

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh úprav provozu tramvajových linek v Plzni
Adam Šťastný

Bakalářská práce
2019

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Adam Šťastný**
Osobní číslo: **D16281**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Název tématu: **Návrh úprav provozu tramvajových linek v Plzni**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

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

Úvod
1. Analýza stávajícího provozu
2. Analýza přepravních průzkumů
3. Návrh úprav provozu
Závěr

Rozsah grafických prací: 3 - 4

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

DRDLA, Pavel. Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu. Pardubice: Univerzita Pardubice, Doprování fakulta Jana Pernera, 2014. ISBN 978-80-7395-787-2.

LOSOS, Ludvík. Městská doprava v Plzni: 105 let MHD v Plzni v dokumentech a obrazech. Plzeň: Plzeňské městské dopravní podniky, 2004. ISBN 80-7270-021-9.


Interní materiály Plzeňských městských dopravních podniků, a. s.

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

Datum zadání bakalářské práce: **4. února 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2019**


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

L.S.


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

V Pardubicích dne 4. února 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Plzni dne 17. 5. 2019

Adam Šťastný

Poděkování

Rád bych poděkoval rodině za podporu a pomoc během mého studia vysoké školy. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu práce, panu Ing. Petru Nachtigalovi, Ph.D., za odborné vedení při psaní práce. Poděkování patří také panu Jakubu Waasovi, DiS. z dopravního oddělení PMDP, a. s. za poskytnutí materiálů a připomínkám ke zpracování bakalářské práce.

ANOTACE

Práce analyzuje současný stav provozu na všech třech tramvajových linkách v Plzni včetně návaznosti na ostatní subsystémy MHD a jiné druhy veřejné dopravy. Předkládá možná řešení nevyhovujících kapacit některých spojů při zachování návazností. Porovnává náklady současného provozu a provozu s nově navrženými opatřeními.

KLÍČOVÁ SLOVA

Plzeň, městská hromadná doprava, tramvaje, jízdní řády, přepravní špičky

TITLE

Proposal for the modification of tram operation in Pilsen

ANNOTATION

This thesis analyses the current state of operation on all three tram lines in Pilsen, including links to other public transport sub-systems and other types of public transport. It presents workable solutions for unsatisfactory capacities of some connections while maintaining continuity. It compares costs of current traffic and traffic with newly proposed measures.

KEYWORDS

Pilsen, public transport, trams, timetables, rush hours

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM ZKRATEK	11
ÚVOD	12
1 TRAMVAJOVÁ DOPRAVA	13
1.1 Historie	13
1.2 Kolejová síť	16
1.3 Popis linek	18
1.3.1 Linka 1	18
1.3.2 Linka 2	19
1.3.3 Linka 4	20
1.4 Návaznost na ostatní subsystémy městské dopravy	21
1.5 Návaznost na regionální a dálkovou dopravu	23
2 TRAMVAJOVÝ PROVOZ	24
2.1 Nasazovaná vozidla	24
2.2 Rozsah provozu	25
2.2.1 Pracovní den	25
2.2.2 Víkendy a státní svátky	29
2.2.3 Vozokilometrický proběh v modelovém měsíci	30
2.2.4 Náklady na provoz za modelový měsíc	33
2.3 Organizace provozu	34
2.3.1 Pracovní den	34
2.3.2 Víkendy a státní svátky	34
2.4 Analýza přepravní poptávky	35
2.4.1 Linka č. 1	37
2.4.2 Linka č. 2	37

2.4.3	Linka č. 4.....	38
3	NÁVRH ÚPRAV PROVOZU	40
3.1	Předkládané návrhy.....	40
3.1.1	Večerní sedlový provoz na linkách č. 1 a č. 2	40
3.1.2	Provoz spřažených souprav tří vozidel na lince č. 4	42
3.2	Sestava jízdních řádů.....	46
3.2.1	Linka 1.....	48
3.2.2	Linka 2.....	49
3.2.3	Linka 4.....	51
3.3	Porovnání ukazatelů s návrhovým stavem	53
	ZÁVĚR.....	55
	POUŽITÁ LITERATURA	56
	SEZNAM PŘÍLOH	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Vůz Křižík/Brožík č. 18 zahajoval v červnu 1899 tramvajovou dopravu v Plzni a dodnes je zachován jako historický a plně provozní	13
Obrázek 2 – Mapa tramvajové sítě v Plzni k 1. 1. 2019	17
Obrázek 3 – Schéma sítě MHD v Plzni k 1. 3. 2019	21
Obrázek 4 – Počty vozokilometrů ujetých v modelovém měsíci listopadu 2018 dle jednotlivých tramvajových linek.....	33
Obrázek 5 – Schéma kolejového uspořádání mezi Slovany, Světovarem a vozovnou	42
Obrázek 6 – Ověřovací zkušební jízda trojice vozů č. 328+269+282 dne 6. 8. 2015	44
Obrázek 7 – Situace v zastávce U Družby do centra – černou čarou je zvýrazněna současná délka nástupiště (39 metrů), červeně je vyznačena požadovaná délka 48 metrů.....	45
Obrázek 8 – Znázornění možného alternativního vedení linky č. 2 centrem města.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Seznam tramvajových typů v pravidelném provozu k 1. 1. 2019	24
Tabulka 2 – Maximální kapacity obřatíř'	25
Tabulka 3 – Výprava vozidel na tramvajové linky v pracovní dny	26
Tabulka 4 – Intervaly na lince ř. 1 o pracovních dnech.....	26
Tabulka 5 – Intervaly na lince ř. 2 o pracovních dnech.....	27
Tabulka 6 – Výjezdy a zátahy „na“ a „z“ linky ř. 4 o pracovních dnech	27
Tabulka 7 – Intervaly na lince ř. 4 o pracovních dnech.....	28
Tabulka 8 – Výprava na tramvajové linky o víkendech a státních svátcích	29
Tabulka 9 – Intervaly na lince ř. 1 o víkendech a svátcích.....	29
Tabulka 10 – Intervaly na lince ř. 2 o víkendech a svátcích.....	30
Tabulka 11 – Výjezdy a zátahy „na“ a „z“ linky ř. 4 o víkendech.....	30
Tabulka 12 – Intervaly na lince ř. 4 o víkendech a svátcích.....	30
Tabulka 13 – Náklady na provoz tramvajových linek v modelovém měsíci	33
Tabulka 14 – Vzorová výprava ze dne 28. 11. 2018	36
Tabulka 15 – Vzorová výprava v návrhovém stavu	47
Tabulka 16 – Rozvržení intervalů linky ř. 4 v návrhovém stavu	52
Tabulka 17 – Porovnání ujetých vozokilometrů a potřebných financí mezi původním a návrhovým stavem.....	53

SEZNAM ZKRATEK

MHD – městská hromadná doprava

PCC – Presidents' Conference Committee Car

PMDP, a. s. – Plzeňské městské dopravní podniky, akciová společnost

VLD – veřejná linková doprava

ÚVOD

Tramvajová doprava se vyznačuje oproti jiným subsystémům městské hromadné dopravy (dále také MHD) možností tvorby souprav více vozidel s vysokou obsaditelností a díky segregaci tramvajových tratí od provozu individuální automobilové dopravy také relativně malou náchylností k tvorbě zpoždění v dopravních kongescích. Spolu se stále větší podporou preference tramvajové dopravy – především formou přednostních průjezdů křižovatkami – se tento systém dopravy stal v mnohých městech páteří celého systému MHD. Nejinak tomu je i v Plzni, kde, přestože délka tramvajových linek tvoří pouhých čtyři procenta z celkové délky všech linek, přepravují více jak třetinu všech cestujících. [1, s. 10]

Tento páteří systém doplňuje trolejbusová doprava, která se v několika větších přestupních uzlech s tramvajemi setkává, a zajíždí do menších městských částí, linka č. 12 pak zajišťuje pomocí trolejbusů s alternativním pohonem i obsluhu obce Letkov. Provoz hlavně do okrajových částí města, okolních obcí, případně tangenciální linku č. 30 zajišťuje subsystém autobusový.

Především v ranní přepravní špičce však již tramvaje narážejí na své limity. Intervaly jsou v exponovaných časech na linkách č. 1 a 2 tři až pět minut, na lince č. 4 činí dokonce i dvě minuty, ale i tak dochází v některých úsecích k přepřehování vozidel, což má za následek výrazné snížení přepravního komfortu a zhoršené vnímání celé veřejné dopravy v očích cestujících. Vzhledem ke stále narůstajícímu počtu cestujících tak stojí tramvajová doprava před významným rozhodnutím, zda a případně v jakém rozsahu dojde ke změně provozního konceptu.

Cílem této práce je stanovení nedostatků v současném provozním konceptu na tramvajových linkách a návrh nového konceptu včetně tvorby jízdních řádů a porovnání vozokilometrických proběhů a nákladů před a po změně konceptu.

1 TRAMVAJOVÁ DOPRAVA

1.1 Historie

Nejstarší součástí systému plzeňské městské hromadné dopravy jsou tramvaje. První vozy vyjely do ulic západočeské metropole již 29. června 1899. Vše předznamenal bouřlivý rozvoj města, především jeho průmyslu, v druhé polovině devatenáctého století. Pro vypracování návrhu na vytvoření městské elektrické dráhy byl v roce 1892 osloven známý vynálezce František Křižík, který měl v tomto oboru zkušenosti – již o rok dříve totiž pod jeho vedením vznikla první pražská elektrická tramvaj ve Stromovce. [2, s. 41] František Křižík vypracoval podrobný projekt celé dráhy, a to včetně soupisu tratí, jejich sklonových poměrů a zastávek na nich. [3, s. 11] Součástí projektu byly dokonce oběhy vozidel na všech třech linkách. [3, s. 25] Město Plzeň získalo koncesi u Ministerstva železnic v roce 1896 a o rok později vyhrála Křižíkova firma výběrové řízení na stavbu celého systému. [3, s. 6] Tramvajová vozovna vznikla na městských pozemcích v Cukrovarské ulici.

Dvounápravové tramvaje, které navrhla a výzbroj do nich dodala firma Františka Křižíka a skříně vyrobila místní karosárna Václava Brožíka, vyjely v první den provozu na tři linky, které byly pojmenovány písmeny. Konkrétně se jednalo o:

- a) trasu A od Plynárny na Lochotín,
- b) trasu B z Nepomucké třídy do Škvřňan,
- c) trasu C od trestnice na Borech do Štěpánových sadů. [3, s. 10]



Zdroj: autor

Obrázek 1 – Vůz Křižík/Brožík č. 18 zahajoval v červnu 1899 tramvajovou dopravu v Plzni a dodnes je zachován jako historický a plně provozní

Ihned v následujícím roce vznikla odbočka z tratě na Nepomuckou třídu k vlakovému nádraží. [3, s. 37] V dalších letech se uvažovalo o provozování nákladní dopravy v rámci tramvajového systému. Vzniknout měla trať až do obce Štěnovice, respektive do místních lomů. [3, s. 38] Tato smělá idea však nebyla nikdy zrealizována. Podobných plánů na rozvoj bylo v prvním dvacetiletí dvacátého století povícero, a to včetně plánu na trať vedoucí k nově vzniklému ústřednímu hřbitovu na Letnou – ten byl aktuální ještě v osmdesátých letech, kdy se zde plánovala výstavba velkého sídliště a při rozšiřování páteřní Rokycanské třídy vznikl uprostřed komunikace travnatý pás pro uvažovanou trať – většinou ale ke stavbám nedošlo. Probíhalo tak pouze prodlužování výhyben, neboť začaly být – z důvodu stále rostoucí přepravní poptávky – provozovány soupravy s vlečnými vozy. [3, s. 32] V té souvislosti došlo také v roce 1925 k první změně linkového vedení. [4]

Nejmenší počet přepravovaných cestujících si dlouhá léta připisovala trať k doudlevecké plynárně. A to i navzdory jejímu prodlužování v letech 1910 a 1929, nejprve k městské plovárně a posléze do Doudlevec. [5] Dvacet let po posledním prodloužení byla trať zrušena, pro zajištění údržby vozidel ve vozovně Cukrovarská (v později vzniklé vozovně na Slovanech se totiž těžká údržba nikdy nedělala) však zůstal úsek Náměstí Republiky – Cukrovarská zachován jako manipulační až do roku 1994. Poté byla trať zcela zrušena, takže tramvaje musely být na velké prohlídky do areálu vozovny Cukrovarská přiváženy na trajlerech. Drobné zkrácení sítě proběhlo ještě v roce 1933, kdy byl zrušen úsek mezi Bory a trestnicí. [6] V rámci sítě docházelo také k budování vratných smyček, aby bylo možno provozovat jednostranná vozidla, a zdvoukolejňování tratí. Těsně před druhou světovou válkou byla zakoupena nová moderní kapacitní vozidla, která se nazývala „Trabuko“. Tyto vozy byly dodávány ještě jako levostranné, brzy však musely být přestavěny na pravostranný provoz. Ještě během války byla zprovozněna nová tramvajová vozovna ve čtvrti Slovany, jednalo se o neprůjezdnou halu s deseti odstavnými kolejemi. Slovanská vozovna se ještě dočkala rozšíření o dalších deset zastřešených a pět nezastřešených – v obou případech průjezdných – kolejí v roce 1964. Během padesátých let se v Plzni začala objevovat nová vozidla dle americké koncepce PCC. Konkrétně se jednalo v roce 1955 o vozy T1, o dva roky později T2 a v roce 1964 legendární vozy T3, všechny z produkce pražské továrny Českomoravská-Kolben-Daněk. Již v průběhu dodávek nových vozidel došlo k úplnému vyřazení dvounápravových tramvají z osobní dopravy.

V souvislosti s výstavbou nových sídlištních celků čekal západočeskou metropoli také rozmach kolejové sítě. Ten nastal v roce 1962 zprovozněním tratě z Mikulášského náměstí na Světovar a pokračoval v letech sedmdesátých, přestože pro kolejovou dopravu byly tyto časy spíše ve znamení ústupu pod vlivem nízké ceny ropy a nahrazování tramvají autobusovou

dopravou. V roce 1973 vyjely tramvaje do nově vzniklého sídliště Zadní Skvrňany, konečná Skvrňany se tak de facto posunula o tři kilometry na západ, protože název zůstal stejný. V téže roce pak vzniká trať přes most Antonína Zápotockého (dnes most Generála Pattona) a tramvaje se tak vrátily na Lochotín, do míst dnešní zastávky Pod Záhorskem, kde byla vratná smyčka. Rok 1980 přinesl prodloužení tratě na sever až do konečné zastávky Košutka, o šest let později vzniká ještě odbočná trať do konečné Frunzeho (dnes Mozartova), která byla o další čtyři roky později ještě prodloužena na samý okraj města do točny Bolevec. Na této větvi tak nahradila tramvajová doprava trolejbusovou, která sem původně zajížděla. Vyjma vybudování točny Malesická poblíž Škodových závodů v roce 1991 je to poslední rozšíření plzeňské kolejové sítě. Po letech plánování započala v září 2018 stavba nové tratě z Bor k průmyslové zóně Borská pole. Tu ale obsluhovat nemá, protože hlavním důvodem stavby je odlehčení autobusové dopravě při návozu studentů na Západočeskou univerzitu a do blízké obchodní zóny. Na následující roky je naplánována i zásadní rekonstrukce dosluhující vozovny Slovany.

Dodávky tramvají T3 v různých modifikacích probíhaly celých 23 let, celkem bylo dodáno 128 kusů. Po vyřazení vozů T1 (1987) a T2 (1989) tak byla tramvajová doprava na pár měsíců obsluhována výhradně těmito vozy, respektive jejich soupravami. Nadvládu vozů T3 ukončila dodávka 12 vozů KT8D5 na konci roku 1989. Devadesátá léta byla ve znamení rekonstrukcí neúsporných vozů T3 na typy T3G (4 vozy) a T3M (v různých sériích celkem 24 vozů). Na sklonku desetiletí byly do Plzně dodány první nízkopodlažní tramvaje z produkce Škody Transportation, 11 vozů typu LTM 10.08, které jsou spíše známy pod obchodním názvem „Astra“. V prvním desetiletí 21. století docházelo k modernizaci již používaných vozidel – výsledkem jsou vozy T3R.P (ve dvou modifikacích, které se odlišují v použití analogové a digitální výzbroje, celkem 34 kusů) a T3R.PV (u nich byla provedena modernizace za použití zcela nové skříně), dále K3R-NT, u kterých byl mezi dva vozy T3 vložen nízkopodlažní článek a tramvaj byla kompletně zrekonstruována. Všech 12 vozů KT8D5 prošlo mezi lety 2007 a 2010 přestavbou, kdy původní C článek byl nahrazen nově vyrobeným nízkopodlažním. Součástí přestavby byla také výměna elektrické výzbroje a úprava interiéru.

V roce 2008 se rozeběhl modernizační program, při kterém byly tramvaje T3 – a posléze též T3G a T3M – zmodernizovány za použití nové skříně, nové výzbroje a některých součástí (podvozky, informační systém atp.) z původních vozidel. Vzniklo tak 18 vozů typu T3R-PLF, které jsou využívány v soupravách s vozy T3R.P. O dva roky později tento program pokračoval v nové modifikaci, neboť ze starších vozidel vznikaly vozy VarioLF, které jsou z důvodu odlišné výzbroje spřahovány výhradně mezi sebou. Do roku 2014 bylo takto dodáno 26 vozidel. Další investicí do vozidlového parku bylo pořízení 6 vozů VarioLF+, které se od

„běžných“ Varií liší nižší podlahou díky použití podvozků Komfort Plus nebo využitím jiné výzbroje. Vozidla tohoto typu byla nakupována postupně mezi roky 2010 a 2017. Rok 2014 přinesl nová obousměrná středněkapacitní vozidla VarioLF 2/2 IN v počtu 4 kusů, zároveň došlo k otevření moderního areálu „Depo Karlov“ pro trolejbusy a autobusy a k přesunu těžké údržby tramvají právě sem. Ani tento areál není spojen s tramvajovou sítí žádnou tratí, proto je nutné sem vozidla přepravovat po silnici. Na Karlově se navíc nenachází ani metr kolejí, takže přesuny skříní vozidel, na kterých se provádí údržba (zpravidla takzvané velké prohlídky), jsou realizovány na speciálních podvozcích, které umožňují pohyb po asfaltovém prostranství ústředních dílen. Od roku 2019 probíhá rámcová dodávka až 16 kusů tramvají EVO2, které mají za cíl nahradit dosluhující tramvaje Astra.

Do budoucna se uvažuje o stavbě tramvajové tratě do sídliště Vinice a bytové zóny Sylván, se kterou počítá i připravený travnatý pás uprostřed komunikace sem vedoucí. V souvislosti s plánovanou výstavbou obytných domů v areálu bývalých kasáren na Slovanech se také uvažuje o prodloužení tratě z konečné zastávky Slovany na náměstí Milady Horákové právě až do areálu kasáren. Další rozvoj plzeňské sítě (vyjma zmíněné tratě na Sylván a do slovanských kasáren) je však v současnosti dle mínění autora nepravděpodobný.

1.2 Kolejová síť

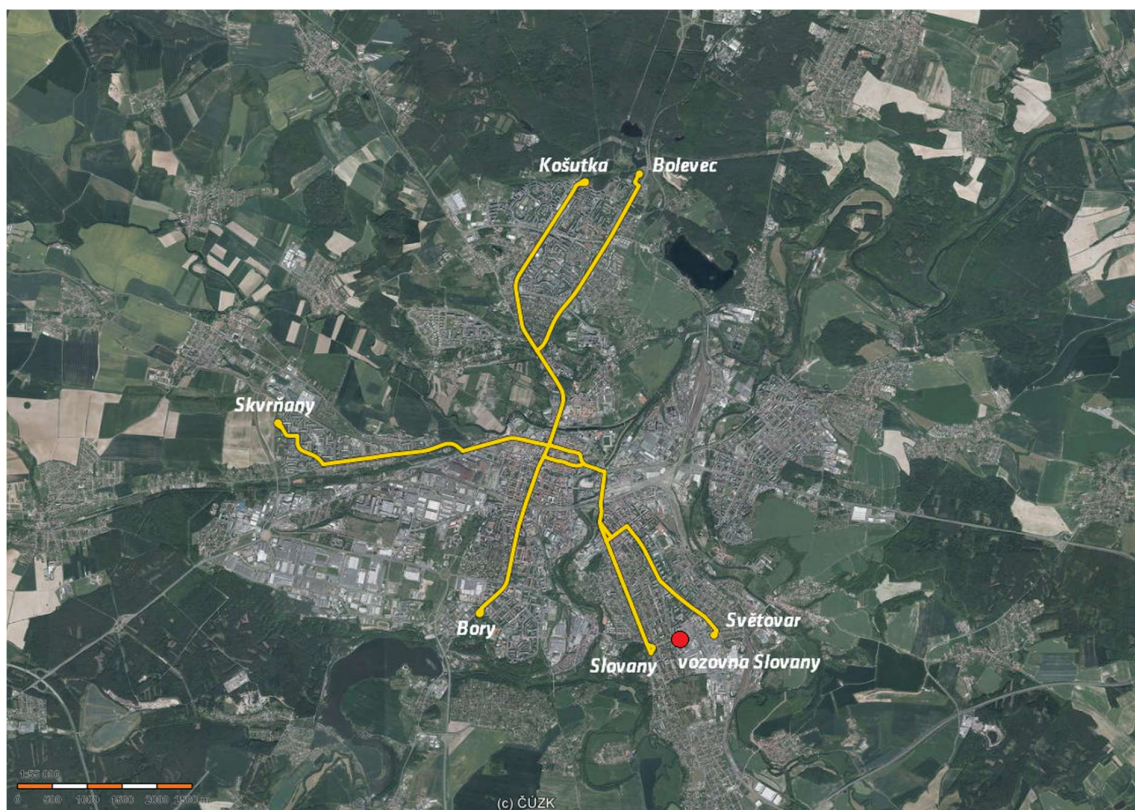
V lednu 2019 se plzeňská tramvajová doprava provozuje na 21,6 kilometrech tramvajových tratí s rozchodem kolejnic 1435 mm. [7] Jedná se o šest větví (Slovany, Světovar, Bory, Skvrňany, Košutka, Bolevec), které propojují tři linky a potkávají se v centrálním uzlu Sady Pětatřicátníků. Vzhledem k trasování tramvají v historickém centru města, kdy jsou vedeny dvěma jednokolejkami (pro každý směr jedna) ob ulici, neodbavují spoje ve směru od Slovan a Světovaru přímo v centrálním uzlu, ale v blízké zastávce Hlavní pošta. Tramvaje jsou vypravovány na:

- a) linku číslo 1 v trase Slovany – Bolevec a zpět,
- b) linku číslo 2 v trase Světovar – Skvrňany a zpět,
- c) linku číslo 4 v trase Košutka – Bory a zpět¹².

V době cedulových linkových orientací byla pro lepší čitelnost každé lince přidělena barva – modrá pro linku č. 1, oranžová pro linku č. 2 a zelená pro linku č. 4. Toto rozdělení barev je dodnes využíváno například pro barvu vozového jízdního řádu.

¹ Linky č. 3 a 5 byly ke dni 27. 5. 2000 pro malé využití zrušeny.

² Od září 2018 se staví nový úsek Bory – Kaplířova – Borská pole, který prodlouží trať z Bor o 1,3 km. [8]



Zdroj: autor na podkladě [9]

Obrázek 2 – Mapa tramvajové sítě v Plzni k 1. 1. 2019

Zatahující spoje linky číslo 4 do vozovny jsou označovány inverzně jako linka 4X. Ostatní spoje zatahují manipulačně bez cestujících přímo ze svých konečných Slovánský (linka č. 1) a Světovar (linka č. 2). V případech výluk, kdy zatahují jinou trasou nebo z jiných konečných, jsou spoje označovány analogicky inverzním 1X, respektive 2X.

Větve Slovánský a Světovar mají společný úsek Sady Pětatřicátníků – Mikulášské náměstí a větve Košutka a Bolevec mají společný úsek Sady Pětatřicátníků – Pod Záhorskem. Pro účely výluk jsou na větvích Bolevec a Skvrňany zřízeny manipulační smyčky Mozartova a Malesická a na větvi Slovánský/Světovar manipulační oblouk v Radyňské ulici, které umožňují předčasný obrát vozidel zpět do centra města. Tramvajová vozovna na Slovánech je od začátku své existence spojena tři sta metrů dlouhou tratí s konečnou Slovánský, po vybudování tratě na Světovar je – vzhledem ke své poloze na půli cesty mezi konečnou Slovánský a Světovar – spojena i s touto smyčkou a zároveň je možno projet trať Slovánský – Světovar celou bez zajižďky do vozovny, avšak v pravidelném provozu se tento úsek běžně neprojíždí.

