

UNIVERZITA PARDUBICE
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

Možnosti zavedení systému expresních tramvají
u Dopravního podniku města Brna
Michael Kříž

Bakalářská práce

2020

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michael Kříž**
Osobní číslo: **D17263**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Technologie a řízení dopravy: Technologie a řízení dopravních systémů**
Téma práce: **Možnosti zavedení systému expresních tramvají u Dopravního podniku města Brna**
Zadávací katedra: **Katedra technologie a řízení dopravy**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Analýza současného stavu MHD v Brně
2. Návrh možnosti zavedení systému expresních tramvají
3. Vyhodnocení návrhu

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **30-40**
Rozsah grafických prací: **3-4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

DRDLA, Pavel. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Vydání: 2. upravené. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, [2018]. ISBN 978-80-7560-189-6.
Výroční zpráva 2018. Dopravní podnik města Brna, a. s., 2019.
SMĚRNICE D01r6. *Organizování městské hromadné dopravy*. Dopravní podnik města Brna, a. s., vyd. 13. 1. 2017, účinnost od 1. 2. 2017.
SMĚRNICE T08r5. *Technické podmínky pro provoz a údržbu tramvajových tratí DPMB*. Dopravní podnik města Brna, a. s., vyd. 15. 12. 2018, účinnost od 1. 1. 2019.
SMĚRNICE T09r0. *Technické podmínky pro výstavbu a rekonstrukce tramvajových tratí DPMB*. Dopravní podnik města Brna, a. s., vyd. 15. 12. 2018, účinnost od 1. 1. 2019.

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

Datum zadání bakalářské práce: **6. února 2020**
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

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

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

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji:

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

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 22. 5. 2020

Michael Kříž

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá analýzou současného stavu městské hromadné dopravy v Brně a vztahu k Integrovanému dopravnímu systému Jihomoravského kraje. Zaměřuje se zejména na rychlé spojení oblastí s vyšší poptávkou po přepravě, jako jsou sídlištní celky, průmyslové oblasti nebo centrum města, a to v obecné rovině i v podmínkách města Brna. V další části je pak navržena organizace rychlého tramvajového spojení sídliště Bystrc a centra města.

KLÍČOVÁ SLOVA

tramvaj, vlakotramvaj, příměstská doprava, sídliště, průmyslová oblast, čas přepravy, Brno

TITLE

Possibilities of Express Tram System Implementation in Dopravní podnik města Brna

ANNOTATION

The bachelor thesis deals with the analysis of the current state of city public transport in Brno and its relation to the South Moravian Integrated Public Transport System (Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje). It focuses mainly on the fast connection of areas with higher demand for transport, such as housing estates, industrial areas or the city center, both in general and in the conditions of the city of Brno. In the next part, organization of fast tram connection of housing estate Bystrc and city center is proposed.

KEYWORDS

tram, tram-train, suburban transport, housing estate, industrial area, transport time, Brno

OBSAH

Seznam obrázků	7
Seznam tabulek	7
Seznam zkratk	8
Úvod.....	9
1 Charakteristika systému MHD v Brně	10
1.1 Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje a vztah železniční dopravy k MHD	10
1.2 Tramvajová doprava v Brně.....	11
1.3 Obsluha městských částí Komín a Bystrc tramvajovými linkami.....	11
2 Charakteristika infrastruktury MHD v Brně.....	13
2.1 Parametry současné infrastruktury tramvajové sítě v Brně.....	13
2.2 Analýza současného stavu infrastruktury ve vztahu k problematice rychlého spojení	15
3 Charakteristika rychlé kolejové dopravy v městských aglomeracích	16
3.1 Rychlost přepravy	16
3.2 Četnost spojů a pravidelný interval.....	17
3.3 Komfort.....	18
3.4 Další aspekty	19
4 Příklady existujících systémů rychlé kolejové dopravy v městských aglomeracích.....	21
4.1 Ostrava	21
4.2 Košice.....	21
4.3 Vídeň – Baden.....	22
4.4 Chemnitz	24
4.5 Würzburg.....	25
4.6 Shrnutí poznatků z uvedených měst.....	26
5 Varianty organizace souběžného provozu zastávkových a expresních spojů	27
5.1 Varianta 1 – převedení části spojů stávající linky 1 na linku E1.....	28
5.2 Varianta 2 – řešení intervalové nabídky spojů v oblasti Bystrce	28
5.3 Varianta 3 – přidání spojů linky E1 navíc k lince 1	29
5.4 Varianta 4 – zavedení linky E1 a úprava intervalu na lince 1	30
5.5 Shrnutí a vyhodnocení kapitol 5.1–5.4.....	31
6 Návrh a vyhodnocení zvolené varianty	33
6.1 Návrh grafikonu pro zvolenou variantu	33
6.2 Návrh grafikonu pro rozšířenou variantu	35
6.3 Návrh výhybny pro předjíždění zastávkových spojů spoji expresními.....	35
6.4 Shrnutí a vyhodnocení kapitol 6.1–6.3.....	37
7 Zhodnocení možností provozu v navazujícím úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží.....	38
7.1 Provoz v úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží.....	38
7.2 Varianta A – linka E1 s pokračováním po stávající trase linky 1	39
7.3 Varianta B – linka E1 s ukončením v centru města.....	39
7.4 Varianta C – linka E1 s pokračováním po trase jiné linky	40
7.5 Shrnutí a vyhodnocení kapitol 7.1–7.4.....	41
Závěr	42
Seznam zdrojů a použité literatury.....	43
Seznam příloh	45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kapacitní souprava VarioLF2 + VarioLF typická pro linku 1 po výjezdu z konečné zastávky Ečerova	12
Obrázek 2: Tramvaj KT8D5N na lince 8 při průjezdu přes rychlostní výhybku na rozdělení tratí do Líšně a na Stránskou skálu.....	15
Obrázek 3: Běžné tramvajové soupravy pro přepravu zaměstnanců do železáren v Košicích.....	22
Obrázek 4: Souprava dvou tramvají SGP 100 Badner Bahn na konečné stanici Baden Josefsplatz v blízkosti centra města v podobě dvou kusých kolejí.....	23
Obrázek 5: Tramvaj ABB Variobahn na lince 522 v železniční stanici Stollberg	24
Obrázek 6: Tramvaj výlukové linky x1 při příjezdu na běžně nepoužívanou prostřední kolej zastávky Výstaviště - hlavní vstup od Mendlova náměstí.....	30
Obrázek 7: Současná podoba zastávky Branka	36

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Porovnání vybraných parametrů navržených variant	31
---	----

SEZNAM ZKRATEK

DPMB – Dopravní podnik města Brna, a. s.

EOC – elektronické odbavování cestujících

IDS JMK – Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje

LHB – Linke-Hofmann-Busch

MHD – městská hromadná doprava

RIS – Řídící a informační systém

WLB – Wiener Lokalbahnen AG

ÚVOD

Bakalářská práce se zaměřuje na problematiku rychlé městské kolejové dopravy v konkrétních podmínkách města Brna. Základní myšlenkou je zkrácení cestovního času mezi sídlištěm Bystrc a středem města, kde v současnosti jízdní doba tramvají činí cca 30 minut. Snahou přitom je maximální využití stávajících tratí s provedením nezbytných rekonstrukcí a opatření pro možný souběžný provoz zastávkových spojů a spojů zrychlených, které v oblasti městské části Bystrc obslouží všechny zastávky a dále budou zastavovat pouze ve vybraných přestupních uzlech. Zároveň budou navrženy možnosti změn organizace dopravy po provedených stavebních úpravách s ohledem na zachování ekonomicky přijatelného objemu dopravních a přepravních výkonů.

Cílem bakalářské práce je po analýze problematiky rychlé městské kolejové dopravy navrhnout varianty rychlého kapacitního kolejového spojení sídlištních celků a centra města na konkrétním příkladu tramvajové tratě do Bystrce a posléze pro nejvýhodnější variantu vypracovat potřebné podklady.

1 CHARAKTERISTIKA SYSTÉMU MHD V BRNĚ

Městskou hromadnou dopravu (dále jen MHD) v Brně tvoří systém tramvajových, trolejbusových a autobusových linek. Od zásadní reorganizace provozu, která proběhla v roce 1995 a byla spojena se zavedením přestupního tarifu, zajišťují páteřní dopravu především tramvajové linky. V lokalitách, kde nejsou vybudovány tramvajové tratě (ať už z důvodu členitosti terénu, nebo v souvislosti s historickým vývojem), pak přebírají funkci páteřní dopravy vybrané trolejbusové linky. To se týká například sídlištních celků na Vinohradech a na Kamenném vrchu nebo městských částí Slatina, případně Kohoutovice. Další trolejbusové linky a až na jednotlivé výjimky všechny autobusové linky jsou linkami návaznými k síti páteřních linek, přičemž se návazné a páteřní linky obecně stýkají ve vhodných přestupních uzlech. Přestupní uzly pochopitelně musí v rámci použitelnosti splňovat řadu požadavků, především na bezpečnost cestujících a dostatečnou kapacitu pro pohyb většího počtu osob na poměrně malém prostoru.

1.1 Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje a vztah železniční dopravy k MHD

V roce 2004 byla brněnská MHD začleněna do nově vzniklého Integrovaného dopravního systému Jihomoravského kraje (dále jen IDS JMK). To umožnilo cestujícím mimo jiné využití dalších druhů dopravy – vlaků a regionálních autobusů – v rámci jednotného tarifu. Na rozdíl od jiných měst v České republice i v zahraničí však v Brně nejsou zcela ideální podmínky pro použití železniční osobní dopravy v rámci území města, například v relaci Brno-Královo Pole – Brno hl. n. je doba jízdy srovnatelná s tramvajovou linkou (jízdní doba osobního vlaku činí zpravidla 13 minut, spoje tramvajové linky 6 ujedou v denní době pracovních dní úsek Královo Pole, nádraží – Česká za stejnou dobu, linka 1 pak má mezi zastávkami Semilasso a Hlavní nádraží jízdní dobu 15 minut). Výjimkou naopak může být spojení hlavního nádraží a městské části Brno-Chrlice, kde vlak ujede danou vzdálenost za 9 minut, zatímco autobusová linka 63 zde má jízdní dobu 20 minut. To souvisí především se stavem sítě komunikací na území města a jejich kapacitou, která zejména v jižní části města v době dopravních špiček nedostačuje.

Celkově je možné konstatovat, že pokrytí území města železničními tratěmi zdaleka nedosahuje takové úrovně, aby železniční doprava převzala podstatnou část přepravních výkonů. Cestující jsou tak odkázáni na systém městské hromadné dopravy, a to i v relacích mezi velkými sídlištními celky (např. Líšeň, Vinohrady, Nový Lískovec, Bystřice) a centrem města, kde je nutné očekávat vysokou poptávku po přepravě, zejména v době přepravních špiček.

1.2 Tramvajová doprava v Brně

Dopravní podnik města Brna, a. s., (dále také DPMB) provozuje v současné době 11 pravidelných tramvajových linek (v tomto údaji nejsou zahrnuty nostalgické a příležitostné posilové linky zaváděné například v době konání veletrhů na brněnském výstavišti nebo jako náhradní doprava za vlaky). K tomu dle Výroční zprávy za rok 2018 (3) využívá celkem 317 tramvají devíti základních typů vypravovaných ze dvou vozoven v Pisárkách a Medlánkách. Z celkového počtu 815 vozidel MHD tedy na tramvaje připadá 38,90 %.

Za rok 2018 tramvajové spoje ujely 14 372 000 vozových kilometrů, což v porovnání s předchozími roky znamená mírný pokles (v roce 2017 to bylo 14 937 000 vozkm, v roce 2016 pak 14 957 000 vozkm). To je dáno rozsáhlou výlukovou činností zejména v letním období, kdy byla část výkonů zajištěna náhradní autobusovou dopravou.

Co se týče přepravních výkonů, za rok 2018 bylo tramvajemi přepraveno 191 714 000 osob, hodnota vyjádřená v místokilometrech pak dosahuje 2 318 529 000 místkm. I v tomto případě je znatelný pokles oproti předcházejícímu roku (pro rok 2017 uvádí Výroční zpráva 196 022 000 přepravených osob a přepravní výkon 2 379 430 000 místkm). (3)

1.3 Obsluha městských částí Komín a Bystře tramvajovými linkami

Obsluhu městských částí Komín a Bystře na tramvajové trati Mendlovo náměstí – Ečerova, již se tato práce věnuje, zajišťují v současné době linky 1, 3 a 11, z toho poslední dvě jmenované pouze v úseku Vozovna Komín – Přístaviště (– Rakovecká).

Linka 1 je vedena v trase Řečkovice – Hlavní nádraží – Mendlovo náměstí – Ečerova, a to v základním intervalu 5 minut (v denní době pracovních dnů). Na většinu spojů jsou nasazovány velkokapacitní soupravy tramvají VarioLF2 + VarioLF o celkové obsaditelnosti 265 cestujících, některé spoje zajišťují soupravy 3×T6A5 o celkové kapacitě 351 cestujících (údaje o kapacitě jednotlivých typů tramvají jsou převzaty ze zdroje (1)).

Linka 3 je v provozu na trase Stará osada – Česká – Vozovna Komín – Rakovecká a jezdí v základním intervalu 10 minut. Nasazovány jsou zejména tramvaje, resp. soupravy 2×T3, K3R-N a 13T o celkové kapacitě 204–220 cestujících.

Linka 11 vedená v trase Čertova rokle – Malinovského náměstí – Česká – Vozovna Komín (– Rakovecká) má doplňkový charakter a s intervalem 10 minut vytváří proklad s linkou 3. V úseku Vozovna Komín – Rakovecká je provozována pouze ve špičkách pracovních dnů. Spoje této linky jsou zajištěny vozy K2 a 03T s kapacitou 155–157 cestujících. (1) (17)

V úseku Vozovna Komín – Přístaviště je tedy v denní době pracovních dnů výsledný průměrný interval všech tramvajových spojů 2,5 minuty, úseky Mendlovo náměstí – Vozovna Komín a Přístaviště – Ečerova jsou obsluhovány pouze linkou 1 v intervalu 5 minut. Na základě osobního pozorování autora je tato nabídka v současné době dostačující, problémem však je poměrně nízká cestovní rychlost. Jízdní doba linky 1 na trase Hlavní nádraží – Ečerova činí nyní v obou směrech 30 minut, při vzdálenosti 12,2 km to tedy znamená průměrnou cestovní rychlost $24,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Problém jízdní doby jednotlivých spojů na bystrcké trati a návrh na její zkrácení proto budou řešeny v dalších částech této práce.



Obrázek 1: Kapacitní souprava VarioLF2 + VarioLF typická pro linku 1 po výjezdu z konečné zastávky Ečerova

Zdroj: Ondřej Kocourek, www.bmhd.cz

2 CHARAKTERISTIKA INFRASTRUKTURY MHD V BRNĚ

Pro účely této bakalářské práce, která má za cíl navrhnout řešení rychlého kolejového spojení sídlištních celků a centra města na konkrétním příkladu tramvajové tratě do Bystrce, je nutné popsat stávající stav infrastruktury tramvajové sítě.

2.1 Parametry současné infrastruktury tramvajové sítě v Brně

Provozní délka tramvajových tratí činí 70,2 km, počet obsluhovaných zastávek je 147. Kromě území města Brna zajišťuje DPMB také dopravní obslužnost dvou zastávek na území sousední obce Modřice.

