

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015



K612..... Ústav dopravních systémů

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Bc. et Bc. Petr Velek

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

N 3710 – DS – Dopravní systémy a technika

Název tématu (česky): **Využití systému TramTrain v podmínkách České republiky**

Název tématu (anglicky): Utilization of the TramTrain System in the Czech Republic

Zásady pro vypracování

Při zpracování diplomové práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Obecné možnosti řešení dopravní obsluhy území systémem vlakotramvajů
- Technické požadavky a dopravní možnosti systému
- Posouzení možnosti realizace systému vlakotramvaje ve vybraném území
- Podrobnější návrh vybraného projektu

Rozsah grafických prací: stanoví vedoucí diplomové práce

Rozsah průvodní zprávy: minimálně 55 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Kubát, B.; Pejša, J.; Jacura, M.; Trešl O.: Městská a příměstská kolejová doprava. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010. 352 s.
ČSN 73 6405. Praha: Český normalizační institut, 1996. 12 s.
Koncepční materiály MD ČR a jednotlivých krajů.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Vachtl**
Ing. Martin Jacura, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: **25. června 2014**
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání diplomové práce: **30. listopadu 2015**
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



prof. Ing. Pavel Příbyl, CSc.
vedoucí
Ústavu dopravních systémů



prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání diplomové práce.



Bc. et Bc. Petr Velek
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 15. června 2015

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

Studijní obor: Dopravní systém a technika



Název diplomové práce:

**Využití systému Tram – train
v podmínkách České republiky**

Autor diplomové práce: Petr Velek

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Vachtl

Ing. Martin Jacura, Ph.D.

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 1. listopadu 2015



Ing. Petr Velek

P o d ě k o v á n í

Vyslovuji upřímné poděkování vedoucímu předložené diplomové práce,
panu Ing. Martinu Vachtlovi, za cenná doporučení, ochotná přijetí a množství
času, které mně věnoval.

Název diplomové práce:

Využití systému Tram – train v podmínkách České republiky

Abstrakt:

Diplomová práce usiluje o posouzení realizovatelnosti a společenské prospěšnosti v minulosti zhotovených projektů zřízení systému Tram – train k obsluze metropolitních či konurbačních území České republiky. V první části elaborát představuje základní charakteristiky systému Tram – train a vyčítá technické požadavky, jež elementy hybridní drážní soustavy musí splňovat. Detailně je v první kapitole postížena problematika řešení přestupní vazby mezi vlakotramvajovým vozidlem a železničním nástupištěm projektovaným dle ČSN 73 4959. Diplomová práce ve druhé části popisuje realizace systémů Tram – train provozovaných v pěti německých městech; podrobně jsou v kapitole rozvíty souvislosti vzniku vlakotramvajové soustavy ve městě Karlsruhe. Třetí partie diplomové práce prověřuje příležitosti realizace systému Tram – train v gravitačních oblastech měst České republiky provozujících tramvajovou dopravu. Ve čtvrté kapitole je zpracován detailní návrh zřízení vlakotramvajového systému obsluhujícího vybrané segmenty metropolitní oblasti města Plzně.

Klíčová slova:

systém Tram – train; vlakotramvaj; městská hromadná doprava v Plzni; Karlsruhský dopravní model; vlakotramvajové nástupiště

Title of the Diploma's thesis:

Utilization of the Tram – Train system in the Czech Republic

Abstract:

The diploma thesis assesses the feasibility and social benefit of the Tram – train system projects designated to the service of metropolitan territories in the Czech Republic. In the first part, the paper presents basic characteristics of the Tram – train system and indicates the technical requirements that elements of hybrid railway system must meet. The issue of the transition point between the Tram – train vehicle and the railway platform designated according to ČSN 734959 is analysed in detail in the first chapter too. In the second part the thesis describes the implementation of Tram - train systems operated in five German cities; the chapter focuses on the genesis of the Tram – train system in the city of Karlsruhe. The third part of the elaborate examines the opportunities for the realization of the Tram – train system in gravitational fields of Czech cities operating the tram public transport. The fourth chapter of the thesis includes a detailed proposal for the creation of the Tram – train system serving selected segments of the metropolitan area of the city of Pilsen.

Key words:

tram – train system; Karlsruhe stadtbahn; tram – train vehicle; public transport in the city of Pilsen; tram – train platform

Obsah

Úvod	9
1) Dopravní systém Tram – train.....	10
1.1 Kategorizace systému Tram – train	11
1.2 Vozidlo Tram – train.....	14
1.3 Infrastruktura vlakotramvajové dopravy	15
1.3.1 Vztah kolo – kolejnice.....	15
1.3.2 Průjezdny průřez vozidla Tram – train, difference mezi železničným a tramvajovým gabaritem	15
1.3.3 Problematika řešení přestupní vazby vozidlo TT – rozdílně dimenzované nástupní hrany zastávkových nástupišť v ČR.....	17
1.3.3.1 Základní charakteristiky tramvajové zastávky	17
1.3.3.2 Základní charakteristiky železničného nástupiště.....	18
1.3.3.3 Porovnání železničného a tramvajového gabaritu v zastávce, prověření možnosti průjezdu železničného vozidla tramvajovou zastávkou.....	19
1.3.3.4 Modus řešení odbavení vozidel Tram – train na tramvajových a železničných nástupištech.....	21
1.3.4 Trakční soustavy vozidel Tram - train, sdělovací a zabezpečovací zařízení sdílených tratí	25
2) Charakteristiky a význam realizací vlakotramvajových systémů v Evropě	26
2.1 Systém Tram – train ve městě Karlsruhe	26
2.1.1 Základní demografické charakteristiky, poloha města Karlsruhe	26
2.1.2 Historický vývoj veřejné dopravy v Karlsruhe, motivy geneze vlakotramvajového systému.....	27
2.1.3 Stávající síť vlakotramvajových tratí v regionu Karlsruhe, organizace dopravy Tram-train v oblasti	31
2.1.4 Charakteristiky vozidel užívaných na vlakotramvajové síti v Karlsruhe.....	34
2.2 Systém Tram – train ve městě Saarbrücken	36
2.3 Systém Tram – train ve městě Kassel.....	40
2.4 Systém Regio – train ve městě Zwickau	42
2.5 Systém City - bahn ve městě Chemnitz	44
2.6 Projekt realizace systému tram – train v aglomeraci města Sheffield.....	46
2.7 Závěry rozboru vybraných realizací systémů Tram – train v zahraničí	47
3) Posouzení návrhů realizace systému Tram – train ve vybraných regionech České republiky	48
3.1 Podkrušnohorský triangl Chomutov – Most (Teplice) – Žatec (Louny)	48
3.1.1 Geneze a současnost kolejových drah ve městě Most.....	49

3.1.2	Charakteristika a mohutnost přepravních proudů v regionu	49
3.1.3	Návrh vlakotramvajové linky v relaci Most – Teplice v Čechách	50
3.1.4	Návrh vlakotramvajové linky v relaci Most – Žatec	52
3.1.5	Odhad investičních nákladů navrhované drážní integrace na jihu Mostu – popis metodiky výpočtu	54
3.2	Potenciál realizace systému Tram – train v aglomerační oblasti Liberce	56
3.2.1	Situace tramvajové sítě.....	56
3.2.2	Situace železniční sítě metropolitní oblasti Liberce.....	57
3.3	Úvahy o zřízení systému Tram – train v dalších oblastech České republiky.....	59
4)	Zevrubný návrh řešení obsluhy metropolitní oblasti města Plzně vlakotramvajovou dopravou.....	60
4.1	Napojení celostátní železniční trati č. 160 na tramvajovou trať ve čtvrti Bolevec	60
4.1.1	Stávající nabídka veřejné dopravy v relaci Třemošná – Plzeň.....	61
4.1.2	Ověření propustnosti tramvajové trati v úseku Plzeň, Bolevec – Plzeň centrum	65
4.1.3	Učení hranice pásmování vlakotramvajové linky v úseku Třemošná – Žihle	66
4.1.4	Ověření kapacitní dostatečnosti celostátní trati č. 160 na projektovaný rozsah TT dopravy.....	69
4.1.5	Aproximace stavebních nákladů elektrizace železniční trati č. 160.....	71
4.2	Napojení celostátní železniční trati č. 183 na tramvajovou trať v prostoru Chodského náměstí	71
4.2.1	Stav a stávající organizace drážní dopravy na celostátní železniční trati č. 183.....	72
4.2.2	Plán organizace provozu jednotek TT na trati č. 183	74
4.2	Napojení celostátní železniční trati č. 190 na tramvajovou trať v prostoru obratiště Světovar.....	75
4.3.1	Stav a stávající organizace drážní dopravy na celostátní železniční trati č. 190.....	76
4.3.2	Plán organizace provozu jednotek TT na trati č. 190.....	77
4.3	Napojení koridorové železniční trati č. 170 na tramvajovou síť ve čtvrti Skvrňany.....	78
	Závěr.....	79
	Seznam pramenů:	81
	Seznam obrázků, tabulek a grafů:	83
	Seznam příloh:.....	85
	Přílohy:	86

Seznam zkratk užívaných v diplomové práci:

System / linka TT	system / linka Tram – Train
TK	temeno kolejnice
MK	místní komunikace

Úvod

Plnění společenského požadavku existence funkční přepravní soustavy podmiňuje kontinuální a systematický rozvoj dopravní infrastruktury, jejíž důvodné rozšiřování, zkvalitňování a průběžné adaptování potřebám uživatelů přispívá lokálnímu blahobytu a pro region představuje hospodářský impuls. Stupně přepravního systému kladou odlišné nároky na dopravní prostředky a komunikace vyplývající z hierarchického uspořádání dopravní soustavy charakteristické diferentními úrovněmi komfortu, bezpečnosti a kapacity. Sběrná obsluha aglomeračních teritorií nabízí v oblasti přepravní nabídky významný potenciál optimalizace, jenž je determinován vyvíjející se způsobilostí dopravních módů vyhovět exogenním podmínkám (přírodním, sociálním, politickým aj.) a specifickému přístupu obyvatel lidnatých měst k užívání osobní přepravy; navržení vhodného modu obsluhy hustě obydlené oblasti představuje výzvu s ohledem k nutnosti odpovědného rozboru společenských dopadů různých druhů dopravy, z nichž žádný nelze z veřejného zájmu na lokální úrovni generálně preferovat.

V minulém století z důvodu enormního růstu individuálního automobilismu byly vynakládány významné veřejné prostředky na prodlužování a zkvalitňování silniční sítě; s výjimkou tranzitních železničních koridorů, k jejíž výstavbě se Česká republika zavázala nadnárodní úmluvou, nedoznaly v uplynulých dekáдах let drážní komunikace ani vodní cesty závažné modernizace. V podmínkách místní dopravy není situace optimální v případě vybraných regionálních tratí zaústěných do lokálních urbánních center, jež přes zřetelný potenciál významného dopravního využití, především prostředky příměstské kolejové dopravy, nedokáží, z důvodu patrných nedostatků (vysoké provozní náklady, nízká operabilita, nízká cestovní rychlost spojů, často nepřijatelná docházková vzdálenost mezi stanicí a přirozeným středem poptávaného sídla), uspokojivě konkurovat lokálně organizované veřejné autobusové dopravě; osobní železniční provoz je na řadě tuzemských lokálních tratích vedených v gravitačních oblastech nadregionálních center zachováván jen díky podpoře místních samospráv. Nápravy neradostného stavu určitých regionálních tratí lze dosáhnout rozvojem tzv. vlakotramvajových systémů charakteristických provozní pružností a kladoucími nižší nároky na směrové a sklonové poměry pojižděných tratí; předkládána diplomová práce posuzuje technickou implementovatelnost a společenskou prospěšnost vlakotramvajových systémů potenciálně zřízených k obsluze vybraných regionů České republiky.

1) Dopravní systém Tram – train

Soustava Tram – train představuje dopravní systém integrující celostátní, regionální a městské kolejové infrastruktury provozováním zvláštních drážních vozidel způsobilých přechodnosti mezi primárně nekompatibilními kolejovými sítěmi. Z hlediska návrhových parametrů infrastruktury a elementárních charakteristik užívaných kolejových vozidel lze dopravu Tram – train klasifikovat jako typ lehké kolejové dopravy příznačné relativní subtilností provozovaných drážních vozidel; v ojedinělých případech soustava Tram – train užívá železniční vozidla pojíždějící zvláště upravené městské tramvajové trati. Systémy lehké kolejové dopravy se v komparaci s konvenčními železničními systémy vyznačují následujícími charakteristikami rezultujícími z poměrné lehkosti užívaných vozidel.

- Vyvíjení nižšího nápravového tlaku (cca do 18 t / nápravu)
- Nižší příčné a svislé silové působení na trať
- Možnost využití limitních hodnot nedostatku převýšení
- Nižší spotřeba trakční energie
- Rozmanité příležitosti trasování drah díky možnosti projekce tratí s vyšším sklonem a menšími poloměry oblouků

Systémy lehké kolejové dopravy umožňují investičně příznivě zkvalitnit obsluhu území kapacitním kolejovým prostředkem; novostavby soustav lehké kolejové dopravy jsou typicky budovány v hustě obydlených aglomeracích středně lidnatých měst (50 – 500 tisíc obyvatel), osvědčení moderních, provozně funkčních systémů lehké kolejové dopravy pro obsluhu širší gravitační oblasti vybraných západoevropských sídel zapříčinilo příznivé společenské vnímání regionální železniční dopravy a parciálně přispělo k opětovnému zavedení tramvajové dopravy ve vybraných státech západní části starého kontinentu (Francie, Velká Británie, Nizozemí). Soustava tram – train jako subsystém lehké kolejové dopravy se vyznačuje využíváním existující kolejové infrastruktury; projekce zavedení soustav tram – train jsou vedeny snahou o minimalizaci investičních nákladů na úpravy integrovaných kolejových drah.

Systémy Tram – train se uplatnily v oblastech středně zalidněných aglomerací a konurbací disponujících hustou kolejovou sítí; zavedené diametrální vlakotramvajové linky zde umožnily nabídnout spolehlivá dopravní spojení protilehlých periferních oblastí bez potřeby výstavby nákladných železničních estakád a mimoúrovňových křížení místních komunikací. Systémy Tram – train lze dále uplatnit v případech prolongací regionálních železničních drah,

kde z důvodů náročných morfologických podmínek nebo husté nepropustné zástavby se prodloužení regionální trati formou klasické železniční konstrukce jeví jako ekonomicky nerealizovatelné. Vlakotramvajové systémy jsou již dekády let úspěšně provozovány v německých městech (Karlsruhe, Saarbrücken, Kassel, Zwickau), ve Francii (Lyon), v Nizozemí (Haag) nebo v severovýchodní Anglii (metropolitní oblasti řek Tyne a Wear¹). Přes existenci několika konkrétních projektů zavedení tram – train systému v České republice (Regiotram Nisa, vlakotramvajové spojení Ostrava - Orlová,² novostavba trati Most – Žatec³) nebyla vozidla způsobilá přechodnosti mezi tramvajovou a železniční sítí v tuzemsku dosud organizovaně provozována.

1.1 Kategorizace systému Tram – train

Vzhledem k rozmanitosti druhů kolejové dopravy nabývají hybridní vlakotramvajové systémy spojující funkční kolejové soustavy rovněž řady různorodých podob, jež lze diferenciovat z hlediska několika kritérií; možné členění systémů Tram-train dle vybraných hledisek bude dále rozvedeno.

Hledisko rozdílnosti propojovaných systémů kolejové dopravy:

- a) Systémy integrované (propojené)
- b) Systémy segregované (oddělené)

Integrované vlakotramvajové systémy propojují tramvajovou síť s železničními tratěmi nadále využívanými pro pravidelný provoz železničních vozidel. Integrované kolejové systémy se liší alespoň v jedné základní charakteristice (trakční soustava, limitní hodnoty směrového a výškového vedení tratí, parametry nástupní hrany nástupišť, mimořádně rozchod), jejíž rozdílnost je řešena uzpůsobením vlakotramvajového vozidla způsobilého provozu v odlišných kolejových soustavách, případně je řešena úpravou integrované infrastruktury (zřízení dělených hran zastávkových a staničních nástupišť, vytvoření kolejové splítky).

¹ <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vlakotramvaj>

² LANĚ, F., ONDOVČÁK, P., TREŠL O., PEJŠA, J.: Vlakotramvaj Ostrava – Orlová, alternativa pro rychlou a komfortní veřejnou dopravu na Ostravsku, *Stavební a investorské noviny* 18. 5. 2007.

³ http://zatecky.denik.cz/zpravy_region/vlak_triangle_20070815.html

Segregované vlakotramvajové systémy představují případy propojení legislativně elementárně odlišných kolejových drah, jejichž sdílení umožňuje provoz standardního jednosystémového vozidla (tramvaje či železničního vozidla). Jedná se o případy kupř.: spojení městské tramvajové trati a regionální železnice, v níž bude provozována výhradně tramvajová doprava. Oddělený vlakotramvajový provoz představuje rovněž případ systému, kdy extravilánová trať lehké kolejové dopravy je prodloužena do města a zde vedena v hlavním dopravním prostoru místní komunikace společně s automobilovou dopravou, vykazující tedy základní charakteristiku tramvajové dopravy.

Hledisko množství linek vlakotramvajového systému:

- a) Systémy liniové
- b) Systémy síťové

V případě liniového systému je vybrané území obsluhováno jedinou vlakotramvajovou linkou (případ města Saarbrücken). Obecně lze předpokládat větší provozní náklady na zajištění liniové soustavy než na provozu uschopnění síťové soustavy, v jejímž případě se fixní provozní náklady rozpouštějí ve větším objemu přepravního výkonu.

Hledisko rozsahu obsluhy sídelního celku vlakotramvajovou linkou:

- a) Systémy radiální
- b) Systémy diametrální
- c) Systémy hvězdicovité a plošné

Radiální tram-train systémy zahrnují vlakotramvajové linky vedené z periferie do centra sídla; diametrální linky vycházejí z hraničních částí sídla a protnutím středu města jsou vedeny do protilehlých hraničních oblastí města. Radiální dopravní systémy jsou obecně uplatňovány v případech méně rozlehlých sídel, kde po dosažení středu města lze docílit mezních oblastí obce v přijatelné době pěší docházky. V případě hvězdicovitého uspořádání se trasy linek ve středu obce kříží, vlakotramvajová soustava zde plošně obsluhuje významnou část sídla a slouží potřebám příměstské a rovněž vnitroměstské dopravy.

Hledisko obsluhy tarifních bodů

- a) Systémy vyhrazené obsluhy
- b) Systémy smíšené obsluhy

Systémem vyhrazené obsluhy lze označit případ vlakotramvajové trati obsluhované exkluzivně jedním druhem drážního vozidla. Vlakotramvajové systémy zahrnující trati sdílené více druhy osobních kolejových vozidel jsou kategorizovány jako systémy smíšené obsluhy, jež obecně vyvolávají potřebu řešení způsobu přistavování rozličných drážních vozidel ke sdíleným zastávkovým a staničním nástupištím.

Hledisko použité trakce:

- a) Systémy nezávislé (motorové) trakce
- b) Systémy závislé (elektrické) trakce
 - a. Jednosystémové městské
 - b. Jednosystémové regionální
 - c. Dvousystémové
- c) Systémy hybridní (kombinované)

Provoz vlakotramvajových jednotek nezávislé trakce lze uvažovat například v izolovaných regionálních drážních systémech, kde je neelektrizovaná regionální trať prodloužena drahou vykazující sklonové a směrové parametry tramvajové trati. Jednosystémové městské jednotky jsou napájeny napětíovou soustavou užívanou v tramvajových sítích (600 nebo 750 V DC), regionální jednosystémové jednotky jsou napájeny napětíovou soustavou, jíž je elektrizována užívaná železniční trať (3kV DC / 25 kV 50 Hz AC / 15 kV 16,7 Hz AC). Hybridní vozidla představují elektrické vlakotramvajové jednotky vybavené dieselovým agregátem umožňujícím jejich provoz na neelektrizovaných kolejových drahách.

V dalším textu bude charakterizováno typické vozidlo vlakotramvaje způsobilé přechodnosti mezi elektrizovanou železniční a tramvajovou infrastrukturou.

1.2 Vozidlo Tram – train

Dopravní jednotka Tram – train kloubí přednosti jednak železničního motorového vozu uzpůsobeného pro rychlou a časově náročnou jízdu v extravilánu a jednak městské tramvaje charakteristické lehkostí, schopností vysokého zrychlení a zpomalení a způsobností průjezdu tratí s vysokým podélným sklonem a směrovými oblouky malého poloměru.

Základní charakteristiky a standardní hodnoty vybraných technických parametrů vlakotramvajového vozidla uvádí následující výčet, jež po úpravě vychází z publikace uvedené v poznámce.⁴

- rozchod 1435 mm
- šířka skříně vozu 2,65 m
- široké (dvoukřídle) posuvné vstupní dveře po obou stranách vozidla
- rovnoměrné uspořádání vstupních dveří po délce vozidla
- možnost jízdy podle rozhledových poměrů
- rychlost alespoň 100 km/h
- zrychlení min. $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$, zpomalení min. $1,12 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ provozní brzda a $2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ kolejová brzda
- výška nástupních prostor 330 – 350 mm nad spojnici temen kolejnic
- průjezd směrového oblouku o minimálním poloměru 20 m
- stoupavost 7 %
- přenos signálu vlakového zabezpečovače železnice
- vybavení automatickými spřáhly

⁴ KUBÁT, B., PEJŠA, J., JACURA, M., TREŠL, O.: *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010, s. 297.

1.3 Infrastruktura vlakotramvajové dopravy

Uschopnění provozu vlakotramvajového vozidla mezi diferentními kolejovými systémy provokuje potřebu řešit technické obtíže vyplývající z rozdílů pojížděných tratí. Jednotlivé problematické aspekty zřízení, resp. úpravy vlakotramvajové infrastruktury budou dále podrobněji rozebrány.

1.3.1 Vztah kolo – kolejnice

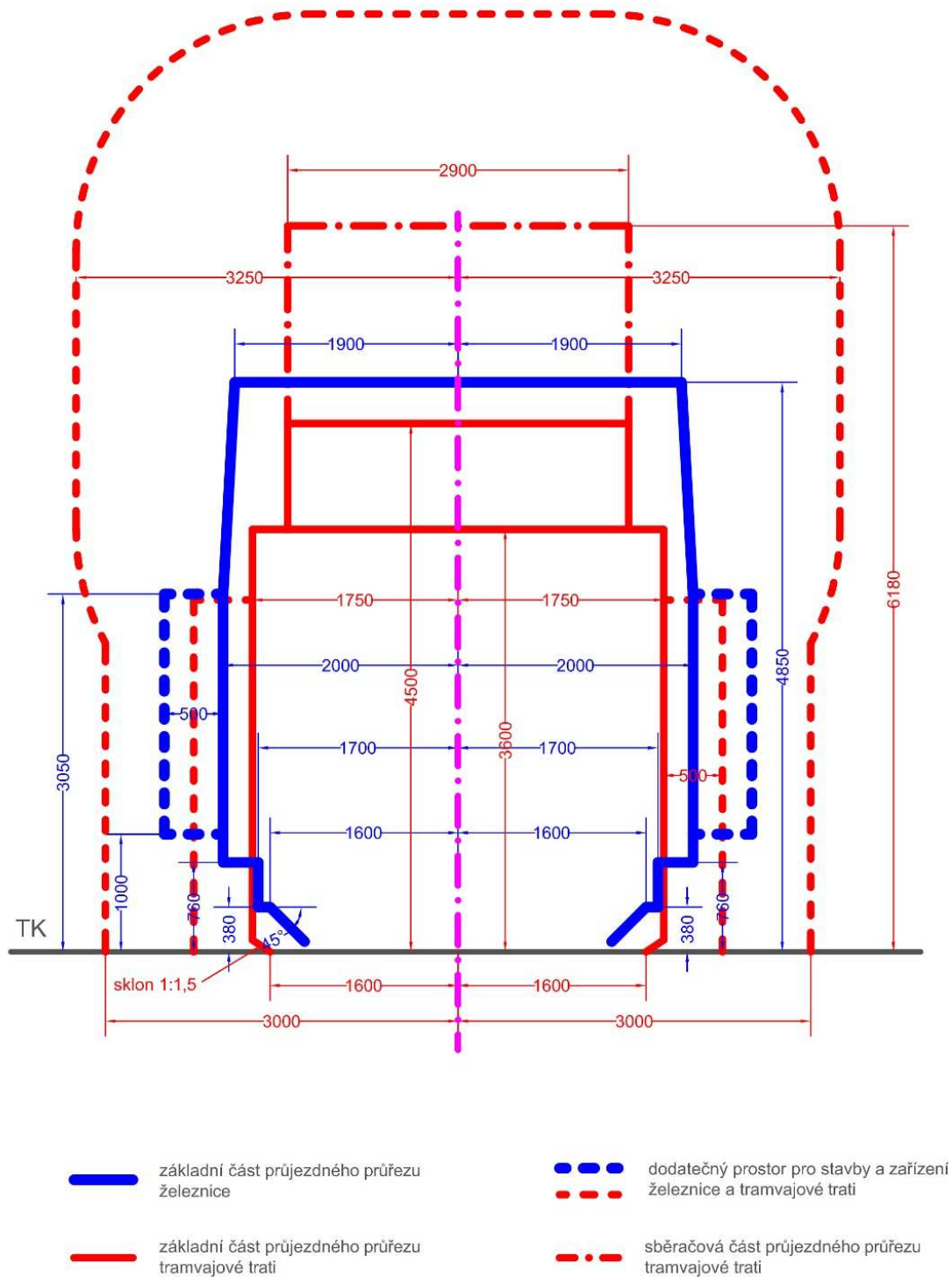
Problematika vztahu temene kolejnice a jízdní plochy, resp. okolku kola vozidla tram- train vyplývá z rozdílnosti konstrukce kolejového svršku železničních a tramvajových tratí. Především z důvodu, aby vlakotramvaj vyhověla legislativním požadavkům na pasivní bezpečnost, vlakotramvajové jednotky vyvíjejí principiálně větší nápravový tlak než tramvaj; relativní těžkost vozidla tram – train vede k potřebě konstrukce silného okolku kola vozidla TT, jemuž musí vyhovovat žlábk pojížděných tramvajových kolejnic. Tloušťce a výšce okolku standardního železničního vozidla konvenují žlábkové kolejnice například typu Ph 37 nebo NP4 vyráběné Pražskými strojírnami⁵ a.s. Obecně v případě pojezdu vignolových a žlábkových tramvajových kolejnic musí být kola vozidla TT přizpůsobena tak, aby náběh okolku kola umožnil průjezd kolejovým rozvětvením a obecně vyhověl tvaru temene kolejnice, tj. aby nadměrně neojížděl a neopotřebovával kolej.

1.3.2 Průjezdny průřez vozidla Tram – train, difference mezi železničním a tramvajovým gabaritem

Obrázek 1 zachycuje srovnání průjezdného průřezu tramvajové trati a železničního průjezdného průřezu UIC-GC dle ČSN 73 4959 na širé trati. Z obrázku 1 vyplývá nulový přesah gabaritu tramvajové trati přes hranice průjezdného průřezu železnice; vozidlo vlakotramvaje provozované na tramvajové trati, jež kinematickým obrysem musí vyhovět průjezdnému průřezu tramvajové trati, proto lze bezpečně provozovat na širém úseku železniční dráhy. Problematika rozdílnosti průjezdných průřezů železničních a tramvajových tratí se projevuje výhradně při navrhování staničních a zastávkových nástupišť zřizovaných pro pravidelné přistavování vlakotramvajů a konvenčních železničních nebo tramvajových vozidel; problematice projektování nástupišť obsluhovaných různými druhy vozidel se věnuje následující subkapitola 3.3.