Všechny smyčky, vyjma té na Slovánech, jsou řešeny jako dvoukolejné, takže je v nich možno se vozy vzájemně předjíždět. V bolevecké točně však není trať standardně rozdělena rozjezdovou výhybkou za výstupní zastávkou na dva oblouky, ale pro předjetí je nutno projet

větší část smyčky a teprve poté se trať rozděluje na dvě rovné, zhruba 80 metrů dlouhé, předjízdne koleje, které se v oblouku na výjezdu ze smyčky opět spojují. Vnitřní kolej je zároveň upravena na prohlížecí jámu s možností vypnutí trolejového vedení nad ní a s indikací napětí v troleji, proto tato kolej nemůže sloužit k dlouhodobějšímu odstavování vozidel. V praxi se plánované předjíždění vozidel využívá v jízdním řádu od 18. 10. 2018 pouze ve smyčkách Světovar, Bory a Košutka. Na konečné Košutka je plánována úprava, při které dojde uprostřed smyčky k výstavbě odstavných kolejí tak, aby nebylo nutno každý den zatahovat se všemi vozy z linky č. 4 do vozovny na Slovanech.

1.3 Popis linek

1.3.1 Linka 1

Tramvajová linka č. 1 začíná svou trasu na konečné zastávce Slovany na náměstí Milady Horákové. Tato zastávka je významným přestupním uzlem na jiné subsystemy městské dopravy a autobusy veřejné linkové dopravy (dále jen VLD) – vizte kapitoly 1.4 a 1.5 – ale také se poblíž nachází dvě velké základní školy a hustá zástavba jak rodinných, tak panelových domů. Následují zastávky Vřesová, Olšová, Liliová a Jedlová, které jsou umístěny na Slovanské třídě, významné dopravní tepně na České Budějovice. Koleje jsou zde netypicky vedeny po stranách komunikace u chodníků, zatímco vozidla individuální dopravy jezdí mezi kolejemi uprostřed třídy. Právě toto netypické řešení, spolu s parkovacími místy, ze kterých se vyjíždí přímo do kolejíště, je příčinou častých dopravních nehod. V horní části Slovanské třídy – tedy od náměstí Milady Horákové do zastávky Liliová – se nachází především meziválečná zástavba rodinných domů, v okolních ulicích pak často vilky. V dolní části třídy až na Mikulášské náměstí pak nalezneme především starší zástavbu bytových domů.

Na Slovanské třídě se poblíž Mikulášského náměstí nachází ještě stejnojmenná zastávka. Významným prvkem Mikulášského náměstí jsou dvě gymnázia, která jsou blízko sebe a generují tak ve špičkách velké množství cestujících – jedná se o Mikulášské a Církevní gymnázium. Po Mikulášské třídě pokračuje linka – nyní již společně s linkou č. 2 – okolo hlavního vlakového nádraží až k zastávce Hlavní nádraží, která je důležitým přestupním uzlem nejen na vlaky a autobusy, ale i na jiné subsystemy MHD (vizte kapitoly 1.4 a 1.5). Po přejetí řeky Radbuzy přes most U Jána přijíždí tramvaje do zastávky Anglické nábřeží a následně vjíždí po jednokolejné trati do historického jádra města, kde převažuje původní zástavba historických domů, ve kterých se nachází obchody, úřady, restaurace, bary a kulturní cíle. Odbavují tak postupně v zastávkách Náměstí Republiky a Hlavní pošta, tedy v zastávce, která se nachází

v bezprostřední blízkosti centrálního přestupního uzlu mezi všemi tramvajovými linkami Sady Pětatřicátníků. V této zastávce končí společný úsek s linkou č. 2.

Vozy linky č. 1 následně pokračují severním směrem po nejdelším plzeňském mezizastávkovém úseku (zároveň jediným, kde jede linka v překryvu s linkou č. 4) přes most Generála Pattona a pod mosty Rondelu do zastávky Pod Záhorskem. Tato zastávka slouží především pro blízké vysokoškolské koleje a jako přestupní místo mezi tramvajemi linek č. 1 a č. 4. V jízdním řádu od 18. 10. 2018 jsou ve směru z centra v této zastávce garantovány přestupy o pracovních dnech večer a o víkendech celodenně. Po odbočení v křižovatce u Lékařské fakulty linka odbavuje ve stejnojmenné zastávce, je tak využívána především studenty zmíněného ústavu, případně obyvateli nedaleké vilové čtvrti. Následuje zastávka U Gery, kde začíná sídlištní výstavba složená z panelových domů, zároveň je podstatná z hlediska přestupu na autobusy (případně k chůzi) k největší plzeňské nemocnici – fakultní na Lochotíně. Další zastávky Mozartova, Majakovského, Bolevecká náves a Okounová slouží k obsluze dvou typů zástaveb – na východ od tratě je to původní zástavba rodinných domů, na západ od tratě jsou to již zmíněné panelové domy. V zastávce U Gery, případně Okounová, se také konají přestupy „z“ a „na“ autobusové linky směr Plzeň-sever. Následuje již jen zastávka Bolevec, která je zároveň zastávkou konečnou, a to na úrovni posledních panelových domů a v blízkosti rybníkové soustavy, která je místem volnočasových aktivit.

1.3.2 Linka 2

Linka č. 2 započíná svou jízdu na zastávce Světovar, v blízkosti jak rodinných domů, tak ale i areálů firem okolo Skladové ulice. Zároveň se zde konají přestupy mezi touto linkou a autobusy linek č. 22 a č. 51 z Koterova, respektive Starého Plzeňce. Následně pokračují tramvaje zástavbou cihlových a panelových domů do zastávek Brojova, Radnice Slovany a Nám. Generála Píky. U druhé zmíněné zastávky se zároveň nachází největší obchodní centrum na Slovanech (Galerie Slovany) a areál Střední průmyslové školy elektrotechnické, která generuje cestující především během přepravních špiček pracovních dnů. Následuje zastávka Bazén Slovany a poté U Duhy, kde tramvaje vjíždí do starší zástavby obytných domů. Sladkovského a Radyňskou ulicí přijíždí vozidla do zastávky Mikulášské náměstí, kde se – jak již bylo zmíněno – nacházejí dvě gymnázia. V úseku Mikulášské náměstí – Hlavní pošta je linka č. 2 provozována společně s linkou č. 1 (vizte kapitolu 1.3.1).

Po odjezdu z centrálního uzlu Hlavní pošta pokračuje linka č. 2 západním směrem okolo Nového divadla do zastávky Palackého náměstí. Ta je typická vysokou mírou proměnlivosti nastupujících a vystupujících osob v návaznosti na otevírací dobu blízkého obchodního centra

Plzeň Plaza, což je jediné velké obchodní centrum v centru města. Další zastávka, kde tramvaje této linky odbavují, je CAN Skvrňanská, tedy důležitá zastávka k přestupu „z“ a „na“ autobusy veřejné linkové dopravy na centrálním autobusovém nádraží. Příští zastávkou je Škoda III. brána, která byla vybudována v blízkosti areálu Škodových závodů, v dnešní době je však využívána málo. Po průjezdu táhlým klesajícím obloukem přijíždí tramvaje do zastávky Přední Skvrňany, kde se v místě původní části města, která byla téměř zničena během náletů při 2. světové válce, nachází panelové domy a základní škola. Podobný typ zástavby je i v následující zastávce Malesická. Po Vejprnické ulici, kde se nacházejí pouze rodinné domy, odbavují spoje v zastávce Slovanské údolí a posléze Školy Vejprnická. Poblíž této zastávky se nacházejí dvě – pro generování cestujících ve špičkách pracovních dnů – důležité vzdělávací instituce – elektrotechnické učiliště a Sportovní gymnázium.

Po odbočení z Vejprnické ulice do ulice Terezie Brzkové vjíždí linka č. 2 do v sedmdesátých letech nově vzniklého sídliště Zadní Skvrňany. Odbavuje postupně v zastávkách Karla Steinera, Macháčkova – zde se nachází také dvě základní školy – Terezie Brzkové a přijíždí konečné zastávky Skvrňany, která se nachází na pomezí posledních panelových domů a polí.

1.3.3 Linka 4

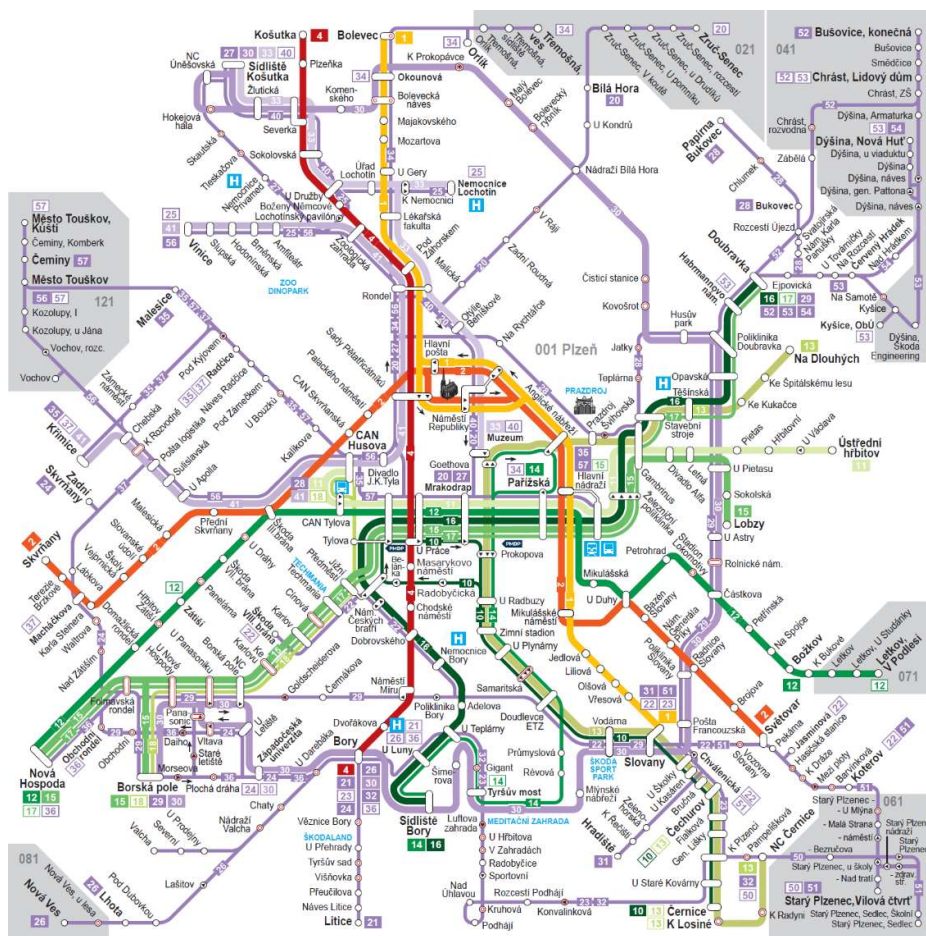
Na samém okraji sídliště na Košutce se nachází stejnojmenná konečná zastávka s obratištěm. Po odjezdu z konečné najíždí tramvaj na trať v Gerské ulici a projíždí sídlištní zástavbou, kde odbavuje v zastávkách Plzeňka, Severka a Sokolovská. Na pomezí sídliště a vilkové zástavby se nachází zastávka U Družby. V její blízkosti je umístěna střední dopravní a zdravotnická škola, což je opět významný bod generování poptávky cestujících především ve špičkách pracovních dnů. Následuje klesání vilovou zástavbou do zastávky Boženy Němcové a poté Zoologická zahrada. V této zastávce u jedné hrany odbavují tramvaje i autobusy linek č. 25, 27, 41 a 56, zároveň se v její blízkosti nachází Lékařská fakulta Univerzity Karlovy. Po zhruba dvou stech metrech se spojuje linka č. 4 s linkou č. 1 společně pokračují do zastávek Pod Záhorskem a do centrálního uzlu Sady Pětatřicátníků.

Následně pokračuje linka jižním směrem po Klatovské třídě, na které – a to i v okolních ulicích – se nacházejí téměř výhradně starší bytové domy a přijíždí do zastávky U Práce (významný přestupní bod na trolejbusy – vizte kapitolu 1.4). V blízkosti téměř každé následující zastávky se nachází základní nebo střední škola, takže právě tento úsek až po konečnou na Bory je tím nejvytíženějším v ranní přepravní špičce. I v dopoledním sedle jsou

však vozy zaplňovány studenty Západočeské univerzity, kteří z konečné zastávky pokračují autobusy k areálu vysoké školy.

Zastávka Masarykovo náměstí je v přímé blízkosti Obchodní akademie a Masarykova gymnázia. Další zastávkou je Chodské náměstí, kde se nachází Střední průmyslová škola stavební a Pedagogická fakulta Západočeské univerzity. Poté tramvaje odbavují v zastávkách Dobrovského a Náměstí Míru – v blízkosti této zastávky se nachází Střední průmyslová škola strojnická, soukromá obchodní akademie a dvě základní školy. Linka č. 4 pokračuje dále po Klatovské ulici do zastávky Dvořákova a do konečné zastávky Bory, která se spolu s obratištěm nachází na pomezí Klatovské ulice a Borského parku. Cestující odtud mohou dále pokračovat autobusy do Litic, Radobyčic a přes univerzitu na Borská pole, jedná se o jeden z nejvýznamnějších přestupních bodů v rámci plzeňské hromadné dopravy.

1.4 Návaznost na ostatní subsystemy městské dopravy



Zdroj: autor na podkladě [10]

Obrázek 3 – Schéma sítě MHD v Plzni k 1. 3. 2019

Páteří tramvajové dopravy je centrální uzel Sady Pětatřicátníků. Zde (respektive v zastávce Hlavní pošta) se setkávají všechny tři tramvajové linky. Uzel je doplněn autobusovými linkami č. 20 (odbavuje pouze ve směru Bílá Hora, některé spoje pokračují až do obce Zruč-Senec), č. 27 (pokračuje ve směrech Mrakodrap a Sídliště Košutka), č. 28 (pokračuje ve směrech CAN Tylova a Bukovec, vybrané spoje pokračují až k papírně v Bukovci přes Chlumek), č. 34 (jedná se o několik spojů směr Orlík a Třemošná) a linkou číslo 41, která pokračuje ve směrech Vinice a CAN Tylova. Vybrané spoje pokračují ze zastávky CAN Tylova do městské části Křimice, spoje, které pokračují dál do Kozolup a Města Touškova jsou označeny jako linka č. 56.

O několik set metrů jižním směrem se nachází zastávka U Práce. Ta je přestupním uzlem především z tramvají na trolejbusový subsystém. Zastavují zde trolejbusové linky č. 10, 11, 12, 15, 16, 17 a autobusové linky č. 35 a 57 – jedná se o stejný systém jako výše zmiňované linky č. 41 a 56. Linka č. 35 končí jízdu v zastávkách Křimice, případně Malesice. Spoje, které pokračují do zastávek Město Touškov, Čeminy, případně až do obce Kůstí, jsou značeny jako linka č. 57.

Dalším významným přestupním bodem v centru města je zastávka Hlavní nádraží. Kromě návaznosti na autobusy veřejné linkové dopravy a vlaky dochází k přestupům na trolejbusy, které směřují do východních částí města, mezi kterými jsou Božkov, Lobzy a Doubravka, tedy linky č. 12 (v blízké zastávce Pařížská), 15, 16 a 17. Zatímco v případě uzlu U Práce se jedná především o přestupy mezi trolejbusy a linkou č. 4, zde se uskutečňují přestupy u cestujících linkami č. 1 a 2.

Důležitým uzlem v rámci plzeňské městské dopravy je také konečná linky č. 1 Slovany na náměstí Milady Horákové. Setkávají se zde všechny tři trakce – zmíněná tramvajová linka, trolejbusové linky č. 10 a 13 (jedná se především o frekvenci cestujících z Čechurova, Černic a nákupní zóny za Plzní, kam trolejbusy zajíždějí na objednávku obchodního centra na dieselagregát nebo bateriový pohon) a autobusové linky č. 22 a 51 (z Bručné, Koterova a Starého Plzeňce), č. 31 (lokální linka z Hradiště) a páteřní linky č. 29 a 30. Nově je zde od září roku 2018 vybudován přestupní terminál, který zahrnuje záliv na tři odbavovací stanoviště na autobusy VLD směrem na jižní Plzeňsko a do Středočeského kraje.

Podstatnou roli v rámci návazností na autobusový subsystém hraje i konečná zastávka linky č. 4 na Borech. Kromě příměstských autobusů – linky č. 21 do Lhoty, linky č. 26 do Nové Vsi a linky č. 32 do Radobyčic – je místem přestupů „z“ a „na“ tangenciální autobusovou linkou č. 30 a na linku č. 24, která vede přes průmyslovou zónu Borská pole do sídliště Skvrňany. Další linky, nicméně vedené jen jedním, respektive několika spoji denně, jsou linky č. 23

(na Slovany přes Radobyčice – jedná se o prodlouženou linku č. 32 k 25. základní škole ve Chválenické ulici s ranním spojem tam a odpoledním spojem zpět na Bory) a č. 36 (pokračuje přes jižní část Borských polí na Novou Hospodu). Zároveň se zde oba subsystemy městské hromadné dopravy setkávají s autobusy veřejné linkové dopravy ve směrech Dobřany, Klatovy a dále na Šumavu. V současné době však celý prostor borského uzlu již nevyhovuje vzhledem ke své složitosti a komplikované křižovatce s častými nehodami. I proto dojde v souvislosti se stavbou tramvajové tratě na Borská pole a úpravou zmíněné křižovatky Klatovská x Kaplířova k vybudování zcela nového terminálu u nově vzniklé tramvajové zastávky zhruba 500 metrů od současné konečné zastávky. Tramvajová konečná Bory na kraji Borského parku po vybudování tratě na Borská pole zanikne.

1.5 Návaznost na regionální a dálkovou dopravu

Přirozeným hlavním přestupním místem na vlakovou dopravu je zastávka Hlavní nádraží. Vlaky z této stanice zajišťují v grafikonu vlakové dopravy 2019 spojení města s Prahou – a to expresní vrstvou, která mezi Plzní a Prahou nezastavuje, a vrstvou rychlíkovou, která zastavuje ve stanicích Rokycany, Kařez, Hořovice, Zdice a Beroun. Expresní vlaky z Prahy (vyjma Ex 552, který končí jízdu v Plzni) pokračují v sudou hodinu do Chebu – zajišťují tak spojení se severozápadní částí kraje a Karlovarským krajem, v lichou hodinu zajišťují spojení ve směru Domažlice a München Hauptbahnhof. Některé rychlíkové spoje pokračují z Prahy do Klatov, vybrané spoje až do pohraniční stanice Železná Ruda-Alžbětín. Vlaky rychlíkové dále zajišťují spojení na lince R11 s Českými Budějovicemi a Brnem a soukromý dopravce GW Train Regio provozuje rychlíky na trati č. 160 do Mostu. Osobní a spěšné vlaky zajišťují například spojení s Chebem a Karlovými Vary, Žatcem, Bezručicemi, Domažlicemi, Horažďovicemi nebo Rokycany.

Od prosince 2018 je vedle hlavního vlakového nádraží otevřen také autobusový přestupní terminál Šumavská, který alespoň částečně odstraňuje handicap v podobě autobusového nádraží, které bylo vybudováno ve velké vzdálenosti od vlakového. Z terminálu odjíždějí především spoje, které zajišťují dopravní spojení se severním Plzeňskem a jihozápadem kraje, případně se Středočeským krajem.

Přestože je činnost Centrálního autobusového nádraží, které bylo v osmdesátých letech vystavěno poblíž Škodových závodů, utlumována – především v souvislosti s výstavbou terminálu Šumavská – stále patří mezi významná místa návaznosti všech tří subsystemů MHD na regionální, především však na dálková spojení.

2 TRAMVAJOVÝ PROVOZ

2.1 Nasazovaná vozidla

K 1. lednu 2019 do provozu zasahuje celkem 116 tramvajových vozidel, která jsou uvedena v tabulce č. 1. Vozidla jsou vzhledem ke své délce rozdělena pro účely plánování jízdnicích řádů a vykazování vozokilometrů do tří kategorií, jejichž základní jednotkou je sólo vůz T3 o délce 15 metrů. Všechny vozy obdobné délky – tedy T3R.P, T3R.PV, T3R-PLF, VarioLF a VarioLF plus – jsou vedeny jako kategorie 1T, znamená to tedy, že jeden ujetý kilometr tohoto vozu se rovná jednomu vozokilometru. Vozidla délky 20 až 23 metrů, tedy LTM 10.08 (známé spíše jako Astra) a VarioLF 2/2 IN, jsou vedeny v kategorii 1,5T – jeden ujetý kilometr tohoto vozidla je fakturován jako 1,5 vozokilometru. U souprav dvou vozidel a tramvají délky cca 30 metrů – KT8D5-RN2.P a K3R-NT – je jeden ujetý kilometr fakturován jako dva vozokilometry, spadají tedy do kategorie 2T.

Všechna vozidla mohou bez omezení jezdit po celé tramvajové síti a zároveň všichni řidiči jsou zaškoleni na řízení všech typů vozidel.

Tabulka 1 – Seznam tramvajových typů v pravidelném provozu k 1. 1. 2019

Typ	Maximální obsaditelnost			Počet kusů	Ekvivalent délky	Kompatibilitnost s ostatními typy
	sedící	stojící	vozík			
Tatra T3R.P	23	139	0	34	1T	T3R-PLF, T3R.PV
KT8D5-RN2.P	50	269	1	12	2T	nelze spřahovat
LTM 10.08	42	180	1	10	1,5T	nelze spřahovat
T3R.PV	23	139	0	2	1T	T3R.P, T3R-PLF
K3R-NT	54	225	2	4	2T	nelze spřahovat
T3R-PLF	24	134	1	18	1T	T3R.P, T3R.PV
VarioLF	34	124	1	26	1T	aktuálně nelze
VarioLF+	35	116	1	6	1T	VarioLF 2/2 IN
Vario LF 2/2 IN	44	192	1	4	1,5T	VarioLF+

Zdroj: autor, údaje o obsaditelnosti z údajů v jednotlivých vozidlech a [11]

V pravidelném provozu jsou tramvaje typu LTM 10.08 a VarioLF 2/2 IN vedeny samostatně a vypravovány v pracovní dny pouze na linku č. 1, o víkendech standardně v provozu nejsou. Vozy LTM 10.08 však jsou od roku 2019 vyřazovány a nahrazovány nově dodanými vozidly stejného délkového ekvivalentu EVO 2. Obdobně jsou samostatně v provozu vozy K3R-NT a KT8D5.RN2-P, a to na všech linkách o pracovních dnech,

o víkendech pouze na lince č. 4. Zbylé vozy jsou vypravovány v pracovních dnech v soupravách. Jedná se o devět souprav dvou vozů T3R.P, tedy vozy bez nízkopodlažního přístupu. Dále je nasazováno 18 souprav vozidel T3R-PLF+T3R.P, 13 souprav dvou vozů VarioLF a 3 soupravy dvou vozů VarioLF plus. O víkendech jsou na všech pořadích linek č. 1 a č. 2 vypravovány sólo vozy, které vznikají z rozpojených souprav vozů VarioLF, VarioLF+, řídicí i T3R-PLF+T3R.P a T3R.P+T3R.P.