Tramvaje jsou v Brně provozovány na kolejích o standardním rozchodu 1 435 mm, napětí v troleji činí 600 V stejnosměrných (záporný pól v troleji). Tratě jsou vedeny buď v profilu pozemních komunikací, případně na samostatném pásu v jejich rámci, nebo na samostatných tramvajových tělesech. V celé síti platí návěstní předpis D21 vydaný Dopravním podnikem města Brna, na pozemních komunikacích pak také ustanovení Zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích. V provozu vždy platí jízda podle rozhledových poměrů, tzn. volnost jízdní dráhy není zabezpečena návěstidly.

Většina tratí je tvořena žlábkovými kolejnicemi NT3, případně NT1, na samostatných tramvajových tělesech jsou pak ve velké míře využity bezžlábkové širokopatní kolejnice 49E1 (dříve S49). Výjimečně jsou použity i blokové žlábkové kolejnice B3 nebo B1, směrnice T08r5 Technické podmínky pro provoz a údržbu tramvajových tratí DPMB (5) pak připouští použití dalších profilů, což je dáno zejména historickým vývojem kolejové sítě.

Podélný sklon tramvajových tratí nesmí v případě nově budovaných tratí přesáhnout 70 ‰, u již vybudovaných tratí je povoleno ponechat sklon nejvýše 90 ‰. (5) (6)

Výhybky a křížení jsou až na několik výjimek provedeny ze žlábkových kolejnic, a to i na samostatných tramvajových tělesech. To je dáno především historickým vývojem, dalším důvodem pro instalaci kolejových objektů s použitím žlábkových kolejnic je podstatně nižší finanční náročnost.

Většina rozjezdových výhybek je stavěna elektricky prostřednictvím indukční smyčky umístěné mezi kolejnicemi. Vozidlová část bezkontaktního stavění výhybek se nachází na spodku tramvaje před prvním podvozkem. Signály pro stavění výhybek jsou řízeny palubním počítačem, a to buď automaticky, nebo ručně. Po projetí tramvaje nad snímačem dojde k přestavení jazyků výhybky do požadovaného směru a k elektrickému zablokování výhybky proti

nežádoucímú přestavení. Zablokování je zrušeno po projetí celé soupravy prostřednictvím snímače umístěného nad příslušnou výhybkou.

Vzhledem ke konstrukci kolejových objektů jsou maximální dovolené rychlosti na výhybkách a kříženích dle směrnice D01r6 Organizování městské hromadné dopravy (4) následující, není-li místní úpravou stanoveno jinak:

- proti hrotu přímo $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,
- proti hrotu do odbočky $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,
- po hrotu přímo $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,
- po hrotu z odbočky $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,
- přes křížení v oblouku $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,
- přes křížení přímo $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Na vybraných místech jsou pro urychlení provozu instalovány kolejové splítky, zde je pak vždy možná jízda proti hrotu rychlostí $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, po hrotu rychlostí $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a přes srdcovku $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. (4)

Výjimku tvoří kolejová spojka mezi traťovými kolejemi a kusá odstavná kolej v místě bývalé smyčky Kotlanova na tramvajové trati do Líšně. Zde jsou použity bezžlábkové výhybky s ručními přestavníky železniční konstrukce, které jsou v pravidelném provozu mechanicky uzamknuty v přímém směru. Přes tyto výhybky je v přímém směru proti hrotu i po hrotu povolena maximální rychlost $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

V létě roku 2019 byly v rámci celkové rekonstrukce líšeňské tramvajové tratě instalovány rychlostní výhybky a kolejová křižovatka na rozdělení tratí do Líšně a na Stránskou skálu v blízkosti ulice Ostravské. Výhybky jsou provedeny jako bezžlábkové typu J49 E1 1:9-300 a navazují ve všech směrech na úseky se širokopatnými kolejnicemi 49E1. Konstrukce výhybek dovoluje na rozjezdové i sjezdové výhybce jízdu v přímém směru rychlostí $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, do odbočky / z odbočky pak $40 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. V současné době (stav ke 14. 5. 2020) byl zahájen zkušební provoz zabezpečovacího zařízení, které zajišťuje jednak stavění vlakové cesty a jednak volnost jednotlivých úseků v obvodu jeho působnosti. Elektricky stavěná je zde nejen rozjezdová výhybka, ale i výhybka sjezdová, kterou je v této souvislosti zakázáno řezat.

Využití rychlostních výhybek bezesporu přispěje ke zvýšení plynulosti dopravy a ke zkrácení jízdních dob. Jejich nevýhodou jsou ale velmi vysoké pořizovací náklady, je tedy nutné zvážit, kde se jejich instalace vyplatí. Obecně je možné konstatovat, že užití rychlostních výhybek má smysl v místech s vyšší traťovou rychlostí, typicky na samostatných traťových tělesech, a to zejména v místech, kde se nepředpokládá jiný důvod omezení traťové rychlosti.

V Brně to například může být odbočení do smyčky Ústřední hřbitov (trať do Modřic) nebo rozdělení tramvajových tratí pod zastávkou Krematorium (do ulice Renneské nebo Vídeňské).



Obrázek 2: Tramvaj KT8D5N na lince 8 při průjezdu přes rychlostní výhybku na rozdělení tratí do Líšně a na Stránskou skálu
Zdroj: Ondřej Kocourek, www.bmhd.cz

2.2 Analýza současného stavu infrastruktury ve vztahu k problematice rychlého spojení

Účelem této práce je navrhnout parametry rychlého spojení na tramvajové trati v úseku Mendlovo náměstí – Bystrc, Ečerova. Vzhledem k provozně-ekonomickým možnostem se jako reálná jeví varianta využití stávajících tratí a infrastruktury v co možná největší míře. S ohledem na geometrickou polohu tratě by bylo možné provést celkovou rekonstrukci se zvýšením traťové rychlosti, v místech výhybek a křížení (napojení tratě od Rosického náměstí u zastávky Vozovna Komín, odbočení do smyčky Komín, odbočení do smyčky Přístaviště) by pak přispělo ke zvýšení cestovní rychlosti využití rychlostních kolejových konstrukcí, jako je tomu v již realizovaném případě tratě do Líšně.

Samostatnou kapitolou pak je případná výstavba výhyben, v nichž by mohlo docházet k předjíždění zastávkových spojů spoji zrychlenými. Navržení takové výhybny nebo výhyben patrně bude vzhledem ke krátkému intervalu mezi jednotlivými spoji nutností.

3 CHARAKTERISTIKA RYCHLÉ KOLEJOVÉ DOPRAVY V MĚSTSKÝCH AGLOMERACÍCH

Městské aglomerace obecně mohou zahrnovat jak samotné město a jeho městské části, tak případné okolní obce s vyšší hustotou osídlení. Předpokládá se, že obyvatelé takovýchto sídelních celků budou každodenně dojíždět především za prací, ale i za zábavou nebo kulturou, do centrální oblasti města nebo do jeho jiné části. Na dopravu v městských aglomeracích jsou tedy kladeny nároky v souladu s požadavky cestující veřejnosti. (2)

3.1 Rychlost přepravy

Klíčovým požadavkem je v případě každodenního dojíždění rychlost přepravy. Je přitom nutné počítat s cestou „ode dveří ke dveřím“, tzn. s dobou cesty z místa bydliště na nejbližší vhodnou zastávku, samotnou dobou jízdy strávenou v dopravním prostředku a nakonec s dobou cesty z výstupní zastávky do cíle cesty, tj. většinou do místa pracoviště. Hraniční hodnota, podle níž se cestující rozhoduje, zda využije veřejnou dopravu, nebo jiný způsob přepravy, je do značné míry individuální a subjektivní, obecně platná a přijímaná zásada však stanovuje, že by taková cesta v pracovních dnech na území města neměla přesahovat 45 minut.

Ve většině případů se dá cesta na zastávku a ze zastávky ovlivnit jen minimálně. Je proto nutné se zaměřit na zkrácení jízdní doby dopravního prostředku samotného. S ohledem na požadovanou dostatečnou kapacitu (v městských aglomeracích se předpokládají výrazné přepravní proudy zejména v časech přepravních špiček) a rychlost přepravy se jako nejvhodnější varianta jeví použití kolejové dopravy, ať už ve formě rychlé tramvaje, nebo příměstské železnice. K urychlení přepravního procesu přitom přispívají zejména následující faktory:

- **zkrácení pobytů v zastávkách**, tzn. urychlení procesu výměny cestujících – použití velkého počtu dostatečně širokých dveří, bezbariérový nástup a výstup cestujících, dostatečná šířka a délka nástupiště;
- **četnost zastávek** – je třeba vyvážit požadavky cestující veřejnosti na místa zastavení a vzdálenost mezi nimi, čím delší je vzdálenost mezi zastávkami, tím efektivněji je možné využít maximální rychlost vozidla;
- **dynamické vlastnosti vozidla** – čím rychleji dosáhne vozidlo maximální konstrukční nebo traťové rychlosti, tím více zkrátíme jízdní dobu; do určité míry je přitom ale třeba brát ohled i na hospodárnost v oblasti spotřeby energie a na komfort cestujících. (2)

V podmínkách tramvajové sítě města Brna jsou tyto aspekty v rámci možností splněny. Dopravu na trati do Bystřce zajišťují linky 1 a 3, ve špičkách pracovních dnů také linka 11. Na linku 1 jsou téměř výhradně nasazovány velkokapacitní soupravy VarioLF2 + VarioLF o celkové délce 40 m a obsaditelnosti 265 cestujících. Pro obrat cestujících v této soupravě slouží celkem sedmery dveře o šířce 1 300 mm, z nichž troje umožňují bezbariérový nástup a výstup. Problematiku vysoké četnosti zastávek a tím prodlužování celkového času cesty lze řešit zavedením expresních spojů, které budou část zastávek po trase projíždět. Dynamické vlastnosti provozovaných souprav se v současných provozních podmínkách jeví jako dostačující. Při návrhu úpravy organizace provozu se zavedením expresních spojů bude nutné zhodnotit, jestli v současnosti provozované soupravy budou vyhovovat i při tomto provozním režimu.

3.2 Četnost spojů a pravidelný interval

Pro cestujícího, který zvažuje využití veřejné dopravy, je důležitá také dostatečná nabídka počtu spojů. Stanovení provozní doby, počtu spojů a jejich intervalu závisí na vedení konkrétní linky a na požadavcích cestující veřejnosti. Aby byla nabídka spojů atraktivní, nesmí pravidelně docházet k překročení kapacity vozidla, při níž je cestování v rámci možností komfortní. To je stejně jako řada jiných aspektů do značné míry subjektivní, obecně ale můžeme stanovit, že čím více času cestující v prostředku hromadné dopravy stráví, tím vyšší nárok na komfort při cestování má (např. místo k sezení).

Důležitou roli při každodenním cestování představuje pravidelný interval mezi spoji, a tedy snadno zapamatovatelné odjezdy z konkrétní stanice nebo zastávky. Nejčastěji se při stanovení intervalu používají celočíselné podíly hodnoty 60 minut. Pravidelný cestující tak vždy ví, že mu spoj odjíždí v každé hodině v danou minutu, a může si tak efektivně naplánovat svůj čas. V případě kratšího intervalu (např. 5 minut) pak na konkrétní odjezdy jednotlivých spojů ani nemusí brát ohled – po jeho příchodu na zastávku přijíždí spoj nejpozději po uplynutí stanoveného intervalu linky.

V praxi se v oblasti MHD velmi často využívá základní interval 10 minut, který je v době přepravních špiček zkrácen na polovinu, tj. 5 minut, nebo naopak v přepravním sedle prodloužen na dvojnásobek, tj. 20 minut. Na železnici je v příměstských oblastech zvykem zavádět spoje v intervalu 60 minut, který je v době přepravních špiček zkracován na polovinu, tj. 30 minut, a na vybraných linkách ve vybraných úsecích dokonce na čtvrtinu, tj. 15 minut. Velmi často se zde využívá pásmový provoz, kratší interval je tedy zaveden pouze v úseku nejbližší centru (centrům) aglomerace a do vzdálenějších stanic jsou trasovány pouze některé vlaky v násobném intervalu. (2)

Brno není v oblasti systémového intervalu výjimkou. V denní době pracovních dnů je na většině tramvajových linek základní interval stanoven na 5 nebo 10 minut, linky s intervalem mezi spoji 10 minut však většinou jsou vedeny dvě v prokladu, takže výsledný interval činí opět 5 minut. Na trati z centra města do Bystrce jede linka 1 celodenně v intervalu 5 minut, v období ranní špičky je interval zkrácen na 4 minuty. Linky 3 a 11 pak jedou obě v intervalu 10 minut, v době, kdy je linka 11 v provozu až do smyčky Rakovecká, tedy v prokladu tvoří také interval 5 minut. Ve výsledku projede v úseku Vozovna Komín – Přístaviště v každém směru průměrně jeden tramvajový spoj za 2,5 minuty.

V případě zavedení zrychlených spojů bude tedy nutné počítat i s průměrným intervalem zastávkových spojů a odpovídajícím způsobem upravit grafikon, aby byl průjezd tramvají bez zastavování tímto vytíženým úsekem umožněn.

3.3 Komfort

Problematika komfortu cestujících již byla nastíněna v předešlých odstavcích. Jak bylo uvedeno výše, vnímání komfortu při přepravním procesu je do značné míry individuální. Obecně lze konstatovat, že počet stojících cestujících při jízdě přesahující 20–30 minut by měl být eliminován nebo alespoň minimalizován. Je tedy nutné počítat s poptávanou a nabízenou kapacitou dopravních prostředků. To je možné zejména na základě pravidelných průzkumů chování cestujících a nároků na přepravu v jednotlivých časových obdobích dne.

Kromě obsaditelnosti a skutečné obsazenosti vozidla patří k problematice pohodlí cestujících také provedení konkrétního použitého vozidla. Jedná se především o uspořádání interiéru, které by mělo být účelné a praktické s ohledem na použití vozidla v provozu (předpokládané přepravní proudy, způsob výměny cestujících). V kontextu konkrétního využití vozidla je třeba stanovit podíl míst k sezení a k stání, v případě delší jízdě (řádově nad 20–30 minut) je také vhodné věnovat se problematice použitých sedaček pro cestující. Osvětlení interiéru by mělo být dostatečné, ovšem ne obtěžující; v této oblasti je vhodné se věnovat způsobu provedení osvětlení, co se týče zdrojů světla samotných, ale například i barvě vyzařovaného světla.

V neposlední řadě je nutné zajistit odpovídající tepelnou pohodu, v zimě tedy účinné temperování interiéru vozidla, v létě naopak jeho klimatizaci. Interiér vozidla by měl být v rámci možností čistý a nepoškozený. (2)

V současnosti je v brněnském provozu využívána řada typů tramvají, které jsou na jednotlivé linky nasazovány především s ohledem na požadovanou kapacitu a podíl nízkopodlažních spojů. u všech tramvají platí, že svým vybavením, ať už jde například o počet nástupních dveří, nebo o uspořádání interiéru, odpovídají městskému provozu. Pro uvažované expresní

spoje na sledované trati se jeví jako neúčelné tuto koncepci měnit, a to s ohledem na celkovou jízdní dobu (i zastávkový spoj ujede trasu mezi Bystřicí a centrem města do 30 minut, v případě expresního spoje bude tato doba ještě kratší), ale také na univerzální využití vozového parku včetně možných přejezdů mezi linkami.