⁵ <http://pstroj.cz/vymeny/>

Obrázek 1: Srovnání průjezdného průřezu tramvajové trati a železničního průjezdného průřezu UIC - GC



Zdroj: Vytvořeno autorem dle ČSN 28 0318 a ČSN 74 4959

1.3.3 Problematika řešení přestupní vazby vozidlo TT – rozdílně dimenzované nástupní hrany zastávkových nástupišť v ČR

S neexistencí železniční trati pojižděné tramvajovými vlaky v České republice souvisí skutečnost, že v tuzemsku nebyla zpracována technická norma upravující zásady navrhování zastávek a staničních nástupišť sloužících současně pro přistavování vlakotramvají a železničních nebo tramvajových vozů. Tento fakt vede autora předkládaného elaborátu ke shrnutí technických požadavků na projektování nástupišť odděleně pro tramvajové a železniční dráhy. Na základě legislativně předepsaných parametrů železničních a tramvajových nástupišť budou identifikovány ve vztahu k přilehlé koleji limitní parametry nástupní hrany určené pro odbavení typického vlakotramvajové vozidla, jež v případě systému smíšené obsluhy nesmí zasahovat do průjezdného průřezu vozidla organizovaně přistavovaného ke stejné nástupištní koleji. V dalším textu budou uvedeny bazální rozměry tramvajových zastávek a železničních nástupišť dle úpravy technických norem.

1.3.3.1 Základní charakteristiky tramvajové zastávky

Výška nástupní hrany tramvajové zastávky není v normě ČSN 73 6425-1 vymezena hodnotou, nebo intervalem hodnot jako je tomu u zastávek autobusových nebo trolejbusových. Vertikální rozměr je stanovován dle místně užívaného vozového parku a má vyhovovat podmínce, že „výškový rozdíl mezi nástupní hranou a podlahou nízkopodlažního vozidla může být nejvíce 160 mm.⁶“ Publikace kolektivu vedeného docentem Kubátem doporučuje pro novostavby tramvajových zastávek výšku nástupní hrany 200 mm nad temenem kolejnice.⁷ Nástupiště takové výšky jsou navrhovány pro nové, resp. rekonstruované tramvajové zastávky pražské tramvajové sítě; tramvaje provozované pražským dopravním podnikem podmínce výškového rozdílu mezi hranou zastávky a podlahou vozidla konvenují; výška podlahy tramvaje T3 činí 362 mm nad TK, podlaha tramvaje 15 T je ve výšce 350 mm nad TK.

Vzdálenost hrany nástupiště od osy koleje se v přímém úseku navrhuje v rozmezí <1300; 1350> mm.

⁶ ČSN 73 6425-1, s. 28.

⁷ KUBÁT, B., PEJŠA, J., JACURA, M., TREŠL, O.: *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010, 65.

1.3.3.2 Základní charakteristiky železničního nástupiště

Železniční nástupiště je dle normy ČSN 73 4959 navrhováno ve výšce 550 mm nad spojnici TK. Norma rovněž připouští výšku hrany 380 mm v případě dráhy, na níž jsou provozovány nízkopodlažní vozidla s výškou nástupních prostor nižší než 550 mm nad TK. Publikace docenta Kubáta pokládá za obecně nevhodné takové nástupiště, jež je vyšší než úroveň podlahy přistavovaného vozidla.⁸ Pro odbavení vozidla s podlahou výšky 550 mm nad TK vybaveného výklopným stupněm či výsuvnou šikmou plošinou doporučuje citovaná literatura výšku nástupiště 350 mm nad TK.⁹ Pro úplnost lze dodat skutečnost, že ve většině nerekonstruovaných stanicích na regionálních tratích výška nástupní hrany nástupišť dosahuje podstatně nižších hodnot než 350 mm nad TK.

Obrázek 2: Přípojný vůz řady 010 ve stanici Kouty nad Děsnou – ukázka nevyhovující výšky nástupní hrany (cca 200 mm nad TK)



Zdroj: uvedeno v poznámce¹⁰

⁸ KUBÁT, B., PEJŠA, J., JACURA, M., TREŠL, O.: *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010, 65. s. 294.

⁹ Týž zdroj jako 8, s. 293.

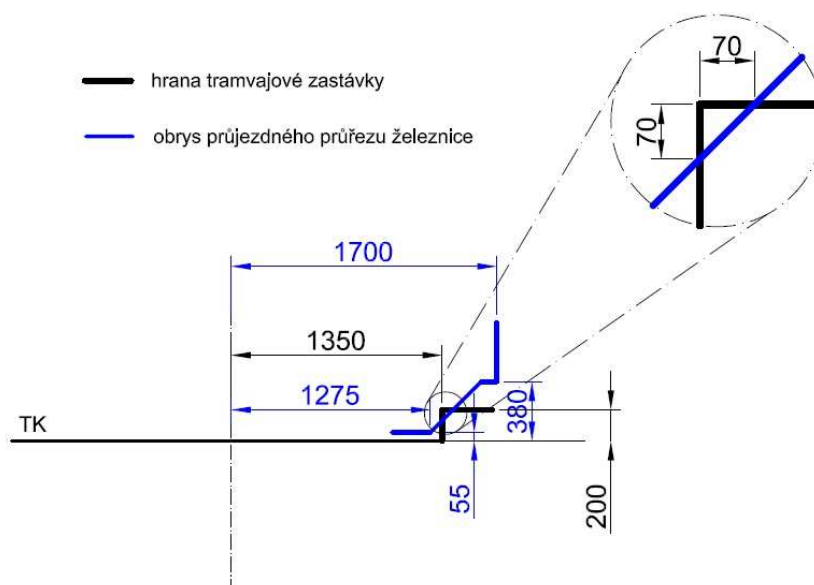
¹⁰Fotografie pořízena Radimem Holišem,
zdroj:http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BDeleznice_Desn%C3%A1.

Dle normy ČSN 73 4959 je nástupní hrana výšky 550 mm vzdálená 1670 mm od osy přilehlé přímé koleje. V případě nástupiště výšky menší 380 mm má být vzdálenost od osy přímé koleje 1650 mm. V případě zastávky projektované v traťovém oblouku o poloměru v intervalu <300;1500> m je nutné vzdálenost hrany nástupiště od osy koleje upravit dle odstavce 5.2 normy ČSN 73 4959.

1.3.3.3 Porovnání železničního a tramvajového gabaritu v zastávce, prověření možnosti průjezdu železničního vozidla tramvajovou zastávkou

Překrytí železničního a tramvajového gabaritu přes bokorys popsaných standardních železničních a tramvajových nástupních hran prokázalo zásahy tramvajové zastávky do průjezdného průřezu železnice a analogicky přesahy železniční nástupní hrany do průjezdného průřezu tramvaje. Objevené kolize obrysů průjezdných průřezů a nástupních hran lze klasifikovat jako poměrně malé. Detail v obrázku č. 3 indikuje, že v nízkých partiích diagonální hranice průjezdného průřezu železnice přesahuje nástupní hranu tramvaje v horizontálním a vertikálním směru o 7 cm.

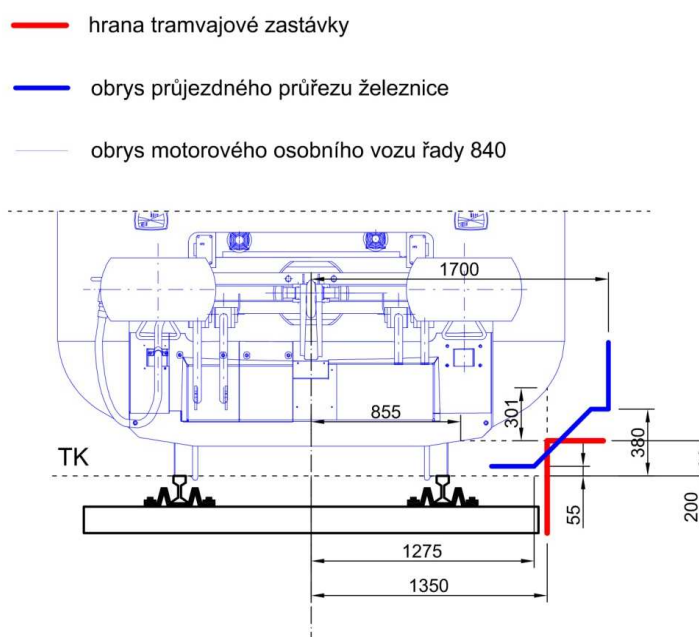
Obrázek 3: Zásah obrysu železničního průjezdného průřezu do tramvajové nástupní hrany



Zdroj: vytvořeno autorem

Přes přesah znázorněný na obrázku č. 3 nebrání 20 cm vysoká hrana vzdálená 135 cm od osy koleje průjezdu železničního motorového vozu. Prostorovou rezervu mezi obrysem vozidla řady 840, reprezentujícího moderní motorový vůz provozovaný na řadě tuzemských regionálních tratích, a popsanou tramvajovou hranou zachycuje obrázek č. 4. Ilustrace indikuje možné zvýšení nástupiště nekolidujícího s obrysem motorového vozu až o 30 cm. Provedené překrytí železničního gabaritu přes příčný řez tramvajové zastávky a následné porovnání obrysu vozidla regionální železniční dopravy s hranou tramvajového nástupiště potvrzuje předpoklad, že standardně dimenzované tramvajové nástupiště neomezuje průjezdnost železničních motorových vozů; organizované zajíždění železničních vozidel na tramvajovou infrastrukturu nevyžaduje zásadní úpravy tramvajových nástupišť.

Obrázek 4: Detail dispoziční rezervy mezi motorovým vozem řady 840 a tramvajovým nástupištěm



Zdroj: vytvořeno autorem

V dalším textu budou při respektování zrekapitulovaných českých normativních požadavků na parametry kolejových nástupišť prozkoumány možné způsoby řešení obratu cestujících z vlakotramvajových vozidel na nástupištích určených rovněž k odbavení tramvají, resp. železničních vozidel.

1.3.3.4 Modus řešení odbavení vozidel Tram – train na tramvajových a železničních nástupištích

Návrhy realizace kombinovaného nástupiště se soustředí na prošetření možností odbavení vlakotramvajového vozidla na standardním železničním nástupišti; je uplatněn předpoklad, že v případě pohybu vozidla TT na tramvajové síti bude vlakotramvajové vozidlo přizpůsobeno místním parametrům tramvajových nástupních ostrovů, tedy především, že šířka vozidla TT bude korespondovat s šířkou normálních tramvají provozovaných na místní městské kolejové infrastruktuře. V případě identické šířky skříní vozidel TT a tramvají nehrozí kolize prostředku TT s tramvajovým nástupištěm; výšky podlah vozidel TT a tramvají lze obecně pokládat za shodné (princiálně 350 mm nad TK).

Obrázek 5: Úrovňový nástup do vozidla TT v intravilánovém úseku vlakotramvajové linky v Saarbrücken (nástupní hrana 350 mm nad TK)



Zdroj: Fotografie pořízeny autorem

Přistavení vlakotramvajové jednotky k železničnímu nástupišti lze v zásadě řešit dvěma způsoby. První způsob řešení spočívá ve využití vozidla TT vybaveného výklopným nebo výsuvným stupněm, resp. šikmou výsuvnou plošinou zajišťujícími bezpečné překonání široké mezery mezi vozidlem a železničním nástupištěm (35 až 42 cm); druhý způsob řešení obsluhy vozidla TT z železničního nástupiště předpokládá zřízení zvláštní dělené nástupní hrany umožňující pohodlný obrat cestujících z rozdílných druhů drážních vozidel a současně neohrožující průjezd širokých železničních vozů. Přibližovací mechanismus vozidla lze pokládat za relativně náchylný k porouchání, na druhou stranu úpravy zastávkových nástupišť na celé železniční síti pojižděné jednotkami TT vyžadují významné investiční prostředky.

Využití výsuvného stupně z vozidla představuje elegantní řešení odbavení souprav TT na železničních sítích, v nichž lze zajistit úroňový přechod mezi vozidlem TT a železničním nástupištěm, tj. typicky na železničních sítích, na nichž jsou železniční nástupiště zřízena ve výšce 350 mm nad TK (Německo, viz obrázek č. 6 realizace zastávky ve městě Saarbrücken). Vzhledem k uvedené poučce o nepohodlném sházení do vozidla s podlahou výrazně nižší, než je výška nástupiště, nelze v podmínkách České republiky (výška železničního nástupiště 550 mm nad TK oproti standardní výšce podlahy vozidla TT 350 mm) využití výsuvného nebo výklopného stupně doporučit. V dalším textu budou popsány přípustné konstrukce kombinované nástupní hrany umožňující současné odbavení standardní vlakotramvaje a železničního vozidla.

Obrázek 6: Úroňový nástup do vozidla TT v extravilánovém úseku vlakotramvajové linky v Saarbrücken (nástupní hrana 350 mm nad TK)



Zdroj: Fotografie pořízeny autorem

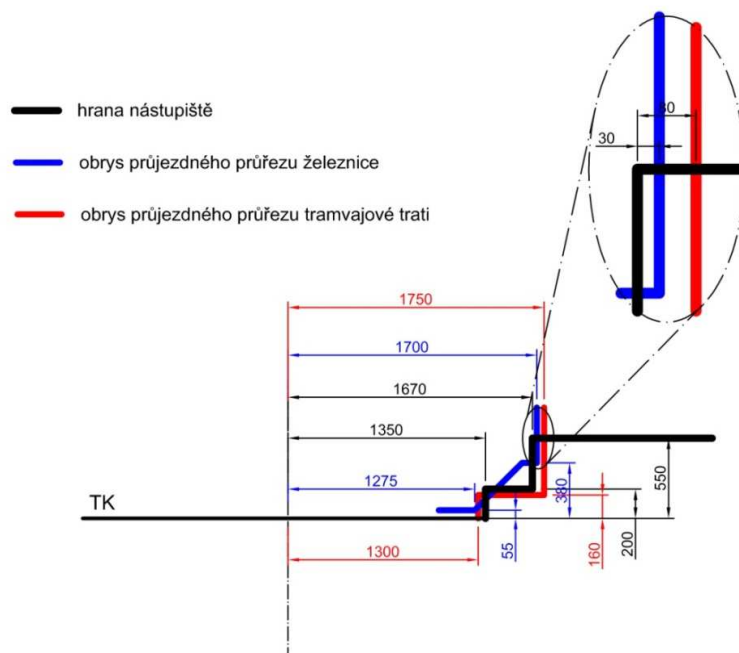
Již komentovaný obrázek č. 4 prokázal, že tramvajové nástupiště standardní výšky 200 mm nad TK odsazené od osy přilehlé koleje v nejvyšší přípustné vzdálenosti (1 350 mm) neomezuje průjezdnost železničního motorového vozu navzdory minimálním zásahům tramvajového nástupiště do železničního gabaritu. Zřízení kombinované příčně dělené nástupní hrany, jejíž transversální řez je zachycen v obrázku 4 (situace zpracována v příloze 1), je vzhledem ke kolizím s železničním průjezdným průřezem podmíněno zavedením zvláštního provozního režimu v segmentu železnice užívaném vlakotramvajovou linkou povolujícího vjezd pouze vozidlům se speciálně ověřenou přechodností, jejichž skříň bezpečně neohrožuje zvláště zkonstruovaná kombinovaná nástupiště. Obrázek č. 4 indikuje, že sdílení železnice

vybraným vozidlem řady 840 nebrání zřízení vlakotramvajového nástupiště s mezními rozměry výšky 350 mm nad TK a vzdálenosti 1300 mm od osy koleje.

Alternativa projekce vlakotramvajového nástupiště vytvořením podélně dělené nástupní hrany se v podmínkách České republiky jeví jako nerealizovatelná; příčný řez na obrázku č. 5 ukazuje, že nástupiště složené ze standardní železniční a tramvajové hrany nelze navrhovat z důvodu vzniklého nepřijatelně rozměrného schodu (výška 35 cm, šířka 32 cm) mezi nástupní hranou pro tramvaje a železniční vozy. Eventuálním snížením železniční nástupní hrany na normou v důvodných případech přípouštěnou výšku 380 mm nad TK se nástupištní schod snižuje na přijatelných 18 cm, příčný řez kombinovaného nástupiště se sníženou železniční nástupištní hranou ukazuje obrázek č. 6 (situace zpracovaná v příloze 2). Vzdálenost mezi obrysem vlakotramvajové jednotky a železničním nástupištěm definovaným českou normou se jeví jako dostatečná pro nekolizní otevírání dveří vlakotramvajových souprav vně vozidlo; tato vzdálenost činí 42 cm v případě vozidla šířky 2,5 m (vnitřní uspořádání sedadel 2+1), resp. 35 cm v případě vlakotramvajového vozidla šířky 2,65 m (uspořádání sedadel 2+2).

Řešení vlakotramvajového nástupiště s neměnnou výškou 350 mm nad TK umožňujícího přistavení železničního vozidla (jinak kolidujícího s relativně blízkou vlakotramvajovou hranou) nabízí zřízení kolejové splítky vzdalující odbavované železniční vozidlo na potřebnou vzdálenost 1 670 mm mezi osou nástupištní koleje a nástupní hranou (řez řešení zachycen na obrázku 6b; situace popsaného řešení zpracovaná v příloze 3).

Obrázek 7: Zvětšení zásahu železničního a tramvajového zastávkového průjezdného průřezu do železničního nástupiště

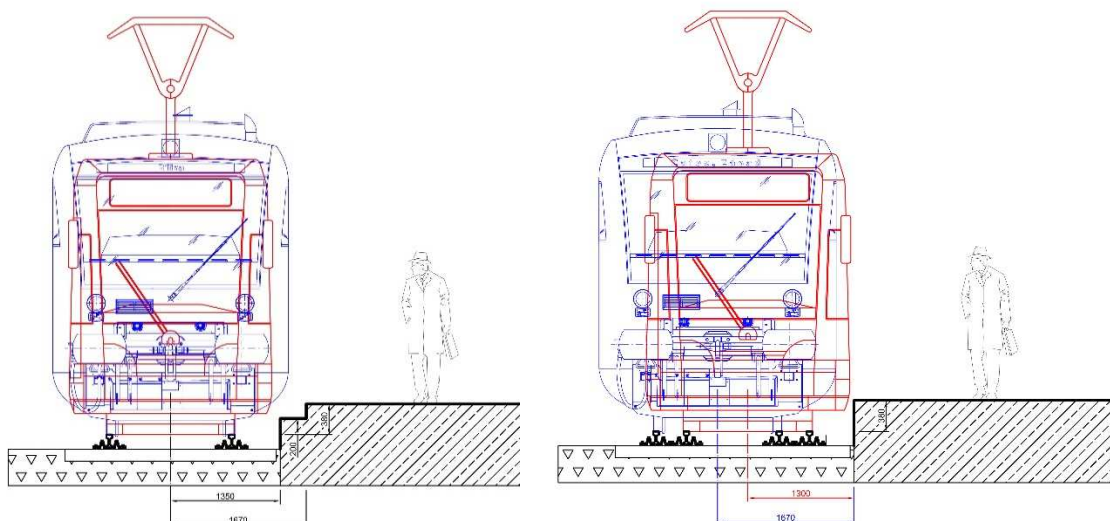


Zdroj: vytvořeno autorem

Obrázek 8: Příčné řezy přípustných řešení kombinovaného nástupiště

a) Podélně dělená nástupní hrana

b) Nástupní hrana s přilehlou splítkou



Zdroj: vytvořeno autorem

1.3.4 Trakční soustavy vozidel Tram - train, sdělovací a zabezpečovací zařízení sdílených tratí

Vozidlo tram – train závislé trakce musí být způsobilé provozu pod různými napájecími soustavami. Severní část České republiky, včetně pražského železničního uzlu, je elektrizována napěťovou soustavou 3kV DC; na jižní části železniční sítě České republiky byla zavedena vývojově mladší trakční soustava 25 kV 50 Hz. Z důvodu nemožnosti spolehlivého uzemnění prvků trakčního vedení v intravilánové zástavbě jsou městské kolejové sítě zpravidla elektrizovány relativně nízkým stejnosměrným napětím, principiálně 600, nebo 750 V. Nejednotnost trakčních elektrických soustav kolejových drah klade suplementární nároky jednak na vlakotramvajová vozidla, nutně vybavena transformátorem převádějícím střídavý proud z železniční trakce na stejnosměrné trakční motory tramvajových vozidel, a jednak na infrastrukturu. Spojení železniční a tramvajové dráhy musí být realizováno v přímém horizontálním úseku vlakotramvajové trati umožňujícím ukončení jednotlivých trolejových vedení v dostatečné vzdálenosti tak, aby *nedocházelo k vzájemnému ovlivňování napěťových soustav a vzniku indukovaného napětí*.¹¹

Vozidlo Tram – train musí být rovněž způsobilé komunikace s železničním a současně tramvajovým zabezpečovacím a sdělovacím zařízením, jež lze v obecné rovině pokládat za nekompatibilní. Jízda tramvajového vlaku není na dvoukolejných intravilánových úsecích zvláště zabezpečena, jízda se realizuje v časové soustavě dle pevného jízdního řádu, vozidlo je řízeno dle rozhledových poměrů. Železniční provoz je zabezpečen dálkovou kontrolou usměrňující jízdy vlaků v izolovaných prostorových oddílech železničních tratí.

¹¹ KUBÁT, B., PEJŠA, J., JACURA, M., TREŠL, O.: *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010, s. 294.

2) Charakteristiky a význam realizací vlakotramvajových systémů v Evropě

Za dobu téměř dvousetleté existence kolejové dopravy v Evropě vzniklo množství rozmanitých drážních systémů projektovaných s ohledem na účel zavedení, místní urbanistické a morfologické podmínky a předpokládanou intenzitu provozu drážní dopravy. Rozšiřování kolejových systémů v průmyslových a hustě obydlených oblastech způsobilo postupem času komplikace v projekci nových kolejových tratí, jež v husté komunikační síti nebylo možné optimálně trasovat. V hospodářsky vyspělých regionech Evropy se po dekáдах let zintenzifikující se drážní infrastruktury začaly kolejové systémy redukovat, typicky městské sítě hromadné kolejové dopravy ustoupily velkoryse dimenzovaným silničním komunikacím vedeným v městské zástavbě. Ve stejné době, v polovině dvacátého století, byly ve vybraných městech západní Evropy zřízeny unikátní kolejové systémy, jež stávající kolejové dráhy nerušily, nýbrž vznikly technickým spojením původně nekompatibilních kolejových tratí; synergicky bylo dosaženo zkvalitnění nabídky veřejné přepravy za cenu příznivých investičních nákladů. Následující kapitola diplomové práce uvádí příklady úspěšných integrací systémů kolejových drah, jež byly za posledních 50 let v Evropě realizovány.

2.1 Systém Tram – train ve městě Karlsruhe

Systém vlakotramvajové dopravy v Karlsruhe představuje dějinně první technickou integraci kategoricky rozdílných drážních subsystémů, jež byla ve světě provedena; společenskou prospěšnost a funkční udržitelnost vlakotramvajového systému v Karlsruhe prokázaly již desítky let úspěšného provozu. Proslulost a inspirativní význam hybridní drážní soustavy v Karlsruhe dokládá skutečnost, že slovní spojení „Karlsruhský model“ je v řadě zemí synonymem pro systém vlakotramvajové dopravy, tedy obecně pro dopravní systém užívající vícesystémová vozidla způsobilá přechodnosti mezi původně segregovanými kolejovými infrastrukturami.

2.1.1 Základní demografické charakteristiky, poloha města Karlsruhe

Karlsruhe s přibližně 299 tisíci obyvatel představuje třetí nejlidnatější město spolkové země Bádensko – Württenbersko; město se nachází v blízkosti francouzsko-německé hranice vymezené řekou Rýn. Aglomerace města se rozkládá na ploše 30 tis. km² a dosahuje

aproximativně 1,3 mil. obyvatel.¹² Město bylo založeno na zelené louce v roce 1715, uliční uspořádání historického centra se vyznačuje geometricky pravidelným půdorysem; společenský význam obce dokládá množství spolkových institucí, jež ve městě sídlí, mezi takové instituce se mj. řadí Nejvyšší spolkový soud pro kriminalitu, jeden z pěti nejvýznamnějších soudů v SRN.¹³

2.1.2 Historický vývoj veřejné dopravy v Karlsruhe, motivy geneze vlakotramvajového systému

Rostoucí populace města ve druhé polovině 19. století způsobená rozvojem lokálního těžebního a zpracovatelského průmyslu vyvolala potřebu zajištění organizované veřejné dopravy umožňující efektivní pohyb práceschopného obyvatelstva. V roce 1877 byla ve městě zprovozněna první koněpřežná trať spojující náměstí Gottesauer s Mühlbergerskou branou; ve shodném roce byly zřízeny dvě odbočné tratě, první byla ukončena v blízkosti hlavního železničního nádraží, druhá ve středu předměstí Mühlburg; městské koněpřežné dráhy byly zbudovány v normálním rozchodu.¹⁴ V roce 1881 byla zřízena městská trať délky 4 km spojující Karlsruhe s obcí Durlach, z důvodu relativně významné délky tratě byla dráha obsluhována parními tramvajemi. Veřejná doprava v konfiguraci rozvětvené koněpřežné trati v centru Karlsruhe a izolované tramvajové dráhy na předměstí zůstává beze změny do konce 19. století; přes nepříznivé hospodářské výsledky provozu osobní dopravy počet cestujících užívajících veřejnou dopravu v Karlsruhe stabilně roste, z 1,6 milionu odbavených cestujících v roce 1882 na 3,6 milionu cestujících v roce 1899.¹⁵ Vozový park městského dopravního podniku sestával na sklonku 19. století z 5 parních lokomotiv, 46 koní a 15 vlečných vozů.¹⁶ V roce 1900 byly soupravy animální trakce nahrazeny elektrickými tramvajemi; regionální trať Karlsruhe – Durlach byla elektrizována, intravilánovou sítí v Karlsruhe obsluhovaly zpočátku tramvajové vozy vybavené nabíjecími akumulátory, v roce 1903 byla na městských tratích rovněž zavedena elektrická trakce¹⁷.

¹² KUBÁT, B., PEJŠA, J., JACURA, M., TREŠL, O.: *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010, s. 231.

¹³ http://www.bundesverfassungsgericht.de/DE/Homepage/homepage_node.html

¹⁴ http://www.karlsruhe.de/b3/bauen/sanierung/oststadt/HF_sections/content/ZZjW1idMFeXfZ2/ZZjW1izvJuQZsm/Teil1.pdf

¹⁵; https://de.wikipedia.org/wiki/Stadtbahn_Karlsruhe

¹⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Karlsruhe_Local_Railway

¹⁷ http://www.vbk.info/fileadmin/user_upload/vbk/Dokumente/Geschaeftsberichte/GB_VBK_2012.pdf

Popis dějinných souvislostí spjatých se vznikem hybridní dopravy v Karlsruhe musí postihnout soudobé aktivity soukromé společnosti Albtalské dráhy (Albtalbahn), jež nezávisle na rozvoji tramvajové sítě v Karlsruhe buduje od 70. let 19. století železniční trať vedenou v údolí řeky Tal mezi Karlsruhe a turisty vyhledávanými lázněmi Bad Herrenbad.¹⁸ Z hlediska historického vývoje spojení železniční a tramvajové sítě v Karlsruhe je Albtalbahn pozoruhodná tím, že se jedná o první souvislou železniční trať napojenou na tramvajovou síť v Karlsruhe. Svěbytný historický vývoj a geografické vedení Albtalské dráhy bude dále detailněji rozvedeno.

