŽST Přelouč obvodem nákladního nádraží po 102. koleji, následně obvodem osobního nádraží po koleji č. 2, předjíždí stojící osobní vlak č. 5002 na 4. koleji (4. nástupiště) a dále pokračuje do ŽST Kolín. Graficky je tato situace znázorněna na obrázku Obr. 4, kdy z výřezu vyplývá, že se tato situace pravidelně opakuje u dalších dvojic vlaků. (1)(4)

Dále bude dle vzorce (7) vypočtena cestovní rychlost jednotlivých vlaků.

$$v_c = \frac{L}{T_j + (T_r + T_z) + T_{pob}} * 60 \quad [\text{km/h}] \quad (7)$$

kde:

v_c cestovní rychlost [km/h]

L délka počítaného úseku [km]

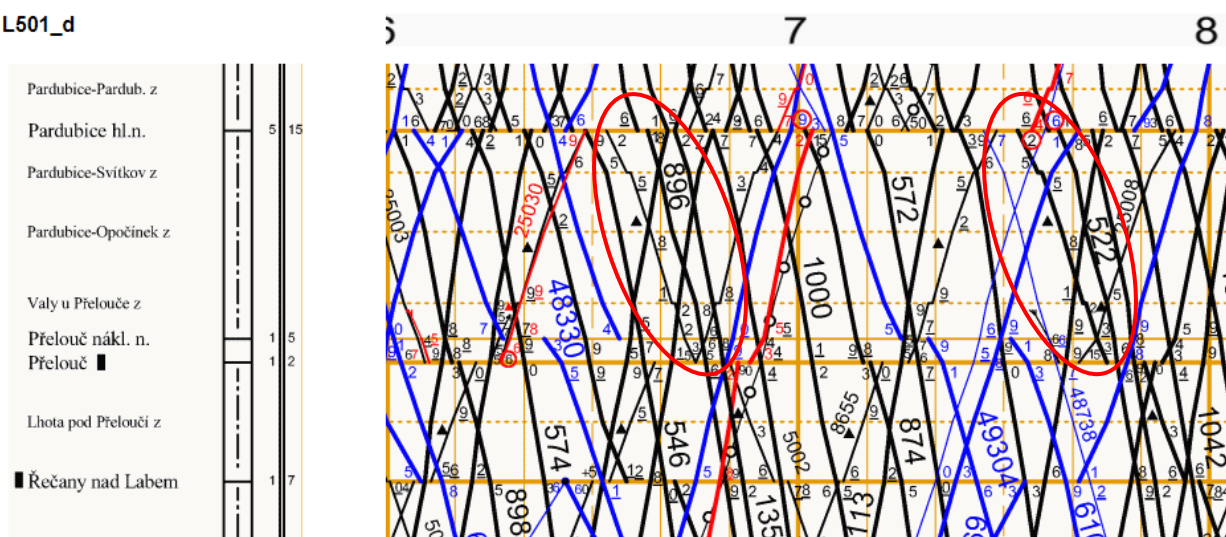
T_j součet čistých jízdních dob [min]

$T_r + T_z$ součet časových přírážek na rozjezd a zastavení vlaku [min]

T_{pob} součet pobytů v dopravnách a na trati [min]

Uvažovaná délka úseku mezi 2. nástupištěm v ŽST Pardubice hl. n. a 4. nástupištěm v ŽST Přelouč je 13,8 km. Pro osobní vlak s jízdni dobou 13 minut je cestovní rychlost vlaku 63,69 km/h a pro rychlík s jízdni dobou 8,5 minut je cestovní rychlost 97,41 km/h. Tedy mezi jednotlivými kategoriemi jsou zásadní rozdíly způsobené zastavováním osobních vlaků v nácestných zastávkách.

L501_d



Obr. 4 Vyznačení konfliktů směr Pardubice hl. n. – Přelouč

Zdroj: (1), úprava autor

Důsledkem je snížení propustnosti úseku a nemožnost vložení dalších tras dálkové dopravy. Zásadní je především rozdíl v délkách jízdních dob pomalých a rychlých vlaků. Obdobně tato situace vzniká v průběhu dne u dalších dvojic vlaků, viz Obr. 4 a má stejné dopady, ovšem v průběhu ranní špičky je tento problém nejvýznamnější. (4)

Řešení tohoto problému je především v podobě infrastrukturních změn tak, aby bylo možno vložit další trasy dálkové osobní či nákladní dopravy. Nejvýhodnějším infrastrukturním řešením je v tomto případě částečné zčtyřkolejnění analyzovaného úseku. V návrhové části

v kapitole 2.1 bude prověřena možnost úpravy mezistaničního úseku v tomto směru tak, aby bylo možno vložit další trasy jednotlivých druhů vlaků.

Analýza konfliktů pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Jako konflikt je v tomto směru označena situace, kdy jako první jede pomalejší vlak (Os, Nex), který zastavuje v ŽST Přelouč, následně je předjet vlakem rychlejším (Ex, R, NEx). Pomalý vlak pokračuje směrem do ŽST Pardubice a následně za ním jede opět rychlejší vlak. Díky dlouhé jízdni době pomalého vlaku nelze vložit další trasy rychlejšího vlaku (dálková doprava), případně zkrátit dobu jízdy pomalého osobního vlaku. Přičemž nejvýznamnější je v tomto případě vztah prvního rychlého vlaku a pomalého vlaku.

Pro popis výše uvedené situace je rovněž vybrána dvojice vlaků v období ranní špičky od 6 do 8 hodin. Konkrétně se jedná o dvojici vlaků Os 8653 a Ex 273, viz Tab. 12. Informace o jízdni době byly čerpány z JŘ 2017/2018.

Tab. 12 Porovnání jízdni dob Os 8653 a Ex 273

Zastávka	Os 8653		Ex 273	
	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd
Přelouč	6:39	6:45	-	(6:41)
Přelouč nákl. n.	-	6:46	-	(6:42)
Valy u Přelouče z	6:48	6:48	-	-
Pardubice – Opočínec z	-	-	-	-
Pardubice – Svítkov z	6:53	6:54	-	-
Pardubice hl. n.	6:57	-	6:47	6:49
Celkem [min]		12		8

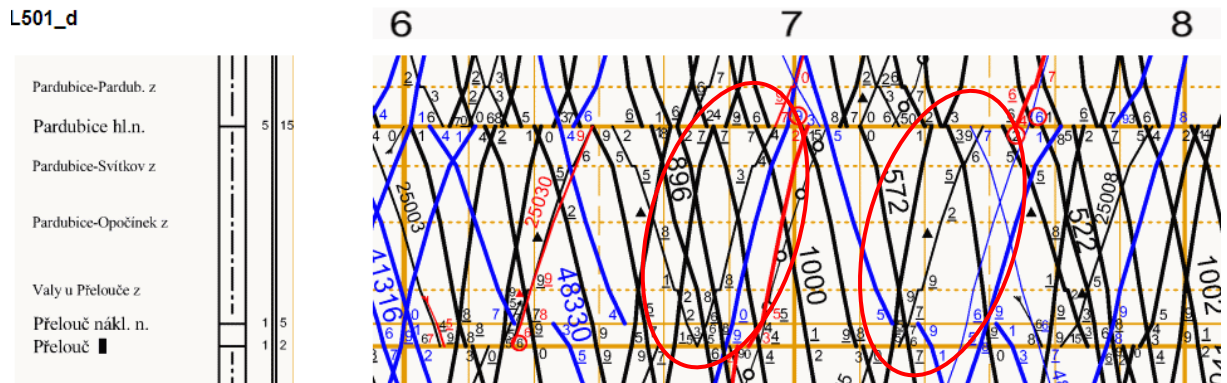
Zdroj: (1)

Z tabulky Tab. 12 vyplývá, že jízdni doba osobního vlaku č. 8653 v analyzovaném úseku je celkem 12 minut a jízdni doba vlaku Ex 273 je 8 minut. Osobní vlak č. 8653 je veden v relaci Kolín – Pardubice hl. n. Tento vlak pravidelně přijíždí do ŽST Přelouč v 6:39 a zastavuje u 2. nástupiště na koleji č. 3. Zde vyčkává na předjetí vlakem č. 273 a odjíždí v 6:45. Celková doba prostoje je 6 minut. Osobní vlak poté pokračuje obvodem nákladního nádraží po koleji č. 101 směrem do ŽST Pardubice. Přičemž projíždí zastávku Pardubice – Opočínec, v ostatních zastávkách tento osobní vlak zastavuje. Do ŽST Pardubice tento osobní vlak přijíždí v 6:57.

Vlak Ex 273 je veden v relaci Praha hl. n. – Břeclav – Budapešť. Tento vlak projíždí ŽST Přelouč v 6:41 po 1. koleji, kde předjíždí stojící osobní vlak č. 8653 na 3. koleji (2. nástupiště) a následně projíždí obvodem nákladního nádraží po 101. koleji. Tento vlak celý analyzovaný úsek projíždí a zastavuje až v ŽST Pardubice u 4. nástupiště. Graficky je výše popsána situace

znázorněna na obrázku Obr. 5. Z výřezu rovněž vyplývá, že se tato situace v průběhu dne pravidelně opakuje u dalších dvojic vlaků. (1)(4)

Dle vzorce (7) má osobní vlak č. 8653 s jízdní dobou 12 minut cestovní rychlost 69 km/h a vlak Ex 273 s jízdní dobou 8 minut cestovní rychlost 103,5 km/h. Tedy mezi těmito vlaky je opět zásadní rozdíl jako v předchozím případě.



Obr. 5 Vyznačení konfliktů směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Zdroj: (1), úprava autor

Důsledky výše popsaných konfliktů jsou stejné jak v předchozím případě, tedy snížení propustnosti úseku a nemožnost vložení dalších tras dálkové dopravy. Problémem jsou především dlouhé jízdní doby pomalých vlaků (Os, Nex) a rozdíl mezi jízdními dobami rychlých a pomalých vlaků. Tento problém vzniká v průběhu celého dne u dalších dvojic vlaků, se stejnými dopady ovšem v průběhu ranní špičky je tento problém nejvýznamnější. (4)

Řešení je v tomto případě stejné jako v opačném směru, tedy infrastrukturní změny v podobě částečného zčtyrkolejnění analyzovaného úseku. V kapitole 2.1 bude prověřena možnost úpravy mezistaničního úseku v tomto směru tak, aby bylo možno vložit další trasy jednotlivých druhů vlaků.

2 NÁVRHY NA ZMĚNY PROPUSTNOSTI

V této kapitole bude navrženo odstranění nedostatků nalezených v předchozí kapitole č. 1. Hlavními nedostatky jsou nevyhovující infrastruktura v ŽST Přelouč a dále nalezené konflikty mezi kategoriemi vlaků dálkové a osobní dopravy. Dále zde bude popsán simulační program OpenTrack.

V analýze v kapitole 1.1 byl kladen důraz na analýzu současného stavu infrastruktury (2018) se zaměřením na části, které jsou kritické pro plánované zčtyřkolejnění úseku mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče. Nejvíce nedostatků bylo nalezeno u ŽST Přelouč, kde je nevyhovující rozložení kolejiště a dále v mezistaničním úseku, kdy pro úpravy infrastruktury vyhovuje dle provedené analýzy pouze výše zmíněný úsek do zastávky Valy u Přelouče. Zbytek úseku je veden střídavě v náspech a zářezech.

V analýze JŘ 2017/2018 v kapitole 1.2 byly nalezeny nedostatky v podobě rozdílných jízdnicích dob u jednotlivých kategorií vlaků, díky tomu vznikající konflikty v podobě dlouhého obsazení mezistaničního úseku a nemožnost vložení dalších tras dálkové osobní dopravy a nákladní dopravy. Řešením tohoto problému jsou infrastrukturní úpravy v podobě navrhovaného částečného zčtyřkolejnění, viz úvod této práce.

2.1 Infrastrukturní úpravy

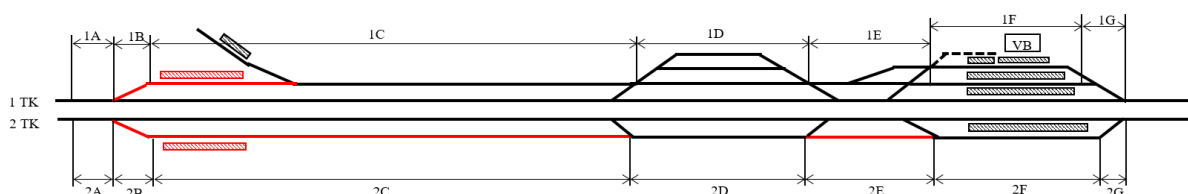
Nedostatky popsané v předchozích odstavcích se projevují v obou směrech a mají zásadní dopad do propustnosti mezistaničního úseku a tím do propustnosti celé trati. V této podkapitole budou navrženy infrastrukturní úpravy v analyzovaném úseku pro jednotlivé směry.

2.1.1 Infrastrukturní úpravy pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce a kapitolách č. 1.1 a 1.2, cílem této práce a zadání ze strany SŽDC je navrhnout částečně čtyřkolejný úsek mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče. Pro účely této práce a ověření vhodnosti výše zmíněného úseku byla provedena analýza mezistaničního úseku mezi ŽST Přelouč a ŽST Pardubice, kdy byl kladen důraz na analýzu výškových a terénních podmínek na trati. Tedy byla provedena analýza na ověření parametrů tohoto úseku, kdy z analýzy vyplývá, že trať č. 010 (501) je vedena členitým terénem střídavě na náspech a dále v zářezech. Nejvhodnější z tohoto pohledu je úsek mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče, který je veden v rovinném terénu bez převýšení. Dalším důvodem k volbě tohoto úseku je provedená analýza infrastruktury u ŽST Přelouč a přilehlého mezistaničního úseku, kdy se ŽST Přelouč skládá ze dvou částí, a to obvodu osobního a nákladního nádraží, kdy pro účely uvažovaného zčtyřkolejnění je možné využít co největší rozsah stávající infrastruktury v podobě předjízdnicích kolejí v obvodu nákladního nádraží.

Návrh zčtyřkolejnění úseku Přelouč – Valy u Přelouče

V této podkapitole budou navrženy infrastrukturní úpravy úseku mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče tak, aby bylo možno výše zmíněné konflikty vlaků odstranit, případně minimalizovat. Řešením je přidání nové 4. koleje ve směru z Pardubic do Přelouče vedle současně stojící 2. traťové koleje při snaze maximálního využití stávající infrastruktury. Tato nově vzniklá kolej bude sloužit především osobním vlakům a nákladním Nex vlakům. Dále budou navrženy konkrétní úpravy vedoucí k přidání 4. koleje. Tyto úpravy jsou navrženy ve schématu úpravy kolejiště, které je uvažováno pro oba navrhované směry, kdy pro tuto podkapitolu je rozhodující pouze část směru z Pardubic do Přelouče. Ve schématu jsou nově navržené části kolejiště znázorněny červeně a stávající stav infrastruktury černě. Úpravy jsou rozděleny do jednotlivých částí, viz Obr. 6.



Obr. 6 Návrh zčtyřkolejnění úseku Přelouč – Valy u Přelouče

Zdroj: Autor

Maximální délka čtyřkolejného úseku je zde omezena terénem, ve kterém je trať vedena, viz úvod této kapitoly a analýza mezistaničního úseku mezi ŽST Pardubice hl. n. a ŽST Přelouč v kapitole 1.1.2.

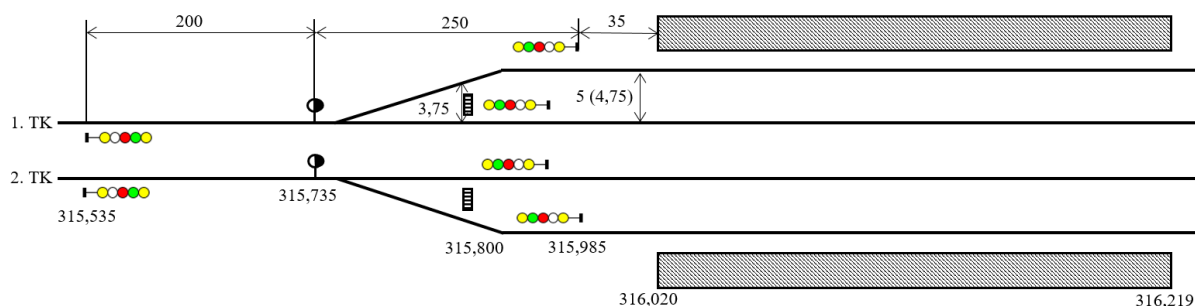
Smyslem těchto úprav je již výše zmíněné předjetí osobního vlaku (pomalejšího vlaku), který využije nově vzniklou kolej, odbočí na ní přes nově vzniklé zhlaví, obslouží zastávku Valy u Přelouče a dále pokračuje směrem do Přelouče, kdy je při jízdě po této nově vzniklé koleji předjet vlakem vyšší kategorie (Ex, R), případně pomalejší vlak zastaví v ŽST Přelouč a následně je předjet v této ŽST. Výsledkem této úpravy je snížení času obsazení mezistaničního úseku pomalejším vlakem a tím nárůst propustnosti mezistaničního úseku. Dále budou navrženy opatření vedoucí k vytvoření výše popsaných infrastrukturních úprav.

Úsek 2A, 2B

Dle vytvořeného schématu je v tomto směru prvním úsekem část 2A a 2B. Tyto části představují návrh nového zhlaví a zhlaví. Toto nově navržené zhlaví spojuje 2. traťovou kolej a nově vzniklou 4. kolej.

V případě návrhu zhlaví jsou uvažovány i body 1A a 1B, které mají stejné parametry. Základním prvkem pro návrh zhlaví je typ použité výhybky. Tedy na jakou rychlost je navržena a jaké má rozměry. Pro tento návrh byla vybrána výhybka, která umožňuje jízdu vlaku do

odbočky rychlostí 120 km/h a rychlost 160 km/h při jízdě rovným směrem. Informace o rychlostech výhybek, tvaru, rozložení a parametrech zhlaví jsou čerpány z konzultací se SŽDC, viz (13) a ČSN (TNŽ) 3426 10. Na obrázku Obr. 7 je vytvořen celkový návrh zhlaví včetně rozměrů jednotlivých částí, které jsou pro návrh zásadní.



Obr. 7 Návrh nového zhlaví u zastávky Valy u Přelouče

Zdroj: Autor s využitím (13)

Z informací získaných při konzultaci vyplývá, že nejkratší možná vzdálenost umístění návěstidla od konce hrany nástupiště je 35 m, dále vzdálenost od odjezdového návěstidla k přestavníku výhybky je 250 m. Délka záhlaví od přestavníku k vjezdovému návěstidlu je dle konzultace 200 m. Nejdůležitějším údajem vyplývajícím z této návrhové kapitoly je délka zhlaví s 250 m a délka záhlaví s délkou 200 m. (13)

Při umístění nového zhlaví je nutno dále rozšířit most přes silnici č. III/32219 z důvodu umístění výhybky a přestavníku. Detailnějším řešením úpravy mostu se tato práce zabývat nebude, řešení je omezeno pouze na nutnou úpravu mostu.

Úsek 2C

Z hlediska této práce je nejdůležitější úsek 2C, který je navržen jako celý nový. Návrhem je zde prodloužení koleje č. 104 z nákladního nádraží v ŽST Přelouč do zastávky Valy u Přelouče. Tato kolej bude pro účely této práce označena jako nová kolej č. 4. Začátek nového úseku je od konce nově navrženého zhlaví až k návěstidlu Se108. Délka úseku je omezena k zastávce Valy u Přelouče. Tedy tento návrh se zaměří na návrh úseku pouze k zastávce Valy u Přelouče. Délka tohoto navrhovaného úseku je celkem 1 348 m od konce nového zhlaví až po návěstidlo Se108. (1)

Při přidání koleje č. 4 je nutno rovněž posunout nástupiště tak, aby u tohoto nástupiště mohly zastavovat osobní vlaky. Dále je nutno upravit přístupovou cestu k nástupišti tak, aby byl umožněn přístup cestujícím. Detailněji problematika přístupových cest v této práci řešena nebude.