Je také vhodné věnovat náležitou pozornost informování cestujících prostřednictvím dostupných informačních systémů. Sem je možno zahrnout zejména vizuální a akustické informace o lince, cílové stanici a nácestných stanicích nebo zastávkách konkrétního spoje, a to jak ve vozidle nebo na vozidle samotném, tak na stanicích a zastávkách. U Dopravního podniku města Brna došlo na přelomu let 2018 a 2019 k zavedení nového Řídícího a informačního systému RIS II, který v porovnání s o generaci starším RIS I (zaveden v roce 2004) především umožňuje přesnější sledování polohy vozidel a vyhodnocování reálných dat z provozu. V přípravě nebo v různých stádiích realizace (stav k 15. 5. 2020) je i řada dalších funkcí, které například usnadní operativní organizaci provozu při mimořádných událostech, a to jak pro dispečery, tak pro řidiče jednotlivých vozidel. Součástí systému je samozřejmě i účinnější informování cestujících o případném operativním odklonu dotčených linek. V případě zavedení expresní tramvajové linky pak lze předpokládat realizaci doplňkových informací pro cestující zahrnujících upozornění na vynechání vybraných zastávek, ať už ve vizuální, nebo akustické podobě.

Řešena musí být rovněž problematika odbavování cestujících. Odbavovací systém a případně tarif by měl být co možná nejjednodušší, snadno zapamatovatelný a v přepravním procesu samotném časově co nejméně náročný. Součástí RIS II je i realizace elektronického odbavování cestujících (EOC) pro celý IDS JMK, jehož druhá a zásadní etapa proběhne v roce 2020. Tato etapa zahrnuje mimo jiné instalaci elektronických zařízení umožňujících kontrolu platnosti jízdních dokladů a úhradu jízdného platební kartou do všech vozidel provozovaných v Brně i v Jihomoravském kraji.

V návaznosti na samotnou přepravu je pak nutná určitá péče o cestujícího před jízdou a po jízdě. Jde například o ochranu před povětrnostními vlivy, tedy vybudování přístřešků nebo čekáren na zastávkách a stanicích. Pro využití návazné dopravy mohou být v blízkosti zastávek a stanic v okrajové části města zřízena parkoviště Park and Ride, Kiss and Ride nebo Bike and Ride. (2)

3.4 Další aspekty

V otázce přepravního procesu je nutné dbát na bezpečnost a spolehlivost. S tím souvisí odpovídající preventivní údržba vozidel. Je žádoucí v maximální možné míře eliminovat

technické závady, které by mohly omezit nebo dokonce zastavit provoz. Nepřípustné jsou jakékoli závady, které by mohly ohrozit bezpečnost cestujících. Příkladem prevence v této oblasti mohou být bezpečnostní kamerové systémy, ochrana proti „sevření“ cestujícího do dveří vozidla, ale i stavební uspořádání nástupišť (zábradlí, zábrany).

Při rozhodování pro použití systému veřejné dopravy je jedním z významných aspektů i výše jízdného a složitost, resp. jednoduchost tarifních podmínek. Ze svého principu bude veřejná doprava jako veřejná služba vždy ztrátová a její financování je tedy třeba dokrýt z dalších zdrojů. Zejména to jsou přiměřené kompenzace ze strany příslušného samosprávného celku (v případě městských a příměstských dopravních systémů jde o kraje, případně jednotlivé obce), určitý příjem je také možné zabezpečit z reklamy a další komerční činnosti. Stanovení tarifu a ceníku jízdného je pak na politice objednatele a provozovatele veřejné dopravy.

Cestující veřejnost si určitý obraz o poskytovaných službách utváří i na základě chování zaměstnanců dopravce, případně správce infrastruktury, s nimiž přijde do styku. Obecně platí, že personál, který přijde do styku s cestujícími, tedy zákazníky, by měl vystupovat zdvořile, ochotně a korektně. Řeší se rovněž problematika používání stejnokrojů, přičemž z podstaty věci platí, že osoba ve stejnokroji působí na lidskou psychiku automaticky autoritativním dojmem a daný člověk pak spíše má tendenci chovat se v souladu s pokyny nebo nařízeními člena personálu. (2)

4 PŘÍKLADY EXISTUJÍCÍCH SYSTÉMŮ RYCHLÉ KOLEJOVÉ DOPRAVY V MĚSTSKÝCH AGLOMERACÍCH

V této kapitole je uvedeno několik příkladů rychlé kolejové dopravy ve městech a městských aglomeracích v bývalém Československu i v Evropě. Nejedná se o vyčerpávající výčet z celého světa, příklady jsou zvoleny tak, aby na nich bylo možné ukázat možnosti budoucího rozvoje městské hromadné dopravy v Brně, a to zejména ve vztahu k tématu této práce.

4.1 Ostrava

Co se týče tramvajových provozů, jimž se primárně tato práce věnuje, na území České republiky je možné v současnosti nalézt tramvajové linky, které do určité míry splňují charakteristiku rychlého kolejového spojení, na dvou tratích v Ostravě. Jedná se především o následující úseky:

- **Dolní Vítkovice – Hrabůvka kostel**, kde linka 1 obsluhuje všechny zastávky, zatímco linka 10 vybrané zastávky vynechává;
- **Výstaviště – Nová huť jižní brána**, kde dopravní obslužnost všech zastávek na trase zajišťuje linka 4, zatímco linka 14 některé zastávky projíždí.

Charakter provozu na „zrychlených“ linkách 10 a 14 odpovídá poptávce po přepravě v lokalitách, kudy jsou vedeny. Podle jízdních řádů platných od 15. 12. 2019 je linka 10 v provozu v době ranní a odpolední přepravní špičky (tzn. cca 5:00–8:30 a 13:00–18:30) a nabízí rychlé spojení sídlišť Dubina a Hrabůvka s centrem města. Linka 14 zajišťuje spojení do oblasti Nové Hutě a jsou na ní zavedeny pouze účelové spoje pro návoz a odvoz zaměstnanců průmyslových podniků (typicky trojsměnný provoz se střídáním směn v 6:00, ve 14:00 a ve 22:00). (7)

4.2 Košice

Součástí tramvajové sítě v Košicích je rychlodráha k průmyslovému areálu Východoslovenských železáren (dnes U. S. Steel Košice). Trať byla vybudována na začátku 60. let 20. století (uvedena do provozu dne 7. 11. 1964) a sloužila pro denní návoz více než 24 000 zaměstnanců železáren. Vzhledem k nárazovému vytížení tratě, kdy bylo třeba přepravit velké množství cestujících v časech začátků a konců směn, bylo na konci 70. let 20. století zrušeno zastavování v málo vytížených nácestných zastávkách Pereš, Poľov a Ľudvíkov dvor. Jízdní doba na rychlodráze tak činila 11 minut. Vybrané spoje, označené na čele vozu písmenem Z, pak

v pravidelném intervalu obsluhovaly všechny nácestné zastávky. Cesta v tomto případě trvala 15 minut.

Provoz vždy zajišťovaly tramvaje používané v běžném městském provozu. Zajímavostí však je, že se v Košicích jako v jediném městě na území bývalého Československa uplatnily kapacitní třívozové soupravy tramvajů T3. Pro postupný útlum poptávky po přepravě však byl provoz souprav 3×T3 do roku 2001 ukončen.

Obnovena byla také dopravní obslužnost všech nácestných zastávek většinou spojů. Nově jsou ale méně frekventované zastávky na rychlodráze obsluhovány v režimu na znamení. Dle jízdních řádů platných k 1. 1. 2020 (9) tyto zastávky zcela vynechává pouze několik spojů v brzkých ranních hodinách ve směru z města k železárnám. (8)



Obrázek 3: Běžné tramvajové soupravy pro přepravu zaměstnanců do železáren v Košicích

Zdroj: Autor

4.3 Vídeň – Baden

Příměstská tramvajová trať z Vídně do cca 30 km vzdáleného lázeňského města vznikla transformací původní dvoukolejné železnice, jejíž historie sahá až do roku 1886. Od roku 1907 funguje trať v celé délce a pro pohon vozidel již od počátku slouží elektřina.

Provoz na trati prakticky od počátku zajišťuje soukromá společnost Wiener Lokalbahnen AG (dále také WLB). Dnešní vozový park se skládá z tramvajů SGP 100 (označovaných

také jako řada TW 100), jež vycházejí z konstrukce německých tramvají Düwag GT8, a z nízkopodlažních tramvají Bombardier T2500 (řada TW 400), jež koncepčně vycházejí z vozů T2650 provozovaných na nadzemní lince U6 vídeňského metra. Pro oba typy tramvají jsou typické úpravy pro specifický provoz na meziměstské trati – jsou vybaveny stanovištěm řidiče na obou stranách, sníženým počtem dveří v obou bočnicích, vyšším počtem sedadel pro cestující a nechybějí ani stolečky a police na zavazadla. Délka jednoho vozidla činí cca 27 metrů.

V běžném provozu jsou nasazovány také kapacitní soupravy dvou spojených tramvají. Oba používané typy tramvají lze navzájem sprahovat, čímž je možné docílit vysokého podílu spojů zajišťovaných nízkopodlažními vozidly. Informační systém na jednotlivých zastávkách pak umožňuje poskytnout cestujícím informaci, zda je v přijíždějící soupravě řazeno nízkopodlažní vozidlo a zda se nachází v přední, nebo v zadní části soupravy. (12)



Obrázek 4: Souprava dvou tramvají SGP 100 Badner Bahn na konečné stanici Baden Josefsplatz v blízkosti centra města v podobě dvou kusých kolejí

Zdroj: Roberto Verzo, de.wikipedia.org

Tramvaje na badenské trati dle dostupných údajů z roku 2015 denně přepraví přes 30 000 cestujících. Linka začíná v samotném centru Vídně na obratišti Wien Oper a v první části trasy využívá infrastrukturu běžných tramvají. Od zastávky Wien Schedifkaplatz pak trať získává železniční charakter a jízda vozidel je organizována podle železničních

předpisů a zabezpečena návěstidly. Zajímavostí je, že na tomto úseku funguje také nákladní doprava. V koncovém úseku ve městě Baden pak tramvaje využívají jednokolejný úsek původní samostatné tramvajové tratě. Jízdní doba na celé lince činí 65 minut, základní interval je stanoven na 15 minut. V úseku Wiener Neudorf – Wien Oper pak jsou v době přepravních špiček zavedeny vložené spoje, takže se zde výsledný interval půlí na 7,5 minuty. (10) (11)

4.4 Chemnitz

Propojení tramvajové a železniční sítě funguje v Chemnitz již od roku 2002, kdy byla zprovozněna linka vlakotramvaje na nově elektrifikované železniční trati Chemnitz – Stollberg. Linka byla od začátku provozu označena číslem 522 a obsluhována tramvajemi ABB Variobahn v modifikaci pro meziměstský provoz. To oproti městské verzi znamená zejména obousměrné provedení se stanovištěm řidiče na obou stranách a nástupními dveřmi v obou bočnicích, ale také maximální konstrukční rychlost zvýšenou na $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.



Obrázek 5: Tramvaj ABB Variobahn na lince 522 v železniční stanici Stollberg

Zdroj: Autor

Linka 522 využívala od počátku provozu na území města Chemnitz městskou tramvajovou síť, a to v úseku Hauptbahnhof – Altchemnitz. Za zastávkou Altchemnitz pak trať přechází na rekonstruovanou jednokolejnou železniční trať, kde je provoz organizován podle

železničních předpisů včetně zabezpečení jízd jednotlivých vozidel. V konečné stanici Stollberg je pak kromě autobusů možný přestup na vlak na regionální trati St. Egidien – Stollberg.

K zásadní změně došlo v roce 2016, kdy nastalo významné propojení tramvajové a vlakové dopravy v podobě zavedení linek C13, C14 a C15. Zároveň byla linka 522 přečíslována na C11. Písmeno C vychází z označení Chemnitzer Bahn, jež je součástí dopravního projektu Chemnitzer Modell. Linky C13, C14 a C15 na území města Chemnitz obsluhují úsek Technopark – Hauptbahnhof, kde přecházejí na stávající železniční tratě a pokračují do okolních obcí Burgstädt, Mittweida a Hainichen. Velmi zajímavé je použití vozidel Vossloh Citylink, které kombinují elektrický pohon v městské tramvajové síti a dieselový pohon na železničních tratích. Rozdílná výška tramvajových a železničních nástupišť je zde řešena různou nástupní výškou u jednotlivých dveří, takže je vždy zajištěn bezbariérový přístup do vozidla. (13) (14)

4.5 Würzburg

V bavorském městě Würzburg je síť tramvajových linek tvořena několika radiálními tratěmi. Pro přepravu cestujících mezi městskými částmi Heuchelhof a Rottenbauer a centrem města slouží tramvajová trať o délce 9 km obsluhovaná linkami 3 a 5. Právě na trase linky 5, která spojuje centrum města a konečnou zastávku Rottenbauer, jsou ve dnech školního vyučování zavedeny zrychlené spoje s označením 504 (z centra města pokračují po trase linky 4 do zastávky Bürgerbräu v městské části Zellerau) a 505 (ukončeny u hlavního nádraží). Podle jízdního řádu platného od 1. 11. 2019 jedou ve směru do centra města v ranních hodinách celkem 4 spoje, v opačném směru jsou vedeny 2 spoje na začátku odpolední špičky. (16)

Zrychlené spoje, v jízdním řádu označené jako Straßenbahnschnellzug, v úseku Berner Straße – Sanderring projíždějí všechny zastávky s výjimkou přestupního uzlu Reuterstraße. Na jízdní době tak ušetří 4 minuty; běžný zastávkový spoj urazí výše uvedený úsek za 17 minut, zrychlené spoje pak za 13 minut.

Vozový park tvoří tramvaje Düwag GTW-D8 s celkovou kapacitou 140 cestujících, částečně nízkopodlažní tramvaje Linke-Hofmann-Busch (LHB) GT-E, jež pojmu 268 cestujících, a 100% nízkopodlažní tramvaje LHB GT-N s celkovou kapacitou 154 cestujících. Obsluhu spojů na linkách 504 a 505 zajišťují formou přejezdů z běžných linek tramvaje GT-E a GT-N, starší vozy GTW-D8 na trati Sanderring – Rottenbauer z důvodu náročných sklonových poměrů být provozovány nemohou (sklon tramvajové tratě v úseku Heriedenweg – Berner Straße dosahuje až 91 ‰). (15)

4.6 Shrnutí poznatků z uvedených měst

S ohledem na uvažovanou lokalitu pro zavedení expresního spojení okrajové části města s jeho centrem se jako nejsnáze realizovatelná jeví varianta rekonstrukce stávající tramvajové tratě, jak již bylo zmíněno výše. V porovnání s městy uvedenými v této kapitole daná situace odpovídá organizaci dopravy ve Würzburgu, případně v Ostravě. Bude zde však nutné řešit několik odlišností, především podstatně kratší interval mezi jednotlivými spoji a v této souvislosti poměrně velkou délku úseku uvažovaného pro expresní provoz s vynecháním vybraných zastávek, tj. Zoologická zahrada – Mendlovo náměstí. Tato délka činí cca 7,8 km, což je sice hodnota srovnatelná s německým Würzburgem, zde ale průměrný interval zastávkových spojů činí 7,5 minuty.

Dřívější organizace provozu na košické rychlodráze není pro uvažovaný koncept expresního spojení v Brně zcela vhodná. Zatímco poptávka cestujících mezi městem Košice a průmyslovým areálem železáren je v obou směrech z velké části homogenní a využití mezilehlých zastávek je minimální, v Brně je nutné zachovat zastavování nezanedbatelné části spojů i v nácestných zastávkách, jelikož se takřka všechny nacházejí v blízkosti větších či menších osídlených oblastí.

Zajímavá je i organizace provozu ve Vídni a v Chemnitz s částečným využitím tramvajové i železniční infrastruktury. Takový provoz s využitím stávajících úseků železničních tratí by jistě byl v Brně a okolí možný, daná problematika však přesahuje rozsah této práce, která má za cíl se věnovat tramvajové trati do Bystrce.