Na úrovni 7. km ve směru staničení od Karlsruhe tzv. Albtalská dráha prochází městem Ettlingen, druhým nejlidnatějším sídlem v okrese Karlsruhe; v obci se vyskytuje řada provozů papírenského průmyslu nadregionálního významu. Město Ettlingen dosahuje dnes populace aproximativně 39 000 obyvatel. Albtalská trať byla v úseku Karlsruhe – Bad Herrenbad zprovozněna 2. července roku 1898, přípojná trať navazující na Albtalbahn v obci Busenbach vedoucí dále do Ittersbachu byla uvedena do provozu o rok později; tratě jsou navrženy v rozchodu 1000 mm; v úseku Ettlingen – Busenbach je vytvořena splítka umožňující průjezd nákladních vlaků normálního rozchodu¹⁹. Ve snaze o eliminaci kouře parních lokomotiv z městské zástavby je trať v úseku Karlsruhe – Ettlingen elektrizována stejnosměrným napětím 550 V, elektrizace byla realizována již v roce 1898. Elektřinu do traťové napájecí soustavy dodávala nízkovýkonná uhelná elektrárna zbudovaná v místní části Seehof mezi stanicemi Ruppur a Ettlingen. Elektrická trakce osvědčená deseti lety provozu v terminálním segmentu trati Karlsruhe – Ettlingen je v roce 1910 zavedena v celé délce albtalské dráhy, vzhledem k relativní délce trati je dráha elektrizována střídavým napětím jmenovité hodnoty 8 kV kmitočtu 25 Hz; elektřina pro potřeby regionální železnice je nadále generována v elektrárně Seehof. Osobní dopravu na Albtalské trati provozuje Společnost bádenských místních drah (Badische Lokal Eisenbahnen Aktiengesellschaft – BLEAG).²⁰

V desátých letech minulého století je severní terminus Albtalské dráhy opakovaně přemístěn z důvodu stavebních úprav hlavního železničního nádraží v Karlsruhe a souvisejících změn vedení linek návazných dopravních módů. Původní konečná stanice Albtalské dráhy

¹⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Alb_Valley_Railway

¹⁹ <https://books.google.cz/books?/> Bahnromantik im Schwartwald

²⁰ <http://www.krebsbachtal-bahn.de/seite/99881/geschichte.html>

v Karlsruhe je za účelem zřízení nové tramvajové trati nejprve delokalizována z Ettlíngerské ulice na Beiertheimerovu třídu, půl roku později je konečná stanice přemístěna západněji do oblasti mezi Beiertheimerovu třídu a ulici Bahnhofstrasse, kolej ústící do nové koncové stanice je vedena po zemním tělese nevyužívané železnice Rýnských drah vedoucí z Karlsruhe do Durmersheimu. Od roku 1915 je konečná stanice Albtalbahn přemístěna do ulice Eberstrasse. Jednotlivé historické polohy konečné stanice Albtalbahn zachycuje obrázek 9.

Obrázek 9: Dějinný vývoj polohy koncové stanice dráhy Albtal v Karlsruhe



Zdroj: vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: mapy.cz)

Do začátku druhé světové války je městská kolejová síť Karlsruhe postupně rozšiřována, tramvajové tratě jsou zavedeny do nových městských čtvrtí (Oststadt, Südweststadt, Weststadt); realizace návrhů prolongace tramvajových drah z první poloviny dvacátého století naráží na rozvíjející se železnici, jejíž mimoúrovňové křížení s tramvajovými tratěmi lze v husté uliční zástavbě obtížně projektovat. Počet cestujících přepravených dopravním podnikem Karlsruhe se nadále zvyšuje, v roce 1919 je vykázáno 51 milionů převezených osob, ve dvacátých letech minulého století v období, kdy Německo postihuje bezprecedentní růst agregátní cenové hladiny, počet přepravených cestujících krátkodobě klesá na 20 milionů osob za rok, na konci dvacátých let minulého století se přepravní výkon dopravního podniku stabilizoval na 40 miliolech ročně přepravených pasažérů.²¹ Před druhou světovou válkou jsou zřízeny tramvajové tratě do obcí Knielingen, Daxlanden a Rintheim, rovněž je realizováno spojení do místní části Rheinstrandbad, jejíž plavecký bazén zpřístupněný veřejnosti v roce 1929 poutá množství lidí k pravidelné návštěvě. Na trati do Rheinstrandbadu je osobní doprava

²¹ <http://www.avg.info/unternehmen/geschichte.html>

provozovaná do roku 1997, z důvodu relativně řídkého osídlení oblastí podél trati je doprava organizována vždy pouze v letním období, kdy trať využívají výletníci při cestě na plovárnu.²²

Po pumovém náletu v roce 1941 je tramvajová síť v Karlsruhe rozsáhle poškozena, vedle infrastrukturálních škod je explozemi marginálně zasažen vozový park dopravního podniku; kolejová doprava v rozsahu z předválečného období je ve městě obnovena v roce 1950.²³ Strukturální změny národního hospodářství a nové společenské tendence doprovázené v 50. letech (individualismus) se obecně projevují suburbanizací německých měst, v případě Karlsruhe je míra vysídlování obyvatel za hranice města relativně zesílena z důvodu delokalizace řady výrobních provozů do industriálních areálů vzniklých na zelené louce za městem; zvyšující se úhrnná výrobní kapacita závodů situovaných na periferii Karlsruhe vytváří množství nových pracovních příležitostí, jež do města přivádějí lidi z dalekých regionů; příchozí pracovníci se majoritně usídlují v moderních bytových sídlištích za městem. Kromě rostoucí populace a popsaneého migračního trendu modifikuje konfiguraci zdrojů a cílů poptávky veřejné dopravy zvyšující se konkurenceschopnost individuálního automobilismu vyvolaná jednak příznivými cenami vozidel a pohonných hmot a jednak ameliorací silniční sítě, jejíž systematické zkvalitňování umožňuje dosažení vzdálených sídel v cestovní době srovnatelné s vlakem.

Přes rostoucí počet přepravených osob vykazuje provoz drážní dopravy na Albtalské dráze v meziválečném období nepříznivé hospodářské výsledky; ekonomické těžkosti soukromého dopravce prohloubené dopady hospodářské recese západní Evropy ve třicátých letech dvacátého století vedou k zániku společnosti BLEAG v roce 1933 a k převzetí Albtalské dráhy privátní společností Německých železničních drah (Deutsche-Eisenbahn-Betriebs-Gesellschaft - DEBG), jež ve spolkové zemi Bádensko – Würtensbersko provozuje osobní drážní dopravu na 265 km železničních tratí.²⁴ Přes pořízení nových provozně hospodárných vlaků se dopravci DEBG nedaří snížit ztrátovost trati Albtal; ekonomické obtíže soukromého dopravce zesílené po druhé světové válce potřebou získat finanční prostředky na nápravu technického stavu trati Albtal rezultují v akvizici dráhy městem Karlsruhe připraveným ztrátovou dopravu na trati dotovat.²⁵ Karlsruhská municipalita usiluje o zachování osobní železniční dopravy zejména

²² <http://www.avg.info/unternehmen/geschichte.html>

²³ https://en.wikipedia.org/wiki/Alb_Valley_Railway

²⁴ <http://www.krebsbachtal-bahn.de/seite/99881/geschichte.html>

²⁵ http://ivv.tuwien.ac.at/uploads/media/Karlsruhe_Geschichte-Verker_tor

v úseku Karlsruhe – Ettlingen; současně si radnice uvědomuje, že za účelem efektivní organizace obsluhy předmětné relace vlakem bude nezbytné odstranit přestupní vazbu v konečné stanici Albtalbahn, v níž cestující směřující do centra Karlsruhe přestupují na tramvajové vlaky. Na základě doporučení vzešlého z odborného posouzení variant realizace přímého kolejového spojení Karlsruhe – Ettlingen se autority města Karlsruhe rozhodují využít v maximální míře stávající kolejovou infrastrukturu a schvalují unikátní projekt propojení regionální železniční trati s městskou tramvajovou sítí za účelem zavedení na integrované trati radiální linky drážní dopravy; odvážné rozhodnutí města Karlsruhe lze ve světovém kontextu vnímat za historický mezník vzniku systému Tram – train.

Pro zajištění přechodnosti tramvajových vozidel na regionální železnici Karlsruhe – Bad Herrenbad byl rozchod Albtalské trati postupně rozšířen na normální rozchod, trať byla rovněž elektrizována napětíovou soustavou užívanou na tramvajové síti v Karlsruhe, tj. 750 V SS. Zajištěním provozu osobní dopravy na vlakotramvajové trati byla pověřena organizace Dopravní společnosti údolí řeky Tal (*Albtal – Verkehrs – Gesellschaft – AVG*) založená společně městem Karlsruhe a regionální radou spolkové země Bádensko – Württenbersko²⁶. Splynutím správce Albtalbahn společnosti AVG do Městského dopravního podniku Karlsruhe (*Verkehrsbetriebe Karlsruhe – VBK*) v roce 1972 je dosaženo konečné technické a tarifní integrace dvou původně nekompatibilních drážních systémů. V 60. letech je upraveno směrové vedení trati umožňující zvýšit traťovou rychlost na 80 km / h²⁷. Přestože po provedených úpravách je Albtalská dráha dopravně-technicky kategorizovatelná jako extravilánová tramvajová trať, resp. jako lehká železniční trať, je Albtalská dráha, podobně jako později další regionální železnice napojené na tramvajovou síť, nadále legislativně vedena jako regionální železniční trať.

2.1.3 Stávající síť vlakotramvajových tratí v regionu Karlsruhe, organizace dopravy Tram-train v oblasti

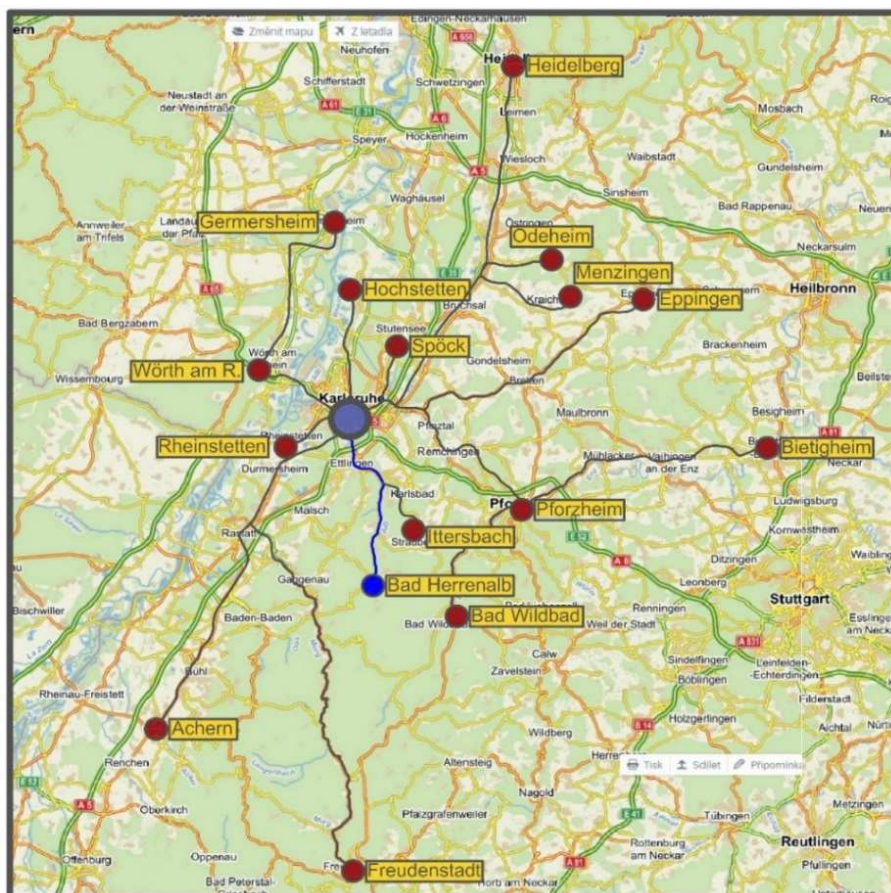
Délka sítě vlakotramvajové soustavy v regionu Karlsruhe, označované jako Stadtbahn, dosahuje 574 km. V oblasti je provozováno 13 linek tram – train, jež jsou zajišťovány dopravcem AVG společně s dopravním podnikem města Karlsruhe; spojení z obcí Pforzheim a Bretten do města Bietigheim – Bissingen provozuje národní železniční dopravce Deutsche

²⁶ <http://www.avg.info/unternehmen/geschichte.html>

²⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Alb_Valley_Railway

Bahn. Na vlakotramvajové síti se vyskytuje celkem 379 zastávek (pro srovnání v Praze bylo v roce 2015 užíváno 296 tramvajových zastávek²⁸). V roce 2012 vlakotramvajový systém Karlsruhe přepravil 74 miliónů cestujících (pro srovnání přepravní výkon Dopravního podniku hl. města Prahy činil v roce 2014 asi 370 milionů pasáží). Směrování jednotlivých vlakotramvajových linek zachycuje obrázek 10, modrou barvou je v obrázku zvýrazněna první linka Karlsruhského Tram – train systému, jejímž dějinným souvislostem vzniku byla věnována část předchozí subkapitoly. Veškeré kolejové dráhy zahrnuté do systému Stadtbahn mají normální rozchod, tramvajové trati ve městě Karlsruhe jsou elektrizovány napětím 750 V DC, na integrovaných regionálních železničních drahách je zavedena místně standardní napěťová soustava 15kV / 16,7 Hz AC. Příhodnost metropolitní oblasti Karlsruhe pro zřízení vlakotramvajového systému spočívá jednak v popsané vhodně konfigurované kolejové síti regionu a jednak ve velkém počtu blízkých lidnatých měst (Pforzheim, Ettlingen), jež se populací blíží centru metropolitní oblasti, městu Karlsruhe.

Obrázek 10: Síť vlakotramvajových linek v regionu města Karlsruhe



Zdroj: vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: mapy.cz)

²⁸ <http://www.doprava.cz/prahasez.php>

Za účelem stanovení základních provozně – technických parametrů Karlsruhé integrované dopravní soustavy, jejichž hodnoty poslouží jako modelové hodnoty k posouzení míry provozní udržitelnosti a společenské přínosnosti hodnocených projektů vlakotramvajových systémů v České republice (náplň kapitoly 3 diplomové práce), byly pro jednotlivé TT linky v gravitační oblasti města Karlsruhe určeny základní provozně – technologické charakteristiky, jež shrnuje tabulka 1. V případě kalkulace jízdních dob, resp. jízdních rychlostí vozidel TT byla uvažována akcelerace a decelerace vozidel hodnoty $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Tabulka 1: Cestovní doby a orientační jízdní rychlosti spojů obsluhujících koncové stanice tratí Tram – train v regionu Karlsruhe

Výchozí stanice vlakotramvajové linky	Linka	Délka linky TT [km]	Počet obyvatel výchozí obce	Aproximativní počet obyvatel v oblasti obsluhované TT linkou	Průměrný počet obyvatel ve spádové oblasti jedné zastávky	Cestovní doba [min]	Cestovní rychlost [km/h]	Určená jízdní rychlost [km/h]
Achern	S 4	49	24 600	156 629	11188	51	58	62
Freudenstadt	S 31	76	22 300	132 224	12020	83	55	57
Bad Wildbad (Kurpark)	S 5, S 6	54	9 600	174 573	4157	82	39	44
Bad Herrenalb	S 1	26	7 300	20 240	1124	37	41	46
Ittersbach	S 11	25	3 100	42 361	2017	38	39	43
Pforzheim	S 5	30	118 000	73 625	3201	46	39	44
Bietigheim	S 5	67	6 200	156 165	4593	80	50	56
Eppingen	S 4	47	20 900	49 489	1650	57	50	57
Menzingen	S 32	41	2 100	16 390	1024	49	50	54
Odenheim	S 31	37	3 800	18 090	1206	45	49	53
Heidelberg	S 3	55	152 200	259 667	25967	45	72	78
Spöck	S 2	17	4 400	28 050	1336	35	30	32
Hochstetten	S 1	15	11 600	11 600	446	43	21	23
Germersheim	S 51	38	20 200	28 910	997	62	37	40
Wörth am Rhein	S 5	14	17 400	8 710	396	38	22	23
Rheinstetten	S 2	12	20 100	20 100	874	38	18	19

Zdroj: Vytvořeno autorem

Z hodnot uvedených v tabulce 1 vyplývá několik závěrů. Zaprvé cestovní doba spojení vozidla TT z terminální stanice do středu Karlsruhe nepřekračuje 1 hodinu (v případě linek vedoucích do Freudenstadtu, resp. do Bad Wildbadu představuje v porovnání s Karlsruhe komparovatelně významné gravitační středisko město Pforzheim, jež je z konečných stanic

linek dosažitelné za cestovní dobu přibližně 30 minut). Za druhé při abstrahování krátkých linek vykazujících prakticky v celé délce charakteristiky tramvajové trati (linky do Spöck, Hochstetten, Rheinstetten, Wörth am Rhein) dosahují průměrné jízdní rychlosti spojů TT linek blízké hodnoty s průměrem 51 km / h; v případě cestovních dob při zanedbání shodných linek je situace obdobná s průměrem 46 km / h. Za čtvrté průměrný počet obyvatel žijící ve spádové oblasti jedné zastávky systému TT činí 3 082 osob.

Průměrná mezizastávková vzdálenost krátkých de facto městských linek činí po zaokrouhlení 600 m, mezizastávková vzdálenost linek zasahujících hlouběji do regionu je rovna aproximativně 2 km.

2.1.4 Charakteristiky vozidel užívaných na vlakotramvajové síti v Karlsruhe

Drážní vozidla provozovaná současně na tramvajových a železničních tratích v Německu musejí vyhovovat legislativním požadavkům upraveným pro provoz tramvajových a železničních vozidel; stejně jako v České republice neexistuje v Německu zákon, resp. drážní předpis upravující provoz hybridních kolejových prostředků. Vozidla tram – train v Německu splňují požadavky zákonného předpisu o stavbě a provozu tramvajových tratí (BOStrab – ekvivalent českého Dopravního řádu drah upraveného Vyhláškou ministerstva dopravy č. 173 / 1999 Sb.) a rovněž vyhovují Stavebnímu a provoznímu řádu železničních drah (EBO) a souvisejícímu Předpisu o drážní signalizaci (ESO – Eisenbahnsignalordnung). Při porovnání českých a německých drážních předpisů je pozoruhodná diference maximálně přípustné délky tramvajového vozidla provozovaného na trati v hlavním dopravním prostoru MK, jsouc v případě německé úpravy 70 m, v případě české úpravy 40 m²⁹.

Tabulka 2 shrnuje základní technické parametry čtyř typů vozidel Tram – train provozovaných v Karlsruhe. Vozidla označení GT byla vyrobena konsorciem firem Siemens / ADtranz, nejnovější vozidlo ET vyrobila německá společnost Bombardier. Skříně vozidel dosahují shodné délky (37 m) a šířky (2,65 m), uspořádání pojezdu náprav je v případě všech souprav Bo‘2‘2’Bo.

²⁹ <http://www.karlsruher-modell.de/en/index.html>

Tabulka 2: Technické parametry vozidel TT užívaných v regionu Karlsruhe

Označení	Rok výroby	Výkon	Maximální rychlost	Obsaditelnost sedící / stojící	Počet provozovaných vozidel
GT 8-80C/2S	1983 - 1989	2 x 280 kW	90 km/h	100 / 115	45
GT 8-100C/2S středněpodlažní	1991 - 1995	4 x 127 kW	100 km/h	85 / 132	35
GT 8-100D/2S- M středněpodlažní	1997 - 2005	4 x 127 kW	100 km/h	100 / 123	86
ET 2010 středněpodlažní	1999 - 2004	4 x 150 kW	100 km/h	100 / 123	30

Zdroj dat: karlsruher-modell.de/en/index.html a avg.info/fahrzeuge

Obrázek 11: Vozidlo GT 8 100C / 2S systému TT v Karlsruhe



Zdroj: Fotografie pořízena autorem

2.2 Systém Tram – train ve městě Saarbrücken

V německém Saarbrückenu žije přibližně 180 tisíc obyvatel, město představuje přirozené politické, hospodářské a kulturní centrum spolkové země Sársko. Město se nachází v bezprostřední blízkosti francouzské hranice. Rozvoj obce je historicky spjat s místní těžbou uhlí, v posledních dekádách let význam těžebního průmyslu ve městě klesá z důvodu nízké poptávky po německém uhlí způsobené relativně příznivými cenami černé komodity dovážené ze zahraničí. Saarbrücken je oblíbeným cílem nákupů spotřebního zboží lidí z dalekého okolí, místní Sárská univerzita založená v roce 1949 nabízí studijní programy v němčině a francouzštině; rovněž řada veřejných napsů ve městě, včetně informačního hlášení v prostředcích veřejné dopravy, je zpravidla uváděna v německém a rovněž ve francouzském jazyce.

Veřejná doprava je v Saarbrückenu organizována již od konce 19. století; 8. února 1899 byla zprovozněna 5,85 km dlouhá kolejová trať z předměstí Malstatt do saarbrücké čtvrti St. Arnault.³⁰ Podobně jako v dalších srovnatelně lidnatých městech se tramvajová síť v Saarbrückenu rozšiřuje v první polovině dvacátého století; počátkem druhé poloviny tramvajová doprava uvolňuje propustnost silničních komunikací rostoucí individuální automobilové dopravě, tramvajový provoz byl ve městě ukončen v květnu roku 1965,³¹ zajištění přepravního výkonu tramvajových souprav bylo integrálně substituováno kapacitami městské autobusové dopravy.

Úvahy o navrácení tramvajové dopravy do Saarbrückenu se počínají rozvíjet v devadesátých letech 20. století, tj. v době, kdy městská autobusová doprava přestává kapacitně vyhovovat přepravní poptávce cestujících ve středu města, ve špičce na páteřních linkách autobusy cirkulují v intervalu 1 minuty, zřízení segregovaného dopravního systému propustného nezávisle na intenzitě automobilového provozu se jeví jako jediné řešení, jak někdejší přetížení vozidel veřejné dopravy snížit. Municipality města Saarbrücken rozhoduje o výstavbě diametrální tramvajové trati, jež bude dle návrhu na hranicích města napojena na existující železniční trati Německých drah (Deutsche Bahn)³². Město Saarbrücken disponuje

³⁰ <http://www.saarbahn.de/aktuelles/presse/pressearchiv/artikeldetail/article-53285aa67e1bc>

³¹ http://christophe.lachenal.free.fr/francais/fr_index.html

³² <https://de.wikipedia.org/wiki/Saarbahn>

řadou vhodných lokalit pro napojení intravilánové tramvajové trati na stávající železniční síť, protože vícekolejná železnice v západovýchodní orientaci město protíná.

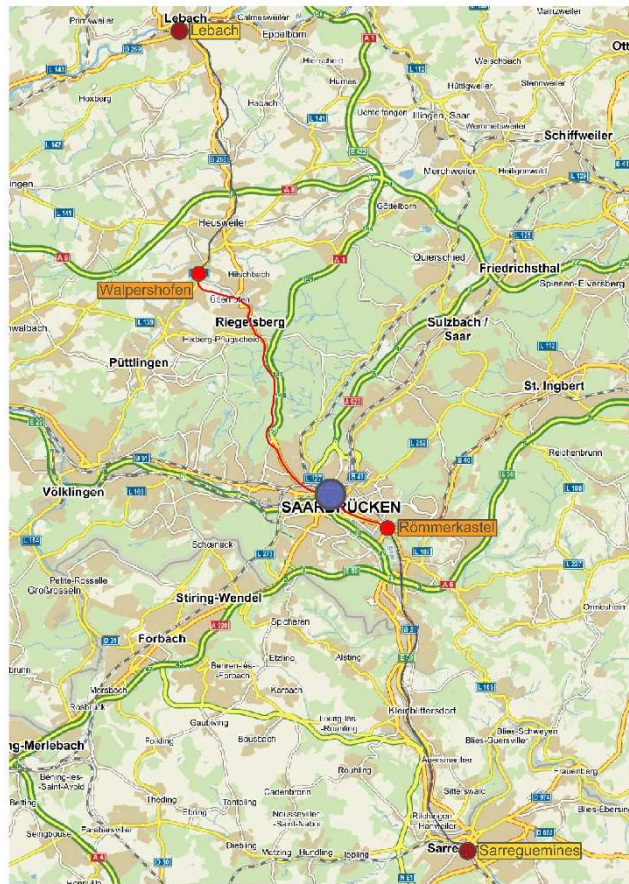
První 5 km dlouhý úsek tramvajové dráhy mezi zastávkami Ludwigstrasse – stanice Brebach byl dokončen v říjnu roku 1997, trasa tramvajové trati kopíruje vedení tramvajové linky č. 5, jež před zrušením roku 1965 spojovala městské části Rastpfuhl a Schafbrücke. Ve stanici Brabach se tramvajová trať napojuje na železnici spojující Saarbrücken s francouzským městem Sarreguemines; úsek Brebach – Sarreguemines je dlouhý 13 km. V roce 2013 byla tramvajová trať prodloužena severně na úroveň města Riegelsberg, realizovaná prolongace je dlouhá 6 km; v Riegelsbergu, resp. ve stanici Waipershofen (viz obrázek č. 13 trasy diametrální vlakotramvajové dráhy), se tramvajová trať napojuje na regionální železnici, jež se ve stanici Lebach připojuje na železnici Neuenkirchen – Dillingen. Dopravce Saarbahn GmbH na vlakotramvajové lince S1 mezi stanicemi Sarreguemines a Lebach provozuje 28 jednotek Bombardier Flexity Link (exemplář vozidla přistaveného k nástupišti stanice Brebach je zachycen na obrázku 14, technické parametry vozidla uvádí tabulka 3). Ve středním segmentu vlakotramvajové trati (úsek Siedlerheim – Brebach) jsou spoje vypravovány ve špičce v intervalu 7,5 minuty. V extrémních úsecích Saarbahn je provoz pásmován; v segmentu Siedlerheim – Hausweiler Markt na severu, resp. v segmentu Brebach - Kleinblittersdorf na jihu jednotky TT cirkulují v intervalu 15 minut, do konečných stanic trati (úseky Kleinblittersdorf – Lebach a Hausweiler Markt – Sarreguemines) vlakotramvaje zajíždějí v taktu 30 minut. V sedle jsou uvedené provozní intervaly zpravidla dvojnásobné. Veškeré vlakotramvajové jednotky jsou deponovány ve vozovně Brebach zprovozněné v roce 2012 (stavba vozovny zachycena na obrázku č. 12).

Obrázek 12: Vozovna vozidel Tram - train ve stanici Brebach zprovozněna v r. 2012



Zdroj: Fotografie pořízena autorem

Obrázek 13: Diametrální vedení vlakotramvajové trati Lebach – Sarreguemines procházející atrakčním radiem města Saarbrücken (červenou barvou vyznačeno vedení tramvajové trati)



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.mapy.cz)

Obrázek 14: Vlakotramvaj Bombardier Flexity Link v železniční stanici Brebach



Zdroj: Fotografie pořízena autorem

Tabulka 3: Základní technické parametry vozidla TT Bombardier Flexibility Link provozovaného na síti v Saarbrücken

Délka [mm]	Šířka [mm]	Výška [mm]	Max. rychlost	Min. poloměr průjezdného oblouku	Max. podélný sklon	Obsaditelnost	
						sedící	stojící
37 070	2 650	3 360	90 km / h	25 m	100 ‰	96	147 (4os/m ²)

Zdroj: <http://www.bombardier.com/en/transportation/projects/project/project-lightbox.flexity-saarbruecken-germany.html>

Hodnoty cestovních dob mezi koncovými stanicemi Saarbahn a středem města Saarbrücken (stanici Hauptbahnhof) vyhovují předpokladu o tom, že konkurenceschopnost systému TT vůči alternativním módům dopravy je podmíněna nabídkou cestovní doby mezi zastávkou v regionu a středem obsluhované oblasti v čase kratším než 1 hodina; spojení Saarbrücken – Lebach trvá 50 minut, cestovní doba spojení Saarbrücken – Sarreguemines s využitím vlakotramvaje činí 29 minut. Průměrná mezizastávková vzdálenost diametrální vlakotramvajové linky v Saarbrücken činí 1 081 m.