Pro nově navržený úsek je vzhledem k povaze provozu navržena traťová rychlost na 140 km/h. Tato hodnota traťové rychlosti je odvozena od využití tohoto nového úseku osobní a nákladní dopravou, kdy osobní vlaky mají stanovenou rychlost na 140 km/h a nákladní vlaky mají ve většině případů stanovenou rychlost na 100 km/h nebo nižší, viz 1.2 a (1). Osobní vlaky jsou zde vedeny buď soupravami s hnacím vozidlem řady 163, nebo elektrickou jednotkou řady 471, kdy mají obě tyto soupravy maximální rychlost 140 km/h (14). Tedy pro účely této práce není nutné navrhovat vyšší traťovou rychlost v tomto úseku.

Dále pro napojení nové koleje č. 4 na kolej č. 104 je nutno přidat novou výhybku, pro rychlost 140 km/h, kdy rychlost odbočné větve je odvozena od výhybky č. 104 na 60 km/h. (1)

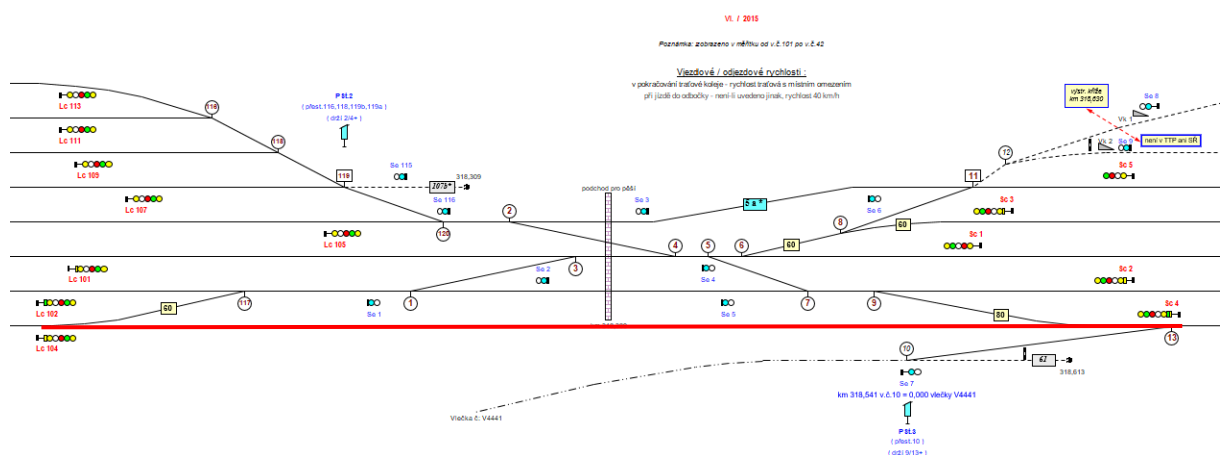
Úsek 2D

Úsek 2D tvoří kolej č. 104 v nákladním nádraží se začátkem u návěstidla Se108 a koncem u návěstidla Lc104. Tato staniční kolej pro potřeby této práce vyhovuje a je možné ji využít v celé délce bez dalších úprav. Celkem lze tedy využít 767 m této koleje. (1)

Při využití této koleje pro jízdu osobních a nákladních vlaků dojde k problému s využitím této koleje pro předjetí nákladních vlaků vlaky vyšší kategorie. Tedy při jízdě osobních a nákladních vlaků nově vzniklým úsekem nelze současně využít kolej č. 104 pro nákladní vlaky. Řešením je zde využití jiných kolejí v rámci nákladního nádraží v ŽST Přelouč, případně jiných ŽST.

Úsek 2E

První úprava kolejíště v ŽST Přelouč je úsek 2E, který je určen pro spojení obvodu nákladního a osobního nádraží, kdy je zde navrženo doplnění kolejové spojky mezi kolejemi č. 104 a 4, viz Obr. 8.



Obr. 8 Návrh nové kolejové spojky mezi kolejemi č. 104 a 4

Zdroj: (1), úprava autor

Začátek nové kolejové spojky je uvažován u cestového návěstidla Lc104 a konec nového úseku u cestového návěstidla Sc4. Celková potřebná délka nové koleje je 551 m. Současně s přidáním kolejové spojky je nutno přidat dvě výhybky, a to u návěstidla Lc104 a dále před výhybkou č. 13. Rychlost první výhybky je navržena na 140 km/h a do odbočné větve na 60 km/h. Druhá výhybka je navržena na rychlost 140 km/h a do odbočné větve na 80 km/h. Výsledkem takto nově vzniklé kolejové spojky je přímá jízda z koleje č. 104 na kolej č. 4. (1)

Zásadním problémem je zde zaústění vlečky EXCALIBUR ARMY, která je zaústěna do 4. staniční koleje výhybkou č. 10 a výhybkou č. 13 (1). Prvním možným řešením tohoto problému je celkové zrušení vlečky, kdy dojde ke snesení kolejí a odstranění napojení na ŽST Přelouč. Zásadním problémem jsou zde dopady na vlastníka a provozovatele této vlečky společnost EXCALIBUR ARMY, s r.o. Druhým možným řešením je plné napojení této vlečky tak, aby byl zachován provoz na této vlečce bez omezení. Problémem se zaústěním je její napojení na nově vzniklou kolejovou spojku, do staniční koleje č. 4 a její nutný posun vzhledem k prostorovým omezením u přilehlé pozemní komunikace. Stavební řešení tohoto napojení přesahuje rozsah a zaměření této práce, kdy pro účely této práce zaměřené především na výpočet technologických parametrů nově navrženého čtyřkolejného úseku, je konkrétní stavební řešení tohoto napojení nepodstatné. Z těchto důvodů nebude tato problematika v této práci dále řešena.

Druhým problémem je v úseku 2E vchod do podchodu pod kolejištěm, který spojuje město s průmyslovým areálem společnosti EXCALIBUR ARMY, s r.o. Řešením je v tomto případě prodloužení podchodu, případně jeho další stavební úpravy tak, aby byla zachována jeho funkce a byla umožněna stavba nové kolejové spojky. Zásadním problémem je ovšem malá volná plocha od podchodu k ulici Tovární a parkoviště výše zmíněné společnosti. Tedy celkově zúžený prostor u této ulice. Řešením problému s parkovištěm je jeho posun, případně zrušení. Detailněji nebude vzhledem k zaměření této práce problematika podchodu a parkoviště řešena. Řešení je omezeno pouze na nutnost jeho posunu, případně nutnost dalších stavebních úprav v jeho okolí, které zajistí jeho funkčnost a možnost využití.

Úsek 2F

Úsek 2F je tvořen staniční kolejí č. 4 v obvodu osobního nádraží. Začátek úseku je u návěstidla Sc4 a konec u odjezdového návěstidla L4. Délka úseku A je 532 m. V tomto úseku nejsou navrženy žádné úpravy a bude využit v celé své délce bez dalších úprav. (1)

Úsek 2G

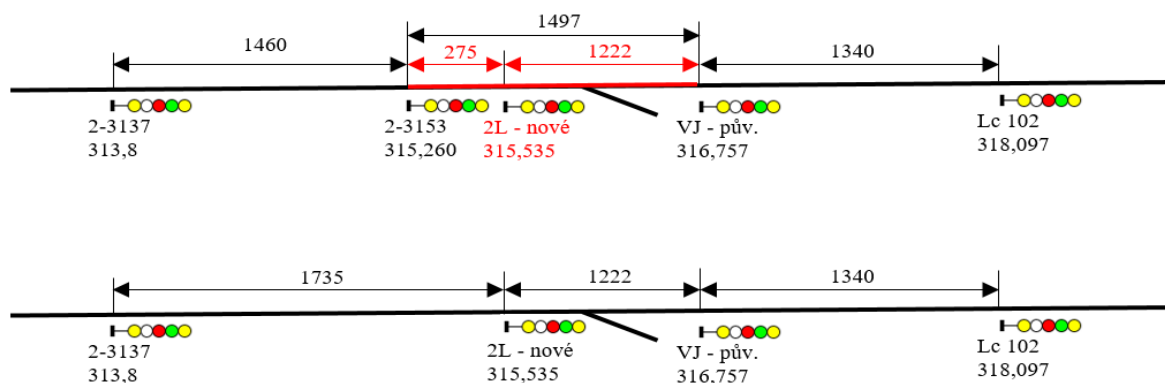
Poslední úsek 2G je tvořen staničním zhlavím od odjezdového návěstidla L4 k výhybce č. 38. Rychlost jízdy je zde omezena na 60 km/h. Celková délka úseku 2G je 127 m. (1)

Problém v tomto úseku představuje rychlost omezená na 60 km/h, kdy v případě projíždějících nákladních vlaků dojde ke snížení jejich rychlosti (1). Řešením v tomto případě je rekonstrukce zhlaví a celková modernizace ŽST Přelouč, ovšem problémem je prostorové omezení na tomto zhlaví v podobě zástavby. Tedy v tomto návrhu není navržena úprava tohoto zhlaví a je navrženo zachování původního stavu bez dalších úprav. Nevýhodou stávajícího stavu je nutné omezení rychlosti pro projíždějící vlaky jako jsou vlaky kategorie Nex.

Další nutnou úpravou je elektrifikace nově navržených úseků 2B, 2C a 2E vzhledem k provozu vlaků elektrické trakce. Při přidání nových úseků a nových výhybek je nutno dále upravit SZZ v ŽST Přelouč a dále TZZ na této trati.

Úprava prostorových oddílů autobloku pro 2. traťovou kolej

Při prodloužení 4. koleje a následném vzniku nového zhlaví před začátkem zastávky Valy u Přelouče dojde k umístění nového vjezdového návěstidla 2L – nové dle obrázku Obr. 9 v kilometrické poloze 315,535 km. Toto nové návěstidlo ovšem svým umístěním rozdělí již existující prostorový oddíl autobloku na dvě části, viz Obr. 9. První takto vzniklá část má délku pouze 275 m a nelze ji tedy využít jako samostatný oddíl. Řešením této situace je zrušení oddílového návěstidla 2-3153 a vytvoření nového prostorového oddílu mezi návěstidly 2-3137 a 2L – nové. Takto nově vzniklý prostorový oddíl má délku 1 735 m a lze jej tedy použít. Nevýhodou tohoto uspořádání je prodloužení jízdních dob jednotlivých vlaků v tomto novém prostorovém oddílu. Druhý prostorový oddíl mezi návěstidly 2L – nové a 2L – pův. má nově délku 1 222 m a lze jej v této podobě pro potřeby této práce využít. Polohy návěstidel autobloku pro 4. kolej jsou uvažovány ve stejné poloze jako pro 2. traťovou kolej.



Obr. 9 Úprava prostorových oddílů autobloku směr Pardubice hl. n. – Přelouč

Zdroj: autor na podkladě (1)

Dopady tohoto nového uspořádání jsou v podobě prodloužení jízdních dob v prvním ovlivněném prostorovém oddílu a zkrácení jízdních dob ve druhém ovlivněném prostorovém oddílu.

Tyto dopady do velikostí následných mezidobí byly analyticky ověřeny pro dvojici vlaků kategorie Ex s rychlostí 160 km/h. Výpočet následných mezidobí pro tuto dvojici vlaků je uveden v příloze E.

Z výsledků výpočtu následného mezidobí pro tuto dvojici vlaků vyplývá, že prodloužení jízdních dob je pouze minimální a velikost následného mezidobí pro tuto dvojici vlaků zůstává stejné. Tedy tato infrastrukturní úprava nemá vliv na velikost následných mezidobí pro dvojice vlaků, které nevyužijí nově vzniklou 4. kolej. Pro další výpočty lze tedy využít původní velikosti následných mezidobí.

Nákres na obrázku Obr. 9 je vytvořen pouze pro zachycení upravených délek jednotlivých oddílů autobloku na trati a není vytvořen v příslušném měřítku, tedy poměr ku reálné délce není zachován.

V tabulce Tab. 13 jsou porovnány jednotlivé délky prostorových oddílů pro původní variantu a nový návrh. Jsou zde vyznačeny rozdíly v délkách jednotlivých prostorových oddílů. Dané prostorové oddíly jsou odděleny na traťovou a staniční část.

Tab. 13 Porovnání délek prostorových oddílů směr Pardubice hl. n. – Přelouč

Číslo p. oddílu	Původní	Nové
1.	1,161	1,161
2.	1,110	1,110
3.	1,090	1,090
4.	1,200	1,200
5.	1,050	1,050
6.	1,050	1,050
7.	1,100	1,100
8.	1,460	1,735
9.	1,497	1,222
Přelouč – n. n.	1,340	1,340
Přelouč – o. n.	1,122	1,122

Zdroj: autor s využitím (1)

Nesprávný směr pro 2. traťovou kolej nebude v této práci řešen, vzhledem k uvažovanému využití směru Pardubice hl. n. – Přelouč na této traťové koleji.

2.1.2 Infrastrukturní úpravy pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Tento směr bude rozdělen na návrh infrastruktury a úprava autobloku stejným způsobem jako opačný směr.

Návrh zčtyřkolejnění úseku Přelouč – Valy u Přelouče

Tento návrh vychází ze stejných požadavků jako opačný směr a ze stejného návrhu na obrázku Obr. 6.

Úsek 1A, 1B

V tomto úseku je řešeno nové záhlaví a zhlaví, kdy parametry tohoto úseku jsou totožné jako v případě opačného směru u úseků 2A a 2B. Délka od nového vjezdového návěstidla k přestavníku je 200 m a od přestavníku k odjezdovému návěstidlu je 250 m, viz Obr. 7. V tomto směru je nutno rovněž upravit most přes silnici č. III/32219. Celková délka úseků 1A a 1B je 450 m. (1)

Úsek 1C

Začátek tohoto úseku je navržen u nového odjezdového návěstidla u nového zhlaví v úseku 1B a konec úseku u odjezdového návěstidla S105 v nákladním nádraží v ŽST Přelouč. Návrhem v tomto úseku je propojení nového zhlaví a regionální tratě č. 015 (517) ve směru Heřmanův Městec a Prachovice. Tato regionální trať je vedena z nákladního nádraží z koleje č. 105 a je vedena souběžně s 1. traťovou kolejí ve směru Pardubice až k zastávce Valy u Přelouče. Před touto zastávkou se nachází oblouk a za tímto obloukem zastávka Valy u Přelouče zastávka. Celý tento úsek bude označen jako nová kolej č. 5.

Při propojení těchto úseků a vzniku nové propojující koleje je nutno rovněž posunout nástupiště a upravit přístupové cesty k tomuto nástupišti. Detailněji nebude problematika přístupových cest v této práci řešena.

Navrhovaná traťová rychlost celého úseku je jako v opačném směru 140 km/h, kdy je předpokládán stejné složení vlakové dopravy. Tedy osobní vlaky vedené hnacím vozidlem řady č. 163 a elektrické jednotky řady 471 (1). Dále nákladní vlaky se stanovenou rychlostí na 100 km/h. Při propojení části nové koleje s již stávající regionální tratí je nutno dále zřídit novou výhybku, u které bude rychlost přímého směru 140 km/h a rychlost odbočného směru bude vzhledem k povaze provozu na regionální trati č. 015 určena na 80 km/h. (1)

Délka úseku od nového odjezdového návěstidla k návěstidlu S 105 je 1 462 m. Z toho je 290 m nového úseku a 1 172 m stávajícího úseku. (1)

Zásadním problémem je při využití části regionální tratě č. 015 (517) případný souběh a konflikty mezi vlaky v relaci Kolín – Pardubice a osobními vlaky v relaci Přelouč – Heřmanův Městec. Řešení bude navrženo na jednotlivých příkladech v kapitole 2.4.

Úsek 1D

Tento úsek je tvořen staniční kolejí č. 105 v obvodu nákladního nádraží. Začátek je u návěstidla S105 a konec u návěstidla Lc105. Celková délka úseku je 787 m. V tomto úseku nejsou navrženy žádné změny a lze tuto kolej využít bez dalších úprav. (1)

Stejně jako v opačném směru vznikne na koleji č. 105 problém s využitím této koleje nákladními vlaky. Řešením je zde rovněž využití zbylých kolejí v nákladním nádraží v ŽST Přelouč, případně jiných ŽST.

Úsek 1E

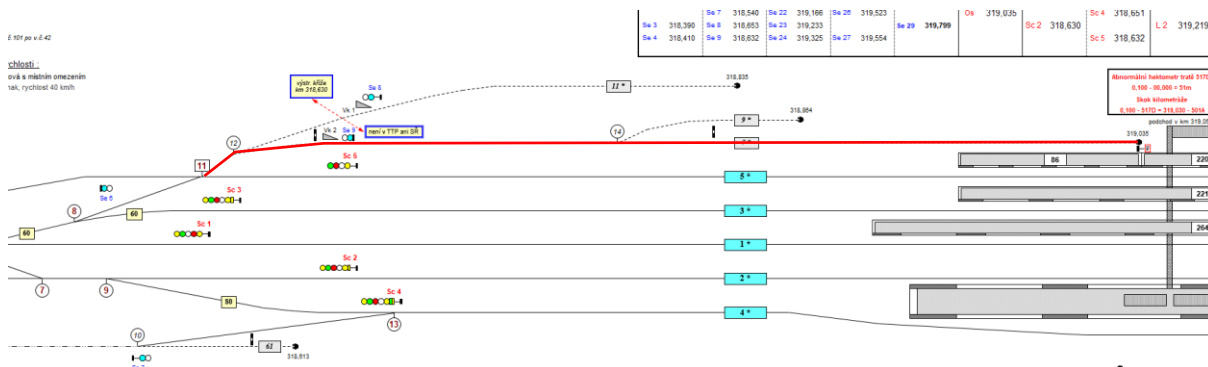
Tento úsek je tvořen částí kolejiště spojující obvod osobního nádraží a obvod nákladního nádraží v ŽST Přelouč. Současné rozložení kolejiště slouží ke spojení staniční koleje č. 5 a 105 přes kolej č. 5a, kterou využívají osobní vlaky ve směru Heřmanův Městec – Prachovice. (1)

Pro návrh zčtyrkolejnění současný stav (2018) nevyhovuje a je nutno navrhnout opatření pro možnost využití této části kolejiště pro účely této práce.

Prvním řešením je změna zastavování osobních vlaků v osobním nádraží v ŽST Přelouč. V současném stavu (2018) zastavují osobní vlaky ve směru Pardubice na 3. koleji u 2. nástupiště a osobní vlaky ve směru Heřmanův Městec – Prachovice na koleji č. 5 u nástupiště č. 1A (1). Návrhem je změna zastavování osobních vlaků ve směru Pardubice na koleji č. 5 u nástupiště č. 1 a zastavování vlaků ve směru Heřmanův Městec – Prachovice na koleji č. 7. V současném stavu (2018) je kolej č. 7 vyloučena z provozu. Pro její využití je nutno upravit nástupiště u této koleje a povolit provoz vlaků na této koleji včetně úpravy SZZ. Detailnější návrhy nejsou pro potřeby této práce řešeny, návrhy se zaměřují pouze na nutnost úprav pro využití této koleje.

Druhým možným řešením je úprava kolejiště mezi obvodem osobního a nákladního nádraží v rámci ŽST Přelouč. V tomto případě je nutno umožnit přímé napojení z koleje č. 3 na kolej č. 105. Jedním z případných řešení je přidání nové kolejové spojky ze 3. koleje na kolej č. 5a tak, aby bylo umožněno přímé napojení. Problémem je zde ovšem zásadní prostorové omezení, kdy zde pro umístění této spojky není dostatečný prostor. Pro umožnění napojení koleje č. 3 a 105 by bylo nutno stavebně upravit část středního zhlaví. Tento rozsah úprav již přesahuje potřeby této práce a nebude dále řešen.