5 VARIANTY ORGANIZACE SOUBĚŽNÉHO PROVOZU ZASTÁVKOVÝCH A EXPRESNÍCH SPOJŮ

Bakalářská práce, jak je uvedeno v části Úvod, má za cíl navrhnout varianty rychlého kapacitního kolejového spojení sídlištních celků a centra města na konkrétním příkladu tramvajové tratě do Bystrce. Návrh přitom bude vycházet ze stávajícího řešení dopravy v uvedené oblasti a bude sledovat co nejnižší náklady v poměru k co nejvyššímu užítku pro co nejvyšší počet cestujících. Autor přitom předpokládá, že celková nabízená kapacita je v současné době vyhovující, neklade si tedy primárně za cíl hodnocení nabízené a poptávané kapacity a případné přidávání spojů navíc, ale řeší zejména cestovní rychlost spojů stávajících.

Základní idea navrhovaného řešení spočívá ve využití již provozovaných tramvajových vozidel na trati v současné poloze, přičemž se zaměří na problematiku rozdílných jízdních dob běžných zastávkových spojů a spojů zrychlených, které budou vybrané zastávky vynechávat. Autor přitom počítá s tím, že tramvaje v úseku Ečerova – Zoologická zahrada obslouží frekventované zastávky Ondrouškova a Kubíčкова, dále zastaví pouze na významných přestupních zastávkách Zoologická zahrada, Vozovna Komín a Pisárky, a poslední zastávkou rychlodrážního úseku bude Mendlovo náměstí.¹

Při návrhu bude autor vycházet ze současného objemu přepravních výkonů, který odpovídá standardnímu špičkovému intervalu 5 minut jak na lince 1, tak na svazku linek 3 a 11 jedoucích v prokladu. Ukázky jízdního řádu linky 1 platného k 15. 12. 2019 jsou uvedeny v Příloze D. Pro účely této bakalářské práce budou expresní spoje v trase linky 1 souhrnně označeny jako linka E1.

Varianty představené v této kapitole budou počítat se stávajícím stavem infrastruktury, tedy zejména s povolenými traťovými rychlostmi, které až na několik výjimek ve sledovaném úseku Mendlovo náměstí – Ečerova činí 50–60 km·h⁻¹. Předpokládané jízdní doby je tedy možné převzít ze současných chronometrážních tabulek (Příloha A), přičemž

- pro zastávkové spoje je možné využít současné jízdní doby linky 1 (sloupec JD1),
- pro expresní spoje pak autor vychází z jízdní doby pro režijní jízdy bez cestujících (sloupec JD7), a to po drobných korekcích zohledňujících čas potřebný na zastavení,

¹ Při volbě zastávek, na nichž mají expresní spoje zastavovat, vychází autor z vlastních praktických poznatků ohledně frekvence cestujících ve vztahu k přítomnosti významných výchozích nebo cílových bodů cesty nebo k možnostem přestupů na další linky MHD. Případné průzkumy frekvence cestujících, které by poskytovaly přesné údaje o pohybu cestujících v jednotlivých zastávkách na trase, nejsou v době vzniku této práce k dispozici.

výstup a nástup cestujících a rozjezd v těch zastávkách, v nichž expresní spoje budou dle návrhu zastavovat.

5.1 Varianta 1 – převedení části spojů stávající linky 1 na linku E1

Tato varianta počítá se zachováním počtu spojů na uvažovaném svazku linek 1 a E1. Při pětiminutovém intervalu na původní lince 1 to tedy znamená 12 spojů za hodinu.

S ohledem na rovnoměrný proklad spojů ve zbývající části trasy je nejvhodnější počítat s odjezdy jednotlivých spojů z Mendlova náměstí v obou směrech v pravidelném intervalu 5 minut s tím, že by každý druhý spoj byl spojem linky E1 a od Mendlova náměstí do Bystrce (a analogicky v opačném směru) by již byl veden ve zrychlené trase.

Při pohledu do chronometráže linky 1 je zřejmé, že rozdíl jízdních dob na úseku Mendlovo náměstí – Ečerova činí v obou směrech 7 minut. Při nastaveném intervalu 5 minut to znamená, že bude nutné na jednom místě na trase vybudovat výhybnu s možností předjíždění zastávkových spojů linky 1 expresními spoji linky E1.

Je také třeba počítat s provozem linek 3 a 11 v úseku Vozovna Komín – Přístaviště (– Rakovecká). V případě kolize trasy některé z těchto linek s trasou linky E1 bude nutné buď navrhnout další výhybnu, nebo upravit jejich grafikon tak, aby ke kolizi trasy nedocházelo.

Výhodou navrženého řešení je zachování celkového počtu ujetých kilometrů.

Nevýhodou však autor spatřuje ve zhoršení intervalové nabídky spojů zejména v oblasti Komína a Bystrce, a to

- na zastávkách, které linka E1 projede (zde dojde k prodloužení intervalu mezi jednotlivými spoji na 10 minut),
- na zastávkách, kde budou zastavovat linky 1 i E1 (zde bude vzhledem ke kratší jízdni době linky E1 interval nepravidelný, byť zde v každých 10 minutách zastaví oba spoje).

5.2 Varianta 2 – řešení intervalové nabídky spojů v oblasti Bystrce

Druhá varianta vychází z varianty popsané v kapitole 5.1. Zachovává tedy organizaci provozu na uvažovaných linkách 1 a E1, řeší však zhoršení intervalové nabídky v koncovém úseku Zoologická zahrada – Ečerova.

V době delšího intervalu mezi spoji linek 1 a E1 by bylo možné prodloužit spoj linky 3 nebo 11 do smyčky Ečerova. Na zastávkách Kubíčková, Ondrouškova a Ečerova tak bude zajištěna obsluha třemi spoji v každých 10 minutách, přičemž navíc dojde k rozšíření směrové

nabídky o větev Vozovna Komín – Konečného náměstí – Česká. Při vhodném nastavení grafikonu a vhodné volbě časové polohy prodloužených spojů také může dojít ke vzniku časově příznivějších přestupních časů mezi spoji zastávkovými (linky 1, 3, 11) a expresními (linka E1). Toho mohou využít zejména cestující ze zastávek, které spoje linky E1 projedou.

Výhodou této varianty je příznivější intervalová i směrová nabídka v koncovém úseku řešené trati a případně kratší čas na přestup mezi jednotlivými spoji.

Hlavní nevýhodou je však nárůst ujetých kilometrů, jenž si vyžádá zvýšené náklady zejména na výkony jednotlivých vozidel a na výkony provozního personálu.

5.3 Varianta 3 – přidání spojů linky E1 navíc k lince 1

Jedním z řešení nevyhovující intervalové nabídky spojů v oblasti Komína a Bystrce je také ponechání linky 1 ve stávajícím provozním rozsahu a přidání linky E1 navíc. Návrh pracuje s intervalem linky E1 10 minut, tedy shodným jako ve variantě 1.

To však v důsledku znamená složitější konstrukci jízdních řádů tak, aby nedocházelo ke kolizi tras zastávkových spojů linek 1, 3 a 11 a expresních spojů linky E1. Vzhledem k nastavenému intervalu 5 minut a rozdílu jízdních dob zastávkových a expresních spojů, který činí 7 minut, může v úseku Mendlovo náměstí – Ečerova dojít ke dvěma situacím:

- Spoj linky E1 bude předjíždět jeden spoj linky 1 (v tomto případě pojedou expresní spoj z Mendlova náměstí krátce před zastávkovým spojem, naopak na Mendlovo náměstí přijede krátce po něm).
- Spoj linky E1 bude předjíždět dva spoje linky 1 (v tomto případě je možné využít stávající zastávku Výstaviště - hlavní vstup s kolejovým rozvětvením, expresní spoj pak pojedou z Mendlova náměstí krátce po zastávkovém spoji, naopak na Mendlovo náměstí dojedou krátce před ním).

V případě realizace druhé z výše uvedených situací by za předpokladu, že linka E1 bude na Mendlově náměstí ukončena (případně bude trasována jinam než linka 1), došlo k vytvoření výhodné přestupní návaznosti mezi linkami 1 a E1 v obou směrech. Trasování uvažované linky E1 v centru města se podrobněji věnuje kapitola 7.

Výhodou uvedeného řešení je zachování pravidelné intervalové nabídky v oblasti Komína a Bystrce a rozšíření počtu spojů.

Nevýhodou však je výrazný nárůst ujetých kilometrů a potřeba řešení ukončení linky E1 v oblasti centra.



Obrázek 6: Tramvaj výlukové linky x1 při příjezdu na běžně nepoužívanou prostřední kolej zastávky Výstaviště - hlavní vstup od Mendlova náměstí.

Zdroj: Autor

5.4 Varianta 4 – zavedení linky E1 a úprava intervalu na lince 1

Poslední varianta je určitým kompromisem variant předešlých. V případě prodloužení základního intervalu na lince 1 ve sledovaném úseku na 7,5 minuty (zaokrouhlo na celé minuty střídavě 7 a 8 minut) by byl získán prostor pro zavedení linky E1 bez nutnosti předjíždění. Spoje linky E1 by v této situaci mohly být vedeny

- místo každého druhého spoje původní linky 1 v prokladu se zbývajících částí spojů linky 1 od hlavního nádraží (pak by ale vzhledem k výslednému intervalu 15 minut, který se jeví jako neúnosný, nastala nutnost po trase zavést návazný zastávkový spoj pro obsluhu nácestných zastávek neobsluhovaných linkou E1);
- navíc ke spojům linky 1 (tento spoj by musel z Mendlova náměstí odjíždět buď těsně před pravidelným spojem, nebo těsně po něm a pak by jej předjížděl na stávající zastávce Výstaviště - hlavní vstup; v opačném směru analogicky).

Výhodou tohoto řešení je eliminace případné nadbytečné přepravní kapacity oproti předchozí variantě v úseku Mendlovo náměstí – Ečerova a zachování počtu ujetých kilometrů. Výsledný interval zastávkových spojů na trase by navíc byl pravidelný a příznivější, než u varianty 1 (7,5 minuty místo 10 minut).

Nevýhodou tohoto řešení je zejména narušení systémového intervalu, který na tramvajových linkách, případně jejich svazcích, činí 5 minut. Došlo by tak ke změně nabízené přepravní kapacity na další trase linky 1, což by při intervalu 7,5 minuty znamenalo nežádoucí přeplňování spojů, v případě posílení na poloviční interval 3,75 by pak neúměrně vzrostl počet ujetých kilometrů a nabízená kapacita by byla naopak nadbytečná. Dalším důsledkem změny intervalu by bylo také rozvázání přestupních vazeb na trase linky 1 a nemožný proklad linky 1 s ostatními linkami (zejména s linkou 6 v úseku Moravské náměstí – Semilasso).

5.5 Shrnutí a vyhodnocení kapitol 5.1–5.4

Shrnutí vybraných parametrů jednotlivých variant dle kapitol 5.1–5.4 je přehledně uvedeno v Tabulce 1. Údaje v tabulce jsou vztaženy k úseku Mendlovo náměstí – Ečerova.

V tabulce jsou započítány všechny spoje linek 1 a E1 ve sledovaném úseku Mendlovo náměstí – Ečerova, spoje linek 3 a 11 v úseku Vozovna Komín – Přístaviště (– Rakovecká), kde tato práce změny nepředpokládá, započítány nejsou. Varianta 2 navíc započítává spoje linek 3 a 11 v úseku Přístaviště – Ečerova, tedy v úseku, o nějž by byla prodloužena jejich současná trasa v souvislosti se změnou organizace dopravy. Ve variantě 4 naopak nejsou započítány další výkony, které by její realizace vyvolala na další trase linky 1, tedy v úseku (Mendlovo náměstí –) Hlavní nádraží – Řečkovice.

Tabulka 1: Porovnání vybraných parametrů navržených variant

varianta	ujeté km za hodinu	průměrný interval Ečerova
současný stav	256,8	5,00 min
1	256,8	5,00 min
2	268,8	3,33 min
3	385,2	3,33 min
4	256,8	5,00 min

Zdroj: Autor

Úkolem bakalářské práce je navrhnout variantu, která bude mít při zachování odpovídající nabídky spojů a jejich kapacity za důsledek co nejnižší nárůst nákladů. Z tohoto pohledu se tedy jako zcela nevhodná jeví varianta 3 (kapitola 5.3), která by měla za důsledek nepřiměřený

nárůst výkonů, přičemž by nabídka kapacity jednotlivých spojů s přihlédnutím k průměrnému intervalu výrazně převyšovala očekávanou poptávku cestujících.

Naopak nejvýhodnější jsou při pohledu do tabulky varianty 1 a 4, kde dochází k zachování ujetých kilometrů i k zachování průměrného intervalu mezi spoji.

Hlavní výhodou varianty 1 (kapitola 5.1) je zachování intervalu mezi jednotlivými spoji na hodnotě 5 minut, bude tedy možné snadno navázat na stávající jízdní řád na další trase linky 1. Naopak nevýhodou je nerovnoměrný interval v koncovém úseku Zoologická zahrada – Ečerova, kde je mezi spoji linek 1 a E1 rozstup střídavě 2 a 8 minut.

Varianta 4 (kapitola 5.4) umožní při zachování ujetých kilometrů rovnoměrnější intervalovou nabídku v koncovém úseku v Bystrci, a to

- buď zavedením expresních spojů v úseku (Hlavní nádraží –) Mendlovo náměstí – Ečerova navíc,
- nebo převedením části stávajících spojů linky 1 na linku E1 s tím, že v úseku Mendlovo náměstí – Ečerova budou zavedeny navazující zastávkové spoje.

Nevýhodou této varianty však je interval 7,5 minuty v zastávce Mendlovo náměstí, čímž vznikne nevyhovující stav na další trase linky 1. V případě zachování tohoto intervalu v celé trase (Mendlovo náměstí –) Hlavní nádraží – Řečkovice by nedostačovala nabízená kapacita, v případě vložení spojů navíc by naopak vznikl průměrný interval 3,75 minuty, což by si vyžádalo další náklady na ujeté kilometry, počet vozidel v oběhu a v neposlední řadě na provozní personál.

Částečnou kompenzaci nevýhod obou variant nabízí varianta 2 (kapitola 5.2), při jejíž realizaci za cenu mírného navýšení výkonů (počet ujetých kilometrů za jednu hodinu provozu dle navrženého schématu naroste z 256,8 km na 268,8 km, tedy o 12 km) dojde k rovnoměrnějšímu rozložení spojů v čase v koncovém úseku Zoologická zahrada – Ečerova a přitom zůstane zachován pětiminutový interval jednotlivých spojů linek 1 a E1 v zastávce Mendlovo náměstí, s nímž je možné bez problému dále pracovat.

Na základě uvedeného shrnutí autor doporučuje k případné realizaci buď variantu 1, nebo, pokud by převážil zájem o zachování pravidelného intervalu, by bylo za cenu mírného zvýšení nákladů možné realizovat variantu 2. Tyto varianty proto budou blíže rozpracovány v kapitole 6.

6 NÁVRH A VYHODNOCENÍ ZVOLENÉ VARIANTY

Na základě shrnutí a vyhodnocení navržených variant řešení zvolené problematiky doporučuje autor k realizaci variantu 1 dle kapitoly 5.1, při níž dojde k převedení části spojů stávající linky 1 na uvažovanou linku E1, případně variantu 2 dle kapitoly 5.2, která dílčím způsobem řeší nedostatky varianty předcházející.

V této kapitole bude navržen rámcový grafikon, který bude vycházet ze současné časové polohy jednotlivých spojů na dotčených linkách. Dále bude nastíněna problematika předjíždění zastávkových spojů spoji expresními včetně organizace provozu v navržené výhybně.