Při návrhu jízdního řádu musí být také ve vztahu k intervalům a bezpečnostním přestávkám řidičů zohledněny maximální kapacity jednotlivých obratišť. Ty byly stanoveny vlastním šetřením a jsou uvedeny v tabulce č. 2:

Tabulka 2 – Maximální kapacity obratišť

Obratiště	Linka	Počet souprav
Slovany	Linka č. 1	1 souprava, další 2 soupravy případně ve výstupní zastávce
Bolevec		více jak 5 souprav i bez využití vnitřní koleje
Světovar	Linka č. 2	3 soupravy na vnější a 3 soupravy na vnitřní koleji
Skvrňany		3 soupravy na vnější a 3 soupravy na vnitřní koleji
Bory	Linka č. 4	3 soupravy na vnější a 3 soupravy na vnitřní koleji
Košutka		4 soupravy na vnější a 4 soupravy na vnitřní koleji

Zdroj: autor na základě vlastního pozorování

2.2 Rozsah provozu

2.2.1 Pracovní den

O pracovních dnech jsou tramvaje v jízdních řádech platných od 18. 10. 2018 vypravovány na 49 pořadí na třech linkách. Pořadí jsou dělena do dvou základních skupin:

- a) celodenní pořadí (tzv. túra), kdy je vozidlo ráno vypraveno z vozovny a navrací se večer, v průběhu dne se vystřídají řidiči přímo na trati v centrálním uzlu a oba řidiči jsou ještě v průběhu směny na půl kola vystřídání k vyčerpání pauzy tzv. svačinářem, číslovány jsou od 1 do 20 (v jízdních řádech od 18. 10. 2018 je nejvyšší pořadí 13),
- b) dělená pořadí (tzv. šejdr), kdy je vozidlo ráno vypraveno z vozovny, po konci ranní špičky se navrací zpět a před začátkem odpolední špičky je opět vypraveno z vozovny, kam se vrací v pozdním odpoledni nebo večer. Obě části zpravidla zajišťuje jeden řidič a číslovány jsou od 21 výše (nejvyšší pořadí je 27).

Tabulka 3 – Výprava vozidel na tramvajové linky v pracovní dny

Linka	Celodenní pořadí	Dělená pořadí
Linka č. 1	9 pořadí zajišťovaných vozy 1,5T	4 pořadí zajišťovaná soupravami bez nízkopodlažního vozidla, 1 pořadí zajišťované vozem 1,5T
Linka č. 2	10 pořadí zajišťovaných vozy 2T, z toho 3 pořadí mohou být bez nízkopodlažního vozidla	5 pořadí zajišťovaných vozy 2T, z toho 1 pořadí může být bez nízkopodlažního vozidla
Linka č. 4	13 pořadí zajišťovaných vozy 2T, z toho 3 pořadí mohou být bez nízkopodlažního vozidla	7 pořadí zajišťovaných vozy 2T, z toho 3 pořadí mohou být bez nízkopodlažního vozidla

Zdroj: autor na podkladě [12]

Následující tabulky uvádějí intervaly mezi spoji na tramvajových linkách o pracovních dnech. V některých časech jsou intervaly vybraných jednotlivých spojů jiné než předchozího a dalšího spoje, pro zjednodušení je interval zaokrouhlen k bližšímu intervalu mezi spoji.

Tabulka 4 – Intervaly na lince č. 1 o pracovních dnech

Typ provozu	Časový interval ze Slovan	Časový interval z Bolevce	Interval
Ranní sedlo	4:12 – 4:32	první spoj ve 4:40, poté 4:50 – 5:12	7,5 minuty
Ranní špička	4:32 – 7:48	5:12 – 8:17 ³	5 minut
Dopolední sedlo	7:48 – 12:48	8:17 – 13:17	7,5 minuty
Odpolední špička		13:17 – 13:41	6 minut
	12:48 – 17:29	13:41 – 18:06	5 minut
Večerní sedlo	17:29 – 19:35	18:06 – 19:54	7,5 minuty
	19:35 – 22:25	19:54 – 22:38	10 minut
Noční provoz	22:37 – 23:37		30 minut
		22:38 – 23:38, poslední spoj v 00:03	15 minut
<i>CELKEM SPOJŮ</i>	<i>177, z toho 28 soupravami 2T</i>	<i>177, z toho 28 soupravami 2T</i>	

Zdroj: autor na podkladě [13]

³ Mezi 7:07 a 7:17 jsou vedeny spoje v intervalu 3/4/3 minuty.

Tabulka 5 – Intervaly na lince č. 2 o pracovních dnech

Typ provozu	Časový interval ze Světovaru	Časový interval ze Skvrňan	Interval
Ranní sedlo	4:09 – 5:03	první spoj ve 4:39, pak dva spoje ve 4:51, 5:01, poté 5:08 – 5:34	6–7 minut
Ranní špička	5:03 – 7:46	5:34 – 8:26	5–6 minut
Dopolední sedlo	7:46 – 12:52	8:26 – 13:35	7,5 minuty
Odpolední špička	12:52 – 13:47	13:35 – 14:11	6 minut
	15:48 – 18:18	16:27 – 18:06	
	13:47 – 15:48	14:11 – 16:27	5 minut
Večerní sedlo	18:18 – 19:38	18:06 – 19:54	8 minut
	19:38 – 22:19	19:54 – 22:28	10 minut
Noční provoz	22:36 – 23:36		30 minut
		22:36 – 23:36, poslední spoj v 00:04	15 minut
<i>CELKEM SPOJŮ</i>	<i>168</i>	<i>168</i>	

Zdroj: autor na podkladě [13]

V tabulce č. 6 je uveden počet vyjíždějících a zatahujících spojů z vozovny na každou z větví linky č. 4:

Tabulka 6 – Výjezdy a zátahy „na“ a „z“ linky č. 4 o pracovních dnech

	Na Bory nebo z Bor	Na Košutku nebo z Košutky
Ranní výjezd	3 pořadí	17 pořadí
Ranní zátah	7 pořadí	žádné
Odpolední výjezd	1 pořadí	6 pořadí
Odpolední zátah	5 pořadí	15 pořadí

Zdroj: autor na podkladě [12]

Tabulka 7 – Intervaly na lince č. 4 o pracovních dnech

Typ provozu	Časový interval z Bor	Časový interval z Košutky	Interval
Ranní sedlo	první spoj ve 4:40, pak 4:56, 5:05, poté 5:05 – 5:26	první spoj ve 4:34, pak 4:34, poté 4:44 – 5:02	6 minut
Ranní špička	5:26 – 6:51 7:51 – 8:11	5:02 – 6:18 7:48 – 9:00	4 minuty
	6:51 – 7:51	6:18 – 7:48 ⁴	3 minuty
Dopolední sedlo	8:11 – 12:51	9:00 – 12:50	5 minut
Odpolední špička	12:51 – 13:47 16:54 – 17:46	12:50 – 13:16 16:28 – 17:44	4 minuty
	13:47 – 16:54	13:16 – 16:28	3 minuty
Večerní sedlo		17:44 – 19:44	5 minut
	17:46 – 19:56	19:44 – 19:50	6 minut
	19:56 – 20:17	19:50 – 20:04	7 minut
	20:17 – 22:28 ⁵	20:04 – 22:24 ⁶	10 minut
Noční provoz	22:40 – 23:40	22:37 – 23:37	15 minut
<i>CELKEM SPOJŮ</i>	<i>246</i>	<i>254</i>	

Pozn.: V intervalech mezi spoji nejsou zahrnuty vyjíždějící a zatahující spoje, které nejedou po celé délce trasy z Bor na Košutku nebo obráceně.

Zdroj: autor na podkladě [13]

⁴ Mezi 7:09 – 7:33 jsou spoje vedeny střídavě v intervalu 3/2/2/3 minuty.

⁵ Mimo tento interval jsou vedeny spoje ve 22:23 a 22:35 po pěti, respektive sedmi minutách po předchozím spoji.

⁶ Mimo tento interval je veden jeden spoj ve 21:09.

2.2.2 Víkendy a státní svátky

V jízdních řádech, které jsou platné pro plný provoz od 18. 10. 2018, je na všechny tři linky během víkendů a státních svátků, kdy je provoz veden jako v neděli, nasazováno celkem 28 pořadí – a to výhradně celodenních – dle tabulky č. 8:

Tabulka 8 – Výprava na tramvajové linky o víkendech a státních svátcích

Linka	Celodenní pořadí
Linka č. 1	9 pořadí zajišťovaných vozy 1T, z toho 3 pořadí mohou být bez nízkopodlažního vozidla
Linka č. 2	10 pořadí zajišťovaných vozy 1T, z toho 3 pořadí mohou být bez nízkopodlažního vozidla
Linka č. 4	9 pořadí zajišťovaných vozy 2T, z toho 2 pořadí mohou být bez nízkopodlažního vozidla

Zdroj: autor na podkladě [12]

Následující tabulky uvádějí intervaly mezi spoji na tramvajových linkách o víkendech a státních svátcích. V některých časech jsou intervaly vybraných jednotlivých spojů jiné než předchozího a dalšího spoje, pro zjednodušení je interval zaokrouhlen k bližšímu intervalu mezi spoji.

Tabulka 9 – Intervaly na lince č. 1 o víkendech a svátcích

Typ provozu	Časový interval ze Slovan	Časový interval z Bolevce	Interval
Ranní provoz	první spoje 4:12, 4:20, 4:27, pak 4:35 – 7:03	první spoje 4:40, 4:55, pak 4:55 – 7:04	10 minut
Denní provoz	7:03 – 19:34	7:04 – 20:04	7,5 minuty
Večerní provoz	19:34 – 22:25	20:04 – 22:25 ⁷	10 minut
Noční provoz		22:38 – 23:38, poslední spoj v 00:03	15 minut
	22:37 – 23:37		30 minut
<i>CELKEM SPOJŮ</i>	<i>140</i>	<i>140</i>	

Zdroj: autor na podkladě [13]

⁷ Mimo interval je veden spoj ve 22:32.

Tabulka 10 – Intervaly na lince č. 2 o víkendech a svátcích

Typ provozu	Časový interval ze Světovaru	Časový interval ze Skvrňan	Interval
Ranní provoz	první spoj 4:09, pak 4:21 – 6:28	4:38 – 7:07	10 minut
Denní provoz	6:28 – 19:38	7:07 – 20:08	7,5 minuty
Večerní provoz	19:38 – 22:29	20:08 – 22:28	10 minut
Noční provoz		22:36 – 23:36, poslední spoj v 00:04	15 minut
		22:36 – 23:36	30 minut
<i>CELKEM SPOJŮ</i>	<i>139</i>	<i>139</i>	

Zdroj: autor na podkladě [13]

V tabulce č. 11 jsou uvedeny počty pořadí, která vyjíždějí na jednotlivé větve linky č. 4:

Tabulka 11 – Výjezdy a zátahy „na“ a „z“ linky č. 4 o víkendech

	Na Bory nebo z Bor	Na Košutku nebo z Košutky
Ranní výjezd	4 pořadí	5 pořadí
Večerní zátah	5 pořadí	4 pořadí

Zdroj: autor na podkladě [12]

Tabulka 12 – Intervaly na lince č. 4 o víkendech a svátcích

Typ provozu	Časový interval z Bor	Časový interval z Košutky	Interval
Ranní provoz	první spoj 4:42, pak 4:58 – 7:06	první spoj 4:39, pak 4:54 – 7:04	10 minut
Denní provoz	7:06 – 19:37	7:04 – 20:04	7,5 minuty
Večerní provoz	19:37 – 22:28	20:04 – 22:24	10 minut
Noční provoz	22:40 – 23:40	22:37 – 23:37	15 minut
<i>CELKEM SPOJŮ</i>	<i>137</i>	<i>138</i>	

Pozn.: V intervalech mezi spoji nejsou zahrnuty vyjíždějící a zatahující spoje, které nejedou po celé délce trasy z Bor na Košutku nebo obráceně.

Zdroj: autor na podkladě [13]

2.2.3 Vozokilometrický proběh v modelovém měsíci

Pro účely srovnání finanční a vozokilometrické náročnosti navrhovaných opatření v provozu je nutné vytvořit srovnávací období. Tímto obdobím byl zvolen měsíc listopad 2018,

kdy byly tramvaje vypravovány v režimu plného provozu bez výlukových opatření. Listopad 2018 začínal čtvrtkem a končil pátkem. Celkem bylo v měsíci 30 kalendářních dnů, z toho 22 pracovních a 8 víkendových (státní svátek připadá na sobotu). Dopravní podnik odmítl s odvoláním na obchodní tajemství poskytnout celkový kilometrický proběh na jednotlivých linkách, autor si jej tak v tomto oddílu počítal sám.

Linka č. 1

Pro linku č. 1 to znamená 22 dnů, kdy je vykonáno dle tabulky č. 4 celkem 177 spojů ve směru do Bolevce a 177 spojů, které jsou vykonány zpět na Slovany. Zároveň je nutné připočítat v každém dni 10 manipulačních výjezdů a 10 manipulačních zátahů vozů ekvivalentu 1,5T pro celodenní pořadí a 8 výjezdů s 8 zátahy souprav ekvivalentu 2T a 2 výjezdy se 2 zátahy pro vůz ekvivalentu 1,5T (na ranní a odpolední špičku). O osmi víkendových dnech je pak vykonáno dle tabulky č. 9 do Bolevce 140 spojů a 140 spojů zpět, přičemž všechny tyto spoje jsou vedeny vozy ekvivalentu 1T. Opět je nutno přičíst 10 výjezdů a 10 zátahů vozidel na linku. Celkově ujetou vozokilometrickou vzdálenost jedné linky autor vypočítal dle následujícího vzorce:

$$Vk = Vk_{pr} \cdot n_{pr} + Vk_{vs} \cdot n_{vs} \quad [\text{vozokm}] \quad (1)$$

Kde:	Vk	celkový počet vozokilometrů [vozokm]
	Vk _{pr}	celkový počet vozokilometrů o pracovních dnech [vozokm]
	n _{pr}	počet pracovních dnů v měsíci [dnů]
	Vk _{vs}	celkový počet vozokilometrů o víkendech [vozokm]
	n _{vs}	počet víkendových dnů [dnů]

Vozokilometrické proběhy za pracovní den jsou získány jako součet proběhů vozidel ekvivalentu 1,5T a vozidel ekvivalentu 2T dle následujícího vzorce:

$$Vk_{pr} = Vk_{1,5T} + Vk_{2T} \quad [\text{vozokm}] \quad (2)$$

Kde:	Vk _{pr}	celkový počet vozokilometrů o pracovních dnech [vozokm]
	Vk _{1,5T}	počet vozokilometrů vozidel ekvivalentu 1,5T [vozokm]
	Vk _{2T}	počet vozokilometrů vozidel ekvivalentu 2T [vozokm]

Pro zjištění proběhů vozidel jednotlivých ekvivalentů je použit následující vzorec, který je modifikován pro oba délkové ekvivalenty:

$$Vk_e = e \cdot (s_{tam} \cdot n_{st} + s_{zpět} \cdot n_{sz} + s_{výjezd} \cdot n_{cp} + s_{výjezd} \cdot n_{dp} \cdot 2 + s_{zátah} \cdot n_{cp} + s_{zátah} \cdot n_{dp} \cdot 2) \quad [\text{vozokm}] \quad (3)$$

Kde:	Vk _e	počet vozokilometrů vozidel jednoho ekvivalentu [vozokm]
	e	délkový ekvivalent vozu T3 [T3]
	s _{tam}	délka trasy ve směru TAM [km]
	n _{st}	počet spojů ve směru TAM [spojů]
	s _{zpět}	délka trasy ve směru ZPĚT [km]
	n _{sz}	počet spojů ve směru ZPĚT [spojů]
	s _{výjezd}	délka trasy výjezdu z vozovny [km]
	n _{cp}	počet celodenních pořadí [pořadí]
	n _{dp}	počet dělených pořadí [pořadí]
	s _{zátah}	délka trasy zátahu [km]

Všechny údaje, které jsou potřebné pro dosazení do vzorců (1), (2) a (3), jsou uvedeny níže:

a) pro vozy ekvivalentu 1,5T

$e = 1,5$ T3	$S_{výjezd} = 0,3$ km [14]
$S_{tam} = 8,2$ km [14]	$n_{cp} = 9$ pořadí (1 pořadí koná navíc spoj do vozovny pro řidiče, proto je u výjezdu a zátahu 10 pořadí) [12]
$n_{st} = 149$ spojů [13]	$n_{dp} = 1$ pořadí [12]
$S_{zpět} = 8,3$ km [14]	$S_{zátah} = 0,3$ km [14]
$n_{sz} = 149$ spojů [13]	

b) pro vozy ekvivalentu 2T

$e = 2$ T3	$S_{výjezd} = 0,3$ km [14]
$S_{tam} = 8,2$ km [14]	$n_{cp} = 0$ pořadí [12]
$n_{st} = 28$ spojů [13]	$n_{dp} = 4$ pořadí [12]
$S_{zpět} = 8,3$ km [14]	$S_{zátah} = 0,3$ km [14]
$n_{sz} = 28$ spojů [13]	

Pro každý ekvivalent autor dosadil do vzorce (3) zmíněné parametry:

a) pro vozy ekvivalentu 1,5T

$$Vk_{1,5T} = 1,5 \cdot (8,2 \cdot 149 + 8,3 \cdot 149 + 0,3 \cdot 10 + 0,3 \cdot 1 \cdot 2 + 0,3 \cdot 10 + 0,3 \cdot 1 \cdot 2)$$

$$Vk_{1,5T} = 3\,698,6 \text{ vozokm}$$

b) pro vozy ekvivalentu 2T

$$Vk_{2T} = 2 \cdot (8,2 \cdot 28 + 8,3 \cdot 28 + 0,3 \cdot 0 + 0,3 \cdot 4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 0 + 0,3 \cdot 4 \cdot 2)$$

$$Vk_{2T} = 933,6 \text{ vozokm}$$

Podle vzorce (2) se vypočte celková suma vozokilometrů za pracovní den:

$$Vk_{pr} = 4\,632,2 \text{ vozokm}$$

Vozokilometrické proběhy za víkendy se získají výpočtem ze vztahu:

$$Vk_{vs} = e \cdot (S_{tam} \cdot n_{st} + S_{zpět} \cdot n_{sz} + S_{výjezd} \cdot n_{cp} + S_{zátah} \cdot n_{cp}) \text{ [vozokm]} \quad (4)$$

Kde:	Vk_{vs}	celkový počet vozokilometrů o víkendech [vozokm]
	e	délkový ekvivalent vozu T3 [T]
	S_{tam}	délka trasy ve směru TAM [km]
	n_{st}	počet spojů ve směru TAM [spojů]
	$S_{zpět}$	délka trasy ve směru ZPĚT [km]
	n_{sz}	počet spojů ve směru ZPĚT [spojů]
	$S_{výjezd}$	délka trasy výjezdu z vozovny [km]
	n_{cp}	počet celodenních pořadí [pořadí]
	$S_{zátah}$	délka trasy zátahu [km]

Do vzorce (4) autor dosadil parametry níže uvedené:

$e = 1$ T3	$n_{sz} = 140$ spojů [13]
$S_{tam} = 8,2$ km [14]	$S_{výjezd} = 0,3$ km [14]
$n_{st} = 140$ spojů [13]	$n_{cp} = 9$ pořadí (1 pořadí navíc – vizte prac. dny) [12]
$S_{zpět} = 8,3$ km [14]	$S_{zátah} = 0,3$ km [14]

$$Vk_{vs} = 1 \cdot (8,2 \cdot 140 + 8,3 \cdot 140 + 0,3 \cdot 10 + 0,3 \cdot 10)$$

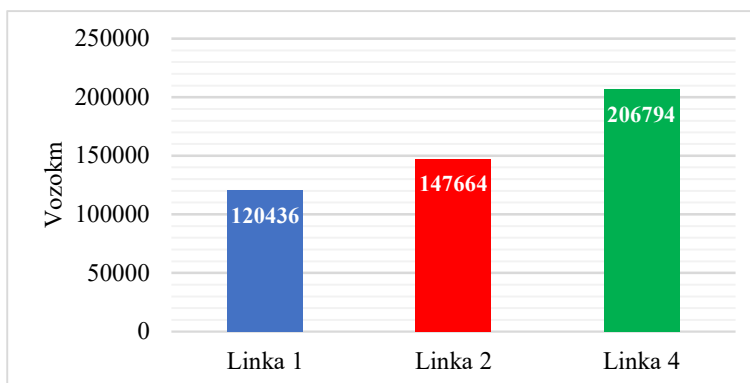
$$Vk_{vs} = 2\,316 \text{ vozokm}$$

Dle vzorce (1) byla vypočítána celková vozokilometrická náročnost linky č. 1 za modelový měsíc:

$$Vk = 4632,2 \cdot 22 + 2316 \cdot 8$$

$$\underline{\underline{Vk = 120\,436,4 \text{ vozokm}}}$$

Výpočty zbylých dvou linek jsou uvedeny v Příloze A.



Obrázek 4 – Počty vozokilometrů ujetých v modelovém měsíci listopadu 2018 dle jednotlivých tramvajových linek

2.2.4 Náklady na provoz za modelový měsíc

Dopravní podnik odmítl sdělit jednotkovou cenu za vozokilometr ujetý tramvají s odvoláním na obchodní tajemství. Cena se však dá zjistit z dokumentu [15, s. 8] na webu města Plzně „Dodatek č. 12 ke Smlouvě o závazku veřejné služby a úhradě prokazatelné ztráty z provozu městské hromadné dopravy osob v Plzni“, kde je uvedena fakturovaná cena za vozokilometr i se započítaným průměrným ziskem. Pro rok 2018 činí 82,34 Kč. Z této ceny autor porovná náklady na provoz tramvají ve stávajícím provozu a po návrhu úprav. Náklady na provoz jednotlivých linek a jejich suma jsou uvedeny v tabulce č. 13. Ceny jsou zaokrouhleny na celé koruny.

Tabulka 13 – Náklady na provoz tramvajových linek v modelovém měsíci

Linka	Ujeté vozokilometry	Cena
Linka č. 1	120 436,4	9 916 733 Kč
Linka č. 2	147 664,0	12 158 654 Kč
Linka č. 4	206 794,4	17 027 451 Kč
Σ	474 894,8	39 102 838 Kč

Zdroj: autor na podkladě [15, s. 8] a vlastních výpočtů

Z této tabulky vyplývá, že na všech třech linkách se v modelovém měsíci ujede 474 895 vozokilometrů, náklady na provoz jsou pak 39 102 838 Kč.

2.3 Organizace provozu

2.3.1 Pracovní den

Tramvajová doprava je provozována na všech třech linkách od cca 4:10 do 0:25 hodin. Všechna vozidla postupně vyjíždějí na linky z vozovny na Slovanech. Mezi prvními spoji linek č. 1 a č. 2 z Bolevce a Skvrňan je ve 4:54 zajištěn v zastávce Hlavní nádraží garantovaný přestup. Po njetí všech vozidel na linky je zahájena ranní přepravní špička. Mezi 7:30 a 10:00 pak zatahují všechna dělená pořadí zpět do vozovny. Během dopoledního sedla jsou linky č. 1 a č. 2 – vzhledem ke stejnému intervalu mezi spoji – ve společném úseku vedeny v prokladu, teoreticky je tak interval 3,75 minuty. Odpolední přepravní špička začíná výjezdem dělených pořadí z vozovny zpět na trať, a to mezi 12. a 14. hodinou, a končí jejich zátahem mezi 17. a 19. hodinou. Následně je interval na všech třech linkách protažen na 10 minut a linky č. 1 a č. 2 jsou opět vedeny ve společném úseku v prokladu. Naproti tomu spoje linek č. 1 a č. 4 společně křižují v zastávce Pod Záhorskem ve směru do Bolevce a na Košutku, respektive v zastávce Sady Pětatřicátníků pro směr na Slovany a Bory.

Mezi 22:50 a 23:50 se koná pět křižování všech tří linek v centrální zastávce Sady Pětatřicátníků (respektive Hlavní pošta pro linky č. 1 a č. 2 ze směru Slovany a Světovar). Rozdělena jsou na velká a malá křižování. Během velkých křižování, která se konají ve 22:50, 23:20 a 23:50, vyčkávají na přestup všechny tři linky ze všech svých směrů. Mezi ně jsou vložena malá křižování, která se konají vždy v polovině intervalu mezi velkými křižováními, tedy ve 23:05 a 23:35. Během malého křižování absentují linky č. 1 a č. 2 v zastávce Hlavní pošta, tedy spoje ve směru do Bolevce a do Skvrňan.

Celotýdenně koná vůz linky č. 1, který jede do Bolevce jako poslední, ještě před započítím spoje ze Slovan zajižďku do vozovny pro zaměstnance. Po posledním velkém křižování jsou spoji, která z tohoto křižování odjíždějí, obslouženy konečné Bolevec, Skvrňany, Bory a Košutka naposledy a tyto spoje se navracejí do vozovny. Jejich návratem je ukončen provoz tramvají v tento den.