Nástupiště všech 22 intravilánových zastávek vlakotramvajové trati jsou ve vztahu k přilehlé koleji identicky konstrukčně disponována; výška nástupní hrany činí 350 mm nad TK, vzdálenost hrany od osy koleje je 1,35 m. Vzhledem k superiornímu, výsostně městotvornému, významu vlakotramvajové trati v systému veřejné dopravy města nebudí poměrně vysoká de facto tramvajová nástupiště v Saarbrücken dojem redundantnosti či naddimenzovanosti; vlakotramvajová trať vedená centrem přirozeně dominuje veřejnému prostoru důležitých tříd a bulvárů, místní vlakotramvajová trať se stala organickou součástí městského koloritu stejně jako podstatně robustnější a nápadnější systémy nadzemních drah v aglomeracích USA či v Paříži.

Obrázek 15: Vysoká nástupiště zastávky Johanneskirche TT trati v centru Saarbrücken (výška nástupní hrany 35 cm nad TK)



Zdroj: Fotografie pořízena autorem

2.3 Systém Tram – train ve městě Kassel

Německý Kassel založený na řece Fulda ve spolkové zemi Hesensko dosahuje populace přibližně 200 tisíc obyvatel. Město je mezinárodně proslulé pravidelným konáním expozic současného umění Documenta. Název obce vychází z latinského sousloví *Castellum Cattorum*, tj. Chattický kostel, kde základ Chatti odkazuje na kmen, jenž na území města sídlil v době Římského impéria. Strategickou polohou ve středu SRN podstatně vzdálené hustě obydleným německým regionům město Kassel představuje důležitou dopravní křižovatku. Městem prochází geograficky vertikálně trasovaná vysokorychlostní trať ABS Hannover – Würzburg, perspektivně je přes Kassel projektován západovýchodní železniční koridor NBS spojující Erfurt s městy v Porúří. Veřejnou městskou dopravu ve městě zajišťují tramvaje a autobusy; první městská koněpřežná dráha byla v Kasselu zkonstruována v roce 1877³³; v současnosti tramvajová síť dosahuje délky 54 km, ve městě je provozováno 7 tramvajových linek.

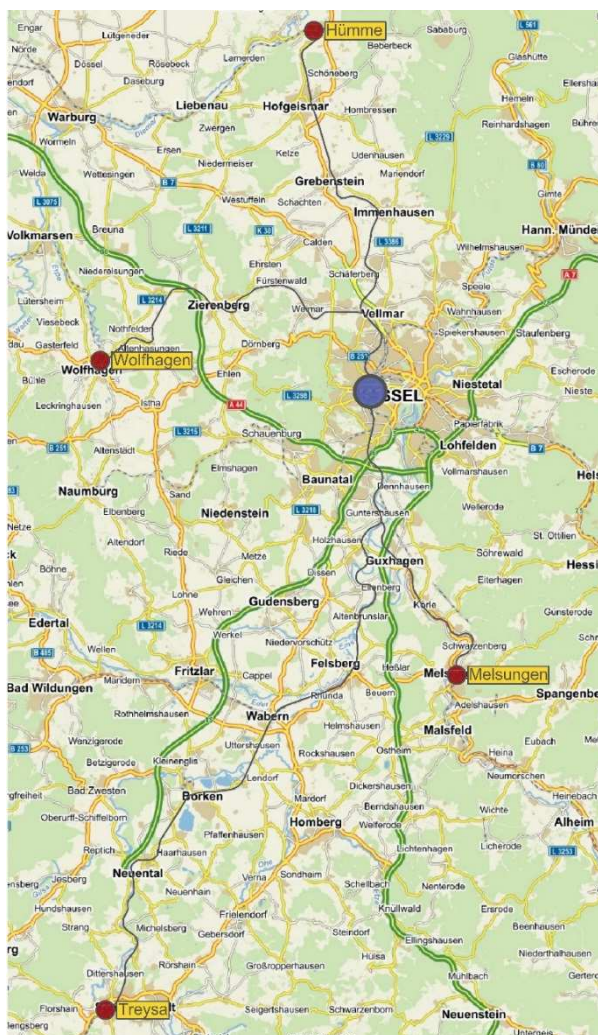
Systém spojující obce v regionu s městem Kassel prostřednictvím soustavy vlakotramvajových linek byl v oblasti zřízen v roce 2007. Aktuálně jsou v regionu Kassel provozovány 4 TT linky zakončené ve městech Hümme, Wolfhagen, Treysa a Melsungen; z hlediska regionální obsluhy lze vytvořenou vlakotramvajovou síť kategorizovat jako

³³ <https://rp-kassel.hessen.de/irj/>

hvězdicovitou, směřování jednotlivých TT linek je zobrazeno na obrázku 16. Základní dopravně – technické charakteristiky jednotlivých místních TT linek uvádí tabulka 4. Linky jsou v systému městské hromadné dopravy označovány jako RT - regionální-tramvajové linky. Extravilánové úseky vlakotramvajových linek v Kasselu využívají původní regionální dráhy zbudované veskrze v 19. století.

Unifikovaný vozový park vlakotramvajových jednotek provozovaných v regionu Kassel dopravcem Regionalbahn Kassel (RBK) sestává z 28 vozidel Alstom RegioCitadis německého výrobce Alstom Transport Deutschland; 10 hybridních vozidel způsobilých provozu bez elektrické trakce operuje na neelektrizovaných extravilánových segmentech tratí, např. na lince RT 3 vedoucí do města Hümme³⁴.

Obrázek 16: Síť vlakotramvajových tratí v regionu města Kassel



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.mapy.cz)

³⁴ <http://www.alstom.com/press-centre/2011/7/alstom-delivers-its-100th-regio-citadis/>

Tabulka 4: Cestovní doby a orientační jízdní rychlosti spojů obsluhujících koncové stanice tratí Tram – train v regionu Kassel

Linka TT	Výchozí stanice	Aproximovaný počet obyvatel ve spádové oblasti linky	Průměrný počet obyvatel ve spádové oblasti jedné zastávky v extravilánu	Cestovní doba [min]	Cestovní rychlost [km/h]	Určená průměrná jízdní rychlost [km/h]
RT 3	Hümme	28 895	3 211	30	57	61
RT 4	Wolfhagen	18 592	2 066	40	36	38
RT 5	Melsungen	19 372	1 490	40	44	46
RT 9	Treysa	51 577	3 684	58	60	64

Zdroj: Vytvořeno autorem

2.4 Systém Regio – train ve městě Zwickau

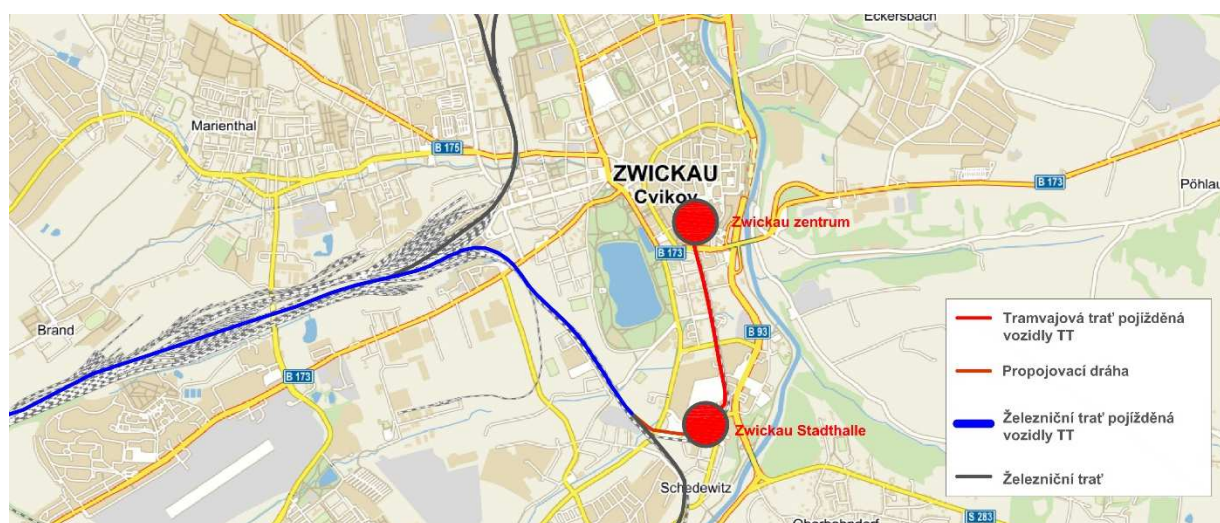
Cvikovským modelem vlakotramvajové dopravy jsou označovány soustavy Tram – train, v nichž železniční vozidla užívají tramvajovou kolejovou infrastrukturu. Název vychází ze saského města Zwickau, v němž definovaná organizace vlakotramvajové dopravy byla poprvé zavedena. Město Cvikov se nachází v oblasti tzv. Saského trianglu vymezeného lidnatými městy Lipska, Chemnitzu a Drážďan; ve Cvikově žije aproximativně 100 000 obyvatel. Následuje popis postavení města ve vztahu k místní železniční síti a dále stručný popis geneze a uspořádání tamější vlakotramvajové trati.

Ve Cvikově se kříží dvě celostátní železniční trati (trať Dresden – Werdau a trať Lipsko – Hof) a z města Cvikova vycházejí rovněž dvě regionální železniční trati (trať Cvikov - Schwarzenberg a trať Cvikov – Falkenstein); město Cvikov a 85 km vzdálené Lipsko spojuje regionální linka S5. Historicky první tramvajová dráha byla ve městě zřízena v roce 1894, v současnosti jsou na místní městské kolejové infrastruktuře sumární délky 18,5 km provozovány čtyři tramvajové linky; tramvajové trati ve městě jsou elektrizovány napětím 600 V DC a mají rozchod 1000 mm.

V průběhu plánování novostavby tramvajové trati protínající historické centrum města v ulici Hauptstrasse bylo rozhodnuto o tom, že část budoucí tramvajové dráhy bude sdílena železničními motorovými vozy za účelem jejich navedení na novou projektovanou železniční zastávku ve středu města. Propojovací trať mezi regionální železniční drahou Cvikov – Aue a novou tramvajovou tratí byla realizována v místní části Schedewitz (situace napojení kolejových drah viz obrázek 17). Vzhledem k rozdílnosti rozchodu kolejí tramvajové sítě ve

Zwickau a kolejí německých regionálních drah byla 1,5 km dlouhá kolej pojižděná současně tramvajemi a železničními motorovými vozy zkonstruována jako splítka tří souběžně vedených kolejnic. Unikátní pravidelný provoz železničních vozidel na intravilánové tramvajové trati byl zahájen 28. května roku 1998, tehdy zprovozněná vlakotramvajová linka v relaci mezi Cvikovem a obcí na německo-českém pomezí Klingenthal funguje dodnes; jediné TT spojení v oblasti je zajišťováno soukromým dopravcem Vogtlandbahn, GmbH. V současné době vlaky na trase Klingenthal – zastávka Zwickau, Zentrum cirkulují v intervalu jedné hodiny, o víkendu jezdí spoje v pravidelném taktu dvou hodin.

Obrázek 17: Situace zaústění radiální vlakotramvajové trati do centra města Zwickau



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: mapy.cz)

Zajištění obratu cestujících ve vztahu k diferentně dimenzovaným vozidlům na zastávkách tramvajové trati (zastávky Zwickau, Stadthalle a Zwickau, Zentrum) bylo ve Cvikově řešeno zřízením ostrovních nástupišť, jejichž jedna nástupní hrana slouží k přistavení železničního vozidla a druhá nástupní hrana umožňuje odbavení standardní tramvaje. Příklad přistavení dvou odlišných drážních vozidel ke kombinovanému nástupišti zastávky Stadthalle zobrazuje obrázek č. 18.

Obrázek 18: Sdílené nástupiště zastávky Stadthalle ve městě Zwickau



Zdroj: <http://www.dailykos.com/story/2007/07/18/359265/-Local-Rail-5-5-Light-Metro-Tram-Train-Conclusion#>

2.5 Systém City - bahn ve městě Chemnitz

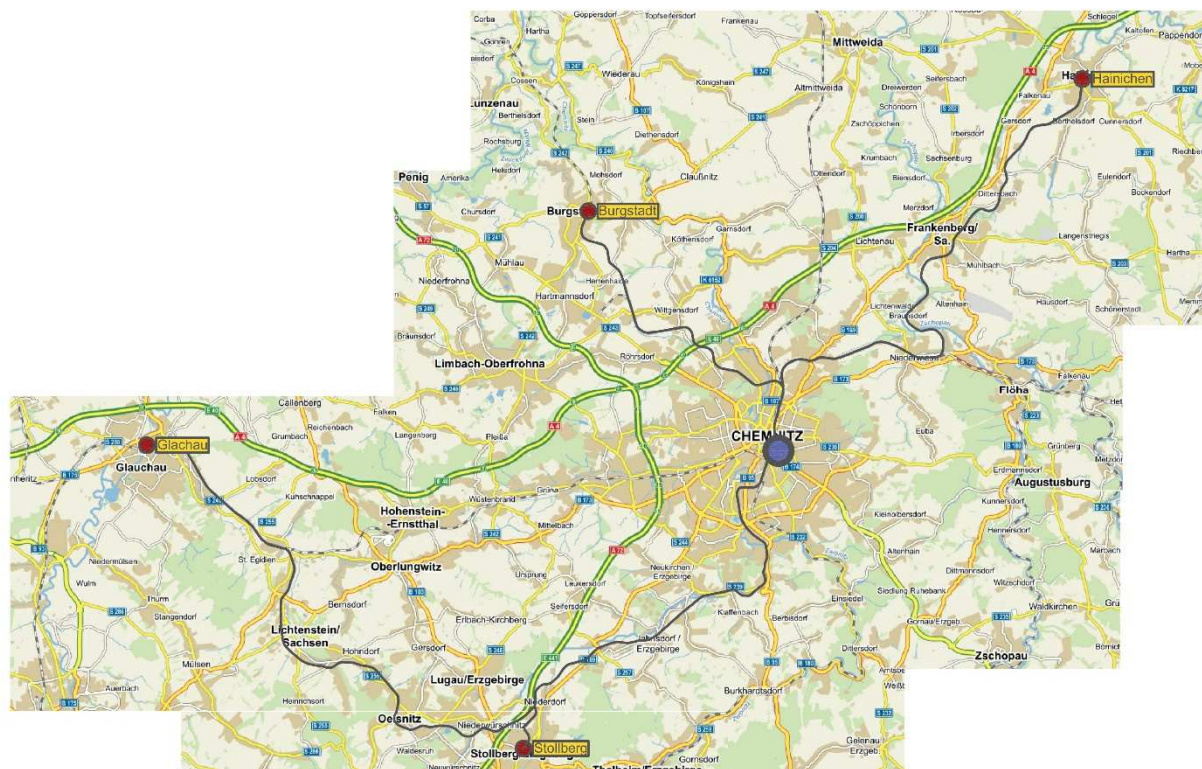
Město Chemnitz (česky Česká Kamenice) představuje třetí nejlidnatější saské město; obec je centrem jedné z nejvýznamnějších hospodářských oblastí spolkových zemí bývalého NDR; ve městě je historicky rozšířen zejména metalurgický a strojírenský průmysl. Veřejnou hromadnou dopravu města organizovanou akciovou společností Chemnitzer Verkehrs zajišťují tramvaje a autobusy; v roce 2015 soustava místních tramvajových tratí dosahovala délky 28,7 km.

První linka místního vlakotramvajového systému zvaného City-Bahn spojující město Chemnitz s obcí Stollberg (populace 11 300) byla zprovozněna v prosinci roku 2002³⁵. Na vlakotramvajovou trať jsou vypravovány v celé délce nízkopodlažní soupravy Tram – train německého výrobce Adtranz šířky 2,65 m a délky 31 m; na železniční síti jsou vlakotramvajové jednotky přistavovány ke zvláště zřízeným nástupním hranám výšky 200 mm nad TK a vzdálenosti od osy 1,33 m; nástupiště železničních stanic a zastávek jsou disponovány jako příčně dělené, jeden segment nástupiště slouží k obratu cestujících z tramvaje, k druhému

³⁵ www.city-bahn.de

segmentu jsou přistavována standardní osobní železniční vozidla (příklad řešení kombinovaného nástupiště viz obrázky v příloze 1). V současné době dopravní podnik města Chemnitz v regionu provozuje 4 vlakotramvajové linky, jejichž směřování je zachyceno na obrázku č. 19; základní dopravně-technické charakteristiky provozovaných linek uvádí tabulka č. 5.

Obrázek 19: Síť vlakotramvajových tratí v regionu města Chemnitz



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.viamichelin.com)

Tabulka 5: Cestovní doby a orientační jízdní rychlosti spojů obsluhujících koncové stanice tratí Tram – train v regionu města Chemnitz

Linka TT	Výchozí stanice	Aproximovaný počet obyvatel ve spádové oblasti linky	Průměrný počet obyvatel ve spádové oblasti jedné zastávky v extravilánu	Cestovní doba [min]	Cestovní rychlost [km/h]	Určená průměrná jízdní rychlost [km/h]
CB 56	Stollberg	19 107	1 911	22	48	54
C 12	Glachau	49 469	2 151	58	46	50
C 13	Burgstadt	23 019	3 836	15	56	60
C 15	Hainichen	19 478	6 493	28	58	61

Zdroj: Vytvořeno autorem

2.6 Projekt realizace systému tram – train v aglomeraci města Sheffield

Zpracované popisy funkčnosti a významu provozovaných vlakotramvajových systémů v německých městech budou doplněny krátkým představením návrhu zřízení TT systému v konurbaci měst Sheffield – Rotherham, prvního projektu vlakotramvajové soustavy ve Velké Británii. Projekt je pozoruhodný ambicí integrovat síť lehké kolejové dopravy v Sheffieldu (kapacitní systém super-tram) s železniční tratí výhradně užívanou pro provoz nákladní dopravy. Spojení železnice vedoucí z průmyslového Sheffieldu (populace 552 000) do města Rotherham (populace 248 000 obyvatel) na severovýchodě předpokládá spojení kolejových drah 400 m dlouhou spojkou zkonstruovanou v městské části Meadowhall South v Sheffieldu; stavební náklady projektu byly rozpočteny na 60 miliónů britských liber, trať bude dle plánu uvedena do provozu na jaře 2017. Autoři návrhu nového drážního spojení čerpali inspiraci převážně v realizaci již představených TT systémech zavedených v Kasselu a přirozeně v Karlsruhe. Dopravce společnost Stagecoach předpokládá na jedné vlakotramvajové lince délky 7,3 km provozovat sedm dvousystémových TT jednotek CityLink (750 V DC a 25 kV AC) vyrobených ve španělském závodě firmy Vossloh; provozní interval vlakotramvajové linky doplňující tři linky systému Metro – tram v Sheffieldu je předpokládán 20 minut po celý den. Inicivace projektu systému TT v Sheffieldu budiž inspirací rozšíření úvah o využití disponibilní infrastruktury vleček k zavedení nových spojů osobní drážní dopravy v České republice.

Dle článku britského magazínu „Železniční technologie“ z roku 2013³⁶ je zřízení vlakotramvajové soustavy zamýšleno rovněž ve městě Manchester, kde za posledních deset postupným rozšiřováním vznikla nejdelší síť tramvajových tratí ve Velké Británii (sumární délka 92 km). Spojením místních tramvajových drah (tzv. metrolinií) s lokálními železničními tratěmi má v metropolitní oblasti Manchesteru vzniknout 6 radiálních TT linek sbíhajících se v centru města.

Vedle popsanych různorodých zahraničních realizací byly vlakotramvajové systémy dále úspěšně zavedeny ve městech Mulhouse (jedna radiální TT linka), španělském Alicante (metropolitní tramvajový systém Alicante Tram), v italském Sassari (systém MetroTram Sirio) nebo v holandském Haagu (provoz shodných TT souprav výrobce Alstom jako v Kasselu).

³⁶ <http://www.railway-technology.com/features/featuretram-train-project-sheffield-irr-network-rail-4149853/>

2.7 Závěry rozboru vybraných realizací systémů Tram – train v zahraničí

Provedené zhodnocení pěti provozně stabilních systémů Tram – train v Evropě poslouží k identifikaci obecných znaků funkčního vlakovtramvajového systému. Kýžené charakteristiky budou dosaženy generalizací základních dopravně – technologických parametrů určovaných v jednotlivých případech zkoumaných dopravních soustav; shrnutí stanovených parametrů uvádí tabulka č. 6.

Tabulka 6: Přehled základních parametrů hodnocených realizací systémů TT

	Délka původní tramvajové sítě [km]	Délka TT linek [km]	Minimální počet obyvatel ve spádové oblasti přepravního ramene	Průměrný počet obyvatel žijících ve spádové oblasti 1 zastávky	Napěťová soustava	Nástupní hrana		Pozoruhodnost systému
						Výška nad TK	Vzdálenost od osy	
Karlsruhe	71,5	574	16 390	3 925	750 V DC 15 kV / 16,67Hz AC	10 / 33 cm	1,25 (1,33) / 1,66 m	Množství různorodých TT vozidel obsluhujících úzký střed města
Saarbrücken	0	45	33 735	5 514	750 V SS 15 kV / 16,67Hz AC	35 cm	1,33 m / 1,66 m	Jediný systém městské kolejové dopravy ve městě; jednotnost prvků systému.
Kassel	54	140	18 592	2 613	750 V SS 15 kV / 16,67Hz AC	–	1,33 m	Provoz TT dopravy na neelektrizovaných extravilánových tratích
Zwickau	19	69	49 263	5 480	Neelektrizováno	38 cm	1,49 m	Provoz motorových vozidel na tramvaj. síti
Chemnitz	29	102	19 107	3 600	750 V DC 15 kV / 16,67Hz AC	20 cm	1,33 m	Provoz nízkopodlažních TT vozidel.

Zdroj: Vytvořeno autorem

Z tabulky 1, z přehledu základních charakteristik prozkoumaných realizací vlakovtramvajových systémů, vyplývá, že vozový park systémů TT sestává zpravidla z vozidel středněpodlažních širokých 2,65 m. Vozidla jsou přistavována k nástupní hraně výšky 35 cm nad TK. Užívání trakční soustavy jmenovitého napětí nižšího než 1 kV je determinováno dle již uvedeného tím, že tramvajové tratě jsou vedeny v blízkosti městské zástavby a významných inženýrských sítí. Pro posouzení společenské prospěšnosti zavedení systému integrujícího stávající železniční a tramvajovou trať ve vybraném regionu budou určité extrémní hodnoty výše sledovaných parametrů systémů TT použity jako kritériální; minimální požadované množství obyvatel žijících ve spádové oblasti jednoho přepravního ramene linky TT bude například 16 000 obyvatel; populace území obsluhovaného TT linkou z jedné zastávky by měla

pro kladné posouzení společenské přínosnosti vlakotramvajové linky dosahovat min. 2 000 osob.

3) Posouzení návrhů realizace systému Tram – train ve vybraných regionech České republiky

Cílem následující kapitoly bude zhodnocení technické proveditelnosti a míry společenské prospěšnosti projektů implementace vlakotramvajových systémů v určitých regionech České republiky. Výčet posuzovaných návrhů zavedení systémů Tram train v tuzemsku se soustředí na projekty předpokládající integraci existujících železničních a tramvajových tratí bez nutnosti stavby nových rozsáhlých kolejových konstrukcí, tedy projektů vykazujících minimální investiční nákladnost; podrobněji budou prozkoumány příležitosti napojení stávající jedné městské tramvajové sítě a jedné meziměstské tramvajové trati na přilehlé celostátní a regionální železniční dráhy. Integrovatelnost stávajících tramvajových drah na blízkou železnici bude posuzována v pořadí dle geografického umístění od západně situovaných městských tramvajových infrastruktur po východněji se vyskytující systémy tramvajové dopravy.

3.1 Podkrušnohorský triangl Chomutov – Most (Teplice) – Žatec (Louny)

Předmětem zkoumání společenské opodstatněnosti úvah o realizaci systému tram – train k obsluze vybraného území bude v první řadě oblast jihozápadní partie Ústeckého kraje, jíž dominují vzájemně blízká relativně lidnatá města Most, Teplice a souměstí Chomutov – Jirkov. Městem Most je vedena diametrální tramvajová trať spojující hlavní železniční nádraží na severní hranici města a čtvrť Velebudice v jižní části města; v roce 2005 byl zhotoven projekt novostavby dráhy lehké kolejové dopravy vyvedené z tramvajové trati v Mostě a dále směřované do Žatce skrze rozvíjející se průmyslové areály Triangle a Joseph.³⁷ V dalším textu bude posouzen potenciál zřízení vlakotramvajových linek mezi vyčtenými regionálně významnými městy za předpokladu maximálně možného využití místní kolejové infrastruktury. Následuje stručné představení historie a stavu místní sítě tramvajových, resp. obecně kolejových drah.

³⁷ http://zatecky.denik.cz/zpravy_region/vlak_triangle_20070815.html

3.1.1 Geneze a současnost kolejových drah ve městě Most

První železniční trať v mosteckém regionu konstruovaná v metrovém rozchodu spojila v roce 1901 vlakové nádraží v Mostě s obcemi Kopisty, Růžodol, Horní Litvínov a Janov; v roce 1917 byla meziměstská trať prolongována do oblasti Čepirožské výšiny. Hromadné letecké bombardování provozů chemického průmyslu v Záluží na konci druhé světové války zasáhlo a znefunkčnilo část tramvajové trati Most – Litvínov, jež nebyla v provozuschopném stavu po následujících deset let. V rámci rekonstrukce byla jediná meziměstská tramvajová trať v regionu zdvoukolejněna, rozchod dráhy byl rozšířen na normální. V roce 1961 byla tramvajová trať v Mostě prodloužena na jih do prostoru současné vozovny Velebudice, krátká prolongace tramvajové dráhy vedena do středu Velebudického panelového sídliště byla realizována v roce 1981³⁸.

Celková délka stávající sítě tramvajových tratí v oblasti Most – Litvínov činí 19 km. Tramvajové trati v Mostě jsou segregovány od ostatního dopravního provozu, meziměstská trať Most – Litvínov je vedena souběžně s komunikací I. třídy 27 na vlastním drážním tělese. V Litvínově na úrovni Masarykova náměstí je dráha tramvaje svedena do hlavního dopravního prostoru místní komunikace a ulicemi Smetanovou a Žižkovou je směřována do obratiště Litvínov, Citadela.

3.1.2 Charakteristika a mohutnost přepravních proudů v regionu

Základní povědomost o teoretické mocnosti přepravní vazby mezi dvěma sídly zkoumaného Podkrušnohorského regionu nabízí gravitační model, jehož výsledné hodnoty mutuální přitažlivosti mezi dvěma městy oblasti Podkrušnohorského trianglu zobrazuje tabulka č. 7; do srovnání byly zařazeny sídla regionu čtyř okresů dosahující populace větší než 5 000 obyvatel. Dělitelem kvadraticky snižujícím mocnost přepravního vztahu byla zvolena vzdálenost nejkratšího železničního spojení mezi srovnávanými městy. Sedm z osmi srovnávaných měst dosahuje většího počtu obyvatel než 17 000; bez ohledu na počet a posloupnost sídel obsluhovaných potenciální TT linkou bude v posuzované oblasti navržená TT linka vyhovovat zavedené podmínce o minimálním počtu lidí žijících ve spádové oblasti radiální vlakotramvajové linky (16 000).