Ze dvou výše popsaných řešení je z hlediska investičních nákladů a jednoduchosti aplikace navržených řešení výhodnější první návrh s využitím stávající infrastruktury s minimálními zásahy a řešením provozního charakteru ve změně pravidelných zastavení osobních vlaků. Tedy v dalších kapitolách se bude uvažovat s touto variantou. Délka tohoto úseku mezi návěstidly Lc105 a Sc5 je 398 m. (1)



Obr. 10 Využití 7. koleje v železniční stanici Přelouč

Zdroj: (1), úprava autor

Úsek 1F

Úsek 1F je tvořen staniční kolejí č. 5, kdy začátek úseku je u cestového návěstidla Sc5 a konec u návěstidla L5. Délka této staniční koleje 541 m. Pro účely této práce lze využít tuto staniční kolej bez dalších úprav. (1)

Úsek 1G

Stejně jako v opačném směru je úsek 1G tvořen staničním zhlavím, na kterém je jízda do odbočky omezena na 60 km/h. Začátek úseku je u výhybky č. 37 a konec u odjezdového návěstidla L5, kdy celková délka úseku je 137 m. (1)

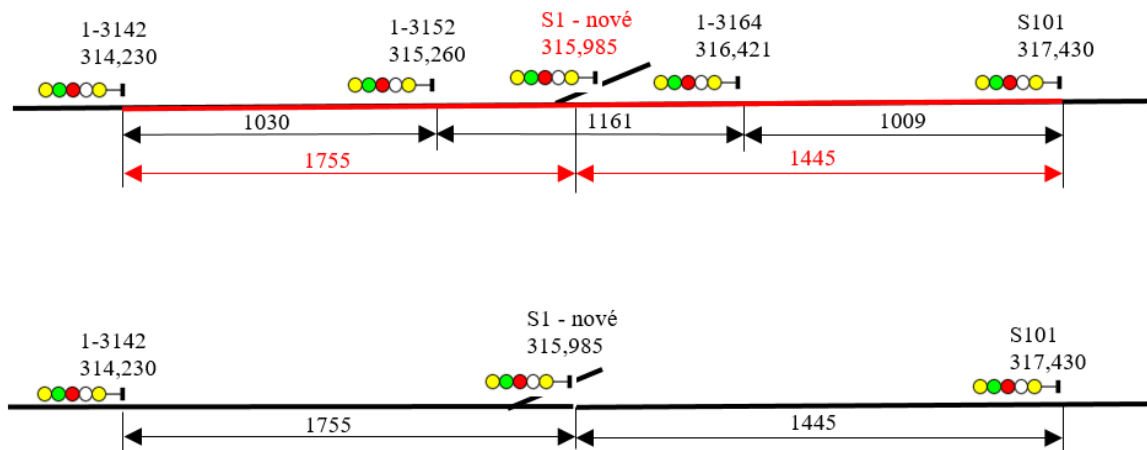
Tento úsek využijí především osobní vlaky, které dle návrhu zastavují u 1. nástupiště na 5. koleji. Tyto osobní vlaky vzhledem k zastavení na 5. koleji nebudou rychlostí 60 km/h do odbočky u výhybky č. 37 nijak omezeny. Nákladní vlaky kategorie Nex využijí spojky mezi kolejemi č. 1 a 105 přes výhybky č. 4 a 2. Současný stav infrastruktury (2018) je pro potřeby této práce vyhovující a případná rekonstrukční opatření s úpravou zhlaví rovněž nelze uvažovat z důvodu omezeného prostoru.

Stejně jako v opačném směru je nutno nové úseky 1B, 1C a 1E elektrifikovat a v ŽST Přelouč provést úpravu SZZ a dále TZZ na obou tratích.

Úprava prostorových oddílů autobloku pro 1. traťovou kolej

V tomto směru při přidání 5. koleje při umístění nového zhlaví za zastávkou Valy u Přelouče dojde k umístění nových odjezdových návěstidel. Nové odjezdové návěstidlo na 1. traťové koleji označené jako S1 – nové bude umístěné v kilometrické poloze 315,985. Toto

odjezdové návěstidlo umístěné na 1. traťové koleji rovněž rozdělí již existující prostorový oddíl autobloku na dvě části. Návrhem je zde spojení těchto částí se sousedními prostorovými oddíly. Dojde tak ke zrušení jednoho prostorového oddílu autobloku. První nový prostorový oddíl bude mezi návěstidly S101 a S1 – nové s délkou 1 445 m. Druhý nový prostorový oddíl bude mezi návěstidly S1 – nové a 1-3142 s délkou 1755 m, viz Obr. 11.



Obr. 11 Úprava prostorových oddílů autobloku směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Zdroj: autor na podkladě (1)

Polohy návěstidel autobloku pro 5. kolej jsou uvažovány ve stejné poloze jako pro 1. traťovou kolej.

Nevýhodou tohoto uspořádání je prodloužení jízdních dob v těchto prostorových oddílech. Tyto dopady byly stejně jako v opačném směru ověřeny pro dvojici vlaků kategorie Ex s rychlostí 160 km/h. Výpočet následných mezidobí pro tuto dvojici vlaků je uveden v příloze E.

Stejně jako v opačném směru bylo vypočteno, že dopad do velikosti následného mezidobí není, tedy velikost se při těchto infrastrukturních návrzích nijak nezmění. Pro další výpočty lze tedy využít původní velikosti následných mezidobí.

V tabulce Tab. 14 jsou porovnány délky prostorových oddílů pro původní variantu a nový návrh. Dále jsou zde vyznačeny změny v délkách těchto prostorových oddílů.

Tab. 14 Porovnání délek prostorových oddílů směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Číslo p. oddílu	Původní	Číslo oddílu	Nové
Přelouč n. n.	1,147	Přelouč n. n.	1,147
1.	1,009	1.	1,445
2.	1,161	2.	1,755
3.	1,030	3.	zrušen
4.	1,530	3.	1,530
5.	1,050	4.	1,050
6.	1,050	5.	1,050
7.	1,200	6.	1,200
8.	1,460	7.	1,460
9.	1,190	8.	1,190

Zdroj: autor s využitím (1)

Nesprávný směr pro 1. traťovou kolej nebude rovněž řešen.

2.2 Výpočet technologických parametrů

V této podkapitole budou vypočítány technologické parametry navržených infrastrukturních úprav. Budou vypočítány především údaje o jízdních dobách, provozních intervalech a následných mezidobích. Výpočet jednotlivých technologických dob bude vycházet ze směrnice SŽDC č. 104 Provozní intervaly a následná mezidobí.

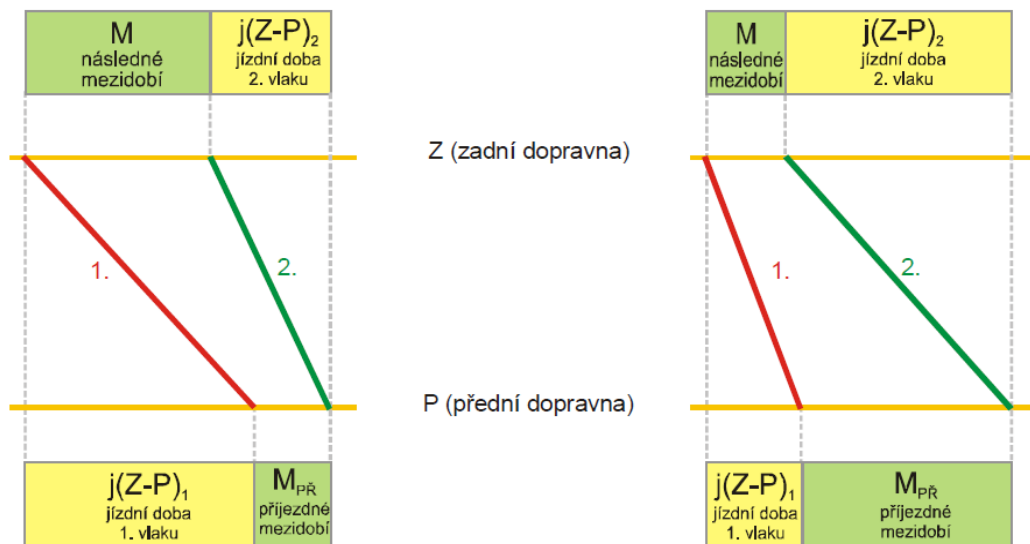
V návrhu č. 1 byl vytvořen návrh na přidání dvou kolejí vycházejících z nákladního nádraží Přelouč a končící v zastávce Valy u Přelouče. Návrh byl rozdělen na jednotlivé směry, přičemž tato podkapitola bude rozdělena stejným způsobem.

2.2.1 Výpočet technologických parametrů pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

V první části je nutno určit jízdní doby jednotlivých kategorií vlaků. Jízdní doby se od výchozího stavu před návrhem zásadně neliší. Změny jsou pouze u vlaků, které využijí nově navržené části infrastruktury (vlaky Os a Nex). Údaje o jízdních dobách jsou čerpány z interních údajů SŽDC (SJŘ) a další potřebné časy pro výpočet provozních intervalů a následných mezidobí byly dopočítány.

Dále je nutno vypočítat jednotlivé provozní intervaly, kdy dle výše uvedené směrnice SŽDC č. 104 je provozní interval definován následujícím způsobem: *Provozní interval je nejkratší doba potřebná na splnění všech úkonů předepsaných pro zajištění bezpečnosti a plynulé jízdy vlaků v místech možného vzájemného ohrožení v dopravnách a na širé trati. Provozní interval je tedy nejkratší doba mezi příjezdem, odjezdem nebo průjezdem prvního vlaku a příjezdem, odjezdem nebo průjezdem druhého vlaku.* (7)

Po provozních intervalech je nutno vypočítat následná mezidobí, kdy tento výpočet je zásadní částí této práce. Následná mezidobí se určují pro každé dvojice vlaků zvlášť, kdy vzhledem k navrženým infrastrukturním úpravám dojde ke změně velikosti následných mezidobí u dvojic vlaků, u kterých jeden ze dvojice využije nově navržené infrastrukturní úpravy. Tedy tyto změny se budou týkat pomalých vlaků (Os, Nex). Následné mezidobí je definováno v podkapitole 1.2.2 a dále na obrázku Obr. 12.



Obr. 12 Následné a příjezdné mezidobí dle Směrnice SŽDC č. 104

Zdroj: (7)

Dle směrnice SŽDC č. 104 mají provozní intervaly a následná mezidobí následující hlavní oblasti uplatnění:

- *sestava grafikonu vlakové dopravy (např. ročního, výlukového),*
- *zpracování dokumentace k rekonstrukčním, racionalizačním a modernizačním opatřením,*
- *řízení jízdy vlaků provozními zaměstnanci,*
- *výpočty propustnosti železničních tratí a stanic. (7)*

Přičemž pro potřeby této práce budou vypočítané údaje využity především jako technologický ukazatel dopravní infrastruktury a dále pro výpočet propustnosti.

Dále bude jako příklad vypočítáno následné mezidobí pro vzorovou dvojici vlaků z kapitoly 1.2.3. V této kapitole byla analyzována dvojice vlaků Os 5002 a R 896. Pro tuto dvojici vlaků bude vypočítáno, jak se změnila velikost následného mezidobí oproti původnímu stavu. Velikost následného mezidobí se dle Směrnice SŽDC č. 104 vypočte jako nejvyšší hodnota z jednotlivých dílčích mezidobí, viz vzorec (8).

$$M = \max(M_Z; M_P; M_T) \quad [-] \quad (8)$$

kde:

M..... následné mezidobí [min]

M_Z dílčí mezidobí pro zadní dopravnu [min]

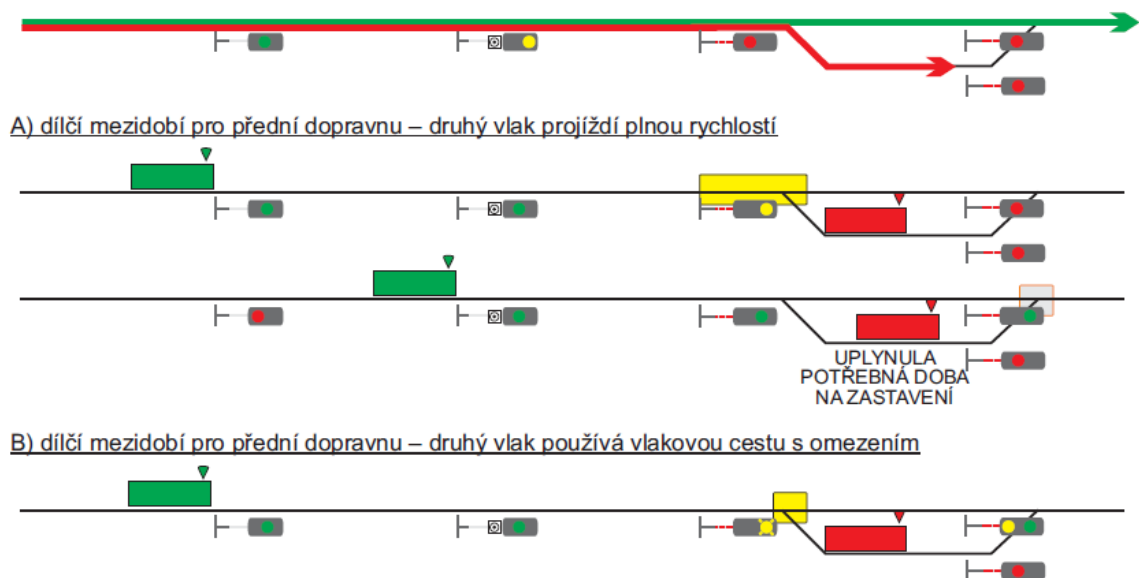
M_P dílčí mezidobí pro přední dopravnu [min]

M_T dílčí mezidobí pro trať [min]

Zásadním parametrem při výpočtu je typ SZZ a TZZ. Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.1.1, zabezpečovacím zařízením ve stanici je ESA-ETB, tedy kombinace řízení počítačového ovládání se zadávacím pracovištěm z JOP CDP Praha a prováděcí reléové skupiny (3). Na trati je dále naistalováno TZZ v podobě tříznakého autobloku a v analyzovaném mezistaničním úseku se nachází 3 zastávky (3). Všechny tyto parametry ovlivňují výpočet dle výše zmíněné směrnice.

Dále je nutno ve výpočtu uvažovat boční ochrany mezi vlaky, kdy jsou dle Směrnice SŽDC Č. 104 definovány následujícím způsobem: *Provozní intervaly vyplývající z boční ochrany vlakových cest s rychlostí vyšší než 120 km/h se stanovují pro dvojici vlaků, z nichž aspoň jeden využívá vlakovou cestu s rychlostí vyšší než 120 km/h. (Není rozhodující, zda vlak rychlostí vyšší než 120 km/h skutečně jede, ani zda má tuto rychlost dovolenou jízdním řádem.).* (7)

Příklad výpočtu boční ochrany je naznačen na obrázku Obr. 13.



Obr. 13 Boční ochrana u vlaků s rychlostí vyšší než 120 km/h

Zdroj: (7)

Výpočet následného mezidobí pro dvojici vlaků Os5002 a R 896 je uveden v tabulce Tab. 15. Postup výpočtu vychází z předpisu SŽDC č.104.

Tab. 15 Výpočet následného mezidobí Os 5002, R896

Místo ohrožení	j_1	r	p	j_2	d	M_Z
Pardubice – odj. zhl.	0,33	0,1	0,15	0	0,4	0,98

	j_1	r	p	j_2	d	M_T
1. oddíl	1,17	0,05	0,05	0	0	1,27
2. oddíl	3,86	0,05	0,05	0	0	3,96
3. oddíl	4,66	0,05	0,05	0	0	4,76
4. oddíl	5,18	0,05	0,05	-1,15	0	4,13
5. oddíl	5,81	0,05	0,05	-1,6	0	4,31
6. oddíl	7,31	0,05	0,05	-2	0	5,41
7. oddíl	7,86	0,05	0,05	-2,45	0	5,51
8. oddíl	8,73	0,05	0,05	-2,85	0	5,98

	j_1	j_2	I_{VP}		M_P
Přelouč – vjezd. zhl.	8,71	-4,3	1,5		5,91

	j_1	r	p	j_2	d	I_{VP}
Přelouč – I_{VP}	-0,195	0,1	0,15	1,163	0	1,218

Zdroj: výpočet autor na podkladě (7)

Výpočet je rozdělen dle jednotlivých dílčích mezidobí, kdy výsledné následné mezidobí se určí jako maximum dílčích mezidobí, viz Tab. 16 a vzorec (8).

Tab. 16 Výsledná velikost následného mezidobí Os 5002, R896

Dílčí mezidobí	Velikost [min]
M_Z	1
M_T	6
M_P	6
M	6

Zdroj: výpočet autor na podkladě (7)

Z výpočtu vyplývá, že výsledné následné mezidobí má při prodloužení 4. koleje u dvojice vlaků Os 5002 a R 896 velikost 6 minut. Tedy oproti původnímu stavu, kdy velikost následného mezidobí byla 8,5 min, dojde ke zkrácení o 2,5 minuty na 6 minut. Obdobné zkrácení následných mezidobí nastane rovněž u dalších dvojic vlaků, které tuto nově prodlouženou kolej

využijí. Jedná se především o vlaky kategorie Nex. Při výpočtech jednotlivých dílčích mezidobí byly uvažovány následující parametry souprav, viz Tab. 17.

Tab. 17 Parametry souprav

Kategorie vlaku	Řada hnacího vozidla	Délka [m]	Hmotnost [t]	Zrychlení/zpomalení [m·s ⁻²]
Ex (R)	363	196	438	0,5
Os	163	94,1	228	0,5
Nex	386 (363)	650	1000	0,2

Zdroj: (14)

V tabulce Tab. 18 jsou uvedena následná mezidobí pro výchozí stav před navrženými infrastrukturními úpravami. Pro zjednodušení výpočtu byly kategorie nákladních vlaků sloučeny do jedné pro případ, kdy nákladní vlak oběma ŽST projíždí bez zastavení. Autor si je vědom, že se takto dopouští výpočetní chyby, ovšem vzhledem k malému rozsahu nákladní dopravy v analyzovaném časovém okně je tato chyba zanedbána. Dále k tomuto kroku bylo přistoupeno vzhledem k ad hoc povaze provozu nákladní dopravy na této trati.

Tab. 18 Původní následná mezidobí pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	2,5	2,5	2,5	3
	R	2,5	2,5	2,5	3
	Os (163)	8,5	8,5	4	6,5
	Nex	5	5	2,5	3,5

Zdroj: (1)

Následně byla vypočítána nová následná mezidobí, kdy se změny projeví u dvojic vlaků, které využijí nově vzniklou 4. kolej. Největší dopady jsou pro dvojici vlaků Os-Ex(R), viz popis výše a Tab. 19. Postup výpočtu byl stejný jako uvedený příklad.

Tab. 19 Nová následná mezidobí pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	2,5	2,5	2,5	3
	R	2,5	2,5	2,5	3
	Os (163)	6	6	4	5,5
	Nex	3,5	3,5	2,5	3,5

Zdroj: výpočet autor na základě (7)

V tabulce Tab. 20 jsou uvedeny celkové změny ve velikostech následných mezidobí. Největší dopady jsou, jak již bylo uvedeno pro dvojice vlak Os-Ex(R) a dále pro dvojice vlaků Nex-Ex(R). U této dvojice dojde ke zkrácení následného mezidobí o 1,5 minuty.

Tab. 20 Změny velikostí následných mezidobí pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	-	-	-	-
	R	-	-	-	-
	Os (163)	-2,5	-2,5	-	-1
	Nex	-1,5	-1,5	-	-

Zdroj: výpočet autor na základě (7)

V kapitole 3.1 bude provedeno vyhodnocení vypočítaných hodnot.

2.2.2 Výpočet technologických parametrů pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Výpočet jednotlivých provozních intervalů a následných mezidobí bude v tomto směru vypočítán dle stejných zásad a postupů jako v opačném směru, tedy dle Směrnice SŽDC č. 104.