2.3.2 Víkendy a státní svátky

I o víkendu je tramvajová doprava provozována na všech třech linkách od cca 4:10 do 0:25 hodin, na rozdíl od pracovního dne jsou však všechny tři linky vedeny ve stejných intervalech. Ranní a večerní sedlo je vedeno v desetiminutovém intervalu, denní provoz pak jednotně v intervalu 7,5 minuty. Obdobně jako o pracovních dnech – nyní však po celý den – je ve společném úseku linka č. 1 s linkou č. 2 vedena v prokladu pěti, respektive 3,75 minut. Po celý den, vyjma večerního křižování, dochází také ke křižování spojů linky č. 1 s linkou č. 4

v zastávkách Pod Záhorskem pro směr z centra a Sady Pětatřicátníků pro směr do centra města. Pozdně večerní část provozu je organizována stejně jako o pracovních dnech, koná se tedy celkem pět křižování v centrální zastávce. Po posledním křižování odjíždějí spoje vykonat poslední obrat na konečné Bolevec, Skvrňany, Bory a Košutka a navracejí se do vozovny.

2.4 Analýza přepravní poptávky

K plánování rozsahu tramvajového provozu se používají především přepravní průzkumy, které dopravnímu podniku poskytuje Správa veřejného statku města Plzně. Poslední přepravní průzkum poptávky cestujících pro pracovní dny byl uskutečňován postupně na všech třech linkách na podzim 2015 metodou přímého sčítání. Ta se používá pro určení počtu nastupujících a vystupujících cestujících na jednotlivých zastávkách a zjištění hodinové nerovnoměrnosti počtu cestujících. Nevýhodou je, že nezobrazuje velikost proudu cestujících mezi jednotlivými zastávkami. [2, s. 17] Průzkumy jsou prováděny sčítači, kteří jedou ve vozidle a ručně počítají nastupující a vystupující osoby. O pracovních dnech jsou na linku, kde průzkumy probíhají, vypraveny výhradně soupravy dvou vozidel a údaje z jednoho vozu se pro celou soupravu násobí dvěma. Vzhledem k tomu, že autor neshledává v konceptu provozu o víkendech nedostatky, budou posuzovány průzkumy pouze pro pracovní dny. Průzkum byl pro každou linku prováděn v jeden den, kde byl každý spoj od prvního do posledního obsazen sčítačem. Sčítání cestujících probíhalo obousměrně v úsecích:

- a) Mikulášské náměstí – U Gery pro linku č. 1,
- b) Mikulášské náměstí – CAN Skvrňanská pro linku č. 2,
- c) Boženy Němcové – Bory pro linku č. 4.

Nabídka počtu míst k sezení a celkové kapacity vozidel na linkách před změnou konceptu je stanovena výpočtem ze vzorové výpravy dne 28. 11. 2018. Tento den byl zvolen náhodně a připadal na středu, kdy autor vlastním pozorováním sepsal celou výpravu. Od roku 2015, kdy bylo prováděno sčítání poptávky, se struktura vypravovaných vozidel – a tím i nabídka míst k sezení – téměř nezměnila, byla nakoupena pouze jedna souprava dvou vozů VarioLF+. Na lince č. 1 docházelo z důvodu administrativních problémů s vozy LTM 10.08 k nevypravování většího množství těchto vozidel, ačkoliv jízdní řád s nimi počítá. Proto je na lince č. 1 stanovena autorem výprava, která by měla být dle platných jízdních řádů, na ostatních linkách přesně popisuje výpravu v tento den. Přepravní průzkumy, jejichž analýza je uvedena v kapitolách 2.4.1 až 2.4.3, jsou uvedeny v příloze. Do grafu byla pro každou linku vybrána jedna zastávka v každém směru, a to ta s nejvyšším hrotem přepravní poptávky v rámci linky a směru.

Tabulka 14 – Vzorová výprava ze dne 28. 11. 2018

Pořadí	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 4	Pořadí	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 4
1.	Vario LF 2/2 IN	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P	11.			KT8D5-RN2.P
2.	LTM 10.08	T3R.P + T3R.P	T3R-PLF + T3R.P	12.			T3R.P + T3R.P
3.	LTM 10.08	2x VarioLF+	KT8D5- RN2.P	13.			T3R-PLF + T3R.P
4.	LTM 10.08	T3R-PLF + T3R.P	KT8D5- RN2.P	21.	T3R.P + T3R.P	2x VarioLF+	VarioLF + VarioLF
5.	Vario LF 2/2 IN	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P	22.	T3R-PLF + T3R.P	VarioLF + VarioLF	ráno VarioLF + VarioLF, odpoledne T3R- PLF + T3R.P
6.	LTM 10.08	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P	23.	T3R.P + T3R.P	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P
7.	Vario LF 2/2 IN	T3R.P + T3R.P	KT8D5- RN2.P	24.	T3R-PLF + T3R.P	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P
8.	LTM 10.08	VarioLF + VarioLF	KT8D5- RN2.P	25.	LTM 10.08		T3R.P + T3R.P
9.	LTM 10.08	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P	26.			VarioLF + VarioLF
10.		T3R-PLF + T3R.P	T3R-PLF + T3R.P	27.			T3R.P + T3R.P

Zdroj: autor, částečně na základě vlastního pozorování

Dle [2, s. 21] se při plánování počtu dopravních prostředků počítá v sedlech pouze s místy k sezení, místa ke stání tak tvoří rezervu pro nárazově vyšší počty cestujících. V dopravní špičce se u MHD připouští i plánované využití míst ke stání v rámci tzv. normální obsaditelnosti, tj. součet počtu míst k sezení a na každý metr čtvereční zbylé plochy se počítá se 4 až 5 cestujícími. Autor při převodu z maximální obsaditelnosti na normální použil hodnotu 4 osob na metr čtvereční. Různí cestující však vyžadují různé standardy přepravy z hlediska požadavku sezení a stání – studenti a mladí lidé obecně nemusí při přepravě použít místo k sezení, zatímco u osob se sníženou schopností pohybu a orientace (především starší lidé) se místo k sezení bude vyžadovat pravděpodobně častěji. Důležité je ale také co nejvíc redukovat plánované překročení nabídky míst k sezení – plnější spoje vyvolávají menší přepravní komfort a mohou být důvodem k nevyužívání MHD jako dopravního prostředku. Průzkum spokojenosti cestujících a jejich přepravních nároků však vzhledem k rozsahu práce není proveden.

2.4.1 Linka č. 1

Náměstí Republiky směr Bolevec

Z grafu v Příloze B je patrný dostatek kapacit vozidel během celého dne. Ráno je nabídka výrazně vyšší než poptávka, což je dáno nutností návozu vozidel z vozovny do Bolevce, odkud vede dopravně silnější směr do centra města během ranní špičky. Vyjma jedné hodnoty po 12. hodině také – i s rezervou – převyšují během dopoledního sedla místa k sezení poptávku po přepravě. V odpolední špičce je poptávka mírně vyšší než nabízená místa k sezení, avšak i s místy ke stání plně postačuje. Od 18. hodiny opět převyšuje počet nabízených míst k sezení celkovou poptávku po přepravě, pouze ve 23:00 a 23:30 se počty téměř rovnají.

U Gery směr Slovany

Podle grafu v Příloze C je ranní špička dostatečně pokryta místy k sezení, případně jsou lehce využita i místa ke stání. Výjimku tvoří pouze jedna nárazová vyšší frekvence mezi 7:00 a 7:29, která je dána mimo jiné příjezdem autobusů VLD ze severního Plzeňska a jízdou školáků do školských zařízení po městě. Z tohoto důvodu je vedeno několik spojů ve zkráceném intervalu (zmíněno v tabulce č. 4). Po dobu dopoledního přepravního sedla je poptávka a nabídka téměř vyrovnaná, v některých časech je poptávka mírně vyšší, v některých zase mírně nižší. V odpolední špičce je nabídka míst k sezení již vyšší než poptávka, což je dáno faktem, že odpoledne se jedná o směr dopravně slabší než opačný směr z centra města. Po 17. hodině je nabídka výrazně vyšší než poptávka po přepravě.

Shrnutí

Stávající jízdní řád hodnotí autor jako dostačující, ranní výrazně vyšší poptávka v zastávce U Gery je pouze nárazová a trvá krátkou dobu. Tento nepříznivý stav je řešen zkráceným intervalem do centra města. Odpolední vyšší nabídka než poptávka v dopravně slabším směru nelze snížit s ohledem na silnější směr z centra města, kde počet míst k sezení zhruba odpovídá počtu přepravených cestujících. Autor však vidí prostor ke snížení kapacit vozidel po 18. hodině, kdy je v obou směrech nadhodnocena, silněji v tom na Slovany.

2.4.2 Linka č. 2

Mikulášské náměstí směr Skvrňany

Vzhledem k faktu, že Světovar je z pohledu a praktických zkušeností autora práce slabší větev oproti Skvrňanům, je zde nabídka míst k sezení v ranní špičce vyšší, než by bylo třeba, jak vypovídá graf v Příloze D. Je však nutné provést tramvajové soupravy do Skvrňan, kde je ranní špička vyšší a počet míst k sezení především v závěru ranní špičky nedostačuje. Při dopoledním sedle je situace obdobná, místa k sezení dostačují poptávce po přepravě. Problém

nastává po 14. hodině, kdy ukončují vyučování školská zařízení u zastávky Radnice Slovany a Mikulášské náměstí a dochází k většímu zaplnění vozidel. Po 17. hodině nastává v průzkumu z důvodu přerušení provozu tramvají v den provádění sčítání k výpadku hodnot (způsobený průchodem fotbalových fanoušků na stadion) a následně v pásmu 18:30 vykazuje průzkum abnormálně vysoké hodnoty – příjezd domácích fanoušků na stadion. Ačkoliv tato okolnost komplikuje stanovení skutečné přepravní poptávky, nejsou k dispozici jiná data. Večerní provoz po 19. hodině hodnotí autor jako značně naddimenzovaný z hlediska kapacit vozidel.

Palackého náměstí směr Světovar

Dle grafu v Příloze E je do pásma 6:00 poptávka pohodlně uspokojena celkovou nabídkou míst k sezení. Po 6:30 – a především v pásmu 7:30 – dochází k výraznějšímu využití míst ke stání. V dopravním sedle je poptávka s nabídkou míst k sezení zhruba vyrovnaná a s dostatečnou rezervou míst ke stání. K výraznějšímu překročení poptávky nad nabídkou dochází opět v odpolední dopravní špičce, z pohledu autora je však počet míst ke stání ještě dostatečnou rezervou a případné zkrácení intervalu by bylo zbytečné a na úkor zapamatovatelného taktu. Večerní provoz po 18:30 je opět značně nadhodnocen.

Shrnutí

V tomto jízdním řádu vidí autor některé nedostatky, které by šlo odstranit. Jedná se o ranní výraznou poptávku od Skvrňan, která s sebou nese i snížení přepravního komfortu pro cestující, a večerní naddimenzovanou kapacitu vozidel v podobě nasazování souprav dvou vozidel. Oba nedostatky lze vyřešit a budou řešeny v navazující kapitole 3.

2.4.3 Linka č. 4

Sady Pětatřicátníků směr Bory

Z grafu v Příloze F je patrný především téměř celodenní vyšší zájem o přepravu, než je počet nabízených míst k sezení. Mezi 7. a 8. hodinou ranní jsou navíc výrazně zaplněna – i přes interval 2 minuty v nejexponovanějších časech – i místa ke stání. V přepravních špičkách se toleruje vyšší počet přepravených osob, než je počet míst k sezení, ale mimo špičku by se tak dít nemělo. Od 18. hodiny je tento počet již téměř vyrovnaný. V tomto grafu jsou započítány také vyjíždějící spoje z vozovny, neboť ze zastávky Sady Pětatřicátníků již pokračují na Bory.

Masarykovo náměstí směr Košutka

Pro tento směr – dle grafu Přílohy G – také platí již u druhého směru zmíněný nedostatek míst k sezení v dopoledním sedle. Ranní špička je zde, i vzhledem k tomu, že se jedná o dopravně slabší směr, pokryta dle mínění autora dostatečně. K výraznému navýšení přepravovaných osob dochází po 14. hodině, kdy končí směna na Borských polích a vyučování

na velkém počtu borských školních zařízení. Od 19 hodin je v rámci přepravního sedla počet nabízených míst k sezení dostatečný, mírně vyšší počet přepravených je v pásmu 22:00 až 22:29, a to z důvodu ukončení směn v továrnách na Borských polích, což je v jízdním řádu řešeno vložením spoje, který půlí standardní desetiminutový interval. Na rozdíl od předchozího grafu nejsou v tomto započítány zatahující spoje ve směru do vozovny, neboť trasu linky č. 4 opouštějí za zastávkou U Práce.

Shrnutí

Na lince č. 4 dochází v období mezi sedmou a devatenáctou hodinou k překračování počtu míst k sezení, a to i v dopravním sedle. Větší přeplněnost vozidel je také po 14. hodině, kdy dochází ke snižování přepravního komfortu. Autor považuje za účelné zvážit nasazení kapacitnějších souprav (i za cenu mírně prodlouženého intervalu) s vhodně zvoleným zkráceným intervalem ráno – jak je zavedeno již nyní – z Košutky a nově jej zavést z Bor po 14. hodině. Současný večerní provoz hodnotí autor jako plně dostačující.

3 NÁVRH ÚPRAV PROVOZU

V této kapitole autor předkládá dva návrhy. První návrh řeší úpravy večerního sedlového provozu na linkách č. 1 a č. 2 spolu s drobnými úpravami provozu linky č. 2 ve špičkách. V druhém návrhu je rozpracováno nasazení tří spřažených vozidel do jedné soupravy na všechna celodenní pořadí linky č. 4 a tím zvýšení přepravní nabídky. Pro oba návrhy jsou v příloze zpracovány zastávkové jízdní řády, seznam spojů, nástupy směn, střídání svačin a vozové jízdní řády v plzeňském formátu. Tyto návrhy lze aplikovat také odděleně.

V obou návrzích jsou respektovány následující zásady:

- a) stávající linkové vedení,
- b) možnosti a kapacity současného vozového parku,
- c) stávající organizace provozu a směn řidičů.

3.1 Předkládané návrhy

3.1.1 Večerní sedlový provoz na linkách č. 1 a č. 2

Z přepravních průzkumů plyne, že zajištění večerního provozu o pracovních dnech tramvajemi ekvivalentu 1,5T na lince č. 1 a ekvivalentu 2T na lince č. 2 se jeví jako nadbytečné. Autor předkládá řešení využitím výměn vozů na linkách za vozidla kratšího ekvivalentu při zachování intervalů mezi spoji. Toto řešení se několik minulých let používalo na vybraných pořadích linky č. 1, kde byla večer vozidla ekvivalentu 1,5T a 2T měněna za sólo vozy ekvivalentu 1T. V tomto návrhu se výměny rozšiřují na šest pořadí ze sedmi, která jsou nutná k zajištění večerního provozu. Počet sólo vozů je zvolen tak, aby je bylo možno vytvořit z dvou souprav tří vozidel VarioLF, které se předtím vrátily ze „své“ směny na lince č. 4. Pro tento účel byla vybrána pořadí 4/4 a 4/8, která jsou ve vozovně ukončena v dostatečném předstihu. Po příjezdu ze směny budou soupravy odstaveny na tzv. „zahradě“, tj. na některé z nekrytých kolejích číslo 21 až 24, kde dojde k jejich rozpojení a přípravě. Pro rozpojení souprav pracovníky dodavatelské firmy, která zajišťuje údržbu vozidel, je stanoven technologický čas $t_{\text{rozpojení}} = 15$ minut. Na přípravu jednoho vozidla (nastartování, kódování, zkouška směrovek, zkouška kolejnicových brzd) je autorem stanoven technologický čas $t_{\text{příprava}} = 5$ minut. Pro šest vozů tak činí $t_{\text{příprava}} = 30$ minut.

Řidiči z linky č. 2 po příjezdu na konečnou zastávku „Světovar“ odjedou do vozovny, kde předají u výpravny soupravu na zaparkování pro tuto činnost speciálně určenému řidiči. Dále přejdou do sólo vozu, který bude již nastartován a připraven k výjezdu (zejména nakódování mechanických znehodnocovačů jízdenek) zmíněným speciálně určeným řidičem,

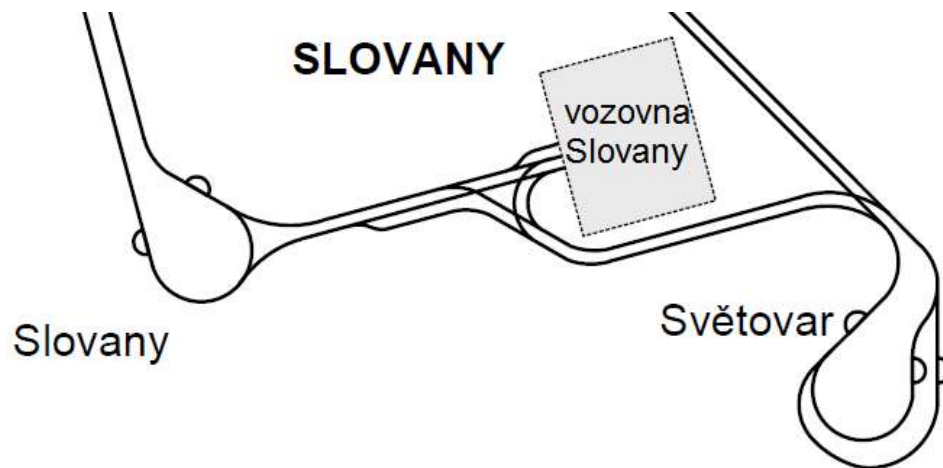
který tak učiní u všech šesti vozů ještě před příjezdem první soupravy. Tato činnost je součástí směny 4/8, to znamená, že řidič tohoto pořadí po zátahu do vozovny pokračuje výše zmiňovanou činností. Řidič linky č. 2 přejde do sólo vozu a následně vyjede na linku č. 1 a dojezdí zde zbytek směny. Naproti tomu řidič tramvaje linky č. 1, který bude mít vozidlo ekvivalentu 1,5T, po příjezdu do zastávky Slovany bude dle návrhu pokračovat bez cestujících po Slovanské aleji okolo vozovny na Světovar, odkud bude pokračovat po zbytek směny jako linka č. 2. Z linky č. 1 takto přejíždí na Světovar sedm pořadí, která budou nadále zajišťovat provoz na lince č. 2.

Oproti současnému stavu se nasazením vozů ekvivalentu 1T na 24 spojů linky č. 1 ušetří 198 vozokilometrů denně a 232,2 vozokilometrů denně nasazením vozů ekvivalentu 1,5T na 27 spojů linky č. 2. V souhrnu bude celková úspora 416,85 vozokilometrů denně, do těchto úspor jsou započítány i vozokilometry, které jsou ujety navíc (vizte dále). Úspory byly spočítány vzorci z pododdílu 2.2.3. Náklady navíc na tuto část návrhu jsou dvojího druhu.

- a) Ujeté manipulační vozokilometry (1,1 kilometru) bez cestujících při přejezdech vozidel ekvivalentu 1,5T ze Slovan na Světovar a při výjezdech vozidel ekvivalentu 1T z vozovny na Slovany (0,3 kilometru). V prvním případě se jedná o sedm pořadí, která zajišťují vozidla ekvivalentu 1,5T, tj. denně se jedná o 11,55 vozokilometrů. V druhém případě jde denně o šest pořadí, tj. 1,8 vozokilometru. Dohromady je tak denně ujetu o 13,35 vozokilometrů více než v porovnávaných jízdních řádech.
- b) Náklady na práci řidiče, který zajišťuje přípravu sólo na linku č. 1 a zatahování souprav z linky č. 2 od výpravny na místo odstavení. Pro přípravu byl stanoven technologický čas $t_{\text{připrava}} = 30$ minut a následně po celou dobu zatahování souprav až do poslední, kdy je od příjezdu do vozovny do ukončení směny stanoven čas 10 minut. Rozdíl mezi ukončením směny 4/8, která by byla ukončena standardně, a koncem směny i s přípravnou činností je 67 minut, výkon řidiče navíc činí tedy 1,12 hodiny.

Ve věci speciálně určeného řidiče pro přípravu sólo nabízí autor modifikaci – tato pozice by neexistovala, čímž by došlo k ušetření mzdových nákladů na práci tohoto řidiče. Místo něj by sólo připravoval a soupravy zavázal vozmistr v rámci své pracovní doby. Nevýhodou této modifikace je ale fakt, že by se jednalo o další pracovní povinnost a vozmistr by se v době přípravy sólo a výměn vozů nemohl věnovat své práci, kterou ve výpravně vozovny zastává dnes. V minulosti, kdy byly tyto výměny konány na vybraných pořadích linky č. 1, jak je zmíněno výše, to byl ale právě vozmistr, který sólo vozy připravoval k výjezdu.

Protože dojde k přejezdům mezi linkami, docházelo by k situacím, kdy by se v řídicích systémech na dispečinku a ve výpravně zobrazovala vozidla na lince č. 1 částečně jako linka č. 1 (dvě pořadí se nemění a zůstávají v provozu déle, vizte nástupy směn) a částečně jako linka č. 2, analogická situace by nastala také na lince č. 2. Z tohoto důvodu autor navrhuje vznik pořadí 1/11 až 1/16 a 2/11 až 2/18. Při přejezdu z linky č. 2 na linku č. 1 se řidič v sólo voze přihlásí na novou směnu dle nové linky, na kterou přejíždí. To znamená, že například pořadí 2/10, které mění soupravu za sólo vůz jako první, bude z vozovny pokračovat jako pořadí 1/11. V opačném směru, tedy při přejezdu vozidel ekvivalentu 1,5T z jedničky na dvojku, zadá řidič novou směnu po příjezdu na konečnou Světovar. Například pořadí 1/25, které přejíždí jako první, se na Světovaru změní na pořadí 2/11. Konkrétní pořadí, na které se řidič bude po výměně přihlašovat, najde ve vozovém jízdním řádu.



Zdroj: autor na podkladě [16]

Obrázek 5 – Schéma kolejového uspořádání mezi Slovanou, Světovarem a vozovnou

3.1.2 Provoz spřažených souprav tří vozidel na lince č. 4

Koncept provozu

Druhý návrh předkládá částečné řešení nedostatečných přepravních kapacit na lince číslo 4 v průběhu celého dne. Celodenní pořadí 1 až 11 jsou v návrhu obsazena soupravami tří vozidel, a to v sestavě T3R-PLF+T3R.P+T3R.P (70 míst k sezení/206 míst ke stání, délka soupravy cca 45,5 metru) nebo třikrát VarioLF (102 míst k sezení/186 míst ke stání, délka soupravy cca 47,5 metru), dohromady se jedná o 33 vozidel. První zmíněnou soupravu lze případně modifikovat do sestavy T3R-PLF+T3R-PLF+T3R.P, tím pádem by se v soupravě nacházela dvě vozidla s nízkopodlažním přístupem namísto jednoho. Zatímco soupravy

T3R-PLF+T3R.P+T3R.P lze začít provozovat de facto ihned, vozy VarioLF by před spřáhováním do trojic musely projít úpravou softwaru, protože v současné době není provoz v trojicích možný. Celodenní pořadí jsou doplněna pěti dělenými, na která jsou nasazována vozidla ekvivalentu 2T.

Provoz je sestaven následovně: do ranní špičky najíždí všech 16 pořadí, provoz je tak zajišťován smíšeně – 11 pořadími v ekvivalentu 3T a zbylých 5 pořadí je v ekvivalentu 2T. Nasazením kapacitnějších souprav je možno prodloužit interval ze tří na čtyři minuty (zkrácený dvouminutový v nejexponovanějším čase je prodloužen na třiminutový). Po ranní špičce zatahuje pět dělených pořadí do vozovny a během dopoledního sedla je provoz zajišťován výhradně soupravami ekvivalentu 3T, a tím pádem dojde k prodloužení intervalu z pěti na šest minut. Odpoledne vyjíždí pět dělených pořadí zpět na trať a odpolední špička je opět zajišťována 16 smíšenými pořadími. Po ukončení odpolední špičky místo dělených pořadí ale zatahují nejdříve soupravy ekvivalentu 3T a dělená pořadí se soupravami ekvivalentu 2T zajišťují přepravu cestujících až do ukončení denního provozu.