³⁸ <http://www.spvd.cz/index.php/most-litvinov/tramvajova-rychlodraha>

Tabulka 7: Kvantifikace gravitačního potenciálu mezi významnými sídly okresů Louny, Chomutov, Most a Teplice

Litvínov	X							
Most	5634	X						
Jirkov	289	3350	X					
Chomutov	786	5274	27333	X				
Žatec	223	1269	431	1527	X			
Bílina	611	7910	332	611	170	X		
Teplice	3728	3959	414	839	259	2924	X	
Postoloprty	94	760	59	117	802	776	99	X
	Litvínov	Most	Jirkov	Chomutov	Žatec	Bílina	Teplice	Postoloprty

Zdroj: Vytvořeno autorem

Z tabulky č. 7 vyplývají vysoká ohodnocení gravitačního potenciálu pro městské relace, jež jsou dlouhodobě módem městské veřejné dopravy spojeny (trolejbusová dráha relace Jirkov – Chomutov, tramvajová linka Most – Litvínov), gravitační model určuje vysoké hodnoty atrakčního působení rovněž pro relace Bílina – Most, Chomutov – Most a Teplice – Most (Litvínov), následují vazby Žatec – Chomutov, resp. Teplice. Výsledky teoretických mocností přepravních vztahů v regionu potvrzuje rozbor místní nabídky veřejné dopravy. Spojení měst Most a Teplice je dnes zajišťováno výhradně železniční dopravou; v relaci je vypraveno denně 38 osobních, spěšných a rychlíkových spojů cirkulujících na trati č. 130. Mezi Žatcem a Mostem veřejnou dopravu zajišťují spoje pravidelné autobusové a regionální železniční dopravy obecně provozované vozidly s nízkou obsaditelností.

3.1.3 Návrh vlakotramvajové linky v relaci Most – Teplice v Čechách

Úvahy o rozšíření tramvajové dopravy v mosteckém regionu musí reflektovat relativní mohutnost přepravní relace Most – Teplice; místní severojižně orientovaná diametrální tramvajová trať by měla být prioritně napojena na železnici umožňující zavedení pravidelných spojů v krátkém intervalu do Teplic; projekty prolongace trati z obratiště Velebudice na jih lze doporučit k realizaci ve druhé fázi zavedení vlakotramvajové dopravy v regionu. Stávající cestovní doby drážních spojení Most – Teplice pro různé dopravní cesty a kategorie vlaků zobrazuje tabulka č. 8.

Tabulka 8: Charakteristiky stávající nabídky drážních spojů v relaci Most – Teplice v Čechách

Kategorie vlaku	Dopravní cesta	Vzdálenost [km]	Počet nácestných zastavení	Cestovní doba [min]	Cestovní rychlost [km/h]
Osobní vlak	ŽT č. 130	29	8	32	54
Rychlík	ŽT č. 130	29	2	26	67
Osobní vlak	ŽT č. 135, 134, 130	31	9	40	47
Tramvaj, osobní vlak	Tramvajová trať a ŽT č. 134, 130	29	17	46	38

Zdroj: Vytvořeno autorem

Navzdory téměř identickým délkám a shodnému počtu nácestných zastavení variantních železničních spojení Most – Teplice nabízí spoje jedoucí po celostátní trati č. 130 přes Bílinu podstatně příznivější cestovní doby než spoje jedoucí přes Litvínov na regionálních tratích č. 135 a 134. Cestovní doby možných realizací vlakotramvajového spojení měst Most a Teplice jsou vyčteny níže; výchozí stanicí v Mostě je uvažována tramvajová zastávka Most, 1. náměstí situovaná v centru města.

Varianty spojení Tram – train v relaci tramvajová zastávka Most, 1. náměstí – železniční stanice Teplice v Čechách:

- a) Realizace napojení celostátní dráhy č. 130 na tramvajovou síť v Mostě na úrovni Rudoltické třídy

Návrh spočívá ve vytvoření kolejové spojky mezi celostátní dvoukolejnou elektrizovanou tratí č. 130 a tramvajovou tratí v Mostě vedené podél Rudoltické třídy mezi obratištěm Most, nádraží a napojením na meziměstskou tramvajovou trať Most – Litvínov. Zřízení vlakotramvajové linky vedené mezi zastávkou Most, 1. náměstí a železniční stanicí Teplice předpokládá pravidelné zastavování spojů jednak na veškerých zastávkách tramvajové dráhy mezi zastávkami Most, 1. náměstí a Most, nádraží a jednak v železničních stanicích Bílina a Duchcov na krušnohorské železniční magistralé. Odhadovaná cestovní doba spojení činí 34 minut.

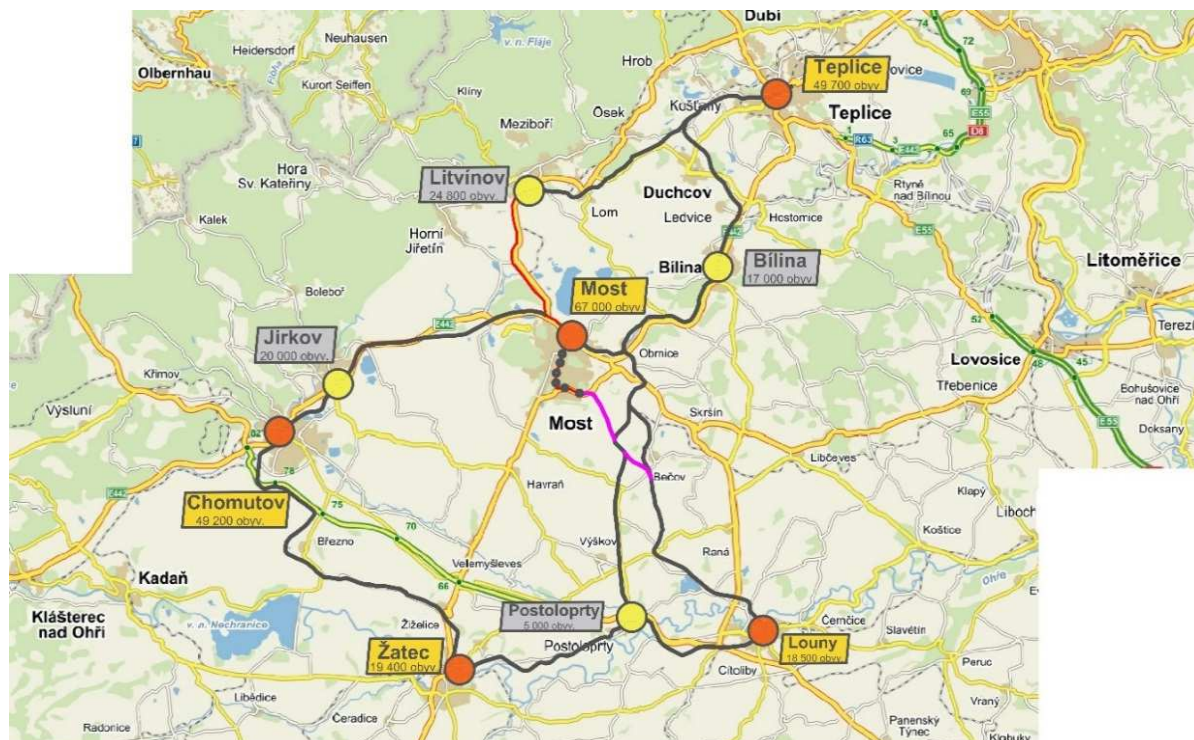
b) Realizace napojení tramvajové dráhy na regionální železniční trať č. 134 v Litvínově

Varianta předpokládá vytvoření kolejové spojky mezi tramvajovou tratí a regionální železnicí na úrovni železniční stanice Litvínov. Při využití popsaně integrovaných kolejí činí doba cesty mezi zastávkami Most, 1. náměstí a stanicí Teplice v Čechách 52 minut v případě zastavování ve všech stávajících stanicích a zastávkách na meziměstské tramvajové trati a na regionální železnici č. 134 a 135.

3.1.4 Návrh vlakotramvajové linky v relaci Most – Žatec

Severojižně trasovanou diametrální tramvajová trať v Mostu lze příhodně propojit s regionální železniční tratí č. 123 Most – Postoloprty – Žatec. Plán směrování propojovací kolejové dráhy znázorňuje obrázek č. 20 (trasa TT linky znázorněna fialovou barvou); podélný profil projektované novostavby je zpracován v příloze 4. Niveleta se v projektovaném úseku přiměřeně přimyká terénní čáře a nepřesahuje v celé délce propojovací trati mezní sklon 7 % připouštěný normou ČSN 73 6412 jako největší možný v případě novostavby tramvajových tratí.

Obrázek 20: Situace měst v podkrušnohorském trianglu



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.mapy.cz)

Cestovní doby drážních spojení Most – Žatec pro různé dopravní cesty a kategorie vlaků zobrazuje tabulka č. 9, výčet stávajících spojení je doplněn o cestovní charakteristiky potenciálního spoje TT linky. V případě vlaku kategorie rychlík je na trati č. 123 v relaci Žatec – Most předpokládáno jediné nácestné zastavení ve stanici Postoloprty. Na segregované tramvajové trati vedené v celém městském průtažním segmentu na vlastním tělese je předpokládána rychlost vozidel TT 60 km/h, v extravilánu na regionální železnici č. 123 je uvažována rychlost 70 km/h. Vozidlo TT dle předpokladu zastavuje ve stanici Postoloprty a dále na mostecké tramvajové trati v zastávkách Interspar, Severografia, Dopravní podnik a ČS. mládeže.

Tabulka č. 9: Provozně - technické charakteristiky současné a projektované drážní dopravy v relaci Most – Žatec

	Vzdálenost [km]	Počet nácestných zastávek	Aproximovaná (určená) průměrná jízdní rychlost [km/h]	Cestovní doba [min]
Osobní vlak – trať 123	34	8	51	42
Rychlík – trať 124 / 130	50	3	64	48
Rychlík – trať 123	34	1	70	39
Vlakotramvaj – trať 123 / mostecká TT	32	5	60 – město Most 70 - extravilán	30

Zdroj: Vytvořeno autorem

Přes větší počet nácestných zastavení zvyšujících množství veřejnou dopravou komfortně dostupných přepravních cílů, vlakotramvajové spojení nabízí do centra města Most příznivější cestovní dobu než hypoteticky vypravovaný vlak kategorie rychlík jedoucí po trati č. 123 a zastavující pouze ve stanici Postoloprty. Z hlediska potenciální nabídky cestovní doby představuje spojení Žatce a Mostu prostřednictvím navržené vlakotramvajové linky nejvýhodnější variantu osobní přepravy. V další subkapitole bude odhadnuta investiční náročnost navržené novostavby drážního propojení umožňující zřízení TT linky v navrženém vedení.

3.1.5 Odhad investičních nákladů navrhované drážní integrace na jihu Mostu – popis metodiky výpočtu

Délka jednokolejné tramvajové prolouge činí 3 595 m; projektovaná dráha je uvažována v provedení klasické železniční konstrukce kolejového svršku sestávající z otevřeného štěrkového lože, bezpodkladnicových podpěr a kolejnic typu S49. Ocenění jednoho běžného metru popsaného kolejového svršku je aproximováno na 25 000 Kč za 1 bm.

Pro zhotovení přibližné kalkulace nákladů na spodní stavbu drážní prolouge bude využit výukový text určený pro předmět „Silnice, dálnice a křižovatky“³⁹ vyučovaný na Fakultě dopravní ČVUT v Praze. Po úpravě nomogramu závislosti objemu zemních prací na rozdílu nivelety a terénní čáry zohledňující šířku zemní pláň jednokolejné trati v přímé (6,0 m) (ilustrováno na obrázku č. 20 na další straně) byly na základě tohoto nomogramu odhadnuty kubatury potřebného vykopání a nasypání půdy, jež zobrazují tabulky v nesvázané příloze 4. Rozdíl sumárních hodnot objemů výkopových a násypových prací posloužil k vyčíslení množství na stavbě vykopané a více nevyužité půdy určené do deponie, respektive k objemu dodatečného násypového materiálu potřebného k vykrytí nedostatku vykopané zeminy. Finální výpočet uvažuje následující hodnoty měrných nákladů vztažených na cenovou hladinu roku 2014.

- Přemísťování kubatur z výkopu do násypu a naopak: 1 620 Kč / m³
- Odvoz a uložení materiálu na skládku: 1 950 Kč / m³
- Nákup dodatečné zeminy 2 670 Kč / m³

Vzorový příčný řez železniční trati v náspu na obrázku č. 22 schematicky indikuje průběh sklonu svahu zemního tělesa, jež v případě železnice variuje v závislosti na úrovni soudržnosti zeminy mezi 1 : 1,25 a 1 : 2,5. Sklon násypových, resp. zářezových, svahů železniční trati a silniční komunikace znázorněný v nomogramu dole lze z tohoto pohledu vnímat jako identický.

Projektovaná kolej tramvajové trati klesá podél úpatí Velebudické výsypky v relativně náročném terénu; dráha překonává v úseku dlouhém 2 184 m převýšení 92 m, tj. průměrný

³⁹ Garant předmětu doc. Ing. Jiří Čarský, Ph.D.

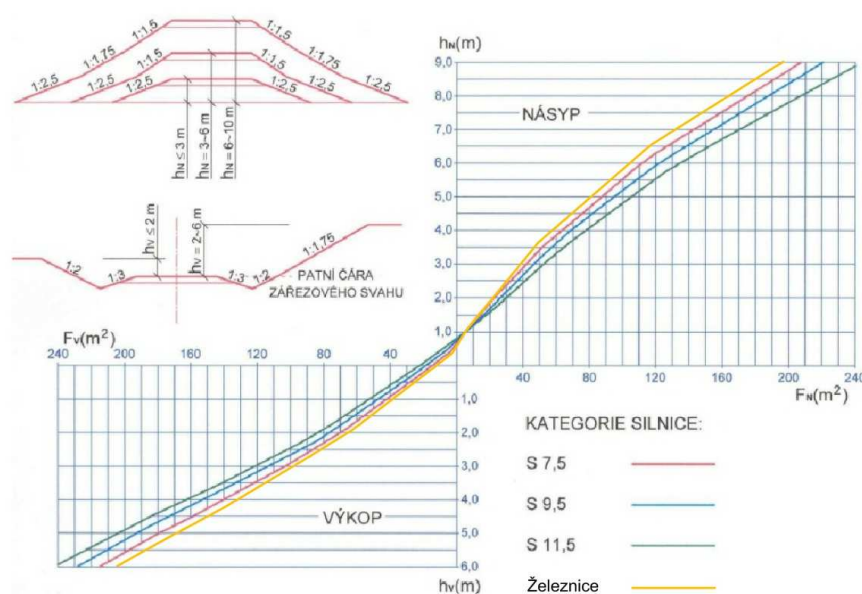
⁴⁰ Kubát, B., Týfa, L.: *Železniční tratě a stanice*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, s. 86.

sklon 45,5 %. Ve snaze dosáhnout přiměřené investiční nákladnosti stavby, kopíruje niveleta koleje v celém úseku trend výškové změny terénu; niveleta dosahuje prudšího sklonu ve výši 6,1 % úseku dlouhém 369 m, jenž se vyskytuje na úrovni 2,30 km staničení a ve kterém se nepředpokládá zřízení zastávky (podobně jako v celé 3,5 km dlouhé novostavbě).

Stopa drážní prolongace je vedena výhradně na pozemcích hospodářsky nevyužívaných, jež patří soukromým osobám majícím trvalé bydliště v okrese Most. Přibližná kalkulace nákladů na zábor neveřejné půdy bude kalkulována opět s využitím učebního textu pana docenta Čarského; výukový materiál určuje náklady na výkup privátní půdy na základě difference mezi niveletou a terénem (Δh). Pro případ železnice, resp. jednokolejné tramvajové trati o šířce zemní pláně 6,0 m platí pro velikosti šířky záboru v místě příčného řezu (x_i) následující vztahy:

- V násypu $x_i = 4 * \Delta h_i + 8$ [m]
- V zářezu $x_i = 3,5 * |\Delta h_i| + 12$ [m]

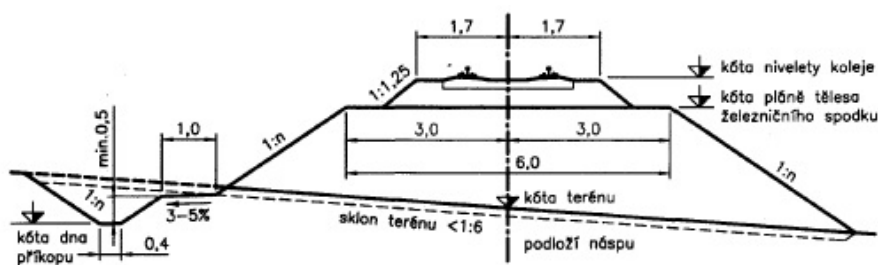
Obrázek 21: Nomogram pro odhad zemních prací



Zdroj: Výukový materiál předmětu „Silnice, dálnice a křižovatky“ (upraveno autorem)

Výpočet celkového záboru stavby jednokolejné trati je zpracován v tabulce obsažené v příloze 4. Cena výkupu jednoho čtverečního metru pozemku pro výstavbu železnice za rok 2014 byla vzhledem k poměrně proximě městské zástavby uvažována 110 Kč.

Obrázek 22: Vzorový příčný řez jednokolejné trati na náspu v přímé



Zdroj: Kubát, B., Týfa, L.: Železniční tratě a stanice. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, s. 86.

Výpočet orientačních nákladů spodní stavby jednokolejné spojovací dráhy:

$$SS = 1\,620 * \sum K_v + 2\,670 * (\sum K_N - \sum K_v) = 1\,620 * 26\,523 + 2\,670 * (26\,523 - 19\,176) = 62\,584 \text{ tis. Kč}$$

Výpočet orientačních nákladů vrchní stavby dvoukolejné elektrizované spojovací dráhy:

$$VS = 3\,595 * 25\,000 = 89\,875 \text{ tis.}$$

Náklady záboru neveřejné půdy:

$$ZP = 110 * 45\,529 = 5\,008 \text{ tis. Kč}$$

Aproximované celkové náklady stavby spojovací trati:

$$TC = SS + VS + ZP = 157\,467 \text{ tis. Kč}$$

Pro první fázi provozu vlakotramvajové linky mezi Mostem a Žatcem, tj. ve fázi uplatnění cvikovského modelu TT dopravy, byly investiční náklady projektu rozpočteny na 158 milionů; náklad je zlomkem stavebních nákladů realizace drážní novostavby navrhované pro spojení Žatce a Mostu v roce 2008.

3.2 Potenciál realizace systému Tram – train v aglomerační oblasti Liberce

3.2.1 Situace tramvajové sítě

Město Liberec představuje po Praze teprve druhé české město, v němž byla historicky zřízena trať elektrické tramvaje. Dráhu slavnostně do provozu uvedenou v roce 1896 projektoval František Křížík. V současnosti liberecká tramvajová síť dosahuje délky 24 km; mezi Libercem a Jabloncem nad Nisou je od roku 1955 zřízena tramvajová trať rozchodu 1000

mm ⁴¹; ve městě Liberci jsou tramvajové dráhy normálněrozchodné, pro umožnění přechodnosti vozidel z meziměstské tramvajové trati na intravilánovou síť je majorita tramvajových drah v Liberci dvojrozchodná (výjimku představuje trať Viadukt – Dolní Hanychov jsou pouze normálněrozchodná). K roku 2015 byly ve městě provozovány čtyři denní a jedna historická tramvajová linka. Městská tramvajová síť sestává ze tří ramen sbíhajících se v centru města v ulici Fügnerově v prostoru autobusového nádraží a nákupního střediska Forum Liberec; soustava kolejových výměn v prostoru centrálního propojení tramvajových tratí umožňuje zřízení tramvajové linky vedené v libovolné kombinaci spojení dvou ze tří tramvajových radiál; intravilánové tramvajové trati jsou ukončeny ve čtvrtích Starého města, Kristiánova a Horního Hanychova. Hanychovská radiála spojuje souběh tramvajových tratí s železničním nádražím; tramvajové zastávky v centrální části Liberce jsou odsazeny v průměrné vzdálenosti 500 m, stávající umístění zastávek ve středu Liberce umožňuje dosažení veškerých významných administrativních a společensko- kulturně významných cílů nalézajících se ve středu krajského města.

3.2.2 Situace železniční sítě metropolitní oblasti Liberce

Do Liberce ústí čtyři celostátní a jedna regionální dráha stýkající se ve stanici Liberec, hl. n. Hornatý charakter Libereckého regionu nabízí omezené příležitosti plošné urbanizace; osídlení aglomerační oblasti krajského města se soustřeďuje do říčních údolí (vodoteče Mohelka, Jeřice, Lužická Nisa, Černá Nisa), kde jsou jednotlivé obytné celky uspokojivě obslouženy regionální železniční dopravou; stávající rozsah nabídky osobní kolejové dopravy pokrývá plnohodnotně osídlená teritoria blízkého atrakčního radia města Liberec (perimetr cca 15 km), vedení úvah o rozšíření kolejové infrastruktury v oblasti se jeví bezpředmětné. Tabulka č. 9 zobrazuje množství obyvatel žijících ve spádových oblastech segmentů, do Liberce vstupujících, železničních tratí ohraničených sídly, jež jsou z krajského města dosažitelné v přijímané nejzazší cestovní době jedné hodiny.

⁴¹ <http://www.dpmlj.cz/historie>

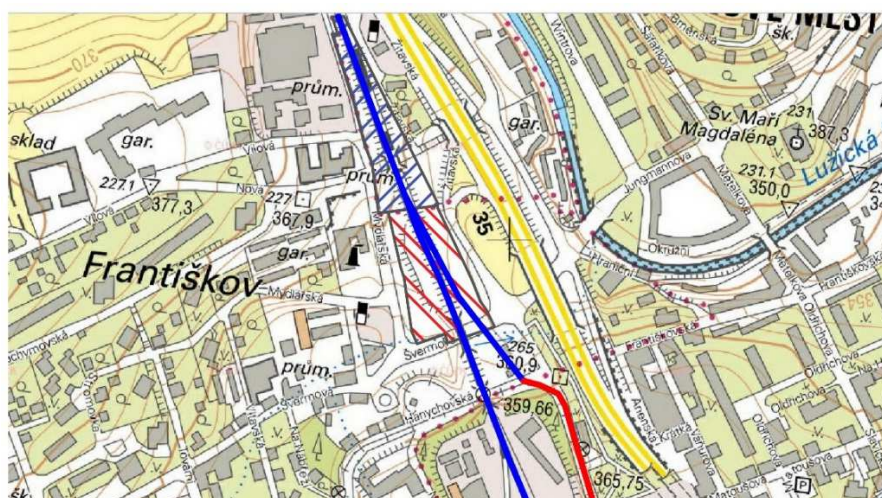
Tabulka 9: Počet obyvatel ve spádové oblasti vymezených úseků železničních drah ukončených v Liberci

Označení trati	Koncová stanice v regionu	Cestovní doba	Cestovní rychlost	Kompetivita cest. doby železničních spojů ve vztahu k autobusové D	Počet obyvatel ve spádové oblasti vymezené trati
030	Železný Brod	56 min.	56 km/h	vysoká	26 125
036	Tanvald	54 min	30 km/h	nižší	57 512 (včetně JnN)
037	Frýdlant	45 min	35 km/h	velmi nízká	10 318
086	Mimoň	65 min	41 km/h	vysoká	14 214
089	Varnsdorf	62 min	43 km/h	velmi vysoká	64 613

Zdroj: Vytvořeno autorem

Z hlediska vyhovění definovaným kritériím způsobilosti regionální trati k napojení na intravilánovou tramvajovou síť za účelem zřízení pravidelné vlakotramvajové dopravy na propojené dráze, naplňuje požadované mezní dopravně – technologické charakteristiky především trať č. 089, na níž je provozován pravidelný spoj Liberec – Varnsdorf. Sumární počet obyvatel obcí obsluhovaných regionální trati č. 089 v segmentu Liberec – Varnsdorf činí 64 613. Cestovní doba mezi Libercem a německou Žitavou spojením kategorie osobní vlak je rovna 31 minut; cesta do Varnsdorfu trvá 63 minut. Způsob napojení celostátní trati č. 089 na místní tramvajovou síť ukazuje obrázek 23. V centru města lze vozidla potenciální vlakotramvajové linky Varnsdorf – Liberec obracet v obratišti na Fügnerově třídě.

Obrázek 23: Situace navrhovaného propojení železniční a tramvajové sítě v Liberci



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podklad:cuzk.cz)

3.3 Úvahy o zřízení systému Tram – train v dalších oblastech České republiky

Popsané návrhy zřízení vlakotramvajové dopravy v Ústeckém kraji a v Liberci představují dle autora předloženého elaborátu vhodné projekty k realizaci v rámci oblasti České republiky. Tramvajové sítě v Praze a Brně se vyznačují poměrně intenzivním provozem tramvajových vlaků, dráhy tramvajových tratí jsou vedeny v prostoru místních komunikací společně s provozem automobilů. Z hlediska propustnosti tramvajových systémů v Praze a Brně a z hlediska hrozby přenosu četných zpoždění tramvajových spojů na vlaky TT nelze napojení pražské nebo brněnské intravilánové tramvajové sítě na přilehlé železniční tratě doporučit.

Po vzoru modelu Chemnitz se naopak příhodně jeví projekt integrace nevyužitých průmyslových vleček ostravské metropolitní oblasti a tamější tramvajové sítě. Dlouhodobě jsou připravovány návrhy realizace následujících vlakotramvajových linek využívajících téměř výhradně stávající místní kolejové infrastruktury:

- Spojení Ostrava – Orlová (29 976 obyvatel)
- Spojení Ostrava – Hlučín (14 000 obyvatel)
- Spojení Ostrava – Havířov (75 000 obyvatel)

Radiální ramena projektovaných vlakotramvajových linek procházejí, z hlediska opodstatnitelnosti zavedení kapacitní kolejové dopravy, uspokojivě zalidněnými teritorii. Problematika řešení vedení linek TT na Ostravsku by si pro variantnost možných spojení místních kolejových drah (tramvajových, železničních, vleček) vyžádala samostatnou strukturovaně zpracovanou kapitolu.

V dalším textu bude představen vlastní detailní návrh zavedení vlakotramvajové dopravy v krajském městě Plzni, ze kterého pochází autor předložené diplomové práce.

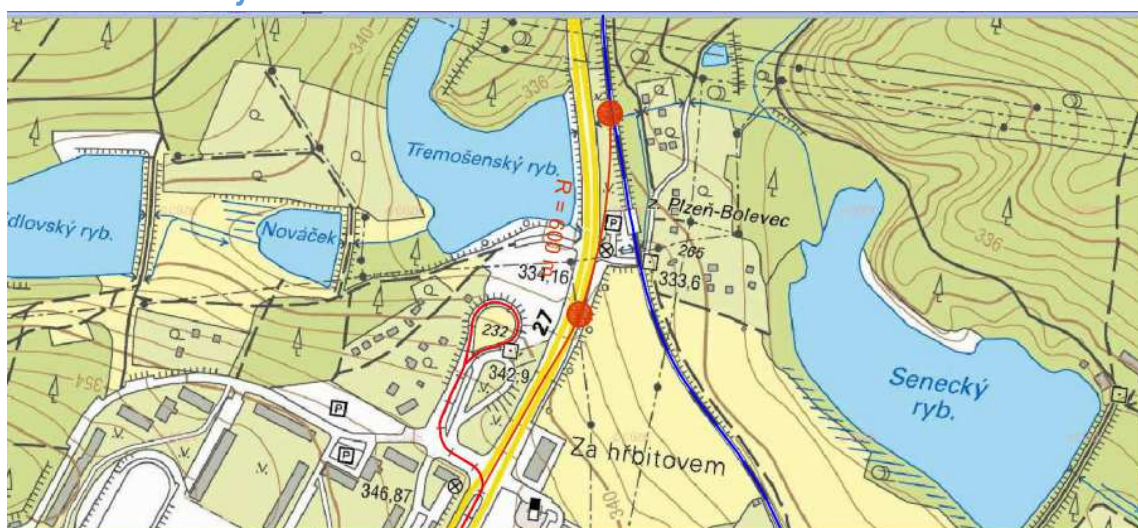
4) Zevrubný návrh řešení obsluhy metropolitní oblasti města Plzně vlakotramvajovou dopravou

Předmětem závěrečné kapitoly diplomové práce bude prověření technologické realizovatelnosti a společenské přínosnosti projektu napojení čtyř celostátních železničních tratí na tramvajovou síť ve městě Plzni.