V podkapitole 1.2.3 byla analyzována dvojice vlaků č. Os 8653 a Ex 273 a v této podkapitole bude jako v opačném směru vypočítána velikost následného mezidobí pro tuto dvojici vlaků. Výpočet bude rozdělen rovněž do jednotlivých dílčích mezidobí, kdy výsledné následné mezidobí se určí jako maximum dílčích mezidobí, viz Tab. 21 a vzorec (8).

Tab. 21 Výsledná velikost následného mezidobí Os 8653, Ex 273

Dílčí mezidobí	Velikost [min]
M _Z	2
M _T	5
M _P	5
M	5

Zdroj: výpočet autor na podkladě (7)

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že pro dvojici vlaků č. Os 8653 a Ex 273 je velikost následného mezidobí 5 min. Oproti původnímu stavu s velikostí následného mezidobí 9,5 minuty dojde k časové úspoře 4,5 minuty. Velikost těchto následných mezidobí je ovlivněna projížděním zastávky Pardubice – Opočíněk. V dalších částech budou vypočtena následná mezidobí, ve kterých bude uvažováno zastavení osobních vlaků v této zastávce.

Dále budou vypočtena nová následná mezidobí pro ostatní dvojice vlaků, kdy ve výpočtu byly uvažovány stejné parametry vlakových souprav jako v opačném směru. Velikost původních následných mezidobí před navrženými infrastrukturními úpravami je v tabulce Tab. 22. V tomto směru došlo ke stejnému sloučení kategorií nákladních vlaků.

Tab. 22 Původní následná mezidobí pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	2	1,5	1	2,5
	R	4	3	2,5	4
	Os (163)	10,5	8,5	4	7
	Nex	5,5	3	2	3,5

Zdroj: (1)

Velikost nových následných mezidobí jsou vypočtena v tabulce Tab. 23. Změny ve velikostech následných mezidobí se projevily pouze u vlaků, které využijí nově navrženou 5. kolej, kdy největší dopady jsou rovněž pro dvojice vlaků Os-Ex(R).

Tab. 23 Nová následná mezidobí pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	2	1,5	1	2,5
	R	4	3	1	4
	Os (163)	6	6	4	4
	Nex	4	4	2	3,5

Zdroj: výpočet autor na základě (7)

Celkové změny ve velikostech následných mezidobí jsou vypočteny v tabulce Tab. 24. Změny jsou u dvojice vlaků Os – Ex, kdy dojde k úspoře o 4,5 min, u dvojice Nex – Ex dojde 1,5minutové úspoře a u dvojice Os – Nex dojde k úspoře 3 min. U dvojice vlaků Nex – R, kdy vlak kategorie R zastavuje v obou stanicích dojde k nárůstu o 1 minutu.

Tab. 24 Změny velikostí následných mezidobí pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	-	-	-	-
	R	-	-	-	-
	Os (163)	-4,5	-2,5	-	-3
	Nex	-1,5	+1	-	-

Zdroj: výpočet autor na základě (7)

V kapitole 3.1 bude provedeno vyhodnocení vypočítaných hodnot.

2.3 Výpočet propustnosti

Zkrácení následných mezidobí v obou směrech u jednotlivých vlaků ovlivní propustnost mezistaničního úseku. Nová propustnost byla vypočtena stejným způsobem jako v kapitole

1.2.2 tedy dle předpisu SŽDC D24. Díky zkrácení velikostí následných mezidobí dojde k nárůstu praktické propustnosti a dále ke snížení stupně obsazení a koeficientu využití praktické propustnosti, viz Tab. 25.

Tab. 25 Výpočet nové propustnosti

Parametr	6-8 hodin	
	1.TK	2.TK
	Přelouč – Pardubice	Pardubice – Přelouč
T [min]	120	120
N [vlaků]	17	20
T _{obs} [min]	59,53	67,54
t _{obs} [min]	3,5	3,38
t _{mez} [min]	3,1	3,1
T _{vyl}	-	-
T _{stál}	-	-
n [vlaků]	18	18
N _{max} [vlaků]	34	36
S_o [-]	0,5	0,56
K_{vp} [%]	93,52	107,95

Zdroj: autor s využitím (1)(12)(18)

Z výpočtu vyplývá, že praktická propustnost pro 2. traťovou kolej naroste na 18 vlaků. Nárůst je tedy o 1 vlak. Dále maximální propustnost naroste celkem ze 31 vlaků na 36. Při nárůstu praktické propustnosti současně dojde k poklesu stupně obsazení z 0,65 na 0,56 a koeficientu využití praktické propustnosti z 116,9 % na 107,95 %. Detailnější porovnání vypočtených hodnot vůči původnímu stavu bude provedeno v kapitole 3.

Pro 1. traťovou kolej naroste praktická propustnost na 18 vlaků, celkově je nárůst o 2 vlaky. U maximální propustnosti dojde k nárůstu z 29 vlaků na 34, kdy dojde současně k poklesu stupně obsazení z 0,6 na 0,5 a koeficientu využití propustnost z 103,5 % na 93,52 %.

2.4 Příklady využití čtyřkolejného úseku

V této podkapitole budou aplikovány výše navržená opatření na konkrétní dopravní situace, tedy pro konkrétní dvojice vlaků.

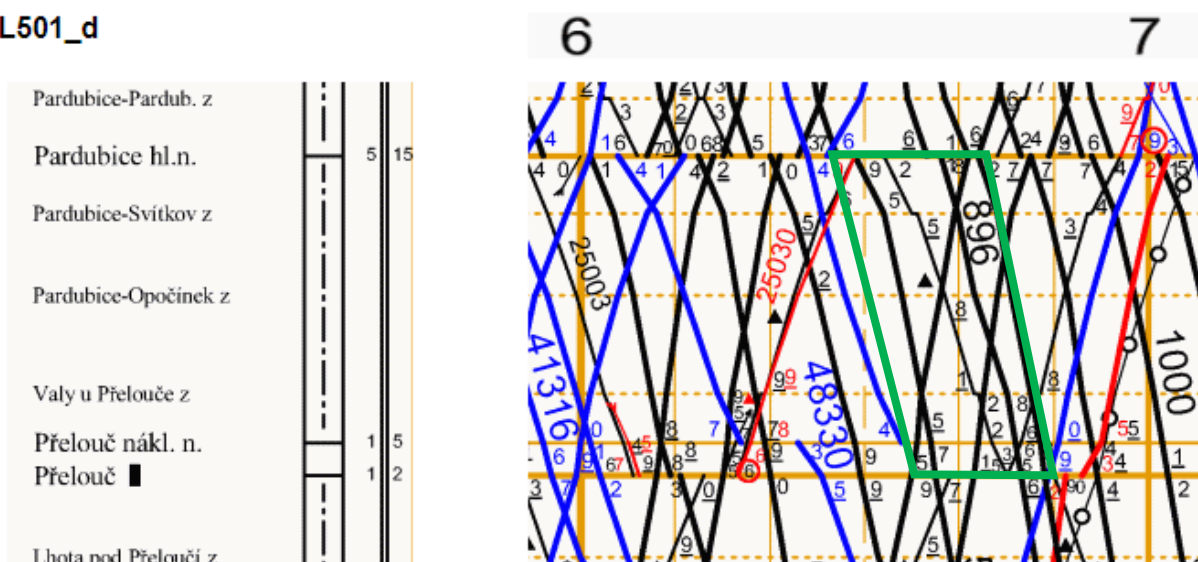
2.4.1 Příklady využití pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč

V tomto směru využijí nově navrženou infrastrukturu především vlaky kategorie Os a Nex, pro které byly v kapitole 2.2 vypočítány velikosti nových následných mezidobí. V této části budou popsány vždy jednotlivé vzorové dvojice vlaků pro tento směr.

Os 5002, R896

První dvojicí jsou vlaky Os 5002 a R 896. Tato dvojice byla analyzována jako příklad v analytické části této práce. V návrhové části bylo navrženo částečné zčtyřkolejnění tohoto úseku, kdy pro tuto dvojici vlaků byla vypočítána velikost nového následného mezidobí. Na obrázku Obr. 14 je vyznačeno analyzované časové okno.

L501_d



Obr. 14 Vyznačení časového okna pro sled Ex 546 – Os 5002 – R 896

Zdroj: (1), úprava autor

V této části práce bude navržena aplikace opatření z návrhové části, tedy aplikace zkrácení velikosti následných mezidobí u vlaků, které využijí nový čtyřkolejný úsek a možné dopady těchto navržených opatření do provozu. Případně jejich možné další využití.

Původní velikost následného mezidobí pro dvojici vlaků Os – Ex(R) je 8,5 minuty a velikost nového je 6 minut. Úspora činí v tomto případě 2,5 minuty. Ovšem dle JŘ 2017/2018 má Os 5002 odjezd v 6:32 a vlak R 896 odjezd v 6:38. Tedy čas mezi odjezdy těchto vlaků je 6 min nikoliv 8,5 minuty dle velikosti původního následného mezidobí. Tento rozdíl je způsoben konstrukcí JŘ a dále nasazenou soupravou (souprava s hnacím vozidlem řady 163/elektrická jednotka 471). Vzhledem k taktovému JŘ se tato situace opakuje v průběhu celého dne, viz JŘ 2017/2018 (4).

Výsledkem aplikace zkrácení velikosti následného mezidobí a využití nové 4. koleje osobním vlakem č. 5002 je zvýšení stability JŘ, kdy se sníží vliv případného zpoždění osobního vlaku na vlaky vyšší kategorie Ex(R). Tedy bude docházet méně často k omezení jízdy druhého vlaku a snížení jeho rychlosti.

Pro sled vlaků Ex 546 – Os 5002 – R 896 vzhledem k neexistujícím mezerám nelze uvažovat možnost vložení další trasy dálkového osobního či nákladního vlaku.

Nex 49304, Ex 572

Druhou řešenou dvojicí jsou vlaky Nex – Ex, kdy jako první jede vlak Nex 49304 a druhý Ex 572. Velikost původního následného mezidobí pro tuto dvojici vlaků je 5 minut a velikost nového je 3,5 minuty, tedy zkrácení o 1,5 minuty. Příklad aplikace změny velikosti následného mezidobí na JŘ je v tabulce Tab. 26.

Tab. 26 Aplikace navržených změn Nex 49304, Ex 572

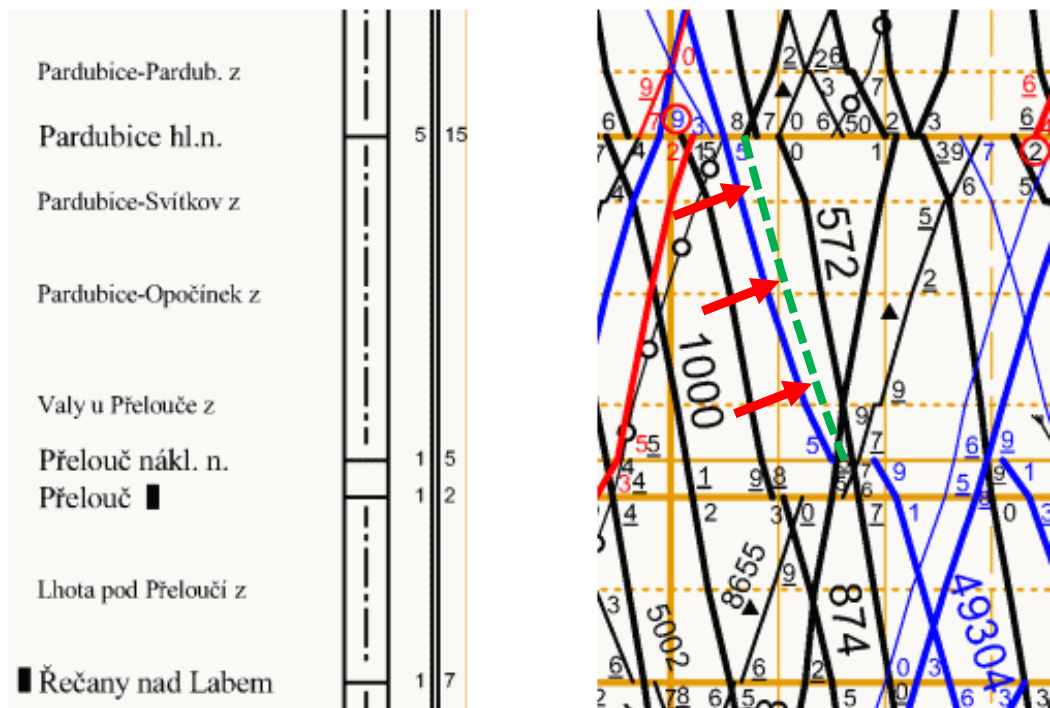
Zastávka	Původní				Nový			
	Nex 49304		Ex 572		Nex 49304		Ex 572	
	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd
Pardubice hl.n.	-	(7:05)	7:08	7:10	-	(7:06)	7:08	7:10
P.–Svítkov z	-	-	-	-	-	-	-	-
P.–Opočíněk z	-	-	-	-	-	-	-	-
Valy u Př. z	-	-	-	-	-	-	-	-
Přelouč n. n.	7:15	7:19	-	(7:17)	7:16	7:19	-	(7:17)
Přelouč	-	(7:21)	-	(7:17)	-	(7:21)	-	(7:17)
Celkem [min]		16		7,5		14,5		7,5

Zdroj: (1), autor

Z tabulky vyplývá, že při posunu trasy nákladního vlaku Nex 49304 o 1,5 minuty nedojde k zásadnějším změnám. Změní se pouze doba obsazení mezistančního úseku pro tuto dvojici vlaků. Zásadní nedostatek v podobě nutného zastavení nákladního vlaku a vyčkání na předjetí ovšem zůstává. V případě zastavení se zkrátí doba prostoje rovněž o 1,5 minuty na 2,5 minuty. Údaj v řádku celkem vyjadřuje jízdní dobu mezi ŽST Přelouč – ŽST Pardubice hl. n.

Graficky je tato situace vyznačena na obrázku Obr. 15.

L501_d



Obr. 15 Posun trasy vlaku Nex 49304

Zdroj: (1), úprava autor

Díky tomuto posunu dojde ke zvětšení mezery mezi vlaky R 874 a Nex 49304, kdy zde nově vznikne mezera o délce 5,5 minuty oproti původním 4 minutám. Odjezd vlaku R 874 je v 7:01 a následně díky posunu průjezd vlaků Nex49304 je v 7:06. Díky tomuto posunu a zvětšení mezery dojde k umožnění vložení další trasy vlaku Ex(R), tedy vznikne dostatečná mezera pro vložení vlakové trasy pro kategorie vlaků Ex a R.

V tomto případě je ovšem nutno dodat, že se jedná o návrh vložení trasy pro mezistaniční úsek Pardubice hl. n. – Přelouč, kdy nejsou brány v úvahu další mezistaniční úseky.

Celkovým výsledkem pro tento příklad je zkrácení doby obsazení mezistaničního úseku a zkrácení čekání u nákladního vlaku na předjetí v ŽST Přelouč. Ovšem zásadní nedostatek v podobě nutného zastavení a následného předjetí zůstává. Tedy navržená infrastrukturní opatření neumožňují současné předjetí těchto vlaků bez nutného zastavení.

2.4.2 Příklady využití pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Nově vzniklou 5. kolej využijí především osobní vlaky a nákladní vlaky kategorie Nex.

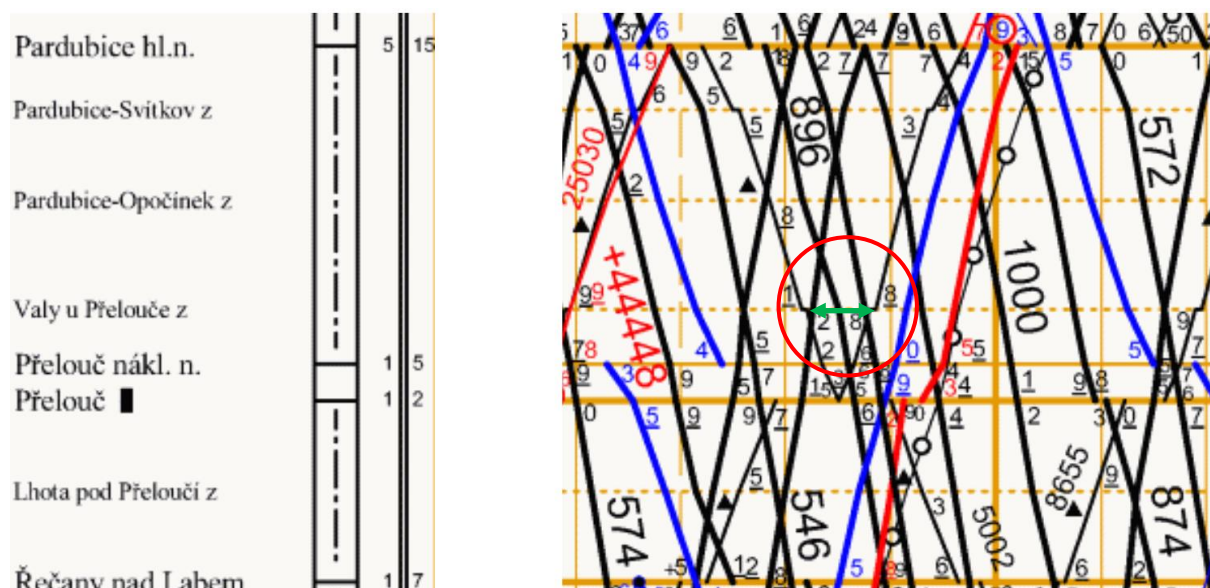
Os 8653, Ex 273

Prvním příkladem je v tomto směru dvojice vlaků Os 8653 a Ex 273. Velikost původního následného mezidobí je pro tuto dvojici vlaků 9,5 minuty, velikost nového následného mezidobí

je 5 minut. Při využití nové 5. koleje osobním vlakem dojde k úspoře 4,5 minuty. Výše vypočtené hodnoty jsou ovlivněny projížděním zastávky Pardubice – Opočíněk.

Před případným posunutím trasy osobního vlaku č. 8653 je nutno brát ohled na přípojná vazby ze směru Heřmanův Městec. Do ŽST Přelouč přijíždí z tohoto směru osobní vlak č. 25004 s příjezdem v 6:42. Následný odjezd osobního vlaku č. 8653 je v 6:45. Dále budou popsány možnosti řešení této situace. (4)

Prvním řešením je zachování původního stavu, kdy bude odjezd osobního vlaku č. 8653 z ŽST Přelouč v 6:45. Tedy k žádnému případnému posunu nedojde a bude zachována přípojná vazba mezi těmito osobními vlaky. V případě využití nově vzniklé 5. koleje osobním vlakem dojde k uvolnění 2. traťové koleje v úseku ŽST Přelouč – Valy u Přelouče. Na úrovni zastávky Valy u Přelouče vznikne mezera o délce 6 minut, viz Obr. 16. Do tohoto časového okna lze vložit celkem dvě trasy vlaků kategorie Ex nebo jednu trasu vlaku kategorie Nex. Případně jejich kombinace.



Obr. 16 Vznik mezery mezi vlaky Ex 273 a Os 8653

Zdroj: (1), úprava autor

Případným druhým řešením je zrušení přípojná vazby mezi vlaky Os 8653 a Os 25004 a případný posun trasy osobního vlaku ve směru Pardubice. Ovšem problém je zde v protisměrné jízdě těchto osobních vlaků na nově vzniklé 5. koleji. Tedy toto řešení nelze aplikovat.

Celkovým výsledkem je možnost vložení nových tras vlaků dálkové osobní a nákladní dopravy.

Os 9319, Ex 125

Dalším příkladem je dvojice vlaků Os 9319 a Ex 125. Původní velikost následného mezidobí pro tuto dvojici vlaků ve sledu Ex – Os je 1 minuta, velikost nového následného mezidobí je rovněž 1 minuta. Po využití nově vzniklé 5. koleje nedojde k časové úspoře ve velikosti následného mezidobí, ale ke zkrácení pobytu osobního vlaku v ŽST Přelouč.

Na této dvojici vlaků bude dále uveden příklad řešení souběhu osobních vlaků ve směru Pardubice a osobních vlaků ve směru Heřmanův Městec. Aplikace výše popsaných změn do JŘ je vytvořena v tabulce Tab. 27.