Změna v organizaci provozu se logicky promítne i do organizace práce řidičů. Ranní část směn zůstává stejná – na soupravách ekvivalentu 3T jsou standardní ranní směny, na soupravách ekvivalentu 2T jsou standardní ranní části směn dělených pořadí. Změna nastává ale odpoledne. Jak je patrné z Přílohy N, nástupů směn, pokračují řidiči ranních dělených směn odpoledne na vybraných pořadích s vozidly ekvivalentu 3T (jedná se o pořadí 1, 4, 5, 8 a 11), ze kterých se tak odpoledne stávají dělená pořadí a do vozovny zatahují ještě před 19. hodinou. Toto řešení bylo zvoleno, aby nejdříve zatahovala pořadí s vozidly ekvivalentu 3T a pořadí s vozidly ekvivalentu 2T zůstala na trati do ukončení provozu, neboť večer se jeví nasazení „dlouhých“ souprav dle grafů v Příloze F a v Příloze G jako zbytečné. Zbylých šest pořadí s vozidly ekvivalentu 3T (tj. 2, 3, 6, 7, 9 a 10) jsou pak vedeny jako klasické odpolední směny s ukončením mezi 20. a 23. hodinou.

Naproti tomu odpolední pořadí, která byla ráno vedená jako dělená a která tudíž zatahla do vozovny, si odpoledne ve vozovně přebírají řidiči, kteří s tímto pořadím mají řádnou odpolední směnu. Protože však některá dělená pořadí musí vyjet na trať již po 12. hodině a délka směny by byla mezi ostatními abnormálně dlouhá, byl u pořadí 4/23 a 4/25 zvolen následující systém – řidič A si převezme tramvaj pořadí 4/23 ve vozovně ve 12:05 a vyjede s ní na trasu. Řidičem B bude vystřídán v zastávce Sady Pětatřicátníků ve 14:20. Řidič B bude s pořadím 4/23 pokračovat v řádné odpolední směně do 0:41. Řidič A vyčká ve výše zmíněné zastávce do 14:36, kde si od ranního řidiče převezme pořadí 4/9 a s tímto pořadím ukončí směnu

ve 20:53, čímž sám bude mít denní výkon 8,80 hodiny. Analogicky je vyřešena situace i u pořadí 4/25 – rozpis směn a střídání je uveden v Příloze N.

Idea provozu souprav tří vozidel na lince č. 4 byla zvažována již v roce 2015 s blížící se rekonstrukcí mostu Generála Pattona. Ten se nachází v úseku mezi zastávkami Sady Pětatřicátníků (Hlavní pošta pro linku č. 1) a Pod Záhorskem. Protože bylo vyloučeno uzavření mostu jak pro tramvajovou dopravu, tak pro tu individuální, bylo rozhodnuto o rekonstrukci mostu po polovinách se zachováním tramvajového provozu po jedné koleji. Vzhledem k velkému vytížení tohoto úseku (linka č. 1 má ve špičce interval 5 minut, linka č. 4 má interval 3 minuty) bylo jednou z variant řešení i prodloužení intervalu při nasazení souprav tří vozidel. Tento návrh sice nakonec nebyl využit, ale ověřovací zkušební jízda ze dne 6. 8. 2015 poskytla informace o tom, ke kterým nástupištím se souprava vejde a kde by bylo nutné udělat úpravy. Zkušební jízda byla v celé trase linky č. 4 provedena soupravou v sestavě T3R-PLF+T3R.P+T3R.P ev. č. 328+269+282.



Zdroj: autor

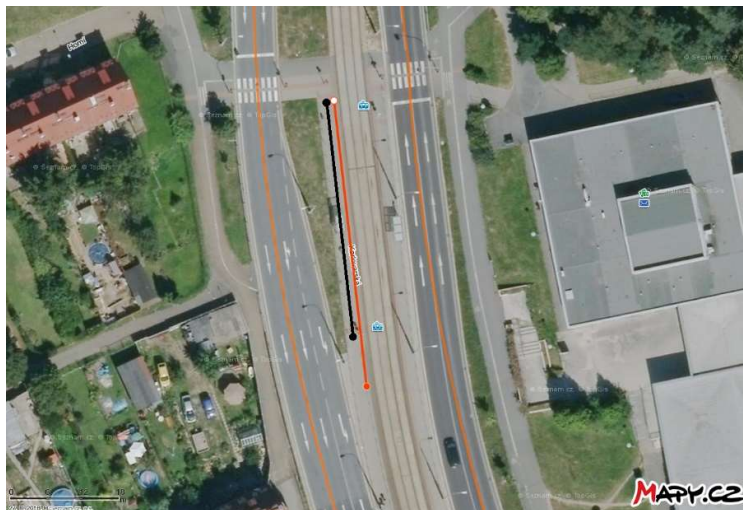
Obrázek 6 – Ověřovací zkušební jízda trojice vozů č. 328+269+282 dne 6. 8. 2015

Stavební omezení konceptu

Hlavním cílem zmíněné zkušební jízdy bylo ověření délky nástupišť po trase linky č. 4. V současné době (únor 2019) je stav následující: severní polovina trasy linky (od zastávky Sady Pětatřicátníků na sever) je téměř celá zrekonstruována a při návrhu zastávek se stavěla nástupiště v délce dvou souprav (tj. čtyř vozů). Problém nastává u dvou nástupišť – v nástupní zastávce Košutka a v zastávce U Družby do centra. Nástupní zastávka Košutka má dvě nástupiště na vnitřní a vnější koleji smyčky. Nástupiště ve vnější koleji je sice dostatečně dlouhé, ale třetí vůz by odbavoval u obrubníku, který je snížen v místě přechodu přes koleje. Ve vnitřní koleji je nástupiště dlouhé pouze na dva vozy a je limitováno právě přechodem přes

koleje, před kterým končí. Nástupiště by šlo prodloužit i pro třetí vůz, ale opět by bylo nutno ponechat v místě přechodu přes koleje snížený obrubník. Řešení jsou dvě: buďto tolerovat odbavování třetího vozu u sníženého obrubníku (dveří u obrubníku standardní výšky je pořád dost), nebo zrušit poměrně frekventovaný přechod přes koleje. V tomto případě by se ale problém měl vyřešit sám – uvnitř smyčky je plánována výstavba odstavných kolejí, při kterých dojde ke zvětšení smyčky a zrušení chodníku prostředkem smyčky, čímž zanikne i samotný problematický přechod přes koleje.

Druhou zastávkou v severní polovině trasy, která není dostatečně dlouhá pro odbavování souprav ekvivalentu 3T, je zastávka U Družby do centra. Ta byla před rekonstrukcí v roce 2011 umístěna v oblouku, který se sice podařilo odstranit, avšak za cenu délky nástupiště jen 39 metrů. Aby nebyla zastávka v oblouku a nástupiště dosahovalo požadované délky 48 metrů, mohl by být označnický posunut dopředu o maximálně 3 metry, stále by bylo ale nutné provést přesun přechodu přes trať za zastávkou o 6 metrů. [17] Druhou možností je dovybavení tramvají typu T3R-PLF a T3R.P, které budou provozovány v soupravách ekvivalentu 3T, kamerami, které snímají dveřní prostor. Toto opatření je vhodné doplnit zrcadlem v zastávce, pak by bylo možné pouze prodloužit nástupiště v směru jízdy do centra s tím, že by první vůz byl v oblouku.



Zdroj: autor na podkladě [17]

Obrázek 7 – Situace v zastávce U Družby do centra – černou čarou je zvýrazněna současná délka nástupiště (39 metrů), červeně je vyznačena požadovaná délka 48 metrů

Zastávky na Klatovské třídě, tedy v jižní polovině trasy, jsou však problematictější, vyjma zastávek Chodské náměstí a Náměstí Míru totiž těsně dosahují délky minimální požadované délky 45 metrů pro provoz souprav T3R-PLF+T3R.P+T3R.P, ale nebyl by umožněn provoz souprav tří vozů VarioLF, nebo jí dokonce nedosahují vůbec jako například

nástupní zastávka Bory. Vzhledem k blížící se rekonstrukci celé ulice je tedy maximálně na místě při přijetí tohoto konceptu provozu vyprojektovat zastávky o délce alespoň 48 metrů tak, aby byl umožněn bezproblémový provoz spřažených trojic. [18]

Zásadní omezení z hlediska délek nástupišť ale zůstává – bez výhledu na zlepšení – na trase výjezdu a zátahu souprav, tedy Slovany – Sady Pětatřicátníků. Proto autor navrhuje tyto jízdy vést v úseku Slovany – Náměstí Republiky a zpět jako režijní, tedy bez cestujících. Zastávka Náměstí Republiky byla zvolena z toho důvodu, že se jedná o první zastávku (při zátahu naopak poslední), která svou délkou vyhovuje pro odbavování souprav tří vozidel.

Koncept trojic v budoucnu

Vzhledem k tomu, že dopravní podnik plánuje nákup nových vozidel, která postupně nahradí starší typy T3R.P, KT8D5-RN2.P nebo K3R-NT, bylo by při přijetí tohoto provozního konceptu prospěšné zvážit nákup vozidel ekvivalentu 3T, aby nebylo nutno provozovat spřažené trojice. Ty s sebou sice přinášejí možnost rozpojování do sólo vozů nebo souprav ekvivalentu 2T, zároveň však znamenají spoustu neprospěšného místa mezi vozy (délka prostoru mezi dvěma čely je cca 1,1 metru, pro soupravy tří vozidel se jedná už o nevyužité více jak 2 metry) a nutnost „vozit“ v soupravě další dvě nepotřebné kabiny. Při nákupu jednoho vozidla je tedy možno zkrátit délku vozidla při zachování stejného počtu míst k sezení i stání.

Například plzeňská firma Škoda Transportation, která vyhrála zakázku na dodání až 22 velkokapacitních tramvají do Plzně, nabízí ve svém sortimentu tramvaj ForCity Smart, která může být dodána v různých délkách – dle [19, s. 20] tramvaj, která má délku 43,9 metrů, pojme 108 sedících a 288 stojících cestujících (počítáno se 4 osobami na m²), tj. o 6 míst k sezení a o 102 míst ke stání více než souprava tří Varií nebo o 38 míst k sezení a 82 míst ke stání více než souprava T3R-PLF+T3R.P+T3R.P. Z těchto údajů jednoznačně vyplývá, že při nákupu nových vozidel této délkové kategorie by se ještě více zvýšil přepravní komfort nabídnutím většího počtu míst k sezení a stání a nebylo by ani nutné upravovat zastávky na Klatovské třídě. Nasazení zcela nových vozidel v délce nad 40 metrů odstraní i další nepříjemnost u souprav tří vozidel, a to tři sběrače. Především průjezd třemi sběrači přes úsekové děliče a rozjezdy před křižovatkami s neproudovými kříženími tramvajové troleje s trolejbusovými způsobuje nutnost uzpůsobit tomuto faktu styl jízdy a znamená zvýšenou zátěž pro řidiče. V případě nových vozidel tento problém s jedním sběračem odpadá.

3.2 Sestava jízdnicích řádů

Jízdnicí řády pro tuto práci byly vytvářeny ve freewarovém programu „BEZDEZ“. Do programu byly nejdříve vloženy všechny zastávky v síti. Zastávky byly následně propojeny

spojnicemi, které definují vzdálenost a jízdní doby, dalším krokem bylo vytvoření tras a následně linek. Podle předběžného náčrtu autorovy ideje došlo k vytvoření jednotlivých oběhů (tj. pořadí, která reprezentují jednotlivé vozy) a ke vložení tras do těchto oběhů. Následovaly úpravy časových poloh z hlediska intervalů, bezpečnostních přestávek i délek směn, aby byly v souladu s legislativou. [20] Jízdní řády a seznamy spojů jsou exportovány z tohoto programu. Data z programu byla využita také při tvoření nástupů směn, střídání svačin i při zpracovávání grafů přepravních kapacit v návrhovém stavu.

Při sestavě jízdních řádů byl obecně kladen důraz na tvorbu taktu a snahu minimalizovat spoje, které jedou mimo takt. Děje se tak pouze výjimečně – během přechodů mezi jednotlivými fázemi provozu s různými takty a u dvou spojů z Bor mezi 15:00 a 15:10. Při tvorbě jízdních řádů byla reflektována současná křižování, ať už jde o ranní ve 4:54 v zastávce Hlavní nádraží, večerní garantované přestupy v centru města mezi linkami č. 1 a č. 4 a samozřejmě také noční křižování ve 22:50, 23:05, 23:20, 23:35 a 23:50.

Pro srovnání nabízených kapacit míst k sezení a stání mezi posuzovaným a návrhovým stavem byla autorem stanovena vzorová výprava v navrhovaném konceptu provozu. Grafy s nabízenými kapacitami jsou uvedeny v Příloze H až Příloze M.

Tabulka 15 – Vzorová výprava v návrhovém stavu

Pořadí	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 4	Pořadí	Linka č. 1	Linka č. 2	Linka č. 4
1.	LTM 10.08	T3R.P+T3R.P	T3R-PLF + T3R.P + T3R.P	9.	LTM 10.08	K3R-NT	T3R-PLF + T3R.P + T3R.P
2.	LTM 10.08	K3R-NT	3* VarioLF	10.		KT8D5-RN2.P	3* VarioLF
3.	Vario LF 2/2 IN	2* VarioLF+	T3R-PLF + T3R.P + T3R.P	11.			3* VarioLF
4.	LTM 10.08	KT8D5- RN2.P	3* VarioLF	21.	T3R.P + T3R.P	T3R-PLF + T3R.P	T3R.P + T3R.P
5.	Vario LF 2/2 IN	KT8D5- RN2.P	3* VarioLF	22.	T3R-PLF + T3R.P	KT8D5-RN2.P	T3R-PLF + T3R.P
6.	LTM 10.08	VarioLF + VarioLF	T3R-PLF + T3R.P + T3R.P	23.	T3R.P + T3R.P	KT8D5-RN2.P	KT8D5-RN2.P
7.	Vario LF 2/2 IN	T3R.P+T3R.P	3* VarioLF	24.	KT8D5- RN2.P	T3R.P+T3R.P	2* VarioLF+
8.	LTM 10.08	2* VarioLF+	3* VarioLF	25.	LTM 10.08	T3R-PLF +T3R.PV	KT8D5-RN2.P

Zdroj: autor

Na večerních pořadích linky č. 1 (1/11 až 1/16), která zajišťují vozidla ekvivalentu 1T, jsou plánovány vozy VarioLF, které přecházejí z pořadí 4/4 a 4/8.

3.2.1 Linka 1

Návrhový provoz na lince č. 1 až do večerního sedla víceméně kopíruje provoz stávající. Jízdní doby v jednotlivých úsecích doznaly pouze kosmetických změn. Mezi zastávkami Okounová – Bolevec, Lékařská fakulta – Pod Záhorskem a Sady Pětatřicátníků – Náměstí Republiky byla nově jízdní doba celodenně stanovena na 2 minuty oproti původním jízdním řádům, kde byla v okrajových časech zvolena jízdní doba 1 minuta. Pouze poslední spoj v 0:03 z Bolevce má jízdní doby zkrácené na jednu minutu a v úseku Hlavní nádraží – Mikulášské náměstí na dvě minuty. Celkový počet vozidel pro tuto linku zůstává také stejný – 9 celodenních a jedno dělené pořadí, které tvoří vozy LTM 10.08 nebo VarioLF 2/2 IN, a 4 dělená pořadí pro soupravy ekvivalentu 2T. Tato pořadí nejsou garantována nízkopodlažními vozidly. Dohromady je tak ve špičce vypravěno 14 pořadí, počet řidičů, kteří jsou pro zajištění provozu na lince třeba, zůstává na počtu 26 lidí.

Vlivem snahy o co možná nejlogičtější navazování taktů mezi jednotlivými etapami provozu v průběhu dne klesl počet spojů o 2 páry ze 177 na 175. Vozy ekvivalentu 1,5T zajišťují 123 párů, vozy ekvivalentu 2T stejně jako v posuzovaném jízdním řádu, tedy 28 párů, a vozy ekvivalentu 1T 24 párů spojů.

Intervaly v novém jízdním řádu ve směru ze Slovan zůstávají prakticky shodné s původními intervaly, které jsou uvedeny v tabulce č. 4. V časech dopoledního dopravního sedla zůstávají odjezdy přesně stejné, a to z důvodu návaznosti tramvaje na příjezd trolejbusů od Černic. Ve večerním sedle (konkrétně po 21. hodině) jsou odjezdy uspišeny o jednu minutu, aby bylo zamezeno vzniku případného zpoždění na příjezdu do zastávky Pod Záhorskem, kde bylo zachováno křižování každého spoje v časech mezi 20:18 a 22:38 s linkou č. 4, a možného následného přenosu zpoždění na spoj linky č. 4. V obou přepravních sedlech je zároveň zachován proklad mezi linkou č. 1 a č. 2 ve společném úseku, a to v obou směrech. Jak je patrné z Grafu H, celková přepravní kapacita byla zachována ve stejném měřítku, jen ve večerním provozu je mírný pokles míst k sezení a větší pokles míst ke stání, což je dáno nasazením méně kapacitnějších vozidel ekvivalentu 1T dle navrhovaného systému výměn vozů.

Jízdní řád ve směru z Bolevce doznal větších změn – první ranní spoj je uspišen o jednu minutu, aby bylo zamezeno přenosu zpoždění při křižování s linkou č. 2 od Skvrňan v zastávce Hlavní nádraží. Další dva spoje jsou vedeny v desetiminutových odstupech, provoz po pěti minutách začíná v 5:15, ukončen je již v 7:50, tedy o zhruba 25 minut dříve než v posuzovaném jízdním řádu. Tento stav je kompromisem vzhledem k malé kapacitě smyčky Slovan, kde by při kratším intervalu docházelo k ucpání, neboť v odstavné koleji může stát pouze jeden vůz a další až ve výstupní zastávce, kde ale blokuje zatahující spoje do vozovny.

Pokles přepravní kapacity, který je vyvolaný právě tímto kompromisem mezi 8:00 a 8:29 je dobře patrný v Příloze I. Spojě mezi 7:05 – 7:15 se zkráceným intervalem na 3 až 4 minuty byly zachovány. Zcela vypuštěn byl půlhodinový provoz po šesti minutách v brzkém odpolední – ze 7,5 minut se tak nově zkracuje interval na 5 minut ve 13:41. Přechody v dalších částech provozu pak téměř kopírují původní stav, neboť je autor hodnotí jako vyhovující. Večer je zachováno také pravidelné křižování s linkou č. 4 v zastávce Sady Pětatřicátníků. Z výše odkazovaného grafu je zřejmé, že přepravní kapacita byla po celý den (s výjimkou již zmiňovaného poklesu po 8. hodině) zachována, v některých pásmech naopak mírně rozšířena. Večerní pokles nabízených míst je opět důsledkem nasazení méně kapacitnějších vozidel. V grafu lze zjistit, že tento pokles zcela určitě nebude znamenat zhoršení přepravní kultury, neboť počet míst k sezení stále významně převyšuje poptávku po přepravě.

3.2.2 Linka 2

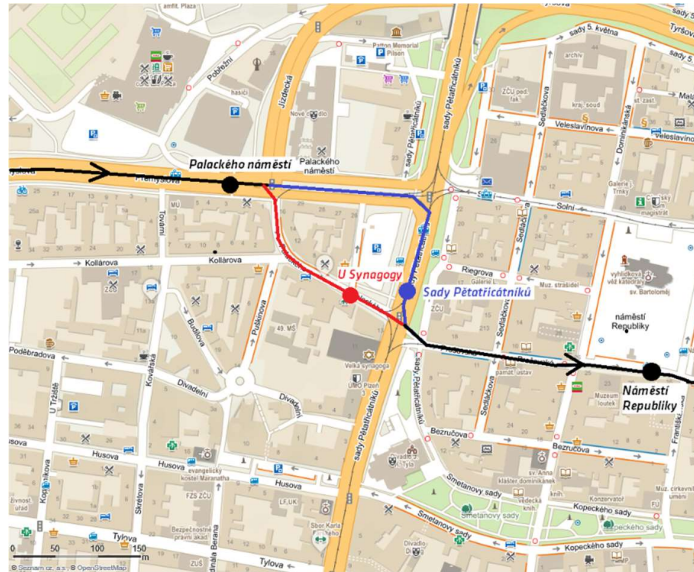
I v případě linky č. 2 nedochází k zásadním změnám v intervalech jednotlivých částí provozu. Na základě subjektivních zkušeností autora došlo k úpravám jízdních dob, nově je zvýšena celodenně jízdní doba v úseku U Duhy – Mikulášské náměstí na dvě minuty z původní jedné. Následují pak drobná zvýšení jízdních dob ve večerním provozu v koncových úsecích před oběma konečnými stanicemi na 2 minuty (Brojova – Světovar a Terezie Brzkové – Skvrňany). Úpravy v úsecích Sady Pětatřicátníků – Náměstí Republiky a Hlavní nádraží – Mikulášské náměstí jsou shodné s úpravou na lince č. 1 a jsou popsány v předchozím pododdílu. Počet vypravovaných vozidel se zvyšuje o jedno dělené pořadí na 10 celodenních a 5 dělených, ale to pouze z pohledu posuzovaného jízdního řádu z 18. 10. 2018. V lednu 2019, nezávisle na psaní této práce, došlo k přidání zmíněného pátého děleného pořadí na základě požadavku tramvajového střediska, neboť vyrovnávací pauza 4 minuty na konečné Světovar byla v době špičky nedostačující. Celkem je tak v návrhovém jízdním řádu vypraveno 15 pořadí, pro zajištění provozu je třeba 27 řidičů, tedy o jednoho více než v jízdních řádech od 18. 10. 2018, ale stejně jako v jízdních řádech platných od ledna 2019.

V pracovním dni je nově vedeno na lince 171 párů spojů, tedy o tři více než v původním jízdním řádu. V ekvivalentu 2T je zajištěno 144 párů, zbylých 27 párů spojů nově zajišťují vozidla ekvivalentu 1,5T. Intervaly ze Světovaru se až do cca 15:45 shodují s původním stavem. Jsou zachovány proklady, které byly již zmíněny v předchozím pododdíle. V původním jízdním řádu byl provoz z pětiminutového na šestiminutový interval převeden již v 15:45, na základě hodnot z grafu Přílohy D ale autor provedl protažení pětiminutového intervalu o 45 minut až do 16:30. Naproti tomu je přechod z šestiminutového intervalu na 7,5 minuty uspišen

o 40 minut, a to již v 17:36. Z grafu je také patrný mírný pokles míst k sezení v průběhu dne, což je dáno výraznou nehomogeností vozového parku ve vztahu k počtu míst k sezení v jednotlivých typech vozidel. Výrazně vyšší poptávka v pásmu 18:30 je zřejmě způsobena návozem fanoušků na fotbalové utkání v den konání průzkumu, proto autor hodnotí (spolu s chybějící hodnotou v pásmu 17:30 kvůli zastavení provozu při průchodu fanoušků hostů a na základě svých zkušeností s provozem) hodnoty v tomto období za nevypovídající. Večerní pokles míst k sezení a výraznější pokles míst ke stání je způsoben, podobně jako na lince č. 1, nasazením méně kapacitnějších vozidel.

Ze Skvrňan je jízdní řád v zásadě zachován v podobných polohách jako v posuzovaném případě. Výjimky jsou dvě – v ranní špičce je chaotický interval, který osciluje mezi pěti a šesti minutami, srovnán na pět minut, mezi 7:25 a 7:45 je dokonce zkrácen na 4 minuty, neboť z grafu v Příloze E vyplynula potřeba vyšší nabídky míst k přepravě. V pásmu 7:30 je tak patrně výraznější navýšení míst ke stání. Z tohoto snížení intervalu však vyplývá i problém, který bude zmíněn v následujícím odstavci. Následný provoz je téměř shodný, drobné úpravy časových poloh jsou dány snahou o co nejjednodušší takt. V některých částech provozu oscilují hodnoty míst k sezení lehce pod původním návrhem, to je opět dáno nehomogeností vozového parku. Večerní provoz a nabídka míst je pak analogicky jako v opačném směru ovlivněna nasazením vozidel ekvivalentu 1,5T místo 2T.

Vzhledem ke zkrácení intervalů na všech linkách ze směrů Bolevec, Skvrňany a Košutka v době ranní špičky a vzhledem k nasazení souprav tří vozidel na linku č. 4 dochází k výraznému zatížení centrální zastávky Sady Pětatřicátníků. Mezi 7:00 a 8:00 by do zastávky ze zmíněných směrů k jednomu nástupišti mělo přijet 42 spojů, tedy každých 85 vteřin další spoj. Již nyní se k nástupišti vejdou tak, aby mohly odbavovat, pouze dvě soupravy dvou vozů, třetí souprava nesmí odbavovat, neboť zadní vůz přesahuje nástupiště zastávky. Proto autor, při přijetí koncepce souprav tří vozidel na lince č. 4, důrazně doporučuje zvážit paralelní vedení linky č. 2. Ze zastávky „Palackého náměstí“ nebude pokračovat na náměstí Republiky přes centrální zastávku, ale přes momentálně nepoužívanou trať v Palackého ulici s odbavováním v zastávce „U Synagogy“.