4.1 Napojení celostátní železniční trati č. 160 na tramvajovou trať ve čtvrti Bolevec

Předmětem následujícího rozboru bude prověření technické realizovatelnosti a společenské přínosnosti zřízení vlakotramvajové linky ve spojení Třemošná – centrum Plzně. Plánovaná TT linka je vedena ve stopě tramvajové trati centrum Plzně – obratiště Bolevec; v oblasti boleveckého sídliště se TT linka napojuje na železniční celostátní trať č. 160 vedoucí přes Třemošnou, Horní Břízu do Žihlí dále do Žatce. Situaci možného napojení tramvajové trati zobrazuje obrázek 24; tramvajová trať je na neelektrizovanou, v celém úseku jednokolejnou, železniční trať č. 160 napojena 393 m dlouhou propojovací drahou, jež ze severu vybíhá z osy železniční trati na úrovni Třemošenského rybníku a vedouc podél silnice I. třídy 27 vstupuje do volného středového pásu směrově rozdělené silniční komunikace, v němž je vedena po napojení na původní tramvajovou trať. Úrovňové křížení jednokolejně železniční trati s jedním jízdním pásem silnice I. třídy 27 bude nezbytně řízeno světelným signalizačním zařízením.

Obrázek 24: Schematická situace navrhované dráhy propojující železniční trať č. 160 s tramvajovou trať v Bolevci



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.cuzk.cz)

Následuje provedení odhadu investiční náročnosti realizace navržené kolejové propojovací dráhy. Kalkulace spodku nové koleje užívá metodiku stanovení stavebních nákladů představenou v subkapitole 3.1.6, investiční náklady železničního svršku budou uvažovat následující hodnoty aproximace měrných nákladů realizace vybraných elementů železniční infrastruktury laskavě poskytnuté vedoucím předložené diplomové práce, panem inženýrem Vachtlem. Uvažované hodnoty jednotkových stavebních nákladů jsou následující:

- a) Stavba koleje klasické železniční konstrukce (kolejové lože, příčné betonové podpěry s bezpodkladnicovým upevněním kolejnic typu S49) – 25 000 Kč / bm
- b) Elektrizace 1 km železniční koleje – 7 000 tis. Kč / km
- c) Zřízení kontejnerové měnírny usměrňující elektrický proud veřejného kmitočtu a jmenovitého napětí na napětí užívané železniční trakce – 25 000 tis. Kč / 25 km

Výpočet orientačních nákladů spodní stavby dvoukolejné elektrizované spojovací dráhy:

$$SS = 1\,620 * \sum K_N + 2\,670 * (\sum K_N - \sum K_V) = 1\,620 * 3\,100 + 2\,670 * (3\,100 - 1\,209) = 10\,070 \text{ tis. Kč}$$

Výpočet orientačních nákladů vrchní stavby dvoukolejné elektrizované spojovací dráhy:

$$VS = (393 * 25\,000) * 2 + 393 * 7\,000 = 22\,400 \text{ tis.}$$

Aproximované celkové náklady stavby spojovací trati:

$$C_1 = SS + VS = 32\,470 \text{ tis. Kč}$$

4.1.1 Stávající nabídka veřejné dopravy v relaci Třemošná – Plzeň

- a) Vlakové spojení

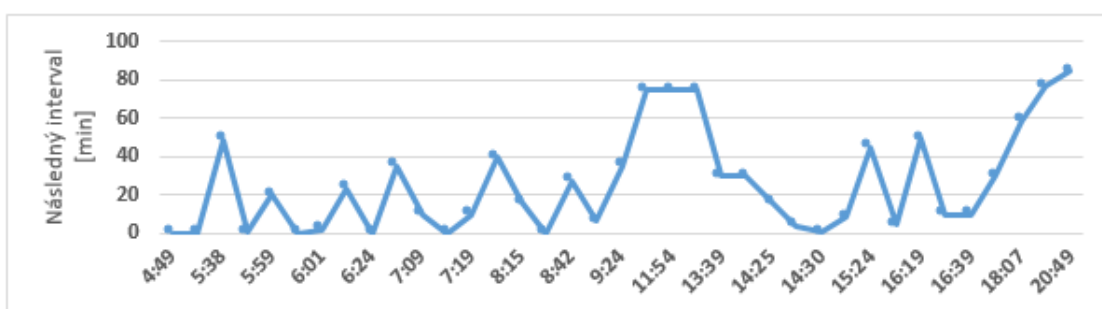
Železniční osobní dopravu mezi Třemošnou a Plzní zajišťuje v pracovní den 16 párů vlaků kategorie osobní vlak dopravce České dráhy a.s. Osobní spoje jsou do stanice Plzeň hl. nádraží vypravovány ze stanic Žihle a Plasy, provozní interval cirkulace železničních spojů v relaci Třemošná – Plzeň variuje mezi 42 a 67 minutami, osobní vlaky zastavují ve zkoumané relaci v zastávkách Plzeň-Orlík, Plzeň-Bolevec a Plzeň-Bílá Hora, cestovní doba osobního vlaku činí 15 minut. Vyčtené spoje zajišťují dva spřažené motorové vozy řady 814 (8 spojů v pracovní

den), dva spřažené motorové vozy řady 842 (4 spoje v pracovní den) a motorová jednotka řady 844 (4 spoje v pracovní den)⁴²; obsaditelnosti jednotlivých vozidel budou uvedeny níže.

b) Autobusové spojení

V pracovní den je mezi zastávkou Třemošná, Základní škola situovanou ve středu města Třemošná a zastávkami v Plzni (Plzeň, CAN; Plzeň, Orlík; Plzeň, Nemocnice Lochotín) vypravováno v jednom směru 65 autobusových spojů dopravce ČSAD, autobusy Plzeň. Linkové autobusy zastavující v zastávkách v Třemošné lze z hlediska užívané trasy průjezdu obcí rozdělit do dvou skupin. První skupinu (přibližně 28 denních spojů v jednom směru) tvoří autobusové linky mající východisko v obcích mikroregionu Horní Bříza; autobusy těchto linek vjíždějící do Třemošné silnicí II. třídy č. 180 po obslužení zastávky v místní části Záluží opouští obci ulicemi Plzeňská a do Plzně pokračují silnicí III. třídy č. 1808. Druhá skupina autobusových linek, principiálně s východiskem v Kralovicích, vstupuje do katastru města Třemošná ulicemi Americkou sjezdem ze silnice I. třídy č. 27; vozy těchto linek průjezdem tranzitní místní komunikace (ulicemi Plzeňskou) se v jižní části obce opětovně napojují na silnici I. třídy č. 27 a do Plzně vjíždějí ve čtvrti Bolevec. V Třemošné autobusy zastavují ve dvou zastávkách od sebe vzdálených přibližně 1,3 km. V úseku Třemošná u Plzně – Bolevec vedení autobusových linek de facto kopíruje trasování celostátní železnice č. 180. Interval jízdy autobusových spojů v relaci Třemošná – Bolevec dosahuje se směrodatnou odchylkou 26 minut střední hodnoty 26 minut. Variace následného intervalu výpravy autobusového spoje v průběhu typického pracovního dne za rok 2015 zobrazuje graf č. 1.

Graf 1: Denní průběh následného intervalu autobusových spojů v relaci Třemošná – Plzeň, Bolevec

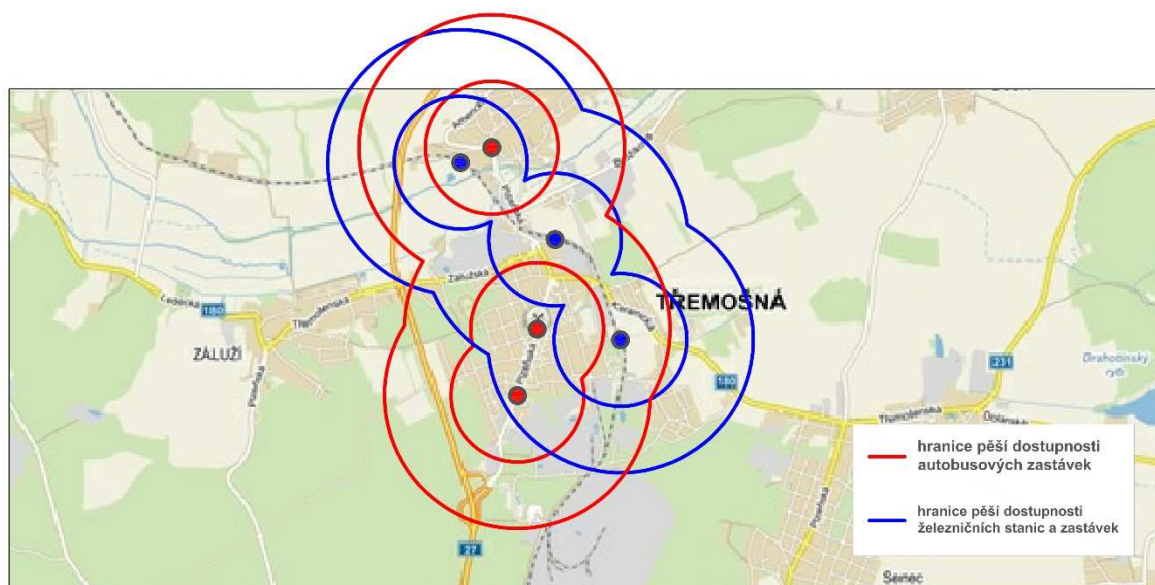


Zdroj: Vytvořeno autorem

⁴² <http://www.zelpage.cz/razeni/15/cr/trate/160/Os/>

Hranice pěší dostupnosti zastávek a stanic veřejné dopravy v Třemošné zobrazuje obrázek č. 25; plochy vzniklé průnikem kruhů menšího poloměru představují oblasti, z nichž jsou zastávky dostupné pěšky do 5 minut; hranice plochy spojující kruhy většího poloměru vymezují oblast, z níž jsou zastávky pěšky dosažitelné v době kratší než 10 minut. Vzhledem k poměrně řídkosti obyvatelstva v severozápadní části obce polohy tří železničních zastávek ve městě Třemošná umožňují uspokojivě zajistit obsluhu předmětné obce veřejnou železniční dopravou; v případě vedení spoje TT ve dráze trati č. 160 nebude nezbytné upravovat směrové vedení celostátní trati v úseku procházejícím městem Třemošná, ani nebude nutné měnit nynější polohy tamějších železničních zastávek.

Obrázek 25: Město Třemošná – Stávající modus obsluhy obce veřejnou dopravou

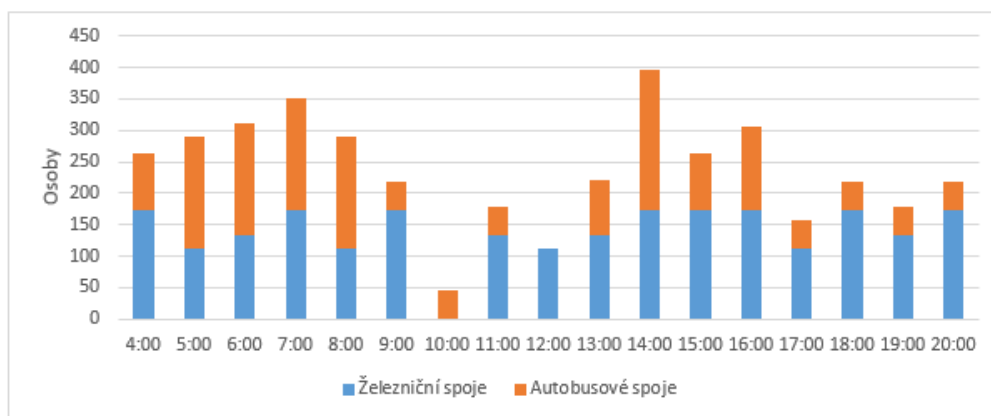


Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.mapy.cz)

Pro potřeby určení stávající nabídky přepravní kapacity veřejné autobusové a železniční dopravy v relaci Třemošná – Bolevec byla zvolena obsaditelnost meziměstského autobusového vozu 45 osob. Uvažované obsaditelnosti železničních vozidel provozovaných na předmětné trati č. 160 jsou následující:

- Motorový vůz řady 814: 172 osob
- Motorový vůz řady 842: 132 osob
- Motorová jednotka řady 844: 111 osob

Graf 2: Sumární přepravní kapacita nabídky veřejné dopravy v relaci Třemošná – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015)



Zdroj: Vytvořeno autorem

Sumární nabízená kapacita veřejné dopravy ve sledované relaci Třemošná – Plzeň se dle histogramu označeném jako obrázek č. 2 pohybuje mezi 45 a 397 osobami za hodinu, integrální obsaditelnost vozidel veřejné dopravy v jednom směru za den činí 4 013 osob. V průměru dosahuje hodinová kapacita nabízená železničními a autobusovými spoji 230 osob. Při zájmu substituovat seznanou obsaditelnost vlakových a autobusových vozů hybridním drážním prostředkem, jeví se přiměřeným vybrané vlakotramvajové vozidlo v segmentu Třemošná – centrum Plzně eventuální linky vedoucí hlouběji do periferie okresu Plzeň-sever provozovat v taktu 30 minut, jehož zavedením mezi 4. hodinou ranní a 20. hodinou večerní bude pokryta současná nabízená hodinová kapacita veřejné dopravy v relaci Třemošná – Plzeň graficky popsána v grafu č. 2. Při úvaze provozu moderního vlakotramvajového vozidla užívaného na síti v Saarbrücken v provozním intervalu 30 minut je pokrytí současné přepravní nabídky v období špičky dosaženo za předpokladu zahrnutí kapacity vozidla pro stojící cestující, jejichž nekomfortní přepravu lze v případě garantované krátké cestovní doby (nepodmíněně stavem dopravního provozu na silničních komunikacích v Plzni) v omezených obdobích dne akceptovat.

Stávající cestovní doby dle jízdního řádu:

Autobus: Třemošná -> Plzeň CAN – 16 až 20 minut

Vlak kategorie osobní vlak: Třemošná u Plzně -> Plzeň hl. n. – 15 minut

Vlak kategorie osobní vlak: Třemošná u Plzně -> Plzeň, Bolevec – 6 minut

Vlak kategorie osobní vlak: Kaznějov -> Třemošná u Plzně – 6 minut

Tramvaj: Bolevec – Sady Pětatřicátníků – 11 minut

Skvrňany – Sady Pětatřicátníků – 12 minut

4.1.2 Ověření propustnosti tramvajové trati v úseku Plzeň, Bolevec – Plzeň centrum

V případě potenciálního zavedení vlakotramvajové linky předpokládá autor návrhu zachování stávajícího rozsahu provozu tramvajové dopravy (rozmístění zastávek, provozní interval, absolutní preference městské kolejové dopravy na devíti úrovněových kříženích s MK) na původní trati Sady Pětatřicátníků (tramvajový přestupní uzel v centru města Plzně) – obratiště Bolevec. Dostatečnost kapacity vlakotramvajové linky pro nástup cestujících na zastávkách intravilánové tramvajové trati nebude ověřena, verifikace realizovatelnosti organizovaného sdílení tramvajové trati vozidly TT linek a normálních vnitroměstských tramvajových linek se omezí na posouzení vyhovění propustnosti tramvajové trati plánované augmentaci dopravního vytížení o zavedený provoz vozidel TT v předpokládaném intervalu 30 minut.

Plánovaná vlakotramvajová linka je v úseku Bolevec – Sady Pětatřicátníků vedena v segmentu Bolevec – křížení ulic Lidické a Karlovarské v souběhu se stávající tramvajovou linkou č. 1 v úseku křížení ulic Lidické a Karlovarské – Sady pětatřicátníků navrhovaná TT linka vede v souběhu s tramvajovými linkami č. 1 a č. 4. Ve špičce jsou tramvaje linky č. 1 vypravovány v intervalu 5 minut, linka č. 4 v intervalu 3 až 4 minut. Koliznímu souběhu vozidel dvou tramvajových linek jsou uzpůsobeny nástupiště plzeňských tramvajových tratí, jež v souladu s normou ČSN 73 6425-1 dosahují délky dvou na tratích provozovaných tramvajových vlaků zvětšené o 1 m. Nežádoucím pravidelnému sjezdu vozidel tří drážních linek k jednomu nástupišti, nevyločitelnému v případě zřízení TT linky v popsané trase, lze zabránit buď prodloužením stávajících tramvajových nástupišť na délku tří městských drážních vozidel (řešení investičně náročné)⁴³, nebo zavedením dopravně – organizačního opatření na úrovních vjezdů TT vozidel na tramvajovou síť zamezujícího vypravení kategoricky podřazeného tramvajového vozidla v blízkém časovém odstupu před jednotkou TT provozované dle přednostně dodržovaného jízdního řádu. Vzhledem ke krátkému provoznímu intervalu tramvajových linek, lze eventuelní odchylky příjezdů a odjezdů tramvajových vlaků od časů deklarovaných v jízdním řádu tolerovat.

⁴³ Tramvajová trať je v celém úseku Bolevec – Sady Pětatřicátníků vedena ve vlastním středovém páse místní směrově rozdělené komunikace; nástupiště zastávek vymezeného úseku trati nejsou situovány ve stíněných prostorech, nástupiště veškerých zastávek lze dle potřeby prodloužit.

4.1.3 Učení hranice pásmování vlakotramvajové linky v úseku Třemošná – Žihle

Vzhledem k již uvedené téměř identické cestovní době jízdy vlaku a potenciální vlakotramvaje mezi centrem Plzně a Třemošnou lze bez sníženého komfortu cestujících (s přihlédnutím k dostupnosti železniční stanice Plzeň hl. nádraží využitím linek MHD) veškerý výkon osobních železničních vlaků substituovat vlakotramvajovými spoji; terminální stanicí navrhované vlakotramvajové linky na severu bude určena železniční stanice Žihle, tj. stávající konečná stanice poloviny vlaků kategorie osobní vlak provozovaných na celostátní trati č. 160 v Plzeňském kraji (druhá polovina vlaků kategorie osobní vlak jízdu končí ve stanici Plasy jsou blíže Plzni). Současná cestovní doba spojení Žihle – Plzeň hl. n. vlakem kategorie osobní vlak činí 75 minut; v případě spojení Žihle – tramvajová zastávka Sady Pětatřicátníků v Plzni zajišťovaného jednotkou TT lze uvažovat cestovní dobu 78 minut. Zřízení systému TT v oblasti předpokládá zachování stávající nabídky železničních spojů kategorie rychlík na trati č. 160, jež spojují Plzeň se Žatcem, resp. Chomutovem a Mostem. Na předmětné trati je v pracovní den vypravováno 6 spojů kategorie rychlík zastavujících v Plzeňském kraji ve stanicích Kaznějov, Plasy a Žihle.

Předmětem dalšího textu bude určit objem stávající nabídky veřejné osobní přepravy v relaci Plzeň – zastávky veřejné dopravy sloužící obyvatelům spádové oblasti stanic a zastávek na trati č. 160 mezi Třemošnou a Žihlemi; cílem tohoto šetření bude prověřit, zda lze provoz na projektované vlakotramvajové lince rozdělit do segmentů s postupně se zvyšujícím intervalem provozu TT jednotek.

A) Horní Bříza

Celostátní trať č. 160 kopíruje jižní hranici města Horní Bříza; dvě železniční zastávky v obci jsou situovány v těsné blízkosti autobusových zastávek; z hlediska pěší dostupnosti veřejné dopravy lze při zachování komfortu pro cestující integrální nabídku kapacity autobusových linek nabízenou ve městě Horní Bříza nahradit železničními spoji bez úpravy směrového vedení železniční trati či přemístění železniční zastávky.

B) Kaznějov

Celostátní trať č. 160 rozděluje katastr obce Kaznějov na téměř shodné poloviny, železniční stanice se nalézá ve středu obce v pěší dostupnosti zdrojů a cílů přepravní poptávky.

Potenciální substituce nabídky veřejné autobusové dopravy v obci kapacitami železniční osobní dopravy nezpůsobí změnu kvality veřejné dopravní služby poskytované v současnosti místním obyvatelům.

C) Plasy

Železniční stanice Plasy byla zřízena na jižní hranici města ve vzdálenosti cca 900 m od středu obce; pěší dostupnost stanice komplikují omezené možnosti překonání řeky Střely, jediná pěší lávka přes Střelu v blízkosti klášterního areálu ve středu obce umožňuje dosažení železniční stanice z husté zástavby na severozápadě pouze za cenu významné zacházky; vzhledem k stávajícímu urbánnímu uspořádání a očekávanému rozšíření obce lze polohu železniční stanice klasifikovat jako nešťastnou; žádoucí substituce výkonu autobusové dopravy kapacitami železniční osobní dopravy v relaci Plasy – Plzeň lze, za zachování současného pohodlí cestujících a směrování železnice č. 160, docílit organizací autobusové osobní dopravy spojující zastávky v severní části města Plas s železniční stanicí v ulici Plzeňská.

D) Žihle

Veřejné dopravní spojení Žihle – Plzeň přes Plasy je v současnosti realizováno téměř výhradně železniční dopravou. V pracovní den zajišťuje dopravce ČSAD Autobusy Plzeň 6 autobusových spojů Žihle – Plasy, jež obsluhují, kromě 10 zastávek v Žihlích a Plasech, rovněž 5 zastávek v obci Mladotice.

Rozbor dopadů nahrazení nabídky autobusové dopravy kapacitami vlakotramvajových spojů na kvalitu služeb veřejné dopravy v oblasti musí rovněž uvažovat změny časové dostupnosti Plzně z obcí obsluhovaných dnes autobusy zajíždějícími do centra Plzně přímo.

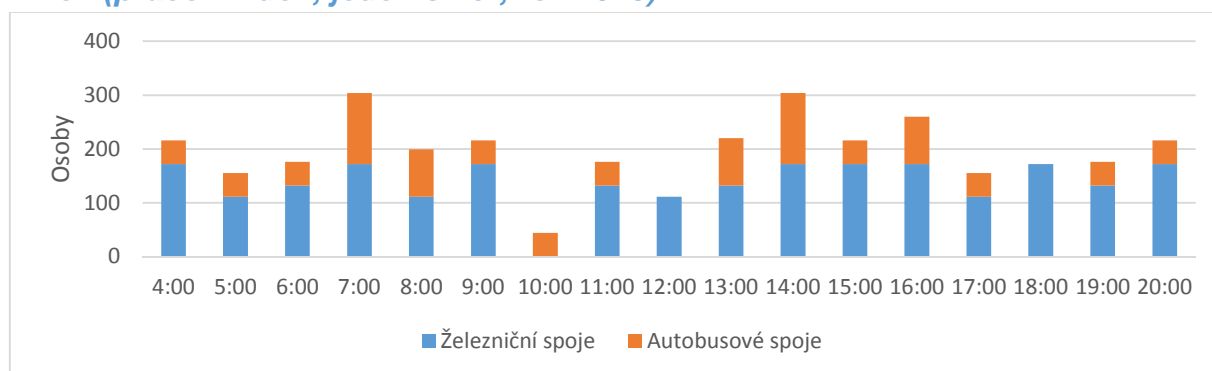
Tabulka 10: Srovnání jízdních dob železničního a autobusového spojení mezi obcemi přilehlými trati č. 160 a zastávkou Plzeň, Bolevec

Výchozí zastávka / stanice	Železniční spojení	Autobusové spojení
Plasy	33 min	28 min
Kaznějov	26 min	15 min
Horní Bříza	12 min	15 min

Zdroj: Vytvořeno autorem

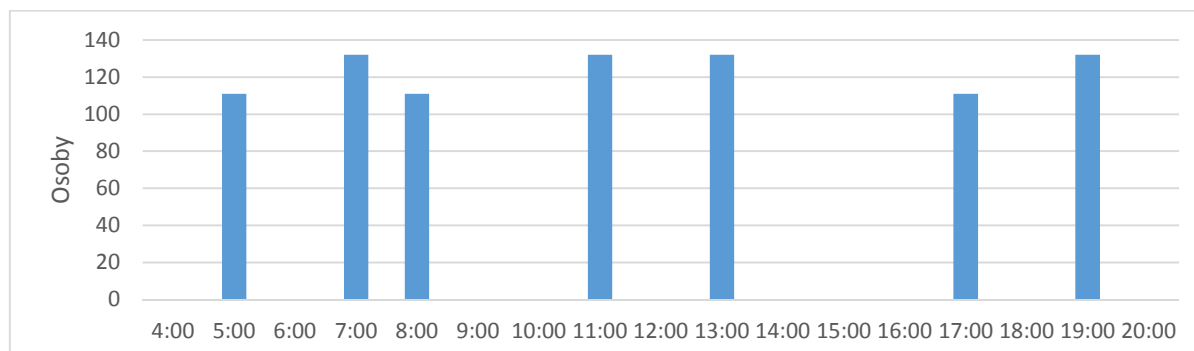
Nekonkurenceschopná cestovní doba železničního spojení v relaci Kaznějov – Plzeň je dána poměrnou deviatilitou železniční trati č. 160 v úseku Horní Bříza – Kaznějov; převedení veškeré osobní dopravy v relaci Kaznějov – Plzeň z autobusových kapacit na potenciální vlakotramvajovou linku vyžaduje významné úpravy směrového vedení předmětné železnice, jejichž detailní projekt provedení přesahuje rámec zadání předkládaného elaborátu. Pro potřeby určení provozního intervalu navrhované TT linky v segmentu Třemošná – Žihle bude dále uvažováno, že vlakotramvajová linka cestovní dobou spojení Kaznějova a Plzně plně konkuruje autobusové dopravě; vzhledem k velikosti obce Kaznějov (3 200 obyvatel) podoba konečného směrování železnice č. 160 (a tedy výsledná schopnost TT systému poutat cestující k využití vlakotramvaje k cestě mezi Kaznějovem a Plasy) významně neovlivňuje celkovou prognózovanou poptávku po přepravě v terminálním úseku plánované vlakotramvajové linky.

Graf 3: Sumární přepravní kapacita nabídky veřejné dopravy v relaci Plasy – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015)



Zdroj: Vytvořeno autorem

Graf 4: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Žihle – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahována kapacita vlaků kategorie rychlík)



Zdroj: Vytvořeno autorem

Z výše uvedeného rezultují následující návrhy reorganizace veřejné místní dopravy v okrese Plzeň – sever:

- Veškeré autobusové linky spojení Kralovice – Plzeň vedené přes Kaznějov budou ukončeny ve stanici Plasy, nádraží
- Veškeré autobusové linky spojení Kralovice – Plasy, nádraží budou zastavovat ve všech zastávkách zřízených v ulici Plzeňská v Plasích
- Pásmový provoz vlakotramvajové linky bude započat ve stanici Plasy
- Do segmentu Plasy – Žihle vlakotramvajové linky Žihle – Plzeň bude v pracovní den vypravována jedna jednotka TT v hodinách, kdy úsek aktuálně obsluhují vlaky kategorie osobní vlak (viz nabídka přepravy znázorněná v grafu č. 4).