Tab. 27 Aplikace navržených změn Os 9319, Ex 125

Zastávka	Původní				Nový			
	Os 9319		Ex 125		Os 9319		Ex 125	
	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd
Přelouč	10:13	10:16	-	(10:15)	10:13	10:13	-	(10:15)
Přelouč n. n.	-	(10:17)	-	(10:15)	-	(10:15)	-	(10:15)
Valy u Př. z	10:19	10:19	-	(10:16)	10:16	10:17	-	(10:16)
P.–Opočínec z	10:22	10:22	-	-	10:20	10:20	-	-
P.–Svítkov z	10:25	10:26	-	-	10:23	10:23	-	-
Pardubice hl. n.	10:29	10:44	10:21	10:23	10:26	10:44	10:21	10:23
Celkem [min]		13		8		13		8

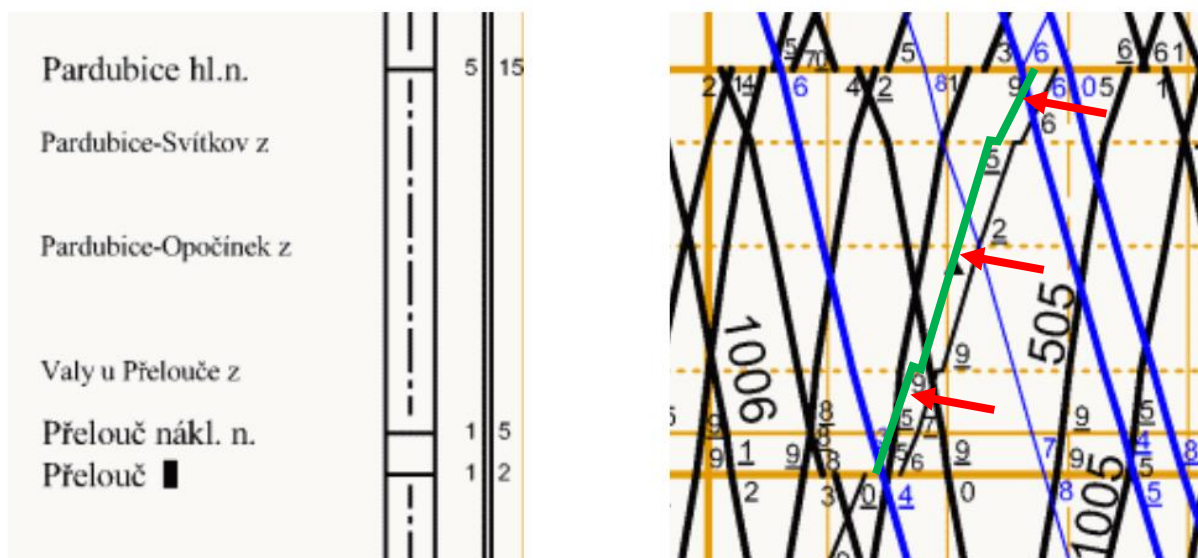
Zdroj: (1), autor

V tomto příkladu je navrženo zkrácení pobytu osobního vlaku v ŽST Přelouč ze 3 minut na 0,5 minuty. Zkrácení pobytu je tedy o 2,5 minuty, kdy lze díky tomuto zkrácení upravit JŘ tohoto vlaku.

Toto provozní opatření lze aplikovat v rámci celého dne, kdy zde dojde k celkovému zkrácení pobytů v ŽST Přelouč při čekání na předjetí. Při aplikaci těchto opatření je nutno brát v potaz existenci taktového JŘ pro osobní vlaky ve směru Pardubice – Kolín. Při aplikaci těchto opatření dojde k posunu odjezdu osobních vlaků o 2,5 minuty, kdy bude odjezd osobních vlaků v X:13. Ovšem v této části práce jsou navrhována pouze možná využití nového úseku pro konkrétní dopravní situaci, dopady do celého JŘ jsou navrženy pouze jako možnost, jak tento nový úsek využít. Komplexní návrh pro celý JŘ přesahuje rozsah této práce.

Graficky je posun trasy osobního vlaku č. 9319 vyznačen na obrázku Obr. 17.

L501_d



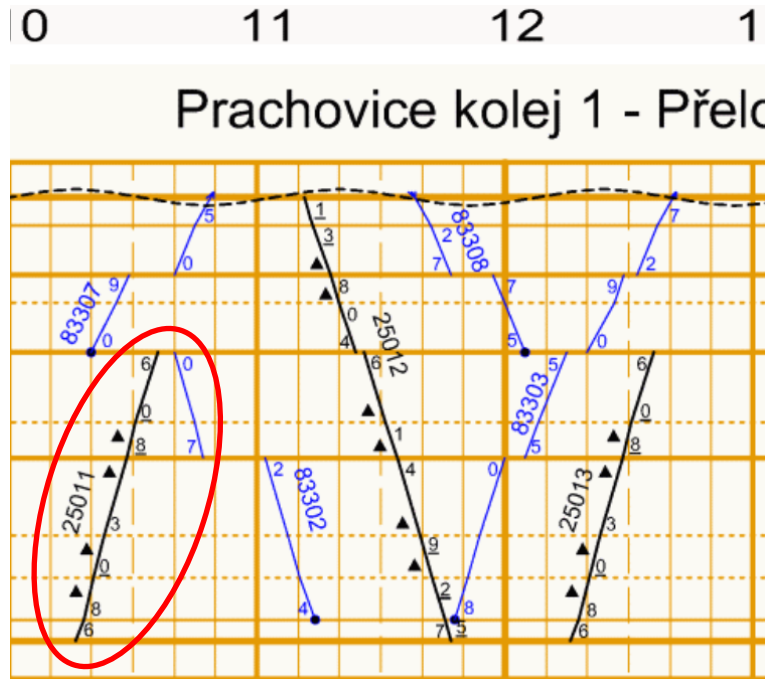
Obr. 17 Posun trasy vlaku Os 9319

Zdroj: (1), úprava autor

Zásadním nedostatkem původního stavu je stejný čas odjezdu osobního vlaku č. 9319 ve směru Pardubice a osobního vlaku č. 25011 ve směru Heřmanův Městec, kdy oba vlaky mají ve výchozím stavu odjezd v 10:16 (4). Po aplikaci výše uvedených opatření se zkrácením času pobytu vznikne mezi odjezdy vlaků 2,5minutový rozdíl. Pro možnost využití je nutno dále vypočítat velikost nového následného mezidobí pro výše popsanou dvojici osobních vlaků dle směrnice SŽDC č. 104.

Z výpočtu vyplývá, že pro tuto dvojici vlaků je velikost následného mezidobí 2 minuty (7). Při navrženém posunutí osobního vlaku č. 9319 dojde k odstranění problému současných jízd na nově vzniklé 5. koleji. Z toho vyplývá, že provoz na trati č. 015 (517) nebude při navržených infrastrukturních úpravách nijak ovlivněn.

Výřez NJŘ pro osobní vlak č. 25011 na trati 015 (517) je vyznačen na obrázku Obr. 18.



Obr. 18 Vyznačení trasy vlaku Os 25011

Zdroj: (1), úprava autor

Díky posunutí trasy osobního vlaku č. 9319 dojde ke zvětšení mezery mezi vlaky Os 9319 a Ex 505. Velikost původní mezery na úrovni zastávky Valy u Přelouče je 10,5 minuty a velikost nové mezery je 13 minut, kdy dojde k prodloužení o 2,5 minuty. Velikost původního následného mezidobí pro sled Os – Ex je 10,5 minuty. Díky vzniku nového úseku a posunutí vznikajícího místa ohrožení dojde ke snížení na 6 minut. Do této nově vzniklé mezery je možno vložit 3 trasy vlaků kategorie Ex nebo dvě trasy nákladních vlaků Nex, případně jejich kombinaci.

Celkovým výsledkem výše popsaného případu je umožnění vložení nových tras vlaků kategorie Ex, Nex, případně jejich kombinace. Dále dojde ke zkrácení pobytů osobních vlaků v ŽST Přelouč o 2,5 minuty. Tento návrh neuvažuje s dopady do dalších mezistaničních úseků.

Nex 69101, Ex 1359

Dále bude řešena dvojice vlaků Ex 1359 – Nex 69101. Velikost původního následného mezidobí pro tuto dvojici vlaků ve sledu Ex – Nex je 2,5 minuty. Následně po využití nové infrastruktury je velikost následného mezidobí rovněž 2,5 minuty.

Stejně jako v předešlém případě po využití nově vzniklé 5. koleje dojde ke zkrácení pobytu nákladního vlaku v ŽST Přelouč a ke zkrácení velikosti následného mezidobí pro sled vlaků Nex – druhý rychlý vlak. Aplikace výše popsaných změn do JŘ je vytvořena v tabulce Tab. 28.

Tab. 28 Aplikace navržených změn Nex 69101, Ex 1359

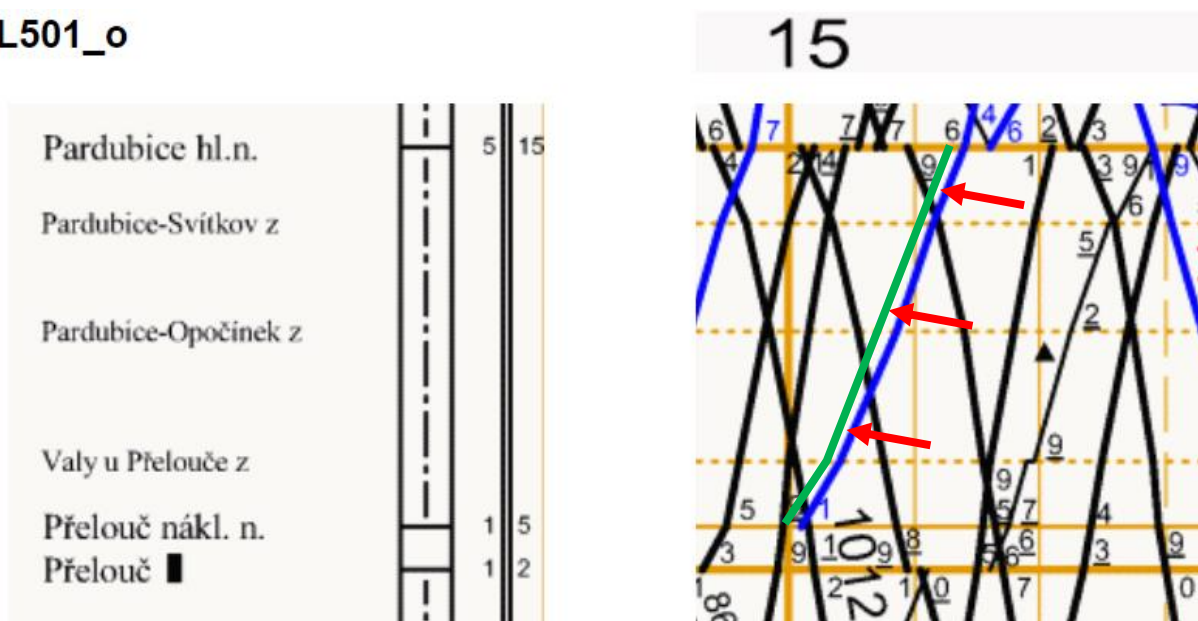
Zastávka	Původní				Nový			
	Nex 69101		Ex 1359		Nex 69101		Ex 1359	
	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd	příjezd	odjezd
Přelouč	-	(14:24)	-	(14:59)	-	(14:24)	-	(14:59)
Přelouč n. n.	14:27	15:01	-	(14:59)	14:27	15:00	-	(14:59)
Valy u Př. z	-	-	-	(15:00)	-	(15:02)	-	(15:00)
P.–Opočíněk z	-	-	-	-	-	-	-	-
P.–Svítkov z	-	-	-	-	-	-	-	-
Pardubice hl. n.	-	15:14	15:04	15:05	-	15:13	15:04	15:05
Celkem [min]		13		5,5		13		5,5

Zdroj: (1), autor

Dle výše uvedené tabulky je vypočteno zkrácení pobytu nákladního vlaku v nákladním nádraží o 0,5 minuty. Tedy vzhledem k 34minutovému prostoji v této ŽST se jedná o zanedbatelnou hodnotu.

Graficky je posun trasy vlaku Nex 69101 vyznačen na obrázku Obr. 19.

L501_o



Obr. 19 Posun trasy vlaku Nex 69101

Zdroj: (1), úprava autor

Ovšem hlavním dopadem do JŘ je zkrácení velikosti následného mezidobí pro vlak následující za vlakem Nex 69101. Příklad bude uveden pro sled Nex 69101 – Ex 117. Původní velikost následného mezidobí pro tyto kategorie vlaků je 5,5 minuty, kdy dojde ke zkrácení o 1,5 minuty na 4 minuty.

Velikost mezery mezi sledem vlaků Nex 69101 a Ex 117 je v původním stavu na úrovni zastávky Valy u Přelouče 13 minut. Díky posunutí trasy nákladního vlaku dojde ke zvětšení mezery na 13,5 minuty, kdy se mezera zvětší o 0,5 minuty. Do této nově vzniklé mezery lze vložit celkem 4 trasy vlaků kategorie Ex nebo dvě trasy nákladních vlaků kategorie Nex, případně lze uvažovat jejich kombinaci.

Celkovým výsledkem výše popsaných opatření je zkrácení následného mezidobí za vlakem Nex a tím umožnění vložení dalších nových tras vlaků dálkové dopravy.

Z hlediska zhodnocení všech popsaných příkladů je výsledkem všech případech snížení celkové doby obsazení T_{obs} tohoto úseku, zvýšení praktické propustnosti a umožnění vložení nových tras vlaků dálkové osobní či nákladní dopravy.

2.5 Vytvoření modelu v simulačním programu OpenTrack

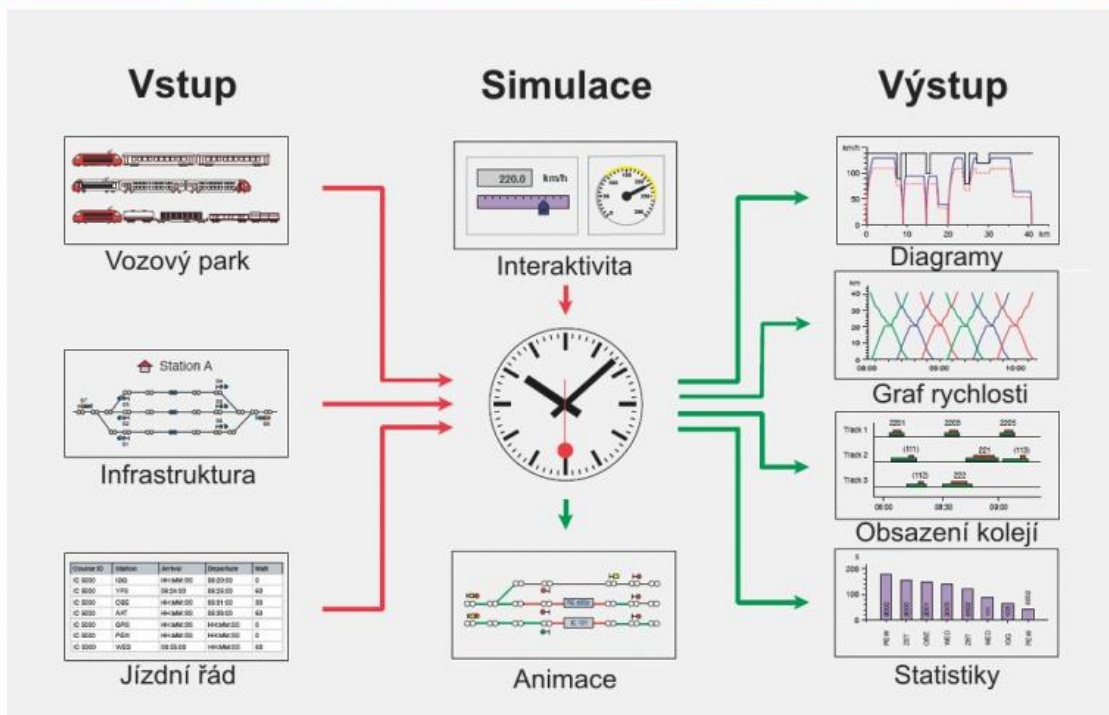
V této kapitole bude popsán obecný princip funkce simulačního programu OpenTrack a jeho využití v této práci.

Obecný popis funkce simulačního programu OpenTrack a praktická práce s ním již byla řešena v jiných diplomových pracích, viz (15) a z toho důvodu budou v této části pouze zopakovány nezbytné základní principy funkce tohoto programu a detailněji budou popsány konkrétní části navrženého modelu.

Simulační program OpenTrack byl vyvinut švýcarskou firmou ETH Zurich jako nástroj pro simulaci reálného železničního provozu. Program jako takový se skládá ze 3 hlavních modulů, a to vstupní data, simulace a výstupní data, viz Obr. 20. Modul vstupní data obsahuje informace o složení jednotlivých vlakových souprav a jejich parametrech. Dalším součástí prvního modulu je infrastruktura, ve které uživatel vymodeluje simulovanou trať. Poslední částí vstupního modulu je část JŘ, kdy uživatel zadá informace o JŘ. (16)

Druhý modul je simulace, kdy jednotlivé zadané vlakové soupravy se pohybují po uživatelem vytvořené infrastruktuře dle JŘ. V modulu simulace uživatel sleduje její průběh a může u jednotlivých vlaků např. zadat zpoždění a opět sledovat, jak se bude simulovaný provoz po zadání zpoždění chovat. (16)

Třetím modulem jsou výstupní data, kde je simulace vyhodnocena. Výstupní informace mohou být v podobě jízdních diagramů – tedy výstupní graf se statickým a dynamickým jízdním profilem jízdy vlaku, následně NJŘ s plánovaným JŘ a konkrétní jízdou vlaku, informace o obsazení kolejí a další statické informace. (16)

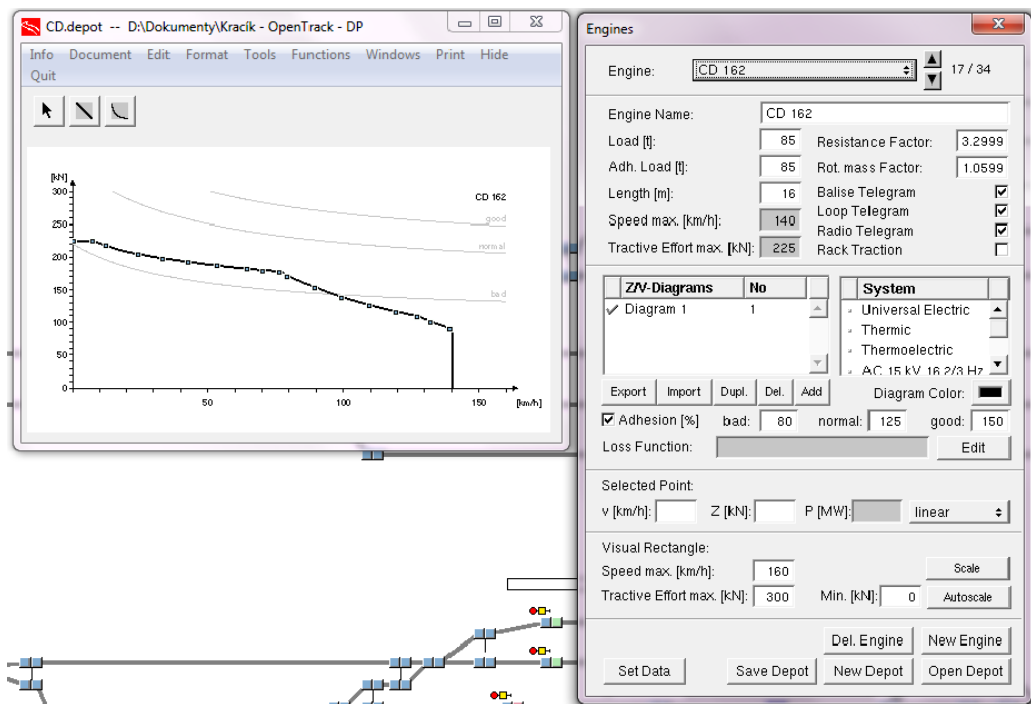


Obr. 20 Moduly simulačního programu OpenTrack

Zdroj: (16)

V další části této kapitoly bude popsáno konkrétní vytvoření modelu tratě č. 010 (501) v úseku Přelouč – Pardubice hl. n.