6.1 Návrh grafikonu pro zvolenou variantu

Při návrhu grafikonu pro variantu 1 vycházel autor ze současného provozního stavu. Návrh uvažuje s provozním modelem pro denní dobu pracovních dnů, nejsou tedy zahrnuta denní období s kratším (ranní špička) ani delším (brzké ranní a pozdní večerní hodiny) intervalem, stejně tak není brán v potaz provoz o víkendu.

Sledované provozní období v současném stavu linky 1 (jízdni řád platný k 15. 12. 2019, viz Příloha D) charakterizuje zejména

- interval mezi spoji 5 minut,
- časové polohy spojů (odjezd z Mendlova náměstí směr Bystrc v 0., 5., 10. atd. minutu v každé hodině, odjezd z Ečerovy směr Mendlovo náměstí v 2., 7., 12. atd. minutu),
- nasazování souprav VarioLF2 + VarioLF o celkové kapacitě 265 cestujících, případně souprav 3×T6A5 o celkové kapacitě 351 cestujících.

Návrh grafikonu je uveden v Příloze B.

Grafikon počítá ve směru do Bystrce s vedením spojů s odjezdem v 0., 10., 20. atd. minutu jako zastávkových, tedy se stávajícím označením linky 1 v současné trase (v grafikonu tenkou souvislou čarou), spoje s odjezdem v 5., 15., 25. atd. minutu pak jsou navrženy jako expresní s uvažovaným označením linky E1 (v grafikonu tlustou souvislou čarou). Tyto spoje v úseku Mendlovo náměstí – Ečerova zastavují pouze na zastávkách Mendlovo náměstí, Písárky, Vozovna Komín, Zoologická zahrada, Kubíčková, Ondrouškova a Ečerova, projíždějí tedy zastávky Výstaviště - hlavní vstup, Výstaviště - vstup G2, Lipová, Bráfova, Stránského, Svratecká, Branka, Podlesí, Kamenolom a Přístaviště.

Ve směru do centra města pak jsou jako zastávkové vedeny spoje s odjezdem v 0., 10., 20. atd. minutu z Ečerovy, těmto zůstává označení linky 1, a jako expresní jsou zkonstruovány

spoje s odjezdem ve 2., 12., 22. atd. minutu z Ečerovy (označení linky E1). Časová poloha těchto spojů je navržena tak, aby na Mendlově náměstí vytvořily při další jízdě po trase shodné s linkou 1 pravidelný proklad s intervalem 5 minut. Z Ečerovy tedy spoje linky E1 odjíždějí o 7 minut později, než původní spoje linky 1. Na trase obsluhují a vynechávají stejné zastávky jako v opačném směru.

Kalkulace jízdních dob vychází, jak bylo uvedeno již v úvodu kapitoly 5, z chronometrážních tabulek uvedených v Příloze A. Pro zastávkové spoje linky 1 přitom byly ponechány jízdní doby dle sloupce JD1 (denní doba pracovních dnů), expresní spoje linky E1 jsou pak konstruovány dle jízdních dob uvedených ve sloupci JD7, který v současném stavu odpovídá jízdnímu řádu spojů jedoucích režijně (bez cestujících), a to po drobných korekcích s ohledem na vzdálenosti mezi zastávkami a na čas potřebný na brzdění a rozjezd v těch zastávkách, v nichž tyto spoje zastavují.

Součástí grafikonu jsou také zastávkové spoje linek 3 a 11 (znázorněny přerušovanou čarou), jež jsou vedeny v úseku Vozovna Komín – Přístaviště v souběhu s linkami 1 a E1². S ohledem na časovou polohu spojů linky E1 nebylo nutné původní časové polohy spojů linek 3 a 11 nijak upravovat.

V Příloze C je zpracována ukázka tabulkového jízdního řádu. Vzhledem k tomu, že se jízdní řád periodicky opakuje, byl pro názornost zahrnut pouze vybraný časový úsek s tím, že jsou uvedeny tři po sobě následující spoje na každé lince.

Z návrhu je patrné, že k dostižení spoje linky 1 spojem linky E1 dochází v obou směrech v zastávce Branka. Tato skutečnost se vzhledem k místním poměrům jeví jako výhodná, je zde totiž dostatek místa k vybudování uvažované výhybny. Problematikou výhybny se bude podrobněji zabývat kapitola 6.3.

Výhodou varianty 1 je zachování kilometrických výkonů tramvají na všech dotčených linkách. Za nevyhovující lze však považovat stav, kdy interval spojů linek 1 a E1 na odjezdu i příjezdu do zastávky Ečerova činí střídavě 2 a 8 minut³. Proto je blíže rozpracována i druhá varianta, která uvedený nedostatek za cenu mírného navýšení vozidlových i personálních výkonů řeší.

² Pro účely této práce autor pomíjí fakt, že linka 11 je v období přepravního sedla ukončena ve smyčce Komín. Při návrhu grafikonu je tak počítáno s provozem linek 3 i 11 v souběhu s linkami 1 a E1 v úseku Vozovna Komín – Přístaviště.

³ Tento údaj pochopitelně platí i pro nácestné zastávky Ondrouškova a Kubíčková, jež jsou obsluhovány všemi spoji včetně spojů linky E1.

6.2 Návrh grafikonu pro rozšířenou variantu

Varianta 2 počítá s návrhem prodloužení vybraných spojů linek 3 nebo 11 do smyčky Ečerova. Hlavní motivací pro toto řešení je zajištění rovnoměrnějšího časového rozložení odjezdů jednotlivých spojů v úseku Kubíčkova – Ečerova. Přidanou hodnotou je pak rozšíření směrové nabídky z těchto zastávek.

Návrh grafikonu pro tuto variantu je uveden v Příloze B, ukázka tabulkového jízdního řádu je zpracována v Příloze C. Vzhledem ke zvoleným časovým polohám linky E1 se při konstrukci jako nejvýhodnější ukázala varianta prodloužení pouze spojů linky 11, a to ve směru na Ečerovu i z Ečerovy. V případě, že by se po další analýze poptávky cestujících ve vztahu k budoucí směrové nabídce ukázala jako vhodnější varianta prodloužení linky 3, bylo by možné bez dalších důsledků grafikon linek 1 a E1 v obou směrech posunout o 5 minut.

Výsledkem této varianty jsou odjezdy jednotlivých spojů z výchozí zastávky Ečerova v 0., 2., 7., 10., 12., 17. atd. minutu. Spoj linek 1, E1 a 11 tak tvoří průměrný interval 3,33 minuty, přičemž maximální interval mezi jednotlivými spoji je 5 minut, což je i hodnota původního intervalu linky 1. Za cenu prodloužení spojů linky 11 tak vzniká podstatně přijatelnější stav, než je uvedeno ve variantě 1 (zde činí maximální interval mezi spoji 8 minut).

6.3 Návrh výhybny pro předjíždění zastávkových spojů spoji expresními

Jak již bylo naznačeno v kapitole 6.1, z hlediska konstrukce grafikonu by bylo ideální vybudovat výhybnu pro předjíždění spojů linek 1 a E1 v současné zastávce Branka, a to pro oba směry jízdy. Není účelem této práce navrhnout přesné rozmístění kolejí a nástupišť, ve stručnosti je však možné vyhodnotit tuto situaci jako příznivou, neboť prostorové poměry v dané lokalitě umožňují bez větších zásahů do okolí takovou výhybnu vybudovat⁴.

Výhybna přitom může být koncipována jako

- **čtyřkolejná** se dvěma kolejemi pro každý směr jízdy – spoj linky 1 vždy pojedou do odbočky a zastaví na vedlejší koleji, zatímco spoj linky E1 jej bez zastavení předjíždí po přímé koleji;

⁴ Přímo v úrovni zastávky Branka se nacházejí dva rodinné domy (Branka 83 a 85) a dále zde vzniká nová zastávka, což je patrné z Obrázku 7. V případě, že by vzhledem k prostorovým poměrům nebylo možné realizovat výhybnu přímo v místě současných zastávek, bylo by možné zastávku posunout buď blíže k Bystrci, kde se již obytná zastávka v bezprostřední blízkosti tramvajové tratě nenachází, nebo blíže k centru, pak však pravděpodobně bylo nutné přeložit spojovací komunikaci mezi ulicemi Branka a Kníničská (včetně přejezdu přes tramvajovou trať).

- **tříkolejná** s prostřední kolejí pojížděnou v obou směrech podobně, jako je tomu u stávající zastávky Výstaviště - hlavní vstup.

Existuje také několik variant, co se týče umístění nástupišť u jednotlivých kolejí. V případě čtyřkolejné výhybny mohou být nástupištěm vybaveny pouze koleje v odbočce. Takové řešení je méně prostorově náročné, je však pak nezbytné, aby do odbočky zajížděly také zastávkové spoje, které jiným spojem předjížděny nejsou. Pokud by byly nástupištěm vybaveny všechny čtyři koleje, byla by organizace provozu jednodušší, nevýhodou by však byla zvýšená prostorová náročnost a zhoršené podmínky pro bezpečný pohyb cestujících (v místech přechodů přes krajní koleje by vznikla potenciálně nebezpečná místa se zvýšeným rizikem střetu tramvaje s případným chodcem).



Obrázek 7: Současná podoba zastávky Branka

Zdroj: Autor

Pokud by byla vybudována výhybna tříkolejná, opět by mohla nastat varianta s nástupišti u krajních kolejí, nebo s nástupišti u kolejí všech (u prostřední koleje na obou stranách), přičemž výhody a nevýhody daného řešení jsou velmi podobné výhybně čtyřkolejné. Bylo by zde navíc nutné vyřešit, která kolej bude přímá a která odbočná. Tříkolejná výhybna by však umožnila úsporu využití plochy.

Grafikon navrhovaný v této práci umožňuje provoz i s využitím výhybny tříkolejné, k předjíždění dochází vždy ve 3., 13., 23. atd. minutu ve směru do Bystřce a v 8., 18., 28. atd. minutu ve

směru do centra. Pokud by však v reálném provozu došlo k nepředpokládané nepravidelnosti a vzniku zpoždění, mohlo by dojít ke sjetí dvou tramvajových vlaků v každém směru, přičemž by tramvaje v jednom směru musely vyčkat na předjetí tramvají ve směru opačném.

Z tohoto důvodu se autor kloní k variantě vybudování čtyřkolejné výhybny, která i přes vyšší vstupní náklady umožní nezávislý provoz v jednom i druhém směru.

Vzhledem k tomu, že by výhybna byla budována jako zcela nová stavba, navrhuje autor použití rychlostních výhybek, které by přispěly k plynulosti provozu. Pokud by například jízda do odbočky byla dovolena rychlostí $30 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, což je pro spoj zastavující u bezprostředně následujícího nástupiště dostačující, a v přímém směru rychlostí $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, došlo by k výrazné úspoře času potřebného na předjetí dvou spojů. Za předpokladu průjezdu rychlostí $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ by samozřejmě musela být odpovídajícím způsobem zajištěna bezpečnost cestujících, například zábradlím oddělujícím jednotlivé koleje a signalizačním zařízením na úrovňovém přechodu pro chodce.

Co se týče zabezpečení jízdy jednotlivých tramvajových vlaků, autor předpokládá funkci automatizovaného řídicího systému, který by na základě bezkontaktní identifikace příjíždějícího vozidla samočinně stavěl vlakovou cestu dle platného grafikonu. V případě mimořádné situace, při níž by bylo buď nutné zajistit mimořádné předjetí vlaků, nebo naopak plánované předjíždění nerealizovat, by do činnosti řídicího systému mohl zasáhnout dispečer.

6.4 Shrnutí a vyhodnocení kapitol 6.1–6.3

V kapitolách 6.1 a 6.2 jsou podrobněji rozpracovány navržené varianty řešení rychlé kolejové dopravy mezi centrem města a sídlištěm Bystrc. Součástí návrhu je rámcový grafikon, který na časovém úseku jedné hodiny přehledně zobrazuje uvažovanou organizaci provozu.

Na základě zjištěných poznatků navrhuje autor k realizaci variantu 2, která i za cenu mírného navýšení výkonů přinese v porovnání s variantou první užitek v podobě zachování příznivého intervalu i v koncovém úseku sledované trati.

Kapitola 6.3 pojednává o umístění a parametrech uvažované výhybny pro předjíždění zastávkových a expresních spojů. Na základě konstrukce grafikonu bylo zvoleno umístění v zastávce Branka, a to pro směr do Bystrce i pro směr do centra. Z uvedených variant autor doporučuje k realizaci výhybnu čtyřkolejnou, se dvěma kolejemi pro každý směr jízdy. Při použití rychlostních výhybek by bylo možné vybudovat nástupiště pouze u krajních kolejí, což by znamenalo úsporu zastavěného území. Do odbočky by tak bez ohledu na případné předjíždění vjížděly všechny spoje linek 1, 3 a 11, po přímé koleji bez nástupiště by pak bez zastavení projížděly spoje linky E1 a případné vlaky bez přepravy cestujících (služební jízdy, zkušební jízdy apod.).

7 ZHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ PROVOZU V NAVAZUJÍCÍM ÚSEKU MENDLOVO NÁMĚSTÍ – HLAVNÍ NÁDRAŽÍ

V této kapitole bude zhodnoceno, zda je vhodné vynechat i další zastávky v úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží. Zde je ale již trať vedena v uličním prostoru a není tedy možné dosáhnout vyšší povolené rychlosti, než $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (s ohledem na Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích). Navíc zde již je třeba brát ohled na provoz dalších tramvajových linek s přihlédnutím ke kapacitě stávající infrastruktury a rovněž ke kapacitě křižovatek řízených světelným signalizačním zařízením.

V neposlední řadě je nutné vyřešit, kam bude tramvaj uvažované linky E1 od hlavního nádraží pokračovat. Nabízí se tři základní varianty:

- tramvaje expresní linky budou pokračovat po běžné trase linky 1 do Řečkovic,
- expresní linka bude ukončena na vhodném místě v centru města,
- tramvaje budou v centru města přejíždět na jinou vhodnou linku vedenou do jiné lokality.

Pro odlišení od variant organizace provozu na trati do Bystree popsanych v kapitole 5 jsou varianty popisující provoz od zastávky Hlavní nádraží označeny písmeny.

7.1 Provoz v úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží

Měl-li by být expresní charakter linky E1 zachován i v navazujícím úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží, mohlo by dojít k vynechání nácestných zastávek Václavská a Hybešova. Zde by však již vzhledem k vedení trati v uličním profilu nebylo možné převzít jízdní doby ze současných chronometrážních tabulek; příslušný sloupec JD7, ježž autor využil výše v kapitolách 5 a 6, je kalkulován pro provoz v nočních hodinách, tedy pro stav s minimálním provozem nekolejové dopravy a při vypnutém světelném signalizačním zařízení na křižovatkách po trase. Vzhledem k souběžnému provozu s linkou 2 v kombinaci s faktory uvedenými výše by tak nedošlo téměř k žádné úspoře času a v případě alespoň minimálního posunu časové polohy spojů by navíc došlo k nežádoucí nepravidelnosti intervalu na jednom nebo druhém konci zmíněného úseku.

Jako nejvhodnější řešení se proto i v souladu s faktory uvedenými v úvodu kapitoly 7 jeví ponechat linky 1, E1 a 2 ve svazku s obsluhou obou zmíněných zastávek i linkou E1.

7.2 Varianta A – linka E1 s pokračováním po stávající trase linky 1

Toto řešení je vhodné v případě, že v úseku Ečerova – Mendlovo náměstí dojde k náhradě části spojů linky 1 uvažovanou linkou E1. To odpovídá variantám 1, 2 a částečně variantě 4, jež byly popsány v kapitole 5.

Varianta přináší několik výhod. Především zůstane zachován pravidelný interval na trase Mendlovo náměstí – Řečkovice. Díky tomu se nezmění ani kilometrické výkony vozidel a náklady na provozní personál.