4.1.4 Ověření kapacitní dostatečnosti celostátní trati č. 160 na projektovaný rozsah TT dopravy

Celostátní trať č. 160 je jednokolejnou neelektrizovanou drahou. Jízdní doby mezi výhybnami na trati č. 160 v úseku plánovaného zavedení TT linky zobrazuje obrázek číslo 26. V příloze č. 5 je zpracován návrh grafikonu dopravy projektované vlakotramvajové linky respektující výše určené, resp. navržené, provozní intervaly vozidel TT linky a uvedenou předpokládanou dobu denního provozu systému (4:00 – 21:00). Přiložený grafikon vlakové dopravy uvažuje provoz pěti moderních vlakotramvajových jednotek typu Bombardier FlexilityLink (užívaných mj. na TT síti ve městě Saarbrücken) s obsaditelností 96 sedících a 134 stojících cestujících; primární stanicí křižování TT vozidel byla s ohledem k jízdním dobám mezi stávajícími výhybnami zvolena stanice Horní Bříza. Výpočet jízdních dob jednotek TT v úseku Plzeň, Malesická – Žihle vychází z traťových rychlostí segmentů trati uvedených v tabulce „traťových poměrů rozhodujících pro traťovou rychlost“ pro vozidla jedoucí obloukem s nedostatkem převýšení 130 mm; akcelerace a decelerace vozidla TT byly uvažovány $1,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; hodnota je uváděna jako průměrné zrychlení soupravy TT vyrobené společností Vossloh dle níže určeného zdroje⁴⁴. Kalkulace jízdních dob je zpracována ve svázané příloze č. 9.

Z přiloženého grafikonu TT dopravy a níže uvedeného výřezu označeného jako obrázek č. 27 vyplývá kapacitní nedostatečnost současné jednokolejné trati k propuštění navrženého objemu TT dopravy v úseku Plasy – Bolevec; přiložený grafikon a jeho níže uváděný výřez

⁴⁴ http://www.vossloh-innotrans.com/cms/en/produktighighlights/schienengebundene_nahverkehrsfahrzeuge/stadtbahn/stadtbahn_1.html

indikuje potřebu zdvoukolejnění železniční trati minimálně na úrovni 16. km staničení (prostorový oddíl mezi zastávkou Horní Bříza zastávka a stanicí Horní Bříza) za účelem křižování TT vlaků jedoucích v časové blízkosti s rychlíkovými spoji. Z hlediska bezpečnosti a plynulosti provozu, snížení mohutnosti škod eventuálního šíření zpoždění mezi křižovanými vlaky a obecně pro zvětšení kapacity trati č. 160 umožňující intenzivnější využití trati prostředky nákladní dopravy lze opodstatněně preferovat zdvoukolejnění celého úseku Plasy – Plzeň, tedy traťového segmentu, v němž jsou provozovány souběžně vozidla TT s prostředky konvenční drážní dopravy.

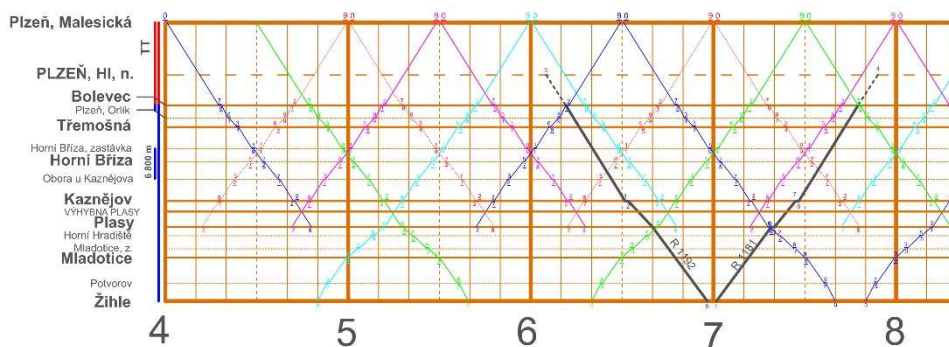
Obrázek 26: Jízdní doby mezi výhybnami na trati č. 160 v úseku Plzeň, Bolevec – Žihle



Zdroj: Vytvořeno autorem

V nákresem jízdním řádu vlakotramvajové linky Plzeň – Žihle (příloha 5) je barevně rozlišen proběh jednotlivých TT vozidel; z plzeňské vozovny je předpokládán ranní výtah tří jednotek TT zahajujících provoz v prostoru tramvajové točny Malesická, případně na jiné zastávce v centru Plzně situované blíže tramvajové vozovně na Slovanech v jihovýchodní části města; čtvrtá a pátá vlakotramvajová jednotka začínají jízdu v severní terminální stanici vlakotramvajové linky, tj. ve stanici Žihle. Silnou linií je v zobrazeném grafikonu vlakové dopravy zaveden spoj kategorie rychlík vjíždící na vlakotramvajovou trať v prostoru zastávky Bolevec v 6:33 a opouští systém TT v Žihlích v čase 7:29.

Obrázek 27: Výřez navrhovaného nákresemého jízdního řádu 5 TT souprav provozovaných na lince Plzeň, Malesická – Plasy (Žihle) – GVD celého dne v příloze 5



Zdroj: Vytvořeno autorem

4.1.5 Aproximace stavebních nákladů elektrizace železniční trati č. 160

Odhad nákladů realizace navržených stavebních úprav železniční trati č. 160 se omezuje na ocenění investiční náročnosti elektrizace úseků předmětné trati zahrnutých do systému TT; nákladnost zdvoukolejnění vybraných segmentů trati č. 160 vyžaduje šetření provedení stavby železničního spodku stávající koleje v cca 10 km dlouhém úseku celostátní trati.

a) Úsek Bolevec – Plasy

$$E_1 = 26\,392 * 7\,000 + 25\,000 \text{ tis.} = 209\,744 \text{ tis. Kč}$$

b) Úsek pásmového provozu TT dopravy Plasy – Žihle

$$E_2 = 17\,734 * 7\,000 + 25\,000 \text{ tis.} = 149\,138 \text{ tis. Kč}$$

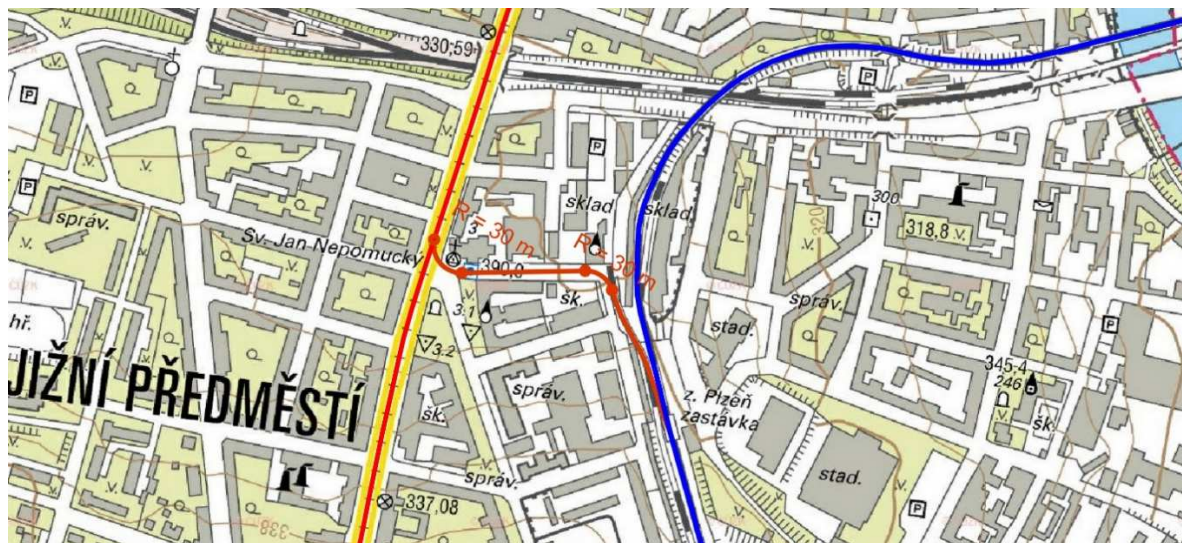
4.2 Napojení celostátní železniční trati č. 183 na tramvajovou trať v prostoru Chodského náměstí

Celostátní železniční trať č. 183 Plzeň – Klatovy – Železná Ruda lze v Plzni vhodně propojit v oblasti Chodského náměstí s tramvajovou tratí vedenou severojižně Klatovskou třídou; železnice č. 183 prostorem prochází v porovnatelné výšce a v relativní blízkosti s tramvajovou tratí. Situaci možného trasování propojovací dráhy zobrazuje obrázek č. 28; projektovaná spojovací dráha je dlouhá 324 m. Ve snaze zachování zavedeného logického postupu deskripce případů navržené integrace kolejový drah v Plzni bude nejdříve kvantifikován hrubý odhad investičního nákladu stavby dvoukolejné trati vedené v HDP ulice Soukenická. Ocenění investičních nákladů projektu bude vycházet z dokumentace rekonstrukce tramvajové trati v ulici Komunardů v Praze Holešovicích, jež vyčísluje náklad na stavbu jedné koleje trati s pevnou jízdni drahou a pružným bezpodkladnicovým upevněním Vossloh W-tram na 30 973 Kč za běžný metr (ocenění laskavě poskytnuto Ing. Miroslavem Pencem, Ph.D. v roce 2013). Cena zahrnuje odfrézování staré podkladní betonové vrstvy v šířce koleje, smontování a vyrovnání kolejového svršku, vybetonování nosné podkladní vrstvy z cementového betonu, položení druhé vrstvy betonu a vytvoření zákrytu z asfaltem stmelených vrstev.

Náklad na stavbu dvoukolejné trati svršku typu PJD v prostoru MK ulice Soukenická délky 324 m:

$$C_2 = 2 * 324 * (30\,973 + 7\,000) \approx 25 \text{ mil. Kč}$$

Obrázek 28: Situace propojovací dráhy mezi železniční tratí č. 183 a tramvajovou tratí v prostoru Chodského náměstí



Zdroj: Vytvořeno autorem (Zdroj mapového podkladu: www.cuzk.cz)

4.2.1 Stav a stávající organizace drážní dopravy na celostátní železniční trati č. 183

Železniční trat č. 183 je jednokolejnou celostátní drahou, v úseku Plzeň hl. n. – Klatovy hl. n. elektrizovanou soustavou 25 kV, 50 Hz. Začátek staničení trati je veden ve stanici Železná Ruda – Alžbětín, na dráze dlouhé 97 km je zřízeno 12 stanic a 15 zastávek; z hlediska regionálních přepravních proudů zajišťuje celostátní trať č. 183 významné spojení dvou nejlidnatějších měst v Plzeňském kraji, tj. Plzně a Klatov. V pracovní den jsou na předmětné trati v jednom směru vypravovány 4 vlaky kategorie rychlík, 3 vlaky kategorie spěšný vlak a 10 spojů kategorie osobní vlak zastavujících ve všech stanicích a zastávkách na trati.

Plánovaná vlakotramvajová linka bude ukončena ve stanici Klatovy, hl. n.; cestovní doba mezi konečnými stanicemi navržené TT linky dosahuje v případě vlaku kategorie osobní vlak příznivých 60 minut. Dle předpokladu bude zamýšlená vlakotramvajová doprava integrálně nahrazovat stávající kapacitu nabízenou vlaky kategorie osobní vlak v projektované TT lince, tj. v úseku Plzeň hl. n. – Klatovy. Obsaditelnost a složení vlaků zajišťujících spoje uvažované kategorie uvádí výčet níže.

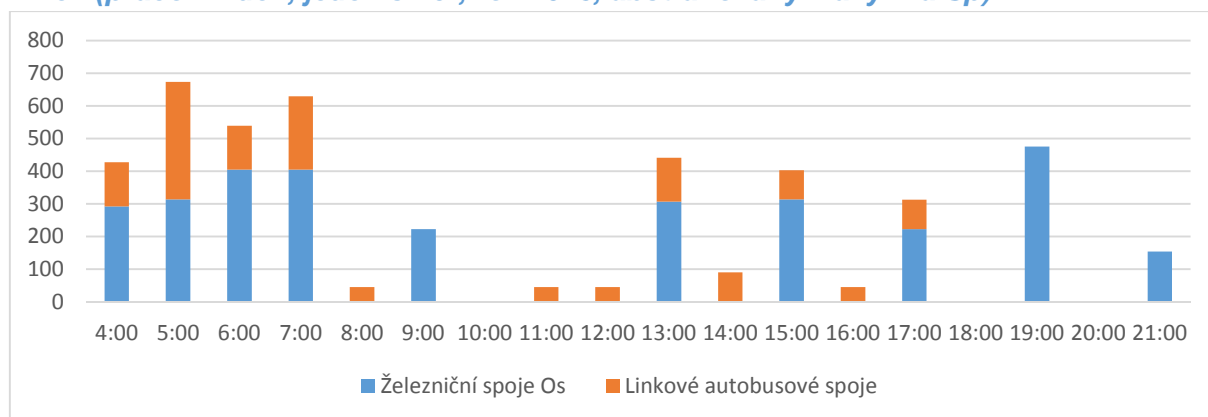
Celková obsaditelnost vlaků kategorie osobní vlak v relaci Plzeň – Klatovy:

- Os 7502 : ABpee + Bdgmee + Bdtee + B - celková obsaditelnost: 283 osob
- Os 7512 : BDs + Bdt + Bdt - celková obsaditelnost: 222 osob
- Os 7504 : BDs + Bdt + Bdt - celková obsaditelnost: 222 osob
- Os 7514 : BDs + Bdt + Bdt - celková obsaditelnost: 222 osob
- Os 7516 : BDs + Bdt + Bdt + Bdt – celková obsaditelnost: 313 osob
- Os 7518 : Bdt + Bdt + Bdt + Bdt + Bt + BDs – celková obsaditelnost: 306 osob
- Os 7520 : BDs + Bdt + Bdt + Bdt
- Os 7522 : BDs + Bdt + Bdt - celková obsaditelnost: 222 osob
- Os 7524 : Bdtee + Bdtee + BDt + BDs celková obsaditelnost: 390 osob
- Os 7526 : 842 + Bdt celková obsaditelnost: 154 osob

Nabídka zastávkové osobní dopravy v řešeném úseku Klatovy – Plzeň je v komparaci s ostatními zkoumanými rameny potenciální TT linky charakteristická tím, že ve špičce se počet spojů a obsaditelnost řešené kategorie vlaků pro jednotlivé směry relace podstatně liší. Sloupcový graf č. 4 ukazuje dominující soustředění nabízených místokm do ranní špičky v relaci Klatovy – Plzeň, zatímco v případech jiných železničních radiál (viz již prezentovaný graf č. 3, níže graf č. 6) je nabízená kapacita veřejné dopravy pro jednotlivé hodiny dne vyrovnanější. Denní vývoj nabízené obsaditelnosti vlaků kategorie osobní vlak pro relaci Klatovy – Plzeň zobrazuje graf č. 5. Podstatný rozdíl v nabízeném objemu potenciálního přepravního výkonu pro různé směry dopravního spojení vede autora předloženého elaborátu k projekci odlišných provozních intervalů výpravy TT souprav pro jednotlivé směry řešeného spojení.

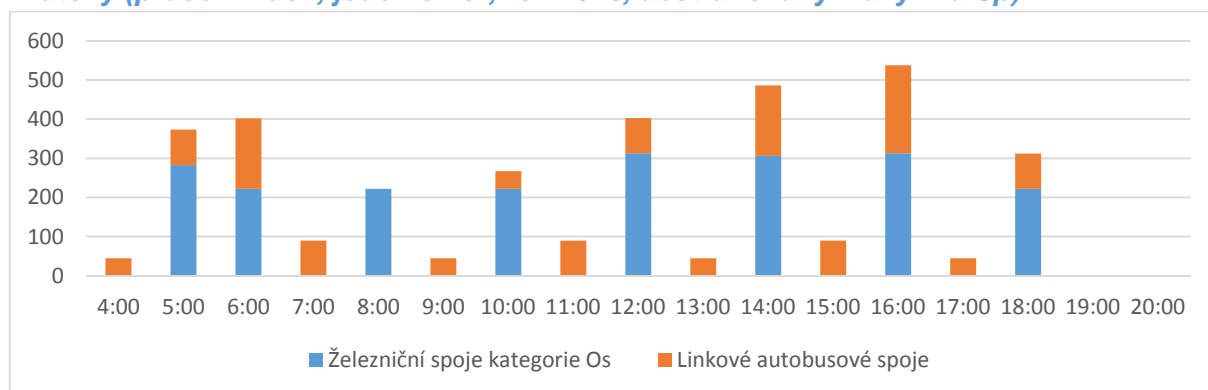
Grafy č. 4 a 5 nabídky veřejné dopravy v gravitačním radiu plánované TT linky zobrazují vedle kapacity železničních spojů rovněž pro jednotlivé hodiny dne sumární obsaditelnost spojů linkové autobusové dopravy svázející cestující do první zastávky periferního prstence krajského města Plzně na řešené železniční trati, tj. do stanice města Dobřany, ve kterém zastavuje pravidelná místní autobusová doprava směřovaná z obcí Vstíř, Oplot, Soběkury, Merklín, Řenče, a dále pravidelná nadřazená autobusová doprava z Klatov, Přeštic a Chlumčan.

Graf 5: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Klatovy - Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahovány vlaky R a Sp)



Zdroj: Vytvořeno autorem

Graf 6: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Plzeň - Klatovy (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahovány vlaky R a Sp)



Zdroj: Vytvořeno autorem

..

4.2.2 Plán organizace provozu jednotek TT na trati č. 183

Určená stávající nabízená kapacita spojů veřejné dopravy operující v atrakčním perimetru navrhované linky TT (zachycená v grafech č. 4 a 5) bude dle návrhu autora předkládaného elaborátu substituována jednotkami TT provozovanými v následujících intervalech během typického pracovního dne⁴⁵:

⁴⁵ (nadále uvažován provoz vozidla Bombardier Flexility Link užívaného v Saarbrucken, obsaditelnost 96 sedících osob, normální obsaditelnost stojícími cestujícími předpokládána 146 osob).

Relace KLATOVY – PLZEŇ
5:00 – 8:00 20 min.
8:00 – 13:00 60 min
13:00 – 19:00 30 min.
19:00 – 21:00 60 min.

Relace PLZEŇ – KLATOVY
5:00 – 21:00 30 min.

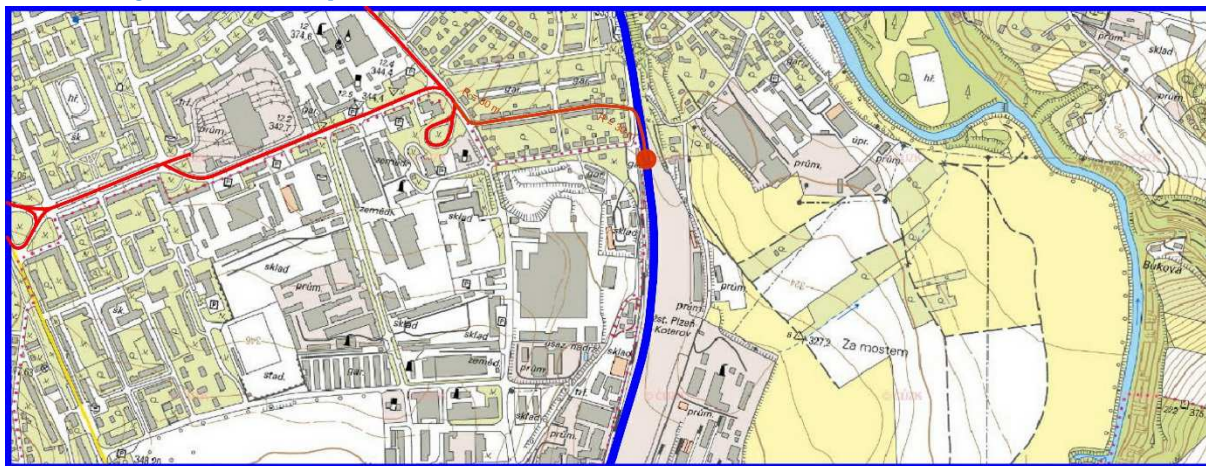
Výše projektované provozní intervaly respektuje navržený nákrešný jízdní řád plánované TT linky zpracovaný jako příloha 6. Vzhledem k současnému provozu na sdílené trati spojů kategorie rychlík, jejichž určené časové vedení je v grafikonu determinováno smluvním závazkem správce trati vůči objednateli celostátní rychlíkové dopravy, byly stanovené provozní intervaly upraveny u spojů jedoucích v časové blízkosti s rychlíky. V zásadě bylo snahou vlakotramvajové spoje vypravovat v bezpečném následném mezidobí po spojích kategorie rychlík; spoje TT jedoucí dle předpokládaného intervalu v časové blízkosti s časy odjezdů a příjezdu spěšných vlaků (jejich časové polohy v systému v porovnání s výchozím stavem uvažovány jako neměnné podobně jako u rychlíkových spojů) byly zrušeny. Navrhované provozní řešení předpokládá zřízení výhyben v zastávkách Lužany, Borovy a Dehtín; dále bylo vyhodnoceno jako nezbytné minimálně parciální zdvoukolejnění plzeňského segmentu vlakotramvajové trati, tj. železnice č. 183 v úseku Plzeň zastávka – Dobřany. Vlakotramvajová linka je dle návrhu na plzeňské tramvajové síti ukončena v obratišti Mozartova na Plaské třídě v severní čtvrti Lochotín. Závěry o kapacitní dostatečnosti tramvajové trati procházející Klatovskou třídou učiněné v případě předchozího šetření návrhu TT linky do Třemošné lze pokládat za platné rovněž v případě napojení železniční trati č. 183 na klatovskou tramvajovou trať; spoje TT vysílané na tramvajovou síť v minimálním intervalu 20 minut zásadně nemohou destabilizovat plzeňský tramvajový provoz.

4.2 Napojení celostátní železniční trati č. 190 na tramvajovou trať v prostoru obratiště Světovar

Elektrizovaná, v krátkých segmentech (Plzň vzdálených) dvoukolejná, železniční trať č. 190 vede z Plzně přes Písek do Českých Budějovic. Příhodnou lokalitu napojení železniční trati č. 190 na plzeňskou tramvajovou infrastrukturu představuje oblast tramvajového obratiště Světovar, poměrně blízká centrální tramvajové vozovně Plzeňského městského dopravního podniku na Slovanech. Situaci možného trasování propojovací dráhy zobrazuje obrázek 29. Navrhovaná propojovací trať vybíhá z železniční dráhy na úrovni začátku plzeňského zhlaví stanice Plzeň, Koterov; propojovací trať je dále vedena na západ v dopravním prostoru MK ulice Libušínské, obloukem poloměru 30 m je dráha v místě křížení s tranzitní MK Nepomucká

trasována na sever na úroveň napojení na světovarskou tramvajovou trať. Vedení propojovací dráhy zachycené na obrázku č. 29 je dlouhé 683 m.

Obrázek 29: Situace propojovací dráhy mezi železniční tratí č. 190 a tramvajovou tratí v prostoru obratiště Světovar



Zdroj: Vytvořeno autorem

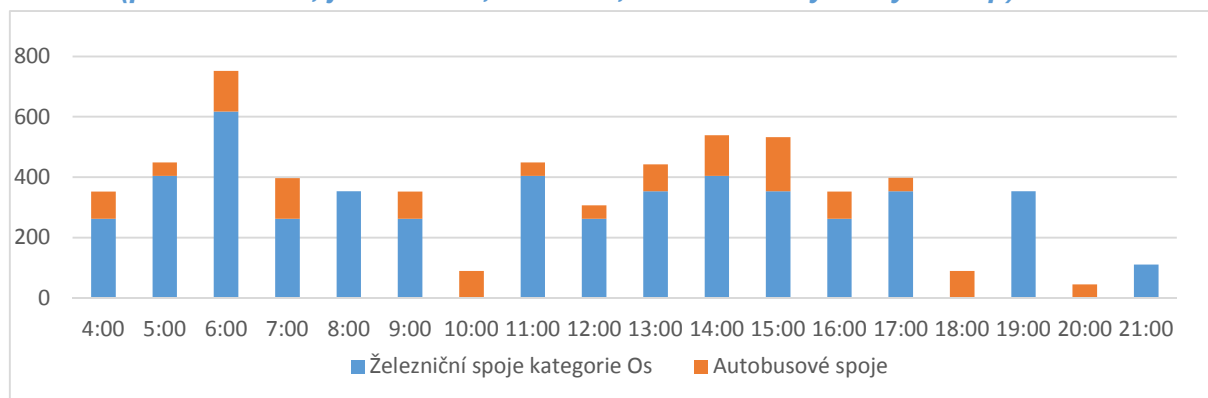
Náklad na stavbu dvoukolejné trati svršku typu PJD v prostoru MK ulice Libušinské délky 683 m:

$$C_3 = 2 * 683 * (30\,973 + 7\,000) \approx 51,87 \text{ mil. Kč}$$

4.3.1 Stav a stávající organizace drážní dopravy na celostátní železniční trati č. 190

Na trati č. 190 je vypravováno v pracovní den v jednom směru 8 spojů kategorie rychlík jedoucích v relaci Plzeň – České Budějovice – Brno (přes Jihlavu) a asi 18 spojů kategorie osobní vlak, jež cestu končí v Nepomuku, nebo ve stanici Horažďovice předměstí. Linky pravidelné autobusové dopravy obsluhující širší oblast gravitačního působení stanic železniční trati se sbíhají ve Starém Plzenci; jedná se o linky s výchozími stanicemi v Rožmitálu pod Třemšínem, ve Štáhlavech a Štáhlavicích, v Nepomuku nebo v Mladém Smolinci. Dle šetření zajišťuje autobusové spojení přilehlých obcí se stanicemi a zastávkami na trati č. 190 více než 30 autobusových spojů v pracovní den. Celkovou nabídku přepravní kapacity železničních a autobusových vozidel spojujících v pracovní den teritorium zasahované gravitačními účinky železniční trati č. 190 se Starým Plzencem, resp. s Plzní uvádí graf č. 7.

Graf 7: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Nepomuk – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahovány vlaky R a Sp)



Zdroj: Vytvořeno autorem

4.3.2 Plán organizace provozu jednotek TT na trati č. 190

Na základě identifikované variace celkové obsaditelnosti stávající nabídky veřejné přepravní kapacity byly navrženy následující provozní intervaly plánovaně zavedených vlakotramvajových spojů. Vlakotramvajová linka bude dle předpokladu ukončena ve stanici Nepomuk dosažitelná z Plzně v cestovní době 42 minut. Kalkulace jízdních dob subtilního provozně výkonného vlakotramvajového vozidla na železniční trati Koterov – Nepomuk uvádí příloha 11.

Uvažované provozní intervaly linky TT Plzeň – Nepomuk v průběhu dne

(intervaly shodné pro oba směry)

4:00 – 5:00 30 min.

5:00 – 8:00 20 min.

8:00 – 14:00 30 min.

14:00 – 16:00 20 min.

18:00 – 20:00 30 min.

20:00 – 21:00 60 min.

Navržený grafikon vlakové dopravy TT linky Plzeň – Nepomuk je zpracován v příloze 7. Projektovaný provoz vlakové dopravy v předmětném úseku uvažuje zřízení výhybny v zastávkách Štřáhlavy a Zdemyslice a pásmování vybraných spojů ve stanici Blovice.

4.3 Napojení koridorové železniční trati č. 170 na tramvajovou síť ve čtvrti Skvrňany

Provedený základní průzkum potenciálu přepravní poptávky ve spádové oblasti západního ramene železniční trati č. 170 indikuje nedostatečné zalidnění gravitačního radia železničních stanic a zastávek blízkých v přijatelné cestovní době (60 minut) centru města Plzně. Populace obcí při železniční trati č. 170 v úseku Plzeň Svojšín dosahuje 12 000 obyvatel,⁴⁶ severozápadní oblast Plzeňského kraje se obecně vyznačuje poměrně řídkým osídlením. Autor předkládaného elaborátu pokládá zřízení vlakotramvajové linky integrováním trati č. 170 na tramvajovou síť v Plzni jako nevhodné, převážně z důvodu, že počet obyvatel v již poměrně málo populačně vydatném gravitačním území extravilánového segmentu hypotetické TT linky zvyšují obce nejvzdálenější Plzni (Stříbro, Tachov), pro jejichž obyvatele je krajská metropole komfortněji dosažitelná nadregionální dopravou. Předpoklad o poměrně slabém potenciálu generování přepravní poptávky v oblasti potvrzuje rozbor nabídky veřejné dopravy v obcích Křimice nebo Vochov.