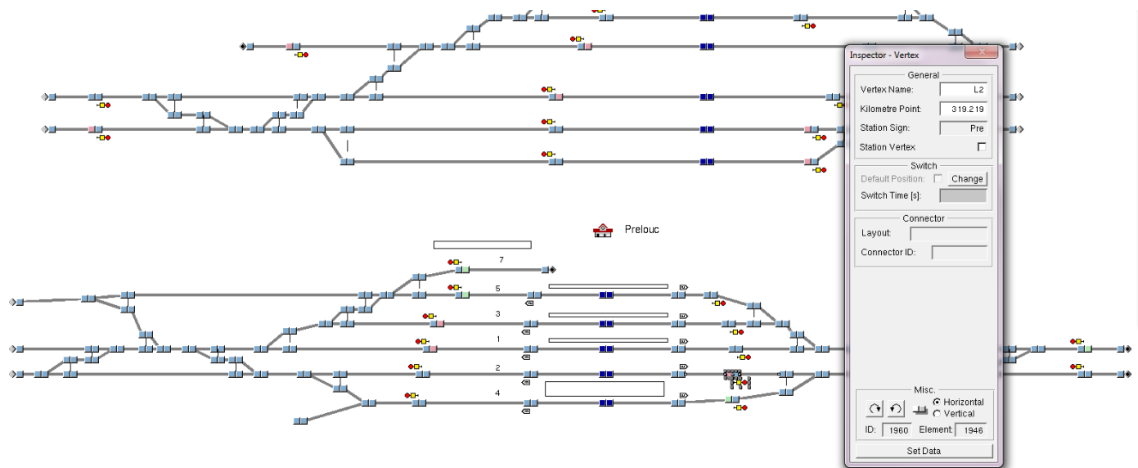
Pro zadání vstupních dat byly využity informace ze SJŘ o složení a parametrech souprav, kdy bylo u každé soupravy nutno definovat hnací vozidlo, jeho parametry a dále přidané vozy. U parametrů hnacích vozidel byly využity již existující modely, viz Obr. 21.



Obr. 21 Zadání parametrů hnacího vozidla řady 162

Zdroj: (17)

Tímto byly vytvořeny jednotlivé soupravy. Dále bylo nutno zadat informace o infrastruktuře. Tato část byla časově nejnáročnější a pro funkci simulace nejdůležitější. Základním prvkem pro model infrastruktury je tzv. dvojbod (vertex), ke kterému lze přiřazovat jednotlivé parametry jako je jeho kilometrická poloha a jeho funkce – např. výhybka, návěstidlo, nástupiště, poloha výpravní budovy, námezník atd., viz Obr. 22.



Obr. 22 Tvorba infrastruktury – železniční stanice Přelouč

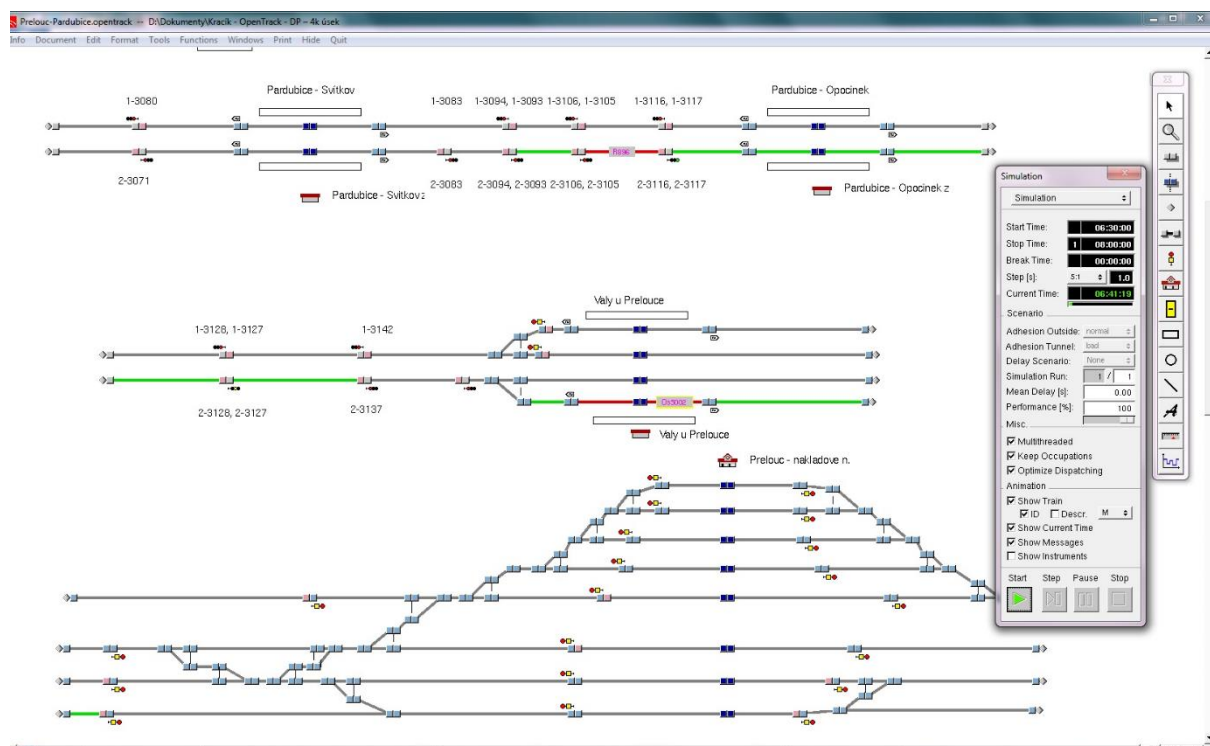
Zdroj: (17)

Následně byly vytvořeny tzv. Routes, které umožňují zadání možností jízdy vlaků ve stanici, dále tzv. Paths, které slouží ke spojení jednotlivých Routes, které po jejich spojení tvoří

trasu jízdy vlaku. Třetím úrovní jsou tzv. Itinaries, ve kterých jsou sdružené Routes a slouží jako jejich seznam.

V dalším kroku je vytvořen JŘ, který je v programu označen jako Couses/Services. Zde se zadá číslo vlaku, jeho příslušná trasa ze seznamu Itinaries, přiřadí se konkrétní souprava a zadá jeho JŘ. Tímto jsou dokončeny nutné parametry pro vstupní modul.

V další části je provedena simulace železničního provozu. V simulaci je nejprve třeba nastavit časové okno, ve kterém bude simulace provedena, dále rychlost simulace a její další parametry, viz Obr. 23. Výstupem ze simulace může být tzv. Train Diagram, tedy NJŘ. Výstupy ze simulace budou popsány v poslední kapitole této práce.



Obr. 23 Simulace železničního provozu – simulační program OpenTrack

Zdroj: (17)

Z provedené simulace lze dále využít výstupní informace, které mohou být grafické podobě např. statický a dynamický profil jízdy vozidla, či NJŘ s vyznačením plánovaného JŘ a skutečnou jízdou konkrétního vlaku. Konkrétní výstupy budou řešeny v poslední kapitole této práce.

3 ZHODNOCENÍ PŘEDLOŽENÝCH NÁVRHŮ

Tato kapitola se bude zabývat vyhodnocením návrhů předložených v kapitole č. 2.

3.1 Zhodnocení úprav infrastruktury

Předložené návrhy budou zhodnoceny pro oba směry společně. Vyhodnocení bude provedeno pouze analyticky, tedy ekonomické zhodnocení předložených návrhů nebude v této práci uvažováno.

V analytické části této práce byl analyzován problém nevyhovujícího stavu infrastruktury a dále vznikajících konfliktů mezi jednotlivými kategoriemi vlaků, především R a Os, v období ranní špičky, dále nemožnost vložení dalších tras vlaků dálkové osobní či nákladní dopravy. Jako opatření k odstranění nalezených nedostatků bylo navrženo v kapitole č. 2.1 přidání nové 4. a 5. koleje.

V návrhu úprav infrastruktury bylo předloženo schéma návrhu nového čtyřkolejného úseku, viz Obr. 6 a dále jednotlivé úpravy kolejiště v obvodu nákladního a osobního nádraží v ŽST Přelouč. Kolejiště bylo rozděleno do celkem 7 úseků v každém směru, u kterých byly dále navrženy jednotlivé návrhy na změny.

Návrhy vytvořené v kapitole č. 2.1 jsou vyhodnoceny v tabulce Tab. 29.

Tab. 29 Vyhodnocení infrastrukturních úprav

Parametr	Směr		Celkem
	Pce – Pře	Pře – Pce	
Délka úseku	3 575 m	3 575 m	7 150 m
Délka původních úseků	1 426 m	3 035 m	4 461 m
Délka nových úseků	2 149 m	540 m	2 689 m
Návrhová rychlost	140 km/h	140 km/h	-
Počet nově navržených výhybek	4	2	6
Rychlost výhybek na zhlaví	120/160 km/h	120/160 km/h	-

Zdroj: Autor s využitím (1)

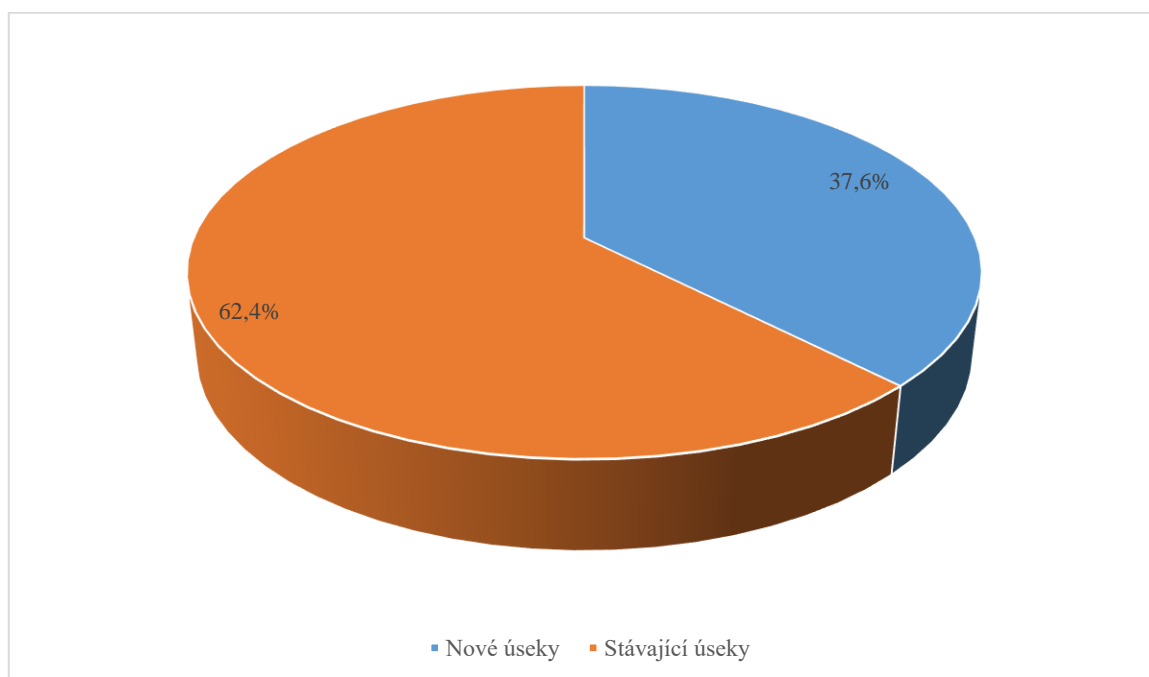
Ze zhodnocení ve výše zmíněné tabulce vyplývá, že celková délka obou úseků je 7 150 m, kdy je celkem 4 461 m původních úseků bez dalších úprav a 2 689 m nových úseků. V návrhu byl kladen maximální důraz na využití stávající infrastruktury v podobě existujícího kolejiště. Porovnání poměru délek původních úseků a nových úseků je vytvořen v tabulce Tab. 30.

Tab. 30 Poměr délek původních a nových úseků

Parametr	Délka [m]	Poměr [%]
Celková délka	7 150 m	100 %
Délka nových úseků	2 689 m	37,6 %
Délka původních úseků	4 461 m	62,4 %

Zdroj: Autor s využitím (1)

Z porovnání vyplývá, že 37,6 % jsou navržené nové úseky a 62,4 % jsou stávající úseky. Tedy převaha využití stávajících úseků především díky využití části regionální tratě č. 015 (517). Graficky je tento vztah znázorněn na grafu Obr. 24.



Obr. 24 Graf – poměr délek stávajících a nově navržených úseků

Zdroj: Autor s využitím (1)

Dále je při infrastrukturních úpravách je nutno použít 6 nových výhybek. Návrhová rychlost obou úseků je 140 km/h, kdy je tato rychlost odvozena od rychlosti osobních vlaků, které budou tyto nové úseky využívat.

Kromě výše popsaných parametrů je nutno nové úseky elektrifikovat a také upravit SZZ a TZZ. Dále je nutno posunout nástupiště v zastávce Valy u Přelouče a upravit přístupové cesty k této zastávce. Díky umístění nových výhybek u nového zhlaví v úseku 1B a 2B je nutno dále upravit most přes silnici č. III/32219, detailněji nebude tato problematika řešena, viz 2.1.

Při umístění nových vjezdových a odjezdových návěstidel bylo nutno dále upravit prostorové oddíly autobloku v obou směrech, kdy ve 2. traťové koleji došlo ke změně délky dvou prostorových oddílů, zrušení jednoho návěstidla autobloku a umístění nového vjezdového

návěstidla. V opačném směru v 1. traťové koleji byl zrušen jeden prostorový oddíl a bylo umístěno nové odjezdové návěstidlo. Současně byly zrušeny dvě původní návěstidla autobloku. Vznikly takto dva dlouhé prostorové oddíly autobloku. Následně byla vypočtena velikost následných mezidobí, kdy bylo zjištěno, že takovéto stavební úpravy v obou směrech neovlivní velikost následných mezidobí pro projíždějící vlaky.

Veškeré infrastrukturní návrhy lze shrnout do následujících bodů:

- vytvoření čtyřkolejného úseku,
- umístění nových kolejových spojek a výhybek,
- elektrifikace nových úseků,
- úprava SZZ,
- úprava TZZ – úprava prostorových oddílů autobloku,
- úprava přístupových cest,
- přesun nástupišť,
- úprava podchodu a jeho okolí.

3.2 Zhodnocení změn v technologických parametrech

V kapitole č. 2 byly vypočítána jednotlivá následná mezidobí. Z výpočtu vyplynulo, že nové infrastrukturní úpravy ve směru Pardubice hl. n. – Přelouč přinesou časové úspory ve velikostech následných mezidobí. Změny nastanou u dvojic vlaků, ve kterých jeden ze dvojice využije nově vzniklou 4. kolej, tedy vlaky kategorie Os a Nex. Z výpočtu dále vyplynulo, že největší absolutní časové úspory budou u dvojic vlaků Os-Ex (R), viz Tab. 20. Relativní změny ve velikostech následných mezidobí pro 2. traťovou kolej jsou vypočteny v Tab. 31.

Tab. 31 Relativní úspory velikostí následných mezidobí směr Přelouč – Pardubice hl. n.

2. TK		Jede jako druhý			
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	-	-	-	-
	R	-	-	-	-
	Os (163)	-29,4 %	-29,4 %	-	-15,4 %
	Nex	-30 %	-30 %	-	-

Zdroj: výpočet autor

Z tabulky vyplývá, že u sledovaných dvojic vlaků dojde k největším časovým úsporám u dvojice Os-Ex (R), kde je úspora 29,4 % při absolutní úspoře -2,5 minuty. A dále u dvojice vlaků Nex-Ex (R), kde je relativní časová úspora 30 % a absolutní úspora -1,5 minuty. U dvojice vlaků Os-Nex dojde k relativní časové úspoře 15,4 % při absolutní úspoře -1 minuty.

Z celkových výsledků vyplývá, že při vytvoření nové 4. koleje z ŽST Přelouč dojde u vybraných dvojic vlaků k časovým úsporám v řádu 30 %.

Z výpočtu pro opačný směr Přelouč – Pardubice hl. n. vyplývá, že navrhované infrastrukturní změny rovněž přinesou úspory ve velikostech následných mezidobí. Úspory se týkají vždy dvojice vlaků, u kterých jeden ze dvojice využije nově vzniklou 5. kolej. Jedná se vlaky kategorie Os a Nex. Relativní změna velikosti následných mezidobí je vypočtena v tabulce Tab. 32.

Tab. 32 Relativní úspory velikostí následných mezidobí směr Přelouč – Pardubice hl. n.

2. TK	Jede jako druhý				
Jede jako první		Ex	R	Os	Nex
	Ex	-	-	-	-
	R	-	-	-	-
	Os (163)	-42,9 %	-29,4 %	-	-42,9 %
	Nex	-27,3 %	+33,3 %	-	-

Zdroj: výpočet autor na základě (7)

Z výpočtu vyplývá, že u dvojic vlaků Os-Ex dojde k úspoře 42,9 % při snížení velikosti následného mezidobí o 4,5 minuty na 6 minut z původních 10,5 minuty. U dvojice vlaků Os – R bude relativní úspora 29,4 % při absolutní úspoře -2,5 minuty. U vlaků Nex – Ex bude relativní úspora 27,3 % při absolutní úspoře -1,5 minuty. U dvojice vlaků Nex – R dojde k nárůstu velikosti následného mezidobí o 33,3 % při nárůstu o 1 minutu absolutně. U poslední dvojice vlaků Os – Nex dojde k úspoře 42,9 % při úspoře -3 minut absolutně.

Dále je nutno určit počet vlaků, které mohou tuto nově vzniklou infrastrukturu využít. Nově vzniklou 4. kolej využijí všechny vlaky osobní dopavy, které zastavují v zastávce Valy u Přelouče a dále některé nákladní vlaky, které zastavují v nákladním nádraží v ŽST Přelouč z důvodu předjetí anebo dalších důvodů. Dopady pro tyto zastavující nákladní vlaky jsou především v podobě zkrácení pobytů nutných pro předjetí v této ŽST a dále zkrácení času obsazení mezistaničního úseku.

Pro opačný směr je situace obdobná, tedy nově vzniklou kolej využijí všechny vlaky osobní dopavy zastavující v zastávce Valy u Přelouče a dále nákladní vlaky zastavující v nákladním nádraží v ŽST Přelouč, viz Tab. 33.

Tab. 33 Využití nově navržené infrastruktury – rozsah dopravy

Kategorie vlaků	1.TK	2.TK	Celkem
Os	19	18	37
Nex	6	12	18
Celkem	25	30	55

Zdroj: (1)

Z analýzy vyplývá, že za celý den využije dle JŘ 2017/2018 nově vzniklou infrastrukturu 55 vlaků v obou směrech. Přičemž 2. traťová kolej převažuje díky většímu rozsahu zastavujících nákladních vlaků.

3.3 Zhodnocení změn propustnosti

V kapitolách 1.2.2 a 2.3 byla vypočtena propustnost analyzovaného mezistaničního úseku pro výchozí stav a následně po vzniku částečně čtyřkolejného úseku. Z výpočtu v analytické části pro výchozí stav pro 2. traťovou kolej vyplynulo, že praktická propustnost je 17 vlaků (další parametry viz Tab. 10) a při výpočtu praktické propustnosti v kapitole 2.3 vyplynulo, že nová praktická propustnost je 18 vlaků (další parametry viz Tab. 25). Dojde tedy k absolutnímu nárůstu o 1 vlak což odpovídá nárůstu o 5,9 %.