Zdroj: autor na podkladě [17]

Obrázek 8 – Znáornění možného alternativního vedení linky č. 2 centrem města

Černou barvou je zvýrazněna trasa, která by se nezměnila, modře je vyznačena trasa nynější a červeně je vyznačena návrhová trasa. Výhodou takového vedení je odlehčení centrální zastávce a zvýšení pravidelnosti provozu – průjezd přes centrální zastávku na základě subjektivních zkušeností autora především ve špičkách způsobuje častá zpoždění. Nevýhodou tohoto řešení je absence přímého přestupu na jednom nástupišti v centrální zastávce mezi linkami č. 2 a č. 4 a nutnost přechodu. Dle měření v [17] je vzdálenost mezi označníky zastávek po přechodech pro chodce 80 metrů.

3.2.3 Linka 4

Zcela nově byl sestaven provoz na lince č. 4. Současné jízdní doby hodnotí autor jako dobré, úprava tak proběhla jen večer, kdy byla jízdní doba mezi 21. a 23. hodinou prodloužena z jedné na dvě minuty obousměrně v úseku Chodské náměstí – Masarykovo náměstí. Cílem tohoto opatření je snížení případného zpoždění při jízdě na křižování nebo z něj. Současně byla prodloužena v okrajových částech dne jízdní doba v úseku Plzeňka – Košutka na dvě minuty. Na linku je nově vypraveno 11 pořadí souprav tří vozidel a 5 souprav dvou vozidel, takže celková potřeba stoupla o 3 vozidla ekvivalentu 3T. Počet řidičů nutný pro zajištění provozu klesl nasazením kapacitnějších souprav ze současných 36 zaměstnanců na 30.

Z Košutky na Bory je v návrhovém stavu vedeno 213 spojů, oproti současném stavu, který popisuje tabulka č. 7, se jedná o pokles o 41 spojů denně. V opačném směru klesl počet spojů ze 246 na 204 denně. Intervaly mezi spoji byly stanoveny mezi zhruba 5. a 20. hodinou zcela nově na čtyři pásma a jsou uvedeny v tabulce č. 16.

Tabulka 16 – Rozvržení intervalů linky č. 4 v návrhovém stavu

Košutka – Bory				
5 minut	4:50 – 6:00	8:00 – 8:30	13:00 – 14:00	17:00 – 18:00
4 minuty	6:00 – 7:12	7:24 – 8:00	14:00 – 17:00	
3 minuty	7:12 – 7:24			
6 minut	8:30 – 13:00	18:00 – 19:54		
Bory – Košutka				
5 minut	5:05 – 6:30	8:00 – 8:30	13:30 – 14:10	17:10 – 18:00
4 minuty	6:30 – 7:18	7:36 – 8:00	14:10 – 14:18	14:36 – 17:10
3 minuty	7:18 – 7:36	14:18 – 14:36		
6 minut	8:30 – 13:30	18:00 – 20:06		

Zdroj: autor

Z výše uvedeného vyplývá, že autor zvolil ve špičce základní interval 4 minuty, v nejexponovanějších časech zkrácený na 3 minuty. Oproti současnému zkrácenému intervalu, který je praktikován pouze v ranní špičce ve směru na Bory, byl přidán i ranní zkrácený interval v opačném směru (ten však pouze z důvodu vyvážení počtu vozidel ve smyčkách tak, aby nedošlo k přeplnění smyčky Bory) a především potřebný odpolední zkrácený interval z Bor okolo půl třetí, který se z Přílohy G jevil jako velice potřebný, neboť dochází k odvozu školáků z početných školských zařízení na borské větví. Mimo interval jsou z důvodu vyrovnání přestávek na konečných vedení spoje z Bor mezi 15:00 a 15:10. Mimo špičku byl zvolen základní interval 6 minut. Večerní provoz po 20. hodině zůstává téměř shodný se současným, aby bylo možno vykonávat křižování s linkou č. 1 při desetiminutovém intervalu, a především večerní křižování všech linek v centrálním uzlu.

Při porovnání nabídky míst k přepravě v grafech Přílohy L a Přílohy M je vidět výrazný nárůst. Z Košutky se jedná ve špičce o 150 až 200 „nových“ míst k sezení a až 200 míst ke stání (zde ale hodnota výrazně kolísá) v každém půlhodinovém pásmu, v dopoledním přepravním sedle jde o nárůst zhruba 150 míst k sezení a 300 míst ke stání. Z Bor jde v dopoledním přepravním sedle o stejné hodnoty, ve špičce je patrný nárůst o 150 až 200 míst k sezení. Počet míst ke stání zůstává stejný nebo roste až o 100 míst. Za zmínku ale stojí výsledek odpoledního zkráceného intervalu na lince č. 4 z Bor, který má za následek v pásmu 14:30 – 14:59 nárůst míst k sezení o zhruba 250 a míst ke stání o 550. Tento nárůst hodnotí autor jako velice důležitý, neboť těmito spoji cestují především školáci, kteří si na městskou hromadnou dopravu vytvářejí názor a je důležité na ně cílit jako na potencionální budoucí

celoživotní zákazníci. Městská doprava by si neměla vytvářet kvůli překračování přepravní kapacity a potlačování přepravního komfortu nálepkou nekomfortní nutnosti k přepravě do školy, ale služby, kterou v budoucím životě upřednostní před přepravou automobilem.

Večerní provoz v obou směrech zůstal beze změn, takže i počet míst k sezení a stání odpovídá současným hodnotám a dostačuje. V souladu s návrhem autora na úpravu výjezdů a zátahů souprav ekvivalentu 3T, který je uveden na straně 46, jsou nově jízdy vedeny v úseku Slovany – Náměstí Republiky a zpět bez cestujících. Pro cestující ve zmíněném úseku se sice jedná do jisté míry o zhoršení oproti současnému stavu, je však nutné podotknout, že se jedná o spoje „navíc“, které nejsou ani uvedeny v jízdních řádech na zastávkách a cestující je tak využijí pouze, když tyto spoje náhodou přijedou a cestující má cíl cesty po trase spoje.

Efekt, který byl dosažen nasazením trojic, je limitován možnostmi současného vozového parku. Jak je zmíněno v pododdílu 3.1.2, mohl by být efekt ještě výraznější, pokud by byla nasazena zcela nová (a paradoxně kratší) vozidla. V takovém případě by dokonce nemusely být upravovány zastávky po Klatovské třídě a investice do traťového zařízení by byla výrazně nižší.

3.3 Porovnání ukazatelů s návrhovým stavem

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, je návrhový stav porovnáván se stavem modelového měsíce, kterým byl listopad 2018. Počet vozidel, která je denně nutno vypravit, se v návrhu zvyšuje o 5 v ekvivalentu 1T. Oproti současnému stavu (únor 2019) se však počet vypravovaných vozidel navyšuje už jen o 3 vozy ekvivalentu 1T – vysvětlení je uvedeno v pododdílu 3.2.2 – dohromady je denně vypraveno 96 vozidel ekvivalentu 1T. Personální zajištění provozu, tedy počet řidičů tramvají, kteří jsou k zajištění návrhového provozu třeba, klesl o pět lidí vůči stavu z října 2018, respektive o šest vůči stavu od ledna 2019.

Tabulka 17 – Porovnání ujetých vozokilometrů a potřebných financí mezi původním a návrhovým stavem

Linka	PŮVODNÍ STAV		NÁVRHOVÝ STAV	
	Ujeté vozokilometry	Cena	Ujeté vozokilometry	Cena
Linka č. 1	120 436,4	9 916 733 Kč	115 237,8	9 488 680 Kč
Linka č. 2	147 664,0	12 158 654 Kč	145 010,8	11 940 189 Kč
Linka č. 4	206 794,4	17 027 451 Kč	223 600,2	18 411 240 Kč
Σ	474 894,8	39 102 838 Kč	483 848,8	39 840 109 Kč

Zdroj: autor na podkladě [15, s. 8] a vlastních výpočtů

Z tabulky č. 17 je patrné, že úsporným opatřením ve večerním sedlovém provozu na linkách č. 1 a č. 2 se podařilo ve vzorovém měsíci ušetřit téměř 650 tisíc korun. Naproti tomu navýšený provoz na lince č. 4 si ve vzorovém měsíci vyžádá téměř 1,4 milionu korun navíc. Dohromady jsou tak náklady při aplikování obou řešení naráz měsíčně 737 271 korun. Na místě je však podotknout, že náklady ještě klesnou sníženou potřebou řidičů na lince č. 4. Přesnou částku však nelze v této práci stanovit, neboť mzdové poměry ve firmě není možno zveřejnit.

Na druhou stranu byly nedostatky v provozním konceptu řešeny tak, že pro řidiče tramvají je nový systém komplikovanější než ten stávající – výměny vozidel, provoz souprav tří vozů nebo vznik složených služeb a dělené služby na lince č. 4, kde ranní a odpolední část každá probíhá na jiném vozidle. Jedná se o daň za systém, který je plně přizpůsoben cestujícím a v souladu s přepravní poptávkou zachycenou v grafech přepravních průzkumů.

ZÁVĚR

Autor práce si nekladal za cíl vytvořit revoluci v plzeňském provozu tramvají, ale najít dílčí nedostatky v současném provozním konceptu a vytvořit možná řešení těchto nedostatků při zachování současného linkového vedení a při limitování možnostmi současného vozového parku. Základním zdrojem, který posloužil pro stanovení problémů, byly přepravní průzkumy, ze kterých vyplynulo, že večerní provoz na linkách č. 1 a č. 2 je veden zbytečně kapacitními vozidly – pro objednavatele z toho plynou zbytečně vyšší náklady – a že na lince č. 4 dochází k překračování přepravní poptávky nad nabídkou míst k sezení, a tím pádem ke snížení přepravního komfortu, který znamená pro tramvaje (a celou MHD) negativní obraz.

Oba zmíněné nedostatky se podařilo vyřešit – večerní provoz na linkách č. 1 a č. 2 je zajišťován méně kapacitnějšími vozidly systémem výměn, provoz na lince č. 4 byl navýšen nasazením souprav tří vozidel na 11 z celkových 16 pořadí. Zatímco první opatření generuje úsporu, druhé generuje náklady. Je však nutné si uvědomit, že tyto náklady jsou k celkovým nákladům na provoz MHD relativně malé a povedou ke zlepšení obrazu tramvajové dopravy, což by mohlo nejen motivovat některé obyvatele k využití MHD místo automobilu, a tím pádem by došlo i ke zlepšení životního prostředí, ale také ke zlepšení obrazu politiků, kteří o výši kompenzací pro dopravní podnik rozhodují a kteří si na tomto opatření mohou připsat kladné body u voličů. V návrhovém jízdním řádu, který reflektuje úpravy provozu, se podařilo zachovat všechny návaznosti provozu – ranní a večerní přestupy mezi jednotlivými spoji i noční křižování v centrálním uzlu. Součástí návrhu je také soubor pomůcek v plzeňském formátu, kterými jsou zastávkové a vozové jízdní řády, nástupy směn, střídání svačín a seznam spojů. Ty umožňují implikovat jízdní řád v praxi de facto okamžitě.

Nově navržená opatření znamenají efektivnější využití vozového parku ve prospěch cestujících a zvýšení přepravní nabídky na lince č. 4, které by mohlo prospět k atraktivitě tramvajové dopravy.

POUŽITÁ LITERATURA

1. Výroční zpráva 2017. In: *Výroční zpráva :: Povinně zveřejňované údaje :: O nás - Plzeňské městské dopravní podniky, a. s.* [online]. [cit. 2018-10-03]. Dostupné z: http://www.pmdp.cz/WD_FileDownload.ashx?wd_systemtypeid=34&wd_pk=WzI1MzAsWzQ0XV0%3d
2. DRDLA, Pavel. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2014. ISBN 978-80-7395-787-2.
3. LOSOS, Ludvík. *Městská doprava v Plzni: 105 let MHD v Plzni v dokumentech a obrazech*. Plzeň: Plzeňské městské dopravní podniky, 2004. ISBN 80-7270-021-9.
4. Výročí plzeňské MHD v roce 2015. *Trolejbusy Plzeň - trolejbusy.plzenskamhd.net* [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: <http://trolejbusy.plzenskamhd.net/?page=vyroci2015.html>
5. Historie tramvajové dopravy v Plzni. *Plzeňské tramvaje* [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: <http://plzensketramvaje.cz/?page=historie.htm>
6. Výročí plzeňské MHD v roce 2018. *Trolejbusy Plzeň - trolejbusy.plzenskamhd.net* [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: <http://trolejbusy.plzenskamhd.net/?page=vyroci2018.html>
7. Základní charakteristiky veřejné dopravy. In: *Správa veřejného statku města Plzně* [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: www.svsmp.cz/download.aspx?dontparse=true&FileID=2470
8. Trať na Borská pole má zelenou, zastupitelé kývli na smlouvu s hotovitelem. *Oficiální informační server města Plzně* [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: <https://www.plzen.eu/obcan/aktuality/aktuality-z-mesta/trat-na-borska-pole-ma-zelenou-zastupitele-kyvli-na-smlouvu-se-zhotovitelem.aspx>
9. *Interaktivní plán dopravy města Plzně* [online]. [cit. 2018-10-08]. Dostupné z: <https://gis.plzen.eu/IPD/>
10. Schéma městské veřejné dopravy v Plzni. In: *Plzeňské městské dopravní podniky, a. s.* [online]. [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.pmdp.cz/project/44/images/1889.png>
11. Vozový park :: O nás - Plzeňské městské dopravní podniky, a. s. *PMDP - Plzeňské městské dopravní podniky, a. s.* [online]. [cit. 2018-11-17]. Dostupné z: <http://www.pmdp.cz/o-nas/vozovy-park/>
12. *Vozové jízdní řády tramvají v Plzni – Interní materiál Plzeňských městských dopravních podniků, a. s.* Plzeň, 2018.

13. Zastávkové JŘ – Jízdní řády PMDP. *Jízdní řády PMDP* [online]. [cit. 2018-11-17].
Dostupné z: <http://jizdnirady.pmdp.cz/LinesList.aspx>
14. Panel odjezdů – Jízdní řády PMDP. *Jízdní řády PMDP* [online]. [cit. 2019-02-05].
Dostupné z: <http://jizdnirady.pmdp.cz/StationMarker.aspx>
15. Dodatek č. 12 ke Smlouvě o závazku veřejné služby a úhradě prokazatelné ztráty z provozu městské hromadné dopravy osob v Plzni. In: *Usnesení orgánů města Plzně* [online]. Plzeň, 2018 [cit. 2019-02-06]. Dostupné z:
https://usneseni.plzen.eu/bin_Soubor.php?t=r&id=5365
16. Plzeň – schéma sítě tramvají. *Doprava.unas.cz* [online]. [cit. 2019-03-26]. Dostupné z:
http://doprava.unas.cz/schemata/kolejova/cz/plzen_ed.pdf
17. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <http://mapy.cz>
18. Rekonstrukce a výluky na tramvajových a trolejbusových tratích v Plzni v roce 2018 | Správa veřejného statku města Plzně. *SVSMP | Správa veřejného statku města Plzně* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <http://www.svsmp.cz/verejna-doprava/rekonstrukce-a-vyluky-na-tramvajovych-a-trolejbusovych-tratich-v-plzni-v-roce-2018.aspx>
19. Katalog tramvají. *Škoda Transportation a.s.* [online]. [cit. 2019-02-05]. Dostupné z:
<https://www.skoda.cz/data/catalog/6/41/4132.pdf>
20. ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 589/2006, kterým se stanoví odchylná úprava pracovní doby a doby odpočinku zaměstnanců v dopravě. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2006, ročník 2006, Částka 188.
21. *Přepravní průzkumy – Interní materiály Plzeňských městských dopravních podniků, a. s.* Plzeň, 2015

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Výpočty vozokilometrů	59
Příloha B – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce Náměstí Republiky směr Bolevec.....	62
Příloha C – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce U Gery směr Slovany	63
Příloha D – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Mikulášské náměstí směr Skvrňany	64
Příloha E – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Palackého náměstí směr Světovar	65
Příloha F – Přepravní průzkum linky č. 4 v zastávce Sady Pětatřicátníků směr Bory.....	66
Příloha G – Přepravní průzkum linky č. 4 v zastávce Masarykovo náměstí směr Košutka.....	67
Příloha H – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce Náměstí Republiky směr Bolevec s navrženým jízdním řádem.....	68
Příloha I – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce U Gery směr Slovany s navrženým jízdním řádem	69
Příloha J – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Mikulášské náměstí směr Skvrňany s navrženým jízdním řádem.....	70
Příloha K – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Palackého náměstí směr Světovar s navrženým jízdním řádem.....	71
Příloha L – Přepravní průzkum linky č. 4 v zastávce Sady Pětatřicátníků směr Bory s navrženým jízdním řádem.....	72
Příloha M – Přepravní průzkum linky č. 4 v zastávce Masarykovo náměstí směr Košutka s navrženým jízdním řádem.....	73
Příloha N – Nástupy směn – součástí CD	
Příloha O – Střídání svačin – součástí CD	
Příloha P – Vozové jízdní řády linky č. 1 – součástí CD	
Příloha Q – Vozové jízdní řády linky č. 2 – součástí CD	
Příloha R – Vozové jízdní řády linky č. 4 – součástí CD	
Příloha S – Přehled spojů – součástí CD	
Příloha T – Zastávkové jízdní řády – součástí CD	

Příloha A – Výpočty vozokilometrů

Linka č. 2

Pro výpočet je užito vzorce (1), (4) a níže uvedený vzorec (5).

$$Vk_{pr} = e \cdot (s_{tam} \cdot n_{st} + s_{zpět} \cdot n_{sz} + s_{výjezd} \cdot n_{cp} + s_{výjezd} \cdot n_{dp} \cdot 2 + s_{zátah} \cdot n_{cp} + s_{zátah} \cdot n_{dp} \cdot 2) \text{ [vozokm]} \quad (5)$$

Kde:	Vk_{pr}	počet vozokilometrů vozidel jednoho ekvivalentu [vozokm]
	e	délkový ekvivalent vozu T3 [T3]
	s_{tam}	délka trasy ve směru TAM [km]
	n_{st}	počet spojů ve směru TAM [spojů]
	$s_{zpět}$	délka trasy ve směru ZPĚT [km]
	n_{sz}	počet spojů ve směru ZPĚT [spojů]
	$s_{výjezd}$	délka trasy výjezdu z vozovny [km]
	n_{cp}	počet celodenních pořadí [pořadí]
	n_{dp}	počet dělených pořadí [pořadí]
	$s_{zátah}$	délka trasy zátahu [km]

Do vzorce (5) byly vloženy následující údaje:

$e = 2$ T3	$s_{výjezd} = 0,8$ km [14]
$s_{tam} = 8,6$ km [14]	$n_{cp} = 10$ pořadí [12]
$n_{st} = 168$ spojů [13]	$n_{dp} = 4$ pořadí [12]
$s_{zpět} = 8,6$ km [14]	$s_{zátah} = 0,8$ km [14]
$n_{sz} = 168$ spojů [13]	

$$Vk_{pr} = 2 \cdot (8,6 \cdot 168 + 8,6 \cdot 168 + 0,8 \cdot 10 + 0,8 \cdot 4 \cdot 2 + 0,8 \cdot 10 + 0,8 \cdot 4 \cdot 2)$$

$$Vk_{pr} = 5 \, 836,8 \text{ vozokm}$$

Pro víkendy autor využil vzorec (4), kam dosadíme:

$e = 1$ T3	$n_{sz} = 139$ spojů [13]
$s_{tam} = 8,6$ km [14]	$s_{výjezd} = 0,8$ km [14]
$n_{st} = 139$ spojů [13]	$n_{cp} = 10$ pořadí [12]
$s_{zpět} = 8,6$ km [14]	$s_{zátah} = 0,8$ km [14]
$Vk_{vs} = 1 \cdot (8,6 \cdot 139 + 8,6 \cdot 139 + 0,8 \cdot 10 + 0,8 \cdot 10)$	

$$Vk_{vs} = 2 \, 406,8 \text{ vozokm}$$

Pomocí vzorce (1) je určena celkově ujetá suma vozokilometrů na lince za měsíc:

$$Vk = 5836,8 \cdot 22 + 2406,8 \cdot 8$$

$$Vk = 147 \, 664 \text{ vozokm}$$

Linka č. 4

Vozokilometrické proběhy na lince č. 4 rozdělíme na dvě části – pro samostatný provoz na lince č. 4 a pro výjezdy a zátahy. Zatímco výjezdy z vozovny na Slovanech na Bory nebo Košutku jsou značeny jako linka č. 4, při zátahu jsou spoje značeny inverzně jako linka č. 4X.

a) provoz na lince č. 4

Pro výpočet je využit vzorec (6), který je téměř shodný s vzorcem (5), na rozdíl od něj však neobsahuje vzdálenosti výjezdů a zátahů:

$$Vk_{pr4} = e \cdot (s_{tam} \cdot n_{st} + s_{zpět} \cdot n_{sz}) \text{ [vozokm]} \quad (6)$$

Do vzorce (6) vložíme potřebné údaje:

$$\begin{aligned} e &= 2 \text{ T3} & s_{zpět} &= 7,1 \text{ km [14]} \\ s_{tam} &= 7 \text{ km [14]} & n_{sz} &= 246 \text{ spojů [13]} \\ n_{st} &= 254 \text{ spojů [13]} \end{aligned}$$

$$Vk_{pr4} = 2 \cdot (7 \cdot 254 + 7,1 \cdot 246)$$

$$\mathbf{Vk_{pr4} = 7\,049,2 \text{ vozokm}}$$

Podobně pro víkendy autor využil modifikovaný vzorec (7), který vychází ze vzorce (4), avšak neobsahuje jízdy na/z linky:

$$Vk_{vs4} = e \cdot (s_{tam} \cdot n_{st} + s_{zpět} \cdot n_{sz}) \text{ [vozokm]} \quad (7)$$

Pomocí vzorce (7), kam dosadíme následující hodnoty, vypočítáme celkově ujeté vozokilometry na lince č. 4 o víkendech a státních svátcích:

$$Vk_{vs4} = 2 \cdot (7 \cdot 138 + 7,1 \cdot 137)$$

$$\mathbf{Vk_{vs4} = 3\,877,4 \text{ vozokm}}$$

b) výjezdy na linku a zátahy z linky

Pro výpočet celkově ujetých vozokilometrů za pracovní den je užito vzorce (8):

$$Vk_{4X} = e \cdot (s_{SB} \cdot n_{VB} + s_{SK} \cdot n_{VK} + s_{BS} \cdot n_{ZB} + s_{KS} \cdot n_{ZK}) \text{ [vozokm]} \quad (8)$$

Kde:	Vk_{4X}	suma vozokilometrů ujetých při výjezdu a zátahu [vozokm]
	e	délkový ekvivalent vozu T3 [T3]
	s_{SB}	délka trasy Slovany – Bory [km]
	n_{VB}	počet vyjíždějících spojů v trase Slovany – Bory [spojů]
	s_{SK}	délka trasy Slovany – Košutka [km]
	n_{VK}	počet vyjíždějících spojů v trase Slovany – Košutka [spojů]
	s_{BS}	délka trasy Bory – Slovany [km]
	n_{ZB}	počet zatahujících spojů v trase Bory – Slovany [spojů]
	s_{KS}	délka trasy Košutka – Slovany [km]
	n_{ZK}	počet zatahujících spojů v trase Košutka – Slovany [spojů]