Nevýhoda může spočívat v určitém znepráhlednění linkového vedení pro cestující, kdy mohou nastat dvě situace:

- Linka E1 bude vedena v celé trase Ečerova – Řečkovice pod uvedeným označením, přičemž v úseku Mendlovo náměstí – Řečkovice bude obsluhovat stejné zastávky se stejnými jízdními dobami jako linka 1.
- Linka E1 bude mít jako konečnou zastávku Mendlovo náměstí (případně Hlavní nádraží), odkud bude bez nutnosti výstupu cestujících pokračovat jako spoj běžné linky 1 do Řečkovic; v opačném směru budou analogicky vybrané spoje linky 1 ukončeny v zastávce Hlavní nádraží (Mendlovo náměstí), odkud budou pokračovat jako linka E1 do Bystrce.

Je otázkou, který z uvedených systémů by působil méně matoucím dojmem na cestující. Autor se kloní k názoru, že přehlednější bude označení celé linky v trase Ečerova – Řečkovice jednotně, v této práci tedy navrženou kombinací písmena a číslice E1.⁵

7.3 Varianta B – linka E1 s ukončením v centru města

Tato varianta by byla vhodná

- buď v případě, že by spoje linky E1 byly zavedeny navíc ke stávající lince 1,
- nebo v případě, že by bylo z provozních důvodů (např. vzhledem k nasazovaným typům vozidel) třeba ukončit linku E1 v centru města a odpovídající interval na zbývající

⁵ Tento názor plyne zejména ze zkušeností autora z některých výluk v minulosti, při nichž docházelo ke změně čísla linky bez nutnosti výstupu cestujících v některé z významných zastávek v centru města. Na cestujícího pak může působit matoucím dojmem, že nastoupil do dopravního prostředku na jedné lince, zatímco při výstupu jede vozidlo po lince jiné, a to i přesto, že je již standardem na změnu čísla linky upozorňovat pomocí vnějšího i vnitřního informačního systému vozidla.

části trasy do Řečkovic zajistit jiným způsobem (buď vloženými spoji, nebo případným přetrasováním jiné linky).

Toto řešení by bylo zapotřebí zvážit v situaci, kdy by byl provoz organizován podle varianty 3, nebo částečně podle varianty 4 dle popisu v kapitole 5. V současné době se však vzhledem k několika faktorům jeví jako nevýhodné. Především je to absence vhodného místa pro trvalé ukončení pravidelné linky. Protože většina cest z oblasti Bystrce a Komína končí v centru města, zejména v zastávce Hlavní nádraží, je nutné počítat s ukončením až za touto zastávkou. V teoretické rovině by mohla v úvahu přicházet následující řešení:

- Nejblíže smyčka se nachází na Malinovského náměstí, zde by však s ukončením linky E1 mohlo vzhledem k souběžnému provozu dalších linek (linky 2, 4 a 11) dojít k přetížení stávající infrastruktury. Navíc je zde velmi omezená možnost pro naplánování vyrovnávacích časů. Linka E1 by také odjížděla ve směru do Bystrce z jiné zastávky, než linka 1, což je v brněnských podmínkách nežádoucí stav.
- Před zahájením stavby přeložky tramvajové tratě z ulice Dorných do ulice Plotní by také přicházela v úvahu smyčka Zvonařka, v souvislosti s uvedenou stavbou však došlo k jejímu trvalému zrušení.
- Další možností by bylo ukončení linky E1 okruhem ulicemi Masarykova, Rašínova, Rooseveltova a Benešova. Výhodou tohoto řešení by bylo sjednocení odjezdových zastávek ve směru do Bystrce, došlo by však k nežádoucímu nárůstu ujetých kilometrů a nadbytečnému zahuštění dopravy v historickém jádru města.

Z uvedeného je zřejmé, že ukončení uvažované linky E1 v oblasti centra města je velmi obtížně realizovatelné a v důsledku by mohlo přinést i komplikované situace v dopravě.

7.4 Varianta C – linka E1 s pokračováním po trase jiné linky

Varianta počítá s pokračováním linky E1 po jiné trase, než stávající linka 1. Od hlavního nádraží by to přitom bylo možné do následujících směrů:

- **Směr Komárov** – po dokončení rekonstrukce a přeložky tramvajové tratě do ulice Plotní by se nabízela možnost kapacitního spojení s oblastí Komárova, kde jsou ukončeny vybrané autobusové linky a dochází zde k přestupu na tramvaje. Vzhledem k tomu, že se v blízkosti smyčky nachází také parkoviště pro osobní vozidla, lze po obnovení provozu tramvají a zrušení nebo omezení provozu souběžných

autobusových linek, jež v současné době fungují jako náhradní doprava, předpokládat návrat velkého počtu cestujících.

- **Směr Líšeň / Juliánov** – zavedení kapacitních souprav by zcela jistě přispělo ke kvalitě dopravní obslužnosti sídlišť v Líšni a na Vinohradech, líšeňská trať je však jako jediná zakončena úvratí a ukončení uvažovaných souprav tramvají VarioLF2 + VarioLF zde tak není možné; vedení do Juliánova se jeví jako neperspektivní, poptávka po přepravě je zde odpovídajícím způsobem pokryta provozem méně kapacitních souprav.
- **Směr Stará osada / Štefánikova čtvrť / Lesná** – i zde je možné současný stav hodnotit jako vyhovující a náhrada některé z linek linkou E1 zajišťovanou kapacitnějšími vozidly tak není nutná.

Všechny představené možnosti mají společnou nevýhodu, a to nutnost zásahu do dalšího linkového vedení. Autor se domnívá, že v současnosti se vedení tramvajových linek, jejich interval a kapacita nasazovaných vozidel blíží optimálnímu stavu a nepovažuje za potřebné ani vhodné do tohoto stavu zásadním způsobem zasahovat.

Pokud by přesto mělo dojít k výběru nejvhodnějšího z těchto řešení, jako nejlepší se jeví vedení expresní linky do smyčky Komárov. Pak by však muselo dojít k úpravě jízdního řádu, případně vedení linky 12. Řešení tohoto problému však přesahuje rozsah této práce.

7.5 Shrnutí a vyhodnocení kapitol 7.1–7.4

Na základě skutečností zjištěných a vyhodnocených v kapitolách 7.1–7.4 je možné navrhovanou variantu organizace v úseku navazujícím na trať Ečerova – Mendlovo náměstí shrnout do následujících bodů:

- v úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží bude linka E1 obsluhovat všechny zastávky shodně s linkou 1,
- od zastávky Hlavní nádraží považuje autor za nejvhodnější variantu vedení linky E1 po trase a zastávkách linky 1 s tím, že s touto linkou pojedou v pravidelném intervalovém prokladu.

Po dohodě s vedoucím bakalářské práce se upustilo od ekonomického zhodnocení z důvodu překročení stanoveného rozsahu práce a obtížného získávání dat ekonomické povahy.

ZÁVĚR

Bakalářská práce se v první části zabývá obecnou charakteristikou systému veřejné dopravy v Brně s důrazem na tramvajový subsystém a popisem infrastruktury tohoto subsystému. Dále se věnuje charakteristice rychlé městské, resp. příměstské dopravy v městských aglomeracích, a to jak obecně, tak na konkrétních příkladech z České republiky i ze zahraničí. Ve vztahu k řešené problematice je pak provedena analýza současného stavu a pojmenovány cíle, jež má tato práce řešit.

Druhá část představuje návrhy řešení organizace provozu expresních tramvajových spojů na zvolené trati Mendlovo náměstí – Ečerova a vybrané varianty řešení dále rozpracovává. Samostatná kapitola je také věnována problematice organizace dopravy v navazujícím úseku Mendlovo náměstí – Hlavní nádraží s případným pokračováním spojů expresní linky do dalších lokalit.

Na konci každé kapitoly v návrhové části práce je zařazeno shrnutí a vyhodnocení získaných poznatků. Na základě těchto poznatků pak autor navrhuje tu variantu řešení, která se jeví jako nejpříznivější s ohledem na stanovený cíl práce.

Autor se domnívá, že cíl stanovený v úvodu práce byl splněn. Rozhodně však jde pouze o dílčí řešení celé problematiky rychlé městské dopravy ve městě Brně a tato problematika nabízí širokou škálu oblastí k další analýze a k dalšímu vývoji.

SEZNAM ZDROJŮ A POUŽITÉ LITERATURY

- (1) Dopravní podnik města Brna [online]. Brno: Dopravní podnik města Brna [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <https://www.dpmb.cz>
- (2) DRDLA, Pavel. *Osobní doprava regionálního a nadregionálního významu*. Vydání: 2. upravené. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, [2018]. ISBN 978-80-7560-189-6.
- (3) *Výroční zpráva 2018*. Dopravní podnik města Brna, 2019.
- (4) SMĚRNICE D01r6. *Organizování městské hromadné dopravy*. Dopravní podnik města Brna, vyd. 13. 1. 2017, účinnost od 1. 2. 2017.
- (5) SMĚRNICE T08r5. *Technické podmínky pro provoz a údržbu tramvajových tratí DPMB*. Dopravní podnik města Brna, vyd. 15. 12. 2018, účinnost od 1. 1. 2019.
- (6) SMĚRNICE T09r0. *Technické podmínky pro výstavbu a rekonstrukce tramvajových tratí DPMB*. Dopravní podnik města Brna, vyd. 15. 12. 2018, účinnost od 1. 1. 2019.
- (7) *Dopravní podnik Ostrava* [online]. Ostrava: Dopravní podnik Ostrava, 2019 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://www.dpo.cz>
- (8) História rýchlodráhy. *Imhd.sk* [online]. Bratislava: mhd.sk, 2020, 28. 12. 2014 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://imhd.sk/ke/doc/sk/14113/Historia-rychlodrahy>
- (9) Cestovné poriadky. *Dopravný podnik mesta Košice* [online]. Košice: Dopravný podnik mesta Košice, 2016, 1. 1. 2020 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://www.dpmk.sk/cp>
- (10) Meziměstská tramvajová dráha Vídeň - Baden. *Společnost pro veřejnou dopravu* [online]. Plzeň: Společnost pro veřejnou dopravu, 2012, 7. 4. 2011 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <http://www.spvd.cz/index.php/rakousko/wien/tramvaj-do-badenu>
- (11) Fahrplan Badner Bahn. *Wiener Lokalbahnen* [online]. Wien: Wiener Lokalbahnen, 2020, 15. 12. 2019 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <http://www.wlb.at/eportal3/ep/channelView.do/pageTypeId/71526/channelId/-49911>
- (12) Blíží se konec tramvají SGP na trati Vídeň – Baden. *Československý dopravák* [online]. Ostrava: MH development, 2017, 25. 11. 2018 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <http://www.cs-dopravak.cz/zpravy/2018/11/25/bl-se-konec-tramvaj-sgp-na-trati-vde-baden>
- (13) Chemnitz. *Zastávka* [online]. Praha: Filip Drápal, 2020, 07/2017 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <http://www.zastavka.net/fd-svet/chemnitz17.phtml>
- (14) Chemnitz spustilo provoz na 3 nových linkách vlakotramvaje. *Československý dopravák* [online]. Ostrava: MH development, 2017, 13. 10. 2016 [cit. 2020-01-01].

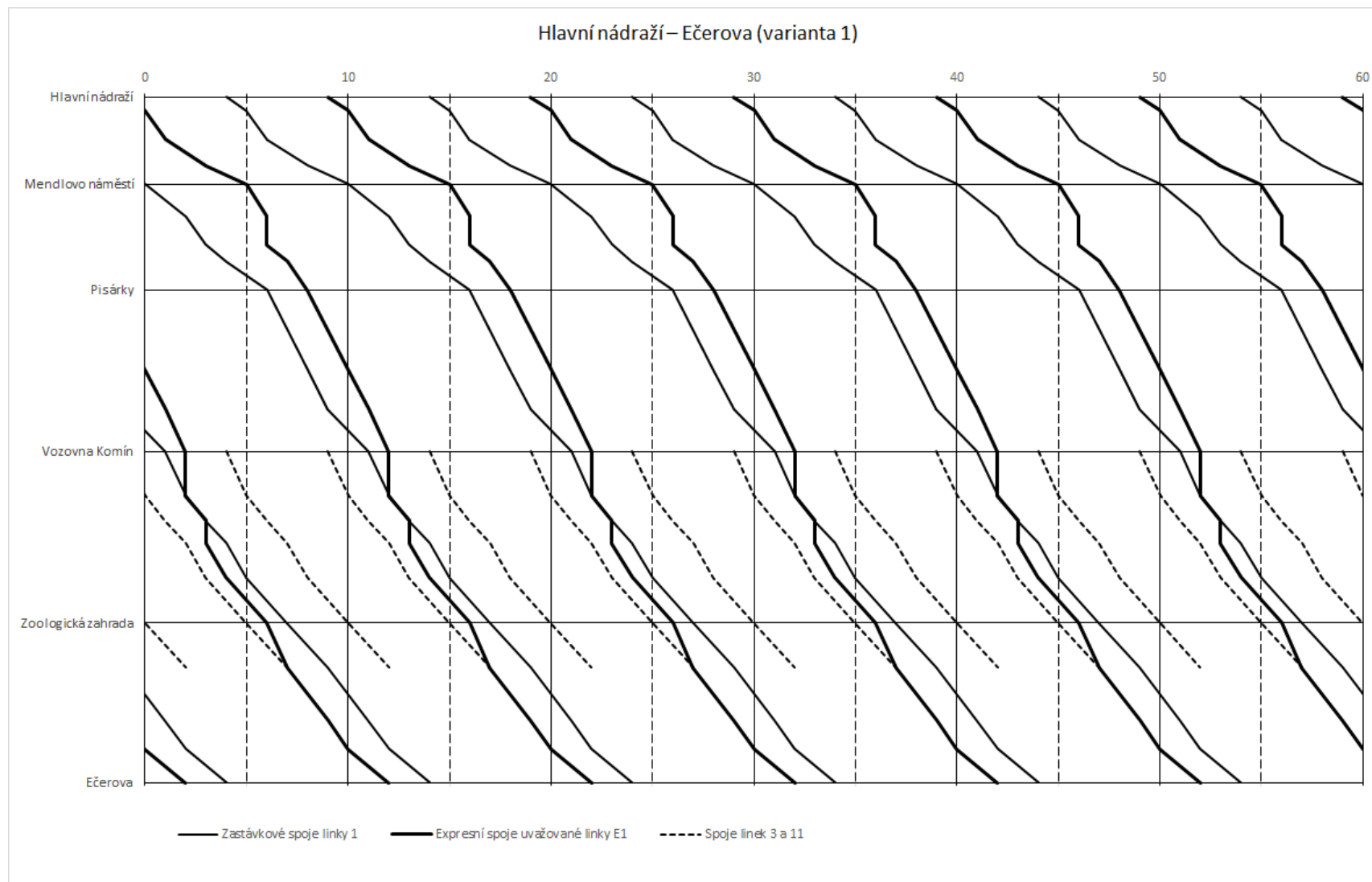
Dostupné z: <http://www.cs-dopravak.cz/zpravy/2016/10/13/chemnitz-spustilo-provoz-na-3-novch-linkch-tram-trainu>

- (15) *Würzburger Straßenbahn* [online]. André Werske [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://www.wuerzburger-strassenbahn.info>
- (16) *WVV* [online]. Würzburg: Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH, 2011 [cit. 2020-01-01]. Dostupné z: <https://www.wvv.de>
- (17) Interní materiály DPMB, a. s.