Pro 1. traťovou kolej ve směru z Přelouče do Pardubic hl. n. byla v analytické části této práce vypočtena praktická propustnost 16 vlaků a po výpočtu v kapitole 2.3 došlo k nárůstu na 18 vlaků, tedy nárůst o 2 vlaky což odpovídá nárůstu o 12,5 %. Další parametry jsou vypočteny v tabulce Tab. 34.

Z výsledků výpočtu lze tedy shrnout, že částečné zčtyřkolejnění mezistaničního úseku mezi zastávkou Valy u Přelouče a ŽST Přelouč bude mít pozitivní vliv na propustnost celého mezistaničního úseku. Nárůst praktické propustnosti bude pro 2. traťovou kolej o 5,9 % a nárůst maximální propustnosti o 16,1 %. Současně dojde ke snížení stupně obsazení mezistaničního úseku o 13,8 % a ke snížení koeficientu využití praktické propustnosti o 7,7 %.

Pro 1. traťovou kolej dojde rovněž k nárůstu praktické propustnosti o 12,5 %, viz odstavec výše a dále dojde k nárůstu maximální propustnosti o 17,2 %, snížení stupně obsazení o 16,7 % a snížení koeficientu využití praktické propustnosti o 9,6 %.

Tab. 34 Změna ve velikosti propustnosti

Parametr	6-8 hodin	
	1.TK	2.TK
	Přelouč – Pardubice	Pardubice – Přelouč
T [min]	0	0
N [vlaků]	0	0
T _{obs} [min]	-16,7 %	-14,0 %
t _{obs} [min]	-16,7 %	-13,6 %
t _{mez} [min]	0	0
T _{výl}	-	-
T _{stál}	-	-
n [vlaků]	12,5 %	5,9 %
N _{max} [vlaků]	17,2 %	16,1 %
S _o [-]	-16,7 %	-13,8 %
K _{vp} [%]	-9,6 %	-7,7 %

Zdroj: autor s využitím (1)(12)(18)

Ke shrnutí je nutno doplnit, že se v tomto případě jedná o teoretický výpočet, který uvažuje se zadaným rozsahem a složením dopravy se zadanými parametry jednotlivých souprav. V praktickém provozu se rozsah a složení provážených vlaků mění. Toto platí především u nákladní dopravy, kdy je trať č. 010 (501) charakterizována ad hoc provozem nákladních vlaků. Tedy tento výpočet slouží jenom jako ukazatel navržených infrastrukturních změn, kdy do praktického provozu je nutno uvažovat s dalšími náhodnými vlivy jako je měnící se rozsah dopravy atd.

3.4 Zhodnocení práce se simulačním programem OpenTrack

Hlavním důvodem pro použití tohoto simulačního programu je ověření funkčnosti vytvořených návrhů. Ověřovány byly následující body:

- simulace železničního provozu,
- analytický výpočet jízdních dob,
- výpočet provozních intervalů,
- funkčnost jednotlivých návrhů.

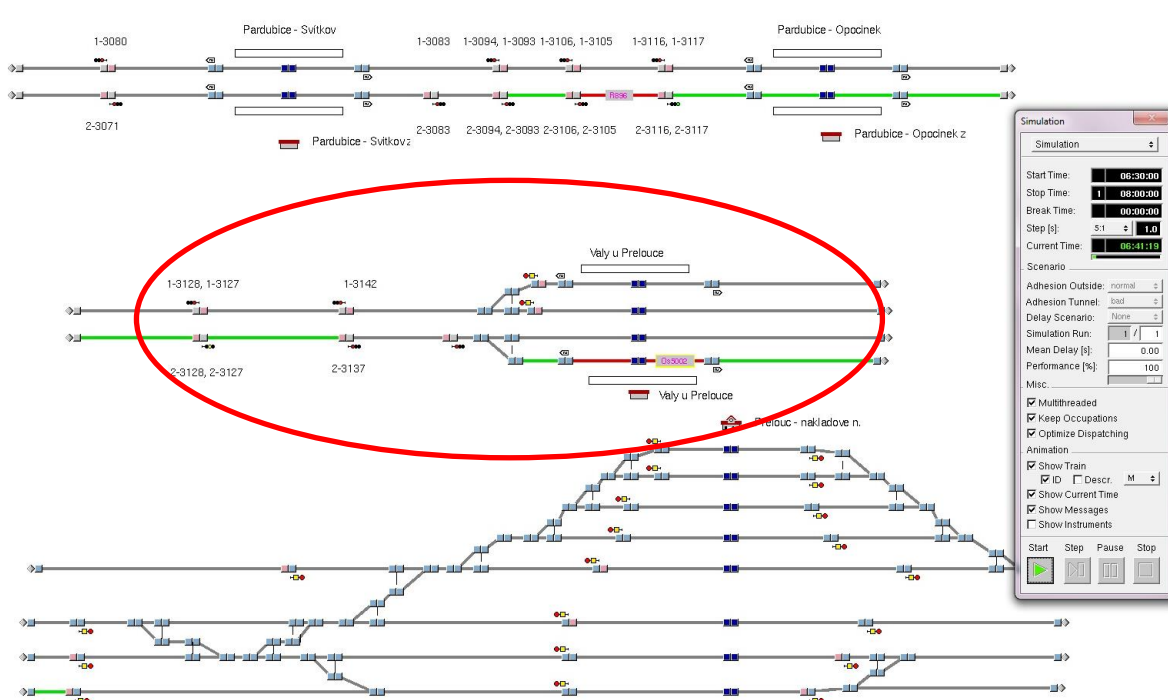
Tedy v této práci byla provedena simulace železničního provozu pro jednotlivé uvedené příklady, kdy byl v jednotlivých případech nasimulován model čtyřkolejného úseku a dále byla sledována funkčnost navržených opatření spočívající v ověření vypočtených jízdních dob a provozních intervalů. Byla tedy sledována funkčnost návrhu jako celku.

Model byl navržen pouze pro úsek mezi ŽST Přelouč a Pardubice hl. n. V kapitole 2.5 byla obecně popsána funkce a práce se simulačním programem OpenTrack. Bylo zde uvedeno, z jakých modulů se program skládá a jakým způsobem probíhá simulace. V této části budou popsány výstupy z provedené simulace.

Popis a výstupy ze simulace budou popsány na jedné analyzované dvojici vlaků Os 5002 a R896. Tedy pro směr Pardubice hl. n. – Přelouč.

Další dvojice vlaků byly otestovány stejným způsobem a stejným postupem. Pro zjednodušení této části je uveden pouze jeden příklad simulace. Popis dalších simulací je již nad rámec této práce, kdy simulace sloužila pouze jako doplněk k otestování navržených opatření. Tedy detailnější popis pro každou analyzovanou dvojici vlaků přesahuje rámec této práce.

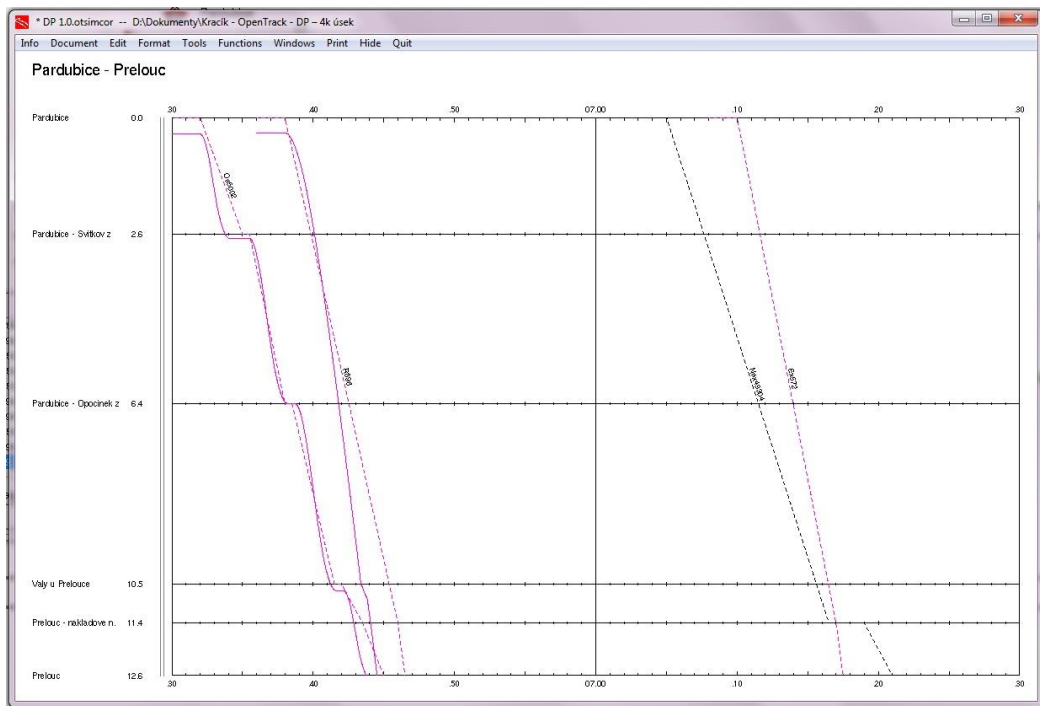
V případě dvojice vlaků Os 5002, R 896 byla otestována funkčnost navržených opatření v podobě jízdy osobního vlaku po nové 4. koleji. Z výsledků simulace vyplývá, že při zkrácení velikosti následných mezidobí a při jízdě osobního vlaku po nové 4 koleji nedojde k omezení jízdy druhého vlaku R 896. Výřez ze sledu vlaků při simulaci je na obrázku Obr. 25. Z výsledků vyplývá, že návrh je funkční.



Obr. 25 Simulace jízdy vlaků Os 5002, R 896

Zdroj: simulace v programu OpenTrack

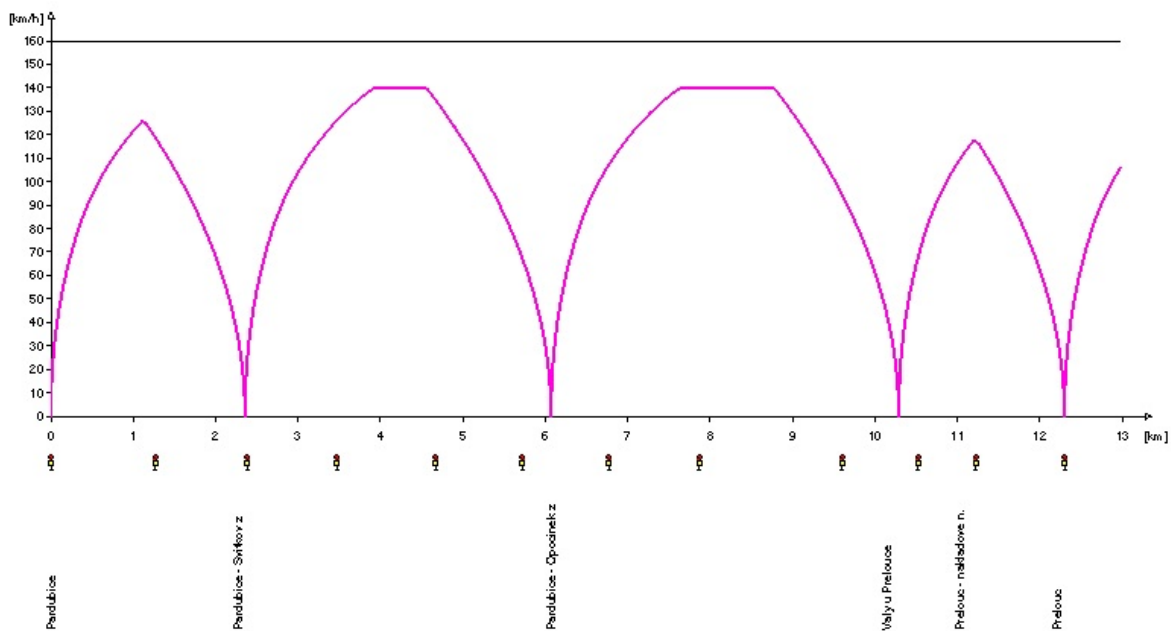
Druhý výřez ze stejné simulace je na obrázku Obr. 26, kdy z výřezu vyplývají stejné závěry jako v opačném případě. Zkreslení trasy u vlaku R 896 je způsobeno rozdíly mezi zadaným JŘ simulací jízdy tohoto vlaku tímto simulačním programem.



Obr. 26 Výřez ze NJŘ při simulaci Os 5002, R 896

Zdroj: simulace v programu OpenTrack

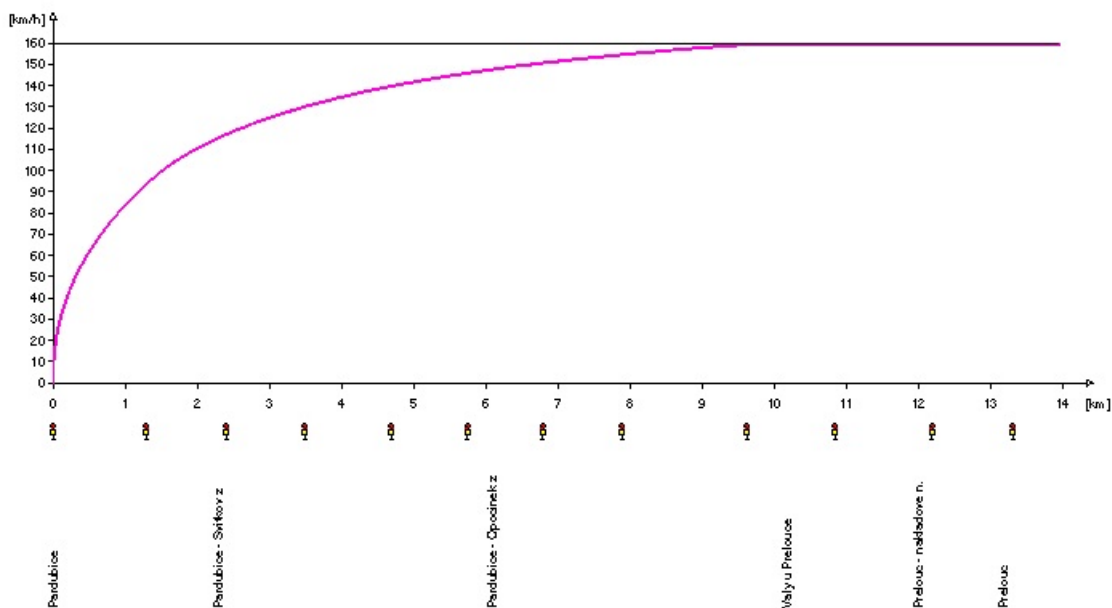
Výstupní charakteristika z jízdy osobního vlaku č. 5002 charakterizující vztah ujeté vzdálenosti a rychlosti jízdy vlaku je na obrázku Obr. 27. Z obrázku dále vyplývá, že osobní vlak č. 5002 v úseku mezi ŽST Pardubice – zastávka Pardubice-Svítkov a zastávka Vály u Přelouče – Přelouč nedosáhne své stanovené rychlosti 140 km/h. Toto je způsobeno krátkými vzdálenostmi mezi zastávkami v tomto mezistaničním úseku.



Obr. 27 Simulace jízdy vlaku Os 5002

Zdroj: simulace v programu OpenTrack

Dále na obrázku Obr. 28 je výstupní charakteristika z jízdy vlaku R 896, ze které vyplývá, že během jeho jízdy nedojde k ovlivnění jízdy pomalým osobním vlakem.



Obr. 28 Simulace jízdy vlaku R 896

Zdroj: simulace v programu OpenTrack

ZÁVĚR

V první části této práce byl analyzován současný stav infrastruktury (2018) v ŽST Přelouč, ŽST Pardubice hl. n. a mezistaničního úseku, který se mezi nimi nachází. Analýza byla zaměřena především na prvky kritické pro plánované zčtyřkolejnění. Nedostatky byly nalezeny u ŽST Přelouč, v podobě chybějících kolejových spojek a u mezistaničního úseku, kdy pro jeho úpravy je vhodné využití pouze úsek mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče. V analýze JŘ 2017/2018 byla vypočtena propustnost úseku a dále popsány vznikající konflikty.

V návrhové části bylo navrženo částečné zčtyřkolejnění úseku mezi ŽST Přelouč a zastávkou Valy u Přelouče. Byly navrženy nové úseky při snaze maximálního využití stávající infrastruktury. Celkem je navrženo 2 689 m (37,6 %) nových úseků a využití 4 461 m (62,4 %) původních úseků.

Dále byly vypočteny změny ve velikostech následných mezidobí pro jednotlivé kategorie vlaků, kdy k největším úsporám došlo u sledu vlaků Os – Ex (R).

Při navržených infrastrukturních úpravách dojde k nárůstu praktické propustnosti a současně k poklesu stupně obsazení mezistaničního úseku a poklesu koeficientu využití praktické propustnosti.

Následně byly na konkrétních příkladech aplikovány výše popsané změny, kdy z jejich aplikace vyplynula možnost vložení nových tras dálkových osobních a nákladních vlaků. Tyto konkrétní příklady byly následně otestovány v simulačním programu OpenTrack a byla ověřena funkčnost navržených opatření.

V úvodu této práce bylo stanoveno za cíl analyzovat současný stav infrastruktury (2018), analyzovat JŘ, vypočítat propustnost a navrhnout úpravu úseku mezi železničními stanicemi Přelouč a Pardubice hl. n. Pro navržené úpravy vypočítat technologické ukazatele a aplikovat navržená opatření pro konkrétní případy. Tento cíl byl v práci dosažen, byla provedena detailní analýza a následně navrženo částečné zčtyřkolejnění úseku. Pro návrh byly vypočítány změny velikostí následných mezidobí pro jednotlivé kategorie vlaků a další ukazatelé. Návrhy byly aplikovány na konkrétní případech a následně otestovány v simulačním programu OpenTrack.

Výsledky práce:

- **Provedená analýza,**
- **Návrh částečného zčtyřkolejnění úseku,**
- **Aplikace návrhů na konkrétních případech,**
- **Otestování v simulačním programu OpenTrack.**

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- (1) Interní materiály. *SŽDC s. o.* [online]. [cit. 2018-5-15]. Dostupné z WWW: <www.szdc.cz>
- (2) Tabulky traťových poměrů. *SŽDC s. o.* [online]. [cit. 2018-5-15]. Dostupné z WWW: <www.szdc.cz>
- (3) Staniční řády SŽDC. [online]. *SŽDC s. o.* [cit. 2018-5-15]. Dostupné z WWW: <www.szdc.cz>
- (4) Vlakový jízdní řád na rok 2017/2018. *SŽDC s. o.* [online]. [cit. 2018-5-15]. Dostupné z WWW: <www.szdc.cz>
- (5) Internetový portál SŽDC. *SŽDC s.o.* [online] [cit. 2018-5-15]. Dostupné z WWW: <<http://provoz.szdc.cz>>
- (6) Konzultace se zástupci GR SŽDC, oddělení sestavy jízdního řádu Praha
- (7) Směrnice SŽDC č. 104. *SŽDC s. o.*
- (8) KABELÁČOVÁ, I.: *Časové ztráty cestujícího v regionální dopravě při výluce 1 TK v úseku Pardubice – Přelouč*. Diplomová práce, 2017. 95 s.
- (9) JIROUŠEK, A.: *Prověření propustnosti železniční trati č. 010 s ohledem na možnost vložení tras vlaků vysokorychlostní dopravy v úseku Choceň – Kolín*. Diplomová práce, 2009. 69s.
- (10) Webové stránky ministerstva dopravy. *MDČR*. [online]. [cit. 2017-11-28]. Dostupné z WWW: <<https://www.mdcz.cz/>>
- (11) Webové stránky dopravce České dráhy, a. s. *České dráhy, a. s.* [online]. [cit. 2017-11-28]. Dostupné z WWW: <<https://www.cd.cz/>>
- (12) MOLKOVÁ, T. a kol.: *Kapacita železničních tratí*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2010. 150 s. ISBN 978-80-7395-317-1
- (13) Konzultace Ing. Marek Vaněk, Ph. D., GR SŽDC, odbor strategie O26. 29.11.2017
- (14) Atlas vozů. *Atlas vozů.cz*. [online]. [cit. 2017-12-07]. Dostupné z WWW: <<http://www.atlaslokomotiv.net/>>
- (15) RADA, D.: *Zvýšení stability jízdního řádu pomocí částečného zdvoukolejnění tratě Blažovice – Přerov*. Diplomová práce, 2016. 73 s.
- (16) Uživatelská příručka pro SW OpentTrack. *ETH Zurich*. [cit. 2018-5-15]
- (17) Program OpenTrack, verze 1.3. *ETH Zurich*
- (18) Předpis SŽDC(ČSD) D24 pro zjišťování kapacity železničních tratí. Praha: ČSD, 1965. 101 s.