Na základě tabulek č. 7 a č. 12 a vzdálenostních údajů je dosazeno do vzorce:

$$\begin{aligned} e &= 2 \text{ T3} & s_{BS} &= 6,4 \text{ km [14]} \\ s_{SB} &= 6,6 \text{ km [14]} & n_{ZB} &= 12 \text{ spojů [12]} \\ n_{VB} &= 4 \text{ spoje [12]} & s_{KS} &= 8,5 \text{ km [14]} \\ s_{SK} &= 8,3 \text{ km [14]} & n_{ZK} &= 15 \text{ spojů [12]} \\ n_{VK} &= 23 \text{ spojů [12]} \end{aligned}$$

$$Vk_{4X} = 2 \cdot (6,6 \cdot 4 + 8,3 \cdot 23 + 6,4 \cdot 12 + 8,5 \cdot 15)$$

$$\mathbf{Vk_{pr4X} = 843,2 \text{ vozokm}}$$

Stejný vzorec je použit i pro výpočet vozokilometrů pro víkendy a státní svátky:

$$\begin{aligned} e &= 2 \text{ T3} & n_{VB} &= 4 \text{ spoje [12]} \\ s_{SB} &= 6,6 \text{ km [14]} & s_{SK} &= 8,3 \text{ km [14]} \end{aligned}$$

$$n_{VK} = 5 \text{ spojů [12]}$$

$$s_{BS} = 6,4 \text{ km [14]}$$

$$n_{ZB} = 5 \text{ spojů [12]}$$

$$s_{KS} = 8,5 \text{ km [14]}$$

$$n_{ZK} = 4 \text{ spojů [12]}$$

$$Vk_{4X} = 2 \cdot (6,6 \cdot 4 + 8,3 \cdot 5 + 6,4 \cdot 5 + 8,5 \cdot 4)$$

$$\mathbf{Vk_{vs4X} = 267,8 \text{ vozokm}}$$

Celkový počet vozokilometrů, které ujedou vozidla linky č. 4 – tedy včetně výjezdu a zátahu – je získán součtem ze vzorců (9) a (10):

$$Vk_{pr} = Vk_{pr4} + Vk_{pr4X} \text{ [vozokm]} \quad (9)$$

$$Vk_{pr} = 7049,2 + 843,2$$

$$\mathbf{Vk_{pr} = 7892,4 \text{ vozokm}}$$

$$Vk_{vs} = Vk_{vs4} + Vk_{vs4X} \text{ [vozokm]} \quad (10)$$

$$Vk_{vs} = 3877,4 + 267,8$$

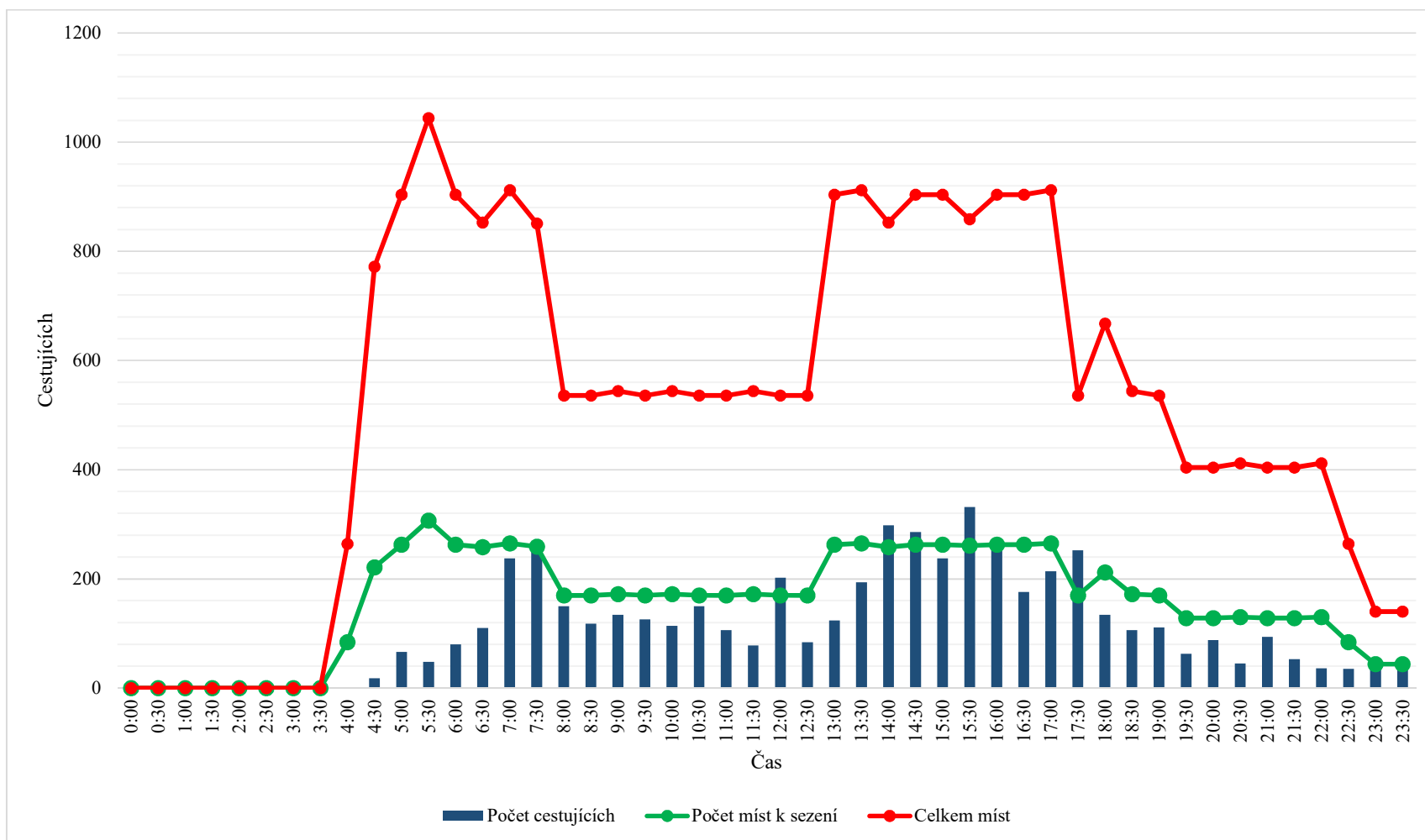
$$\mathbf{Vk_{vs} = 4145,2 \text{ vozokm}}$$

Do vzorce (1) autor dosadil zjištěné hodnoty a získal celkový počet vozokilometrů na lince číslo 4 za měsíc listopad 2018:

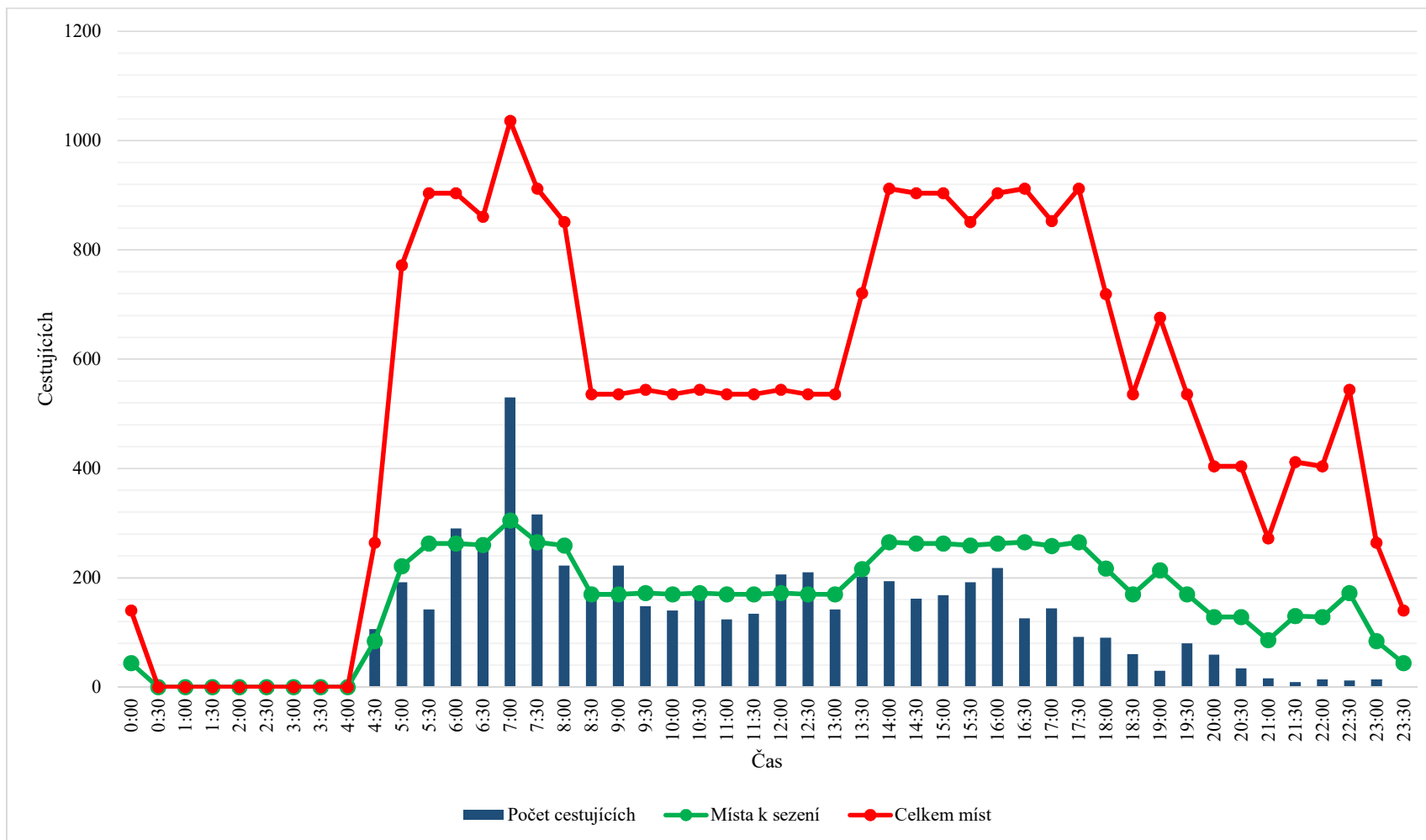
$$Vk = 7892,4 \cdot 22 + 4145,2 \cdot 8$$

$$\mathbf{Vk = 206\,794,4 \text{ vozokm}}$$

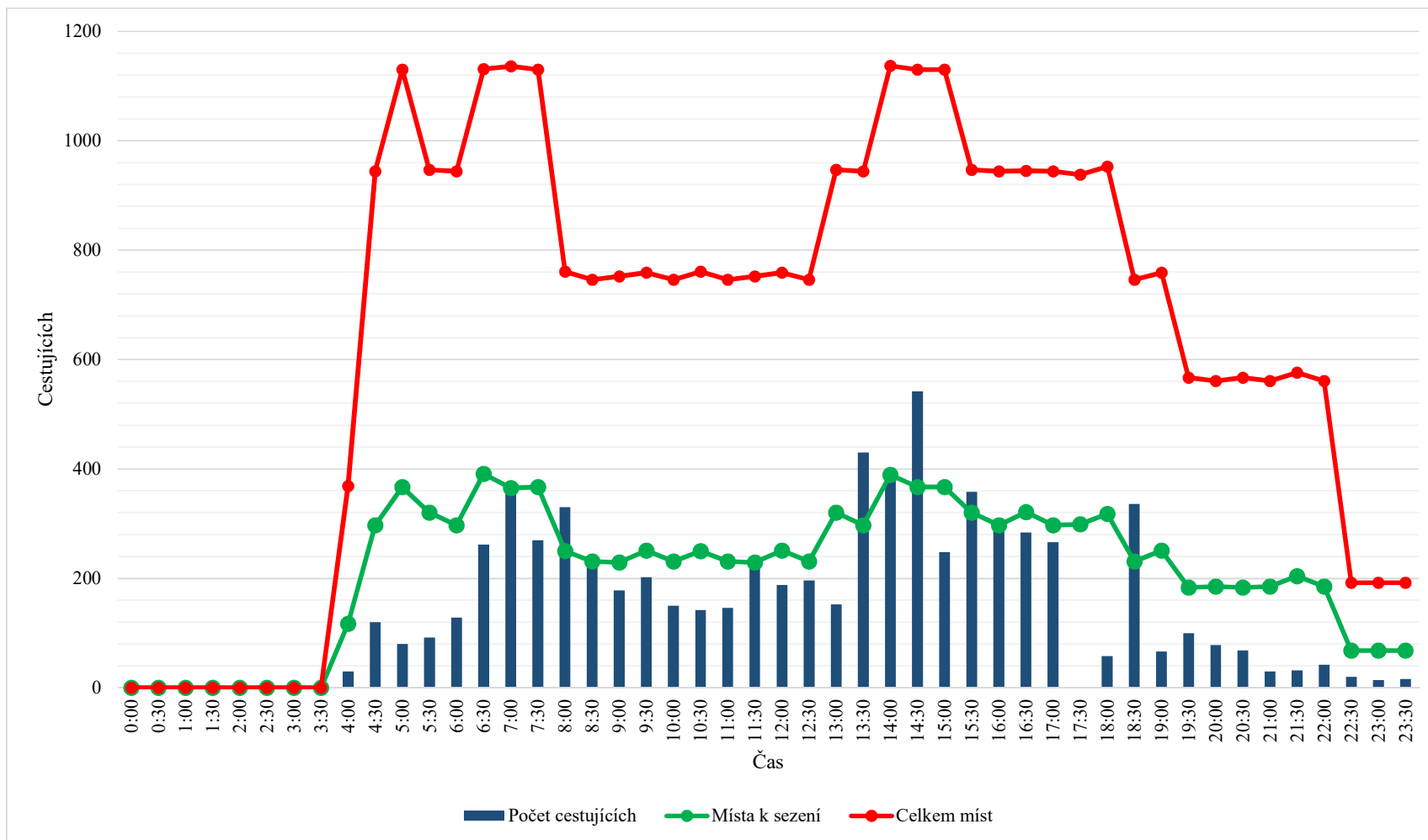
Příloha B – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce Náměstí Republiky směr Bolevec, zdroj: [21]



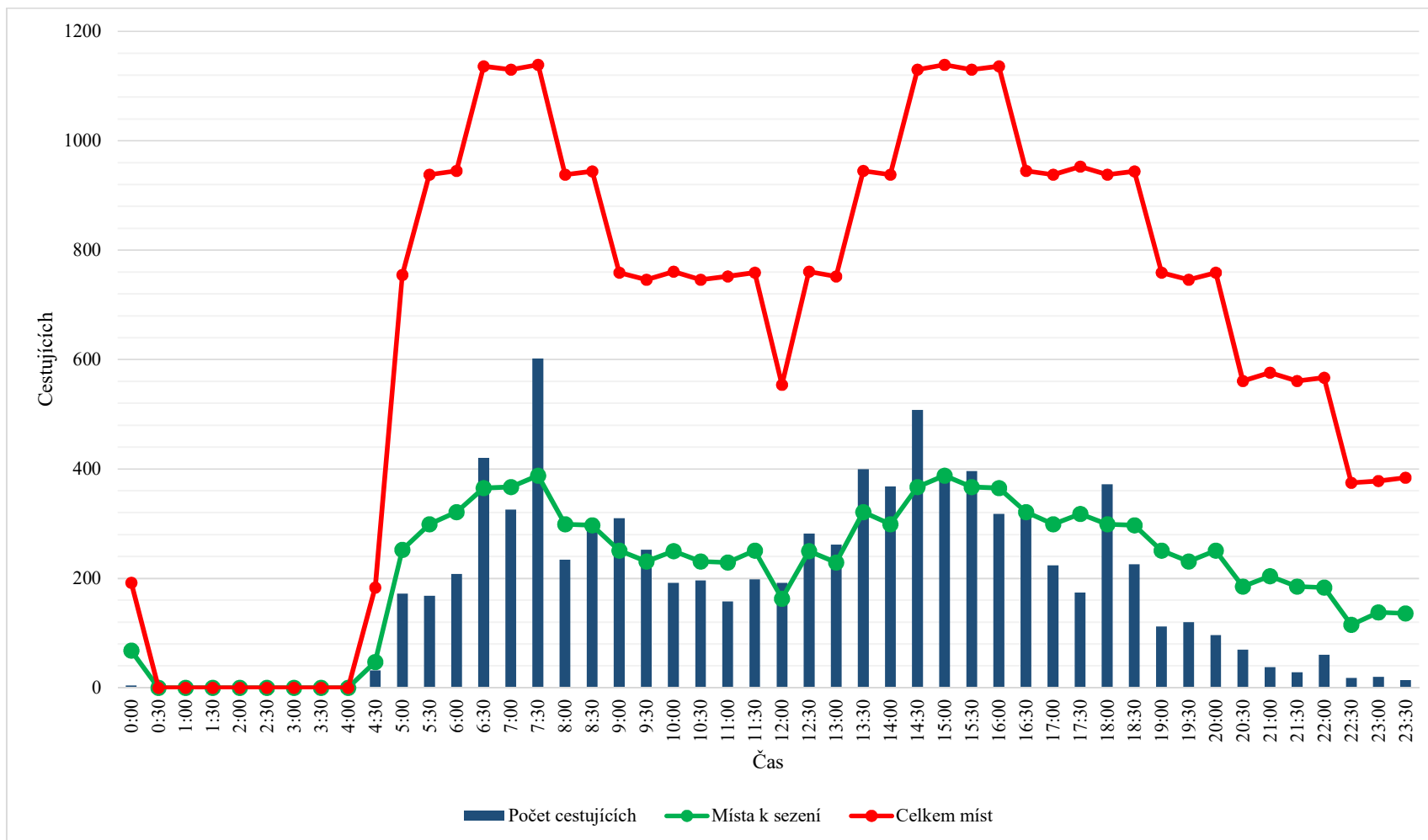
Příloha C – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce U Gery směr Slovany, zdroj: [21]



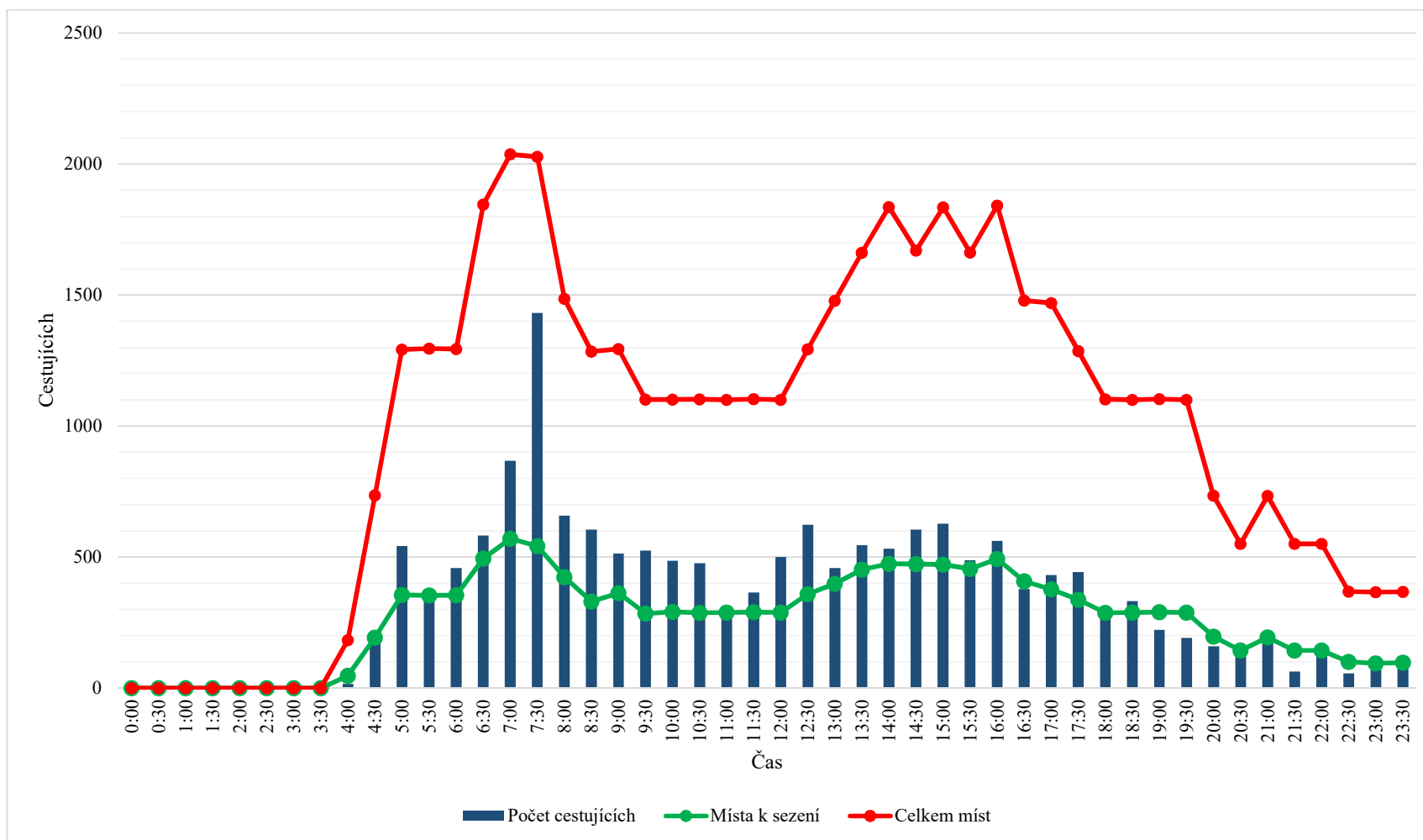
Příloha D – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Mikulášské náměstí směr Skvrňany, zdroj: [21]



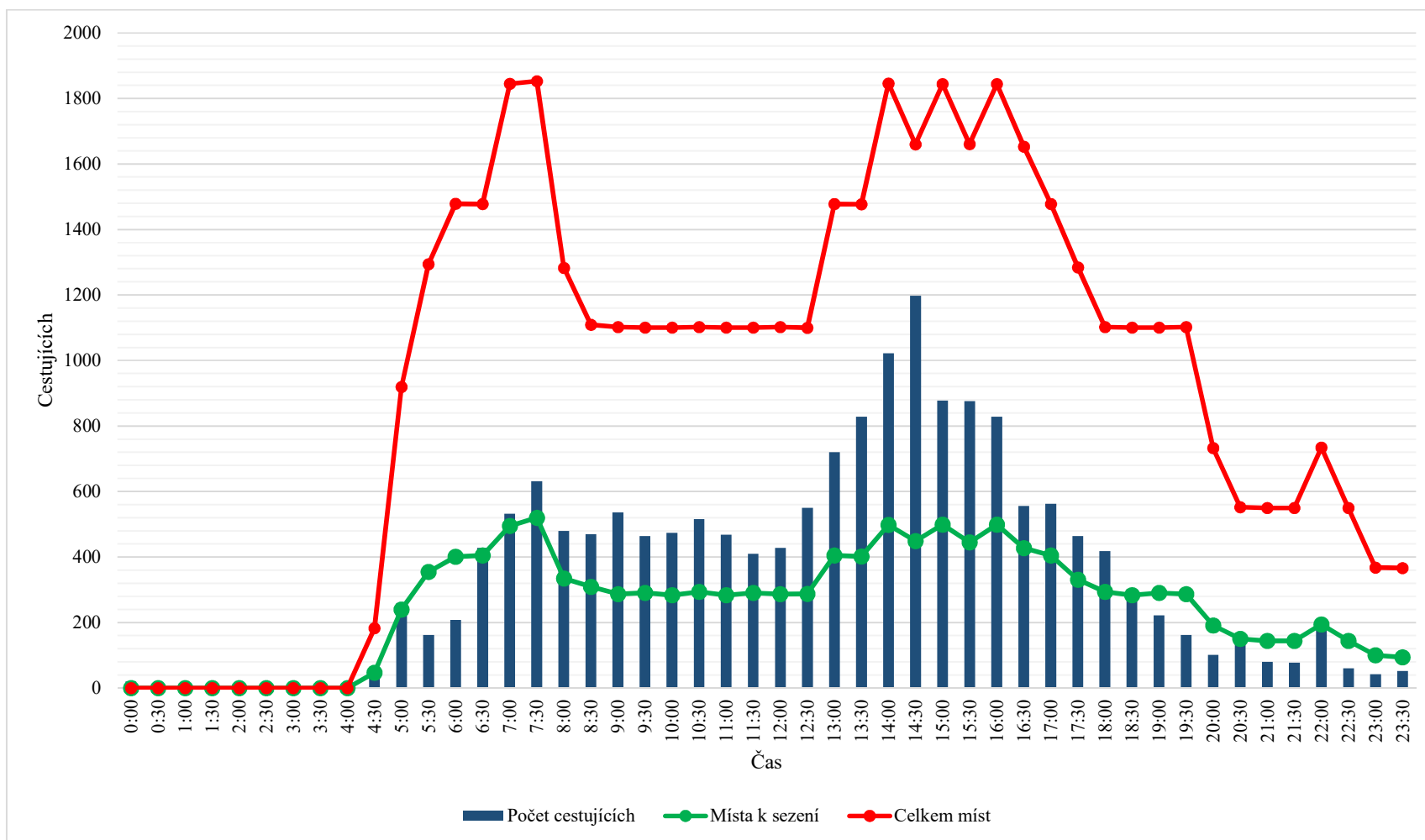
Příloha E – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Palackého náměstí směr Světovar, zdroj: [21]