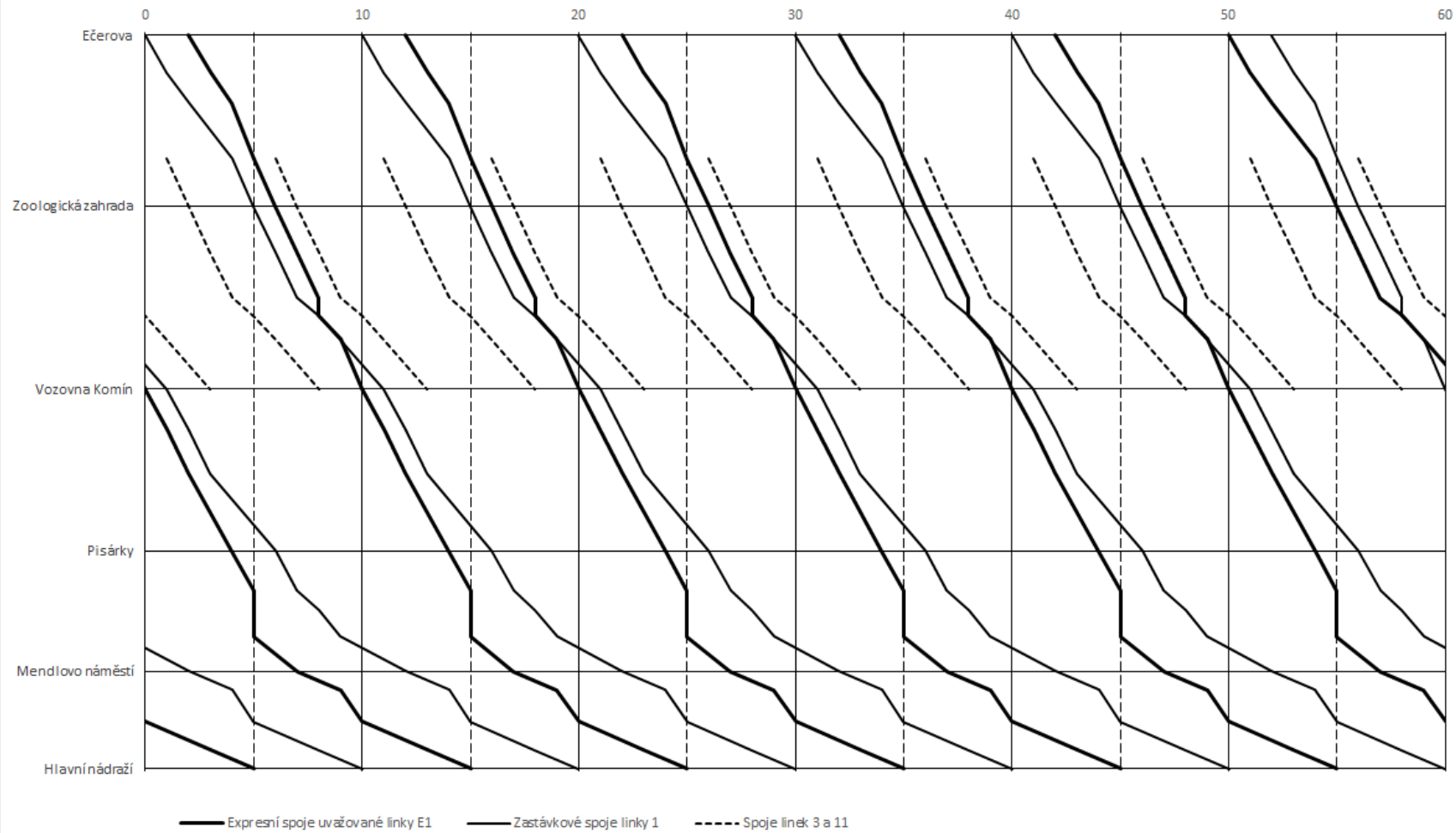
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Chronometrážní tabulky linky 1	46
Příloha B: Rámcové návrhy grafikonů na trati Mendlovo náměstí – Ečerova	47
Příloha C: Tabulkové jízdní řády pro navržené varianty	51
Příloha D: Současné jízdní řády linky 1	53

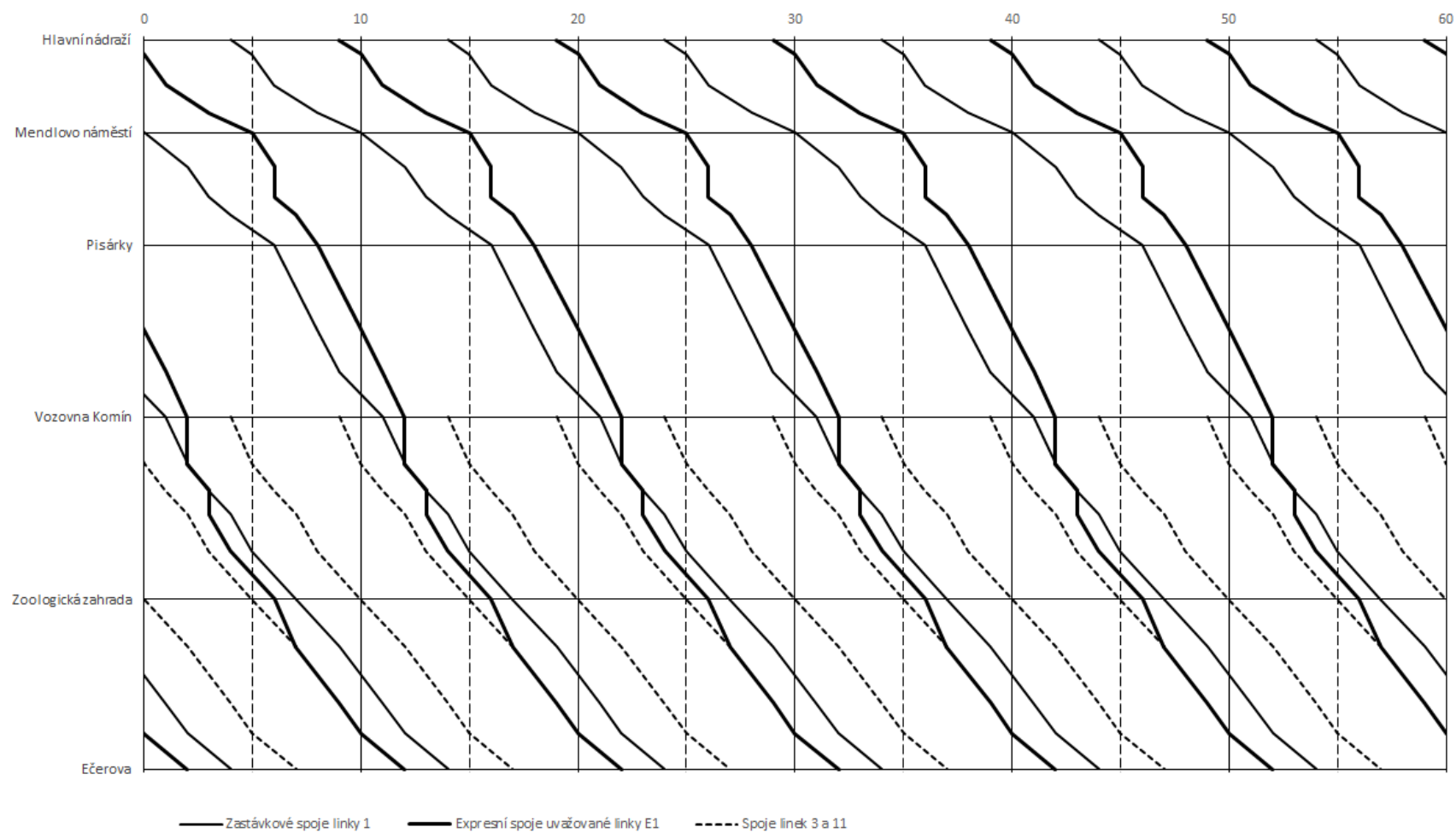
Příloha B: Rámcové návrhy grafikonů na trati Mendlovo náměstí – Ečerova



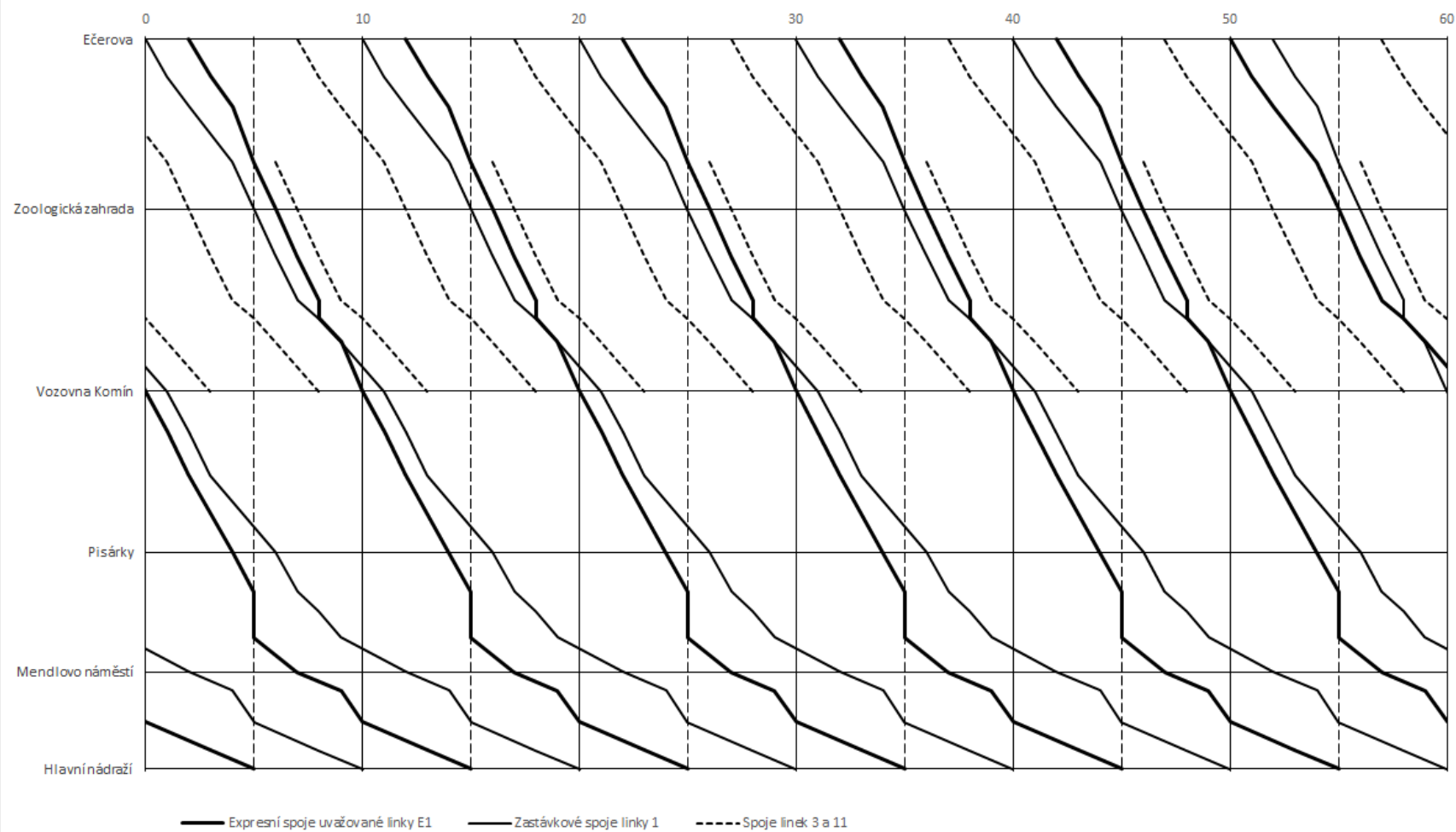
Ečerova – Hlavní nádraží (varianta 1)



Hlavní nádraží – Ečerova (varianta 2)



Ečerova – Hlavní nádraží (varianta 2)



Zdroj: Autor

Příloha C: Tabulkové jízdní řády pro navržené varianty

Varianta 1	Linka	1	E1	1	11	3	1	E1	1	11	3	1	E1	1	11	3
Hlavní nádraží		10:04	10:09				10:14	10:19				10:24	10:29			
Nové sady		10:05	10:10				10:15	10:20				10:25	10:30			
Hybešova		10:06	10:11				10:16	10:21				10:26	10:31			
Václavská		10:08	10:13				10:18	10:23				10:28	10:33			
Mendlovo náměstí		10:10	10:15				10:20	10:25				10:30	10:35			
Výstaviště - hlavní vstup		10:12					10:22					10:32				
Výstaviště - vstup G2		10:13					10:23					10:33				
Lipová		10:14					10:24					10:34				
Pisárky		10:16	10:18				10:26	10:28				10:36	10:38			
Bráfova		10:18					10:28					10:38				
Stránského		10:19					10:29					10:39				
Vozovna Komin		10:21	10:22		10:24	10:29	10:31	10:32		10:34	10:39	10:41	10:42		10:44	10:49
Svratecká		10:22		↔	10:25	10:30	10:32		↔	10:35	10:40	10:42		↔	10:45	10:50
Branka		10:23		10:23	10:26	10:31	10:33		10:33	10:36	10:41	10:43		10:43	10:46	10:51
Podlesí		L		10:24	10:27	10:32	L		10:34	10:37	10:42	L		10:44	10:47	10:52
Kamenolom				10:25	10:28	10:33			10:35	10:38	10:43			10:45	10:48	10:53
Zoologická zahrada			10:26	10:27	10:30	10:35		10:36	10:37	10:40	10:45		10:46	10:47	10:50	10:55
Přístaviště				10:29	10:32	10:37			10:39	10:42	10:47			10:49	10:52	10:57
Kubičkova			10:29	10:31				10:39	10:41				10:49	10:51		
Ondrouškova			10:30	10:32				10:40	10:42				10:50	10:52		
Ečerova			10:32	10:34				10:42	10:44				10:52	10:54		



Linka	1	E1	1	3	11	1	E1	1	3	11	1	E1	1	3	11
Ečerova	10:00	10:02				10:10	10:12				10:20	10:22			
Ondrouškova	10:01	10:03				10:11	10:13				10:21	10:23			
Kubičkova	10:02	10:04				10:12	10:14				10:22	10:24			
Přístaviště	10:04			10:06	10:11	10:14			10:16	10:21	10:24			10:26	10:31
Zoologická zahrada	10:05	10:06		10:07	10:12	10:15	10:16		10:17	10:22	10:25	10:26		10:27	10:32
Kamenolom	10:06			10:08	10:13	10:16			10:18	10:23	10:26			10:28	10:33
Podlesí	10:07		↔	10:09	10:14	10:17		↔	10:19	10:24	10:27		↔	10:29	10:34
Branka	10:08		10:08	10:10	10:15	10:18		10:18	10:20	10:25	10:28		10:28	10:30	10:35
Svratecká	L		10:09	10:11	10:16	L		10:19	10:21	10:26	L		10:29	10:31	10:36
Vozovna Komin		10:10	10:11	10:13	10:18		10:20	10:21	10:23	10:28		10:30	10:31	10:33	10:38
Stránského			10:12					10:22					10:32		
Bráfova			10:13					10:23					10:33		
Pisárky		10:14	10:16				10:24	10:26				10:34	10:36		
Lipová			10:17					10:27					10:37		
Výstaviště - vstup G2			10:18					10:28					10:38		
Výstaviště - hlavní vstup			10:19					10:29					10:39		
Mendlovo náměstí		10:17	10:22				10:27	10:32				10:37	10:42		
Václavská		10:19	10:24				10:29	10:34				10:39	10:44		
Hybešova		10:20	10:25				10:30	10:35				10:40	10:45		
Nové sady		10:23	10:28				10:33	10:38				10:43	10:48		
Hlavní nádraží		10:25	10:30				10:35	10:40				10:45	10:50		