- (19) VONKA, J., MOLKOVÁ, T., ŠIROKÝ, J.: *Technologie a řízení dopravy II. - GVD*. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2000. 112 s. ISBN 80-7194-286-3
- (20) Cvičení z předmětu Optimalizace technologických procesů – ŽD

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Plán ŽST Přelouč

Příloha B Popis linek osobních dopravců

Příloha C Tabulka IV – Předpis SŽDC D24

Příloha D Délky prostorových oddílů

Příloha E Výpočet následného mezidobí pro vlaky kategorie Ex

PŘÍLOHY

Příloha B Popis linek osobních dopravců

V analyzovaném úseku provozuje své linky několik železničních dopravců. Analýza jejich rozsahu bude rozdělena dle jednotlivých dopravců. Osobní doprava bude dále rozdělena na dálkovou a regionální dopravu.

Jak již bylo zmíněno kapitole 1.2.1, v analyzovaném úseku provozují drážní dopravu celkem 4 dopravci. Nejvýznamnějšími z nich jsou následující dopravci: České dráhy, a. s., dále soukromí dopravci RegioJet, a. s., LEOExpress, a. s. a ARRIVA vlaky s.r.o. (4)

Nejvýznamnějším dopravcem dálkové osobní dopravy v analyzovaném úseku jsou České dráhy, a.s. Tento dopravce zde provozuje celkem 5 linek dálkové osobní dopravy v objednávce Ministerstva dopravy ČR (MDČR) a jednu vlastní komerční linku s názvem SuperCity Pendolino (SCP). Konkrétněji se jedná o 3 linky kategorie Ex: Ex1, Ex2, Ex3 a dvě linky kategorie R: R18, R19. Informace o vedení výše zmíněných expresních a rychlíkových linek je uvedeno v tabulce Tab. 1. (4)(10)(11)

Tab. 1 Vedení dálkový linek dopravce České dráhy, a. s.

Linka	Vedení linky
SCP	Františkovy Lázně – Cheb – Praha – Ostrava – Slovensko
Ex1	Praha – Pardubice – Olomouc – Ostrava – Polsko/Slovensko
Ex2	Praha – Pardubice – Olomouc – Vsetín – Slovensko
Ex3	Německo – Ústí nad Labem – Praha – Pardubice – Brno – Rakousko/Slovensko
R18	Praha – Pardubice – Česká Třebová – Olomouc – Zlín/Luhačovice/Veselí n.M
R19	Praha – Pardubice – Česká Třebová – Brno

Zdroj: (4)

Dále bude analyzován rozsah dopravy na výše zmíněných linkách dálkové dopravy. Tyto informace budou v podobě počtu spojů ve všední den za období 24 h, dle JŘ 2017/2018, viz (4). Kompletní výčet informací je uveden v tabulce Tab. 2.

Tab. 2 Dálkové linky dopravce České dráhy, a. s.

Linka	Označení spojů dopravce	Směr		Celkem/24h
		Pha - Pce	Pce - Pha	
SCP	SC	6	7	13
Ex1	EC	3	3	6
	Ex	4	4	8
IC	IC	2	1	3
EN	EN	2	2	4
Ex2	Ex	8	8	16
Ex3	EC	7	7	14
	IC	1	1	2
	rj	9	9	18
	EN	1	1	2
R18	Rx	8	9	17
R19	Rx	7	7	14

Zdroj: (4)

Dálková linka SCP je vedena v relaci Františkovy Lázně – Cheb – Praha – Ostrava – Slovensko. Tato linka je provozována na komerční riziko dopravce a dle JŘ 2017/2018 je v provozu na této lince celkem 13 spojů v obou směrech. (4)(11)

Expresní linka Ex1 je vedena v relaci Praha – Pardubice – Olomouc – Ostrava – Polsko/Slovensko a dopravní výkony na této lince objednává MDČR. Podle informací z JŘ 2017/2018 je na této lince provozováno celkem 14 spojů pod označením Ex a EC, kdy tyto spoje jedou ve 2 hodinovém taktu. Mimo linku Ex1 jsou provozovány spoje kategorie IC a EN, které nejsou ze stany MDČR objednávány. (4)(10)(11)

Expresní linka Ex2 je vedena v relaci Praha – Pardubice – Olomouc – Vsetín – Slovensko a je objednávána MDČR. Tato linka obsahuje pouze kategorii Ex. Během dne jede v obou směrech dohromady 16 spojů ve 2h taktu. (4)(10)(11)

Jak již bylo zmíněno v tabulce Tab. 2 dálková linka č. Ex3 je vedena v relaci (Německo – Ústí nad Labem –) Praha – Pardubice – Brno – Rakousko/Slovensko a je objednávána MDČR. Dle JŘ 2017/2018 zahrnuje tato dálková linka celkem 36 spojů, jedoucích v obou směrech. Konkrétněji se jedná o 14 spojů kategorie EC, 2 spoje kategorie IC, 18 spojů rj a 2 spoje nočních vlaků EN. Spoje kategorie EC a IC jedou ve 2 hodinovém taktu a spoje kategorie rj rovněž. Tyto spoje jsou vedeny ve 2 h taktu v prokladu s kategorií EC a IC tak, aby byl zajištěn celodenní hodinový takt v tomto úseku. (4)(10)(11)

Rychlíková dálková linka R18 je vedena přes relaci Praha – Pardubice – Česká Třebová – Olomouc – Zlín/Luhačovice/Veselí n. M. a je objednána MDČR. Tato linka je dle informací dopravce České dráhy, a. s. označena jako linka Rx. Dle informací z JŘ 2017/2018 je v pracovní dny vedeno v analyzovaném úseku trati č. 010 (501) ve směru Praha – Pardubice 8 spojů a v opačném směru Pardubice – Praha 9 spojů. Celkem je v obou směrech dohromady vedeno 17 spojů, přičemž celodenní takt je v obou směrech 2 h. (4)(10)(11)

Rychlíková dálková linka R19 je vedena v relaci Praha – Pardubice – Česká Třebová – Brno a je rovněž objednána MDČR. Tato linka je označena dle dopravce jako kategorie Rx. Dle informací z JŘ 2017/2018 je ve všední dny vedeno v obou směrech dohromady 14 spojů, přičemž celodenní takt je v obou směrech 2 h. (4)(10)(11)

Druhým nejvýznamnějším dopravcem v analyzovaném úseku je dopravce RegioJet, a. s. Tento dopravce provozuje dálkové linky v relaci Praha – Pardubice – Česká Třebová – Brno/Ostrava – Slovensko/Rakousko. Dle informací z JŘ 2017/2018 dopravce provozuje v obou směrech dohromady 22 spojů ve 2h taktu a v období odpolední špičky v hodinovém taktu, viz Tab. 3. (4)

Tab. 3 Dálkové linky dopravce RegioJet, a. s.

Označení spojů dopravce	Směr		Celkem/24h
	Pha - Pce	Pce - Pha	
RJ	11	11	22

Zdroj: (4)

Třetím nejvýznamnějším dopravce je dopravce LEOExpress, a. s., který provozuje své linky v relaci Praha – Pardubice – Staré město u Uherského hradiště/ Ostrava / Slovensko. Během dne tento dopravce provozuje celkem 14 spojů v obou směrech, viz Tab. 4. (4)

Tab. 4 Dálkové linky dopravce LEOExpress, a. s.

Označení spojů dopravce	Směr		Celkem/24h
	Pha - Pce	Pce - Pha	
LEO	7	7	14

Zdroj: (4)

Dalším dopravce je společnost ARRIVA vlaky s.r.o., který provozuje své spoje v relaci Praha – Pardubice – Staré město u U. H. – Slovensko. Během dne provozuje celkem 2 spoje, viz Tab. 5. (4)

Tab. 5 Dálkové linky dopravce ARRIVA vlaky s.r.o.

Označení spojů dopravce	Směr		Celkem/24h
	Pha - Pce	Pce - Pha	
AEx	1	1	2

Zdroj: (4)

V analyzovaném úseku tratě je rovněž v provozu regionální osobní doprava. Tyto vlaky slouží především k obsluze jednotlivých zastávek na této trati. Tyto vlaky jsou označeny jako kategorie Os. Kromě osobních vlaků je úsekem veden i jeden spěšný vlak, ovšem tento vlak má stejné jízdní doby jako vlaky osobní a z tohoto důvodu bude zahrnut do kategorie Os. Objednatelem těchto spojů je Pardubický kraj. (4)

Tab. 6 Regionální linky dopravce České dráhy, a. s.

Označení spojů dopravce	Směr		Celkem/24h
	Pha - Pce	Pce - Pha	
Os	19	18	37

Zdroj: (4)

Vzhledem k zaměření této práce na oblast úprav železniční infrastruktury není výše provedená detailní analýza JŘ zaměřená na popis provozovaných linek, jejich kategorií, označování a případnou objednávku ze stany MDČR (kraje) podstatná. Ovšem tyto informace jsou zde uvedeny k doplnění popisu současného stavu (2018). Pro tuto práci je podstatný především rozsah dopravy v podobě počtu spojů, pro jednotlivé kategorie vlaků.

Příloha C Tabulka IV – Předpis SŽDC D24

Potřebná délka t_{mez} (bod 51f) v minutách

Tabulka IV.

t_{obs}	$t_{dod} + t_{ruš} = t_{mez}$	$t_{dod} + t_{ruš} = t_{mez}$	$t_{dod} + t_{ruš} = t_{mez}$
	A	B	C
5	4,7	3,1	2,5
6	5,7	3,8	2,9
7	6,6	4,4	3,4
8	7,4	5,0	3,8
9	8,3	5,5	4,2
10	9,1	6,1	4,6
11	10,0	6,7	5,0
12	10,8	7,2	5,4
13	11,6	7,8	5,8
14	12,4	8,3	6,1
15	13,1	8,8	6,5
16 a více	13,9	9,4	6,8

Údaje sloupce A platí pro traťové úseky, v nichž jsou dvě nebo více stanic mající jen dvě dopravní koleje.

Údaje sloupce C platí jen pro traťové úseky, které obsahují nejvýše tři mezistaniční úseky.

Údaje sloupce B platí pro ostatní traťové úseky. Jsou-li mezilehlé stanice peronizovány nebo má-li několik mezilehlých stanic více než tři dopravní koleje nebo obsahuje-li traťový úsek méně než 6 mezistaničních úseků sníží se přiměřeně údaje tohoto sloupce, ale nejvýše o polovinu rozdílu mezi B a C. Obsahuje-li traťový úsek více než deset mezistaničních úseků nebo je-li na jednokolejně trati několik mezistaničních úseků shodných (identických) pokud jde o dobu obsazení, zvýší se přiměřeně údaje sloupce B, ale nejvýše o třetinu rozdílu mezi B a A.

Příloha D Délky prostorových oddílů

Směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Tab. 1 Délky prostorových oddílů pro směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Původní varianta			Nový návrh		
Návěstidlo	Poloha [km]	Vzdálenost [m]	Návěstidlo	Poloha [km]	Vzdálenost [m]
L2 – pův.	306,039		L2 – pův.	306,039	
2-3071	307,200	1,161	2-3071	307,200	1,161
2-3083	308,310	1,110	2-3083	308,310	1,110
2-3093	309,400	1,090	2-3093	309,400	1,090
2-3105	310,600	1,200	2-3105	310,600	1,200
2-3117	311,650	1,050	2-3117	311,650	1,050
2-3127	312,700	1,050	2-3127	312,700	1,050
2-3137	313,800	1,100	2-3137	313,800	1,100
2-3153	315,260	1,460	2L – nové	315,535	1,735
2L – pův.	316,757	1,497	2L – pův.	316,757	1,222
Lc102	318,097	1,340	Lc102	318,097	1,340
L2	319,219	1,122	L2	319,219	1,122

Zdroj: autor s využitím (1)

Tab. 2 Délky prostorových oddílů pro směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Číslo oddílu	Začátek		Konec		Délka [km]
	Návěstidlo	Poloha [km]	Návěstidlo	Poloha [km]	
1.	L2	306,039	2-3071	307,200	1,161
2.	2-3071	307,200	2-3083	308,310	1,110
3.	2-3083	308,310	2-3093	309,400	1,090
4.	2-3093	309,400	2-3105	310,600	1,200
5.	2-3105	310,600	2-3117	311,650	1,050
6.	2-3117	311,650	2-3127	312,700	1,050
7.	2-3127	312,700	2-3137	313,800	1,100
8.	2-3137	313,800	2L – nové	315,535	1,735
9.	2L – nové	315,535	2L – pův.	316,757	1,222
Přelouč – nákladní n.	2L – pův.	316,757	Lc102	318,097	1,340
Přelouč – osobní n.	Lc102	318,097	L2	319,219	1,122

Zdroj: autor s využitím (1)

Směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Tab. 3 Délky prostorových oddílů pro směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Původní varianta			Nový návrh		
Návěstidlo	Poloha [km]	Vzdálenost [m]	Návěstidlo	Poloha [km]	Vzdálenost [m]
Sc 1	318,577		Sc 1	318,577	
S 101	317,430	1,147	S 101	317,430	1,147
1-3164	316,421	1,009	S1 – nové	315,985	1,445
1-3152	315,260	1,161	1-3142	314,230	1,755
1-3142	314,230	1,030	1-3128	312,700	1,530
1-3128	312,700	1,530	1-3116	311,650	1,050
1-3116	311,650	1,050	1-3106	310,600	1,050
1-3106	310,600	1,050	1-3094	309,400	1,200
1-3094	309,400	1,200	1-3080	307,940	1,460
1-3080	307,940	1,460	1 S	306,750	1,190
1 S	306,750	1,190			

Zdroj: autor s využitím (1)

Tab. 4 Délky prostorových oddílů pro směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Číslo oddílu	Začátek		Konec		Délka [km]
	Návěstidlo	Poloha [km]	Návěstidlo	Poloha [km]	
Přelouč – nákladní n.	Sc1	318,57	S 101	317,430	1,147
1.	S 101	317,430	S1 – nové	315,985	1,445
2.	S1 – nové	315,985	1-3142	314,230	1,755
3.	1-3142	314,230	1-3128	312,700	1,530
4.	1-3128	312,700	1-3116	311,650	1,050
5.	1-3116	311,650	1-3106	310,600	1,050
6.	1-3106	310,600	1-3094	309,400	1,200
7.	1-3094	309,400	1-3080	307,940	1,460
8.	1-3080	307,940	1 S	306,750	1,190
Pardubice	1 S	306,750	Sc 1	305,596	1,154

Zdroj: autor s využitím (1)

Příloha E Výpočet následného mezidobí pro sled Ex – Ex

Směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Tab. 1 Původní varianta Ex-Ex pro směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Místo ohrožení	j_1	r	p	j_2	d	M_Z
Pardubice – odj. zhl.	0,434	0,1	0,15	0	0,4	1,084
	j_1	r	p	j_2	d	M_T
1. oddíl	1,24	0,05	0,05	0	0	1,34
2. oddíl	1,67	0,05	0,05	0	0	1,77
3. oddíl	2,08	0,05	0,05	0	0	2,18
4. oddíl	2,53	0,05	0,05	-1,15	0	1,48
5. oddíl	2,93	0,05	0,05	-1,6	0	1,43
6. oddíl	3,32	0,05	0,05	-2,01	0	1,41
7. oddíl	3,73	0,05	0,05	-2,46	0	1,37
8. oddíl	4,28	0,05	0,05	-2,85	0	1,53
9. oddíl	4,84	0,05	0,05	-3,25	0	1,69
Přelouč – nákladní n.	5,34	0,1	0,1	-3,66	0	1,88
Přelouč – osobní n.	5,75	0,1	0,1	-4,21	0	1,74

Zdroj: Výpočet autor na základě (7)

Tab. 2 Nový návrh Ex-Ex pro směr Pardubice hl. n. - Přelouč

Místo ohrožení	j_1	r	p	j_2	d	M_Z
Pardubice – odj. zhl.	0,434	0,1	0,15	0	0,4	1,084
	j_1	r	p	j_2	d	M_T
1. oddíl	1,24	0,05	0,05	0	0	1,34
2. oddíl	1,67	0,05	0,05	0	0	1,77
3. oddíl	2,08	0,05	0,05	0	0	2,18
4. oddíl	2,53	0,05	0,05	-1,15	0	1,48
5. oddíl	2,93	0,05	0,05	-1,6	0	1,43
6. oddíl	3,32	0,05	0,05	-2,01	0	1,41
7. oddíl	3,73	0,05	0,05	-2,46	0	1,37
8. oddíl	4,38	0,05	0,05	-2,85	0	1,63
9. oddíl	4,84	0,05	0,05	-3,25	0	1,69
Přelouč – nákladní n.	5,34	0,1	0,1	-3,66	0	1,88
Přelouč – osobní n.	5,75	0,1	0,1	-4,31	0	1,64

Zdroj: Výpočet autor na základě (7)

Směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Tab. 3 Původní varianta Ex-Ex pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Místo ohrožení	j_1	r	p	j_2	d	M_Z
Přelouč – odj. zhl.	0,5	0,1	0,15	0	0,4	1,15
	j_1	r	p	j_2	d	M_T
1. oddíl	0,45	0,05	0,05	0	0	0,55
2. oddíl	0,89	0,05	0,05	0	0	0,99
3. oddíl	1,27	0,05	0,05	0	0	1,37
4. oddíl	1,85	0,05	0,05	-0,38	0	1,57
5. oddíl	2,24	0,05	0,05	-0,81	0	1,53
6. oddíl	2,63	0,05	0,05	-1,2	0	1,53
7. oddíl	3,08	0,05	0,05	-1,77	0	1,41
8. oddíl	3,63	0,05	0,05	-2,17	0	1,56
9. oddíl	4,08	0,05	0,05	-2,56	0	1,62
	j_1	j_2	I_{VP}			M_P
Pardubice – vjezd. zhl.	4,01	-4,01	1,5			1,5
	j_1	r	p	j_2	d	I_{VV}
Pardubice – I_{VV}	-0,09	0,1	0,15	1,23	0	1,39

Zdroj: Výpočet autor na základě (7)

Tab. 4 Nový návrh Ex-Ex pro směr Přelouč – Pardubice hl. n.

Místo ohrožení	j_1	r	p	j_2	d	M_Z
Přelouč – odj. zhl.	0,5	0,1	0,15	0	0,4	1,15
	j_1	r	p	j_2	d	M_T
1. oddíl	0,62	0,05	0,05	0	0	0,72
2. oddíl	1,28	0,05	0,05	0	0	1,38
3. oddíl	1,85	0,05	0,05	0	0	1,95
4. oddíl	2,24	0,05	0,05	-0,54	0	1,8
5. oddíl	2,63	0,05	0,05	-1,2	0	1,53
6. oddíl	3,08	0,05	0,05	-1,77	0	1,41
7. oddíl	3,63	0,05	0,05	-2,17	0	1,56
8. oddíl	4,08	0,05	0,05	-2,56	0	1,62
	j_1	r	p	j_2	d	I_{VV}
Pardubice – vjezd. zhl.	-0,09	0,1	0,15	1,23	0	1,39
	j_1	j_2	I_{VP}			M_P
Pardubice – I_{VV}	4,01	-4,01	1,5			1,5

Zdroj: Výpočet autor na základě (7)