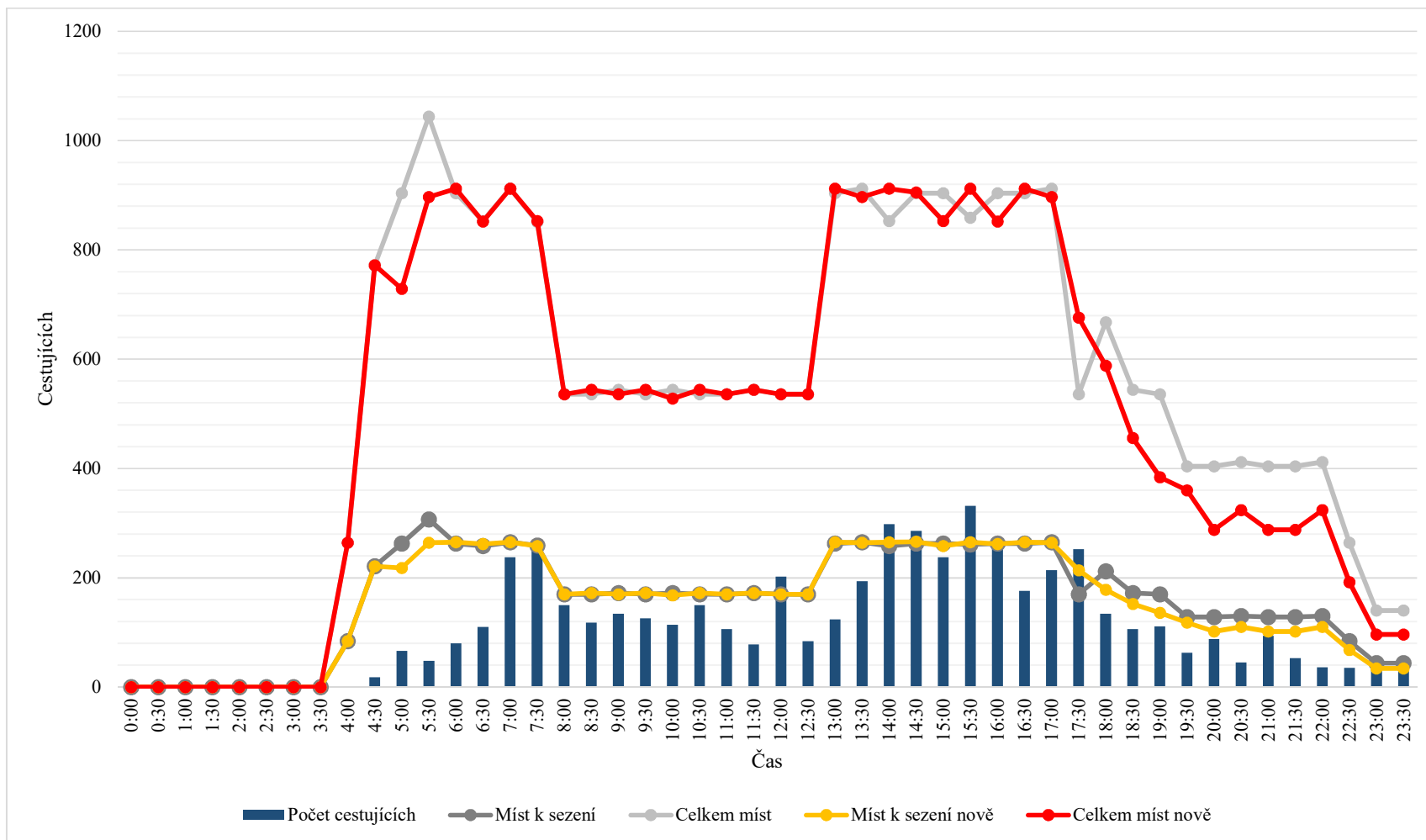
Příloha F – Převravní průzkum linky č. 4 v zastávce Sady Pětatřicátníků směr Bory, zdroj: [21]



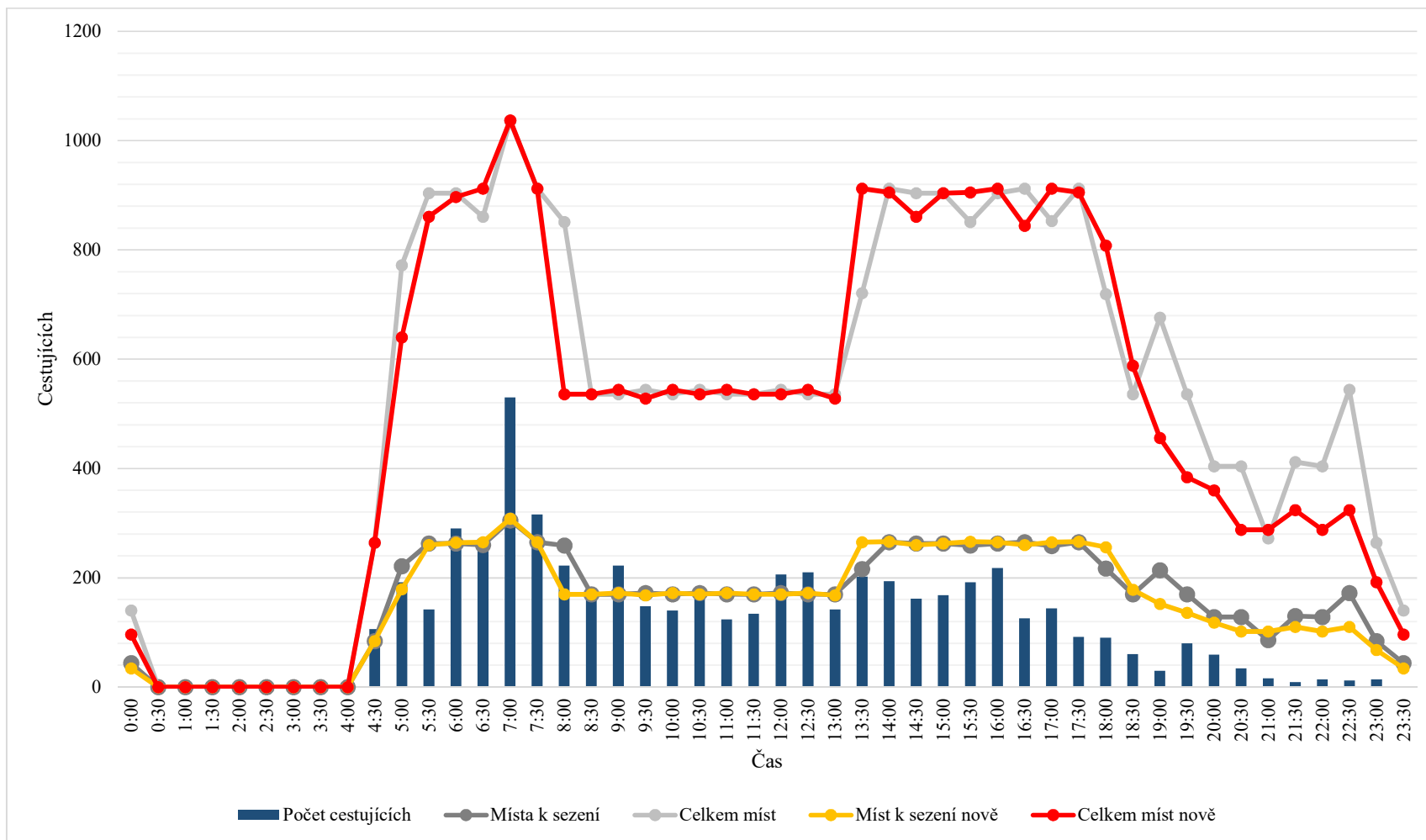
Příloha G – Přepravní průzkum linky č. 4 v zastávce Masarykovo náměstí směr Košutka, zdroj: [21]



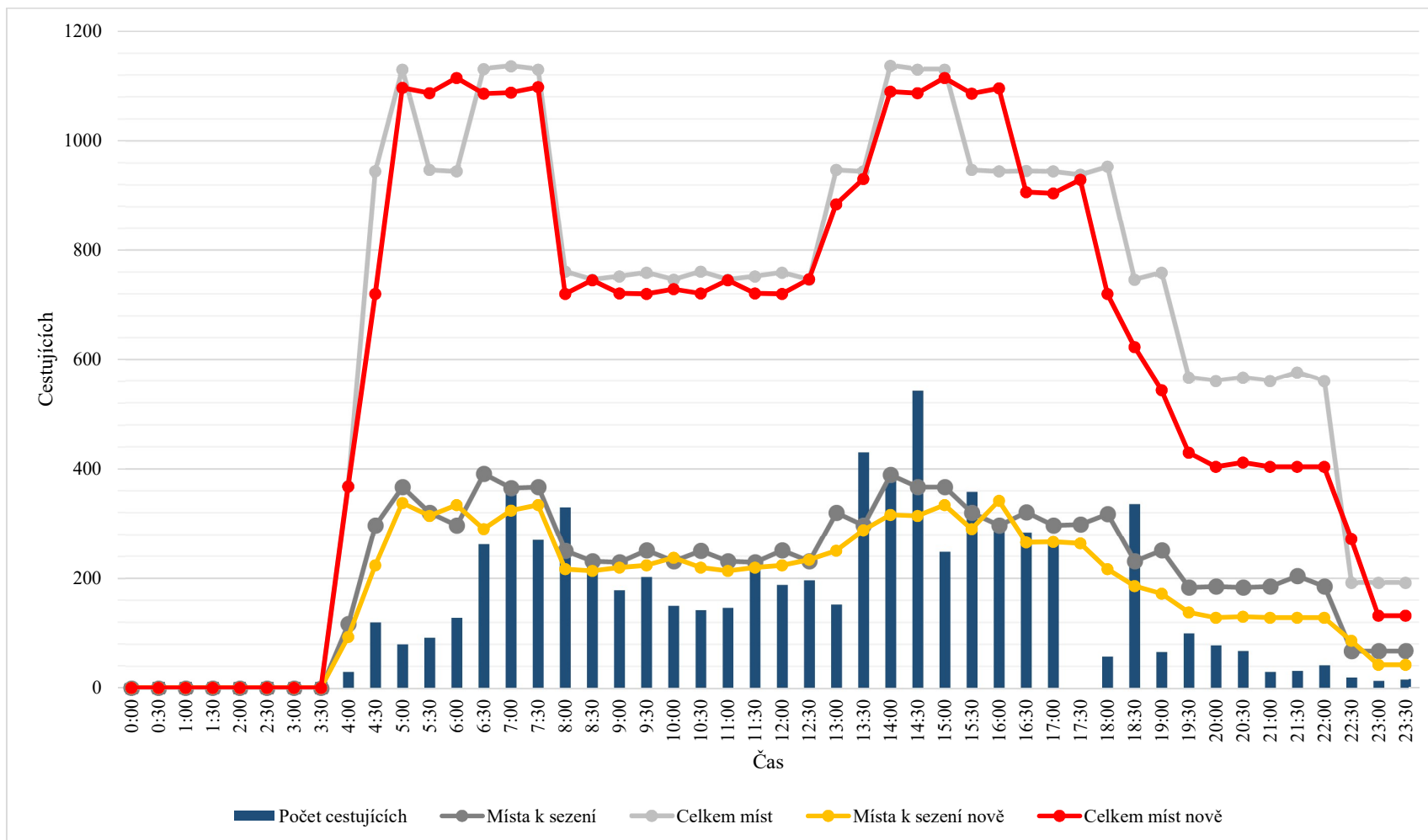
Příloha H – Přepravní průzkum linky č. 1 v zastávce Náměstí Republiky směr Bolevec s navrženým jízdním řádem, zdroj původního grafu [21]



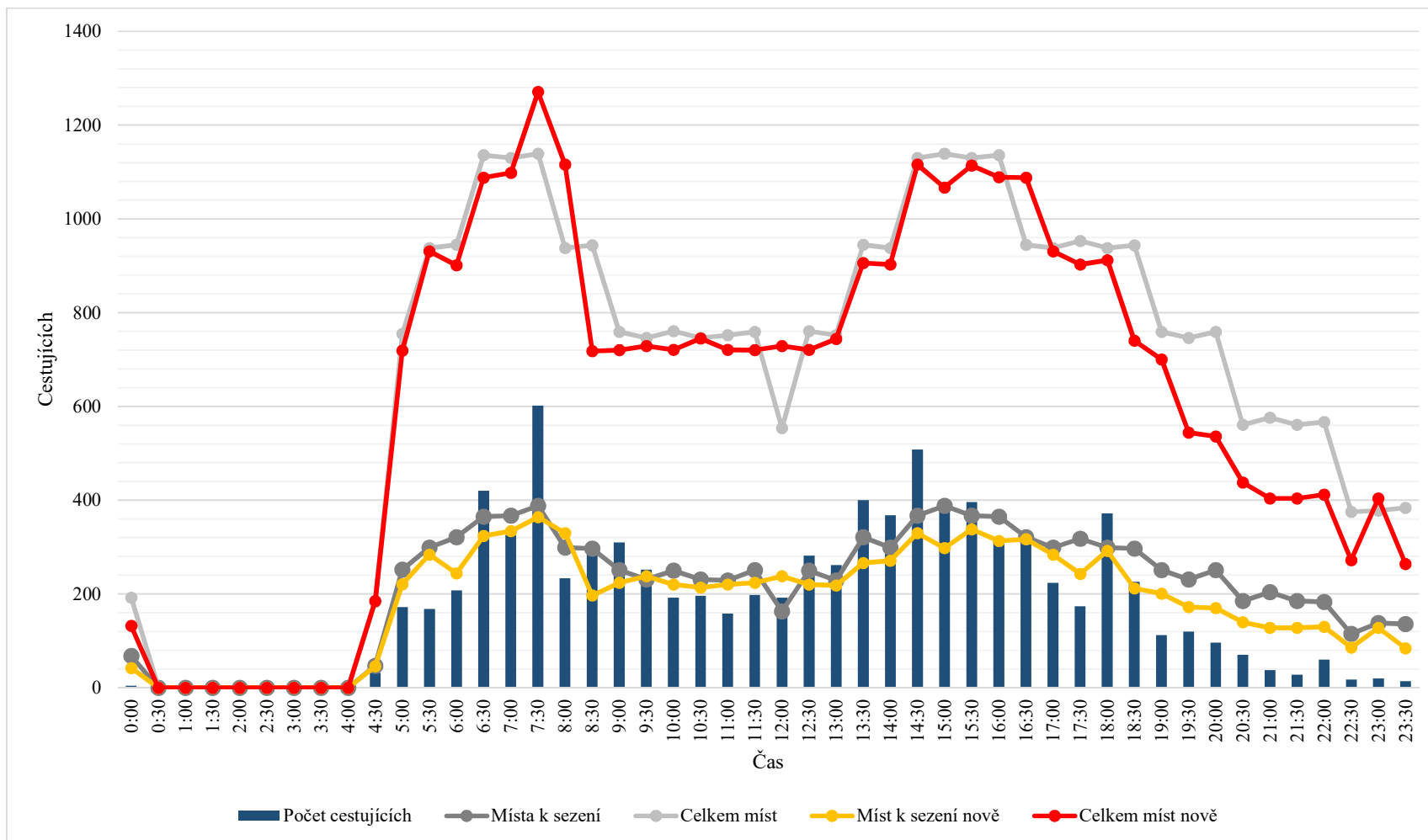
Příloha I – Převravní průzkum linky č. 1 v zastávce U Gery směr Slovany s navrženým jízdním řádem, zdroj původního grafu [21]



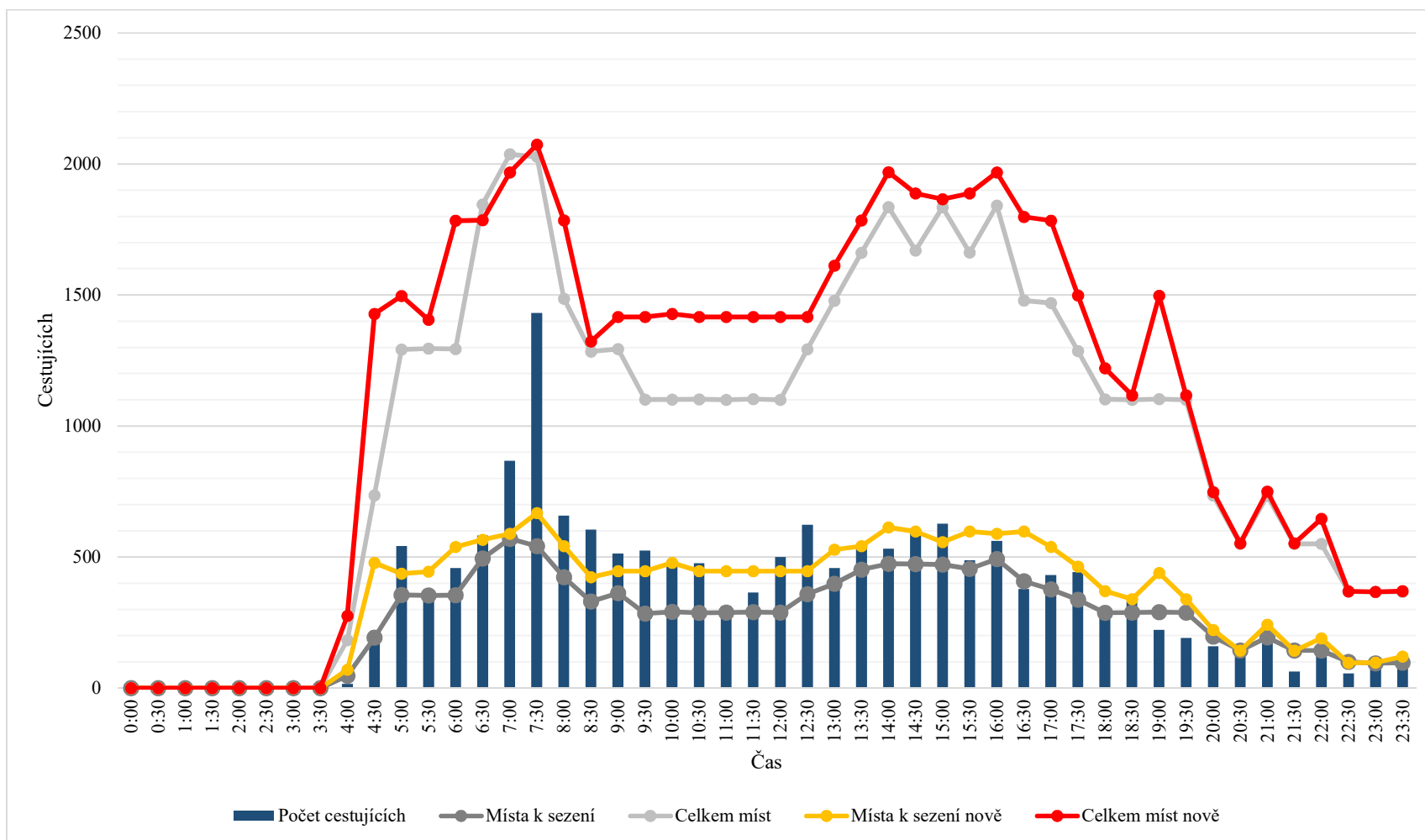
Příloha J – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Mikulášské náměstí směr Skvrňany s navrženým jízdním řádem, zdroj původního grafu [21]



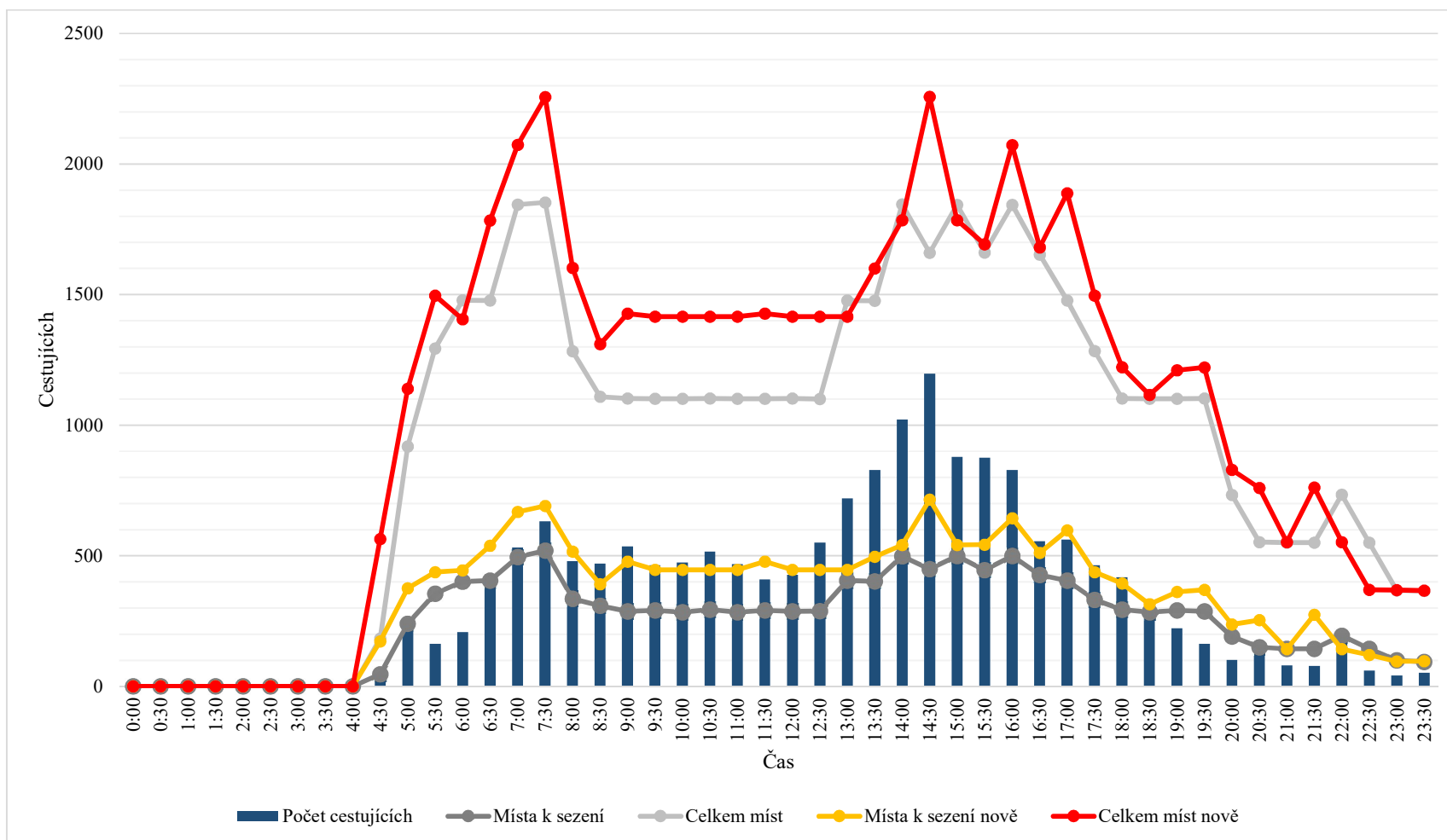
Příloha K – Přepravní průzkum linky č. 2 v zastávce Palackého náměstí směr Světovar s navrženým jízdním řádem, zdroj původního grafu [21]



Příloha L – Převravní průzkum linky č. 4 v zastávce Sady Pětatřicátníků směr Bory s navrženým jízdním řádem, zdroj původního grafu [21]



Příloha M – Převážní průzkum linky č. 4 v zastávce Masarykovo náměstí směr Košutka s navrženým jízdním řádem, zdroj původního grafu [21]



Příloha N – *Nástupy směn – součástí CD*

Příloha O – *Střídání svačin – součástí CD*

Příloha P – *Vozové jízdní řády linky č. 1 – součástí CD*

Příloha Q – *Vozové jízdní řády linky č. 2 – součástí CD*

Příloha R – *Vozové jízdní řády linky č. 4 – součástí CD*

Příloha S – *Přehled spojů – součástí CD*

Příloha T – *Zastávkové jízdní řády – součástí CD*