Varianta 2	Linka	1	E1	1	11	3	1	E1	1	11	3	1	E1	1	11	3
Hlavní nádraží		10:04	10:09				10:14	10:19				10:24	10:29			
Nové sady		10:05	10:10				10:15	10:20				10:25	10:30			
Hybešova		10:06	10:11				10:16	10:21				10:26	10:31			
Václavská		10:08	10:13				10:18	10:23				10:28	10:33			
Mendlovo náměstí		10:10	10:15				10:20	10:25				10:30	10:35			
Výstaviště - hlavní vstup		10:12					10:22					10:32				
Výstaviště - vstup G2		10:13					10:23					10:33				
Lipová		10:14					10:24					10:34				
Pisárky		10:16	10:18				10:26	10:28				10:36	10:38			
Bráfova		10:18					10:28					10:38				
Stránského		10:19					10:29					10:39				
Vozovna Komin		10:21	10:22		10:24	10:29	10:31	10:32		10:34	10:39	10:41	10:42		10:44	10:49
Svratecká		10:22		↻	10:25	10:30	10:32		↻	10:35	10:40	10:42		↻	10:45	10:50
Branka		10:23		10:23	10:26	10:31	10:33		10:33	10:36	10:41	10:43		10:43	10:46	10:51
Podlesí	L		10:24	10:27	10:32	L		10:34	10:37	10:42	L		10:44	10:47	10:52	
Kamenolom			10:25	10:28	10:33		10:35	10:38	10:43			10:45	10:48	10:53		
Zoologická zahrada		10:26	10:27	10:30	10:35		10:36	10:37	10:40	10:45		10:46	10:47	10:50	10:55	
Přístaviště			10:29	10:32	10:37			10:39	10:42	10:47			10:49	10:52	10:57	
Kubičkova		10:29	10:31	10:34			10:39	10:41	10:44			10:49	10:51	10:54		
Ondrouškova		10:30	10:32	10:35			10:40	10:42	10:45			10:50	10:52	10:55		
Ečerova		10:32	10:34	10:37			10:42	10:44	10:47			10:52	10:54	10:57		

Linka	1	E1	1	3	11	1	E1	1	3	11	1	E1	1	3	11
Ečerova	10:00	10:02			10:07	10:10	10:12			10:17	10:20	10:22			10:27
Ondrouškova	10:01	10:03			10:08	10:11	10:13			10:18	10:21	10:23			10:28
Kubičkova	10:02	10:04			10:09	10:12	10:14			10:19	10:22	10:24			10:29
Přístaviště	10:04			10:06	10:11	10:14			10:16	10:21	10:24			10:26	10:31
Zoologická zahrada	10:05	10:06		10:07	10:12	10:15	10:16		10:17	10:22	10:25	10:26		10:27	10:32
Kamenolom	10:06		10:08	10:13	10:16			10:18	10:23	10:26			10:28	10:33	
Podlesí	10:07		↻	10:09	10:14	10:17		↻	10:19	10:24	10:27		↻	10:29	10:34
Branka	10:08		10:08	10:10	10:15	10:18		10:18	10:20	10:25	10:28		10:28	10:30	10:35
Svratecká	L		10:09	10:11	10:16	L		10:19	10:21	10:26	L		10:29	10:31	10:36
Vozovna Komin		10:10	10:11	10:13	10:18		10:20	10:21	10:23	10:28		10:30	10:31	10:33	10:38
Stránského			10:12					10:22					10:32		
Bráfova			10:13					10:23					10:33		
Pisárky		10:14	10:16				10:24	10:26				10:34	10:36		
Lipová			10:17					10:27					10:37		
Výstaviště - vstup G2			10:18					10:28					10:38		
Výstaviště - hlavní vstup			10:19					10:29					10:39		
Mendlovo náměstí		10:17	10:22				10:27	10:32				10:37	10:42		
Václavská		10:19	10:24				10:29	10:34				10:39	10:44		
Hybešova		10:20	10:25				10:30	10:35				10:40	10:45		
Nové sady		10:23	10:28				10:33	10:38				10:43	10:48		
Hlavní nádraží		10:25	10:30				10:35	10:40				10:45	10:50		

Zdroj: Autor

Příloha D: Současné jízdní řády linky 1

1		Odjezdy ze zastávky Mendlovo náměstí		směr Ečerova		  1378/1	
<p>o : zastávka od 20 do 5 hodin na znamení z : zastávka celodenně na znamení w : zastávka v prac.dnech od 20 do 5 hodin, v sobotu a neděli celodenně na znamení bezbariérova zastávka</p>							
<p>Zóna 101 ŘEČKOVICE (o) & Filukova (o) & Kofřískova (o) & Hudcova (o) & Tylova (o) & Semilsko & Huslíská &</p> <p>Zóna 100 Jungmannova (o) & Kartouzská (o) & Sumarská (o) & Hrnčířská (o) & Pionýrská & Antonínská & Moravská & Malinivského náměstí & Hlavní nádraží & Nové sady & Hybošova (o) & Vaclavská (o) &</p> <p>Mendlovo náměstí 2 Vysaviště - hlavní nádraží & 3 Vysaviště & 4 Lipová (w) & 6 Pisárky (w) & 8 Bráňova (z) & 9 Stránského (z) &</p> <p>Zóna 102 11 Vozovna Komin (o) & 12 Svratecká & 13 Branka (z) & 14 Poděsi (z) & 15 Kamenolom (z) & 17 Zoologická zahrada & 19 Přetavířské (o) & 21 Kubíčková (o) & 22 Ondrušková (o) & 24 EČEROVA &</p>							
PRACOVNÍ DNY		PRACOVNÍ DNY PRAŽDNINY		SOBOTA		NEDELE	
NEPLATÍ 23.12.2019 – 3.1.2020, 31.1., 17.2. – 21.2., 9.4., 29.6. – 31.8., 29.10. – 30.10., 16.11.2020		PLATÍ 23.12. – 30.12.2019, 2.1., 3.1., 31.1., 17.2. – 21.2., 9.4., 29.6. – 31.8., 29.10. – 30.10., 16.11.2020		PLATÍ TAKÉ 22.12., 24.12. (do 16 h.), 25.12., 26.12., 29.12., 31.12.2019 (do 20 h.), 1.1., 10.4., 12.4., 1.5., 8.5., 6.7., 27.9., 28.10., 15.11.2020 A V NEDELE OD 31.5. DO 13.9.2020		NEPLATÍ 22.12., 29.12.2019, 12.4., OD 31.5. DO 13.9., 27.9., 15.11.2020; PLATÍ TAKÉ 13.4., 28.9., 17.11.2020	
0		0		2		1	
1		1		3		2	
2		2		4		3	
3		3		5	36 51	4	
4	38 48 58	4	38 48 58	6	06 21 36 51	5	36 51
5	08 18 28 38 45 51 58	5	08 18 28 38 48 58	7	06 21 35 48 58	6	06 21 36 51
6	05 11 18 25 31 38 44 50 55	6	08 18 28 37 45 52	8	08 18 28 38 48 58	7	06 21 35 48 58
7	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	7	00 08 15 23 30 38 45 53	9	08 18 28 38 48 58	8	08 18 28 38 48 58
8	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	8	00 08 15 23 30 38 45 53	10	08 18 28 38 48 58	9	08 18 28 38 48 58
9	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	9	00 08 15 23 30 38 45 53	11	08 18 28 38 48 58	10	08 18 28 38 48 58
10	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	10	00 08 15 23 30 38 45 53	12	08 18 28 38 48 58	11	08 18 28 38 48 58
11	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	11	00 08 15 23 30 38 45 53	13	08 18 28 38 48 58	12	08 18 28 38 48 58
12	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	12	00 08 15 23 30 38 45 53	14	08 18 28 38 48 58	13	08 18 28 38 48 58
13	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	13	00 08 15 23 30 38 45 53	15	08 18 28 38 48 58	14	08 18 28 38 48 58
14	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	14	00 08 15 23 30 38 45 53	16	08 18 28 38 48 58	15	08 18 28 38 48 58
15	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	15	00 08 15 23 30 38 45 53	17	08 18 28 38 48 58	16	08 18 28 38 45 51 58
16	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	16	00 08 15 23 30 38 45 53	18	08 18 28 38 48 58	17	05 11 18 25 31 38 45 51 58
17	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55	17	00 08 15 23 30 38 45 53	19	08 18 28 38 48 58	18	05 11 18 25 31 38 45 51 58
18	00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 51 58	18	00 08 15 23 30 39 48 58	20	08 18 28 38 48 58	19	05 11 18 25 31 38 48 58
19	05 11 18 25 31 38 48 58	19	08 18 28 38 48 58	21	08 18 28 38 48 58	20	08 18 28 38 48 58
20	08 18 28 38 48 58	20	08 18 28 38 48 58	22	08 18 28 38 51	21	08 18 28 38 51
21	08 18 28 38 51	21	08 18 28 38 51	23	06 21 36 51	22	06 21 36 51
22	06 21 36 51	22	06 21 36 51			23	
23		23					

p : jede po trase jen po zastávku Lipová a do vozovny Pisárky
 & : spoj s bezbariérově přístupným vozidlem

Dopravce: DPMB, a.s., Hlinky 151, 656 46 Brno, www.dpmb.cz
 Informace o IDS JMK: tel. 5 4317 4317, www.idsjmk.cz

Platí od 15.12.2019

1



Odjezdy ze zastávky **ĚČEROVA**

směr **Řečkovice**



11022

↓ **ĚČEROVA** Zóna 101
1 Ondruškova (o) ↓
2 Kuběčková (o) ↓
4 Přístaviště (o) ↓
5 Zoologická zahrada
6 Kamennolom (Z) ↓
7 Podlesí (Z) ↓
8 Branka (Z) ↓
9 Svratecká ↓
11 Vozovna ↓

12 Stránského (o) ↓
13 Bláňova (Z) ↓
16 Pračky (Z) ↓
17 Lipová (w) ↓
18 Vjeřavské ↓
19 Vjeřavské - vstup G2 (Z) ↓
22 Mendlovo náměstí (o) ↓
24 Václavská (o) ↓
25 Hybešova (o) ↓
30 Nové sady ↓
32 Hlavní nádraží ↓
34 Malnovského náměstí ↓
36 Moravského náměstí ↓
37 Pionýrská ↓
39 Hrnčířská ↓
40 Šumavská ↓
41 Kartouzská (o) ↓
42 Jungmannova (o) ↓
43 Husácká ↓
45 Semilasso ↓
46 Týlova (o) ↓
47 Hudcova (o) ↓
49 Kofiskova (o) ↓
50 Filukova (o) ↓
52 **ŘECKOVICE**

o : zastávka od 20 do 5 hodin na znamení
z : zastávka celodenně na znamení
w : zastávka v prac.dnech od 20 do 5 hodin
& : bezbariérová zastávka
sobota a neděle celodenně na znamení

PRÁZDNINÝ DNY

NEPLATÍ 23.12.2019 – 3.1.2020, 31.1., 17.2. – 21.2., 9.4., 29.6. – 31.8., 29.10. – 30.10., 16.11.2020

0	
1	
2	
3	
4	48š 58š
5	08š 15š 21š 28š 35š 41š 48š 55š
6	00š 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 44š 48š 52š 56š
7	00š 04š 08š 12š 16š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
8	00 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
9	00š 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
10	00 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
11	00š 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
12	00š 05 10š 15š 20š 25š 30š 35 40š 45š 50š 55š
13	00š 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
14	00š 05š 10 15š 20š 25š 30š 35š 40 45š 50š 55š
15	00š 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
16	00š 05š 10š 15 20š 25š 30š 35š 40š 45 50š 55š
17	00š 05š 10š 15š 20š 25š 30š 35š 40š 45š 50š 55š
18	01š 08š 15š 21š 28š 35š 41 48š 55š
19	01š 08 18š 28š 38š 48š 58š
20	08š 18š 28š 38š 48š 58Mš
21	01š 14 29š 44š 59š
22	14š 29Mš 44Mš 59Mš
23	

PRACOVNÍ DNY PŘÁZDNINY

PLATÍ 23.12. – 30.12.2019, 2.1., 3.1., 31.1., 17.2. – 21.2., 9.4., 29.6. – 31.8., 29.10. – 30.10., 16.11.2020

0	
1	
2	
3	
4	48š 58š
5	08š 18š 28š 38š 48š 57š
6	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
7	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
8	04š 12š 19š 27š 34š 42 49š 57š
9	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
10	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
11	04 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
12	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
13	04š 12š 19š 27 34š 42š 49š 57š
14	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
15	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49 57š
16	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 57š
17	04š 12š 19š 27š 34š 42š 49š 58š
18	08 18š 28š 38š 48š 58š
19	08š 18š 28š 38š 48š 58š
20	08š 18 28š 38š 48š 58Mš
21	01š 14š 29š 44š 59š
22	14š 29Mš 44Mš 59Mš
23	

SOBOTA

PLATÍ TAKÉ 22.12., 24.12. (do 16 h), 25.12., 26.12., 29.12., 31.12.2019 (do 20 h), 1.1., 10.4., 12.4., 1.5., 8.5., 6.7., 27.9., 28.10., 15.11.2020 A V NEDELE OD 31.5. DO 13.9.2020

2	
3	
4	
5	44š 59š
6	14š 29š 44š 58š
7	08š 18š 28š 38š 48š 58š
8	08š 18š 28š 38š 48š 58š
9	08š 18š 28š 38š 48š 58š
10	08š 18š 28š 38š 48š 58š
11	08š 18š 28š 38š 48š 58š
12	08š 18š 28š 38š 48š 58š
13	08š 18š 28š 38š 48š 58š
14	08š 18š 28š 38š 48š 58š
15	08š 18š 28š 38š 48š 58š
16	08š 18š 28š 38š 48š 58š
17	08š 18š 28š 38š 48š 58š
18	08š 18š 28š 38š 48š 58š
19	08š 18š 28š 38š 48š 58š
20	08š 18š 28š 38š 48š 58Mš
21	01š 14š 29š 44š 59š
22	14š 29Mš 44Mš 59Mš
23	

NEDELE

NEPLATÍ 22.12., 29.12.2019, 12.4., OD 31.5. DO 13.9., 27.9., 15.11.2020;
PLATÍ TAKÉ 13.4., 28.9., 17.11.2020

1	
2	
3	
4	
5	44š 59š
6	14š 29š 44š 58š
7	08š 18š 28š 38š 48š 58š
8	08š 18š 28š 38š 48š 58š
9	08š 18š 28š 38š 48š 58š
10	08š 18š 28š 38š 48š 58š
11	08š 18š 28š 38š 48š 58š
12	08š 18š 28š 38š 48š 58š
13	08š 18š 28š 38š 48š 58š
14	08š 18š 28š 38š 48š 58š
15	08š 18š 28š 38š 48š 58š
16	08š 21š 28š 41š 48š 55š
17	01 08š 15š 21š 28š 35 41š 48š 55š
18	01š 08š 15š 21š 28š 35š 41š 48š 55š
19	01 08š 18š 28š 38š 48š 58š
20	08š 18š 28š 38š 48š 58Mš
21	01š 14š 29 44š 59š
22	14 29Mš 44Mš 59Mš
23	

M : jede po trase jen na Mendlovo náměstí
& : spoj s bezbariérově přístupným vozidlem

Dopravce: DPMB, a.s., Hlinky 151, 656 46 Brno, www.dpmb.cz
Informace o IDS JMK: tel. 5 4317 4317, www.idsjmk.cz

Platí od 15.12.2019