⁴⁶ Suma počtu obyvatel obcí Svojšín, Milín, Stříbro, Vranov u Stříbra, Pňovany, Plešnice, Kozolupy, Vochov.

Závěr

Systemy lehké kolejové dopravy se uplatňují v zemích západní Evropy k obsluze hustě obydlených aglomeračních oblastí středně lidnatých sídel. Ve městech s rozvinutou kolejovou infrastrukturou lze namísto nákladné novostavby moderního příměstského kolejového systému zřídit soustavu Tram – train integrující původně nekompatibilní kolejové sítě využitím zvláštních vozidel způsobilých přechodnosti mezi rozdílnými kolejovými drahami, zpravidla tramvajové a železniční sítě. Předložená diplomová práce si vytkla za cíl identifikovat příležitosti a omezení zavedení systému Tram Train v České republice z hlediska souladnosti s platnou drážní legislativou, technickými předpisy a normativy a soudobými podmínkami provozu drážní dopravy v tuzemsku.

Po definování systému Tram – train, představení elementárních prvků a popsání možných způsobů členění vlakotramvajových soustav bylo v první kapitole elaborátu přistoupeno k ověření přechodnosti typického vozidla Tram – train na železničních a tramvajových sítích zřízených dle předpisů platných v České republice. Srovnání železničního a tramvajového gabaritu prokázalo přípustnost provozu vozidla TT šířky 2,65 m na standardní tramvajové trati s osovou vzdáleností kolejí 3,0 m. Dále se autor v kapitole věnoval komplikovanosti návrhu staničních a zastávkových nástupišť zřizovaných pro pravidelné přistavování vlakotramvajů a konvenčních železničních nebo tramvajových vozidel; problematika byla uzavřena zjištěním, že uspokojivé řešení obratu cestujících z vozidla TT na železničním nástupišti nabízí návrh nástupní hrany ve výšce 380 mm nad TK, tj. ve výšce, jež normativní předpis projektování železničních nástupišť v důvodných případech připouští; přiblížení vozidla TT nástupišti ve výšce 380 mm nad TK lze zajistit zřízením kombinované podélně nebo příčně dělené nástupní hrany, vybavením vozidel výsuvným či výklopným stupněm, resp. plošinou, případně realizací kolejové splítky v ose koleje přilehlé nástupišti.

Druhá kapitola diplomové práce představila realizace provozovaných vlakotramvajových systémů v pěti německých městech, z nichž tři realizace autor elaborátu prozkoumal osobně v místě provozu. Pro jednotlivé linky šetřených TT systémů byly určeny základní provozně – technologické parametry charakterizující gravitační oblast linky a nabízený rozsah výkonu veřejné přepravy (průměrný počet obyvatel žijících ve spádové oblasti zastávky TT linky, sumární počet obyvatel žijících v gravitačním perimetru radiálního ramene TT linky, cestovní a jízdní doby jednotlivých linek TT soustavy). Následná generalizace vyčtených dopravně –

technologických parametrů v zahraničí funkčních TT systémů posloužila k určení minimálního objemu poptávky po přepravě vlakotramvajovým systémem, pro nějž lze TT systém společensky efektivně provozovat. Stanovené kritické hodnoty mezní předpokládané přepravní poptávky byly využity ve třetí kapitole elaborátu k posouzení ekonomické přínosnosti konkrétních projektů zřízení TT dopravy v České republice. Detailněji byly rozebrány příležitosti zavedení systému TT pro obsluhu jednak oblasti tzv. Podkrušnohorského trojúhelníku a jednak liberecké metropolitní oblasti. V případě návrhu realizace vlakotramvajové linky pro spojení měst Mostu a Žatce bylo navrženo směrování kolejové dráhy propojující celostátní železniční trať s meziměstskou tramvajovou linkou zajišťující v relaci center spojovaných měst příznivou cestovní dobu ve srovnání se současnou nabídkou veřejné dopravy.

Čtvrtá závěrečná část diplomové práce obsahla vlastní projekt zavedení systému Tram – train v rodném městě autora předloženého elaborátu, tj. v Plzni. Metropole západních Čech nabízí čtyři vhodné lokality propojení celostátních železničních drah a místní tramvajové sítě; realizace tří z těchto propojení se na základě rozboru stávající nabídky veřejné přepravy ve spádových oblastech potenciálně zavedených vlakotramvajových linek jeví jako společensky opodstatnitelná. Byly navrženy vedení tří radiálních vlakotramvajových linek ukončených v tramvajových obratištích v Plzni; linky lze v libovolné kombinaci perspektivně propojit v centru Plzně. Pro jednotlivé projektované TT linky byly vytvořeny nákrešné jízdní řády upravující provoz na železničních tratích sdílených konvenčními železničními prostředky a vlakotramvajovými jednotkami.

Seznam pramenů:

Literatura:

- 1) KUBÁT, B., PEJŠA, J., JACURA, M., TREŠL, O.: *Městská a příměstská kolejová doprava*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010, 352 s.
- 2) KUBÁT, B., TÝFA, L.: *Železniční tratě a stanice*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, s. 208.
- 3) ŠRYTR, P.: *Městské inženýrství*. Praha: Academia, Nakladatelství Akademie věd České republiky, 2001, s. 398.
- 4) LACEK, M.: *Městská doprava III. díl*. Praha: Nadas, 1986, 264 s.
- 5) LANĚ, F.: ONDOVČÁK, P., TREŠL O., PEJŠA, J.: *Vlakotramvaj Ostrava – Orlová, alternativa pro rychlou a komfortní veřejnou dopravu na Ostravsku, *Stavební a investorské noviny* 18. 5. 2007.*

Užívané české technické normy:

ČSN 28 0318: Průjezdne průřezy tramvajových tratí

ČSN 73 4959: Nástupiště a nástupištní přístřešky na drahách celostátních, regionálních a vlečkách

ČSN 73 6320: Průjezdne průřezy na drahách celostátních, drahách regionálních a vlečkách normálního rozchodu

ČSN 73 6360-1: Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1:Projektování

ČSN 73 6425 – 1: Autobusové, trolejbusové a tramvajové zastávky, přestupní uzly a stanoviště – část 1: Navrhování zastávek

Internetové zdroje:

- a) http://www.bundesverfassungsgericht.de/DE/Homepage/homepage_node.html
- b) http://www.karlsruhe.de/b3/bauen/sanierung/oststadt/HF_sections/content/ZZjW1idMFeXfZ2/ZZjW1izvJuQZsm/Teil1.pdf
- c) https://en.wikipedia.org/wiki/Karlsruhe_Local_Railway
- d) https://de.wikipedia.org/wiki/Stadtbahn_Karlsruhe
- e) http://www.vbk.info/fileadmin/user_upload/vbk/Dokumente/Geschaeftsberichte/GB_VBK_2012.pdf
- f) https://en.wikipedia.org/wiki/Alb_Valley_Railway
- g) <https://books.google.cz/books?/> Bahnromantik im Schwartwald
- h) <http://www.krebsbachtal-bahn.de/seite/99881/geschichte.html>
- i) <http://www.avg.info/unternehmen/geschichte.html>
- j) <http://www.krebsbachtal-bahn.de/seite/99881/geschichte.html>
- k) http://www.tuwien.ac.at/uploads/media/Karlsruhe_Geschichte-Verker_tor
- l) <http://www.doprava.cz/prahasez.php>
- m) <http://www.karlsruher-modell.de/en/index.html>
- n) <http://www.saarbahn.de/aktuelles/presse/pressearchiv/artikeldetail/article-53285aa67e1bc>
- o) http://christophe.lachenal.free.fr/francais/fr_index.html
- p) <https://de.wikipedia.org/wiki/Saarbahn>
- q) <http://www.bombardier.com/en/transportation/projects/project/project-lightbox.flexity-saarbruecken-germany.html>
- r) <https://rp-kassel.hessen.de/irj/>
- s) <http://www.alstom.com/press-centre/2011/7/alstom-delivers-its-100th-regio-citadis/>
- t) www.city-bahn.de
- u) http://zatecky.denik.cz/zpravy_region/vlak_triangle_20070815.html
- v) <http://www.railway-technology.com/features/featuretram-train-project-sheffield-irr-network-rail-4149853/>
- w) <http://www.spvd.cz/index.php/most-litvinov/tramvajova-rychlodraha>
- x) <http://www.dpmlj.cz/historie>
- y) <http://www.zelpage.cz/razeni/15/cr/trate/160/Os/>

Seznam obrázků, tabulek a grafů:

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Srovnání průjezdného průřezu tramvajové trati a železničního průjezdného průřezu UIC - GC	16
Obrázek 2: Přípojný vůz řady 010 ve stanici Kouty nad Děsnou – ukázka	18
Obrázek 3: Zásah obrysu železničního průjezdného průřezu do tramvajové nástupní hrany	19
Obrázek 4: Detail dispoziční rezervy mezi motorovým vozem řady 840 a tramvajovým nástupištěm	20
Obrázek 5: Úrovňový nástup do vozidla TT v intravilánovém úseku vlakotramvajové linky v Saarbrücken (nástupní hrana 350 mm nad TK)	21
Obrázek 6: Úrovňový nástup do vozidla TT v extravilánovém úseku vlakotramvajové linky v Saarbrücken (nástupní hrana 350 mm nad TK)	22
Obrázek 7: Zvětšení zásahu železničního a tramvajového zastávkového průjezdného průřezu do železničního nástupiště	24
Obrázek 8: Příčné řezy přípustných řešení kombinovaného nástupiště	24
Obrázek 9: Dějinný vývoj polohy koncové stanice dráhy Albtal v Karlsruhe	29
Obrázek 10: Síť vlakotramvajových linek v regionu města Karlsruhe	32
Obrázek 11: Vozidlo GT 8 100C / 2S systému TT v Karlsruhe	35
Obrázek 12: Vozovna vozidel Tram - train ve stanici Brebach zprovozněna v r. 2012.....	37
Obrázek 13: Diametrální vedení vlakotramvajové trati Lebach – Sarreguemines procházející atrakčním radiem města Saarbrücken (červenou barvou vyznačeno vedení tramvajové trati)	38
Obrázek 14: Vlakotramvaj Bombardier Flexility Link v železniční stanici Brebach	38
Obrázek 15: Vysoká nástupiště zastávky Johanneskirche TT trati v centru Saarbrücken (výška nástupní hrany 35 cm nad TK).....	40
Obrázek 16: Síť vlakotramvajových tratí v regionu města Kassel	41
Obrázek 17: Situace zaústění radiální vlakotramvajové trati do centra města Zwickau	43
Obrázek 18: Sdílené nástupiště zastávky Stadthalle ve městě Zwickau	44
Obrázek 19: Síť vlakotramvajových tratí v regionu města Chemnitz	45
Obrázek 20: Situace měst v podkrušnohorském trianglu	52
Obrázek 21: Nomogram pro odhad zemních prací	55
Obrázek 22: Vzorový příčný řez jednokolejné trati na náspu v přímé	56
Obrázek 23: Situace navrhovaného propojení železniční a tramvajové sítě v Liberci	58
Obrázek 24: Schematická situace navrhované dráhy propojující železniční trať č. 160 s tramvajovou tratí v Bolevci.....	60
Obrázek 25: Město Třemošná – Stávající modus obsluhy obce veřejnou dopravou	63
Obrázek 26: Jízdní doby mezi výhybnami na trati č. 160 v úseku Plzeň, Bolevec – Žihle.....	70
Obrázek 27: Výřez navrhovaného nákrešného jízdního řádu 5 TT souprav provozovaných na lince Plzeň, Malesická – Plasy (Žihle) – GVD celého dne v příloze 5.....	70
Obrázek 28: Situace propojovací dráhy mezi železniční tratí č. 183 a tramvajovou tratí v prostoru Chodského náměstí	72
Obrázek 29: Situace propojovací dráhy mezi železniční tratí č. 190 a tramvajovou tratí v prostoru obratiště Světovar	76

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Cestovní doby a orientační jízdní rychlosti spojů obsluhujících koncové stanice tratí Tram – train v regionu Karlsruhe.....	33
Tabulka 2: Technické parametry vozidel TT užívaných v regionu Karlsruhe	35
Tabulka 3: Základní technické parametry vozidla TT Bombardier Flexibility Link provozovaného na síti v Saarbrücken	39
Tabulka 4: Cestovní doby a orientační jízdní rychlosti spojů obsluhujících koncové stanice tratí Tram – train v regionu Kassel	42
Tabulka 5: Cestovní doby a orientační jízdní rychlosti spojů obsluhujících koncové stanice tratí Tram – train v regionu města Chemnitz	45
Tabulka 6: Přehled základních parametrů hodnocených realizací systémů TT.....	47
Tabulka 7: Kvantifikace gravitačního potenciálu mezi významnými sídly okresů Louny, Chomutov, Most a Teplice	50
Tabulka 8: Charakteristiky stávající nabídky drážních spojů v relaci Most – Teplice v Čechách.....	51
Tabulka 9: Počet obyvatel ve spádové oblasti vymezených úseků železničních drah ukončených v Liberci.....	58
Tabulka 10: Srovnání jízdních dob železničního a autobusového spojení mezi obcemi přilehlými trati č. 160 a zastávkou Plzeň, Bolevec	67

Seznam grafů:

Graf 1: Denní průběh následného intervalu autobusových spojů v relaci Třemošná – Plzeň, Bolevec	62
Graf 2: Sumární přepravní kapacita nabídky veřejné dopravy v relaci Třemošná – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015)	64
Graf 3: Sumární přepravní kapacita nabídky veřejné dopravy v relaci Plasy – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015)	68
Graf 4: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Žihle – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahována kapacita vlaků kategorie rychlík).....	68
Graf 5: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Klatovy - Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahovány vlaky R a Sp).....	74
Graf 6: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Plzeň - Klatovy (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahovány vlaky R a Sp).....	74
Graf 7: Sumární přepravní kapacita nabídky přímé veřejné dopravy v relaci Nepomuk – Plzeň (pracovní den, jeden směr, rok 2015, abstrahovány vlaky R a Sp)	77

Seznam příloh:

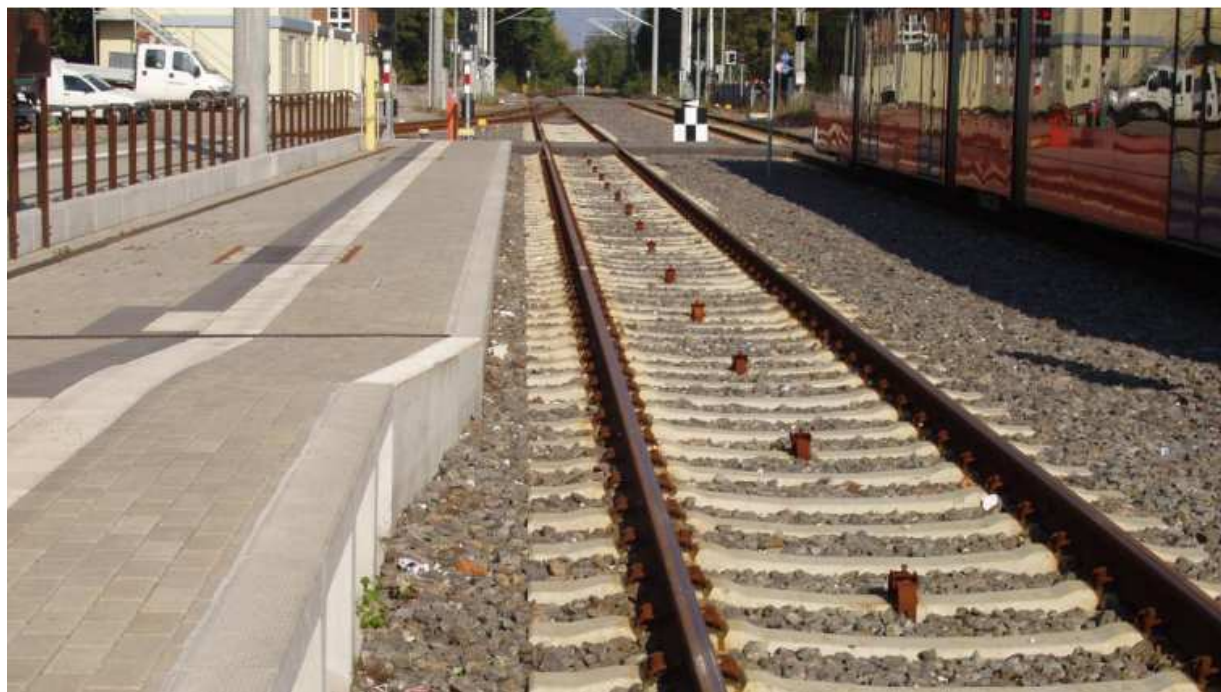
- 1) Vzorová situace zastávky systému Tram – train: Situace kombinovaného nástupiště s příčně dělenou nástupní hranou
- 2) Vzorová situace zastávky systému Tram – train: Situace kombinovaného nástupiště s podélně dělenou nástupní hranou
- 3) Vzorová situace zastávky systému Tram – train: Situace nástupiště s přilehlou kolejovou splítkou
- 4) Podélný profil propojovací dráhy Tramvajové obratiště Most, Velebudice – trať č. 123
- 5) Grafikon vlakové dopravy systému Tram – train v úseku Plzeň hl. n. – Žihle trati č. 160
- 6) Grafikon vlakové dopravy systému Tram – train v úseku Plzeň hl. n. – Klatovy trati č. 183
- 7) Grafikon vlakové dopravy systému Tram – train v úseku Plzeň hl. n. – Nepomuk trati č. 190

Svázané přílohy:

- 8) Fotografie nástupiště s příčně dělenou nástupní hranou ve městě Stollberg
- 9) Kalkulace jízdních dob vozidla Tram – train na vlakotramvajové lince Plzeň – Žihle
- 10) Kalkulace jízdních dob vozidla Tram – train na vlakotramvajové lince Plzeň – Klatovy
- 11) Kalkulace jízdních dob vozidla Tram – train na vlakotramvajové lince Plzeň – Nepomuk

Přílohy:

Příloha 8: Fotografie nástupiště s příčně dělenou nástupní hranou ve městě Stollberg



Zdroj: Kubát, B., Jacura, M., Vachtl, M.: Využití vícesystémové kolejové dopravy v obsluhování území (2006)

Příloha 9: Kalkulace jízdních dob vozidla Tram – train na vlakotramvajové lince Plzeň – Žihle

Stanice	Tratová rychlost [km/h]	Staničení začátku [km]	Výchozí rychlost [km/h]	Konečná rychlost [km/h]	Dráha úseku proměnné rychlosti (VV-VT) [m]	Dráha úseku proměnné rychlosti (VT-VK) [m]	Dráha úseku konstatní rychlosti [m]	Celková doba jízdy v úseku [s]	Mezizastávkové jzdní doby teoretické [s]	Upraveno součinitelem přířáčky 4 % [s]	Zokrouhlení 0,5 s [min]	Jízdní doby dle JŘ [min]
Stanice Plzeň - Bolevec	85	6,105	60	0	116,5445	232	1876,17	104,9	104,9	109,1213	2	2
Změna V	70	8,17			157,536	158						
Plzeň - Orlík	70	8,33	0	60	157,536	42	1320,669	86,4	123,3	128,1936	2,5	3
Změna V	60	9,85	60	0	0	116	382,2593	36,8				
Třemošná u Pl.	60	10,348	0	60	115,7407	0	246,2593	28,7	257,7	268,0231	4,5	4
Změna V	70	10,71	60	70	41,79527	0	3698,205	192,5				

Změna V	70	14,45	70	0	0	158	395,464	36,5					
Změna V	60	14,95			115,7407	116							
Horní Bříza Z	60	15,003	0	60	115,7407	0	46,25926	16,7	153,9	160,0823	3	3	
Změna V	70	15,165	60	60	41,79527	42	1551,409	84,4					
Změna V	60	16,8	60	0	0	116	649,2593	52,8					
Horní Bříza	60	17,565	0	50	115,7407	35	228,894	29,9	231,0	240,2792	4,5	4	
Změna V	50	17,945	50	60	0	35	59,63477	6,6					
Změna V	60	18,04	60	70	0	42	618,2047	39,4					
Změna V	70	18,7	70	0	0	158	2700,464	155,1					
Obora u Kaznějova	70	21,558	0	0	157,536	158	4377,928	257,6	257,6	267,8603	4,5	5	
Kaznějov	65	26,251	0	50	135,8346	55	87,70628	23,4	312,2	324,6502	5,5	7	
Změna V	50	26,53	50	70	0	77	22,83951	6,3					
Změna V	70	26,63	70	75	0	23	2996,691	155,3					
Změna V	75	29,65	75	0	0	181	2289,155	127,2					
Plasy	60	32,12	0	60	115,7407	0	129,2593	21,6	167,3	174,0416	3	3	
Změna V	60	32,365	60	70	0	42	499,2047	32,3					
Změna V	70	32,906	70	65	0	22	1832,299	95,4					
Změna V	65	34,76	65	0	0	136	54,16538	18,0					
Horní Hradiště	30				28,93519	29			235,8	245,2736	4,5	4	
Změna V	40	34,95	0	65	51,44033	84	927,1654	98,5					
Změna V	65	36	65	60	0	20	1839,906	103,1					
Změna V	60	37,86	60	0	0	116	59,25926	17,4					
Mladotice Z	60	38,035	0	60	115,7407	0	49,25926	16,8	162,0	168,514	3	3	
Změna V	70	38,2	60	60	41,79527	42	1446,409	79,0					
Změna V	60	39,73	60	0	0	116	331,2593	33,8					
Mladotice	60	40,177	0	70	99,20635	36	601,9691	50,0	450,1	459,1071	8	6	
Změna V	70	40,914	70	65	0	22	1928,299	100,2					
Změna V	65	42,864	65	70	0	22	2998,299	167,1					
Změna V	70	45,884	70	65	0	22	1328,299	69,3					
Změna V	65	47,234	65	60	0	20	429,9061	24,8					
Změna V	60	47,684	60	70	0	42	328,2047	21,7					
Změna V	70	48,054	70	0	0	158	62,46399	17,1					
Potvorov Žihle	70	48,274	0	0	157,536	158	2074,928	139,1	171,5	178,3864	3	5	
	70	50,664											

Příloha 10: Kalkulace jízdních dob vozidla Tram – train na vlakotramvajové lince Plzeň – Klatovy

Stanice	Tratová rychlost [km/h]	Staniční začátku [km]	Výchozí rychlost [km/h]	Konečná rychlost [km/h]	Dráha úseku proměnné rychlosti (VV-VT) [m]	Dráha úseku proměnné rychlosti (VT-VK) [m]	Dráha úseku konstatní rychlosti [m]	Jízdní doba úseku konstantní rychlosti [s]	Celková doba jízdy v úseku [s]	Mezizastávkové jzdni doby teoretické [s]	Upraveno součinitelem přirážky, zaokrouhlení 0,5 s [min]	Jízdní doby dle JŘ [min]
Plzeň - Zastávka	60	95,893	0	0	116	116	1565	94	121,6	121,6	2	2
Plzeň, Doudlevice	60	94,097	0	60	116	0	458	27	41,4	224,2	4	4
Změna V	70	93,523	60	70	42	0	1641	84	86,7			
Změna V	80	91,84	70	75	48	25	1207	54	57,8			
Změna V	75	90,56	75	0	0	181	436	21	38,3			
Plzeň, Valcha	60	89,943	0	60	116	0	101	6	20,0	177,4	3,5	8
Změna V	80	89,726	60	75	90	25	1905	86	91,5			
Změna V	75	87,706	75	75	0	0	613	29	29,4			
Změna V	90	87,093	75	70	80	103	711	28	36,5			
Dobřany, Z	70	86,2	70	70	0	0	2347	121	120,7	174,1	3,5	
Změna V	70	83,853	70	0	0	158	723	37	53,4			
Dobřany	70	82,972	0	70	158	0	294	15	31,3	225,6	4	4
Změna V	70	82,52	70	90	0	103	1937	100	104,3			
Změna V	80	80,48	70	0	48	206	1538	69	90,0			
Chlumčany U D.	80	78,688	0	80	206	0	1496	67	85,8	141,7	2,5	3
Změna V	80	76,986	80	0	0	206	830	37	55,9			
Přeštice Z	80	75,95	0	60	206	90	2574	116	139,0	184,0	3,5	4
Změna V	60	73,08	60	0	0	116	518	31	45,0			
Přeštice	60	72,446	0	60	116	0	70	4	18,1	182,6	3,5	3
Změna V	70	72,26	60	70	42	0	1698	87	89,7			
Změna V	80	70,52	70	0	48	206	1201	54	74,9			
Lužany	80	69,065	0	70	206	48	2401	108	128,9	135,8	2,5	2
Změna V	30	66,41	30	0	0	29	0	0	7,0			
Borovy	70	66,381	0	70	158	0	3043	157	172,7	210,4	4	4
Změna V	70	63,18	70	0	0	158	417	21	37,7			
Červené Poříčí	90	62,605	0	75	260	80	815	33	56,9	145,7	3	3
Změna V	75	61,45	75	75	0	0	760	36	36,5			
Změna V	80	60,69	75	0	25	206	726	33	52,4			
Švihov u Klatov	80	59,733	0	60	206	90	2448	110	133,3	133,3	2,5	2
Dehtín	60	56,989	60	60	0	0	269	16	16,1	156,8	3	4

Změna V	75	56,72	60	75	65	0	855	41	44,5			
Změna V	90	55,8	75	80	80	55	1726	69	74,8			
Změna V	80	53,94	80	80	0	0	475	21	21,4			
Točnick	90	53,465	80	85	55	28	2167	87	90,2	197,8	3,5	3
Změna V	85	51,215	85	60	0	117	1138	48	54,0			
Změna V	60	49,96	60	0	0	116	663	40	53,7			
Klatovy	70	49,181	0	0	158	158	48866	2513	2545,5			

**Příloha 11: Kalkulace jízdních dob vozidla Tram – tran na vlakotramvajové lince
Plzeň – Nepomuk**

Stanice	Tratová rychlost	Staničení začátku	Dráha úseku proměnné rychlosti (VV-VT)	Dráha úseku proměnné rychlosti (VT-VK)	Dráha úseku konstatní rychlosti	Celková doba jízdy v úseku	Mezizastávkové jzdni doby teoretické	Upraveno součinitelem přirážky 4 %	Zokrouhlení 0,5 s	Jízdní doby dle JŘ
SVĚTOVAR	60	346,25	0	116	684	55	55	57	1	
Plzeň, Koterov	70	345,45	158	0	671	51	435	453	8	6
Změna V	90	344,63	103	0	4872	200				
Změna V	90	339,65	0	260	50	23				
Starý Plzenec	100	339,34	322	116	170	34	162	169	3	4
Změna V	80	338,73	0	206	2442	128		0		
Štáhlavy	80	336,09	206	0	2479	130	171	177	3	3
Změna V	100	333,40	116	322	353	40				
Nezvěstice	90	332,61	260	0	80	24	184	192	3,5	3
Změna V	90	332,27	0	0	3330	133				
Změna V	100	328,94	61	322	44	27				
Zdemyslice	100	328,51	322	61	450	42	137	143	2,5	3
Změna V	100	327,68	61	322	1948	96				
Blovice	90	325,35	260	0	87	24	229	238	4	4
Změna V	80	325,00	0	0	3632	163				
Změna V	100	321,37	116	31	323	17				
Změna V	95	320,90	0	290	43	24				
Ždírec	95	320,57	290	0	207	30	144	150	2,5	3
Změna V	100	320,07	31	61	1528	58				
Změna V	90	318,45	0	260	871	56				
Srby	90	317,32	260	0	1440	78	153	160	3	3
Změna V	100	315,62	61	322	1376	75				
Nepomuk	0	313,86	0	0	313860	0				